



*Compétence Géotechnique
Atlantique*



LA ROCHELLE (17)

Rue de Coureilles

Construction d'un bâtiment universitaire

Dossier W22-382B

Mission G2 PRO

Le 17 septembre 2024



Sondages et essais
Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire – Expertises

ZAC des Groix – 8 imp. des Petits Fossés
17120 COZES
Tél. : 05.46.90.22.90

atlantique@competence-geotechnique.fr

Groupe Compétence Géotechnique :
COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),
FONDETTES (37), SEYCHES (47),
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPE (59)

HISTORIQUE DU DOCUMENT

DATE	17/09/2024	
INDICE	Version 1	
OBJET/ MODIFICATIONS	Création du document	
ETABLI PAR	Laurent DESINDES	
VERIFIE PAR	Éric DUCLOS	

DIFFUSION DU DOCUMENT : le 19/09/2024

DESTINATAIRE / @	DESIGNATION	COURRIER	MAIL
CROUS DE POITIERS (alexandre.louvel@crous-poitiers.fr)	Maître d'ouvrage		X
SEMDAS, Mme MARTIN (martin@semdas.fr)	Assistant Maître d'ouvrage		X

SOMMAIRE

I - MISSION.....	2
II - LE PROJET.....	2
III - LE SITE	5
IV - ETUDE GEOTECHNIQUE.....	9
4.1 METHODE DE TRAVAIL.....	9
4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION	10
4.2.1 NATURE DU SOL	10
4.2.2 L'EAU DANS LE SOL.....	10
4.2.3 CARACTERISTIQUES MECANIQUES	11
4.2.4 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE.....	12
V – OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....	15
5.1 FONDATIONS	15
5.2 PLANCHERS BAS.....	15
5.3 TERRASSEMENTS	17
5.3.1 DEBLAIS.....	17
5.3.2 REMBLAIS.....	17
VI STABILITE GENERALE DU SITE.....	19
VII – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS.....	20
7.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX AUX ÉTATS LIMITES	20
7.1.1 ÉTATS LIMITES ULTIMES.....	20
7.1.2 ÉTATS LIMITE DE SERVICE	20
7.2 DESCENTES DE CHARGES AUX ÉTATS LIMITES	21
7.3 MODÈLE DE TERRAIN.....	23
7.4 CAPACITE PORTANTE (ELU & ELS)	23
7.5 EXCENTREMENT (ELU & ELS)	25
7.6 GLISSEMENT (ELU)	26
7.7 TASSEMENT ET ROTATION (ELU & ELS)	27
7.8 JUSTIFICATIONS SISMIQUES (ELU)	28
7.9 PRÉCAUTIONS DE MISE EN OEUVRE	31

I - MISSION

Notre mission fait suite au devis n°W24-04-281 du 02/09/2024, signé en bon pour accord le 02/09/2024 par le CROUS DE POITIERS, maître d'ouvrage.

Elle a été réalisée à la demande de la SEMDAS, et pour le compte du CROUS DE POITIERS, à l'emplacement envisagé pour la construction d'un bâtiment universitaire, sur un terrain situé rue de Coureilles, sur la commune de LA ROCHELLE (17).

La présente étude correspond à une mission géotechnique de conception phase projet du type G2 PRO sans l'approche des quantités, délais et coûts, selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013 annexée, assurée par la SMABTP (contrat n : 418383J) dont l'attestation est disponible en annexes.

Un premier rapport en mission de conception d'avant-projet G2 AVP a été réalisé en septembre 2022. Son contenu est supposé connu et sera synthétisé dans le présent rapport.

Les documents fournis pour remplir notre mission G2 AVP ont été les suivants :

- un plan de situation,
- un extrait du plan cadastral.

Les documents fournis pour remplir notre mission G2 PRO ont été les suivants :

- le plan topographique,
- le plan masse du projet daté du 01/07/2024,
- les plans des réseaux existants et des réseaux projetés en phase APD,
- le plan des terrassements en phase APD,
- le plan de fondation en phase PRO référencé 20240821-PRO-STR-00-ind0 du 08/08/2024,
- la note de calcul des descentes de charges du BET BETOM du 16/09/2024.

II - LE PROJET

Le projet consiste en la construction d'un bâtiment universitaire.

Il s'agira d'un bâtiment de type R+5, sans sous-sol.

Le futur projet ne sera mitoyen à aucun autre ouvrage existant.

Il est prévu de fonder l'ouvrage par semelles continues et isolées superficielles.

L'ensemble des dispositions constructives et des modes de fondations proposés dans ce rapport repose sur les descentes de charge suivantes :

- 39,8 à 486,1 kN/ml à l'ELS (G+Q) sur appuis continus,
- 680,3 à 1044,7 kN à l'ELS (G+Q) sur appuis isolés.

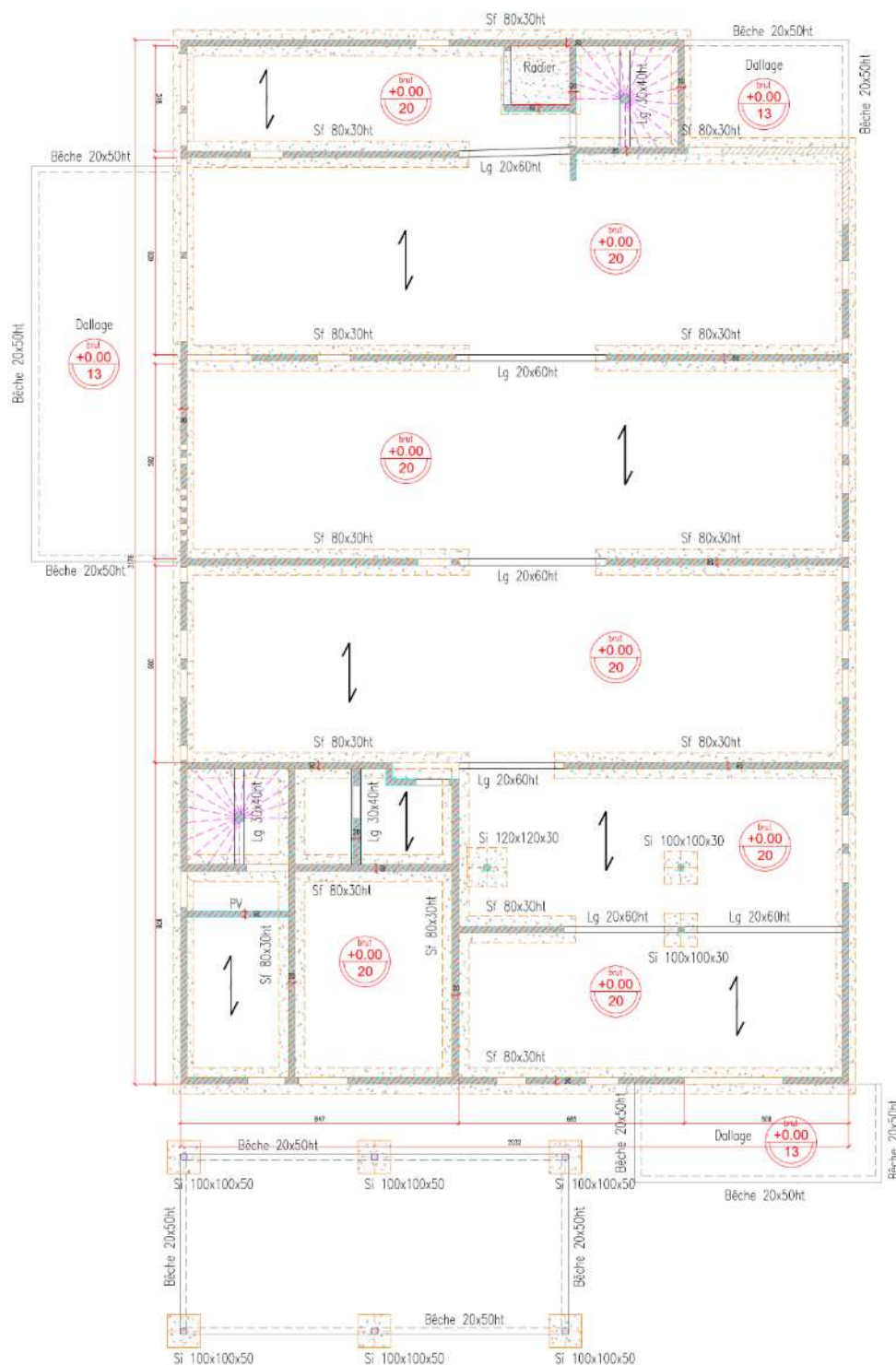
Il est prévu de réaliser des dallages pour les planchers bas.

Les charges sur les planchers bas ne nous ont pas été communiquées. Elles devraient rester inférieures à 5 kN/m².

This architectural site plan illustrates a building complex with various functional areas and landscaping. Key features include:

- Building Footprint:** A central building with a roof labeled "TOITURE" and "TOITURE DU RDC". It includes a "P.A.C." (Pompe à Chaleur) and "PHOTOVOLTAÏQUE" (solar panels) sections.
- Access and Circulation:** A "Trottoir béton" (concrete sidewalk) runs along the building, with a "Trottoir béton accès local vélos" (concrete sidewalk for local bicycle access) at the bottom. A "Trottoir" (sidewalk) is also indicated.
- Landscaping and Greenery:** The plan shows "Arbres existants conservés" (existing trees to be preserved), "Compoteurs" (composters), and a "Cloture" (fence) on the left. A "Herbe" (grass) area is at the bottom.
- Dimensions and Levels:** Numerous dimensions are provided in meters (e.g., 5.00, 18.65, 24.00, 25.30, 31.76, 37.10, 38.24, 44.2). Levels are marked with "P.1", "P.2", "P.3", "P.4", "P.5", and "P.6".
- Other Features:** A "Borne P.3" (marker P.3) is located near the top. A "Borne décalée à 3.00m de P.2" (offset marker at 3.00m from P.2) is on the right. A "Borne P.1" is at the bottom right. A "Borne existante" (existing marker) is at the bottom left.
- Orientation:** A north arrow is located on the right side of the plan.

Compétence Géotechnique Atlantique



Extrait du plan de fondations

NOTES IMPORTANTES : Les données concernant le projet, aussi précises soient-elles, nous ont été communiquées par le Maître de l'Ouvrage ou ses conseils ou résultent d'hypothèses de travail. Si la transcription des informations communiquées ou les hypothèses retenues sont erronées, il conviendra impérativement de nous contacter pour corriger ou compléter ces informations.

Dans le cas contraire notre responsabilité ne pourra pas être engagée sur ces préconisations.

III -LE SITE

La situation du terrain étudié est indiquée sur l'extrait de la carte topographique IGN à 1/25000 placée en annexe.

Le terrain présente une légère pente vers le Sud-ouest, il est légèrement surélevé par rapport à la route. Notons également la présence d'un petit fossé en partie Nord du projet. Quelques arbres sont également présents sur le site.



D'après les renseignements en notre possession, et notamment la carte géologique à 1/50000^e, les formations que l'on devait normalement rencontrer sur le site sont de haut en bas :

- d'éventuels **remblais** d'occupation antérieure,
- d'éventuelles **argiles** issues de l'altération du substratum sous-jacent,
- le **substratum** composé par des **calcaires à interlits marneux**.



Source : www.georisques.gouv.fr

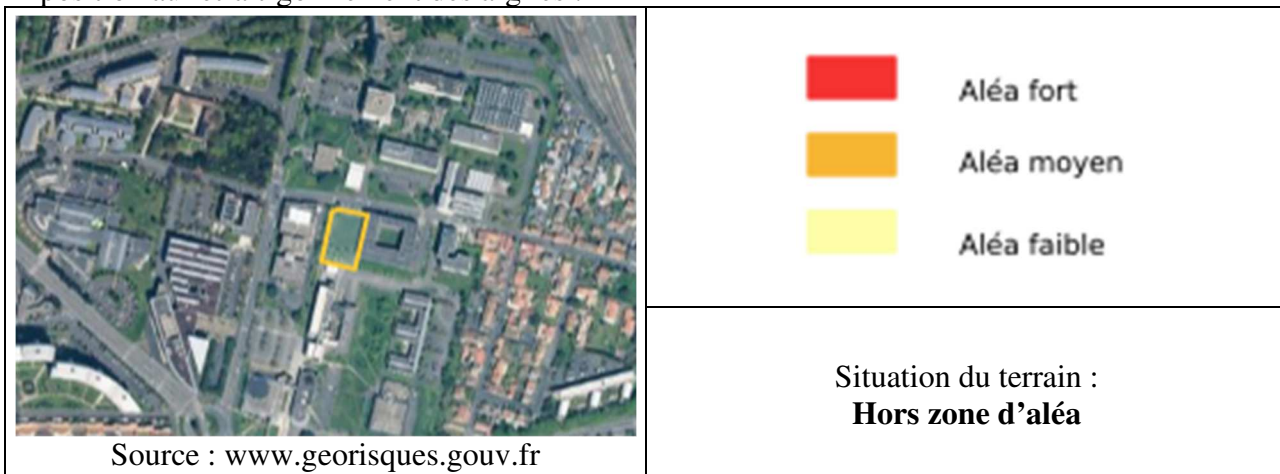
Des arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle ont été pris sur la commune de LA ROCHELLE :

Code NOR	Libellé	Début le	Sur le journal officiel du
IOME2327461A	Sécheresse	30/06/2022	31/10/2023
INTE1928914A	Sécheresse	01/10/2018	15/11/2019
INTE1831447A	Sécheresse	01/01/2017	07/12/2018
INTE1228647A	Sécheresse	01/04/2011	17/07/2012
IOCE1005933A	Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues	27/02/2010	02/03/2010
IOCE0804637A	Sécheresse	01/07/2005	22/02/2008
IOCE0804637A	Sécheresse	01/01/2005	22/02/2008
INTE0400656A	Sécheresse	01/07/2003	26/08/2004
INTE0200011A	Inondations et/ou Coulées de Boue	01/01/2001	09/02/2002
INTE9900627A	Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues	25/12/1999	30/12/1999
INTE0000173A	Inondations et/ou Coulées de Boue	29/09/1999	28/04/2000
INTE9800404A	Sécheresse	01/01/1991	13/11/1998
INTE9100235A	Sécheresse	01/01/1990	12/06/1991
INTE9000289A	Sécheresse	01/06/1989	15/08/1990
INTE8700362A	Inondations et/ou Coulées de Boue	24/08/1987	11/11/1987
NOR19830111	Inondations et/ou Coulées de Boue	08/12/1982	13/01/1983

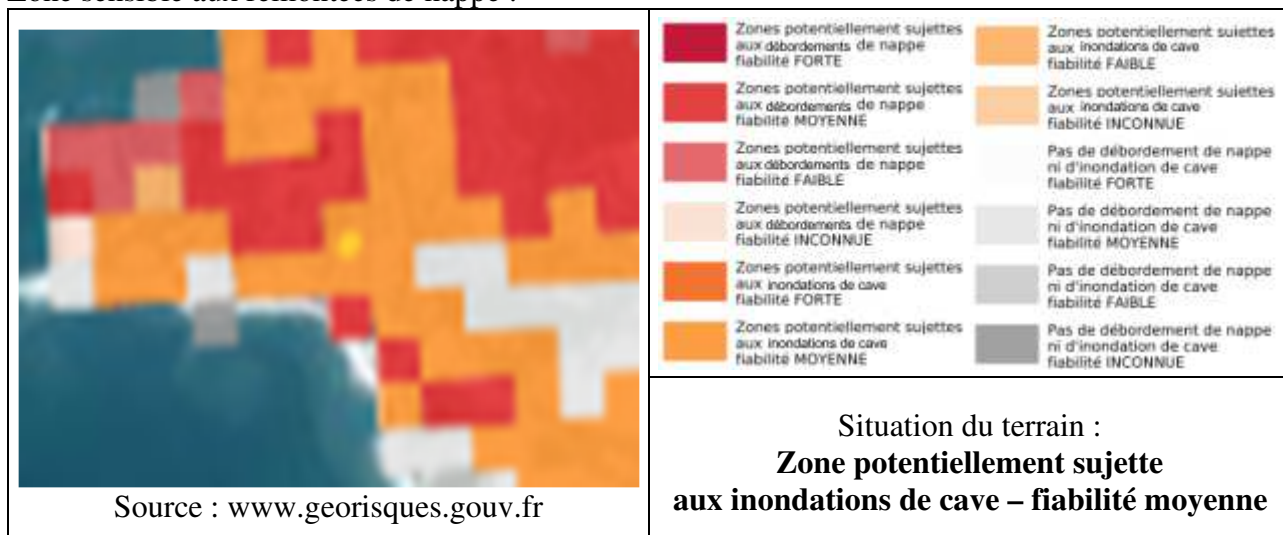
Extrait du site www.georisques.gouv.fr.

Les risques naturels recensés sur le terrain d'étude sont les suivants :

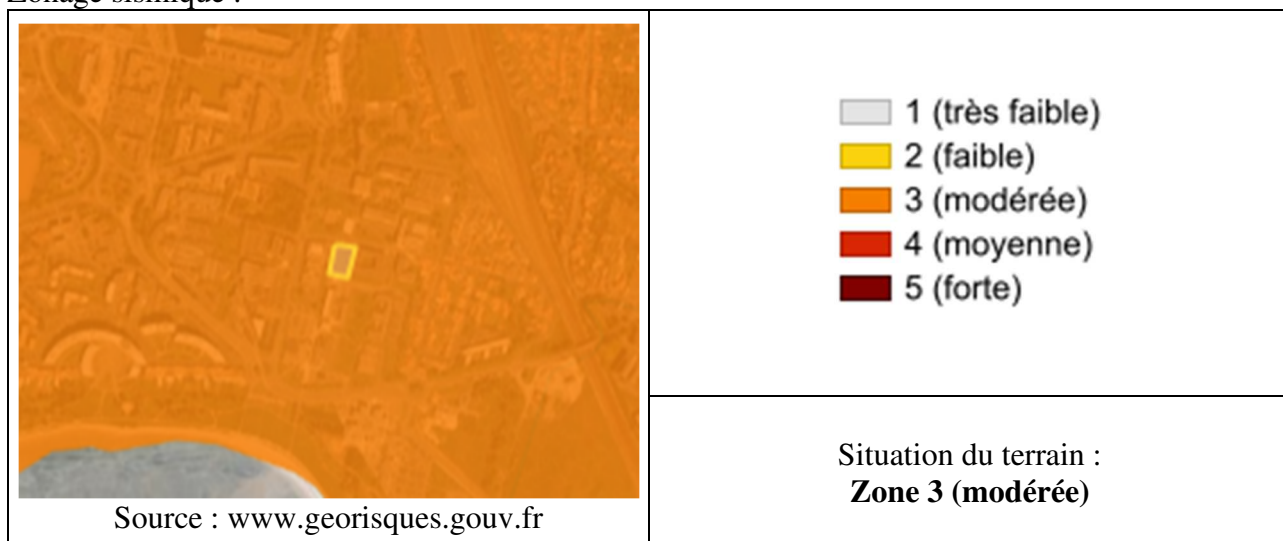
- Exposition au retrait-gonflement des argiles :



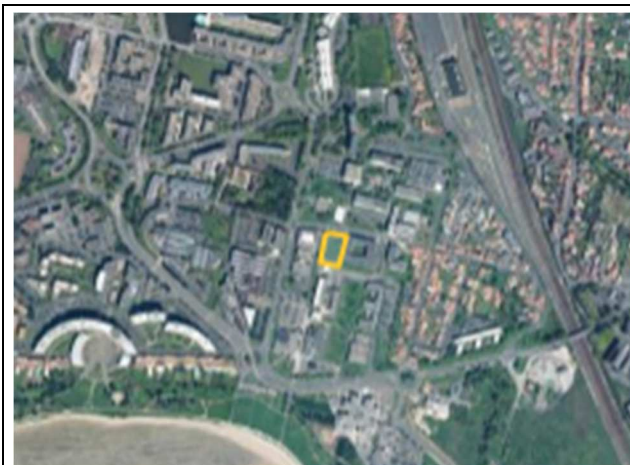
- Zone sensible aux remontées de nappe :



- Zonage sismique :



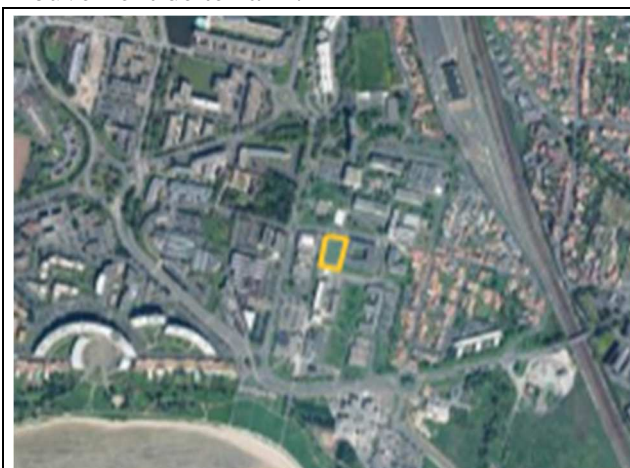
- Cavités souterraines :

Source : www.georisques.gouv.fr

- | | | | |
|--|--------------|--|-------------------|
| | Cave | | Ouvrage Civil |
| | Carrière | | Ouvrage militaire |
| | Naturelle | | Puits |
| | Indéterminée | | Souterrain |
| | Galerie | | |

Situation du terrain :
Pas de cavité souterraine à proximité

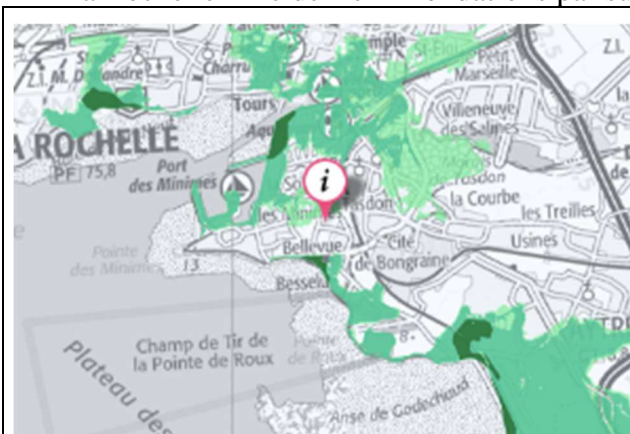
- Mouvement de terrain :

Source : www.georisques.gouv.fr

- | | |
|--|--------------------|
| | Glissement |
| | Eboulement |
| | Coulee |
| | Effondrement |
| | Erosion des berges |

Situation du terrain :
Pas de mouvement de terrain à proximité

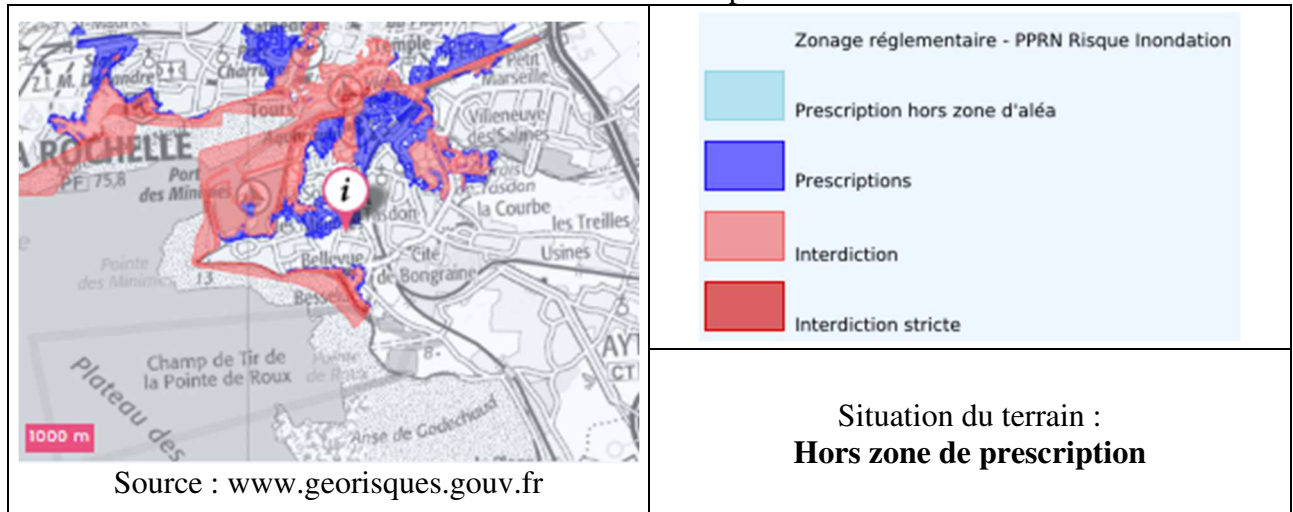
- TRI La Rochelle – Ile de Ré – Inondations par submersion marine :

Source : www.georisques.gouv.fr

- | | |
|--|-----------------------------|
| | Crue de forte probabilité |
| | Crue de moyenne probabilité |
| | Crue de faible probabilité |

Situation du terrain :
Hors zone de crue

- 17DDTM20100014 – PPRN La Rochelle – Inondations par submersion marine :



IV - ETUDE GEOTECHNIQUE

4.1 METHODE DE TRAVAIL

Nous avons procédé à l'exécution de **4 sondages de reconnaissance** réalisés à la tarière mécanique hélicoïdale continue diamètre 63 mm descendus à **8 m** de profondeur, et associés à **des essais de sol au pressiomètre** (Norme NF P 94-110).

Les implantations des différents sondages sont reportées sur le plan d'implantation annexé.

Les têtes de sondages ont été nivelées par nos soins en prenant comme référence un tampon réseau situé sur la voirie au Nord du site (cote de + 8,11 m NGF). Ce point référence est reporté sur le plan annexé.

Ces altitudes sont inscrites en marge des feuilles de sondages annexées, et sont données avec une précision de +/- 0,1 mètre.

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais, sont joints sur les feuilles placées en annexe.

4.2 RESULTATS ET INTERPRETATION

4.2.1 NATURE DU SOL

Les sondages de reconnaissance ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

- **Couche 1** : des remblais à dominante sablo-limoneuse, contenant des cailloutis et des graviers calcaires ainsi que quelques traces de diorite et d'éléments divers. Notons la présence en SPD2 de remblais calcaires, beiges, contenant des morceaux de plastique et de géotextile. Ces sols superficiels ont été reconnus sur les épaisseurs suivantes :

Sondage (n°)	Ep. (m)	Cote (m NGF)	Sondage (n°)	Ep. (m)	Cote (m NGF)
SP1	1,4	7,06	SP3	0,5	7,52
SP2	1,2	7,15	SP4	0,9	7,27

- **Couche 2** : des calcaires +/- marneux, de couleur beige, blanche, reconnus au-delà.

4.2.2 L'EAU DANS LE SOL

Des niveaux d'eaux ont été relevés aux profondeurs suivantes par rapport à la surface topographique, le 06/09/2022 :

Sondage (n°)	En cours de forage	En fin de forage	En fin de chantier
	Prof. (m)	Prof. (m)	Prof. (m)
SP1	7,8	7,8	7,9
SP2	Pas d'eau	Pas d'eau	Pas d'eau
SP3	Pas d'eau	Pas d'eau	7,4
SP4	7,0	7,6	7,6

Il s'agit vraisemblablement d'une nappe contenue dans les calcaires +/- marneux (couche 2) dont le niveau fluctue fortement en fonction des apports météorologiques. En période de hautes eaux ou périodes pluvieuses avancées, le niveau de cette nappe pourra être plus proche de la surface topographique actuelle.

Notons également que cette mesure a été réalisée dans un contexte de très fort déficit hydrique.

AVERTISSEMENTS :

Les cotes des niveaux d'eau communiquées dans ce rapport ne correspondent aucunement au niveau des plus hautes eaux connues, ni à aucun autre niveau de référence et ne constituent qu'une mesure ponctuelle.

La définition des niveaux de référence devra faire l'objet d'un rapport indépendant établi par un bureau d'études spécialisé (hydrogéologue).

4.2.3 CARACTERISTIQUES MECANQUES

Les caractéristiques mécaniques mesurées au moyen d'essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110) s'avèrent :

- **Couche 1 : moyennes à bonnes** dans les *remblais* avec :

$$26,7 \text{ MPa} \leq E_m \leq 83 \text{ MPa}$$

$$1,3 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 3,6 \text{ MPa}$$

- **Couche 2 : très bonnes** dans les *calcaires* avec :

$$80,6 \text{ MPa} \leq E_m \leq + \text{ de } 200 \text{ MPa}$$

$$3,3 \text{ MPa} \leq p_l^* \leq 5,1 \text{ MPa}$$

Les valeurs à retenir dans les calcaires (couche 2) pour les calculs sont données ci-après :

Couche (n°)	Nature	α	E_m (MPa)	p_l^* (MPa)
2	Calcaires +/- marneux	0,5	100	3,5

Avec : α : coefficient rhéologique du sol ; E_m : module pressiométrique ; p_l^* : pression limite nette équivalente

4.2.4 CLASSIFICATION SELON LE RISQUE SISMIQUE**a) Le projet :**

Les bâtiments dits « à risque normal » sont classés en quatre *catégories d'importance* définies suivant le Code de l'Environnement (article R 563-3). A chaque catégorie d'importance est associé un coefficient d'importance γ_I qui module l'action sismique de référence, conformément à l'Eurocode 8. Ces catégories sont référencées dans le tableau suivant :

Catégorie d'importance	Description	Coefficient d'importance γ_I
I	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiments dans lesquels il n'y a pas d'activité humaine nécessitant un séjour de longue durée 	0,8
II	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiments d'habitation individuelle, ▪ Etablissements recevant du public (ERP) de 4^{ème} et 5^{ème} catégorie à l'exception des écoles selon R123-2 et R123-19, ▪ Bâtiments dont <u>la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres</u> dont : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les bâtiments d'habitation collective, ▪ Les bâtiments à usage commercial ou de bureau pouvant accueillir simultanément <u>au plus</u> 300 personnes, ▪ Les bâtiments industriels pouvant accueillir <u>au plus</u> 300 personnes, ▪ Les parcs de stationnement ouverts au public. 	1,0
III	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Etablissements scolaires, ▪ Etablissements recevant du public de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} catégorie selon R123-2 et R123-19, ▪ Bâtiments dont <u>la hauteur est supérieure à 28 mètres</u> dont : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les bâtiments d'habitation collective, ▪ Les bâtiments à usage de bureau, ▪ Les bâtiments pouvant accueillir simultanément <u>plus de</u> 300 personnes dont les bâtiments à usage commercial ou de bureau non classé ERP, ▪ Les bâtiments industriels pouvant accueillir <u>plus de</u> 300 personnes, ▪ Bâtiments des établissements sanitaires et sociaux à l'exception des bâtiments de santé, ▪ Bâtiments des centres de production <u>collective</u> d'énergie. 	1,2
IV	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public (moyens de secours, personnel et matériel de la défense, moyens de communication, sécurité aérienne), ▪ Bâtiments assurant la production et le stockage d'eau potable et la distribution <u>publique</u> d'énergie, ▪ Etablissements de santé, ▪ Centres météorologiques. 	1,4

Le bâtiment considéré dans le présent rapport est de catégorie d'importance **II**, soit un coefficient d'importance γ_I de **1,0**.

b) Classification des sols :

La classe du sol a été définie en considérant les profils lithologiques des sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés *in situ* et en laboratoire sur les échantillons remaniés ou intacts prélevés dans ces sondages. A chaque classe de sol correspond un coefficient de sol S qui permet de traduire l'amplification de la sollicitation sismique exercée.

Elle est définie selon le tableau ci-dessous :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres			S (zone 1 à 4)
		V _s (m/s)	N _{SPT} (cps/30 cm)	C _u (kPa)	
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-	1,00
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	> 250	1,35
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 – 360	15 – 50	70 – 250	1,50
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70	1,60
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v _s de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec v _s > 800 m/s				1,80
S₁	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (IP > 40) et une teneur en eau importante.	< 100 valeur indicative	-	10 – 20	-
S₂	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1.				-

Le profil de sol à considérer est de classe **A** et le coefficient de sol S est égal à **1,00**.

c) Classification du site :

Le site géographique est à classer en **zone de sismicité 3** d'après la carte de sismicité de la France (Décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010).

Une valeur d'accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux a_{gr} est définie pour chaque zone de sismicité :

Zone de sismicité	Niveau d'aléa	a _{gr} (m/s ²)
Zone 3	Modéré	1,1

d) Définition du coefficient d'amplification topographique

Il est tenu compte d'un coefficient d'amplification S_T, dans le cas de terrains présentant des inclinaisons moyennes supérieures à 15 degrés (pente de 1H/4B ou pente de 25% environ), pour des ouvrages dont le coefficient d'importance γ₁ est supérieur à 1 (annexe A de l'Eurocode 8 – partie 5).

Eu égard à la topographie du site quasi plane, les effets topographiques peuvent être négligés et n'entraînent donc aucune majoration des efforts sismiques.

e) Comportement des sols sous efforts sismiques

Deux phénomènes engendrant des désordres plus ou moins importants aux structures sont à envisager lorsqu'une sollicitation d'origine sismique est appliquée à certains sols : la liquéfaction et la densification.

On appelle liquéfaction d'un sol un processus conduisant à la perte totale de résistance au cisaillement et/ou de rigidité du sol par augmentation de la pression de l'eau interstitielle dans des matériaux saturés sans cohésion, susceptible de conduire à des déformations permanentes significatives, voire à une quasi-annulation de la contrainte effective dans le sol.

Ce phénomène peut être un effet induit des séismes. Il est généralement brutal et temporaire, le sol retrouvant sa consistance après. Pour le produire, une onde mécanique d'intensité et de durée relativement importante est nécessaire.

L'analyse de la liquéfaction des sols est requise en zone de sismicité 3.

La sensibilité à la densification des sols doit être considérée lorsque des couches étendues ou des lentilles épaisses de matériaux lâches, non saturés et sans cohésion, ou des argiles très molles se trouvent à faible profondeur.

Les sols reconnus au droit de nos sondages ne sont ni liquéfiables ni densifiables sous efforts sismiques.

V – OUVRAGES GEOTECHNIQUES

Les sondages ont permis de mettre en évidence sous une couche de remblais (couche 1), de 0,5 m à 1,4 m d'épaisseur environ, des calcaires +/- marneux (couche 2) compacts, de couleur beige à blanche, reconnus au-delà.

Des niveaux d'eaux ont été relevés au droit de nos sondages le jour de notre intervention, le 06/09/2022 vers la profondeur de 7,4 à 7,9 m de profondeur en fin de chantier. Ils pourraient correspondre à une nappe d'eau souterraine dont le niveau peut fluctuer de manière importante.

Des remblais sont à attendre sur des épaisseurs variables entre nos points de sondage.

5.1 FONDTATIONS

L'ouvrage sera fondé par semelles et massifs ancrés au minimum de 0,3 m dans les calcaires compacts (couche 2).

En appliquant l'Eurocode 7 et la norme d'Application Nationale NF P 94-261 "Fondations superficielles", les contraintes de calcul aux états limites des calcaires compacts (couche 2) seront les suivantes :

$$\begin{aligned} q_{\text{net}} &= 2,80 \text{ MPa} \\ R_{v;d}(\text{ELU}) / A' &= q_{\text{net}} / \gamma_{R;v}(\text{ELU}) \times \gamma_{R;d;v} = 1,66 \text{ MPa} \\ R_{v;d}(\text{ELS}) / A' &= q_{\text{net}} / \gamma_{R;v}(\text{ELS}) \times \gamma_{R;d;v} = 1,01 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Ces fondations sont dimensionnées au chapitre VII.

5.2 PLANCHERS BAS

Eu-égard à la présence de remblais en surface sur des épaisseurs localement importantes (1,4 m par exemple en SP1), nous avons préconisé la réalisation de planchers bas portés par les fondations, sans obligation de vide sanitaire.

Compte tenu des terrassements en déblais à attendre jusqu'à la cote plateforme de +7,47 m NGF, les planchers bas pourront éventuellement être réalisés sur terre-plein. Il conviendrait alors de respecter les préconisations suivantes :

1. Travail en période météorologique favorable : favoriser un état hydrique moyen pour les sols, éviter les périodes pluvieuses ou post pluvieuses. Dans le cas contraire la grande sensibilité à l'eau des sols entrainera vraisemblablement des purges complémentaires et l'épaississement de la couche de forme, voire des interruptions de chantier. Une couche superficielle de boue qu'il conviendra de purger aura tendance à se former à l'interface avec les calcaires (couche 2) lorsqu'ils sont circulés par les engins de terrassements en période pluvieuse et/ou post-pluvieuse.

2. Purge de la totalité des remblais (couche 1), des éventuelles poches médiocres et des sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie et des souches.
3. Compactage soigné du fond de forme pour obtenir une bonne couche d'assise aux nouveaux remblais.
4. Un géotextile de classe élevée pour éviter sa perforation pourra être mis en place à l'interface avec les sols pour éviter la contamination des nouveaux remblais.
5. Mise en place des remblais de substitution ou d'alignement de niveau traités en couche de forme, et/ou d'une **couche de forme de 20 cm d'épaisseur minimale**, en concassé de roche dure non gélive de type concassé calcaire ou diorite, fraction 0/31,5 mm.
6. Mise en place d'une couche de réglage en sable fin de maçonnerie pour l'accueil des couches d'isolation.
7. Contrôle de la couche de forme à l'aide d'essais de détermination du module sous chargement statique à la plaque E_{V2} selon la norme NF P 94-117-1 et de détermination du module sous chargement statique E_{V1} et du rapport de compactage E_{V2}/E_{V1} selon le mode opératoire LCPC-CT2. La valeur minimale du module E_{V2} devra être de 50 MPa avec un rapport E_{V2}/E_{V1} inférieur à 2,2 ; s'assurer de résultats homogènes sur la plateforme.

Le module E_s du matériau de la couche de forme pourra être pris égal à E_{V2} si le rapport E_{V2}/E_{V1} est inférieur à 2 et à $0,9E_{V2}$ pour un rapport compris entre 2 et 2,2.

AVERTISSEMENTS :

- L'usage pour le compactage d'un rouleau vibrant à forte énergie est déconseillé eu égard aux mitoyens.
- Les matériaux d'apport seront conformes aux prescriptions de la norme NF P 11-213-1-1-1 de décembre 2021, Annexe A.2.2. Ils doivent satisfaire aux critères suivants :
 - ne pas figurer dans la liste des matériaux à exclure ou des matériaux à exclure sauf action sur la granularité de l'annexe A.2.2,
 - dimension des plus gros éléments compatibles avec les tolérances de réglage et l'épaisseur des couches mises en œuvre,
 - acceptabilité environnementale,
 - insensibilité à l'eau,
 - insensibilité au gel dans certains cas, notamment en zone périphérique au dallage et pour les dalles extérieures,
 - aptitude à drainer l'eau (arrivées d'eau zénithales pendant le chantier),
- **Les épaisseurs de la préparation des sols et de la couche de forme préconisées à chaque étape sont minimales.** Il ne pourra nous être reproché ce dimensionnement en mission G2 de projet si les conditions du chantier conduisent à l'épaississement de cette couche de forme ou à la mise en œuvre de techniques particulières pour obtenir les valeurs de réception de la plateforme ; **des missions complémentaires G3 et G4 en phase d'exécution permettront de réduire les aléas résiduels** concernant le comportement des sols lors des terrassements, en fonction de leurs propriétés hydriques constatées.

Un diagnostic pollution est actuellement réalisé par la société VALEEN avec des sondages complémentaires. Ils pourront permettre une reconnaissance complémentaire de l'épaisseur des remblais et confirmer ainsi la faisabilité économique de dallages.

5.3 TERRASSEMENTS

5.3.1 DEBLAIS

Il s'agira principalement de terrassements en déblais pour la réalisation de la plateforme, des fondations, des réseaux enterrés et des aménagements du site.

Ils auront lieu en première partie dans les remblais (couche 1) ; ils ne présenteront pas de difficultés particulières tant que les conditions météorologiques seront favorables (ni pluie, ni gel).

Dans le cas contraire, la grande sensibilité à l'eau de ces sols nécessitera des purges complémentaires, des mesures de drainage et/ou d'assainissement des fouilles par pompage et/ou de blindage des fouilles.

L'utilisation d'une pelle mécanique de moyenne à forte puissance devrait suffire dans ces terrains meubles.

Les terrassements deviendront beaucoup plus difficiles à la rencontre des calcaires compacts (couche 2) et éventuellement des remblais calcaires compacts (couche 1) et nécessiteront l'utilisation d'une pelle mécanique de forte puissance, voire l'utilisation d'un brise roche hydraulique (BRH) ou d'un marteau piqueur pour passer les bancs de calcaire les plus indurés.

Les talus provisoires de la fouille seront dressés en première approche, avec une pente maximale de 1H/1B (1 de hauteur pour 1 de base) dans les remblais (couche 1). Ils seront protégés de l'érosion par des feuilles de polyane soigneusement fixées le temps du chantier, purgés au préalable des blocs instables, pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Les talus provisoires dans les calcaires (couche 2) seront dressés en première approche quasiment à la verticale après purge des blocs instables.

Les talus définitifs pourront être dressés avec une pente maximale de (2H/3B) dans les remblais (couche 1) et les calcaires (couche 2). Ils seront soigneusement stabilisés et rapidement végétalisés pour les protéger de l'érosion.

Des adaptations pourront être nécessaires en fonction des conditions d'exécution du chantier. Elles seront définies avec la réalisation d'une planche d'essai.

5.3.2 REMBLAIS

La réalisation des remblais hors emprise de la plateforme bâtiment ne posera pas de problèmes particuliers sous réserve de l'application des conditions suivantes :

- On procèdera tout d'abord au décapage intégral de la terre végétale, des éventuelles poches d'argiles et des sols décomprimés ou détériorés par les engins de chantier ou les eaux de pluies.
- Le travail se fera dans de bonnes conditions météorologiques (ni pluie, ni gel, ni sécheresse).
- Les matériaux de remblais devront être de bonnes qualités, choisis de préférence parmi les classes R₂₁, R₄₁ ou R₆₁, peu gélifs et peu fragmentables.

Les matériaux calcaires du site pourront être réemployés en remblais après une caractérisation en laboratoire fine pour définir les modalités de leur mise en œuvre. La fraction fine de ces sols, vraisemblablement de classe GTR 2000 C₁A₁ à C₁B₅ est sensible à l'eau.

En première approche il conviendra de respecter les dispositions suivantes :

Sol	Observations générales	Conditions d'utilisation selon situation météorologique
C ₁ A ₁ th C ₁ B ₅ th	Sol inutilisable en l'état	
C ₁ A ₁ h C ₁ B ₅ h	Sol difficile à mettre en œuvre du fait de leur portance faible. Ils peuvent conserver des pressions interstitielles après mise en œuvre.	<i>Cas 2</i> : inutilisable <i>Cas 3</i> : élimination elts > 250 mm, traitement avec réactif adapté + compactage moyen ou utilisation en l'état avec compactage faible (remblais < 5 m) <i>Cas 4</i> : utilisation en l'état avec compactage faible (remblais < 5 m) ou extraction en couches avec aération + compactage moyen en couches minces
C ₁ A ₁ m C ₁ B ₅ m	Ces sols sont très sensibles aux conditions atmosphériques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier par excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un sol trop sec difficile à compacter	<i>Cas 1</i> : inutilisable <i>Cas 2</i> : extraction frontale et compactage moyen (remblais < 10 m) <i>Cas 3</i> : compactage moyen <i>Cas 4</i> : arrosage superficiel + compactage moyen ou utilisation en l'état avec compactage intense
C ₁ A ₁ s C ₁ B ₅ s	Sol difficile à compacter. Humidification par malaxage rendu difficile par une éventuelle présence de blocs	<i>Cas 1</i> : inutilisable <i>Cas 2</i> : utilisation en l'état avec compactage intense (remblais < 5 m) ou extraction en couches et compactage intense en couche minces (remblais < 10 m) <i>Cas 3</i> : humidification dans la masse + compactage moyen ou utilisation en l'état avec compactage intense (remblais < 10 m) <i>Cas 4</i> : arrosage superficiel + compactage intense ou humidification dans la masse et compactage intense en couches minces
C ₁ A ₁ ts C ₁ B ₅ ts	Sol inutilisable en l'état, parfois humidification peut être envisagée	

Cas 1 : pluie forte, Cas 2 : pluie faible, cas 3 : ni pluie ni évaporation importante, cas 4 : évaporation importante

- L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations du Guide pour la réalisation des remblais et des couches de forme LCPC-SETRA de juillet 2000, compte tenu de la classe, de la granulométrie des matériaux et du type d'engin de compactage.

- L'objectif de densification minimal sera de q_4 : la masse volumique sèche moyenne ρ_{dm} sur l'épaisseur compactée sera au minimum de 95% ρ_{dOPN} et la masse volumique sèche en fond de couche ρ_{dfc} sera au minimum de 92% ρ_{dOPN} .
- Les pentes de talus provisoires des nouveaux remblais seront fixées en première approche à 2H/3B (2 de hauteur pour 3 de base).
- En première approche les talus définitifs seront dressés avec une pente de 2H/3B (2 de hauteur pour 3 de base). Ils seront stabilisés et végétalisés rapidement pour assurer leur stabilité et les protéger de l'érosion.

VI – STABILITE GENERALE DU SITE

La vérification de la stabilité générale d'un site, notamment ceux en pente, doit être effectuée conformément aux dispositions de la norme NF EN 1997-1 et plus particulièrement l'article 7.6.1.1 et la section 11 (stabilité générale), complétées par celles du paragraphe 8.2 de la norme d'application nationale NF P 94-262.

On doit vérifier au moins que, pour toute surface de rupture potentielle qui englobe la fondation complète, l'ensemble des actions qui tendent à faire glisser le massif limité par cette surface est équilibré par la résistance au cisaillement du sol le long de celle-ci.

On doit vérifier que l'inégalité suivante est satisfaite pour tous les cas de charge et de combinaisons de charges et toutes les surfaces de glissement potentiel :

$$T_{dst;d} \leq \frac{R_{st;d}}{\gamma_{R;d}}$$

Avec :

- $T_{dst;d}$: valeur de calcul de l'effet déstabilisant des actions qui agissent sur le massif limité par la surface de glissement étudiée,
- $R_{st;d}$: valeur de calcul de la résistance stabilisatrice ultime mobilisée le long de la surface de glissement correspondante,
- $\gamma_{R;d}$: facteur partiel de mobilisation au cisaillement des terres = 1 (0,9 si l'ouvrage est peu sensible aux déformations) dans le cas de l'approche 2 et 1,2 (1,1 si l'ouvrage est peu sensible aux déformations) dans le cas de l'approche 3.

Le site est quasiment plat et le projet ne comporte pas de terrassements importants. Dans ces conditions la stabilité générale du site est assurée.

VII – DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

7.1 PRINCIPES GÉNÉRAUX AUX ÉTATS LIMITES

7.1.1 ÉTATS LIMITES ULTIMES

Tous les phénomènes qui peuvent entraîner la ruine de l'ouvrage doivent être pris en compte et vérifiés lorsqu'il y a lieu, conformément aux prescriptions de l'Eurocode 7 et de la norme d'application nationale NF P 94-261.

Les vérifications minimales à établir aux ELU sont listées ci-dessous :

Projet	Etat-limite	Situation de projet (caractère)	Combinaison d'action
Tous les projets	GEO : poinçonnement	Exécution (transitoire) et Exploitation (durable) et/ou Exploitation (transitoire)	Fondamentale
	GEO : excentrement du chargement		
	GEO : glissement		
	STR : structure de la fondation		
Selon le cas	GEO : tassement / rotation	Exploitation (transitoire)	Fondamentale
	UPL : soulèvement		
Selon le cas	GEO / STR	Accidentelle (choc)	Accidentelle

7.1.2 ÉTATS LIMITE DE SERVICE

Tous les phénomènes qui peuvent être préjudiciables à la fonction de la structure portée par la fondation, et le cas échéant, à la fonction des constructions voisines doivent être considérés.

Les vérifications minimales à établir aux ELS sont listées ci-dessous :

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

7.2 DESCENTES DE CHARGES AUX ÉTATS LIMITES

L'ensemble des dispositions constructives et des modes de fondations proposés dans ce rapport repose sur les descentes de charge suivantes :

- 39,8 à 486,1 kN/ml à l'ELS (G+Q) sur appuis continus,
- 680,3 à 1044,7 kN à l'ELS (G+Q) sur appuis isolés.

L'arase supérieure des fondations est considérée à - 0,4 m.

Le poids propre des fondations n'a pas été intégré aux descentes de charges communiquées. Pour les justifications, la charge correspondant au poids des fondations + GB + sol sur fondation à considérer sera intégrée aux charges permanentes en considérant une masse volumique du béton de fondation de 25 kN/m³, du gros béton de 20 kN/m³ et du sol sur fondation de 20 kN/m³.

En fonction des descentes de charges communiquées pour le dimensionnement, les différentes combinaisons d'action à considérer sont les suivantes :

- ELU durable et transitoire : combinaisons fondamentales

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Avec $\gamma_{G,sup} = 1,35$, $\gamma_{G,inf} = 1,0$, $\gamma_{Q,1} = 1,5$ (0 si favorable) et $\gamma_{Q,i} = 1,5$ (0 si favorable)

- ELS caractéristique :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- ELS quasi-permanent :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- ELU sismique :

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$A_{Ed} = \pm V_x \pm 0,3V_y$ et $\pm 0,3V_x \pm V_y$, 8 combinaisons de Newmark, avec V_x charge sismique verticale selon X et V_y charge sismique verticale selon Y,

$H_x = \pm H_x^x \pm 0,3H_y^x$ et $\pm 0,3H_x^x \pm H_y^x$ et $H_y = \pm H_y^x \pm 0,3H_y^y$ et $\pm 0,3H_y^x \pm H_y^y$, 8 combinaisons pour chaque composante, avec H_x^x charge horizontale sismique E_x selon X, H_y^x charge horizontale sismique E_y selon X, H_x^y charge horizontale sismique E_x selon Y, H_y^y charge horizontale sismique E_y selon Y

Les valeurs recommandées des coefficients ψ pour les bâtiments sont les suivantes :

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges d'exploitation des bâtiments (voir EN 1991-1.1) : Catégorie A : habitation, zones résidentielles	0,7	0,5	0,3

Les combinaisons de charges à considérer pour les appuis continus seront les suivantes :

Fondation	Dimensions (cm)	Etats limites	Vz (kN/ml)	Hx (kN/ml)	My (kN.m/ml)	Ey (m)
SF5	80 x 30ht AS = -40	ELU D&T	685,13	0,44	0,13	0,0002
			417,50	0,10	0,03	0,0001
		ELU Sis	474,48	-0,37	-0,11	-0,0002
			384,82	0,63	0,19	0,0005
		ELS C	498,50	0,30	0,09	0,0002
			417,50	0,10	0,03	0,0001
		ELS QP	441,80	0,16	0,05	0,0001
			417,50	0,10	0,03	0,0001
SF9	80 x 30ht AS = -40	ELU D&T	403,11	-1,91	-0,57	-0,0014
			260,60	-2,30	-0,69	-0,0026
		ELU Sis	367,43	-11,97	-3,59	-0,0098
			164,03	7,61	2,28	0,0139
		ELS C	294,80	-1,50	-0,45	-0,0015
			260,60	-2,30	-0,69	-0,0026
		ELS QP	270,86	-2,06	-0,62	-0,0023
			260,60	-2,30	-0,69	-0,0026
SF10	80 x 30ht AS = -40	ELU D&T	173,60	0,32	0,09	0,0005
			104,70	1,90	0,57	0,0054
		ELU Sis	152,69	-1,10	-0,33	-0,0022
			63,16	4,45	1,34	0,0211
		ELS C	126,20	0,40	0,12	0,0010
			104,70	1,90	0,57	0,0054
		ELS QP	111,15	1,45	0,44	0,0039
			104,70	1,90	0,57	0,0054

Les combinaisons de charges à considérer pour les appuis isolés seront les suivantes :

Fondation	Dimensions (cm)	Etats limites	Vz (kN)	Hx (kN)	Hy (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Ex (m)	Ey (m)
M1	100 x 100 x 30ht AS = -40	ELU D&T	950,60	-8,13	15,32	-9,56	-5,06	-0,010	-0,005
			620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	-0,009	-0,005
		ELU Sis	771,56	-6,95	8,66	-6,21	-4,77	-0,008	-0,006
			492,37	-2,98	9,80	-5,34	-1,33	-0,011	-0,003
		ELS C	695,80	-5,90	11,10	-6,93	-3,67	-0,010	-0,005
			620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	-0,009	-0,005
		ELS QP	643,23	-5,13	9,56	-5,98	-3,16	-0,009	-0,005
			620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	-0,009	-0,005

M2	100 x 100 x 30ht AS = -40	ELU D&T	1228,38	-4,61	-2,07	0,62	-2,88	0,001	-0,002
			784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	0,000	-0,003
		ELU Sis	953,04	-5,22	-2,02	0,11	-3,76	0,000	-0,004
			650,34	-1,41	-0,47	0,64	-0,26	0,001	0,000
		ELS C	897,40	-3,40	-1,50	0,45	-2,12	0,001	-0,002
			784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	0,000	-0,003
		ELS QP	818,58	-3,33	-1,29	0,39	-2,03	0,000	-0,002
			784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	0,000	-0,003
M3	120 x 120 x 30ht AS = -40	ELU D&T	1462,26	-14,70	-2,72	1,38	-8,88	0,001	-0,006
			921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	0,001	-0,005
		ELU Sis	1047,75	-11,64	-2,15	0,33	-7,85	0,000	-0,007
			839,45	-3,41	0,05	0,77	-1,36	0,001	-0,002
		ELS C	1067,02	-10,50	-1,90	0,97	-6,35	0,001	-0,006
			921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	0,001	-0,005
		ELS QP	965,38	-8,05	-1,20	0,62	-4,92	0,001	-0,005
			921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	0,001	-0,005

7.3 MODÈLE DE TERRAIN

Les calculs de dimensionnement seront menés selon l'approche du « modèle de terrain » exposé dans la norme d'application nationale NF P 94-261 de l'Eurocode 7.

Le modèle de terrain retenu pour les calculs sera le suivant :

Couche (n°)	Nature	Ep. (m)	α	Em (MPa)	Pl _e * (MPa)	c' (kPa)	c _u (kPa)	ϕ' (°)	γ (kN/m ³)
1	Nveaux remblais	0,4	1/2	25	0,8	0	0	30	20
2	Calcaires	> 10	1/2	100	3,5	25	100	35	20

Avec : **Em**, module pressiométrique ; **Pl_e***, Pression limite nette ; **c'**, cohésion effective (long terme) ; **c_u** ; cohésion non drainée (court terme) ; **ϕ'** , angle de frottement interne effectif (long terme) ; **γ** poids volumique.

7.4 CAPACITE PORTANTE (ELU & ELS)

A l'ELU, pour les situations durables et transitoires, pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier, selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1, que l'inégalité suivante est satisfaite, pour tous les cas de charges et de combinaisons de charges :

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

Avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain (donc poids de la fondation comprise),
- $R_0 = Aq_0 = A\gamma H$: valeur du poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et la surface après travaux ; A : largeur de la fondation,
- $R_{v,d} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R,v} \times \gamma_{R;d,v}}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ; A' : valeur de la surface effective de la semelle (annexe Q NF P 94-261) ; q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ; $\gamma_{R,v}$: valeur du facteur partiel permettant le calcul de la portance à l'ELU durables & transitoires = 1,4 ; $\gamma_{R;d,v}$: coefficient de modèle associé à la résistance nette du terrain = 1,2 pour les méthodes pressiométriques et pénétrométriques et 2 pour le calcul à partir des propriétés de cisaillement du sol.

À partir de la méthode pressiométrique, la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle q_{net} est obtenu selon la relation suivante :

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

Avec :

- P_{le}^* : pression limite nette déterminée au moyen de l'essai de sol au pressiomètre,
- k_p : facteur de portance pressiométrique dont le calcul est exposé au chapitre D.2.3 de l'annexe D de la norme NF P 94-261,
- i_δ : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison de la charge égal à 1 si la charge est verticale,
- i_β : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β égal à 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus ($d > 8B$),

Le critère de limitation de la charge transmise au terrain est également à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristique selon le même principe que pour la vérification de la capacité portante aux ELU durables et transitoires, avec la valeur de 2,3 pour $\gamma_{R,v}$.

Ces vérifications ont été menées au moyen d'un outil développé en interne. Les notes de calcul sont annexées.

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Fondation	V _d (kN ou kN/ml)		R _{v,d} + R ₀ (kN ou kN/ml)		Critère de rupture
	ELU	ELS	ELU	ELS	
SF5	685,13	498,50	1724,15	1053,94	Vérifié / Vérifié
SF9	403,11	294,80	1708,58	1043,55	Vérifié / Vérifié
SF10	173,60	126,20	1719,65	1047,99	Vérifié / Vérifié
M1	950,60	695,80	2011,71	1230,72	Vérifié / Vérifié
M2	1228,38	897,40	2111,31	1290,53	Vérifié / Vérifié
M3	1462,26	1067,02	2892,09	1769,44	Vérifié / Vérifié

Le critère de rupture est vérifié.

7.5 EXCENTREMENT (ELU & ELS)

Pour les situations durables et transitoires, afin de limiter l'excentrement e , il convient de vérifier les relations suivantes :

- pour une semelle filante de largeur B : $1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15}$
- pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L : $(1 - \frac{2e_B}{B})(1 - \frac{2e_L}{L}) \geq \frac{1}{15}$

Pour les combinaisons de charge à l'ELS caractéristique, afin de limiter l'excentrement e , il convient de vérifier les relations suivantes :

- pour une semelle filante de largeur B : $1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{2}$
- pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L : $(1 - \frac{2e_B}{B})(1 - \frac{2e_L}{L}) \geq \frac{1}{2}$

Pour les combinaisons de charge à l'ELS quasi-permanent et fréquent, afin de limiter l'excentrement e , il convient de vérifier les relations suivantes :

- pour une semelle filante de largeur B : $1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{2}{3}$
- pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L : $(1 - \frac{2e_B}{B})(1 - \frac{2e_L}{L}) \geq \frac{2}{3}$

Ces vérifications ont été menées au moyen d'un outil développé en interne. Les notes de calcul sont annexées.

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Fondation	i_e			Critère d'excentrement
	ELU D&T	ELS C	ELS QP	
SF5	1,00	1,00	1,00	Vérifié / vérifié / vérifié
SF9	1,00	0,99	0,99	Vérifié / vérifié / vérifié
SF10	0,99	0,95	0,99	Vérifié / vérifié / vérifié
M1	0,97	0,97	0,97	Vérifié / vérifié / vérifié
M2	0,99	0,99	0,99	Vérifié / vérifié / vérifié
M3	0,99	0,99	0,99	Vérifié / vérifié / vérifié

Le critère d'excentrement est vérifié.

7.6 GLISSEMENT (ELU)

A l'ELU, pour les situations durables et transitoires, pour démontrer que la fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par glissement sur le terrain, on doit vérifier, selon l'approche de calcul 2 de la norme NF EN 1997-1 que l'inégalité suivante est satisfaite, pour tous les cas de charge et de combinaisons de charge :

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

Avec :

- H_d : valeur de calcul de la composante horizontale ou parallèle à la base de la fondation de la charge transmise au terrain,
- $R_{p;d}$: valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de H_d . Elle n'est habituellement pas prise en compte sauf justification,
- $R_{h;d}$: valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain.

En conditions non drainées $R_{h;d} = \min \left\{ \frac{A' C_{u;k}}{\gamma_{R;h} \times \gamma_{R;d;h}} ; 0,4 V_d \right\}$,

Avec :

- V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au terrain déduite de la situation de calcul fournissant la valeur de la composante H_d ,
- $\gamma_{R;h}$: facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation = 1,1,
- $\gamma_{R;d;h}$: coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance au glissement = 1,1,
- $C_{u;k}$: valeur caractéristique de la cohésion non drainée du terrain d'assise de la fondation.

En conditions drainées $R_{h;d} = \frac{V_d \tan \delta_{a;k}}{\gamma_{R;h} \times \gamma_{R;d;h}}$,

Avec :

- $\delta_{a;k}$: valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain (dans le cadre de l'approche 2 $\delta_{a;k} = \delta_{a;d}$). La valeur de l'angle de frottement $\delta_{a;d}$ peut être égale à la valeur de calcul de l'angle de frottement interne à l'état critique φ'_{crit}

Ces vérifications ont été menées au moyen d'un outil développé en interne. Les notes de calcul sont annexées.

Les résultats sont synthétisés ci-dessous :

Fondation	H_d (kN/ml)	$R_{h;d}$ (kN/ml)	Critère de glissement
	ELU	ELU	
SF5	0,10	241,60	Vérifié
SF9	2,30	150,81	Vérifié
SF10	1,90	60,59	Vérifié
M1	10,11	359,19	Vérifié
M2	3,51	454,15	Vérifié
M3	7,06	533,44	Vérifié

Le critère de glissement est vérifié.

7.7 TASSEMENT ET ROTATION (ELU & ELS)

La valeur de tassement a été estimée pour un chargement à l'ELS quasi-permanent selon la procédure d'estimation du tassement d'une fondation superficielle à partir des modules pressiométriques Ménard. Dans le cas d'un sol hétérogène, les tassements sphérique et déviatorique doivent être calculés respectivement à partir des expressions suivantes :

$$S_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$S_d = \frac{2}{9E_d} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

Avec :

- E_c est le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations volumétriques sont prépondérantes (zone dite d'influence sphérique),
- E_d est le module pressiométrique Ménard équivalent correspondant à la zone où les déformations de cisaillement sont prépondérantes (zone dite d'influence déviatorique),
- α est un coefficient rhéologique moyen sur l'épaisseur de terrain,
- λ_c et λ_d sont des coefficients de forme, fonction du rapport L/B ,
- B est la largeur de la fondation et B_0 une largeur de référence égale à 0,6,
- q' est la contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation,
- σ'_{v0} est la contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux.

Le calcul du module E_d nécessite un découpage du sol en tranches horizontales fictives sous la fondation, chaque tranche ayant une épaisseur de $B/2$. Les modules équivalents E_c et E_d sont donnés par les formules suivantes :

$$E_c = E_1$$

E_c est égal à la valeur E_1 mesurée dans la tranche d'épaisseur $B/2$ située immédiatement sous la fondation.

$$\frac{1}{E_d} = \frac{0,25}{E_1} + \frac{0,3}{E_2} + \frac{0,25}{E_{2;5}} + \frac{0,1}{E_{6;8}} + \frac{0,1}{E_{9;16}}$$

$E_{i;j}$ est la moyenne harmonique des modules mesurés dans les couches i à j ($j > i$) :

$$\frac{1}{E_{i;j}} = \frac{1}{j - i + 1} \sum_{k=i}^j \frac{1}{E_k}$$

Ces vérifications ont été menées au moyen d'un outil développé en interne. Les notes de calcul sont annexées.

Les résultats sont donnés ci-dessous :

Fondation	V _d (kN ou kN/ml)		S _f (cm)		S _{diff} (cm)	Critère de tassement	
	ELU	ELS	ELU	ELS	ELS		
SF5	685,13	441,80	0,267	0,171	< 0,2	Vérifié	Vérifié
SF9	403,11	270,86	0,156	0,104		Vérifié	
SF10	184,33	119,10	0,065	0,046		Vérifié	
M1	950,60	643,23	0,235	0,158		Vérifié	
M2	1228,38	818,58	0,297	0,197		Vérifié	
M3	1462,26	965,38	0,277	0,181		Vérifié	

Le critère de tassement est vérifié.

7.8 JUSTIFICATIONS SISMIQUES (ELU)

Conformément aux critères de calcul à l'état limite ultime, les semelles doivent être vérifiées afin d'éviter la rupture par glissement et la rupture par perte de capacité portante.

Pour prévenir toute rupture par glissement sur une base horizontale, l'expression suivante doit être satisfaite :

$$V_{ed} \leq F_{R;d} + E_{p;d}$$

Avec :

- V_{ed} : valeur de calcul de l'effort tranchant horizontal,
- $F_{R;d}$: force de frottement de calcul pour les semelles. En l'absence d'étude spécifique, la force de frottement de calcul peut être calculée d'après l'expression suivante :

$$F_{R;d} = N_{E;d} \frac{\tan \delta}{\gamma_M}$$

Avec :

$N_{E;d}$: valeur de calcul de l'effort normal sur la base horizontale,

δ : angle de frottement de l'interface sol-structure,

γ_M : coefficient partiel de matériau, pris à une valeur égale à celle applicable à $\tan \theta'$.

- $E_{p;d}$: valeur de calcul de la résistance latérale découlant de la pression des terres sur les parois de la semelle prise en compte sous réserve que des mesures appropriées soient prises sur site, par exemple le compactage du remblai contre les parois de la semelle, la réalisation d'un mur de fondation vertical dans le sol ou le coulage d'une semelle pleine fouille contre une surface verticale propre du sol.

Pour l'évaluation de la capacité portante du sol sous chargement sismique, il convient de considérer l'expression générale et les critères indiqués dans l'annexe F de la NF EN 1998-5 – Eurocodes 8 partie 5. Ils permettent de prendre en compte l'inclinaison et l'excentricité résultant des forces d'inertie dans la structure ainsi que les effets possibles des forces d'inertie dans le sol support lui-même :

$$\frac{(1 - e\bar{F})^{c_T} (\beta \bar{V})^{c_T}}{(\bar{N})^a \left[(1 - m\bar{F}^k)^{k'} - \bar{N} \right]^b} + \frac{(1 - f\bar{F})^{c'_M} (\gamma \bar{M})^{c_M}}{(\bar{N})^c \left[(1 - m\bar{F}^k)^{k'} - \bar{N} \right]^d} - 1 \leq 0$$

Avec :

$$\bar{N} = \frac{\gamma_{Rd} N_{Ed}}{N_{max}}, \quad \bar{V} = \frac{\gamma_{Rd} V_{Ed}}{N_{max}}, \quad \bar{M} = \frac{\gamma_{Rd} M_{Ed}}{BN_{max}}$$

- N_{max} : capacité portante ultime de la fondation sous charge verticale centrée
- B : largeur de la fondation,
- \bar{F} : force d'inertie du sol, sans dimensions,
- γ_{Rd} : coefficient partiel de modèle, annexe F tableau F2 de l'EN 1998-5 – Eurocodes 8 partie 5,
- $a, b, c, d, e, f, m, k, k', c_T, c_M, C'_M, \beta, \gamma$: paramètres numériques dépendant du type de sol, donnés dans l'annexe F, tableau F1 de l'EN 1998-5 – Eurocodes 8 partie 5.

La valeur de N_{max} peut être déduite empiriquement à partir des résultats d'essais au pressiomètre pour un encastrement nul ($N_{max} = \frac{A \times q_{net}}{\gamma_{R;d} \times \gamma_{R;d;v}}$, avec $i_8 = 1$, cf. NF P 94-261) ou calculée analytiquement à partir des propriétés de cisaillement du sol.

Pour les sols purement cohérents ou les sols sans cohésion saturés, la capacité portante ultime sous charge verticale centrée est donnée par :

$$N_{max} = (\pi + 2) \frac{\bar{c}}{\gamma_M} B$$

où \bar{c} est la résistance au cisaillement non drainé du sol c_u ou la résistance au cisaillement cyclique non drainée $\tau_{cy,u}$ pour les sols sans cohésion et γ_M le coefficient partiel de matériau.

La force d'inertie du sol sans dimension \bar{F} est donnée par :

$$\bar{F} = \frac{\rho \cdot a_g \cdot S \cdot B}{\bar{c}}$$

où ρ est la masse volumique du sol, a_g la valeur de calcul de l'accélération du sol pour un sol de classe A et S le paramètre caractéristique de la classe de sol défini dans l'EN 1998-1 – Eurocodes 8 partie 1.

Les contraintes suivantes s'appliquent à l'expression générale de la capacité portante :

$$0 < \bar{N} \leq 1, \quad |\bar{V}| \leq 1$$

Pour les sols purement frottants ou pour les sols sans cohésion saturés sans accumulation de pression interstitielle significative, la capacité portante ultime sous charge verticale centrée est donnée par :

$$N_{max} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{a_v}{g} \right) B^2 N_\gamma$$

où g est l'accélération de la pesanteur = 10 m/s^2 , a_v est l'accélération verticale du sol = $0,5a_g S$ et N_γ le coefficient de capacité portante, fonction de la valeur de calcul de l'angle de frottement du sol ϕ'_d .

La force d'inertie du sol sans dimension \bar{F} est donnée par :

$$\bar{F} = \frac{a_g}{g \tan \phi'_d}$$

La contrainte suivante s'applique à l'expression générale :

$$0 < \bar{N} \leq (1 - m\bar{F})^k$$

Dans les situations les plus courantes, \bar{F} peut-être pris égal à 0 pour les sols cohérents et négligés pour les sols sans cohésion si $a_g \cdot S < 0,98 \text{ m/s}^2$.

Ces vérifications ont été menées au moyen d'un outil développé en interne. Les notes de calcul sont annexées.

Les paramètres sismiques suivants ont été considérés pour les calculs :

Paramètres	
Type de sol	Sol purement frottant
Accélération de la pesanteur g	10 m/s^2
Coefficient d'importance de l'ouvrage γ_I	1,0 (catégorie d'importance II)
Coeff. d'amplification topographique S_T	1,0
Rapport σ_h/σ_v	0,5
Angle de frottement du sol ϕ'_k	35°
Angle de frottement sol structure δ	23°
Accélération max de référence a_{gr}	$1,1 \text{ m/s}^2$ (zone de sismicité 3)
Facteur r pour le calcul du coeff. sismique horizontal	1,0 (mur non déplaçable)
Paramètre caractéristique de la classe de sol S	1,0 (classe de sol A)

Vérification au glissement :

Fondation	V_{ed} (kN/ml)	$F_{r,d}$ (kN/ml)	Critère de glissement
	ELU	ELU	
SF5	0,63	130,68	Vérifié
SF9	7,61	55,70	Vérifié
SF10	4,45	21,45	Vérifié
M1	10,24	167,20	Vérifié
M2	1,49	220,84	Vérifié
M3	3,41	285,06	Vérifié

Vérification de la capacité portante :

Fondation	Cap. portante	Critère de portance	\bar{N}	Contrainte sur \bar{N}
	ELU		ELU	
SF5	-1,00	Vérifié	0,3559	Vérifié
SF9	-0,87	Vérifié	0,2756	Vérifié
SF10	-0,98	Vérifié	0,1145	Vérifié
M1	-0,88	Vérifié	0,4629	Vérifié
M2	-0,94	Vérifié	0,5718	Vérifié
M3	-0,93	Vérifié	0,4366	Vérifié

Les critères de glissement et de capacité portante sont vérifiés sous sollicitations sismiques.

7.9 PRÉCAUTIONS DE MISE EN OEUVRE

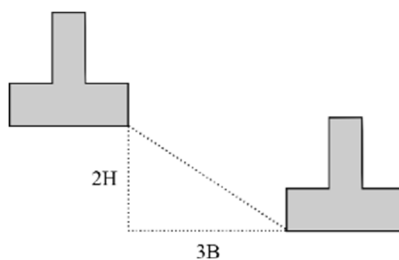
- Travailler en période météorologique favorable (ni pluie, ni gel) eu égard à la sensibilité des sols à l'eau, qui pourra entraîner des problèmes de traficabilité lors du chantier et des terrassements.
- La profondeur de mise à l'abri des effets du gel peut être évaluée à l'aide de la carte indicative d'origine routière présentée dans l'annexe O de la norme d'application nationale de l'eurocode 7 présentée ci-dessous :



La profondeur de mise hors-gel est égale à : $H \text{ (m)} = H_0 + (A-150)/4000$, avec, A l'altitude en m et H_0 la valeur lue sur la carte pour $A \leq 150 \text{ m}$.

Ici la profondeur de mise hors gel H sera de **0,5 m minimum**.

- Vérification soigneuse des matériaux extraits des fouilles pour assurer le bon ancrage des fondations dans les calcaires compacts (couche 2) ; purger le cas échéant toutes poches de remblais (couche 1), d'éventuelles argiles d'altération et de sol mou, que l'on pourrait encore rencontrer au niveau d'assise retenu, ce qui pourra conduire à un approfondissement du niveau de fondations entre les sondages et des volumes de béton supplémentaire.
- Evacuation des eaux d'infiltration lors de leur apparition dans les fonds de fouille des fondations.
- Le rattrapage des niveaux d'assise pourra se faire à l'aide de gros béton ou de béton maigre coulé pleine fouille.
- En l'absence de justification contraire, si des semelles ou des massifs voisins doivent être fondés à des niveaux différents, on respectera une pente maximale de 2H pour 3B (2 de hauteur pour 3 de base) entre les arêtes des fondations, à moins de dispositions spéciales (redans).



- Assurer une gestion soignée des eaux pluviales en éloignant leur rejet du bâtiment.
- On s'assurera du respect des règles parasismiques en vigueur.



Nous restons à la disposition des différents intervenants pour tous renseignements complémentaires.



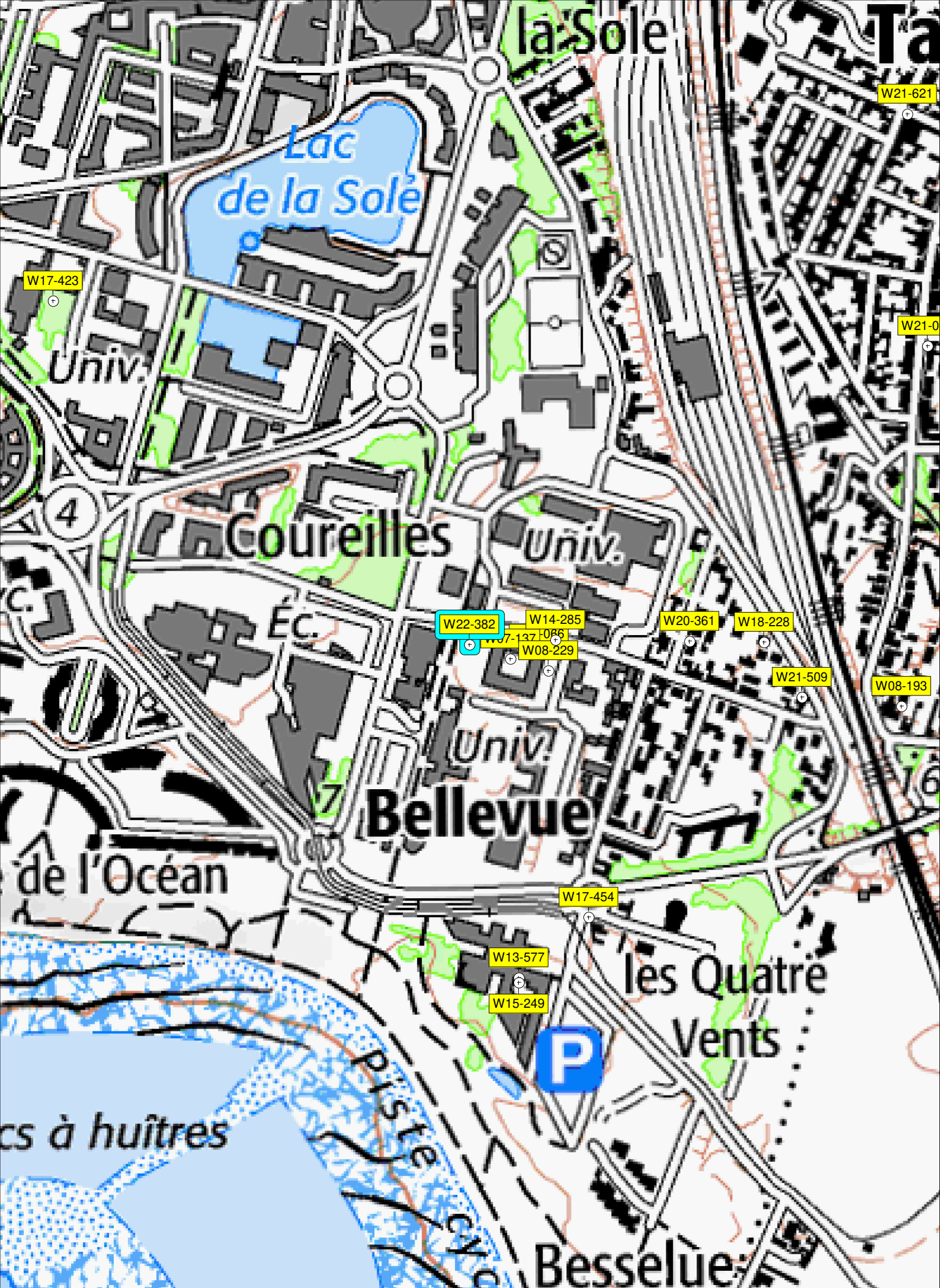
Nous restons à la disposition de notre donneur d'ordre ou de ses conseils pour étudier toutes les adaptations et variantes de ce projet et accompagner la réalisation des ouvrages géotechniques. Cela se fera notamment en mission de supervision de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution du type G4, conformément à la norme NF P 94-500.

L'ingénieur chargé du dossier
Laurent DESINDES

Contrôle Qualité
Aurélien PERCHE

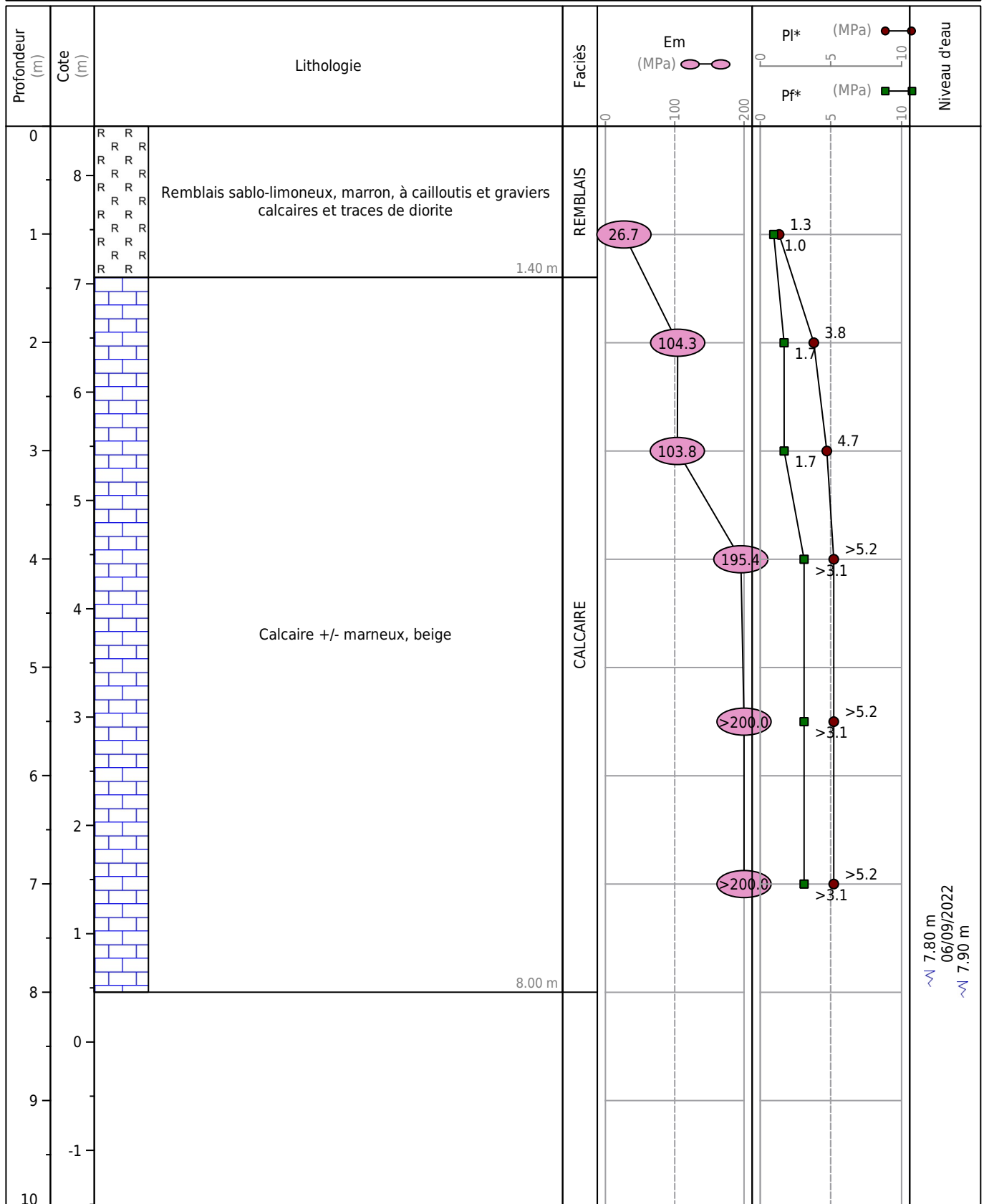


Pensez environnement ! N'imprimez que si cela est vraiment nécessaire



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES





Obs. :



Compétence Géotechnique Atlantique

Sondages et essais - Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire - Expertise

ZAC des Groix
17120 COZES
Tél.: 05 46 90 22 90

Chantier : LA ROCHELLE (17)

Rue Courreilles

Construction d'un bâtiment universitaire
Étude géotechnique d'avant-projet G2 AVP

Echelle 1/50

CLIENT : CROUS POITIERS

MACHINE : SOCO 35 P

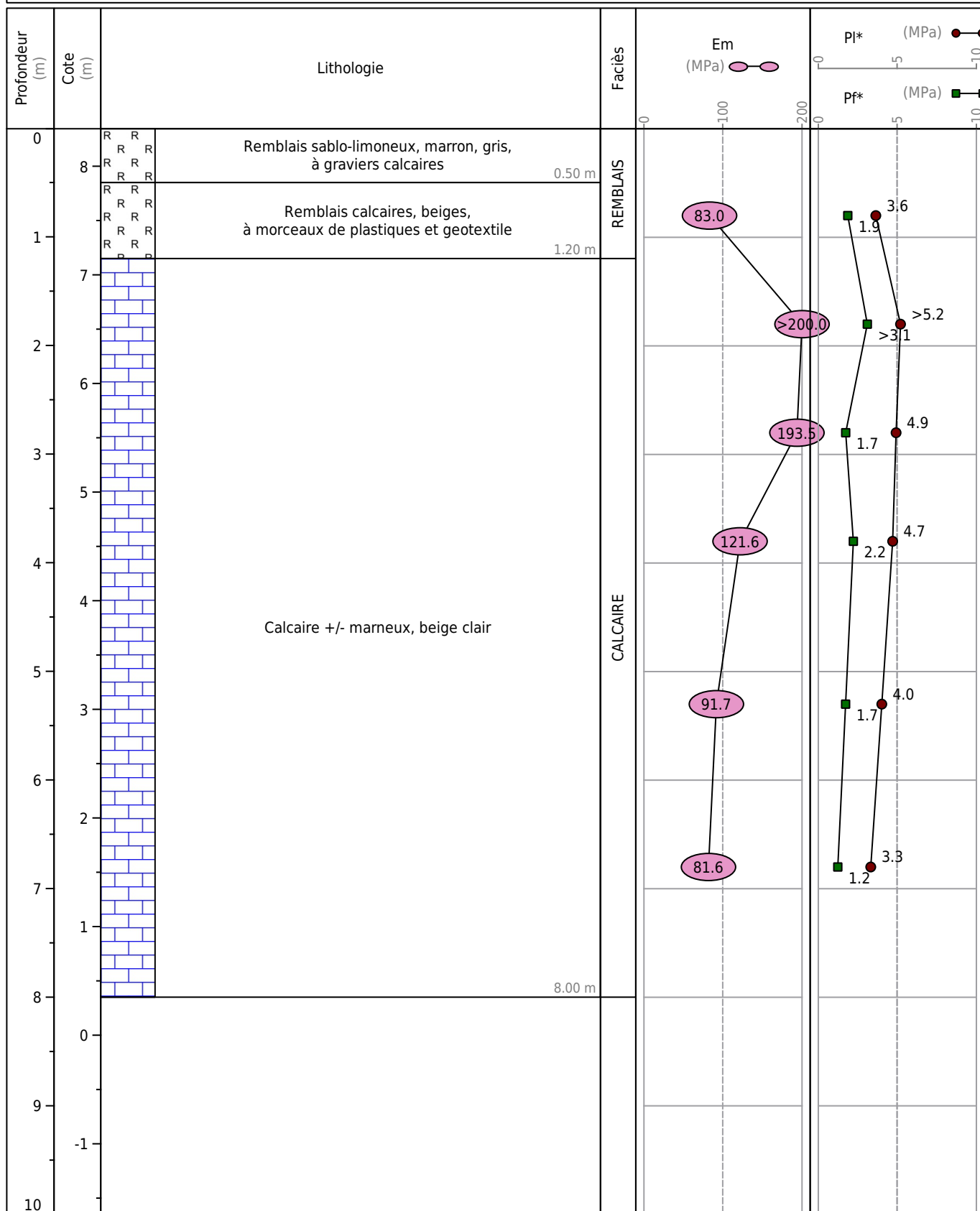
Foreur: VILFEU F. / CHATEL A.

Dossier : W22-382

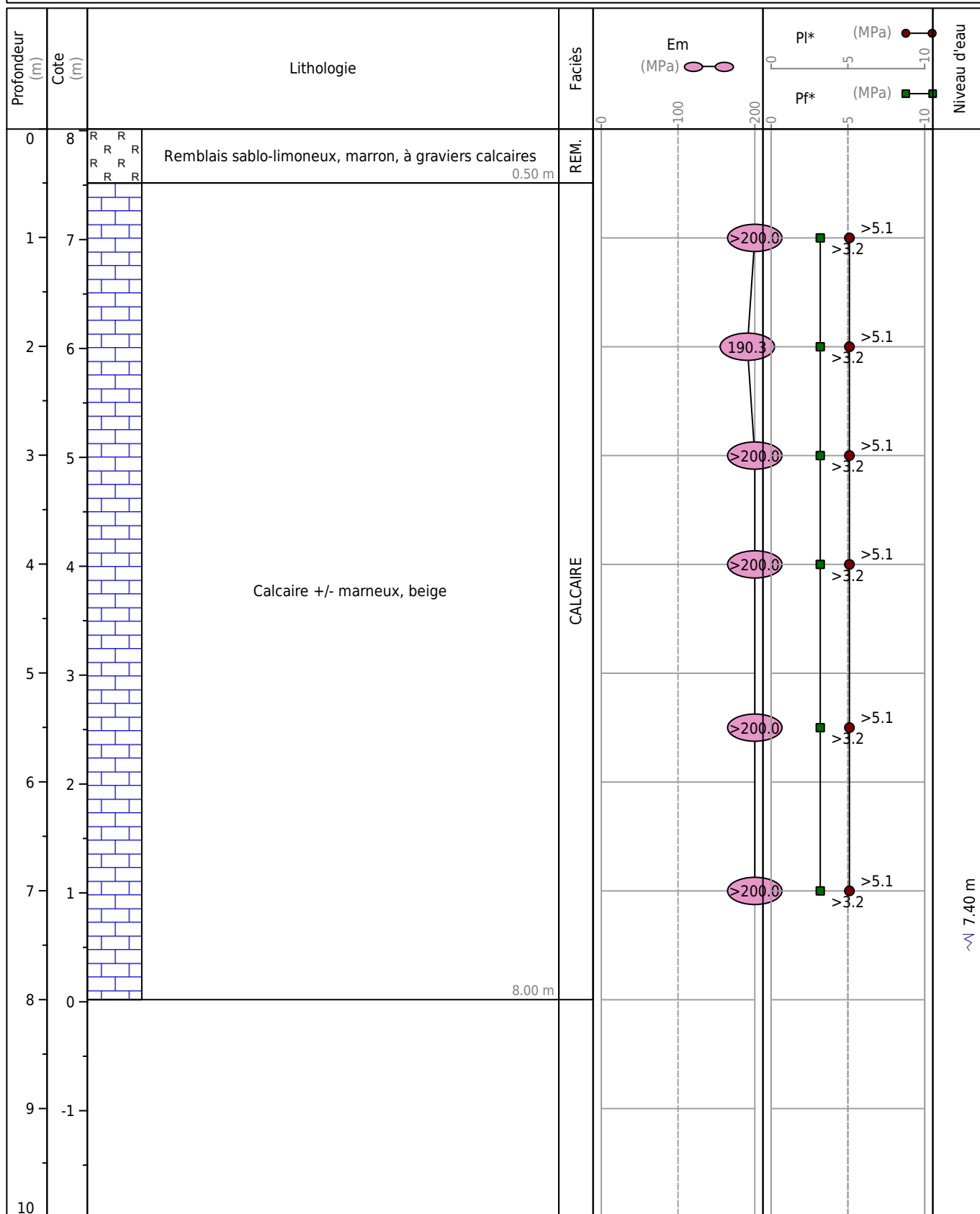
Z : 8.35 m

Date : 06/09/2022

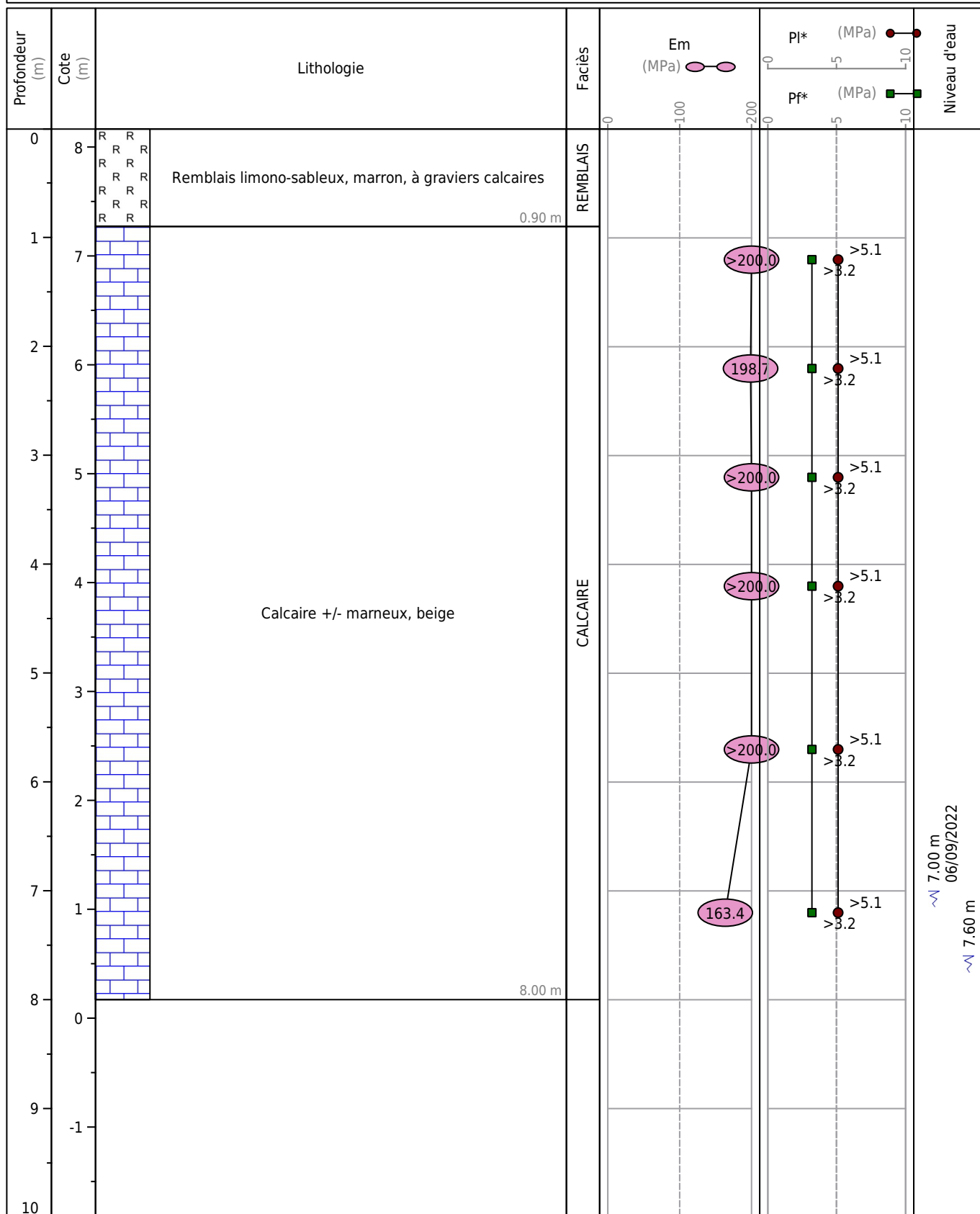
SONDAGE SP2



Obs. :



Obs. :



Obs. :



*Compétence Géotechnique
Atlantique*

Justification des fondations

Sondages et essais
Etudes de sol
Ingénierie - Instrumentation
Laboratoire – Expertises

ZAC des Groix – 8 imp. des Petits Fossés
17120 COZES
Tél. : 05.46.90.22.90

atlantique@competence-geotechnique.fr

Groupe *Compétence Géotechnique* :
COZES (17), BRIVE (19), CHATILLON-LE-DUC (25),
FONDETTES (37), SEYCHES (47),
MAIZIERES-LES-METZ (57), RADINGHEM-EN-WEPPES (59)

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles carrées ou rectangulaires

Fondation : M1

Longueur : 1,00 m

Largeur : 1,00 m

Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m

Hauteur gros béton : 0,00 m (Non structurel)

Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	15	0	0

γ béton : 25 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³

γ GB : 20 kN/m³

ϕ' sol d'assise : 35 °

γ sol / massif : 20 kN/m³

c' sol d'assise : 20 kPa

Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : 1,8 m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{Rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m²/s

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_I : 1,0

Coeff d'aplication topo S_T : 1,0

Données :

												Meyerhof
n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)	Hy (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)	e _B (m)	e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)
1	ELU D&T	950,60	-8,13	15,32	-9,56	-5,06	950,60	17,34	-0,010	-0,005	0,97	980,55
2	ELU D&T	620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	620,70	10,11	-0,009	-0,005	0,97	638,09
5	ELU Sis	771,56	-6,95	8,66	-6,21	-4,77	771,56	11,10	-0,008	-0,006	0,97	793,99
6	ELU Sis	492,37	-2,98	9,80	-5,34	-1,33	492,37	10,24	-0,011	-0,003	0,97	506,03
7	ELS C	695,80	-5,90	11,10	-6,93	-3,67	695,80	12,57	-0,010	-0,005	0,97	717,51
8	ELS C	620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	620,70	10,11	-0,009	-0,005	0,97	638,09
9	ELS QP	643,23	-5,13	9,56	-5,98	-3,16	643,23	10,85	-0,009	-0,005	0,97	661,91
10	ELS QP	620,70	-4,80	8,90	-5,57	-2,94	620,70	10,11	-0,009	-0,005	0,97	638,09

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h _r (m)	D _e (m)	k _p	PI _e [*] (kPa)	i _δ	i _β	A' (m²)	R _{v;d} + R0 (kN)		R _{h;d} (kN)		i _e		σ _{R;d} (kPa)	
1	ELU D&T	1,5	0,391	1,019	3500	0,977	1,000	0,97	2011,71	OK	550,09	OK	0,97	OK	2060,67	OK
2	ELU D&T	1,5	0,391	1,019	3500	0,979	1,000	0,97	2025,01	OK	359,19	OK	0,97	OK	2067,35	OK
7	ELS C	1,5	0,391	1,019	3500	0,977	1,000	0,97	1230,72	OK			0,97	OK	1254,68	OK
8	ELS C	1,5	0,391	1,019	3500	0,979	1,000	0,97	1238,09	OK			0,97	OK	1258,38	OK
9	ELS QP	1,5	0,391	1,019	3500	0,979	1,000	0,97	1235,70	OK			0,97	OK	1257,18	OK
10	ELS QP	1,5	0,391	1,019	3500	0,979	1,000	0,97	1238,09	OK			0,97	OK	1258,38	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q _{ref} (kPa)	E _c (kpa)	E _d (kpa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	
1	ELU D&T	980,55	100000	100000	1,100	1,120	0,059	0,176	0,235	
2	ELU D&T	638,09	100000	100000	1,100	1,120	0,038	0,114	0,152	
5	ELU Sis	793,99	100000	100000	1,100	1,120	0,048	0,142	0,190	
6	ELU Sis	506,03	100000	100000	1,100	1,120	0,030	0,090	0,120	
7	ELS C	717,51	100000	100000	1,100	1,120	0,043	0,128	0,171	OK
8	ELS C	638,09	100000	100000	1,100	1,120	0,038	0,114	0,152	OK
9	ELS QP	661,91	100000	100000	1,100	1,120	0,040	0,118	0,158	OK
10	ELS QP	638,09	100000	100000	1,100	1,120	0,038	0,114	0,152	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN)	N _{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		F _{r;d} (kN)	
5	ELU Sis	771,56	11,10	7,83	1666,67	0,1964	0,4629	OK	0,0067		0,0047	-0,88	OK	262,01	OK
6	ELU Sis	492,37	10,24	5,50	1666,67	0,1964	0,2954	OK	0,0061		0,0033	-0,90	OK	167,20	OK

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles carrées ou rectangulaires

Fondation : M2

Longueur : 1,00 m

Largeur : 1,00 m

Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m

Hauteur gros béton : 0,00 m (Non structurel)

Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	15	0	0

γ béton : 25 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³

γ GB : 20 kN/m³

ϕ' sol d'assise : 35 °

γ sol / massif : 20 kN/m³

c' sol d'assise : 20 kPa

Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : 1,8 m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m²/s

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_I : 1,0

Coeff d'aplication topo S_T : 1,0

Données :

												Meyerhof
n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)	Hy (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)	e _B (m)	e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)
1	ELU D&T	1228,38	-4,61	-2,07	0,62	-2,88	1228,38	5,05	0,001	-0,002	0,99	1235,42
2	ELU D&T	784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	784,80	3,51	0,000	-0,003	0,99	789,52
5	ELU Sis	953,04	-5,22	-2,02	0,11	-3,76	953,04	5,60	0,000	-0,004	0,99	960,83
6	ELU Sis	650,34	-1,41	-0,47	0,64	-0,26	650,34	1,49	0,001	0,000	1,00	652,15
7	ELS C	897,40	-3,40	-1,50	0,45	-2,12	897,40	3,72	0,001	-0,002	0,99	902,57
8	ELS C	784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	784,80	3,51	0,000	-0,003	0,99	789,52
9	ELS QP	818,58	-3,33	-1,29	0,39	-2,03	818,58	3,57	0,000	-0,002	0,99	823,44
10	ELS QP	784,80	-3,30	-1,20	0,36	-1,99	784,80	3,51	0,000	-0,003	0,99	789,52

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h _r (m)	D _e (m)	k _p	PI _e [*] (kPa)	i _δ	i _β	A' (m²)	R _{v;d} + R0 (kN)		R _{h;d} (kN)		i _e		σ _{R;d} (kPa)	
1	ELU D&T	1,5	0,391	1,019	3500	0,995	1,000	0,99	2111,31	OK	710,84	OK	0,99	OK	2109,33	OK
2	ELU D&T	1,5	0,391	1,019	3500	0,994	1,000	0,99	2109,45	OK	454,15	OK	0,99	OK	2108,07	OK
7	ELS C	1,5	0,391	1,019	3500	0,995	1,000	0,99	1290,53	OK			0,99	OK	1283,87	OK
8	ELS C	1,5	0,391	1,019	3500	0,994	1,000	0,99	1289,49	OK			0,99	OK	1283,17	OK
9	ELS QP	1,5	0,391	1,019	3500	0,994	1,000	0,99	1289,84	OK			0,99	OK	1283,41	OK
10	ELS QP	1,5	0,391	1,019	3500	0,994	1,000	0,99	1289,49	OK			0,99	OK	1283,17	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q _{ref} (kPa)	E _c (kpa)	E _d (kpa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	
1	ELU D&T	1235,42	100000	100000	1,100	1,120	0,075	0,223	0,297	
2	ELU D&T	789,52	100000	100000	1,100	1,120	0,047	0,141	0,189	
5	ELU Sis	960,83	100000	100000	1,100	1,120	0,058	0,172	0,230	
6	ELU Sis	652,15	100000	100000	1,100	1,120	0,039	0,116	0,155	
7	ELS C	902,57	100000	100000	1,100	1,120	0,054	0,162	0,216	OK
8	ELS C	789,52	100000	100000	1,100	1,120	0,047	0,141	0,189	OK
9	ELS QP	823,44	100000	100000	1,100	1,120	0,049	0,147	0,197	OK
10	ELS QP	789,52	100000	100000	1,100	1,120	0,047	0,141	0,189	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN)	N _{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		F _{r;d} (kN)	
5	ELU Sis	953,04	5,60	3,76	1666,67	0,1964	0,5718	OK	0,0034		0,0023	-0,94	OK	323,63	OK
6	ELU Sis	650,34	1,49	0,69	1666,67	0,1964	0,3902	OK	0,0009		0,0004	-0,99	OK	220,84	OK

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles carrées ou rectangulaires

Fondation : M3

Longueur : 1,20 m

Largeur : 1,20 m

Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m

Hauteur gros béton : 0,00 m (Non structurel)

Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	15	0	0

γ béton : 25 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³

γ GB : 20 kN/m³

ϕ' sol d'assise : 35 °

γ sol / massif : 20 kN/m³

c' sol d'assise : 20 kPa

Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : 1,8 m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m²/s

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_I : 1,0

Coeff d'aplication topo S_T : 1,0

Données :

												Meyerhof
n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)	Hy (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)	e _B (m)	e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)
1	ELU D&T	1462,26	-14,70	-2,72	1,38	-8,88	1462,26	14,95	0,001	-0,006	0,99	1027,46
2	ELU D&T	921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	921,82	7,06	0,001	-0,005	0,99	645,72
5	ELU Sis	1047,75	-11,64	-2,15	0,33	-7,85	1047,75	11,84	0,000	-0,007	0,99	737,19
6	ELU Sis	839,45	-3,41	0,05	0,77	-1,36	839,45	3,41	0,001	-0,002	1,00	585,42
7	ELS C	1067,02	-10,50	-1,90	0,97	-6,35	1067,02	10,67	0,001	-0,006	0,99	749,54
8	ELS C	921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	921,82	7,06	0,001	-0,005	0,99	645,72
9	ELS QP	965,38	-8,05	-1,20	0,62	-4,92	965,38	8,14	0,001	-0,005	0,99	676,86
10	ELS QP	921,82	-7,00	-0,90	0,47	-4,30	921,82	7,06	0,001	-0,005	0,99	645,72

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h _r (m)	D _e (m)	k _p	PI _e [*] (kPa)	i _δ	i _β	A' (m²)	R _{v;d} + R0 (kN)		R _{h;d} (kN)		i _e		σ _{R;d} (kPa)	
1	ELU D&T	1,8	0,391	0,986	3500	0,987	1,000	1,42	2892,09	OK	846,18	OK	0,99	OK	2017,97	OK
2	ELU D&T	1,8	0,391	0,986	3500	0,990	1,000	1,43	2913,86	OK	533,44	OK	0,99	OK	2026,98	OK
7	ELS C	1,8	0,391	0,986	3500	0,987	1,000	1,42	1769,44	OK			0,99	OK	1228,81	OK
8	ELS C	1,8	0,391	0,986	3500	0,990	1,000	1,43	1781,54	OK			0,99	OK	1233,81	OK
9	ELS QP	1,8	0,391	0,986	3500	0,989	1,000	1,43	1777,53	OK			0,99	OK	1232,16	OK
10	ELS QP	1,8	0,391	0,986	3500	0,990	1,000	1,43	1781,54	OK			0,99	OK	1233,81	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q _{ref} (kPa)	E _c (kpa)	E _d (kpa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	
1	ELU D&T	1027,46	100000	100000	1,100	1,120	0,074	0,202	0,277	
2	ELU D&T	645,72	100000	100000	1,100	1,120	0,046	0,126	0,172	
5	ELU Sis	737,19	100000	100000	1,100	1,120	0,053	0,144	0,197	
6	ELU Sis	585,42	100000	100000	1,100	1,120	0,042	0,114	0,156	
7	ELS C	749,54	100000	100000	1,100	1,120	0,054	0,147	0,201	OK
8	ELS C	645,72	100000	100000	1,100	1,120	0,046	0,126	0,172	OK
9	ELS QP	676,86	100000	100000	1,100	1,120	0,049	0,132	0,181	OK
10	ELS QP	645,72	100000	100000	1,100	1,120	0,046	0,126	0,172	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN)	N _{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		F _{r;d} (kN)	
5	ELU Sis	1047,75	11,84	7,86	2400,00	0,1964	0,4366	OK	0,0049		0,0027	-0,93	OK	355,79	OK
6	ELU Sis	839,45	3,41	1,56	2400,00	0,1964	0,3498	OK	0,0014		0,0005	-0,98	OK	285,06	OK

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles filantes

Fondation : SF5

Largeur : 0,80 m

Surface : 0,80 m²

Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m

Hauteur gros béton : 0,00 m (Non structurel)

Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	10	0	0

γ béton : 25 kN/m³

γ GB : 20 kN/m³

γ sol / massif : 20 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³

ϕ' sol d'assise : 35 °

c' sol d'assise : 25 kPa

Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : - m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{Rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m/s²

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_I : 1,0

Coeff d'aplication topo S_τ : 1,0

Données :

n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)			My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)		e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)		
												Meyerhof	Triang / Trap	
1	ELU D&T	685,13	0,44			0,13	685,13	0,44		0,0002	1,00	856,81	857,02	Trap
2	ELU D&T	417,50	0,10			0,03	417,50	0,10		0,0001	1,00	521,97	522,02	Trap
5	ELU Sis	474,48	-0,37			-0,11	474,48	0,37		-0,0002	1,00	593,45	593,62	Trap
6	ELU Sis	384,82	0,63			0,19	384,82	0,63		0,0005	1,00	481,62	481,91	Trap
7	ELS C	498,50	0,30			0,09	498,50	0,30		0,0002	1,00	623,41	623,55	Trap
8	ELS C	417,50	0,10			0,03	417,50	0,10		0,0001	1,00	521,97	522,02	Trap
9	ELS QP	441,80	0,16			0,05	441,80	0,16		0,0001	1,00	552,40	552,48	Trap
10	ELS QP	417,50	0,10			0,03	417,50	0,10		0,0001	1,00	521,97	522,02	Trap

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h _r (m)	D _e (m)	k _p	Pl _e [*] (kPa)	i _δ	i _β	A' (m²)	R _{v;d} + R0 (kN)		R _{h;d} (kN)		i _e		σ _{R;d} (kPa)	Mey	T/T
1	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	0,999	1,000	0,80	1724,15	OK	396,47	OK	1,00	OK	2142,21	OK	OK
2	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	1,000	1,000	0,80	1725,66	OK	241,60	OK	1,00	OK	2143,46	OK	OK
7	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	0,999	1,000	0,80	1053,94	OK			1,00	OK	1304,02	OK	OK
8	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	1,000	1,000	0,80	1054,78	OK			1,00	OK	1304,72	OK	OK
9	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	0,999	1,000	0,80	1054,50	OK			1,00	OK	1304,48	OK	OK
10	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	1,000	1,000	0,80	1054,78	OK			1,00	OK	1304,72	OK	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q _{ref} (kPa)	E _c (kpa)	E _d (kpa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	
1	ELU D&T	856,81	100000	100000	1,500	2,650	0,056	0,211	0,267	
2	ELU D&T	521,97	100000	100000	1,500	2,650	0,034	0,127	0,161	
5	ELU Sis	593,45	100000	100000	1,500	2,650	0,039	0,145	0,184	
6	ELU Sis	481,62	100000	100000	1,500	2,650	0,031	0,117	0,148	
7	ELS C	623,41	100000	100000	1,500	2,650	0,041	0,153	0,193	OK
8	ELS C	521,97	100000	100000	1,500	2,650	0,034	0,127	0,161	OK
9	ELS QP	552,40	100000	100000	1,500	2,650	0,036	0,135	0,171	OK
10	ELS QP	521,97	100000	100000	1,500	2,650	0,034	0,127	0,161	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN)	N _{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		F _{r;d} (kN)	
5	ELU Sis	474,48	0,37	0,11	1333,33	0,1964	0,3559	OK	0,0003		0,0001	-1,00	OK	161,12	OK
6	ELU Sis	384,82	0,63	0,19	1333,33	0,1964	0,2886	OK	0,0005		0,0002	-0,99	OK	130,68	OK

Dimensionnement des fondations

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles filantes
Fondation : SF9

Largeur : 0,80 m
Surface : 0,80 m²
Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m
Hauteur gros béton : 0,00 m (Non structurel)
Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	10	0	0

γ béton : 25 kN/m³
 γ GB : 20 kN/m³
 γ sol / massif : 20 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³
 ϕ' sol d'assise : 35 °
 c' sol d'assise : 25 kPa
Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : - m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{Rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m/s²

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_I : 1,0

Coeff d'aplication topo S_T : 1,0

Données :

n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)			My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)		e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)		
												Meyerhof	Triang / Trap	
1	ELU D&T	403,11	-1,91			-0,57	403,11	1,91		-0,0014	1,00	505,68	506,57	Trap
2	ELU D&T	260,60	-2,30			-0,69	260,60	2,30		-0,0026	0,99	327,92	328,98	Trap
5	ELU Sis	367,43	-11,97			-3,59	367,43	11,97		-0,0098	0,98	470,79	476,12	Trap
6	ELU Sis	164,03	7,61			2,28	164,03	7,61		0,0139	0,97	212,43	215,74	Trap
7	ELS C	294,80	-1,50			-0,45	294,80	1,50		-0,0015	1,00	369,91	370,61	Trap
8	ELS C	260,60	-2,30			-0,69	260,60	2,30		-0,0026	0,99	327,92	328,98	Trap
9	ELS QP	270,86	-2,06			-0,62	270,86	2,06		-0,0023	0,99	340,52	341,47	Trap
10	ELS QP	260,60	-2,30			-0,69	260,60	2,30		-0,0026	0,99	327,92	328,98	Trap

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h_r (m)	D_e (m)	k_p	Pl_e^* (kPa)	i_δ	i_β	A' (m²)	$R_{v;d} + R_0$ (kN)		$R_{h;d}$ (kN)		i_e		$\sigma_{R;d}$ (kPa)	Mey	T/T
1	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	0,993	1,000	0,80	1708,58	OK	233,27	OK	1,00	OK	2129,27	OK	OK
2	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	0,987	1,000	0,79	1693,08	OK	150,81	OK	0,99	OK	2116,35	OK	OK
7	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	0,992	1,000	0,80	1043,55	OK			1,00	OK	1295,38	OK	OK
8	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	0,987	1,000	0,79	1034,95	OK			0,99	OK	1288,21	OK	OK
9	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	0,989	1,000	0,80	1037,75	OK			0,99	OK	1290,55	OK	OK
10	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	0,987	1,000	0,79	1034,95	OK			0,99	OK	1288,21	OK	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q_{ref} (kPa)	E_c (kpa)	E_d (kpa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	
1	ELU D&T	505,68	100000	100000	1,500	2,650	0,033	0,123	0,156	
2	ELU D&T	327,92	100000	100000	1,500	2,650	0,021	0,079	0,100	
5	ELU Sis	470,79	100000	100000	1,500	2,650	0,030	0,114	0,145	
6	ELU Sis	212,43	100000	100000	1,500	2,650	0,013	0,050	0,063	
7	ELS C	369,91	100000	100000	1,500	2,650	0,024	0,089	0,113	OK
8	ELS C	327,92	100000	100000	1,500	2,650	0,021	0,079	0,100	OK
9	ELS QP	340,52	100000	100000	1,500	2,650	0,022	0,082	0,104	OK
10	ELS QP	327,92	100000	100000	1,500	2,650	0,021	0,079	0,100	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N_{ed} (kN)	V_{ed} (kN)	M_{ed} (kN)	N_{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		$F_{r;d}$ (kN)	
5	ELU Sis	367,43	11,97	3,59	1333,33	0,1964	0,2756	OK	0,0090		0,0034	-0,87	OK	124,77	OK
6	ELU Sis	164,03	7,61	2,28	1333,33	0,1964	0,1230	OK	0,0057		0,0021	-0,87	OK	55,70	OK

Affaire : W22-382

Localisation : LA ROCHELLE

Projet : Résidence universitaire

Semelles filantes
Fondation : SF10

Largeur : 0,80 m
Surface : 0,80 m²
Hauteur : 0,30 m

Arase sup : 0,40 m
Hauteur gros béton : 0,00 m (Structuel)
Encastrement D : 0,70 m

Présence talus : Non

Profil géotechnique :

Couche n°	1	2	3	4
Em (Mpa)	25	100	0	0
PI (MPa)	0,8	3,5	0	0
α	1/2	1/2	0	0
Ep. (m)	0,4	10	0	0

γ béton : 25 kN/m³
 γ GB : 20 kN/m³
 γ sol / massif : 20 kN/m³

γ sol d'assise : 20 kN/m³
 ϕ' sol d'assise : 35 °
 c' sol d'assise : 25 kPa
Nature sol d'assise : Marnes et marno-calcaires

Profondeur nappe : - m

Paramètres sismiques :

Comportement : Sol purement frottant

Coeff partiel de modèle γ_{Rd} : 1,00

Accélération pesanteur : 10 m²/s

Fact calcul coeff sism horizontal r : 1,0

Angle de frott sol ϕ' : 35 °

Classe de sol S : 1,00

σ_h / σ_v : 0,5

Angle de frott sol-structure δ : 23 °

Coeff. importance ouvrage γ_i : 1,0

Coeff d'aplication topo S_τ : 1,0

Données :

n°	Etat-lim	Vz (kN)	Hx (kN)			My (kN.m)	Vd (kN)	Hd (kN)		e _L (m)	i _e	$\sigma_{v,d}$ (kPa)		
												Meyerhof	Triang / Trap	
1	ELU D&T	173,60	0,32			0,09	173,60	0,32		0,0005	1,00	217,29	217,44	Trap
2	ELU D&T	104,70	1,90			0,57	104,70	1,90		0,0054	0,99	132,68	133,55	Trap
5	ELU Sis	152,69	-1,10			-0,33	152,69	1,10		-0,0022	0,99	191,90	192,41	Trap
6	ELU Sis	63,16	4,45			1,34	63,16	4,45		0,0211	0,95	83,35	85,21	Trap
7	ELS C	126,20	0,40			0,12	126,20	0,40		0,0010	1,00	158,13	158,31	Trap
8	ELS C	104,70	1,90			0,57	104,70	1,90		0,0054	0,99	132,68	133,55	Trap
9	ELS QP	111,15	1,45			0,44	111,15	1,45		0,0039	0,99	140,31	140,98	Trap
10	ELS QP	104,70	1,90			0,57	104,70	1,90		0,0054	0,99	132,68	133,55	Trap

Capacité portante - glissement - excentrement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	h _r (m)	D _e (m)	k _p	Pl _e [*] (kPa)	i _δ	i _β	A' (m²)	R _{v;d} + R0 (kN)		R _{h;d} (kN)		i _e		σ _{R;d} (kPa)	Mey	T/T
1	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	0,997	1,000	0,80	1719,65	OK	100,46	OK	1,00	OK	2138,47	OK	OK
2	ELU D&T	1,2	0,391	1,029	3500	0,973	1,000	0,79	1658,19	OK	60,59	OK	0,99	OK	2087,14	OK	OK
7	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	0,995	1,000	0,80	1047,99	OK			1,00	OK	1299,07	OK	OK
8	ELS C	1,2	0,391	1,029	3500	0,973	1,000	0,79	1013,72	OK			0,99	OK	1270,44	OK	OK
9	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	0,981	1,000	0,79	1025,30	OK			0,99	OK	1280,15	OK	OK
10	ELS QP	1,2	0,391	1,029	3500	0,973	1,000	0,79	1013,72	OK			0,99	OK	1270,44	OK	OK

Tassement selon NF P 94-261 :

n°	Etat-lim	q _{ref} (kPa)	E _c (kpa)	E _d (kpa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	
1	ELU D&T	217,29	100000	100000	1,500	2,650	0,014	0,051	0,065	
2	ELU D&T	132,68	100000	100000	1,500	2,650	0,008	0,030	0,038	
5	ELU Sis	191,90	100000	100000	1,500	2,650	0,012	0,045	0,056	
6	ELU Sis	83,35	100000	100000	1,500	2,650	0,005	0,017	0,022	
7	ELS C	158,13	100000	100000	1,500	2,650	0,010	0,036	0,046	OK
8	ELS C	132,68	100000	100000	1,500	2,650	0,008	0,030	0,038	OK
9	ELS QP	140,31	100000	100000	1,500	2,650	0,008	0,032	0,040	OK
10	ELS QP	132,68	100000	100000	1,500	2,650	0,008	0,030	0,038	OK

Capacité portante et glissement sous sollicitations sismiques selon NF EN 1998-5 :

n°	Etat-lim	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN)	N _{max} (kN)	\bar{F}	\bar{N}		\bar{V}		\bar{M}	Cap Port		F _{r;d} (kN)	
5	ELU Sis	152,69	1,10	0,33	1333,33	0,1964	0,1145	OK	0,0008		0,0003	-0,98	OK	51,85	OK
6	ELU Sis	63,16	4,45	1,34	1333,33	0,1964	0,0474	OK	0,0033		0,0013	-0,85	OK	21,45	OK

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (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, 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.

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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. 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 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 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), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

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

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Se déroulant en deux phases interactives, 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.

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Se déroulant en deux phases interactives, 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 sur les documents du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (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.
- 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).



Notre référence à rappeler
dans toute correspondance :

N° assuré : 418383J

N° contrat : 7302000/001 472624

N° SIREN : 413087511

Pour tout renseignement contacter :

SMABTP LIMOGES

2 ALLEE DUKE ELLINGTON

BP 50013

87067 LIMOGES CEDEX

Tél : 01.58.01.42.20

Courriel : amandine_rusek@smabtp.fr

SARL COMPETENCE GEOTECHNIQUE

3 IMPASSE DES FOUGERES

19100 BRIVE LA GAILLARDE

ATTESTATION D'ASSURANCE

Contrat d'assurance GLOBAL INGENIERIE

Période de validité : du 01/01/2024 au 31/12/2024

SMABTP ci-après désigné l'assureur atteste que l'assuré désigné ci-dessus est titulaire d'un contrat d'assurance professionnelle GLOBAL INGENIERIE numéro 418383J 7302.000/1 472624.

1. ASSURES

Les sociétés listées ci-dessous bénéficient de la qualité d'assuré :

- COMPETENCE GEOTECHNIQUE ATLANTIQUE (siren 814172383)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE OUEST (siren 789894615)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE FRANCHE COMTE (siren 488400367)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE GRAND EST (siren 488202755)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE NORD (siren 814521951)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE SUD (siren 507474997)
- COMPETENCE GEOTECHNIQUE CENTRE (siren 814252870)

2. PERIMETRE DES MISSIONS PROFESSIONNELLES GARANTIES

Seules les missions suivantes sont garanties par le présent contrat :

2.1 Missions bénéficiant des garanties d'assurance de responsabilité décennale obligatoire et complémentaire, de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance et des garanties de responsabilité civile

⇒ **Etudes GEOTECHNIQUES G1 à G4 dans le cadre de la norme NF P 94-500 comportant :**

- **Etude géotechnique préalable (G1)** comprenant 2 phases :

- la phase Etude de Site (ES) pour définir un modèle géologique préliminaire et une première identification des risques géotechniques majeurs,



- la phase Principes Généraux de Construction (PGC) pour compléter le modèle géologique et définir le contexte géotechnique à prendre en compte dans un rapport de synthèse. Elle doit permettre de réduire les conséquences des risques majeurs identifiés en cas de survenance.

- **Etude géotechnique de conception (G2)** comprenant 3 phases, qui permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés :

- la phase Avant-Projet (AVP) pour fournir les hypothèses géotechniques, les principes de construction envisageables et une ébauche dimensionnelle. Elle précise la pertinence de l'application de la méthode observationnelle,

- la phase Projet (PRO) pour fournir un rapport de synthèse justifiant des choix constructifs, des notes de calculs de dimensionnement, des valeurs seuils et une approche des quantités,

- la phase DCE/ACT pour établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises et pour assister le maître d'ouvrage dans l'analyse des offres techniques.

- **Etude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**, normalement à la charge des entreprises, comprenant 2 phases interactives, qui permet de réduire les risques résiduels par des mesures correctives :

- la phase Etude, sur la base de la G2, pour étudier dans le détail les ouvrages géotechniques et élaborer le dossier d'exécution,

- la phase Suivi pour suivre la réalisation et vérifier les données par des relevés lors des travaux, et pour établir le dossier des ouvrages exécutés.

- **Supervision géotechnique d'exécution (G4)** comprenant 2 phases interactives :

- la phase Etude pour donner un avis sur la pertinence des hypothèses prises par l'entreprise,

- la phase Suivi, par interventions ponctuelles sur le chantier, pour donner un avis sur les adaptations proposées par l'entreprise, sur le contexte géotechnique retenu et le comportement de l'ouvrage et des avoisinants.

Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques issues d'investigations pouvant être réalisées à chaque étape par un BET.

⇒ Diagnostics géotechniques G5 :

Missions ponctuelles de Diagnostics géotechniques (G5) réalisées en dehors de toute autre mission de la norme NF P 94 -500 et limitées strictement à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques pour permettre d'identifier l'influence d'un ou plusieurs éléments géotechniques et les conséquences possibles sur le projet en cours ou sur l'ouvrage existant.

N° assuré : 418383J
N° contrat : 7302000/001 472624
N° SIREN : 413087511
Attestation

3/7

2.2 Missions bénéficiant des garanties d'assurance de responsabilité civile hors garanties d'assurance de responsabilité décennale obligatoire et complémentaire et de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

⇒ Etudes environnementales :

Impacts remembrements de carrières, études hydrogéologiques et diagnostic pollution (mission LEVE et mission EVAL).

3. GARANTIES D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE OBLIGATOIRE ET COMPLEMENTAIRE POUR LES OUVRAGES SOUMIS A L'OBLIGATION D'ASSURANCE

Les garanties objet de la présente attestation s'appliquent :

- aux missions professionnelles suivantes : missions listées au paragraphe 1-1 ci-avant ;
- aux travaux ayant fait l'objet d'une ouverture de chantier pendant la période de validité mentionnée ci-dessus. L'ouverture de chantier est définie à l'annexe I à l'article A243-1 du code des assurances ;
- aux travaux réalisés en France Métropolitaine et dans les DROM ;
- aux chantiers dont le coût total de construction H.T. tous corps d'état (honoraires compris), déclaré par le maître d'ouvrage, n'est pas supérieur à la somme de 26 000 000 €.
Cette somme est illimitée en présence d'un contrat collectif de responsabilité décennale bénéficiant à l'assuré, comportant à son égard une franchise absolue au maximum de 3 000 000 € par sinistre ;
- aux travaux, produits et procédés de construction suivants : tous travaux, produits et procédés de construction.

Dans le cas où les travaux réalisés ne répondent pas aux caractéristiques énoncées ci-dessus, l'assuré en informe l'assureur.

-----Tableau de la garantie d'assurance de responsabilité décennale obligatoire en page suivante-----

N° assuré : 418383J
 N° contrat : 7302000/001 472624
 N° SIREN : 413087511
 Attestation

4/7

3.1 ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE OBLIGATOIRE

Nature de la garantie	Montant de la garantie
<p>Le contrat garantit la responsabilité décennale de l'assuré instaurée par les articles 1792 et suivants du code civil, dans le cadre et les limites prévus par les dispositions des articles L. 241-1 et L. 241-2 du code des assurances relatives à l'obligation d'assurance décennale, et pour des travaux de construction d'ouvrages qui y sont soumis, au regard de l'article L. 243-1-1 du même code.</p> <p>La garantie couvre les travaux de réparation, notamment en cas de remplacement des ouvrages, qui comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou démontage éventuellement nécessaires.</p>	<p>En Habitation :</p> <p>Le montant de la garantie couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage.</p>
	<p>Hors habitation :</p> <p>Le montant de la garantie couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage dans la limite du coût total de construction déclaré par le maître d'ouvrage et sans pouvoir être supérieur au montant prévu au I de l'article R. 243-3 du code des assurances.</p>
	<p>En présence d'un CCRD :</p> <p>Lorsqu'un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD) est souscrit au bénéfice de l'assuré, le montant de la garantie est égal au montant de la franchise absolue stipulée par ledit contrat collectif.</p>
Durée et maintien de la garantie	
<p>La garantie s'applique pour la durée de la responsabilité décennale pesant sur l'assuré en vertu des articles 1792 et suivants du code civil. Elle est maintenue dans tous les cas pour la même durée.</p>	

3.2 GARANTIE DE RESPONSABILITE DU SOUS-TRAITANT EN CAS DE DOMMAGES DE NATURE DECENNALE

Le contrat garantit la responsabilité de l'assuré qui intervient en qualité de sous-traitant, en cas de dommages de nature décennale dans les conditions et limites posées par les articles 1792 et 1792-2 du code civil, sur des ouvrages soumis à l'obligation d'assurance de responsabilité décennale. Cette garantie est accordée pour une durée ferme de dix ans à compter de la réception visée à l'article 1792-4-2 du code civil.

La garantie couvre les travaux de réparation, notamment en cas de remplacement des ouvrages, qui comprennent également les travaux de démolition, déblaiement, dépose ou démontage éventuellement nécessaires.

Le montant des garanties accordées couvre le coût des travaux de réparation des dommages à l'ouvrage sans pouvoir excéder, en cas de CCRD, 3 000 000 € par sinistre.

N° assuré : 418383J
N° contrat : 7302000/001 472624
N° SIREN : 413087511
Attestation

5/7

3.3 GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT

Le contrat garantit la responsabilité de l'assuré en cas de dommages matériels affectant les éléments d'équipements relevant de la garantie de bon fonctionnement visée à l'article 1792-3 du code civil.

Cette garantie est accordée pour une durée de deux ans à compter de la réception et pour un montant de 750 000 € par sinistre.

4. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE DECENNALE POUR LES OUVRAGES NON SOUMIS A L'OBLIGATION D'ASSURANCE

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation ;
- aux travaux réalisés en France Métropolitaine et dans les DROM ;
- aux opérations de construction non soumises à l'obligation d'assurance dont le coût total de construction H.T. tous corps d'état (honoraires compris), déclaré par le maître d'ouvrage, n'est pas supérieur à la somme de 26 000 000 €. Au-delà de ce montant, l'assuré doit déclarer le chantier concerné et souscrire auprès de l'assureur un avenant d'adaptation de garantie. A défaut, il sera appliqué la règle proportionnelle prévue à l'article L121-5 du code des assurances ;
- aux missions, travaux, produits et procédés de construction listés au paragraphe 1-1 ci-avant.

Dans le cas où les travaux réalisés ne répondent pas aux caractéristiques énoncées ci-dessus, l'assuré en informe l'assureur. Tous travaux, ouvrages ou opérations ne correspondant pas aux conditions précitées peuvent faire l'objet sur demande spéciale de l'assuré d'une garantie spécifique, soit par contrat soit par avenant.

Nature de la garantie	Montant de garantie
Garantie de responsabilité décennale pour les ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance mentionnés au contrat, y compris en sa qualité de sous-traitant, dans les conditions et limites posées par les articles 1792, 1792-4-1 et 1792-4-2 du code civil.	3 000 000 € par sinistre et par an

N° assuré : 418383J
N° contrat : 7302000/001 472624
N° SIREN : 413087511
Attestation

6/7

5. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE CIVILE EXPLOITATION

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux conséquences pécuniaires de la responsabilité incombant à l'assuré à l'occasion de l'exploitation de sa société pour l'exercice de son activité ;
- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation.

Nature de la garantie	Montants de garantie
Dommages corporels	8 000 000€ par sinistre
Dommages matériels et immatériels	2 000 000€ par sinistre
- dont dommages immatériels non consécutifs	1 000 000€ par sinistre
- dont dommages aux biens des préposés	50 000€ par sinistre

6. GARANTIE D'ASSURANCE DE RESPONSABILITE CIVILE PROFESSIONNELLE

Cette garantie a vocation à couvrir les dommages causés aux tiers relevant de la responsabilité civile professionnelle de l'assuré en dehors des dispositions relevant des articles 1792 et suivants du code civil relatifs à la garantie décennale traités aux paragraphes 2 et 3 ci-avant.

La garantie objet du présent paragraphe s'applique :

- aux missions professionnelles listées au paragraphe 1 ci-avant ;
- aux réclamations formulées pendant la période de validité de la présente attestation.

N° assuré : 418383J
N° contrat : 7302000/001 472624
N° SIREN : 413087511
Attestation

7/7

Nature de la garantie	Montant de garantie
Dommages corporels	8 000 000 € par sinistre et par an
Dommages matériels et immatériels France	4 000 000 € par sinistre et par an
- dont dommages immatériels non consécutifs	1 000 000 € par sinistre et par an
- dont dommages aux biens confiés	200 000 € par sinistre et par an
Limite pour tous dommages confondus d'atteinte à l'environnement y compris ceux dus ou liés à l'amiante	1 000 000 € par sinistre et par an
Responsabilité environnementale <i>(pour les dommages survenus pendant la période de validité de la présente attestation et constatés pendant cette même période)</i>	150 000 € par sinistre et par an

La présente attestation ne peut engager l'assureur au-delà des clauses et conditions du contrat précité auquel elle se réfère.

Fait à LIMOGES
Le 04/01/2024

Le Directeur général

