



Surélévation du Bâtiment A - CAMPUS Villejean

Place du Recteur Henri Le Moal
à RENNES (35)

Rapport d'étude OVA2.MR082 Version A

Diagnostic géotechnique (G5)

Le 16/01/2023



Agence de Rennes

6 rue de l'Aiguillage - ZA Beauséjour
35520 LA MEZIERE
Téléphone +33 (0)2 99 27 51 10
cebtp.rennes@groupeginger.com

Contacts Bretagne

Brest : + 33 (0)2 98 30 67 20 – Quimper : + 33 (0)2 98 10 12 11 – Vannes : + 33 (0)2 97 40 25 65



Université Rennes 2

Place du Recteur Henri Le Moal

35000 RENNES

SURELEVATION DU BATIMENT A - CAMPUS VILLEJEAN

Place du Recteur Henri Le Moal à RENNES (35)

RAPPORT - Diagnostic géotechnique (G5)

Dossier : OVA2.MR082

Contrat : OVA2.M.0991 - Version A

Version	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	16/01/23	Lilia BERRABAH Gilles LARCHER		Bertrand CAUDAL		32 pages 4 annexes	-

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

Sommaire

1. Plans de situation	4
1.1. Extrait de carte IGN	4
1.2. Image aérienne	4
2. Contexte de l'étude	5
2.1. Données générales.....	5
2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs.....	5
2.1.2. Documents communiqués	5
2.2. Description du site	5
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	5
2.2.2. Description du bâtiment.....	7
2.2.3. Contextes géotechniques, hydrogéologique et sismique	9
2.3. Synthèse des données d'entrée	12
2.3.1. Description des ouvrages	12
2.3.2. Sollicitations appliquées	14
2.4. Mission Ginger CEBTP	15
3. Investigations géotechniques.....	16
3.1. Préambule.....	16
3.2. Implantation et nivellement	16
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	17
4. Synthèse des investigations.....	18
4.1. Première approche d'un modèle géologique	18
4.1.1. Lithologie	18
4.1.2. Caractéristiques géomécaniques	19
4.2. Première approche de modèle hydrogéologique	20
4.2.1. Contexte hydrogéologique.....	20
4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau	21
4.2.3. Inondabilité	21
4.3. Reconnaissances des fondations	21
4.3.1. Risque sismique - Données parasismiques réglementaires	23
4.3.2. Liquéfaction	23
4.3.3. Radon	24
5. Principes généraux de construction	25

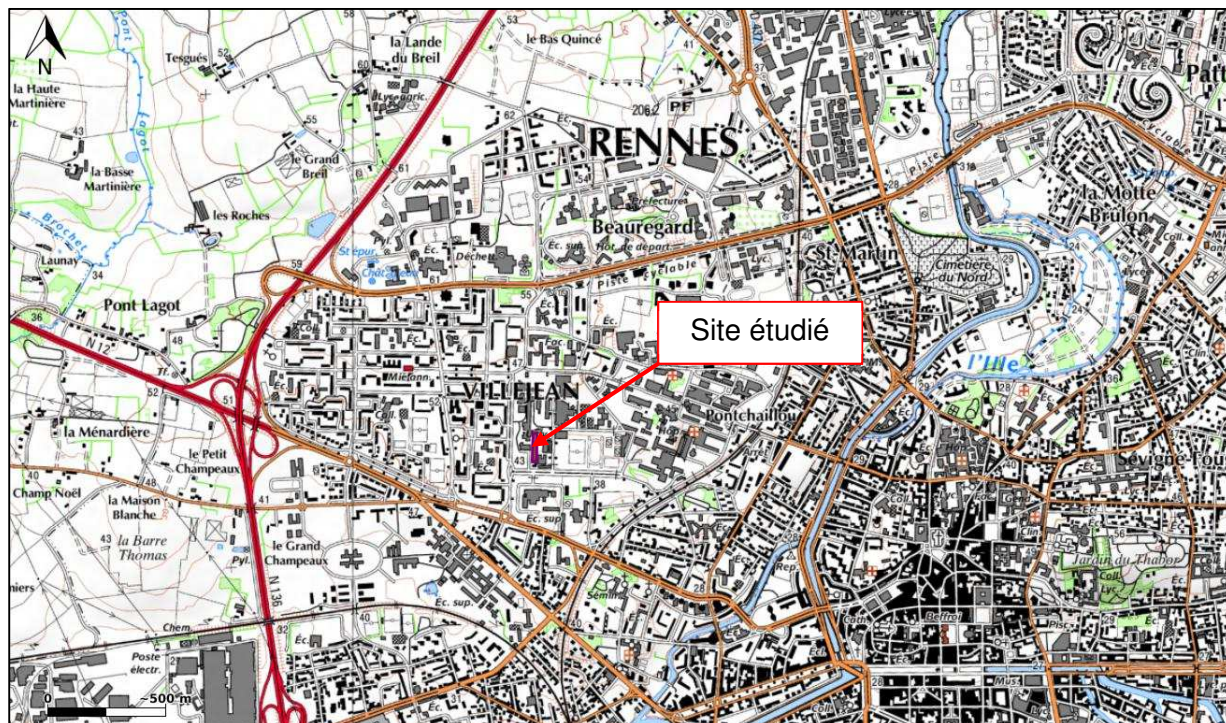
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	25
6. Descentes de charges admissibles des fondations existantes ..	26
6.1.1. Géométrie des fondations.....	26
6.1.2. Sollicitations appliquées.....	27
6.1.3. Capacité portante	28
7. CONCLUSION.....	31
8. Observations majeures	32

Annexes

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU
ANNEXE 4 – ESTIMATION DE LA CAPACITE DES FONDATION

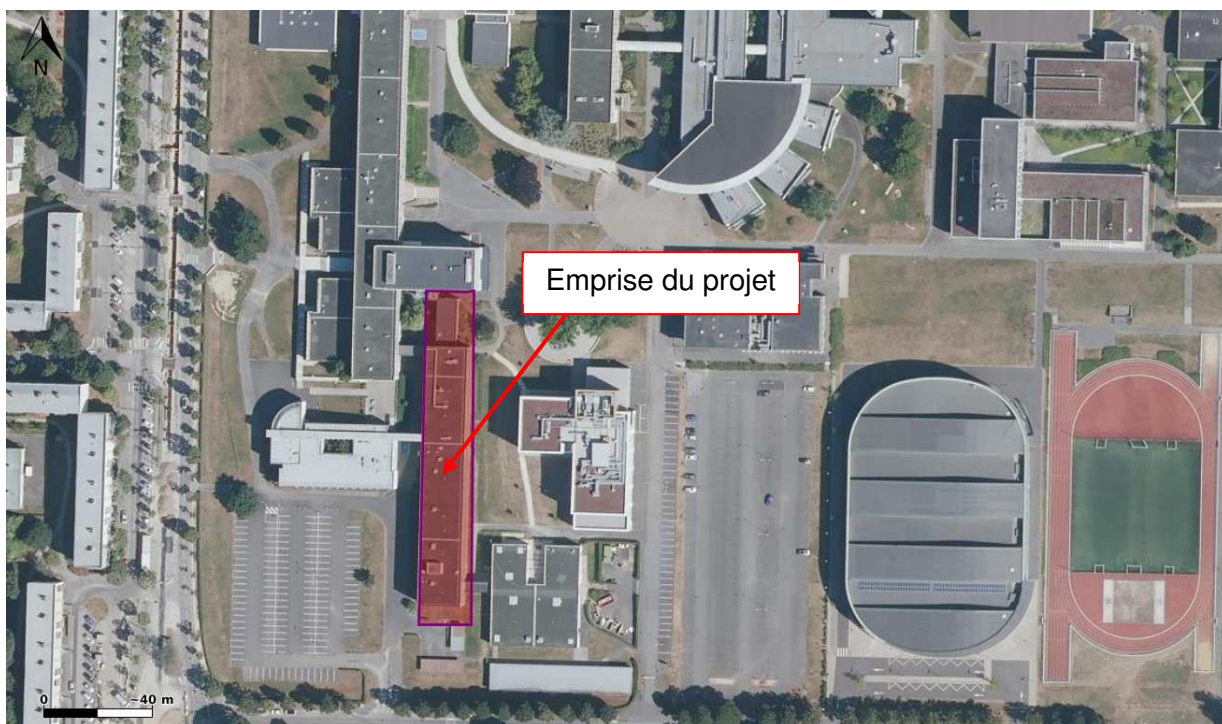
1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : site Géoportail

1.2. Image aérienne



Source : site Géoportail

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs

Nom de l'opération : Surélévation du Bâtiment A - CAMPUS Villejean
 Adresse : Place du Recteur Henri Le Moal
 Commune : RENNES (35)
 Demandeur de la mission et client : Université Rennes 2
 Bureau d'études structure : AUAS

2.1.2. Documents communiqués

Document	Echelle	Origine	Format	Date	
Diagnostic structure en vue d'une surélévation	-	Université Rennes 2	Fichiers PDF	07/2022	
Plan de principe implantation de sondages géotechniques – Bâtiment A – Niveau 000 – Version du 27/10/2022	NC			07/2013	
Plan de principe implantation de sondages géotechniques – Bâtiment A – Niveau 000 – Version du 12/07/2022					
Extrait de coupes transversales de l'existant					-
Plan Bâtiment A – Niveau 000					10/2014
Plan Bâtiment A – Niveau 100					
Plan Bâtiment A – Niveau 200					
Plan Bâtiment A – Niveau 300					
Plan de Masse et de réseaux	Graphique		Fichiers DWG		
Restructuration de l'UFR des sciences sociales – sous-sol Bâtiment A – Façades Ouest et Est Pignon Sud - DCE	1/100		Fichiers PDF	Mai 1995	
Restructuration de l'UFR des sciences sociales – sous-sol Bâtiment A – Existant - DCE	1/100	Fichiers PDF	Avril 1995		

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site étudié - bâtiment A - est situé dans l'enceinte du Campus Villejean – université de Rennes 2 – sur la commune de RENNES (35).

Lors de notre intervention (novembre 2022), le terrain correspondait aux abords de l'actuel campus (plateformes enherbées, bâtiments existants, voiries, parkings, haies...etc).

Le terrain présente des altitudes diverses en fonction des aménagements présents. L'altitude au droit de nos sondages varie entre 37.6 et 38.8 m NGF.

Ci-après les photos du site d'étude lors de notre visite du 24/10/2022 :



Vue vers le Sud – coté Est du Bât.A



Vue vers le Nord– coté Est du Bât.A



Vue vers l'Est - Depuis l'entrée Est du Bât.A



Vue vers le Sud - Coté Est du Bât.A



Vue vers le Nord - Entrée Sud du Bât.A



Vue vers l'Est - Entrée Sud du Bât.A



Vue vers le Nord du Bât.A



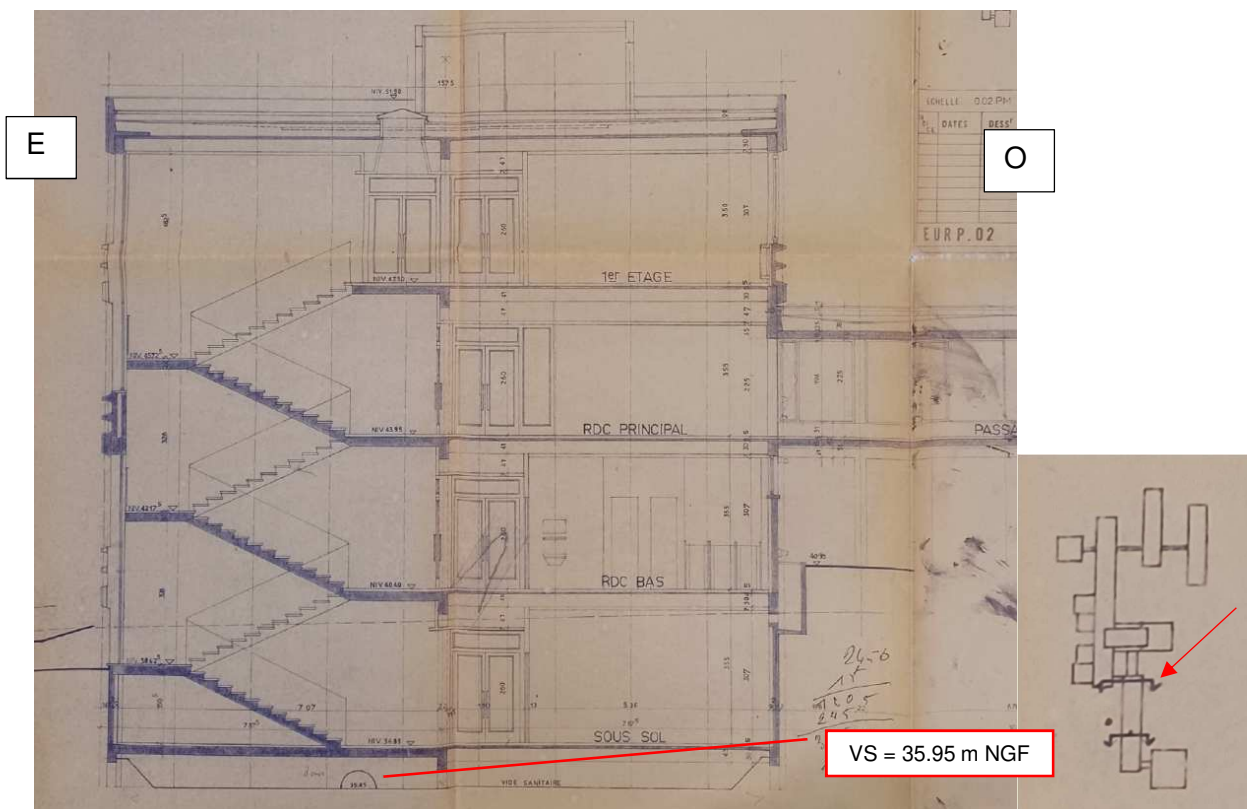
Vue vers le Sud – abords du site du Bât.A

2.2.2. Description du bâtiment

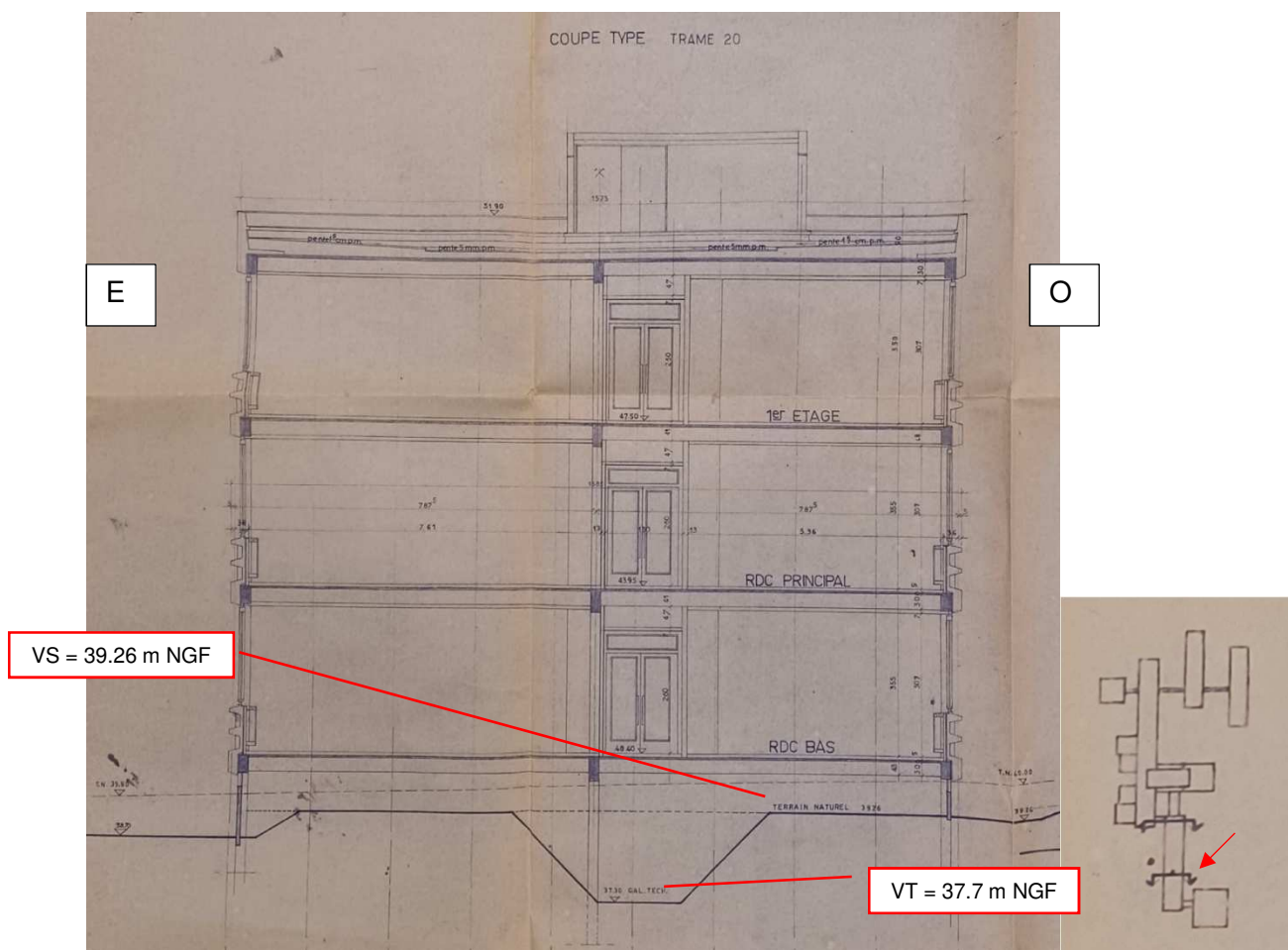
Le bâtiment A concerné par l'étude est constitué d'un bloc d'environ 90 m de longueur pour 15 m de largeur sur quatre niveau. Le niveau bas est partiellement enterré.

D'après le plan ci-dessous (coupe du côté Nord du bât.A), le niveau fini du sous-sol est calé à 36.85 m NGF et le niveau du rez-de-chaussée est calé quant à lui vers 40.40 m NGF.

La présence d'un vide sanitaire, sur la partie Nord, n'est pas certaine, d'après le témoignage de la Maitrise d'ouvrage.



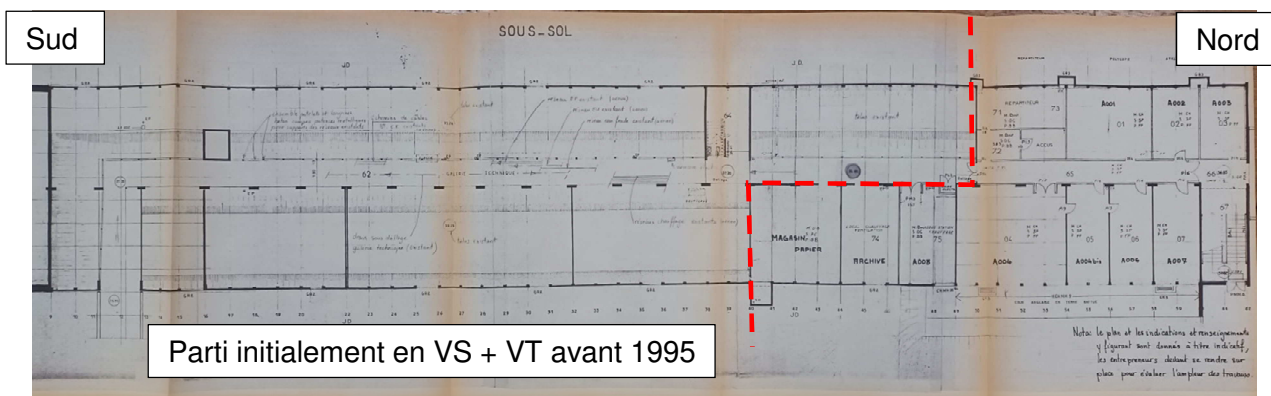
Anciens plans des archives – coupe Est-Ouest



Anciens plans des archives – coupe Est-Ouest

D'après le plan ci-avant (coupe côté Sud du Bât.A), un vide technique était réalisé à la cote de 37.7 m NGF (partie centrale circulable) et le vide sanitaire de part et d'autre était à la cote de 39.26 m NGF. Le niveau du rez-de-chaussée est également calé à 40.00 m NGF.

Néanmoins le niveau bas a été aménagé après 1995. La partie en vide technique a été aménagée en salle de classe à la cote de 36.85 m NGF. Selon les plans transmis, ces aménagements ont nécessité des reprises en sous-œuvre des fondations de cette partie Sud du bâtiment A.



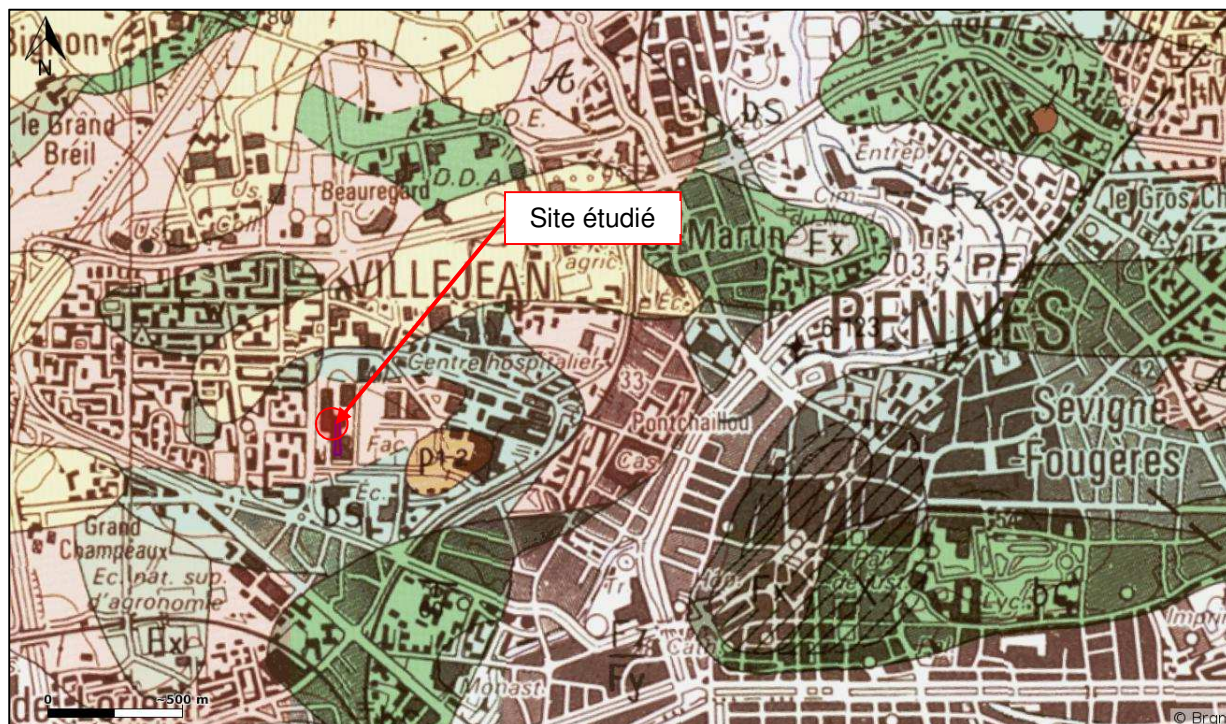
Vue en plan du niveau enterré avant 1995

2.2.3. Contextes géotechniques, hydrogéologique et sismique

2.2.3.1. Géologie prévisionnelle

D'après la carte géologique de RENNES au 1/50 000 et les études géotechniques réalisées à proximité, les terrains du secteur devraient être constitués, de haut en bas, principalement des formations suivantes :

- des remblais d'aménagement généraux et/ou des formations de couverture,
- le substratum schisteux altéré sur de fortes épaisseurs.



Extrait de la carte géologique de RENNES au 1/50 000 (source : site Geoportail)

2.2.3.2. Contexte hydrogéologique

D'après notre expérience locale et la carte géologique, les venues d'eau attendues s'apparentent à des rétentions dans les formations superficielles et/ou des circulations anarchiques au sein du massif rocheux.

Les plans transmis indiquent la présence d'un drainage au centre de l'ancien vide technique (sous la cote de 37.3 m NGF). Il est probablement encore existant sous la dalle actuellement présente dans les salles de classes du niveau bas (dalle créée après 1995).

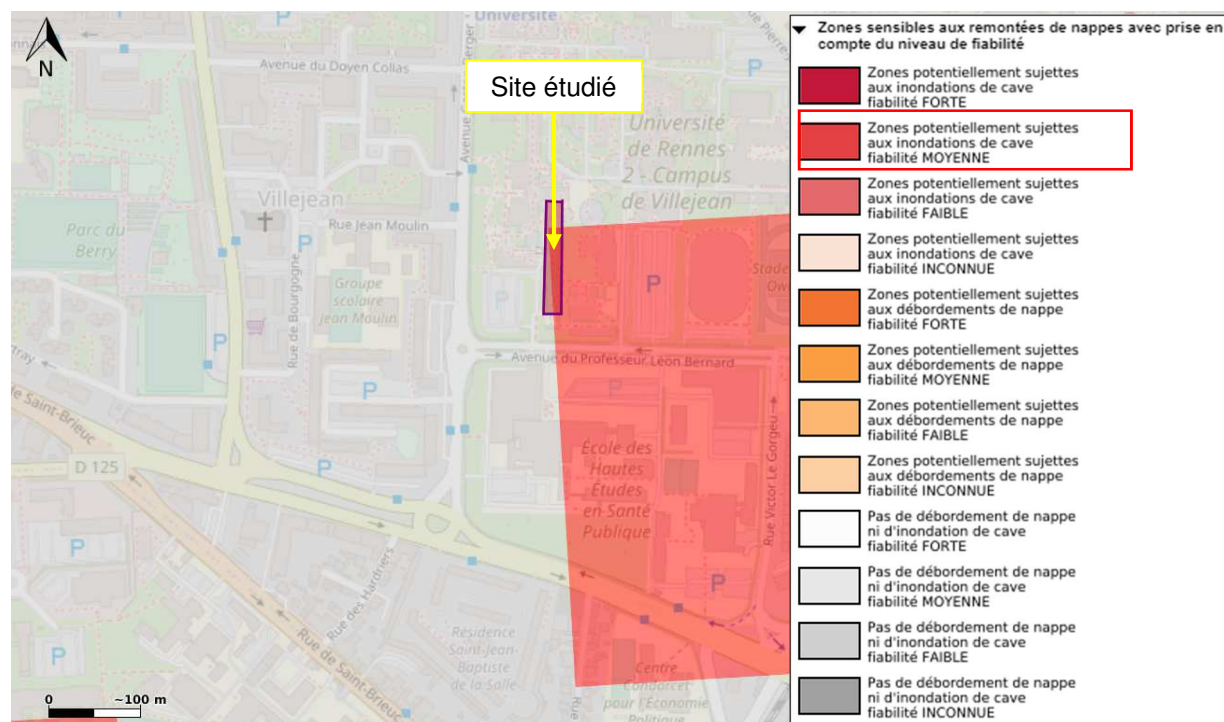
Nous n'avons pas d'information sur son fonctionnement.

2.2.3.3. Risques naturels

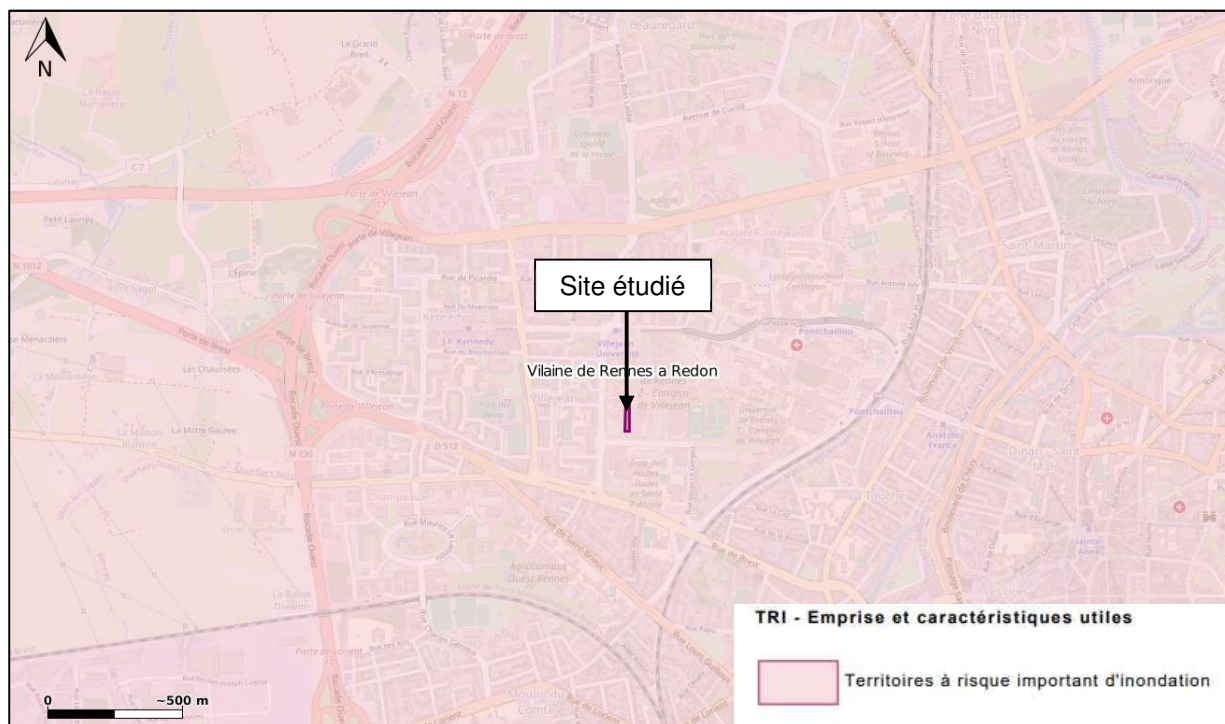
Les informations recueillies sur les sites internet consultés (georisques.gouv.fr, sigesbre.brgm.fr) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques naturels	Sensibilité
Inondations/débordement de cours d'eau	Le site d'étude est située en zone à risque d'inondation TRI*, mais hors zones concernées par le PPR Inondation de la Vilaine
Remontées de nappe	Zone potentiellement sujette aux inondations de cave avec une fiabilité moyenne *
Argiles (retrait/gonflement)	Aléa a priori faible *
Cavités naturelles ou anthropiques	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet
Mouvements de terrains	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet
Radon	Potentiel de catégorie 3 (fort)
Séismes	Zone 2 (aléa faible)

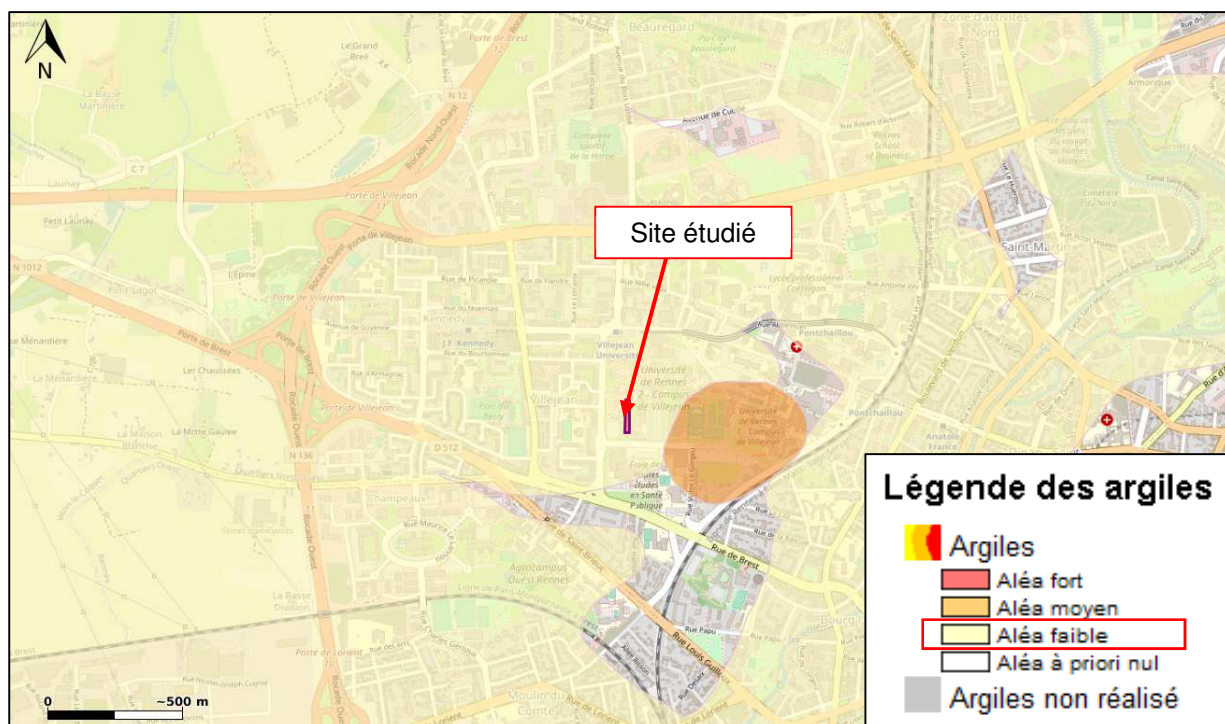
* cf. illustrations ci-après



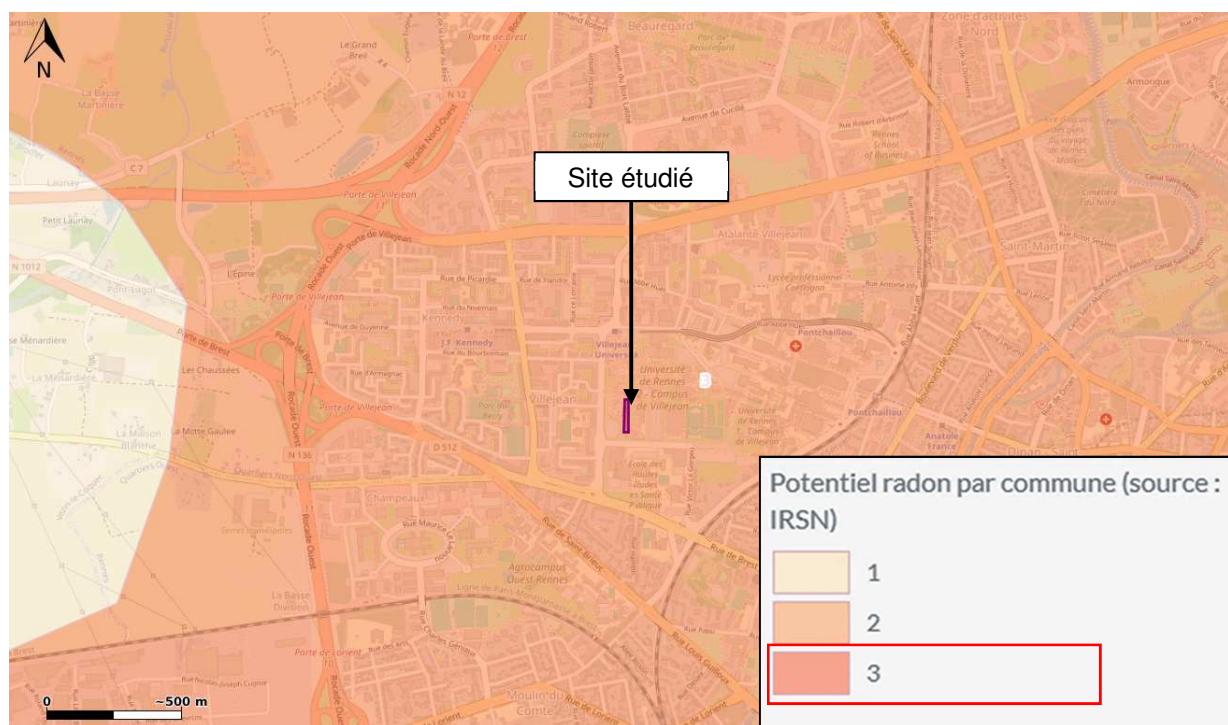
Sensibilité aux remontées de nappes avec niveau de fiabilité (source : site Infoterre)



Source : site SIGES Bretagne – Zones à risque important d'inondation.



Risque lié aux phénomènes de retrait et gonflement des argiles (source : site Georisques)



Source : site Géorisques - Exposition au risque Radon

2.3. Synthèse des données d'entrée

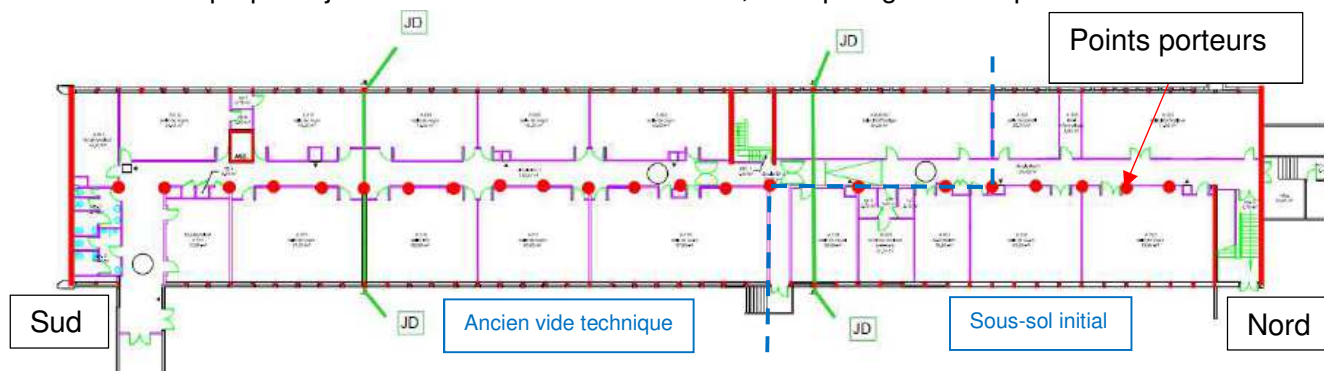
2.3.1. Description des ouvrages

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, le projet porte sur la surélévation du bâtiment A existant.

La notice descriptive transmise par la maîtrise d'ouvrage (source AUAS ingénierie) indique que le bâtiment A, date des années 1970. Les plans transmis indiquent en plus qu'il a été modifié après 1995, avec l'aménagement de salles de classe sur tout le niveau bas. En partie Sud le vide technique à été converti en salles de classes avec la création d'une dalle (probablement d'un dallage). Alors qu'en partie Nord, nous n'avons pas d'information, si le vide sanitaire a été conservé ou s'il a été détruit pour réaliser un dallage.

Suite à l'analyse des différents documents transmis, il en ressort les points suivants :

- Un RDC semi-enterré (ancien sous-sol et vide technique) surplombé par trois étages et recoupé par 2 joints de dilatation toute hauteur, cf. repérage JD ci-après



Plan niveau 000 – points porteurs -source AUAS

- Aucun vide sanitaire n'a été rapporté apparemment sur ce bâtiment, néanmoins les plans initiaux indiquent la présence d'un vide sanitaire en partie Nord,
- Le niveau bas est semi enterré sur la façade Ouest et sur les pignons avec des accès de plain-pied sur la façade Est.

La structure porteuse est constituée d'une ossature poteaux-poutres en béton armé avec une file de poutre sur chaque façade et une file intermédiaire centrale le long de la circulation Intérieure.

La partie Sud a fait l'objet d'une reprise en sous-œuvre selon les plans transmis, au niveau de l'ancien vide technique.

Les poteaux en file centrale sont de sections 22 x 60 cm au niveau le plus bas puis de section dégressive en montant dans les étages supérieurs.

En façade les poteaux ont une section constante tous niveaux de 22 x 22 cm.



Photographie niveau 000 – points porteurs file centrale -source AUAS

A l'issue d'un diagnostic structure, le projet prévoit l'étude de faisabilité pour la réalisation d'une surélévation avec prolongement des cages d'escaliers et vérification vis-à-vis de la réglementation parasismique. En complément, le maître d'ouvrage souhaite étudier la possibilité de positionnement d'une bibliothèque dans le dernier niveau créé.

Aucun plan projet ne nous a été communiqué au stade du présent rapport.

2.3.2. Sollicitations appliquées

Données transmises de la notice (source AUAS) :

<ul style="list-style-type: none">• <u>Données géométriques</u><ul style="list-style-type: none">- Entraxe de deux poutrelles support de plancher : 87.5cm- Portée des poutrelles de la façade à file porteuse centrale : 7.60m- Section des poutrelles : 13x33cm de retombée- Panneaux de façade béton préfa : 1.45m de hauteur en allège à chaque étage.- Section des poteaux de façade : 22x22cm- Epaisseur du plancher béton : 6cm• <u>Charges actuelles</u><p>Charges permanentes rapportées :</p><ul style="list-style-type: none">- RDC à R+3 : 200 daN/m² (chape, cloisons, faux-plafond)- Toiture : 300 daN/m² (forme de pente solidaire, étanchéité)<p>Charges d'exploitation :</p><ul style="list-style-type: none">- RDC à R+3 : 250 daN/m² (bureaux, salles de classe...)- Toiture : 100 daN/m²• <u>Charges projet</u><p>Charges permanentes rapportées :</p><ul style="list-style-type: none">- RDC à R+3 : inchangée dans le cadre du projet- R+4 créé : 400 daN/m² (nivellement du plancher, cloison...)<p>Charges d'exploitation :</p><ul style="list-style-type: none">- RDC à R+3 : inchangée dans le cadre du projet- R+4 créé : 250daN/m² pour un niveau identique aux niveaux existants inférieurs (bureaux, salles de classe) ou 750daN/m² pour l'hypothèse d'installation d'une bibliothèque.

<ul style="list-style-type: none">• <u>Descente de charge sur fondations existantes en façade</u><p>En première approche, nous obtenons une descente de charge actuelle linéarisée sur les fondations existantes en façade de l'ordre de 15t/ml.</p><p>Nous estimons que le projet de surélévation correspondrait à des surcharges équivalentes de :</p><ul style="list-style-type: none">- 2.5t/ml dans le cas d'implantation de bureaux ou classes au dernier niveau soit +16.5% environ- 4.5t/ml dans le cas d'implantation d'une bibliothèque soit +30% environ
--

D'après les données ci-dessus, nous considérons les sollicitations suivantes dans notre rapport :

- Charges actuelles du bâtiment existant aux ELS (G+Q) : **15 t/ml.**
- Charges futures dans le cas du projet aux ELS (G+Q) :
 - Cas n°1 : Implantation de bureaux ou classes : **17.5 t/ml (soit +2.5 t/ml ou +16.5%)**
 - Cas n°2 : Implantation d'une bibliothèque : **19.5 t/ml (soit +4.5 t/ml ou +30%)**

G : Charges permanentes

Q : Charges d'exploitation

Dans le cas de charges réelles différentes des estimations ci-dessus, il conviendrait de revoir tout ou une partie de nos conclusions.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°OVA2.M.0991 - Version A datée du 25/07/2022 (commande correspondante n°4500175650 datée du 22/08/2028).

L'étude géotechnique correspond à un diagnostic géotechnique (mission G5) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechniques, ayant pour but de :

- réaliser une enquête documentaire (et non historique) du site afin de préciser le contexte géologique, géotechnique, hydrogéologique et sismique du site,
- définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et en assurer le suivi technique,
- étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifique, en l'occurrence, la portance des sols en place au droit des fondations reconnues.

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

- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations,
- le dimensionnement des solutions de confortement éventuelles.
- fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

3. Investigations géotechniques

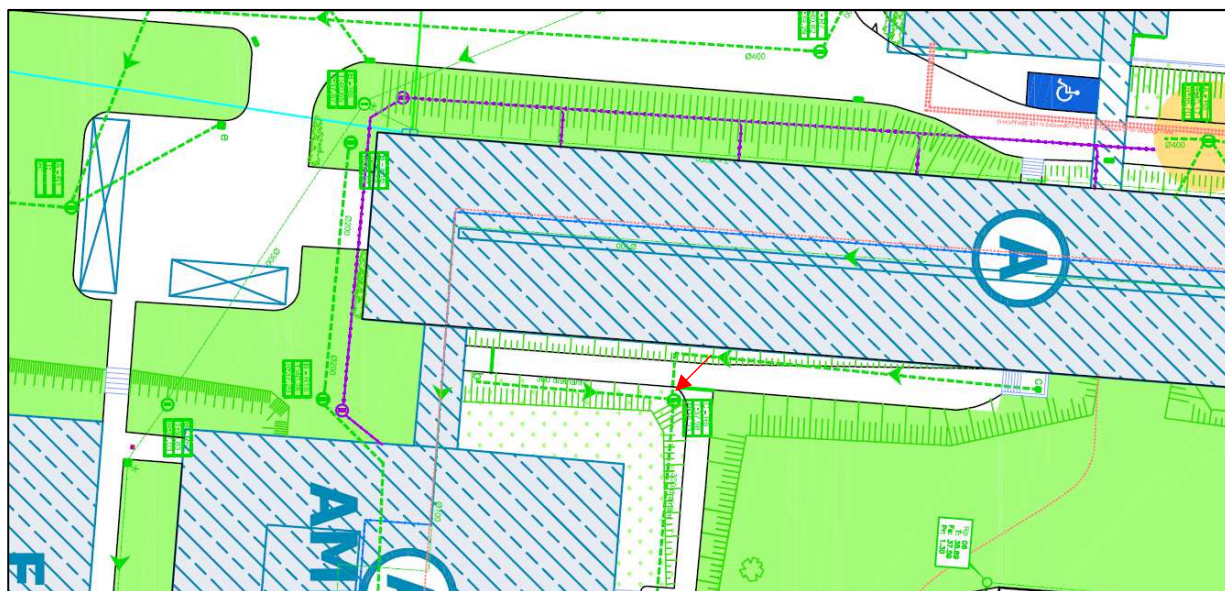
3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client. Ces investigations ont toutes été réalisées le 02 et le 03 novembre 2022.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du plan d'implantation transmis par la Maitrise d'Ouvrage.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations (Terrain Actuel – TA). Le repère de nivellement correspond au tampon (proche de SP1) de cote 37.98 m NGF, d'après le plan des réseaux existants transmis en 2021 pour un projet annexe.



« Extrait du plan de masse réseaux – source Maitrise d'ouvrage 2021 »

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur (en m/ TA)	Altitude la tête (en m NGF)	Essai pressiométrique (NF EN ISO 22 476-4)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	2	SP1	8.0	+37.6	5
		SP2	8.0	+38.8	5
Sondage de reconnaissance de fondations à la pelle mécanique de 6 t	3	RF1	1.7	+38.0	
		RF2	2.3	+38.2	
		RF3	3.1	+37.5	

Les coupes des sondages sont présentées en annexes 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**

- coupe des sols,
- venue d'eau éventuelle,

Et, pour chaque essai pressiométrique effectué :

- module pressiométrique E_M (MPa)
- pression limite nette p_i^* (MPa)
- pression de fluage nette p_f^* (MPa)
- rapport E_M/p_i^*

- **Fouille manuelle de reconnaissance des fondations mitoyennes :**

- schéma de la reconnaissance effectuée et coupe détaillée des sols,
- tenue des fouilles,
- venue d'eau éventuelle,
- photographie de la fouille.

4. Synthèse des investigations

4.1. Première approche d'un modèle géologique

Cette synthèse devra être confirmée dans les phases ultérieures de l'étude (mission d'étude géotechnique de conception G2 phase Projet (G2 PRO) et/ou mission d'étude géotechnique d'exécution (G3).

4.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment de la reconnaissance (en novembre 2022).

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°1 : **Formation de couverture** correspondant à des remblais de limons et de schistes décomposés avec quelques divers débris de plastique, verre, ferraille, cailloux de béton, etc. Les remblais sont recouverts selon l'aménagement soit de terre végétale, soit d'enrobés.

Profondeur de la base : de 0.6 à 2.2 m/TA au droit de nos sondages.

Commentaire :

- les profondeurs pour cet horizon remblayé sont données à titre indicatif; le passage entre les remblais et le sol support sous-jacent peut correspondre à des matériaux plus ou moins poinçonnés et/ou remaniés sur une frange superficielle dont l'épaisseur n'est pas connue. De plus, compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux, il faut s'attendre à des variations d'épaisseurs de cet horizon dans l'emprise du projet, avec des répartitions aléatoires sur le site.

Formation n°2.1 : **Schiste décomposé** gris à rougeâtres à quelques plaques de schiste et cailloux difficilement friables.

Profondeur de la base : de 2.2 à 6.5 m/TA au droit des sondages pressiométriques et au-delà de la profondeur des sondages de reconnaissance de fondations arrêtés entre 1.7 et 3.1 m de profondeur/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_i^*) : 1.63 à 1.96 MPa (5 essais)
- Module pressiométrique (E_M) : 14.4 à 21.0 MPa (5 essais)

Commentaires : cet horizon présente de bonnes caractéristiques mécaniques.

Formation n°2.2 : Schiste altéré rouge marron à verdâtre.

Profondeur de la base : supérieure à la base des sondages, soit > 8.0 m/TA

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l^*) : 2.82 à 3.06 MPa (5 essais)
- Module pressiométrique (E_M) : 30.8 à 43.4 MPa (5 essais).

Commentaires : cet horizon présente de très bonnes caractéristiques mécaniques.

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des formations décrites ci-dessus au droit de chaque sondage.

Sondage (Altitude de la tête en m NGF)	SP1 (37.6)	SP2 (38.8)	RF1 (38.0)	RF2 (38.1)	RF3 (37.5)
Formation	Profondeur de la base en mètres par rapport au TA (altitude correspondante en m NGF)				
n°1 : Remblais	1.3 (36.3)	1.8 (37.0)	0.6 (37.4)	1.7 (36.4)	2.2 (35.3)
n°2.1 : Schiste décomposé	2.2 (35.4)	6.5 (32.3)	>1.7 (<36.3)	>2.3 (<35.8)	>3.1 (<34.4)
n°2.2 : Schiste altéré	Au-delà		Non atteint		

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

4.1.2. Caractéristiques géomécaniques

L'analyse des résultats des essais et sondages conduit à retenir les paramètres indiqués dans le tableau suivant :

Modèle géotechnique général :

Formation	Nature du sol	Profondeur base (m/TA)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	
n°1a	Remblais	0.6 à 2.2 m (35.3 à 37.4 m NGF)	-	-	-
n°2.1	Schiste décomposé	2.2 à 6.5 m (32.3 à 35.4 m NGF)	1.6	15	1/2
n°2.2	Schiste altéré	Au-delà	2.8*	30*	2/3

* Ces données ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues pour la justification des ouvrages. La conception des infrastructures devra tenir compte des variations des limites de couches et des hétérogénéités locales toujours possibles.

Modèle géotechnique basé sur le sondage SP1 :

Formation	Nature du sol	Profondeur base (m/TA)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	
n°1	Remblais	1.3	-	-	-
n°2.1	Schiste décomposé	2.2	1.6	15	1/2
n°2.2	Schiste altéré	Au-delà	2.8*	30*	2/3

Modèle géotechnique général basé sur le sondage SP2 :

Formation	Nature du sol	Profondeur base (m/TA)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	
n°1	Remblais	1.8	-	-	-
n°2.1	Schiste décomposé	6.5	1.6	15	1/2
n°2.2	Schiste altéré	Au-delà	2.8*	30*	2/3

4.2. Première approche de modèle hydrogéologique

4.2.1. Contexte hydrogéologique

Dans le contexte géologique décrit plus haut, peuvent cohabiter plusieurs types de nappes. On distingue, de haut en bas :

- une nappe de type perchée pouvant régner au sein des formations superficielles, alimentée par la pluviométrie efficace,
- une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein de l'horizon schisteux en fonction de l'état de fracturation du massif rocheux. Celle-ci s'apparente à de multiples venues d'eau au gré des discontinuités rencontrées dans le substratum. Ces circulations peuvent être en charge dans les fractures du substratum, généralement peu perméable.

Nous rappelons également que le vide technique était initialement drainé en partie centrale sous la cote de 37.30 m NGF. Ce drain est probablement toujours présent. Nous n'avons pas d'information concernant son fonctionnement.

Un drainage périphérique est également présent contre les fondations du bâtiment (drain reconnu dans les reconnaissances de fondation RF1 et RF2). Il était néanmoins sec lors de ces reconnaissances.

4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau

Lors de nos investigations (juillet 2021), nous avons observé les niveaux d'eau suivants :

Sondage (cote NGF de la tête en m)	SP1 (37.6)	SP2 (38.8)
Date de réalisation	03/11/2022	
Venue d'eau en cours de forage en m/TA (cote de la venue d'eau)	4.3 (33.6)	5.6 (33.2)
Niveau d'eau en fin de sondage en m/TA (cote du niveau d'eau)	3.0 (34.3)	4.0 (34.8)

Les reconnaissances de fondation n'ont pas rencontrées d'eau, lors de leur réalisation en novembre 2022.

Les niveaux d'eau relevés ci-dessus ne préjugent pas du niveau statique de la nappe.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie.

4.2.3. Inondabilité

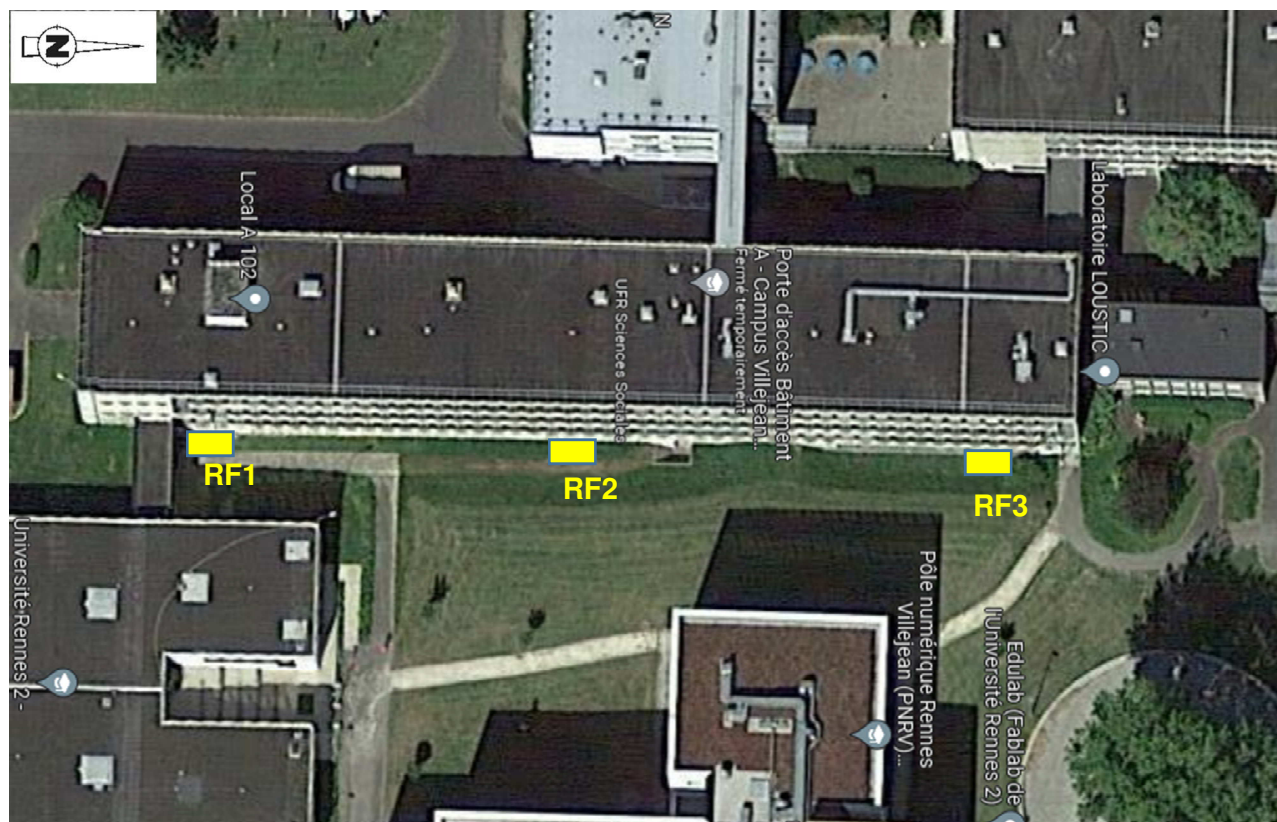
D'après les données issues des sites internet georisques.gouv.fr et infoterre.brgm.fr, le terrain est en zone potentiellement sujette aux remontées de nappe avec une fiabilité moyenne (cf. § 2.2.2.3).

Des informations plus précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.). De plus, ce risque dépend des travaux de protection réalisés, et est donc susceptible de varier dans le temps.

4.3. Reconnaissances des fondations

Compte tenu du projet, une campagne de reconnaissance de fondations des existants a été réalisée conformément à ce qui était prévu au contrat. Ces reconnaissances ont été réalisées en extérieur contre la façade Est.

Nota : L'emplacement de la fouille RF3 initialement prévu au niveau d'un poteau extérieur du pignon Sud a été décalé vers la façade Est. En effet, du fait que le bâtiment soit semi-enterré et que la topographie du terrain soit plus élevée du côté Ouest, Sud et Nord, les reconnaissances de fondations n'ont pas pu être réalisées que du côté Est. A ce titre, le plan de la nouvelle implantation de la RF3, nous a été communiqué par la Maitrise d'ouvrage (source AUAS_SLS27/10/2022), cf plan d'implantation en annexe-2.



Localisation des reconnaissances de fondations

D'après les observations faites dans les fouilles, les caractéristiques géométriques des fondations reconnues sont les suivantes :

Sondage (altitude en m NGF)	RF1 (38.0)	RF2 (38.1)	RF3 (37.5)
Type de fondation	Semelle filante en béton banché (reprise en sous-œuvre probable)	Semelle filante en béton banché (reprise en sous-œuvre probable)	Semelle filante en béton (sur poteau espacement non reconnu)
Epaisseur de la fondation (m)	1.2	0.75	0.30
Largeur du débord (m)	0.28	0.20	0.30
Profondeur d'assise (m/TA)	1.05	1.7	2.5
Cote relative de l'assise (m NGF)	36.95	36.4	35.0
Nature du sol d'assise (horizon)	n°2.1 - Schiste très altéré à décomposé, avec cailloux difficilement friables dans une matrice limoneuse	n°2.1 - Schiste très altéré à décomposé et cailloux difficilement friables avec un tendance gréseuse	n°2.1 - Schiste très altéré à cailloux de schistes difficilement friables avec peu de matrice limoneuse

La profondeur des semelles respecte la mise hors gel des fondations, à savoir 0.5 m par rapport au terrain fini (annexe O de la norme NF P 94-261).

Nous rappelons que ces fouilles ont été réalisées en extérieur contre la façade Est, nous n'avons pas d'information concernant les débords intérieurs des fondations.

Nous rappelons qu'un plan d'implantation des sondages est disponible en annexe 2 et que les coupes des fouilles de reconnaissance des fondations sont insérées en annexe 3 accompagnées des photographies prises.

4.3.1. Risque sismique - Données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255, l'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal" et la norme NF EN 1998 (Eurocode 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	2 (aléa faible)
Catégorie d'importance du bâtiment (à confirmer par la MOE)	III : ERP de catégorie 2 type R
Accélération maximale de référence (agR)	0.7 m.s ⁻²

En l'absence d'investigations spécifiquement destinés à mesurer la vitesse des ondes sismiques de cisaillement sur 30 m de profondeur (V_{s30}), nous avons estimé la classe de sol sismique sur la base des essais pressiométriques. **Les valeurs de pressions limites et de modules pressiométriques conduit à retenir une classe de sol B** (paramètre de sol de 1.35).

Dans le cas de travaux dans un existant, l'objectif minimal de la réglementation est la non-aggravation de la vulnérabilité du bâtiment.

Pour tous les travaux lourds sur un bâti existant, selon les conditions de travaux, la structure modifiée doit être dimensionnée avec les mêmes règles de construction que le bâti neuf, mais en atténuant l'action sismique de référence.

4.3.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 2 (aléa faible), l'étude de la liquéfaction des sols n'est pas requise d'après l'arrêté du 15 septembre 2014 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite "à risque normal".

4.3.3. Radon

Le radon est un gaz radioactif, inodore, incolore et inerte chimiquement, présent naturellement dans la croûte terrestre dont l'activité radiologique est mesurée en becquerels par mètre cube (Bq/m^3).

Le code de la santé publique et de l'environnement intègre désormais le radon en tant que risque naturel dans l'information préventive du public et des travailleurs. Pour certains ouvrages, des dispositions doivent être prises à toutes les phases de la vie d'un ouvrage si la commune est concernée par le risque radon (bâtiment existant, réhabilitation, vente).

Le potentiel radon à l'échelle communale est défini par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (www.irs.fr). Le terrain situé dans la commune de RENNES (35) présente un potentiel radon de catégorie 3 (élevé).

Les dispositions ne font pas partie de notre mission et sont à prendre par les concepteurs du projet.

5. Principes généraux de construction

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

➤ Contexte géologique et géotechnique

Contexte géotechnique : Sous une faible épaisseur d'environ 0.2 m de formations de surface (terre végétale et structure de chaussée), nous sommes en présence de remblais de limons, de schistes et de débris anthropique (formation n°1), jusqu'à environ 0.6 à 2.2 m de profondeur/TA. En-deçà, on rencontre le schiste décomposé (formation n°2.1) présentant des caractéristiques mécaniques moyennes à bonnes jusqu'à 2.2 à 6.5 m de profondeur, suivi du schiste altéré (formation n°2.2) caractérisé par de très bonnes caractéristiques mécaniques.

Contexte hydrogéologique : Des niveaux d'eau ont été repérés entre les cotes 34.3 et 34.8 m NGF, soit de 3.0 et 4.0 m de profondeur/TA à la période des sondages (novembre 2022 - cf. paragraphe 0). Néanmoins, nous rappelons que le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviosité et que des écoulements dans les formations de surface de sont pas exclus en période défavorable (infiltration des eaux de pluie).

Nous rappelons également que le bâtiment est actuellement drainé au niveau des façades de l'ancien vide technique et probablement en sous-face du dallage.

➤ Caractéristiques du projet

Le projet consiste à étudier la faisabilité d'une surélévation du bâtiment A du Campus Villejean, actuellement R+3 vers R+4.

Le but de notre mission est donc à ce stade de :

- Déterminer la contrainte admissible du sol d'assise au droit des murs et poteaux existants,
- Déterminer les charges admissibles que peuvent reprendre les fondations actuelles de la façade reconnue.

➤ Zone d'influence géotechnique (ZIG)

Nous rappelons que la ZIG des terrassements et des fondations du projet s'étend aux mitoyens et aux avoisinants (bâtiments, voiries, réseaux). Des précautions particulières devront être prises pour garantir la pérennité de ces ouvrages, tant en phase travaux qu'au stade définitif. Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

6. Descentes de charges admissibles des fondations existantes

6.1.1. Géométrie des fondations

Pour rappel, les reconnaissances de fondations réalisées ont permis de déterminer la géométrie des fondations existantes ainsi que la nature de leur sol d'assise :

Sondage (altitude en m NGF)	RF1 (38.0)	RF2 (38.1)	RF3 (37.5)
Type de fondation	Semelle filante en béton banché (reprise en sous-œuvre probable)	Semelle filante en béton banché (reprise en sous-œuvre probable)	Semelle filante en béton (sur poteau espacement non reconnu)
Epaisseur de la fondation (m)	1.2	0.75	0.30
Largeur du débord (m)	0.28	0.20	0.30
Profondeur d'assise (m/TA)	1.05	1.7	2.5
Cote relative de l'assise (m NGF)	36.95	36.4	35.0
Nature du sol d'assise (horizon)	n°2.1 - Schiste très altéré à décomposé, avec cailloux difficilement friables dans une matrice limoneuse	n°2.1 - Schiste très altéré à décomposé et cailloux difficilement friables avec un tendance gréseuse	n°2.1 - Schiste très altéré à cailloux de schistes difficilement friables avec peu de matrice limoneuse

Au niveau de RF3, nous faisons l'hypothèse, que le poteau observé correspondant au poteau de façade en élévation (poteau présent entre chaque fenêtre) et qu'il repose sur une fondation filante réalisée en béton armé.

Pour les reconnaissances RF1 et RF2, nous considérons une fondation filante correspondant à une reprise en sous œuvre continue.

Pour le premier cas « RF3 », nous ferons l'hypothèse que l'appui est centré sur la fondation et donc que le débord observé en extérieurs est identique à celui potentiellement présents côté intérieurs.

Pour le deuxième cas « RF1 et RF2 », compte tenu des travaux de reprise en sous-œuvre, nous ne considérons pas le débord intérieur qui peut être très irrégulier dans le contexte de réalisation de ces travaux (travaux par plot, réalisé avec une visibilité réduite et rapidement).

Nous rappelons également que seul la façade Est a été reconnue.
Les fondations des poteaux intérieurs n'ont pas fait l'objet de reconnaissance.

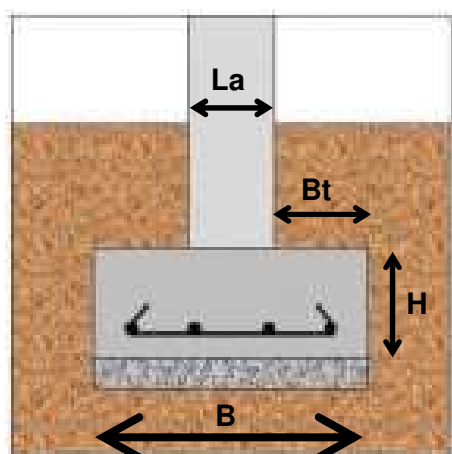
6.1.2. Sollicitations appliquées

D'après les données ci-dessous, nous considérons les sollicitations suivantes dans notre rapport :

- Charges actuelles du bâtiment existant aux ELS (G+Q) : **15 t/ml (soit 150 kN/ml)**.
- Charges futures dans le cas du projet aux ELS (G+Q) :
 - Cas 1 : Implantation de bureaux ou classes : **17.5 t/ml (soit 175 kN/ml)**
 - Cas 2 : Implantation d'une bibliothèque : **19.5 t/ml (soit +195 kN/ml)**

L'épaisseur des appuis considérés dans nos calculs est prise égale à la section des poteaux de façade soit 0.22 m.

En considérant une géométrie de fondation classe, les largeurs de semelles prises en compte sont comme suit :



B : Largeur de la fondation
Bt : Largeur mesuré du débord de la semelle
La : Largeur appui
H : Epaisseur de la fondation

Nous rappelons que pour la configuration « RF1/RF2 », nous ne prenons pas en compte de débord intérieur.

Sondages	largeur de l'appui	débord minimum mesuré	Largeur B en m
RF1 / RF2	0.22 m	0.2	0.42
RF3	0.22 m	0.3	0.82

Une estimation du poids des fondations est faite sur la base de la géométrie définie. Le poids de ces fondations est pris en compte dans la vérification de la capacité portante de celle-ci :

Sondages	Largeur B en m	Hauteur en m	Poids fondation en kN/ml
RF1 / RF2	0.42	1.6	16.8
RF3	0.82	0.3	6.2

Le poids volumique du béton de fondation est pris égale à 25 kN/m^3 (cas du béton armé).

Nous considérons donc les cas de chargement suivants :

Sondages	ELS considéré quasi-permanent		
	Charge initiale	Cas n°1	Cas n°2
RF1 / RF2	166.8	191.8	211.8
RF3	156.2	181.2	201.2

6.1.3. Capacité portante

Il conviendra de s'assurer que l'accroissement de charge apporté additionné à l'effort apporté par la structure actuelle (V_d) reste inférieur aux efforts admissibles par les fondations existantes ($R_{v,d}$).

Les calculs ont été réalisés selon "l'approche 2" au sens de l'Eurocode 7, avec :

- p_{le}^* : pression limite nette équivalente
- D_e : encastrement équivalent
- K_p : facteur de portance pressiométrique pour les sols de fondation de type sol argile et-limon pour la formation n°2.1 ;
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- R_0 : poids du volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux (ici négligé) ;
- $R_{v,d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- V_d : charge totale ($G+Q$) existante + fondation + future ;
- S : Tassements.

Il est à noter que dans le cas de charges inclinées, il conviendra d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$ (dépendant de l'encastrement de la fondation et de l'inclinaison de la charge).

Compte tenu des variations lithologiques possibles dans l'emprise du bâtiment existant, les estimations sont faites sur la base du sondage le plus défavorable soit SP2.

D'après les hypothèses retenues et dans le cas de charges verticales centrées, les descentes de charges pouvant être reprises sont de l'ordre de (calcul selon la norme NF P 94-261) :

RF1 / RF2 (sondage de référence SP2)

Cas	largeur B (m)	Altitude d'assise (m)	Horizon d'ancrage	p_{le}^* (MPa)	K_p	q_{net} (kPa)	$R_{v,d}$ ELU (kN/ml)	$R_{v,d}$ ELS ⁽¹⁾ (kN/ml)	V_d (kN/ml)	S tassement total (cm)
Initial	0.42 m	36.85	n°2.1	1.6	0.914	1462.7	365	222	166.8	0.6
Cas n°1									191.8	0.7 soit + 0.1
Cas n°2									211.8	0.8 soit + 0.2
charge maximum									222	0.8 soit +0.2

Dans cette configuration au droit de RF1/RF2, la reprise de tassement reste faible de l'ordre de quelques millimètres.

RF3 (sondage de référence SP2)

Cas	largeur B (m)	Altitude d'assise (m)	Horizon d'ancrage	p_{le}^* (MPa)	K_p	q_{net} (kPa)	$R_{v,d}$ ELU (kN/ml)	$R_{v,d}$ ELS ⁽¹⁾ (kN/ml)	V_d (kN/ml)	S tassement total (cm)
Initial	0.82 m	36.85	n°2.1	1.6	0.889	1422.4	694	422	156.2	0.4
Cas n°1									181.2	0.5 soit +0.1
Cas n°2									201.2	0.6 soit +0.2
charge maximum									422	1.2 soit + 0.8

Pour le cas RF2 la reprise de tassement reste faible pour les charges annoncées. Néanmoins, elle peut être importante, si la fondation est chargée à sa capacité maximale estimée.

Ces estimations ont été réalisés avec le logiciel FOXTA module Fondsup, les notes de calculs sont présentées en annexe 4.

En première approche, **de manière sécuritaire**, et *en amont de l'étude de conception phase projet (G2 PRO)*, nous proposons de retenir, pour une assise dans les schistes décomposés (formation n°2.1), une valeur de la contrainte σ_{ELS} maximale de 515 kPa et σ_{ELU} maximale de 845 kPa **pour des charges verticales et centrées sur les fondations** (estimation réalisée sur la base de la reconnaissance RF3).

Pour le cas le plus défavorable (RF2/SP2), la reprise de charge admissible est de 55 kN/ml (soit 5.5 t/ml), dans ce cas les tassements absolu totaux attendu sont inférieurs au centimètre. Compte tenu des tassements déjà acquis, les reprises de tassement seront inférieures au demi-centimètre.

Selon les hypothèses faite la surcharge admissible pour le cas le plus défavorable (RF2/SP2) est de 55 kN/ml (soit 5.5 t/ml), dans ce cas la reprise de tassement absolu sera inférieur à 0.5 cm.

En considérant la contrainte admissible sécuritaire σ_{ELS} maximale de 515 kPa, la reprise de charge sera limitée à 49.5 kN/ml (soit 4.95 t/ml).

7. CONCLUSION

Au regard des reconnaissances réalisées, les fondations actuelles sont aptes à supporter le poids de la surcharge liée à la mise en œuvre du niveau supplémentaire qu'il soit des bureaux et des classes, ou qu'il soit une bibliothèque.

Néanmoins, une reprise de tassement sera attendue, elle devrait être inférieure à 0.5 cm à la vue des charges annoncées.

Cette reprise de tassement sera supérieure à 0.5 cm dans le cas où les fondations seront surchargées à leur capacité maximale.

Nous rappelons que l'analyse des différents documents transmis à mis en évidence :

- la présence d'un vide sanitaire sous le niveau bas de la partie Nord, actuellement nous n'avons pas d'information si celui-ci a été démoli lors des travaux réalisés après 1995.
- la présence d'un drainage contre les fondations de la façade Est de la partie Sud du bâtiment et sous le dallage de la partie Sud. Nous préconisons de vérifier la présence et le fonctionnement de ces drainages. S'ils ne sont plus fonctionnels, il sera nécessaire de les remettre en service. Nous rappelons que les réseaux de drainage nécessitent un entretien régulier.

Les sondages réalisés ont permis de reconnaître seulement les fondations de la façade Est. Pour la suite des études, il sera nécessaire de réaliser des reconnaissances sur les fondations de la façade Ouest et sur les appuis ponctuels intérieurs.

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P 94-500 de novembre 2013).

8. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre de l'avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception phase projet (G2 PRO) peut être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure.

Les aléas résiduels à ce stade de l'études sont :

- Les variations lithologiques ou de compacité toujours possibles sur l'emprise du projet,
- La profondeur et le type de fondations des poteaux intérieurs n'ont pas été appréhendés, une reconnaissance de fondation à ce niveau-là doit être réalisée, dans le cadre des études, pour s'assurer des niveaux d'ancrage et de leur capacité portante,
- L'absence de donnée concernant les efforts sismiques de la structure actuel et de la structure future, les fondations pourront nécessiter une vérification à l'ELU sismique dans le cadre des études PRO et/ou EXE,
- L'incertitude sur la capacité de la structure existante à reprendre les efforts du projet. Notre étude géotechnique ne constitue pas un diagnostic structurel du bâti existant.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

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

(extraits de la norme NF P 94-500 de Novembre 2013)

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. — Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**

- coupe des sols,
- venue d'eau éventuelle,

Et, pour chaque essai pressiométrique effectué :

- module pressiométrique E_M (MPa)
- pression limite nette p_i^* (MPa)
- pression de fluage nette p_f^* (MPa)
- rapport E_M/p_i^*

- **Fouille de reconnaissance de fondation mitoyenne :**

- schéma de la reconnaissance effectuée et coupe détaillée des sols,
- photographie de la fouille.

Dossier : OVA2.MR082

Chantier : RENNES (35) - Bâtiment A du Campus Ville-Jean
Université Rennes 2

Client : Université Rennes 2

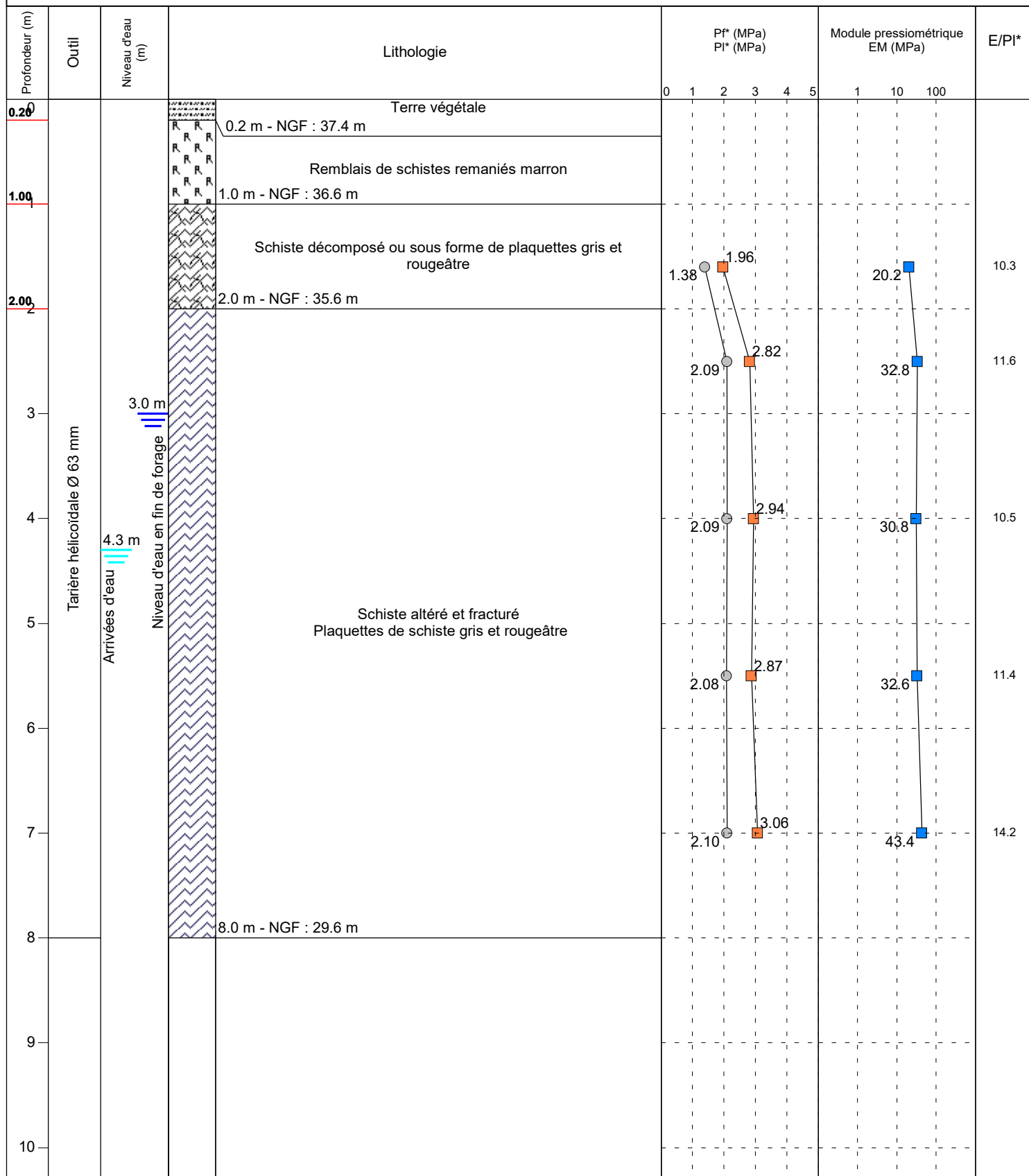
Echelle : 1/50

Machine : M244

Altitude : 37.6 m NGF

Date de forage : 03/11/2022

Profondeur du forage : 8.00 m



Dossier : OVA2.MR082

Chantier : RENNES (35) - Bâtiment A du Campus Ville-Jean
Université Rennes 2

Client : Université Rennes 2

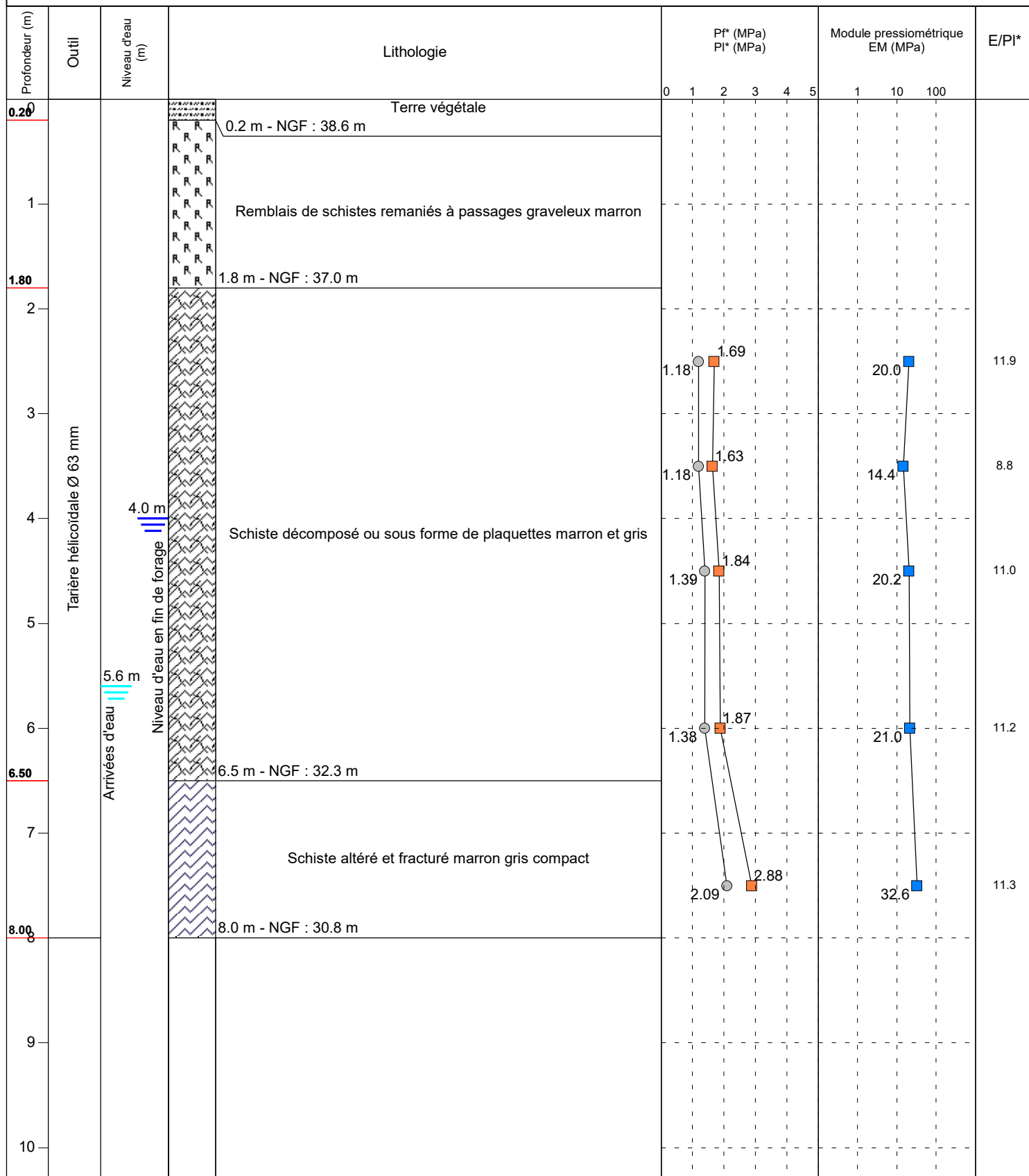
Echelle : 1/50

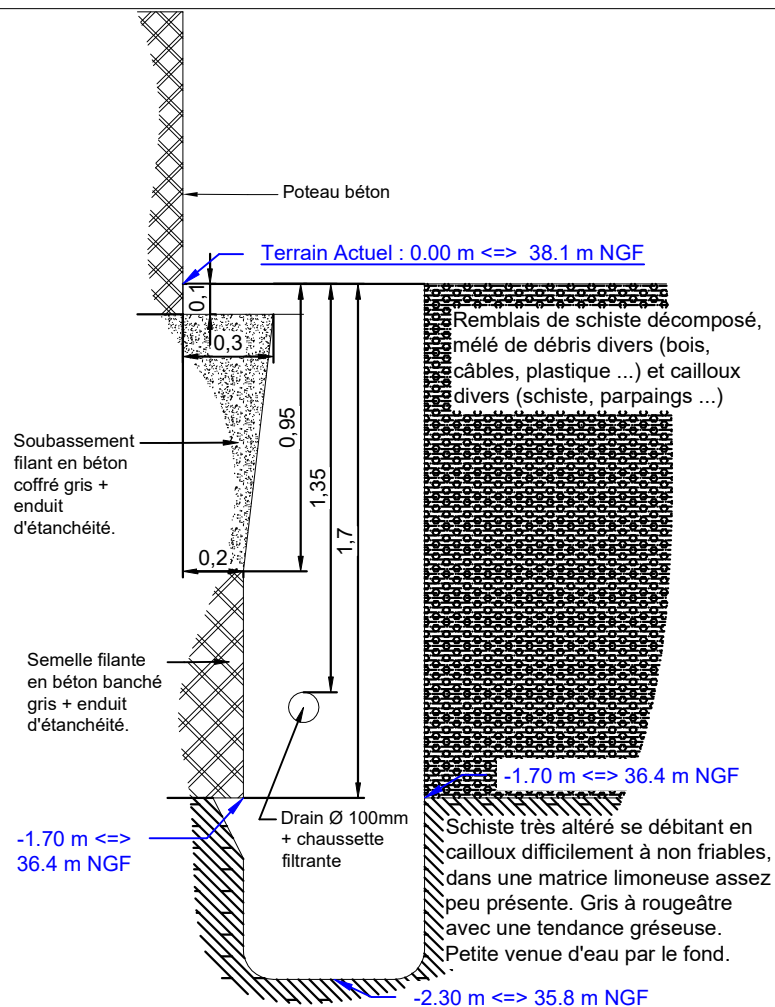
Machine : M244

Altitude : 38.8 m NGF

Date de forage : 03/11/2022

Profondeur du forage : 8.00 m





Fouille RF2

Semelle filante en béton banché descendant à 1.7 m sous le TA, et reposant sur un schiste très altéré.
La semelle montre un débord de 20 cm par rapport à l'axe du poteau.

RENNES (35) - Campus Villejean - Bât A
Reconnaissance des fondations

Dossier : OVA2.MR082

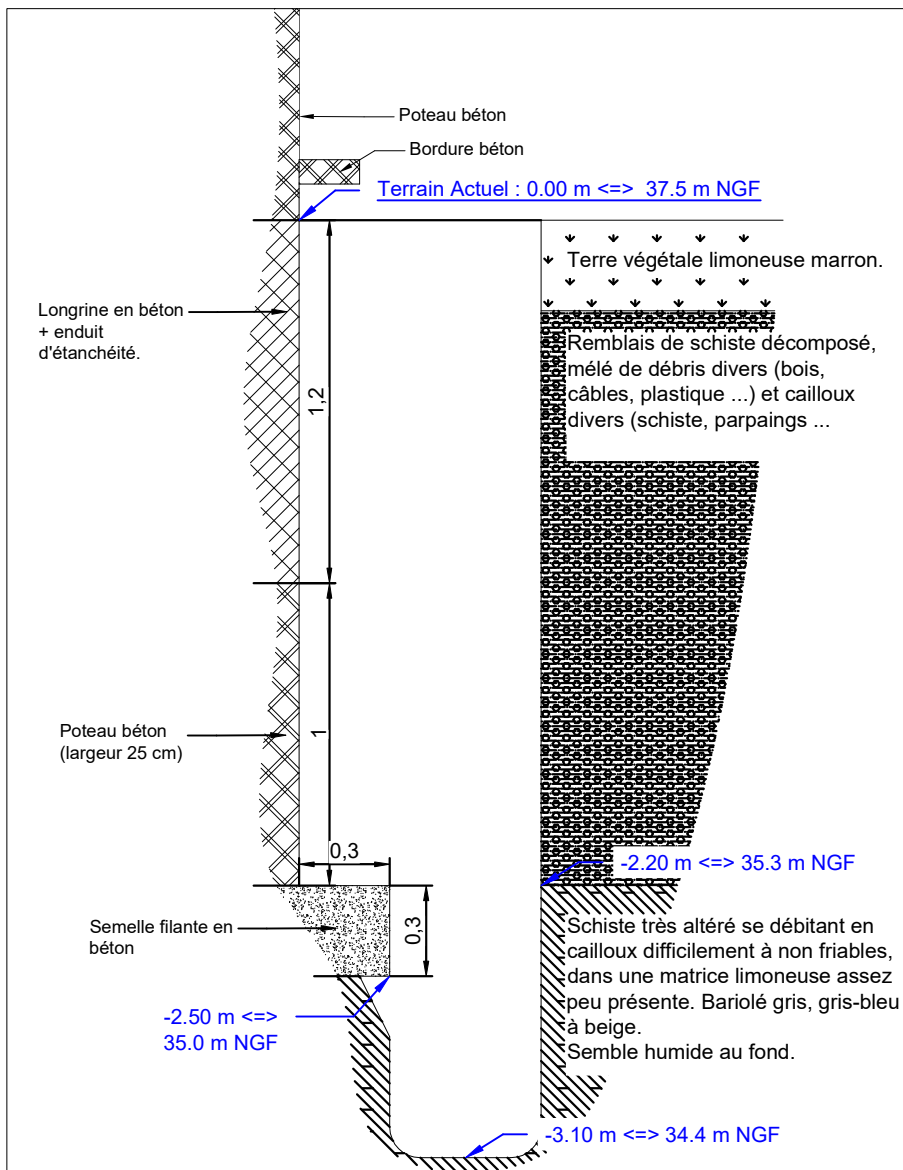
Date : 02/11/2022

Echelle : 1/25 (format A4)

Chargée d'affaire : LBE

GINGER
CEBTP

Ginger CEBTP
Agence de RENNES
ZA de Beauséjour
35520 La Mézière



Fouille RF3

Longrine d'une hauteur de 1,2 m en appuie sur un poteau en béton de 1 m de hauteur, reposant sur une semelle filante en béton de 30 cm d'épaisseur, descendant à 2.5 m sous le TA, et ancré de 30 cm dans un schiste très altéré.

La semelle montre un débord de 30 cm par rapport à l'axe du poteau.

RENNES (35) - Campus Villejean - Bât A
Reconnaissance des fondations

Dossier : OVA2.MR082

Date : 02/11/2022

Echelle : 1/25 (format A4)

Chargée d'affaire : LBE

GINGER
CEBTP

Ginger CEBTP
Agence de RENNES
ZA de Beauséjour
35520 La Mézière

ANNEXE 4 – ESTIMATION DE LA CAPACITE DES FONDATION

- **Modélisation des fondations existantes sous FOXTA module FONDSUP :**
 - RF1/RF2 – SP2,
 - RF3/SP2.

Données

Titre du projet : Bâtiment A Campus Ville-Jean - Rennes (35)

Numéro d'affaire : OVA2.MR082-1

Commentaires : Capacités portantes des fondations

Titre du calcul : RF1/RF2 - SP2 (Fondation n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,42

Cote du TN initial Zini (m) : 37,10

Cote du TN final Zfin (m) : 37,10

Cote de base fondation Zd (m) : 36,85

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

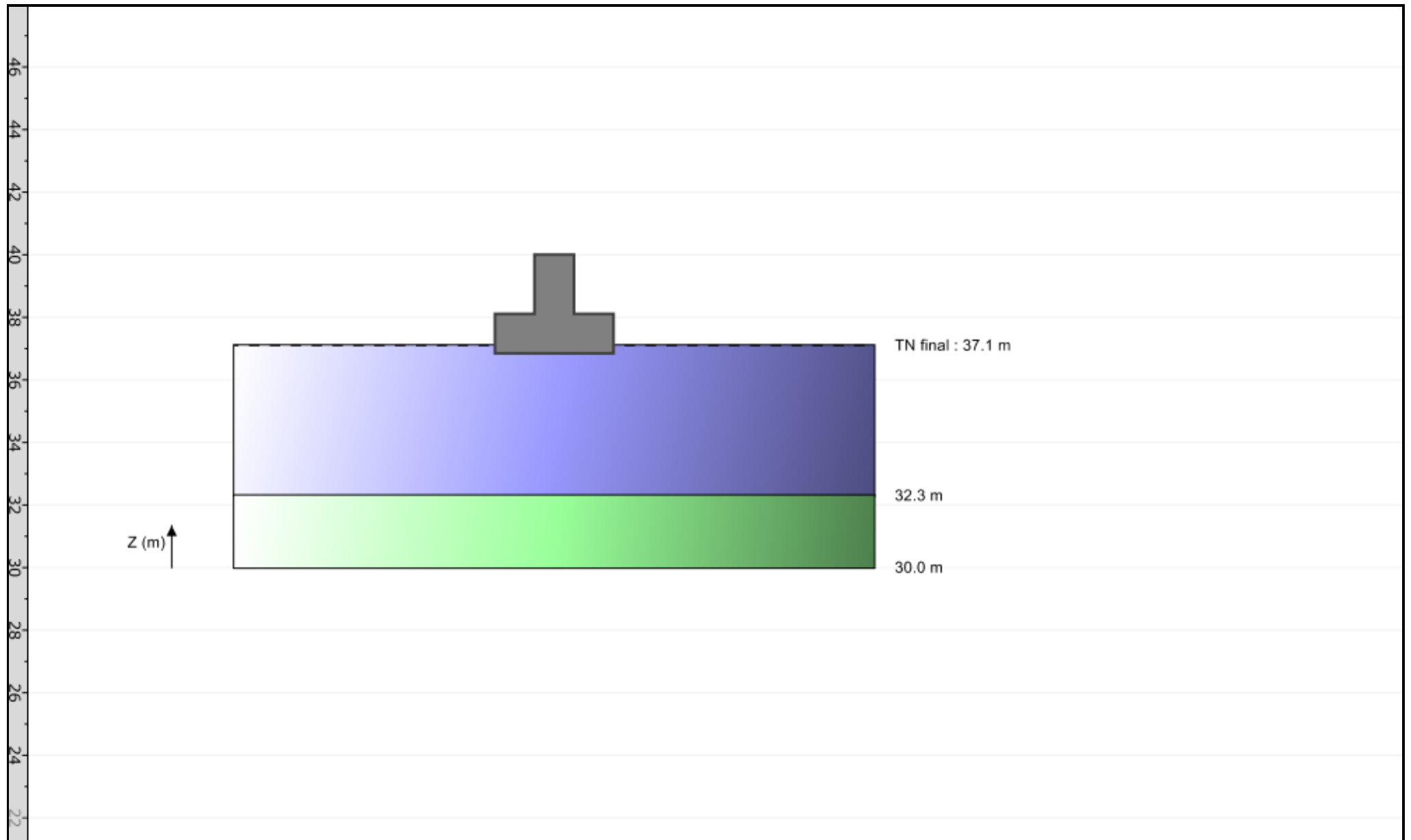
Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	n°2.1 - Schiste décomposé		32,30	1600,00	15000,00	0,50
2	n°2.2 - Schiste altéré		30,00	2800,00	30000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	166,8	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	191,8	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	211,8	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
4	222,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
n°2.1 - Schiste décomposé	1	37,10	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	2	36,90	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	3	36,70	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	4	36,50	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	5	36,30	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	6	36,10	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	7	35,90	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	8	35,70	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	9	35,50	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	10	35,30	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	11	35,10	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	12	34,90	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	13	34,70	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	14	34,50	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	15	34,30	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	16	34,10	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	17	33,90	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	18	33,70	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	19	33,50	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	20	33,30	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	21	33,10	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	22	32,90	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	23	32,70	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	24	32,50	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	25	32,30	1600,00	15000,00
n°2.1 - Schiste décomposé	26	32,30	1600,00	15000,00
n°2.2 - Schiste altéré	27	32,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	28	32,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	29	31,90	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	30	31,70	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	31	31,50	2800,00	30000,00

Profil du terrain sous la fondation (2/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
n°2.2 - Schiste altéré	32	31,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	33	31,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	34	30,90	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	35	30,70	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	36	30,50	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	37	30,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	38	30,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	39	30,00	2800,00	30000,00

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	166,80	0,00	0,00	1,00	222,58	-	Ok	Ok	-	0,57
2	ELS-Quasi-permanentes	191,80	0,00	0,00	1,00	222,58	-	Ok	Ok	-	0,66
3	ELS-Quasi-permanentes	211,80	0,00	0,00	1,00	222,58	-	Ok	Ok	-	0,73
4	ELS-Quasi-permanentes	222,00	0,00	0,00	1,00	222,58	-	Ok	Ok	-	0,76



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 16/01/2023 - 16:41:12
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : RF1/RF2 - SP2

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,91	1600,00	1462,70	0,42	2,76	222,58
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,91	1600,00	1462,70	0,42	2,76	222,58
3	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,91	1600,00	1462,70	0,42	2,76	222,58
4	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,91	1600,00	1462,70	0,42	2,76	222,58



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 16/01/2023 - 16:41:12
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : RF1/RF2 - SP2

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λ_c : Coefficient de forme sphérique

λ_d : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,50	2,65	0,50	15000,00	15000,00	0,00	397,14	0,09	0,48	0,57
2	1,50	2,65	0,50	15000,00	15000,00	0,00	456,67	0,11	0,55	0,66
3	1,50	2,65	0,50	15000,00	15000,00	0,00	504,29	0,12	0,61	0,73
4	1,50	2,65	0,50	15000,00	15000,00	0,00	528,57	0,12	0,64	0,76

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type : Type de raideur
- Kv [kN/m] : Raideur verticale
- KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	2,909E04	2,870E04	0,000E00	2,313E03	0,000E00
Raideurs statiques CT	5,817E04	5,740E04	0,000E00	4,626E03	0,000E00
Raideurs sismiques Min	8,726E04	8,610E04	0,000E00	6,939E03	0,000E00
Raideurs sismiques Max	1,745E05	1,722E05	0,000E00	1,388E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 16/01/2023 - 16:41:12
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 1/2)
Titre du calcul : RF1/RF2 - SP2

Données

Titre du projet : Bâtiment A Campus Ville-Jean - Rennes (35)

Numéro d'affaire : OVA2.MR082-1

Commentaires : Capacités portantes des fondations

Titre du calcul : RF3 - SP2 (Fondation n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation filante

Largeur B (m) : 0,82

Cote du TN initial Zini (m) : 37,10

Cote du TN final Zfin (m) : 37,10

Cote de base fondation Zd (m) : 35,00

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 0,0

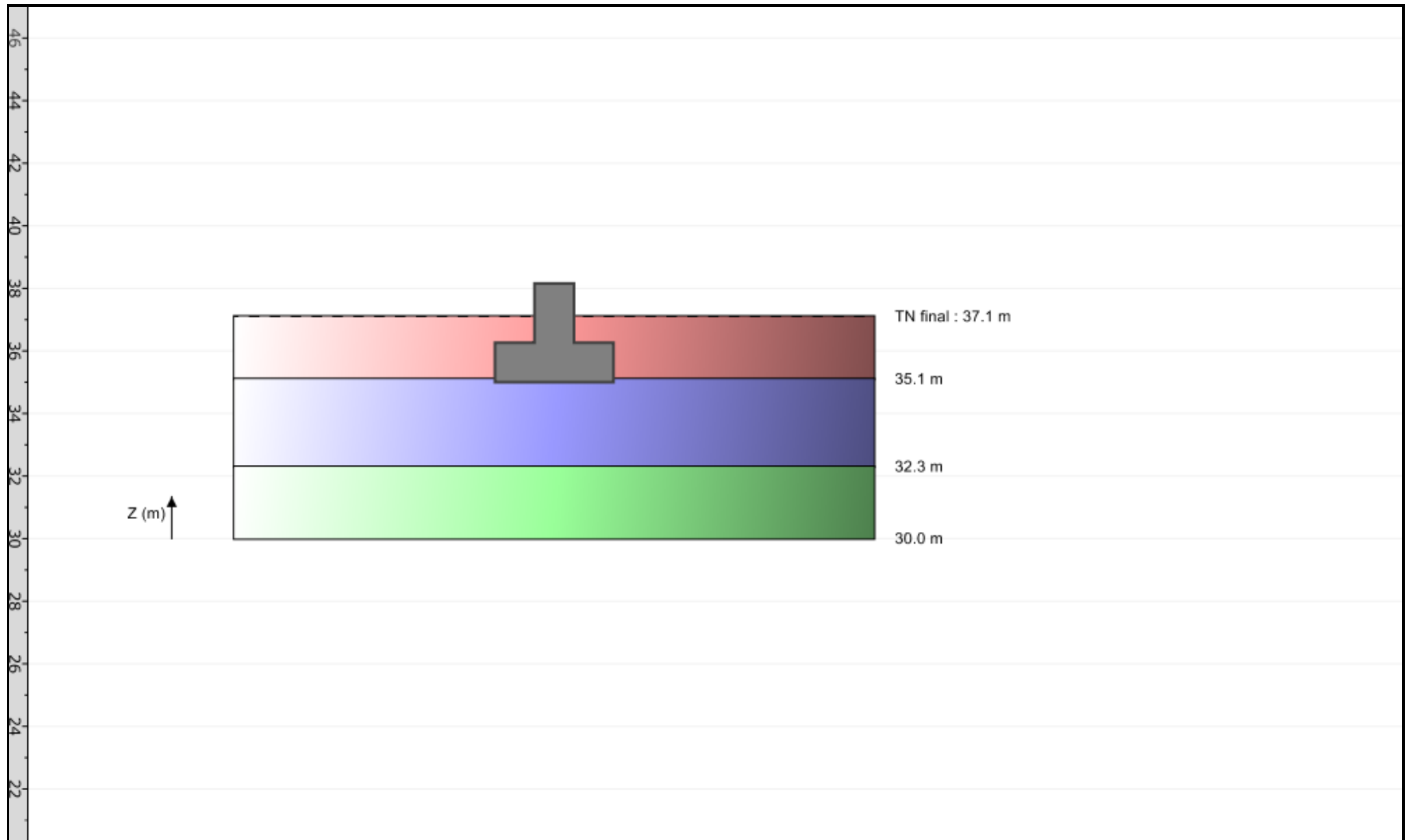
Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	n°1 Remblai		35,10	200,00	2000,00	1,00
2	n°2.1 Schiste décomposé		32,30	1600,00	15000,00	0,50
3	n°2.2 - Schiste altéré		30,00	2800,00	30000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	MB,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	156,2	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	181,2	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
3	201,2	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
4	422,0	0,0	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes

Onglet "Paramètres généraux"



Profil du terrain sous la fondation

Couche : Nom de la couche

Point de calcul : Point de calcul

Zpoint [m] : Cote du point de calcul

pl* [kPa] : Pression limite nette du terrain

EM [kPa] : Module pressiométrique du terrain

Profil du terrain sous la fondation (1/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
n°1 Remblai	1	37,10	200,00	2000,00
n°1 Remblai	2	36,90	200,00	2000,00
n°1 Remblai	3	36,70	200,00	2000,00
n°1 Remblai	4	36,50	200,00	2000,00
n°1 Remblai	5	36,30	200,00	2000,00
n°1 Remblai	6	36,10	200,00	2000,00
n°1 Remblai	7	35,90	200,00	2000,00
n°1 Remblai	8	35,70	200,00	2000,00
n°1 Remblai	9	35,50	200,00	2000,00
n°1 Remblai	10	35,30	200,00	2000,00
n°1 Remblai	11	35,10	200,00	2000,00
n°1 Remblai	12	35,10	200,00	2000,00
n°2.1 Schiste décomposé	13	35,10	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	14	34,90	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	15	34,70	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	16	34,50	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	17	34,30	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	18	34,10	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	19	33,90	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	20	33,70	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	21	33,50	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	22	33,30	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	23	33,10	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	24	32,90	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	25	32,70	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	26	32,50	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	27	32,30	1600,00	15000,00
n°2.1 Schiste décomposé	28	32,30	1600,00	15000,00
n°2.2 - Schiste altéré	29	32,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	30	32,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	31	31,90	2800,00	30000,00

Profil du terrain sous la fondation (2/2)

Couche	Point de calcul	Zpoint	pl*	EM
n°2.2 - Schiste altéré	32	31,70	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	33	31,50	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	34	31,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	35	31,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	36	30,90	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	37	30,70	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	38	30,50	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	39	30,30	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	40	30,10	2800,00	30000,00
n°2.2 - Schiste altéré	41	30,00	2800,00	30000,00

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	156,20	0,00	0,00	1,00	422,51	-	Ok	Ok	-	0,43
2	ELS-Quasi-permanentes	181,20	0,00	0,00	1,00	422,51	-	Ok	Ok	-	0,50
3	ELS-Quasi-permanentes	201,20	0,00	0,00	1,00	422,51	-	Ok	Ok	-	0,55
4	ELS-Quasi-permanentes	422,00	0,00	0,00	1,00	422,51	-	Ok	Ok	-	1,16



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 11/01/2023 - 18:44:24
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : RF3 - SP2

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge** : Indice du cas de charge
- Combinaison** : Type de combinaison
- iδβ** : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp** : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa]** : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa]** : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- seff [m²]** : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal** : Facteur de sécurité global
- Rvd [kN]** : Valeur de calcul de la résistante nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	seff	Fglobal	Rvd
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,89	1600,00	1422,10	0,82	2,76	422,51
2	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,89	1600,00	1422,10	0,82	2,76	422,51
3	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,89	1600,00	1422,10	0,82	2,76	422,51
4	ELS-Quasi-permanentes	1,00	0,89	1600,00	1422,10	0,82	2,76	422,51



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 11/01/2023 - 18:44:24
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : RF3 - SP2

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,50	2,65	0,58	15000,00	16191,00	0,00	190,49	0,10	0,33	0,43
2	1,50	2,65	0,58	15000,00	16191,00	0,00	220,98	0,12	0,38	0,50
3	1,50	2,65	0,58	15000,00	16191,00	0,00	245,37	0,13	0,43	0,55
4	1,50	2,65	0,58	15000,00	16191,00	0,00	514,63	0,27	0,89	1,16

Raideurs équivalentes de la fondation

- Type** : Type de raideur
- Kv [kN/m]** : Raideur verticale
- KHB [kN/m]** : Raideur horizontale selon B
- KHL [kN/m]** : Raideur horizontale selon L
- KMB [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon B
- KML [kNm/rad]** : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,629E04	3,580E04	0,000E00	1,100E04	0,000E00
Raideurs statiques CT	7,257E04	7,161E04	0,000E00	2,200E04	0,000E00
Raideurs sismiques Min	1,089E05	1,074E05	0,000E00	3,300E04	0,000E00
Raideurs sismiques Max	2,177E05	2,148E05	0,000E00	6,599E04	0,000E00



FoXta v4
v4.1.12

Imprimé le : 11/01/2023 - 18:44:24
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : RF1-RF2-SP12
Module : Fondsup (Fondation 2/2)
Titre du calcul : RF3 - SP2



www.groupe-cebtp.com

CONTACTS BRETAGNE

VANNES (56)

13 rue Camille Claudel - ZA de Tréhuinec
56890 PLESCOP
Téléphone +33 (0)2 97 40 25 65
cebtp.vannes@groupeginger.com

BREST (29)

65 place Nicolas Copernic
29280 PLOUZANE
Téléphone +33 (0)2 98 30 67 20
cebtp.brest@groupeginger.com

RENNES (35)

6 rue de l'Aiguillage - ZA Beauséjour
35520 LA MEZIERE
Téléphone +33 (0)2 99 27 51 10
cebtp.rennes@groupeginger.com

QUIMPER (29)

112 boulevard de Créac'h Gwen
29000 QUIMPER
Téléphone +33 (0)2 98 10 12 11
cebtp.quimper@groupeginger.com

www.ginger-cebtp.com