



FONDASOL BREST

7 RUE PIERRE MARTIN

29200 BREST

☎ 02 98 41 46 90

✉ brest@groupefondasol.com

SA HLM AIGUILLON CONSTRUCTION



Bâtiments de logements collectifs avec maison médicale REDENE (29)

Etude géotechnique G2-PRO

PR.29GT.25.0048 - 002

Rév.	Date	Nb pages*	Modifications	Rédacteur	Contrôleur	Approbateur
-	03/03/26	23	1 ^{ère} diffusion	A. RAULT-VERPREY	J. DE CACQUERAY	J. DE CACQUERAY
A						
B						
C						

* Nombre de pages hors annexes, paginées séparément.

SOMMAIRE

A.	Présentation de notre mission	4
A.1.	Éléments du contrat	4
A.2.	Mission selon la norme NF P94-500	4
A.3.	Documents à notre disposition pour cette étude	5
A.4.	Description du projet	5
B.	Caractéristiques générales du site	7
B.1.	Description générale	7
B.2.	Résultats de l'enquête documentaire	7
C.	Synthèse géotechnique et hydrogéologique	8
C.1.	Investigations	8
C.2.	Géologie et géomécanique	8
C.3.	Hydrogéologie : niveaux d'eau	8
D.	Ouvrages géotechniques du projet	10
D.1.	Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques	10
D.2.	Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet	10
D.3.	Conditions générales de terrassement	10
D.4.	Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines	11
D.5.	Modes de fondations et structures de niveaux bas retenus	11
D.6.	Définition de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) retenue pour le projet	12
E.	Étude de l'assise des dallages	13
E.1.	Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme	13
E.2.	Objectifs visés et ébauche dimensionnelle de la couche de forme	13
E.3.	Justification des dallages	14
E.4.	Contrôles	14
E.5.	Estimation des tassements	14
E.6.	Dispositions constructives et sujétions d'exécution	14
E.7.	Suivi et supervision d'exécution	15
F.	Études des fondations superficielles	17
F.1.	Type et niveaux d'assise des fondations	17
F.2.	Modèle géotechnique	18
F.3.	Contraintes de calcul pour les fondations – cas de charges verticales et centrées	18
F.4.	Descente de charge	19
F.5.	Dimensionnement des fondations	21
F.6.	Calcul des tassements	21
F.7.	Dispositions constructives et des sujétions d'exécution	21
F.8.	Contrôles	22

G.	Suites à donner	23
G.1.	Incertitudes subsistant / risques résiduels	23
G.2.	Enchaînement des missions normalisées	23

ANNEXES

- 1. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page**
- 2. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – 1 page**
- 3. Sorties de calculs – 6 pages**
- 4. Résultats des investigations in situ – 8 pages**

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : SA HLM AIGUILLON CONSTRUCTION

Devis : SQ.29GT.25.01.049

Commande : BC n° AC/C15451 du 20/03/2025

A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Etude géotechnique G2 phase PRO selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013), en vue de la construction de deux immeubles de logements collectifs avec une maison médicale, rue de la fontaine à REDENE (29).

Elle fait suite à l'étude G2 phase AVP établie par FONDASOL sous la référence PR.29GT.25.0048 – 001 (12/05/2025). Les deux rapports sont indissociables.

Le présent rapport comprend :

- la synthèse du contexte géotechnique du site et l'analyse de son influence sur le projet,
- la description des ouvrages géotechniques du projet,
- les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages,
- le résultat des prédimensionnements des principaux ouvrages géotechniques,
- la définition de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG),
- les sujétions d'exécution et de contrôle des ouvrages géotechniques,
- les suites à donner.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- l'étude hydrogéologique (détermination des niveaux EH, EB, EE, etc.),
- l'estimation des descentes de charges,
- l'étude des chaussées,
- l'étude des ouvrages de gestion des eaux pluviales,
- l'étude structurelle des ouvrages géotechniques,
- l'établissement des plans et coupes,
- l'approche des quantités, coûts et délais.

A.3. Documents à notre disposition pour cette étude

A.3.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

N°	Document	Émetteur	Référence	Ind	Date Emission
[1]	Dossier complet de plans – Etude de faisabilité du permis de construire	AIGUILLON CONSTRUCTION	ESQ	A	Septembre 2024
[2]	25-182-16 Logement – Rédené – PRO : Plans de principe structure béton	SECOBA	25-182	-	01/01/2023
[3]	25-182-Redené-DDC : Descentes de charges bâtiments A et B	SECOBA	25-182	-	-

A.3.2. Données manquantes

Les éléments suivants ne nous ont pas été fournis :

- Valeurs de déformations admissibles des ouvrages projetés.

Pour les besoins de l'étude, des hypothèses ont été faites, dont il conviendra de vérifier la validité avant passation des marchés des travaux.

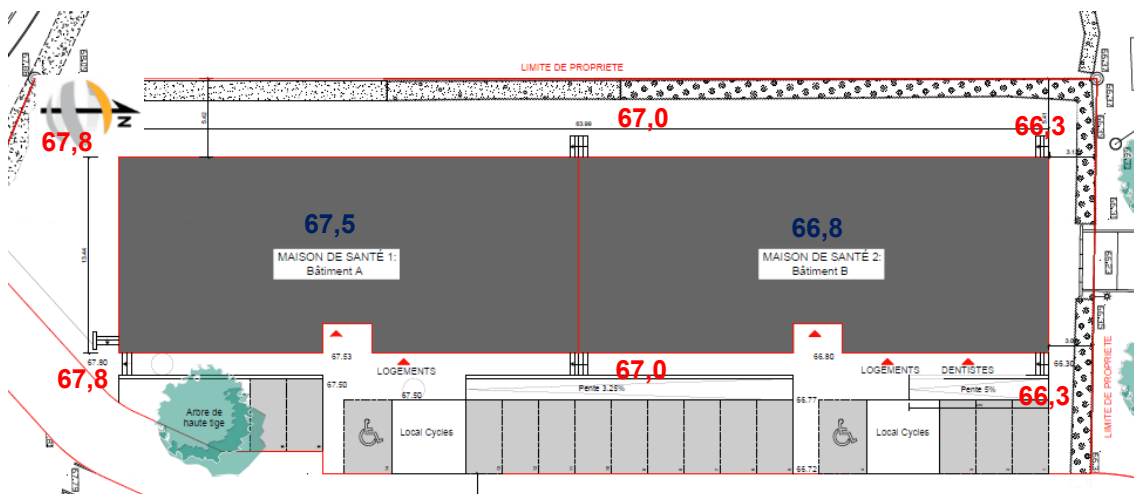
A.4. Description du projet

A.4.1. Caractéristiques générales du projet et des ouvrages

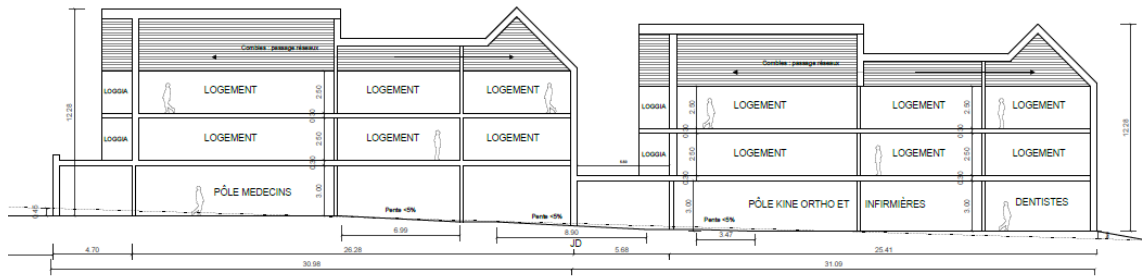
Le projet prévoit la construction de deux immeubles de logements collectifs accolés avec une maison médicale en rez-de-chaussée, bâtiments de type R+2, sans sous-sol.

Les niveaux bas seront établis respectivement aux altitudes 67,5 m NGF et 66,8 m NGF pour les bâtiments A et B.

Afin de s'adapter à la topographie du site, les plates-formes seront terrassées en léger déblai/remblai sur des hauteurs/épaisseurs n'excédant pas 50 cm.



Plan masse, extrait de [1], avec reports altimétrie niveau bas en bleu et altimétrie TN en rouge (en m NGF)



Coupe AA extrait de [I]

A.4.2. Catégorie géotechnique et de durée d'utilisation du projet des ouvrages

Les hypothèses retenues, conformément à l'Eurocode 0 et à l'Eurocode 7, sont les suivantes :

- Catégorie géotechnique du projet : 2
- Classe de conséquence des ouvrages : CC2
- Catégorie de durée d'utilisation des ouvrages définitifs : 4 (50 ans)

Ces hypothèses seront à confirmer par le Maître d'ouvrage.

A.4.3. Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique

La catégorie d'importance d'ouvrage qui figure dans les éléments communiqués est : II.

B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

On se reportera à l'étude G2 phase AVP établie par FONDASOL sous la référence PR.29GT.25.0048 - 001 (12/05/2025).

B.1. Description générale

B.1.1. Situation et topographie

Confer étude G2 phase AVP.

Au droit de l'emprise du projet, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 67,9 m NGF et 69,3 m NGF, soit un dénivelé de 1,4 m. Le terrain présente une pente légère ($\approx 3\%$) descendante vers le Nord.

B.1.2. Le site et son environnement

Confer étude G2 phase AVP.

Lors de notre intervention dans le cadre de la mission G2AVP en 2025, un bâtiment à démolir était présent dans l'emprise du projet, au Sud-Ouest du site.

B.2. Résultats de l'enquête documentaire

B.2.1. Contexte géologique général

Confer étude G2 phase AVP.

B.2.2. Risques naturels connus

Confer étude G2 phase AVP.

B.2.3. Eléments d'historique et autres risques

Confer étude G2 phase AVP.

C. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

C.1. Investigations

On se reportera à l'étude G2 phase AVP établie par FONDASOL sous la référence PR.29GT.25.0048 - 001 (12/05/2025) pour connaître de détail du programme des investigations réalisées et des résultats obtenus.

Remarque importante : Une erreur de nivellement des sondages au stade de la G2AVP a été identifiée. Le nivellement des sondages a été corrigé sur la base des informations reportées sur le plan topographique inséré dans le cahier de plans de l'étude de faisabilité [1].

Les coupes de sondages corrigées sont jointes en annexe 4.

C.2. Géologie et géomécanique

En synthèse le contexte géologique mis en évidence est le suivant :

- **Formation 1 : Remblais sablo-graveleux**, recoupés sur les 0,1 à 0,2 premiers mètres ;
- **Formation 2 : Limons +/- sableux marron**, identifiés au droit de SP2 et SP3 jusqu'à 1,2 à 1,3 m de profondeur et ponctuellement humides (SP3) ;
- **Formation 3 : Sables limono-graveleux marron orangé**, issus de la décomposition du gneiss, observés jusqu'à 1,7 m de profondeur au droit de SP1 uniquement ;
- **Formation 4 : Gneiss altérés à fragmentés, marron orangé à beige.**

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques et pénétrométriques. Elles sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

N°	Formation	Essais pressiométriques				Pénétromètre dynamique	
		Résistance de pointe q_d (MPa)		Module pressiométrique E_M (MPa)		Nb valeurs	Résistance de pointe q_d (MPa)
		Min	Max	Min	Max		
1	Limon +/- sableux marron	0,25	0,45	4	7	2	$2 < q_d < 5$
2	Sables limono-graveleux marron orangé	1,5		22		1	$15 < q_d < 25$
3	Gneiss altéré à fragmenté	2,5	>5,0	30	200	8	$25 < q_d$

C.3. Hydrogéologie : niveaux d'eau

Lors de notre intervention (avril 2025), aucune arrivée d'eau n'a été rencontrée jusqu'aux profondeurs atteintes par les sondages (6 m).

L'intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques précises, dans la mesure où le niveau d'eau mentionné dans le rapport d'étude correspond nécessairement à celui relevé à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Ainsi, à l'issue d'une période pluvieuse, les eaux météoriques sont susceptibles de rester piégées en tête des matériaux limoneux peu perméables, notamment lors des terrassements et après aménagements des plates-formes (tel qu'observé au droit du sondage SP3 avec la présence de limons humides).

Également, des circulations d'eau pourraient subvenir, de manière aléatoire, dans le substratum plus ou moins altéré, en période climatique défavorable.

D. OUVRAGES GEOTECHNIQUES DU PROJET

D.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence :

- Présence de limons sableux d'épaisseur métrique reposant sur des sables +/- limono-graveleux de décomposition du gneiss sous-jacent ;
- Existence d'un bâtiment à démolir à l'extrémité Sud-Ouest du projet.

D.2. Travaux d'adaptation du site pour accueillir le projet

D.2.1. Démolition

Il conviendra de s'assurer de la bonne conduite des opérations de démolition qui doivent comprendre au minimum :

- Démolition et purge des structures existantes enterrées (fondations, dallages, cuves enterrées, réseaux, ...) ;
- Relevé minutieux, par un géomètre, de la localisation, profondeur et géométrie des structures enterrées ;
- Le comblement des purges en utilisant un matériau granulaire insensible à l'eau, mis en œuvre et compacté selon les recommandations du guide GTR.

En fonction des éléments ci-avant, des adaptations des ouvrages géotechniques du projet pourront être nécessaires (purges, substitutions, choix des techniques, implantation des fondations...).

D.2.2. Déblais, remblais

Aucuns travaux préalables n'est nécessaire sur ce site, en dehors des terrassements en déblai/remblai qui devraient être limités à 50 cm de hauteur/épaisseur (voir § A.4).

D.3. Conditions générales de terrassement

Les terrassements pourront être réalisés avec des moyens classiques.

La rencontre d'éléments rocheux et/ou vestiges éventuels pourra nécessiter ponctuellement l'emploi de moyens de déroctage (BRH, ...).

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, ...) afin d'assurer l'assainissement et la portance des plateformes et d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Les fonds de forme seront essentiellement constitués de matériaux limoneux et sableux, sols sensibles à l'eau, susceptibles de perdre toute portance par imbibition ou remaniement.

Des difficultés de circulation des engins de chantier sont à prévoir en période de pluie notamment. Une amélioration de la plate-forme par la réalisation d'une couche (de forme) granulaire pourra être nécessaire à la traficabilité.

Les terrassements seront exécutés de préférence en dehors des périodes de pluie et en dehors des périodes de hautes eaux.

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté, à partir d'une étude environnementale spécifique.

D.4. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

Les investigations n'ont pas mis en évidence la présence d'eaux souterraines sur la profondeur des sondages, lors de la campagne réalisée.

Le projet ne prévoit pas de déblai notable ni d'ouvrages enterrés, des dispositions de drainage sont néanmoins à prévoir, pour la gestion des eaux météoriques.

Nota : quelles que soient les dispositions de gestion des eaux mises en œuvre, il conviendra de vérifier que ces dispositions respectent la réglementation en vigueur (notamment loi sur l'eau et les milieux aquatiques).

D.5. Modes de fondations et structures de niveaux bas retenus

D.5.1. Fondations

Compte-tenu du contexte géotechnique et du projet, les solutions de fondations retenues sont des fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées ancrées indifféremment dans les sables limono-graveleux issus de la décomposition du gneiss et les gneiss altérés à fragmentés.

Les limons devront impérativement être traversés afin d'assurer un ancrage des fondations dans les gneiss décomposés et/ou les gneiss altérés à fragmentés.

D.5.2. Niveaux bas

D'après les éléments en notre possession, la réalisation d'un dallage sur terre-plein reste à valider par le Maître d'ouvrage et son Maître d'Œuvre.

Au vu des éléments transmis, le projet nécessite des terrassements en léger déblai / remblai, sur des hauteurs / épaisseurs n'excédant pas 0,5 m.

Un dallage sur terre-plein pourra être envisagé.

Cette solution nécessitera la mise en œuvre d'une couche de forme épaisse et des aléas ne sont pas à exclure en phase chantier, à savoir épaisseurs potentiellement importantes de remblais ou de terrains remaniés à substituer par des matériaux de qualité au droit des ouvrages démolis et/ou en présence de limons sableux humides comme observés localement au droit de nos sondages.

Un niveau bas conçu sous la forme d'un plancher porté par les fondations (dalle portée), sur vide de construction au droit des niveaux bas légèrement « surélevés », pourra également être examiné.

Cette solution pourrait s'avérer économiquement plus intéressant et présente l'avantage de limiter les surcoûts inhérents aux aléas de chantier (période climatique défavorable, délais de réalisation, purges et substitutions importantes, ...).

D.5.2.1. Information sur la présence de radon

Nous rappelons que la commune est classée en catégorie 3 vis-à-vis de la concentration en radon. Des dispositions doivent donc être prises pour réduire le niveau de pollutions. L'efficacité de ces mesures peut être renforcée par la mise en surpression de l'espace habité ou la mise en dépression des parties basses du bâtiment (sous-sol ou vide sanitaire lorsqu'ils existent).

D.6. Définition de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) retenue pour le projet

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

En l'absence de déblai ou remblai notable, la Zone d'Influence Géotechnique retenue s'étend sur une distance horizontale de 3 m autour des ouvrages et aménagement projetés.

E. ÉTUDE DE L'ASSISE DES DALLAGES

E.1. Préparation du support – nature et qualité de la couche de forme

Les travaux de terrassements ne devraient pas poser de difficultés aux engins usuels de terrassement ; toutefois les terrains rencontrés étant sensibles à l'eau (limons sableux et sables limoneux), l'aléa météorologique sera à prendre en compte.

Des mesures permettant l'assainissement de la plateforme devront être prises, de façon à éviter toute stagnation d'eau : formes de pentes, fossés et tranchées drainantes, création d'un exutoire suffisant et pérenne, etc.

La mise en œuvre des matériaux granulaires de couche de forme devra se faire de préférence au fur et à mesure du décapage et des décaissements afin de ne pas exposer les arases aux conditions climatiques.

E.2. Objectifs visés et ébauche dimensionnelle de la couche de forme

L'objectif de la couche de forme est d'obtenir une portance minimale et pérenne. Les critères de réception sur plateforme, conformément au DTU I3.3, sont les suivants :

- Module de second cycle EV2 : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ (pour une surcharge $\leq 2 \text{ t/m}^2$).
- Indice de compactage $EV2/EV1 \leq 2,2$.

La nature du matériau constitutif de la couche de forme sous dallage devra être conforme aux recommandations du DTU I3.3 ; conformément à ce document on n'utilisera pas de graves issues de la filière du recyclage.

L'épaisseur de couche de forme sera fonction de la portance du sol support après purge complète des matériaux impropres (remblais, terrains végétalisés, sols remaniés et/ou imbibés). Cette portance sera fortement impactée par les conditions météorologiques, la gestion des eaux du chantier et pourra nécessiter des adaptations.

L'entreprise devra adapter les modes de mise en œuvre et de compactage aux caractéristiques du site, au matériau retenu et au matériel dont elle dispose, afin d'obtenir les critères de réception demandés.

En première approche et pour une réalisation des travaux en période favorable, l'épaisseur de la couche de forme en matériaux granulaire d'apport de type GNT D2I ou D3I ou concassé issus de roche dure R4I ou R6I ($D_{\max} < 100 \text{ mm}$) peut être estimée à :

- 80 à 100 cm sur géotextile, pour un fond de forme composé de limons sableux marron sur la majeure partie des bâtiments. Ce géotextile pourra avantageusement être remplacé par un cloutage du fond de forme en présence de limons dans un état hydrique humide. ;

En cas de purges importantes ponctuellement ou de remblais de rehausse, le rattrapage de niveau entre l'arase de terrassement et la base de la couche de forme sera comblée suivant nécessité par des matériaux de type 0/150 mm (granulométrie maximum) soigneusement compacté.

Si l'on cherche à obtenir des valeurs de réception de plateforme plus élevées que ci-dessus, ou bien en cas de pluie lors de la mise en œuvre, il faudra augmenter l'épaisseur de la couche de forme.

E.3. Justification des dallages

Les caractéristiques à retenir à long terme pour le dimensionnement du dallage, conformément au DTU 13.3, sont les suivantes – cas d'un fond de forme constitué de limons sableux, avec un niveau fini situé au plus près du terrain actuel :

Nature du sol	Prof. de la base	E _s (MPa)
Remblais de couche de forme	0,8 m	45 ⁽¹⁾
Limons +/- sableux	1,5 m	7,5
Sables limono-graveleux (gneiss décomposé)	2,5 m	40
Gneiss altéré à fragmenté	Au-delà	100

(1) à confirmer par essais à la plaque (avec $E_s = 0,9 \times EV2$)

E.4. Contrôles

Les plateformes d'assise des dallages devront être contrôlées par des essais à la plaque pour vérifier la mise en œuvre des remblais et de la couche de forme.

Sous dallages, conformément au DTU 13.3, on visera un module $EV2 \geq 50$ MPa et indice de compactage $k = EV2/EV1 \leq 2,2$, pour des charges d'exploitation réparties inférieures ou égales à 2 t/m^2 , ce qui devrait être le cas pour les bâtiments de logements et maisons médicales.

E.5. Estimation des tassements

Les tassements des dallages sous une charge de 1 t/m^2 (hypothèse de charge d'exploitation) et le poids d'une rehausse de 0,5 m, ont été évalués par la méthode pressiométrique.

On obtient des tassements sous dallages inférieurs au centimètre.

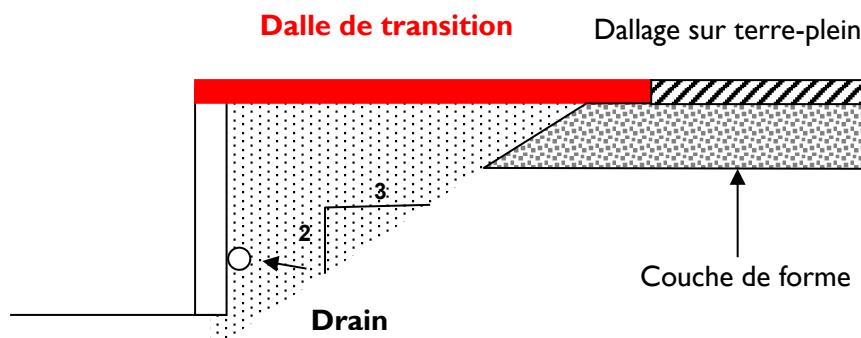
Ces tassements s'appliqueront sous les charges uniformément réparties.

E.6. Dispositions constructives et sujétions d'exécution

Il conviendra notamment de tenir compte des points suivants :

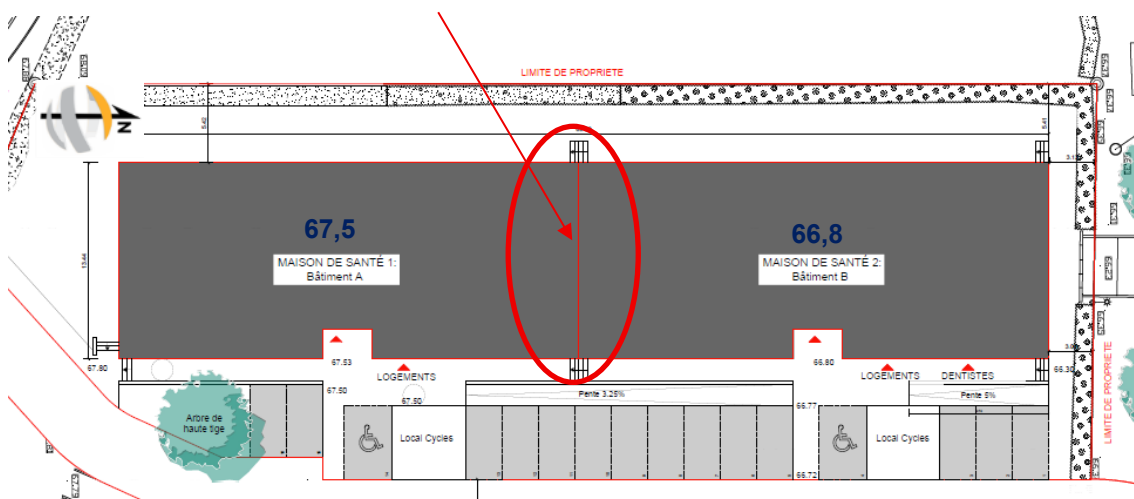
- Le dallage devra être désolidarisé des structures verticales adjacentes ;
- Les réseaux enterrés devront être remblayés avec soin avec un compactage selon les règles en vigueur.

- A la jonction entre les deux bâtiments, compte tenu du décalage de niveaux bas, il est conseillé de prévoir une dalle de transition afin de s'affranchir des difficultés de compactage d'un terre-plein aux abords d'un muret de soutènement.



Dispositions particulières en cas de décalage de niveau

Décalage de niveaux bas à la jonction entre les deux bâtiments



Plan masse, extrait de [1], avec reports altimétrie niveau bas en bleu (en m NGF)

E.7. Suivi et supervision d'exécution

E.7.1. Contrôles

La nature et la granulométrie des matériaux d'apport sera vérifiée sur la base des FTP des matériaux puis par une validation visuelle à la livraison. Les matériaux ne correspondant pas aux FTP seront refusés.

Les contrôles seront réalisés par essais à la plaque de type LCPC.

On prévoira à minima :

- Des essais de contrôle tous les 60 cm d'épaisseur dans les secteurs où le remblai est supérieur au mètre ;
- Des essais de contrôle en réception des couches de forme.

Nous recommandons de réaliser 3 essais à la plaque en réception de couche de forme pour chaque bâtiment (soit un total de 6 essais).

Les objectifs seront les suivants :

- Sur 60 cm d'épaisseur (si besoin) : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ et $EV2/EVI \leq 2,2$
- En réception : $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ et $EV2/EVI \leq 2,2$

E.7.2. Suivi, supervision et documents à produire

SUIVI D'EXECUTION (G3)

Dans le cadre de son suivi géotechnique (G3), l'entreprise produira une note méthodologique incluant :

- Le plan de terrassement (plateformes) ;
- Les PV des matériaux d'apport ;
- La structure prévue ;
- Les caractéristiques de compactage (moyens, passes, épaisseurs).

L'entreprise réceptionnera préalablement le fond de forme.

Nous rappelons que l'épaisseur de couche de forme peut être augmentée en cas de fond de forme de portance médiocre.

Après validation interne, l'entreprise fournira les résultats des essais au Maître d'œuvre et son géotechnicien sans délais après exécution.

SUPERVISION D'EXECUTION (G4)

Le superviseur géotechnicien donnera un avis sur les documents d'exécution proposés.

Il observera le fond de forme avant réalisation de la couche de forme.

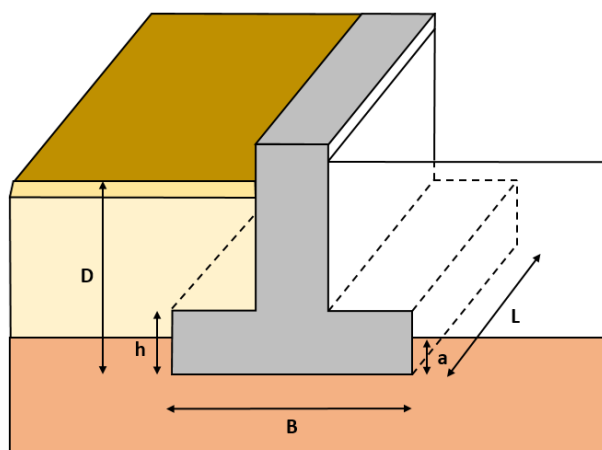
Il sera idéalement consulté pour positionner les essais à la plaque et sera destinataire du DOE de l'entreprise, préalablement commenté dans la G3.

En cas d'aléa, il sera contacté au plus vite pour éventuellement réaliser une vacation urgente et participer aux choix d'adaptations.

F. ÉTUDES DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

F.1. Type et niveaux d'assise des fondations

Le schéma suivant rappelle la terminologie utilisée pour définir les fondations superficielles.



B : Largeur de la fondation. Dans le cas de fondation circulaire, B représente le diamètre.

L : Longueur de la semelle. Pour une semelle filante $L \gg B$.

h : Hauteur de la semelle

D : Encastrement de la fondation correspondant à la profondeur minimale (intérieure ou extérieure) par rapport au terrain fini

a : Ancrage dans l'horizon de fondation

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder les ouvrages sur des fondations superficielles de type semelles filantes ou isolées, en respectant un ancrage de 0,3 m minimum dans les sables limono-graveleux marron orangé issus de la décomposition du gneiss ou les gneiss altérés à fragmentés marron orangé à beige.

Les limons sableux marron devront impérativement être traversés.

Une profondeur de mise hors gel minimale par rapport au niveau fini extérieur de 0,5 m est à prendre en compte pour les fondations pouvant être impactées.

En tenant compte de ces éléments, le niveau d'assise minimal des fondations (ancrage compris) au droit des sondages sera compris entre environ 0,5 m et 1,8 m de profondeur/TN actuel.

Le toit du sol d'assise est sujet à des variations altimétriques et le niveau d'assise des fondations sera adapté pour respecter l'ancrage prescrit. Il faudra provisionner des quantités de béton de rattrapage permettant de prendre en compte cet aléa.

On pourra retenir un niveau d'assise unique pour les semelles et compenser les surprofondeurs par un gros béton coulé pleine fouille.

F.2. Modèle géotechnique

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, nous avons retenu le modèle géotechnique suivant :

N°	Formation	Prof. approximative de la base (m/TA)	p_{LM}^* (MPa)	E_M (MPa)	α
1	Limons +/- sableux marron	1,2 à 1,5 (absent en SPI)	0,25	5	2/3
2	Sables limono-graveleux marron orangé : gneiss décomposé	1,7 à 2,5	1,5	20	1/2
3	Gneiss altéré à fragmenté marron orangé à beige	Au-delà	2,5	50	1/2

α : coefficient rhéologique du sol considéré

TA : niveau du terrain actuel

F.3. Contraintes de calcul pour les fondations – cas de charges verticales et centrées

Pour une fondation superficielle telle que définie ci-avant, les contraintes de calcul peuvent être déterminées par la méthode pressiométrique (cf. NF P94-261) à partir de la pression limite nette équivalente p_{le}^* calculée sous la base de la fondation et du facteur de portance k_p .

Au stade de l'ébauche dimensionnelle, il est possible de retenir :

$$\begin{aligned} p_{le}^* &= 1,5 \text{ MPa} \\ k_p &= 1,0 \\ i\delta &= 1 \text{ (charges supposées verticales)} \\ i\beta &= 1 \text{ (charge éloignée de tout talus)} \end{aligned}$$

Les contraintes de calcul sont alors de :

$\sigma_{R;d} = 0,5 \text{ MPa}$ à l'ELU
$\sigma_{R;d} = 0,8 \text{ MPa}$ à l'ELS

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

Nota : dans le cas d'une charge inclinée par rapport à la verticale, le coefficient $i\delta$ sera inférieur à 1.

F.4. Descente de charge

Les descentes de charge fournies sont les suivantes, déjà combinées à l'ELS et l'ELU (charges uniquement verticales et centrées sur les fondations) :

F.4.1. Bâtiment A

MASSIFS

Massifs	ELS (T)	ELU (T)
M1	14	19
	16	22
	17	23
	27	37
	30	41
M2	38	52

Les dimensions des massifs indiquées sur le plan de principe de structure sont les suivantes :

Massifs	L (m)	l (m)	ht (m)
M1	0,8	0,8	0,2
M2	1,0	1,0	0,25

SEMELLES FILANTES

Semelles filantes	ELS (T/ml)	ELU (T/ml)
SF1	2	5
	4	6
	5	6
	5	7
	6	8
	7	9
	8	10
	10	13
	11	15
	13	18
	14	18
	15	21
	17	24
SF2	11	15
SF3	20	27

Les dimensions des semelles filantes indiquées sur le plan de principe de structure sont les suivantes :

Semelles filantes	l (m)	ht (m)
SF1	0,5	0,2
SF2	0,7	0,2
SF3	0,8	0,2

F.4.I. Bâtiment B

MASSIFS

Massifs	ELS (T)	ELU (T)
M1	11	14
	13	17
	15	22
	18	24
	21	29
	25	34
	30	42
M2	43	59
	44	60

Les dimensions des massifs indiquées sur le plan de principe de structure sont les suivantes :

Massifs	L (m)	l (m)	ht (m)
M1	0,8	0,8	0,2
M2	1,0	1,0	0,25

SEMELLES FILANTES

Semelles filantes	ELS (T/ml)	ELU (T/ml)
SF1	3	4
	3	5
	4	5
	4	6
	5	6
	5	7
	7	9
	7	10
	8	11
	9	12
	10	14
	11	15
	12	16
	14	19
	15	20
	20	27
	21	28

Les dimensions des semelles filantes indiquées sur le plan de principe de structure sont les suivantes :

Semelles filantes	l (m)	ht (m)
SF1	0,5	0,2

F.5. Dimensionnement des fondations

Nous avons vérifié :

- Les massifs M1 et M2, pour les deux cas de charges maximales (30/42 et 44/60 T/appui ELS/ELU) ;
- Les semelles filantes SFI pour le cas de charges maximales (21/28 T/ml ELS/ELU) ;

En considérant un ancrage de 30 cm dans les sables limono-graveleux marron orangé issus de la décomposition du gneiss ou les gneiss altérés à fragmentés marron orangé à beige.

En l'absence d'efforts horizontaux en tête, les massifs de fondations seront dimensionnés uniquement vis-à-vis du critère de portance.

Pour les massifs M1 et M2 et les semelles filantes SFI, le critère de portance est vérifié.

Tous les massifs devront être vérifiés lors de la mission G3 avec tous les cas de charges.

Les calculs sont disponibles en annexe 3.

F.6. Calcul des tassements

Les tassements calculés à l'ELS QP pour les deux massifs et la semelle filante de fondations présentés ci-dessus sont les suivants :

Type de semelles	Massif M3	Massif M8	Semelle filante SFI
Dimensions (m)	0,8 x 0,8 x 0,2ht	1,0 x 1,0 x 0,25ht	0,5 x 0,2 ht
Charges ELS QP (kN)	300	440	210
Ordre de grandeur du tassement (cm)	< 1 cm	< 1 cm	< 1 cm

En admettant comme hypothèses des valeurs seuils admissibles de 2 cm pour le tassement total et de 1 cm pour le tassement différentiel, les valeurs de tassements estimées ici sont acceptables.

F.7. Dispositions constructives et des sujétions d'exécution

Les fondations superficielles doivent être implantées de façon à ne pas exercer d'actions préjudiciables à la bonne tenue des fondations, ouvrages d'infrastructure, réseaux, fouilles et talus voisins.

Le béton des fondations devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant. La caractérisation de l'agressivité potentielle du milieu (sol, eau) nécessite des analyses spécifiques à réaliser.

F.7.1. Dimensions minimales - Dispositions en cas de niveaux décalés

Les massifs auront une largeur minimale B de 0,60 m et les semelles filantes une largeur minimale B de 0,40 m.

La hauteur des semelles ne doit pas être inférieure à 0,2 m.

En cas de niveaux d'assise décalés, on limitera les redans ou le décalage d'assise entre fondations en respectant les schémas suivants :

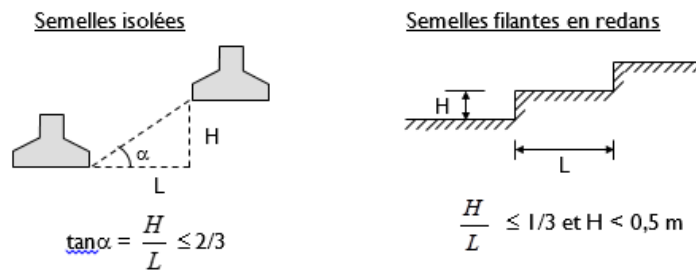


Schéma de principe de la règle relative aux fondations posées à différents niveaux

F.7.1. Conditions de réalisation des fondations

Le matériel de terrassement devra être adapté pour assurer l'ancrage dans les sables limono-graveleux (gneiss décomposés) et/ou les gneiss +/- altérés.

Les terrassements des fondations superficielles pourront se faire avec un engin de terrassement puissant traditionnel (pelle hydraulique, par exemple).

L'homogénéité des fonds de fouilles sera soigneusement vérifiée et les éventuels points faibles et zones remaniées mis à jour seront purgés et remplacés par du gros béton.

Le bétonnage des fondations devra être réalisé immédiatement après curage et réception des fonds de fouilles.

Le terrassement des fondations devra être exécuté à sec sous la protection éventuelle d'un blindage sur la hauteur des terrains instables et d'épuisement.

F.8. Contrôles

Les contrôles consisteront essentiellement en une validation visuelle des fonds de fouilles avant coulage ainsi qu'une vérification des notes de calcul.

En cas d'aléa géologique, le géotechnicien de l'entreprise signalera cet aléa et les adaptations envisagées.

Le superviseur géotechnique effectuera des visites aléatoires de chantier pour observer quelques fonds de fouilles. Idéalement il sera présent lors du coulage des premières fondations.

G. SUITES A DONNER

G.1. Incertitudes subsistant / risques résiduels

Les niveaux indiqués pour l'ancrage des fondations sont bien à considérer selon le terrain naturel, avant tout mouvement de terres. Des surprofondeurs ne sont pas à exclure localement, de manière à assurer un ancrage dans les gneiss décomposés (sables limono-graveleux) ou les gneiss +/- altérés.

Selon la saisonnalité et les conditions climatiques, il est possible de rencontrer des circulations d'eau au sein des terrains superficiels et d'altération à différentes profondeurs.

G.2. Enchaînement des missions normalisées

Le présent rapport conclut la phase PRO de la mission d'étude géotechnique de conception G2 confiée à Fondasol.

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie de la phase DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques. Elle permet ensuite une assistance à l'analyse technique des offres (base et variantes éventuelles) lors de la phase ACT.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

FONDASOL est à la disposition du Maître d'ouvrage et du Maître d'œuvre pour réaliser la mission d'étude G2 phase DCE/ACT et la mission G4.



ANNEXES

I. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – I PAGE

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique 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	Études 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	Fonctions 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 (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Études géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	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)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude de 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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécutions (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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

2. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – I PAGE

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PRELABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), 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, participé 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)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisnants 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.

A TOUTES ETAPES : 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).

Février 2014

3. SORTIES DE CALCULS – 6 PAGES

CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

LARGEUR DE LA FONDATION

B = 0,80 m

LONGUEUR DE LA FONDATION

L = 0,80 m

COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION

z_{assise} = 65,40 m

HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{béton} = 1,00 m

HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{sol} = 0,80 m

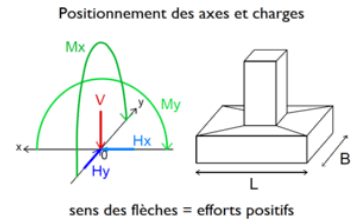
POIDS VOLUMIQUE
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y_{béton}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y'_{béton}

POIDS VOLUMIQUE
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y_{sol}

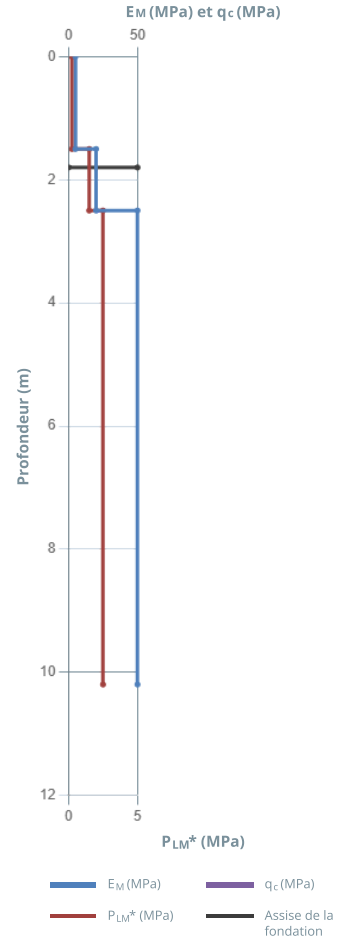
POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y'_{sol}

24	14	18	8
----	----	----	---



CAS DE CHARGE

CAS DE CHARGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSq _p	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
ACTION PERMANENTE (G) À L'ELU FONDAMENTAL	-	-	Favorable	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN)	V _c =	300	300	420	-	-	-	-	-	-
POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN)	P =	25	25	25	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN)	V _d =	325	325	445	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON x (kN)	H _{x,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN)	H _{y,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN)	H _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)	δ _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE x (kN.m)	M _{x,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE y (kN.m)	M _{y,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON x (m)	e _L =	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON y (m)	e _B =	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-






MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL Z_{TN final} = 67,20 m

COTE DE LA NAPPE z_{eau} = 57,00 m

MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE

	Z _{base} m	Sol -	P _{LM} * MPa	E _M MPa	α -
3 COUCHES					
 LIMON SABLEUX	65,70	1	0,25	5,00	0,66
 SABLES LIMONEUX	64,70	2	1,50	20,00	0,50
 GNEISS	57,00	4	2,50	50,00	0,50

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION

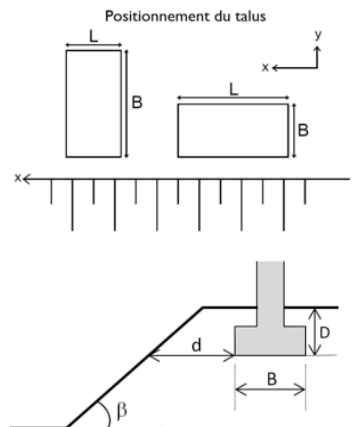
σ'_{v0} = 0,032 MPa PROXIMITÉ D'UN TALUS Non

CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION

q₀ = 0,032 MPa

 Copier le tableau

 Coller



	Conditions	Y _h kN/m ³	Y' kN/m ³	c' _k kPa	Φ' _k	δ _{a,k}	c _{u,k} kPa
SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION	drainées	18	8		25	25	-
SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION	drainées	19		5	30	30	-

CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R_{fron}) Non MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R_{tang}) Non

PORTANCE											
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL		Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE		ELSq _p	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE	D _e =	0,55	0,55	0,55	-	-	-	-	-	-	-
FACTEUR DE PORTANCE PRESSIOMÉTRIQUE RETENU	k _p =	1,33	1,33	1,33	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À LA PRÉSENCE D'UN TALUS	i _β =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À L'INCLINAISON DU CHARGEMENT	i _δ =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT RÉDUCTEUR GLOBAL	i _{δβ} =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
PRESSIION LIMITE NETTE ÉQUIVALENTE (MPa)	P _{le} * =	1,50									
CONTRAINTE ASSOCIÉE À LA RÉSISTANCE DU TERRAIN (MPa)	σ _{R;d} =	0,723	0,723	1,188	-	-	-	-	-	-	-
RÉSISTANCE NETTE DU TERRAIN (kN)	R _{v;d} =	463	463	760	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DE LA PORTANCE DU SOL : V _d - R _o ≤ R _{v,d}		✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

RENVERSEMENT										
CAS DE CHARGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU RENVERSEMENT : (1 - 2e _B / B) (1 - 2e _L / L) ≥ CRITÈRE	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

GLISSEMENT										
CAS DE CHARGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU GLISSEMENT : $H_d \leq R_{hd} + R_{p;d} = R_{hd} + R_{tang;p;d} + R_{front;p;d}$ (kN)	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-

DÉTERMINATION DES TASSEMENTS											
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASSEMENTS TOTAUX (mm)	s =	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

LARGEUR DE LA FONDATION

B = 1,00 m

LONGUEUR DE LA FONDATION

L = 1,00 m

COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION

z_{assise} = 65,40 m

HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{béton} = 1,00 m

HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{sol} = 0,80 m

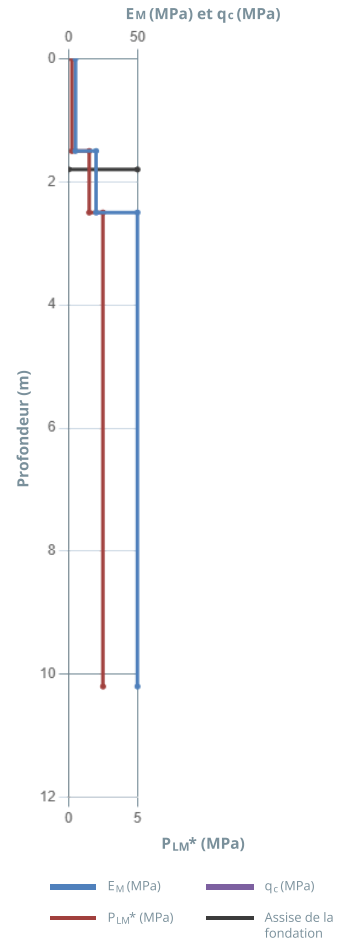
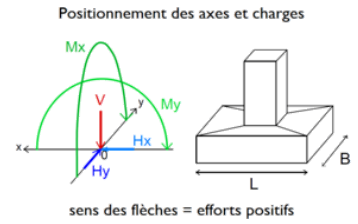
POIDS VOLUMIQUE
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y_{béton}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y'_{béton}

POIDS VOLUMIQUE
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y_{sol}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y'_{sol}

24	14	18	8
----	----	----	---



CAS DE CHARGE




CAS DE CHARGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSq _p	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
ACTION PERMANENTE (G) À L'ELU FONDAMENTAL	-	-	Favorable	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN)	V _c =	440	440	600	-	-	-	-	-	-
POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN)	P =	38	38	38	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN)	V _d =	478	478	638	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON x (kN)	H _{x,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN)	H _{y,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN)	H _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)	δ _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE x (kN.m)	M _{x,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE y (kN.m)	M _{y,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON x (m)	e _L =	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON y (m)	e _B =	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-

MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL Z_{TN final} = 67,20 m

COTE DE LA NAPPE z_{eau} = 57,00 m

MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE

	Z _{base} m	Sol -	P _{LM} * MPa	E _M MPa	α -
3 COUCHES					
 LIMON SABLEUX	65,70	1	0,25	5,00	0,66
 SABLES LIMONEUX	64,70	2	1,50	20,00	0,50
 GNEISS	57,00	4	2,50	50,00	0,50

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION

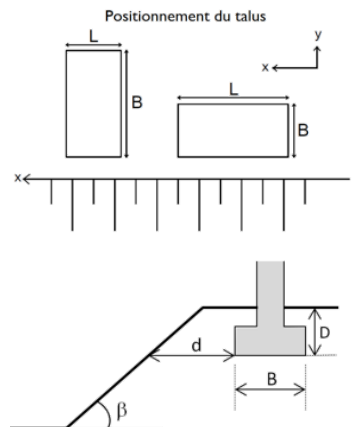
σ'_{v0} = 0,032 MPa PROXIMITÉ D'UN TALUS Non

CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION

q₀ = 0,032 MPa

 Copier le tableau

 Coller



	Conditions	Y _h kN/m ³	Y' kN/m ³	c' _k kPa	Φ' _k	δ _{a,k}	c _{u,k} kPa
SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION	drainées	18	8		25	25	-
SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION	drainées	19		5	30	30	-

CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

MOBILISATION DE LA RÉACTION FRONTALE (R_{fron}) Non MOBILISATION DE LA RÉACTION TANGENTIELLE (R_{tang}) Non

PORTANCE											
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL		Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE		ELSq _p	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE	D _e =	0,55	0,55	0,55	-	-	-	-	-	-	-
FACTEUR DE PORTANCE PRESSIOMÉTRIQUE RETENU	k _p =	1,30	1,30	1,30	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À LA PRÉSENCE D'UN TALUS	i _β =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À L'INCLINAISON DU CHARGEMENT	i _δ =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT RÉDUCTEUR GLOBAL	i _{δβ} =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
PRESSIION LIMITE NETTE ÉQUIVALENTE (MPa)	P _{le} * =	1,50									
CONTRAINTE ASSOCIÉE À LA RÉSISTANCE DU TERRAIN (MPa)	σ _{R;d} =	0,707	0,707	1,161	-	-	-	-	-	-	-
RÉSISTANCE NETTE DU TERRAIN (kN)	R _{v;d} =	707	707	1161	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DE LA PORTANCE DU SOL : V _d - R _o ≤ R _{v;d}		✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

RENVERSEMENT										
CAS DE CHARGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU RENVERSEMENT : (1 - 2e _B / B) (1 - 2e _L / L) ≥ CRITÈRE	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

GLISSEMENT										
CAS DE CHARGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU GLISSEMENT : $H_d \leq R_{hd} + R_{p;d} = R_{hd} + R_{tang;p;d} + R_{front;p;d}$ (kN)	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-

DÉTERMINATION DES TASSEMENTS											
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASSEMENTS TOTAUX (mm)	s =	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

CALCUL DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (EC7)

CARACTÉRISTIQUES DE LA FONDATION

LARGEUR DE LA FONDATION

B = 0,50 m

COTE DE L'ASSISE DE LA FONDATION

Z_{assise} = 65,40 m

HAUTEUR DU BÉTON AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{béton} = 1,00 m

HAUTEUR DU SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION

h_{sol} = 0,80 m

POIDS VOLUMIQUE
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y_{béton}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU BÉTON DE LA
FONDATION
kN/m³
Y'_{béton}

POIDS VOLUMIQUE
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y_{sol}

POIDS VOL. DÉJAUGÉ
DU SOL AU-DESSUS
DE LA FONDATION
kN/m³
Y'_{sol}

24	14	18	8
----	----	----	---

CAS DE CHARGE

CAS DE CHARGES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
ACTION PERMANENTE (G) À L'ELU FONDAMENTAL	-	-	Favorable	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE DU CHARGEMENT (kN/ml)	V _c =	210	210	280	-	-	-	-	-	-
POIDS PROPRE DE LA SEMELLE RETENU (kN/ml)	P =	19	19	19	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE VERTICALE TOTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)	V _d =	229	229	299	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT SELON y (kN/ml)	H _{y,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COMPOSANTE HORIZONTALE DU CHARGEMENT (kN/ml)	H _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
INCLINAISON DE LA RÉSULTANTE (°)	δ _d =	0	0	0	-	-	-	-	-	-
MOMENT AUTOUR DE x (kN.m/ml)	M _{x,d} =	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EXCENTRICITÉ SELON y (m)	e _B =	0,00	0,00	0,00	-	-	-	-	-	-

MODÈLE GÉOTECHNIQUE

COTE DU TERRAIN À L'ÉTAT FINAL Z_{TN final} = 67,20 m

COTE DE LA NAPPE z_{eau} = 57,00 m

MÉTHODE PRESSIOMÉTRIQUE

	Z _{base} m	Sol -	P _{LM} * MPa	E _M MPa	α -
3 COUCHES					
 LIMON SABLEUX	65,70	1	0,25	5,00	0,66
 SABLES LIMONEUX	64,70	2	1,50	20,00	0,50
 GNEISS	57,00	4	2,50	50,00	0,50

CARACTÉRISTIQUES DU SITE

CONTRAINTE EFFECTIVE VERTICALE INITIALE À LA BASE DE LA FONDATION

σ'_{v0} = 0,032 MPa

PROXIMITÉ D'UN TALUS Non

CONTRAINTE TOTALE VERTICALE FINALE À LA BASE DE LA FONDATION

q₀ = 0,032 MPa

 Copier le tableau

 Coller

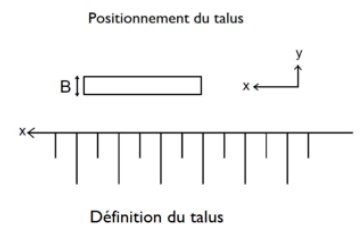
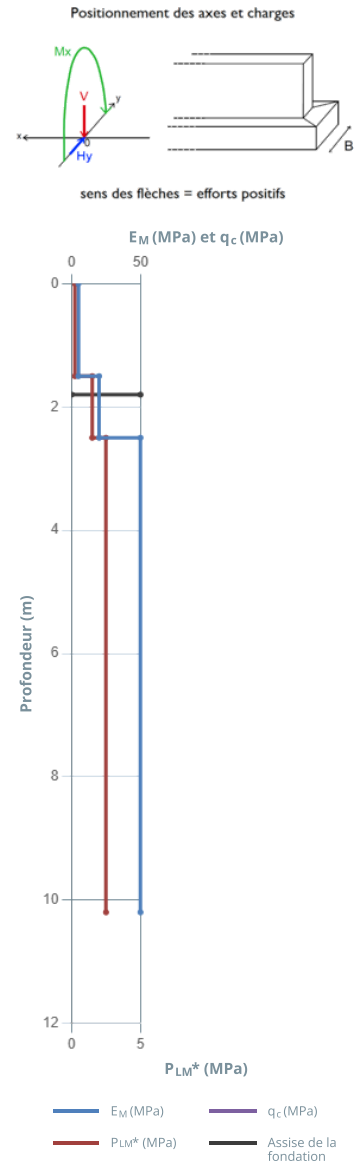
	Conditions	Y _h kN/m ³	Y' kN/m ³	C' _k kPa	Φ' _k °	δ _{a,k} °	C _{u,k} kPa
SOL AU-DESSUS DE LA FONDATION	drainées	18	8		25	25	-
SOL D'ASSISE, SOUS LA FONDATION	drainées	19		5	30	30	-

CONDITIONS DE VÉRIFICATION DU GLISSEMENT

🔴 Données manquantes

PORTANCE

CAS DE CHARGE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MÉTHODE DE CALCUL	Pressio	Pressio	Pressio	-	-	-	-	-	-	-
ÉTAT LIMITE	ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-



CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
HAUTEUR D'ENCASTREMENT ÉQUIVALENTE RETENUE	D_e =	0,55	0,55	0,55	-	-	-	-	-	-	-
FACTEUR DE PORTANCE PRESSIOMÉTRIQUE RETENU	k_p =	1,32	1,32	1,32	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À LA PRÉSENCE D'UN TALUS	i_β =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT LIÉ À L'INCLINAISON DU CHARGEMENT	i_δ =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
COEFFICIENT RÉDUCTEUR GLOBAL	i_{δβ} =	1,00	1,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
PRESSION LIMITE NETTE ÉQUIVALENTE (MPa)	P_{le}* =	1,50									
CONTRAINTE ASSOCIÉE À LA RÉSISTANCE DU TERRAIN (MPa)	σ_{R,d} =	0,717	0,717	1,179	-	-	-	-	-	-	-
RÉSISTANCE NETTE DU TERRAIN (kN/m)	R_{v,d} =	359	359	589	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DE LA PORTANCE DU SOL : $V_d - R_0 \leq R_{v,d}$		✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

RENVERSEMENT

CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE		ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU RENVERSEMENT : $(1 - 2e_B / B) \geq \text{CRITÈRE}$		✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-

GLISSEMENT

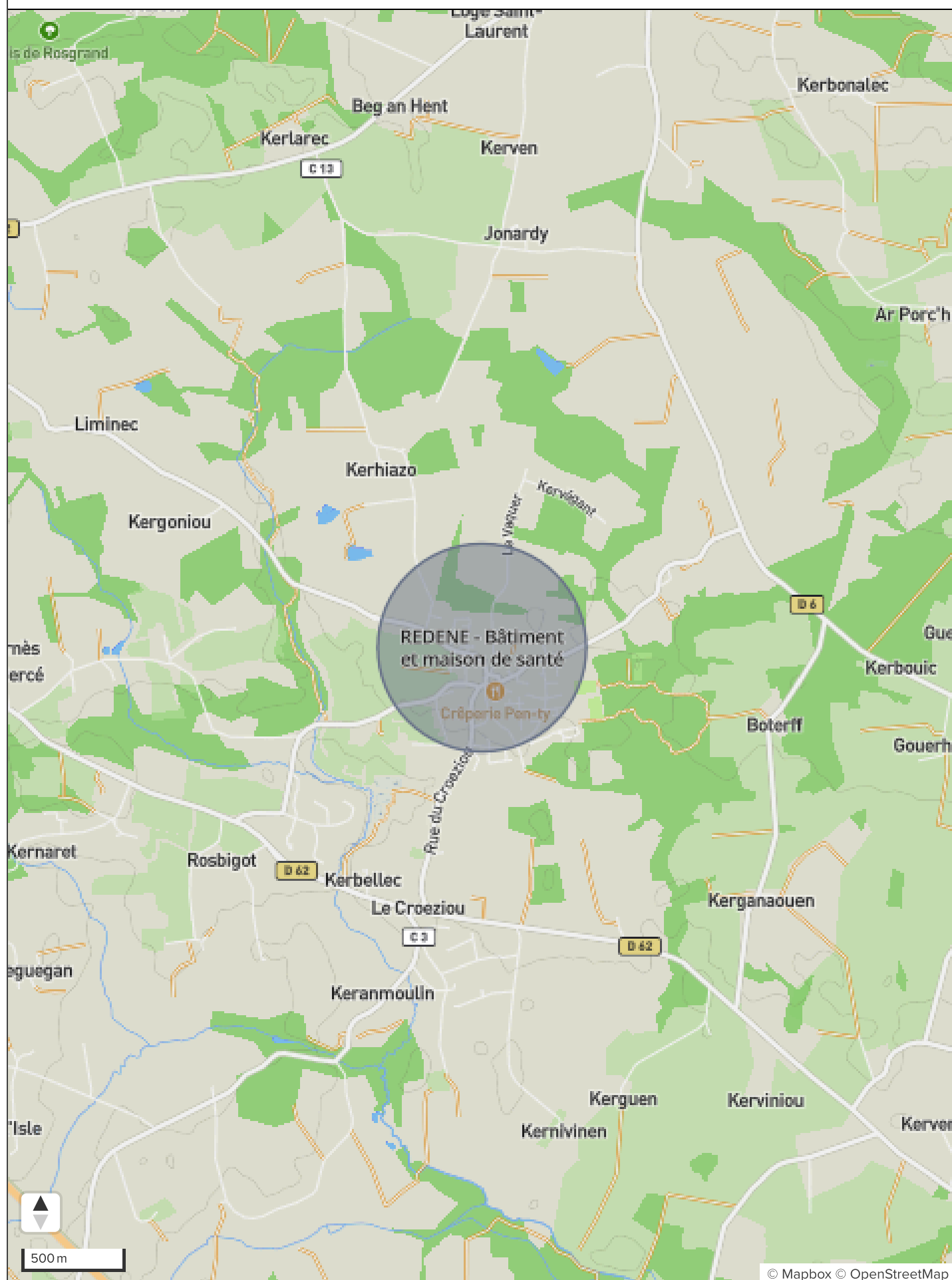
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÉTAT LIMITE		ELSqp	ELScar	ELUfond	-	-	-	-	-	-	-
VÉRIFICATION DU GLISSEMENT : $H_d \leq R_{h,d} + R_{p,d} = R_{h,d} + R_{tang,p,d} + R_{front,p,d}$ (kN)		-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-

DÉTERMINATION DES TASSEMENTS

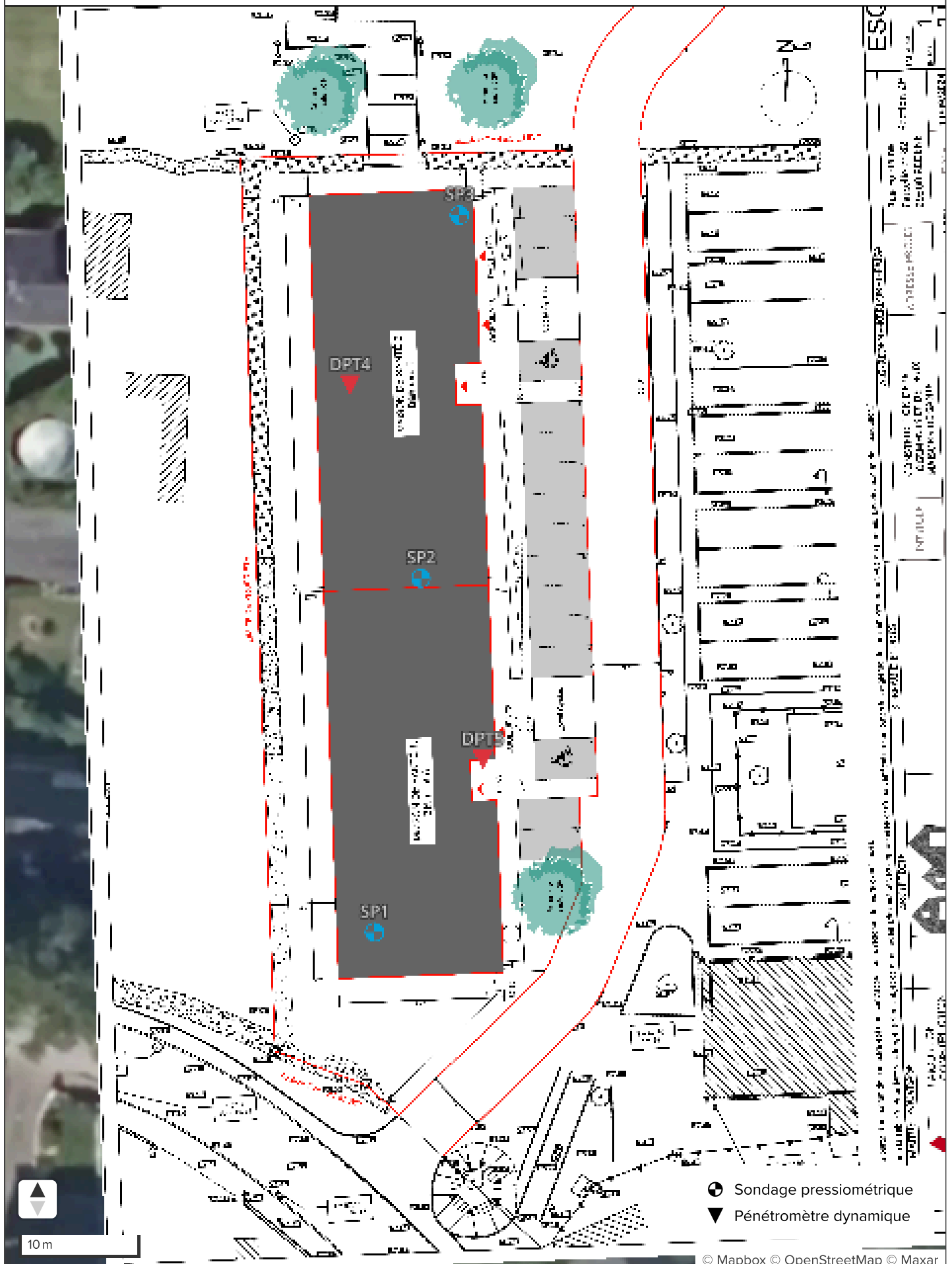
CAS DE CHARGE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASSEMENTS TOTAUX (mm)	s =	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-

4. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU – 8 PAGES

PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION

Précision des relevés (X / Y)	Relevé par géomètre
Non renseigné	Non
Système de coordonnées du projet	Nivellement
WGS 84	NGF

	WGS 84		
Nom	Longitude	Latitude	Élévation [m]
SP1	-3,4617	47,8613	67,8
SP2	-3,4617	47,8616	67,2
SP3	-3,4616	47,8618	66,4
DPT4	-3,4618	47,8617	66,7
DPT5	-3,4616	47,8614	67,5

SP2

Données



soilcloud.tech

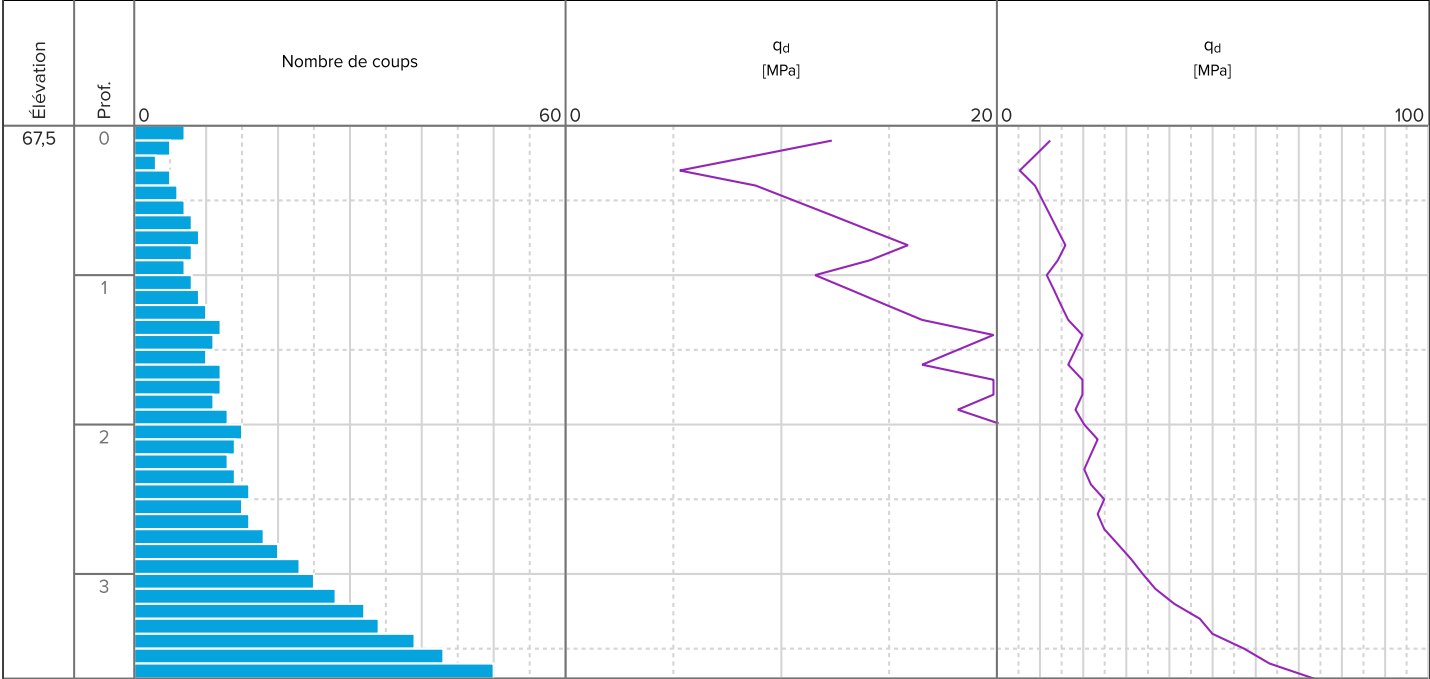
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Niveau d'eau	Prof.	E_M [MPa]	p_{LM}^* [MPa]	p_{LM}^* [MPa]	E_M/p_{LM}^*
	0						200	0	5	0	25



soilcloud.tech

DPT4	Longitude		Latitude		Système de coordonnées				
	-3,4618		47,8617		WGS 84				
	Élévation		Nivellement		Angle	Azimut	Prof. atteinte		
	+66,7 m		NGF		-	-	5,0 m		
Données		Type	Début		Fin		Machine	Opérateur	
DPT4_DPT_DYNAMIQUE		Pénétromètre dynamique		24/04/2025 15:00:00		24/04/2025 18:00:00		FL40.14	MENUET Nicolas
Type de pénétromètre							Facteur de correction		
DPSH-B							1,0		
Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire		Masse de la tige	
75,0 cm		20,0 cm ²		63,5 kg		15,0 kg		5,6 kg/m	
Élévation	Prof.	Nombre de coups			q _d [MPa]		q _d [MPa]		
		0 60 0			20 0		100		
		66,7			0		0		
		0							
	1								
	2								

DPT5	Longitude	Latitude	Système de coordonnées		
	-3,4616	47,8614	WGS 84		
	Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte
	+67,5 m	NGF	-	-	5,0 m
Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPT5_DPT_DYNAMIQUE	Pénétromètre dynamique	24/04/2025 15:01:00	24/04/2025 18:00:00	FL40.14	MENUET Nicolas
Type de pénétromètre				Facteur de correction	
DPSH-B				1,0	
Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige	
75,0 cm	20,0 cm ²	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m	



A large, stylized graphic of a globe or sphere. The top half is a solid orange arc. The middle section is a white band containing the text 'fondasol'. The bottom half is a grey arc. The sphere is filled with a collage of images: a modern glass skyscraper, a green building with a vertical garden, and an aerial view of a city with orange location pins.

fondasol

www.groupefondasol.com