



"Le Clos du Grand Courtil" Construction de 4 pavillons

Impasse du Grand Courtil à LA CHAPELLE THOUARAUT (35)

Rapport d'étude OVA2.LR069 Version A

Etude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)

Le 16/12/2021



Agence de Rennes

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



HELIO AMENAGEMENT

170 Rue de St Malo

35000 RENNES

CONSTRUCTION DE 4 PAVILLONS
"LE CLOS DU GRAND COURTIL"

Impasse du Grand Courtil à LA CHAPELLE THOUARAUT (35)

RAPPORT - étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)

Dossier : OVA2.LR069				Contrat : OVA2.L.1367 Version A			
Version	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	16/12/21	Delphine BENESSY		Isabelle PERRICHARD		25 pages 3 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. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique	6
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet	8
2.3.1. Description des ouvrages	8
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas	8
2.3.3. Terrassements prévus	8
2.4. Mission Ginger CEBTP	9
3. Investigations géotechniques	10
3.1. Préambule	10
3.2. Implantation et niveling	10
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	11
4. Synthèse des investigations	12
4.1. Première approche d'un modèle géologique	12
4.1.1. Lithologie	12
4.1.2. Caractéristiques géomécaniques	13
4.2. Première approche de modèle hydrogéologique	14
4.2.1. Contexte hydrogéologique	14
4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau	14
4.2.3. Inondabilité	15
4.3. Risque sismique	15
4.3.1. Données parasismiques réglementaires	15
4.3.2. Liquéfaction	15

5. Principes généraux de construction	16
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation	16
5.2. Adaptations générales	17
5.2.1. Remarques préalables.....	17
5.2.2. Mise à nu du terrain.....	17
5.2.3. Réalisation des terrassements	17
5.3. Niveau-bas – dallage	19
5.3.1. Solution retenue	19
5.3.2. Conception et exécution	19
5.3.3. Contrôles.....	20
5.3.4. Tassements prévisibles	20
5.4. Fondation de la structure.....	20
5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage	20
5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées	20
5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau.....	24
5.5.1. Remarques préalables.....	24
5.5.2. Protection du niveau d'assise des fondations.....	24
6. Observations majeures	25

Annexes

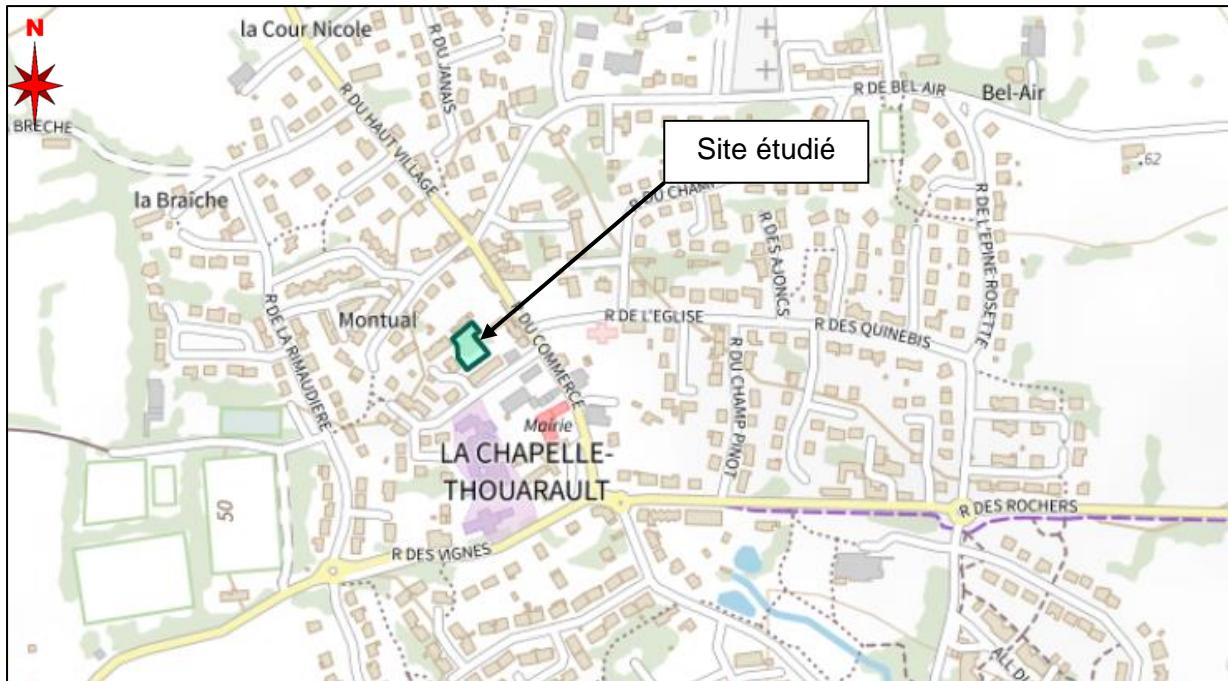
ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

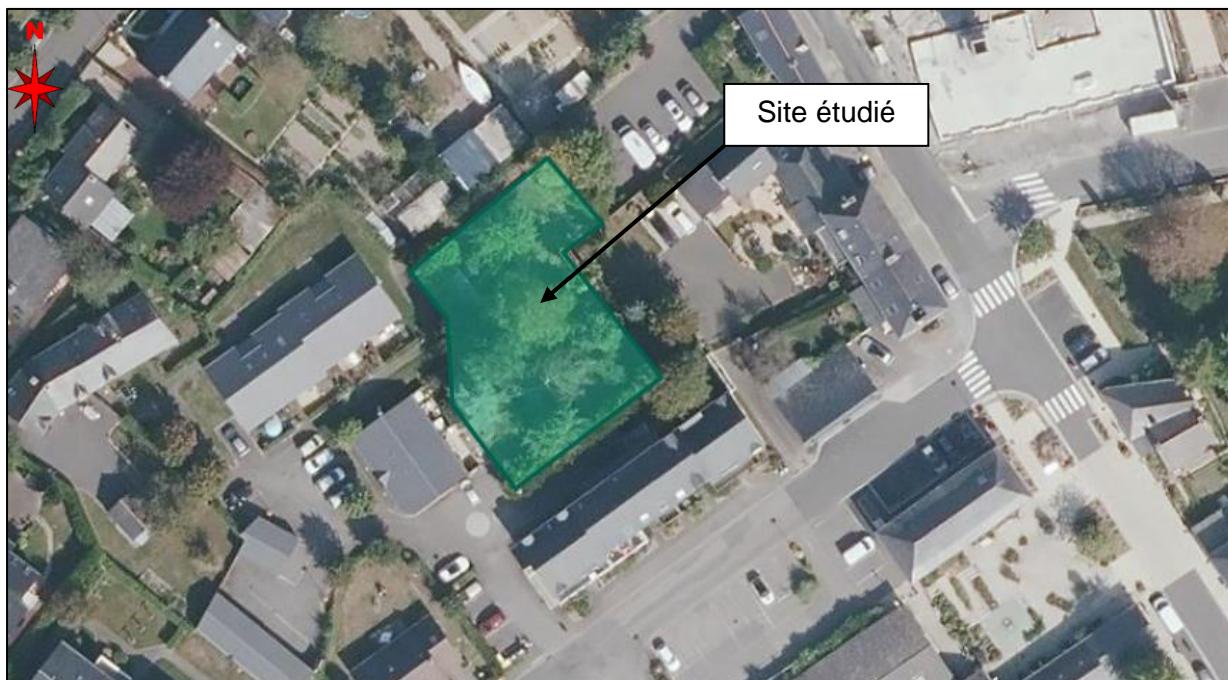
1. Plans de situation

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 : Construction de 4 pavillons
 Localisation : Impasse du Grand Courtil
 Commune : LA CHAPELLE THOUARAUT (35)
 Demandeur de la mission et client : HELIO AMENAGEMENT

2.1.2. Documents communiqués

Document	Echelle	Origine	Format	Date
Plan de situation	sans	HELIO AMENAGEMENT	fichiers PDF	Février 2021
Plan de composition sur fond topographique	1/250			
Plan masse projet	sans			
Insertion projet (photos)	-			

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site d'étude est localisé impasse du Grand Courtil (parcelles cadastrales n°107 et 181 section AA) sur la commune de LA CHAPELLE THOUARAUT (35). Sa superficie est d'environ 700 m².

Le site concerné par les investigations présente une pente de 2% orientée vers le Sud-Est. Son altitude varie d'environ 46.7 à 47.6 m NGF (système de nivellation du plan de composition).

Lors de notre intervention, le terrain était enherbé et en grande partie occupé par des arbres et arbustes. Le site était bordé par des clôtures et des haies. Le terrain étudié se situe au sein d'un quartier résidentiel avec des habitations et des parkings.

Notons que la commune de LA CHAPELLE THOUARAUT est entourée de cours d'eau dont un est présent au Sud Est du site concerné par les investigations.



Vues du site lors de notre intervention en octobre 2021

L'emprise des ouvrages projetés est libre de toute mitoyenneté.

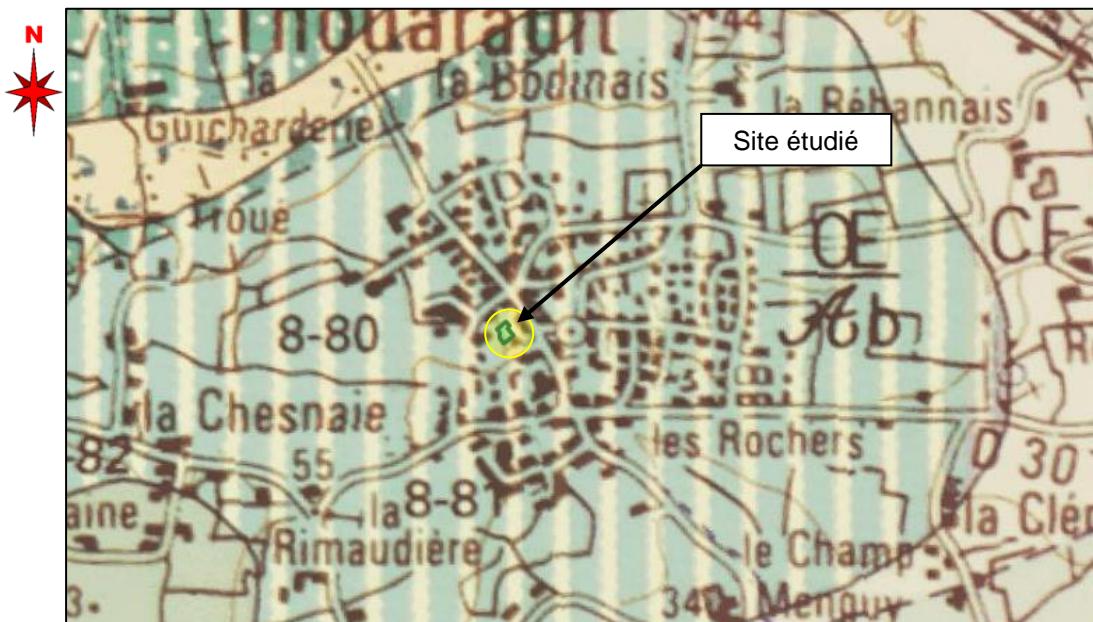
Toutefois, les travaux et terrassement seront réalisés à proximité plus ou moins immédiate des voiries et bâtiments alentours.

2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

2.2.2.1. Géologie prévisionnelle

D'après la carte géologique de MONTFORT-SUR-MEU au 1/50 000, les terrains du secteur devraient être constitués de haut en bas par :

- des formations de couverture et/ou des remblais d'aménagements généraux,
- des lœss limoneuses
- le substratum schisteux plus ou moins altéré en tête.



Source : site Infoterre

2.2.2.2. 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.

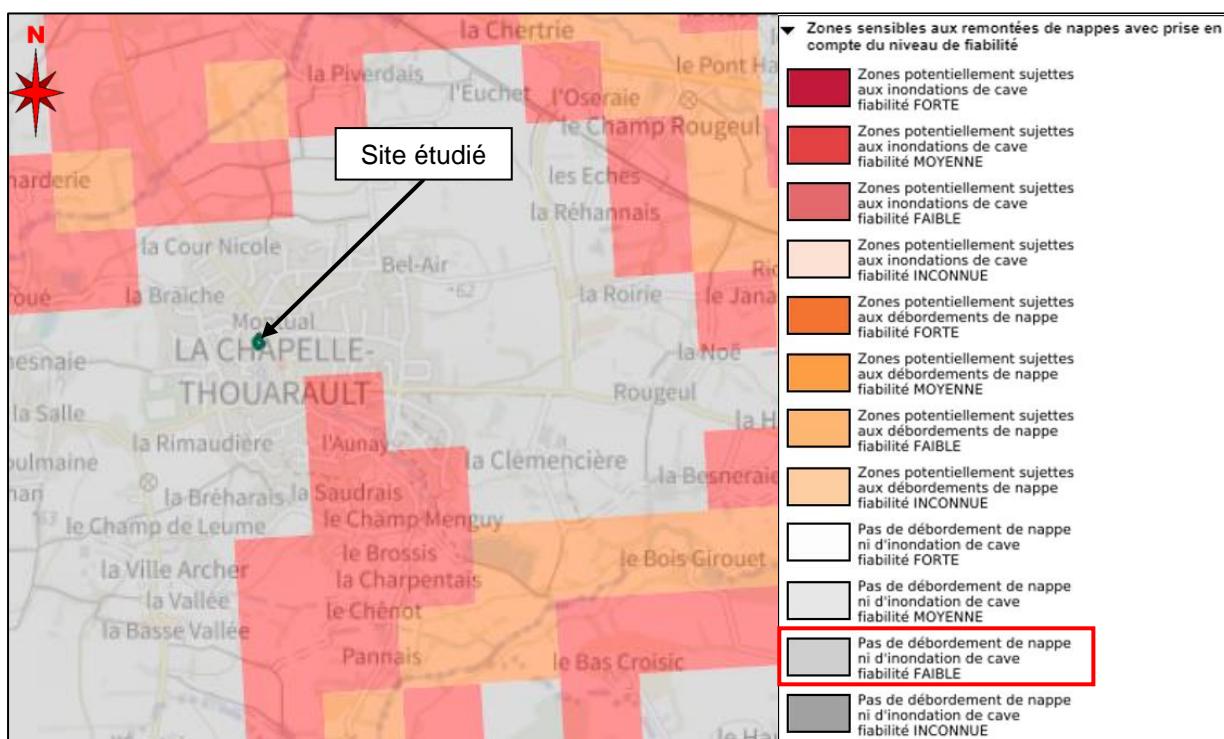
Toutefois, la présence de nappe en profondeur, en lien avec le cours d'eau situé au Sud-Est du site, n'est pas à exclure.

2.2.2.3. Risques naturels et sismicité

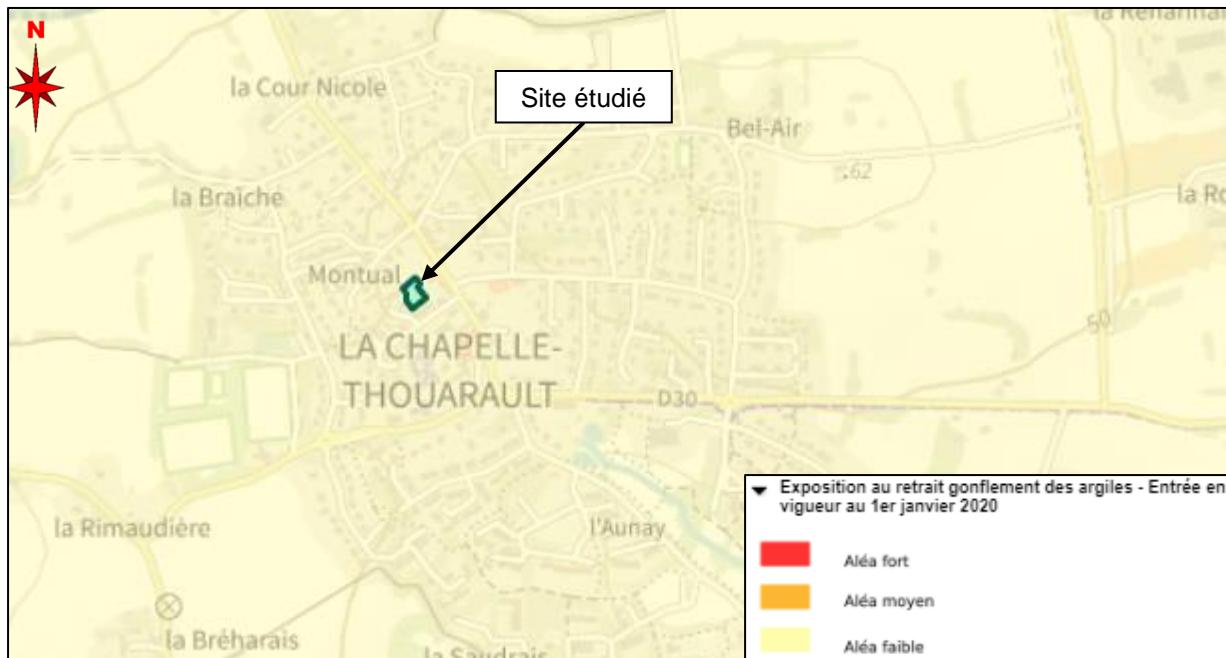
Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr, www.sigesbre.brgm.fr) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

Risques naturels	Sensibilité
Inondations/débordement de cours d'eau	Hors zone inondable
Remontées de nappe	Zone non sujette aux inondations de cave ni aux débordements de nappe avec une fiabilité faible *
Argiles (retrait/gonflement)	Aléa 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 1 (faible)
Séismes	Zone 2 (aléa faible)

* cf. illustrations ci-après



Source : site SIGES Bretagne – Zones sensibles aux remontées de nappes avec prise en compte du niveau de fiabilité



Source : site Géorisques

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description des ouvrages

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, le projet porte sur l'aménagement d'un lotissement de 4 lots avec la construction de pavillons mitoyens entre eux de type R+1, à priori sans sous-sol d'une emprise au sol estimée inférieure à 100 m².

A ce stade de l'étude, le projet n'est pas complètement défini et est susceptible d'évoluer. Les études de conception phase projet (mission G2 PRO) et/ou d'exécution (mission G3) devront tenir compte des dernières évolutions.

2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas

Les descentes de charges du projet ne nous ont pas été communiquées. Par conséquent, les sollicitations vis-à-vis des ELS sont estimées par Ginger CEBTP, sous toutes réserves, à :

- charge verticale sur appuis isolés : 350 kN,
- charge verticale sur appuis continus : 150 kN/ml,
- surcharges d'exploitation uniformément réparties au niveau bas : 2.5 kPa.

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

2.3.3. Terrassements prévus

Il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,5 m de déblais/remblais). Ils seront limités essentiellement à l'encastrement des fondations.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°OVA2.L.1367 Version A daté du 27/09/2021 (commande correspondante datée du 28/09/2021).

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique, ayant pour but de :

- définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser et en assurer le suivi technique,
- donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- donner les principes de construction envisageables (terrassements, fondations, assises des dallages, amélioration de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- 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 en octobre-novembre 2021.

3.2. Implantation et nivellation

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 projet et des conditions sur site (accès, réseaux, etc.).

Les altitudes des têtes de sondages correspondent au niveau du terrain au moment des investigations (Terrain Actuel – TA). Le nivellation a été réalisé en prenant comme référence le tampon de réseau indiqué à 47.37 m NGF sur le plan d'implantation des sondages.



Vue du repère de nivellation (source : Ginger CEBTP)

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qtté	Noms	Prof. / TA	Altitude NGF de la tête (en m)	Essais pressiométriques (NF EN ISO 22 476-4)
Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	2	SP2 SP4	8.0 8.0	47.3 47.5	3 3
Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B (norme NF EN ISO 22476-2) arrêté à 6 m	2	PD1 PD3	6.0 6.0	47.4 47.1	

Les coupes des sondages, les pénétrogrammes et les résultats des essais in situ sont présentés en annexe 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_l^* (MPa)
- pression de fluage nette p_f^* (MPa)
- rapport E_M/p_l^*

- **Essais au pénétromètre dynamique type B :**
 - diagramme donnant la résistance dynamique q_d en fonction de la profondeur, calculée selon la formule des Hollandais,
 - éventuel niveau d'eau en fin de sondage.

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 (octobre-novembre 2021).

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 de la terre végétale.

Profondeur de la base : environ 0.1 - 0.2 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Résistance dynamique de pointe (q_d) : < 2 MPa

Formation n°2 : Limons graveleux marron, semblant correspondre à des **lœss**.

Profondeur de la base : de 1.2 à 1.4 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l^*) : 0.97 et 1.25 MPa (2 essais réalisés)
- Module pressiométrique (E_M) : 10.6 et 13.8 MPa (2 essais réalisés)
- Résistance dynamique de pointe (q_d) : 2 à 6 MPa

Commentaire : cet horizon n'a pas été mis en évidence au droit du sondage PD1. Les sondages au pénétromètre dynamique sont des sondages dits « aveugles », les terrains sont « identifiés » par rapport à la compacité.

Formation n°3 : Schiste décomposé à altéré verdâtre.

Profondeur de la base : supérieure à la base de tous les sondages (6.0 à 8.0 m/TA).

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite (p_l^*) : 1.40 à 1.66 MPa (4 essais réalisés)
- Module pressiométrique (E_M) : 14.7 à 22.7 MPa (4 essais réalisés)
- Résistance dynamique de pointe (q_d) : 6 à 20 MPa avec des pics jusqu'à 25 MPa.

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

Sondage (cote NGF de la tête en m)	PD1 (47.4)	SP2 (47.3)	PD3 (47.1)	SP4 (47.5)
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA (altitude NGF correspondante en m)			
n°1 : TV	0.1 (47.3)	0.2 (47.1)	0.2 (46.9)	0.2 (47.3)
n°2 : Loess	-	1.2 (46.1)	1.4 (45.7)	1.4 (46.1)
n°3 : Schiste décomposé à altéré	Au-delà			

Remarques :

- la transition entre les différents degrés d'altération du schiste est progressive compte tenu de la dégradation plus ou moins marquée du substratum. La limite entre les états n'est pas clairement distincte et varie d'un point à un autre,
- 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,
- les essais de pénétration dynamique des sols étant des sondages dits "aveugles" en l'absence et au-delà de sondage couplé, la géologie des terrains ainsi que les limites de couches sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes et notamment des valeurs de compacité du sol. **La nature des terrains et leur compacité devront, par conséquent, être confirmées lors des travaux.**

4.1.2. Caractéristiques géomécaniques

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

Formation	Nature du sol	Prof. base /TA (m)	Valeurs pressiométriques		Coefficient rhéologique α	Résistance de pointe q_d (MPa)
			p_r^* (MPa)	E_M (MPa)		
n°1	TV	0.1-0.2	-	-	-	< 2
n°2	Loess	1.2-1.4	0.9	10	0.50	3
n°3	Schiste décomposé à altéré	Au-delà	1.4	19	0.67	> 6

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.

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 lœss, alimentée par la pluviométrie efficace,
- une ou des nappes régnant au sein du schiste décomposé à altéré, en lien probable avec le niveau du cours d'eau présent au Sud-Est du site,
- une nappe de type fissurale pouvant se développer au sein de l'horizon de schiste en fonction de l'état de fracturation du massif rocheux. Celle-ci s'apparente à de multiples venues d'eau observées au gré des discontinuités rencontrées dans le substratum. Ces circulations peuvent être en charge dans les fractures du substratum, généralement peu perméable. Ce phénomène est illustré par des venues d'eau en cours de forage relevées à une profondeur nettement supérieure à la profondeur des niveaux d'eau en fin de sondage et se traduit, à l'échelle du chantier, par des venues d'eau de débits variables, et lorsqu'elles existent par des niveaux irréguliers.

4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau

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

Sondage (cote NGF de la tête en m)	SP2 (47.3)	SP4 (47.5)
Date de réalisation	29/10/2021	
Venue d'eau en cours de forage en m/TA (cote NGF de la venue d'eau)	8.0 (39.3)	7.7 (39.8)
Niveau d'eau en fin de sondage en m/TA (cote NGF du niveau d'eau)	6.3 (41.0)	5.8 (41.7)

Les autres sondages sont restés secs jusqu'aux profondeurs investiguées.

Notons que les essais de pénétration dynamique permettent rarement de déceler ou de localiser les niveaux d'eau dans le sol.

Les niveaux d'eau relevés correspondent vraisemblablement au niveau de la nappe au moment des investigations (octobre-novembre 2021).

De plus, il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ces niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.

4.2.3. Inondabilité

D'après les données issues des sites internet www.georisques.gouv.fr et www.sigesbre.brgm.fr, le terrain est en zone non sujette aux inondations de cave ni aux débordement de nappe avec une fiabilité faible (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. Risque sismique

4.3.1. 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)	II : <i>bâtiments courants</i>
Accélération maximale de référence (ag_R)	0,7 m.s ⁻²

Nous rappelons que le projet se situant en zone de sismicité 2, le dimensionnement des structures à l'Eurocode 8 n'est pas obligatoire pour les bâtiments de catégorie d'importance II.

4.3.2. Liquefaction

Le site étant classé en zone sismique 2 (aléa faible), l'étude de la liquefaction 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".

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 environ 0.2 m de terre végétale (formation n°1), nous sommes en présence de limons graveleux (lœss – formation n°2) sur plus d'un mètre d'épaisseur. Au-delà, on rencontre le schiste décomposé à altéré (formation n°3) avec des caractéristiques mécaniques s'améliorant lentement avec la profondeur.

Contexte hydrogéologique : Des niveaux d'eau ont été repérés entre les cotes 41.0 et 41.7 m NGF (soit entre 5.8 et 6.3 m de profondeur) à la période des sondages (octobre-novembre 2021). Nous rappelons que le régime hydrogéologique varie en fonction de la saison et de la pluviosité.

➤ Caractéristiques du projet

Le projet porte sur l'aménagement d'un lotissement de 4 lots avec la construction de pavillons mitoyens entre eux de type R+1, à priori sans sous-sol.

➤ Zone d'influence géotechnique (ZIG)

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

➤ Bilan des principales considérations à intégrer dans la conception du projet

Les points à prendre en compte pour le projet sont les suivants :

- fond de forme situé dans des matériaux très sensibles à l'eau,
- pas de présence d'eau aux profondeurs concernées par le projet lors de notre intervention.

➤ Solutions techniques envisageables :

Compte tenu des points précédents, on pourra envisager :

- un dallage sur terre-plein moyennant une couche de forme d'épaisseur adaptée ; nous rappelons qu'une solution mettant en œuvre un plancher porté par les fondations reste toujours envisageable,
- un mode de fondations superficielles ancrées dans les lœss (formation n°2) ou/et dans le schiste décomposé à altéré (formation n°3).

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.

5.2. Adaptations générales

5.2.1. Remarques préalables

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

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

5.2.2. Mise à nu du terrain

La réalisation du projet implique l'évacuation de la végétation en place.

En conséquence, il conviendra de prévoir l'évacuation de tout vestige enterré (souches d'arbres, ...) au droit des futurs dallages et fondations. Une attention particulière sera apportée au comblement des fosses ainsi créées.

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations des normes et guides en vigueur.

Dans tous les cas, les fondations projetées devront être descendues sous le niveau des fosses ainsi créées afin d'être ancrées dans les sols en place et non remaniés.

5.2.3. Réalisation des terrassements

5.2.3.1. Hauteurs envisagées

Il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 0,5 m de déblais/remblais). Ils seront limités essentiellement à l'encastrement des fondations.

5.2.3.2. Traficabilité en phase chantier

Par expérience, les limons graveleux (formation n°2 - lœss) sont sensibles à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

5.2.3.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les limons graveleux et le schiste décomposé à altéré (formations n°2 et 3) ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Toutefois, bien que nous n'en ayons pas trouvé au droit des sondages, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs ou des affleurements rocheux en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels que pelle puissante, BRH, etc...

Dans tous les cas, la technique de déroctage retenue (si nécessaire) devra tenir compte de la présence de mitoyens afin d'éviter tout désordre sur les existants (limitation des vibrations, ...).

5.2.3.4. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec jusqu'aux profondeurs concernées par le projet. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment. On privilégiera notamment une réalisation des travaux en période favorable.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.3. Niveau-bas – dallage

5.3.1. Solution retenue

La réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable compte tenu de la qualité du sol support après terrassement (löess – formation n°2 ou/et schiste décomposé à altéré – formation n°3). Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

Les dallages seront conçus conformément au DTU 13.3 partie 3.

5.3.2. Conception et exécution

La mise en œuvre de la structure sous dallage (couche de forme et couche de réglage) sera réalisée moyennant les précautions successives suivantes :

- **purge de la terre végétale,**
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- **purge des éventuels poches médiocres et sols détériorés** par les engins de terrassement ou les eaux de pluie,
- compactage du fond de forme à 95 % de l'optimum Proctor normal (OPN) avec des engins adaptés. Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'OPN. Selon le GTR, la mise en œuvre correcte de la couche de forme nécessite un fond de forme ayant un module EV2 de l'ordre de 15 à 20 MPa pour une couche de forme en matériaux granulaires.

Dans le cas contraire (à la suite d'intempéries par exemple), et s'il est impossible d'attendre que le terrain s'assainisse, on devra envisager l'une des solutions ci-dessous :

- cloutage (incorporation par compactage et jusqu'à refus d'éléments 100/300 mm ou équivalents) sur une épaisseur minimale de 50 cm puis mise en place d'un géotextile,
- mise en place d'un géotextile si la plate-forme n'est pas praticable, et d'une sous-couche de 50 cm minimum en matériaux d'apports granulaires compactés et insensibles à l'eau,
- mise en place d'un géotextile anticontaminant/antipoinçonnant.

La structure sous dallage pourra alors être envisagée de la manière suivante :

- une couche de forme de 0.3 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/60, ou équivalent,
- une couche de réglage de 0,1 m d'épaisseur minimale en grave non traitée (GNT) 0/31.5 ou équivalent.

Ces épaisseurs sont données à titre informatif. Elles sont susceptibles de varier en fonction des conditions météorologiques et devront **être confirmées par une planche d'essai**.

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR édité en 1992 par le SETRA.

Il faudra également s'assurer qu'il ne subsiste pas de points durs ou des zones présentant des variations importantes d'épaisseurs de limons, sources de tassements différentiels.

5.3.3. Contrôles

D'après le DTU 13.3 de mars 2005 applicable au projet, le module de Westergaard (K_w) à obtenir sur la couche de forme est de 30 MPa/m minimum pour les pavillons.

On s'assurera, d'autre part, que le compactage est correctement réalisé.

5.3.4. Tassements prévisibles

Les hypothèses à retenir sur les modules E_s sont les suivantes, conformément au DTU 13.3 :

Formation	Epaisseur (m)	α	Module $E_s^{(1)}$ (MPa)
n°0 : Couche de forme	0.4	0.33	20
n°2 : Limons graveleux (Lœss)	1.0	0.50	20
n°3 : Schiste décomposé à altéré	> 7.0	0.67	28

⁽¹⁾ avec $E_s = E_M / \alpha$

Pour information, le tassement prévisible à long terme sous le dallage est estimé inférieur au centimètre en fonction des terrassements et des surcharges estimées de 2.5 kPa.

5.4. Fondation de la structure

5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage

Compte tenu des éléments précédents, un système de fondations **superficielles par semelles filantes et/ou isolées** ancrées de 0,3 m minimum dans les **Lœss** (formation n°2) ou/et dans le **schiste décomposé à altéré** (formation n°3) est envisageable.

Le toit de cette formation a été atteint vers 0.2 m par rapport au terrain au droit des sondages réalisés. L'assise prévisible des fondations sera donc située vers 0.5 m par rapport au niveau de la plateforme actuelle.

Ces conditions permettent d'assurer la mise hors gel des fondations, **à savoir une profondeur de 0.5 m minimum par rapport au terrain fini** (annexe O de la norme NF P 94-261).

5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées

5.4.2.1. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0,5 m pour des semelles continues et de 0,8 m pour des semelles ponctuelles pour des raisons de bonne exécution (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards),
- la présence de sols compressibles conduit à prévoir des joints complets rapprochés en cas de bâtiment allongé et à chaque aile de bâtiment. Dans les mêmes conditions, le niveau bas sera rigidifié au maximum pour limiter l'effet des tassements différentiels,
- **en cas de deux bâtiments ou de deux parties d'un même bâtiment, fondés de façon différente ou présentant un nombre de niveaux différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui pourraient se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes,**
- des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations (NF P 94-261),
- des surprofondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton,
- afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

5.4.2.2. Justifications des fondations

➤ Remarques préalables

Le dimensionnement des fondations devra être mené conformément à la norme NF P 94-261 – Eurocode 7 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles).

De plus, on notera les points suivants :

- les calculs proposés ci-dessous sont valables dans le cas de charges verticales et de fondations suffisamment éloignées d'un talus. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur i_δ . De même pour des fondations à proximité de talus de pente β (distance au talus $d \leq 8$ fois la largeur de la fondation), il conviendra d'appliquer un coefficient de réduction de portance i_β ,
- les tassements théoriques calculés s'entendent pour une mise en œuvre des fondations selon les règles de l'Art en accord avec les prescriptions de l'Eurocode 7 (NF P 94-261),
- des descentes de charge hétérogènes peuvent conduire à des tassements différentiels dont l'amplitude devra être estimée dans le cadre d'une étude complémentaire de type G2 PRO ou G3.

La vérification de la stabilité au glissement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans la mission géotechnique en phase projet (G2 PRO) ou en phase exécution (G3).

➤ Méthode de calcul de la capacité portante

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \quad \text{avec} \quad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} \quad \text{et} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}}$$

Avec :

- R_0 : masse volumique 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,
- $R_{v;k}$: valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' : surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} : contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d;v}$ et $\gamma_{R;v}$: facteurs de sécurité partiels à considérer.

➤ Méthode de calcul des tassements

Les tassements sont évalués selon la méthode pressiométrique. Elle permet d'estimer le tassement final d'une fondation :

- en considérant l'amortissement des contraintes avec la profondeur au droit de la fondation,
- en additionnant le tassement du terrain dû aux déformations de cisaillement avec le tassement du terrain dû aux déformations volumiques.

Elle est adaptée à l'estimation des tassements pour des chargements proches de ceux de l'ELS quasi-permanent.

Il s'agit de la méthode qui était retenue dans les justifications au DTU 13.12 et au Fascicule 62 Titre V.

➤ Exemples de calcul

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous d'après la modélisation géotechnique présente au paragraphe 4.1.2 et la lithologie observée au droit des sondages PD1 et SP4 et en considérant un ancrage de 0,3 m dans la couche d'assise et une fondation totalement comprimée ($A'=A$).

Type de fondation	Sondage référence	Largeur B (m)	Prof. assise (m)	Horizon d'ancrage	p_{le}^* (MPa)	K_p	q_{net} (kPa)	R_{vd} ELU (kNou kN/ml)	R_{vd} ELS ⁽¹⁾ (kNou kN/ml)	V_d ⁽¹⁾ (kNou kN/ml)	S ⁽²⁾ (cm)
semelle filante	SP4	0.5	0.5	n°2	0.9	0.96	864	257	156	150	0.7
semelle isolée carrée		1.0			1.0	0.94	1013	603	367	350	0,8
semelle filante	PD1	0.5	0.5	n°3	1.4	0.96	1344	400	243	150	0.5
semelle isolée carrée		1.0			1.4	0.96	1349	802	488	350	0.5

⁽¹⁾ ELS situations quasi-permanentes

⁽²⁾ tassement associé à 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 argiles et limons

En première approche, **de manière sécuritaire**, et en amont de l'étude de conception phase projet (G2 PRO) et de l'étude d'exécution (G3), nous proposons de retenir, pour une assise dans les lœss (formation n°2), une valeur de la contrainte σ_{ELS} limité à 150 kPa et pour une assise dans le schiste décomposé à altéré (formation n°3), une valeur de la contrainte σ_{ELS} maximale de 300 kPa **pour des charges verticales et centrées sur les fondations**.

Remarques complémentaires :

- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants,
- en fonction des valeurs de tassements admissibles, une rigidification de la structure pourrait être nécessaire. On pourra notamment prévoir un renforcement des armatures des fondations et des chaînages tant horizontaux que verticaux.

5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

5.5.1. Remarques préalables

Il appartient aux concepteurs de s'assurer auprès des services compétents que le terrain n'est pas inondable.

5.5.2. Protection du niveau d'assise des fondations

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau d'eau n'auront pas d'influence.

Toutefois, compte tenu de la nature des matériaux d'assise (limons graveleux sensibles à l'eau et généralement peu perméables), il est préconisé de réaliser un **système de drainage périphérique** au niveau de l'assise des fondations, raccordé à une évacuation adaptée afin de capter les eaux de ruissellement. Les eaux collectées seront rejetées vers un exutoire efficace et pérenne (pouvant être les réseaux, sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés).

De même, un entretien régulier des ouvrages de drainage est nécessaire afin d'assurer la pérennité de leur fonctionnement.

6. 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 P 94-500 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 P 94-500 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.

Cette étude de projet devra permettre, entre autres, de réduire les aléas et incertitudes suivants :

- Variations lithologique au droit du projet,
- Cote des niveaux bas des pavillons,
- Descentes de charges réelles appliquées sur les fondations.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchainement 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)
	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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisins avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

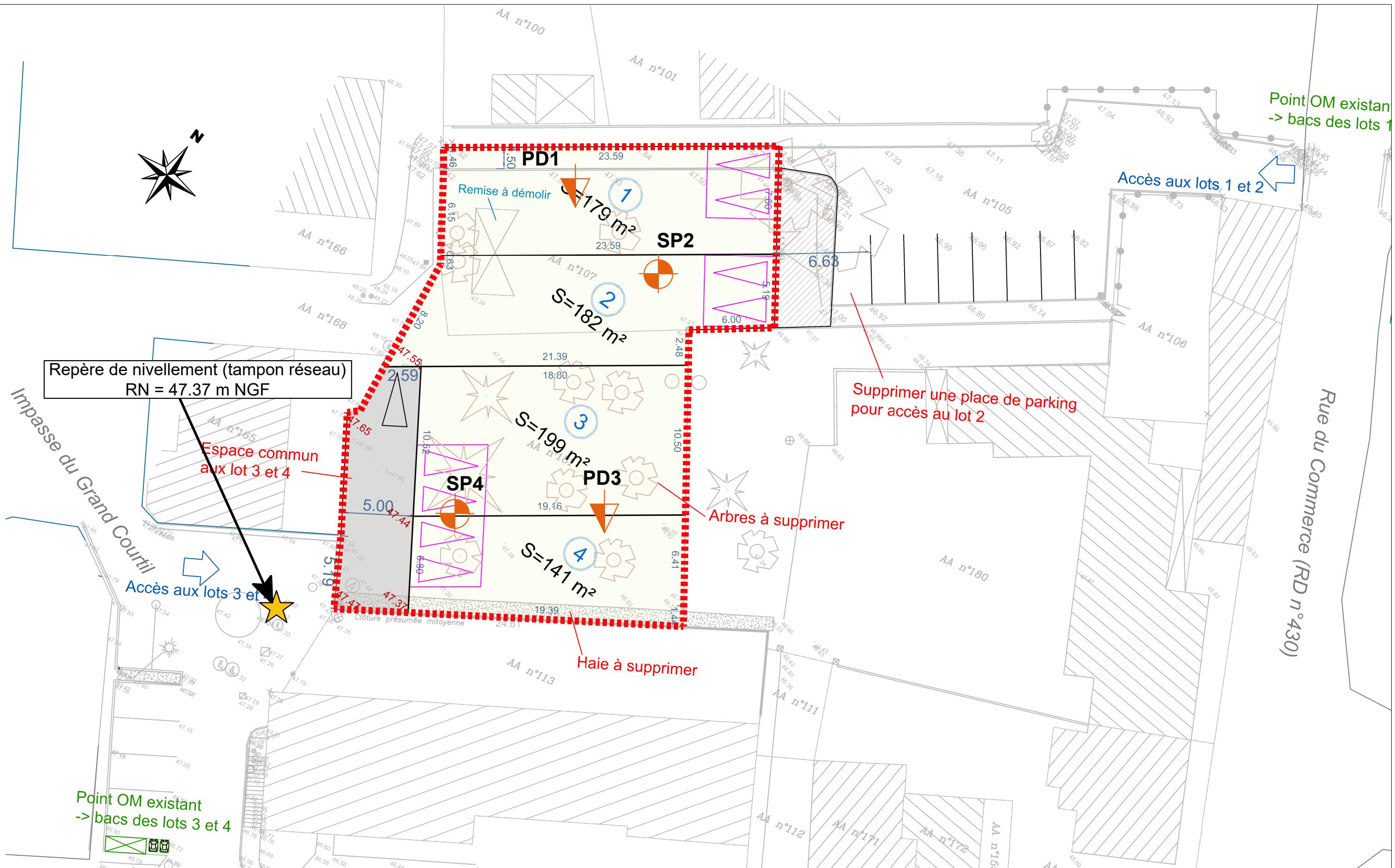
- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

ANNEXE 2 – PLAN D’IMPLANTATION DES SONDAGES



Légende:

- Sondage à la tarière avec essais pressiométriques
- ▼ Sondage au pénétromètre dynamique

LA CHAPELLE THOUARAUT (35) - Le Clos du Grand Courtil

Plan d'implantation des sondages

Dossier : OVA2.LR069

Echelle : 1/250 (format A3)

Date des investigations :
Novembre 2021

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_r^* (MPa)
- pression de fluage nette p_f^* (MPa)
- rapport E_M/p_r^*

- **Essais au pénétromètre dynamique type B :**

- diagramme donnant la résistance dynamique q_d en fonction de la profondeur, calculée selon la formule des Hollandais,
- éventuel niveau d'eau en fin de sondage.

Dossier : OVA2.LR069

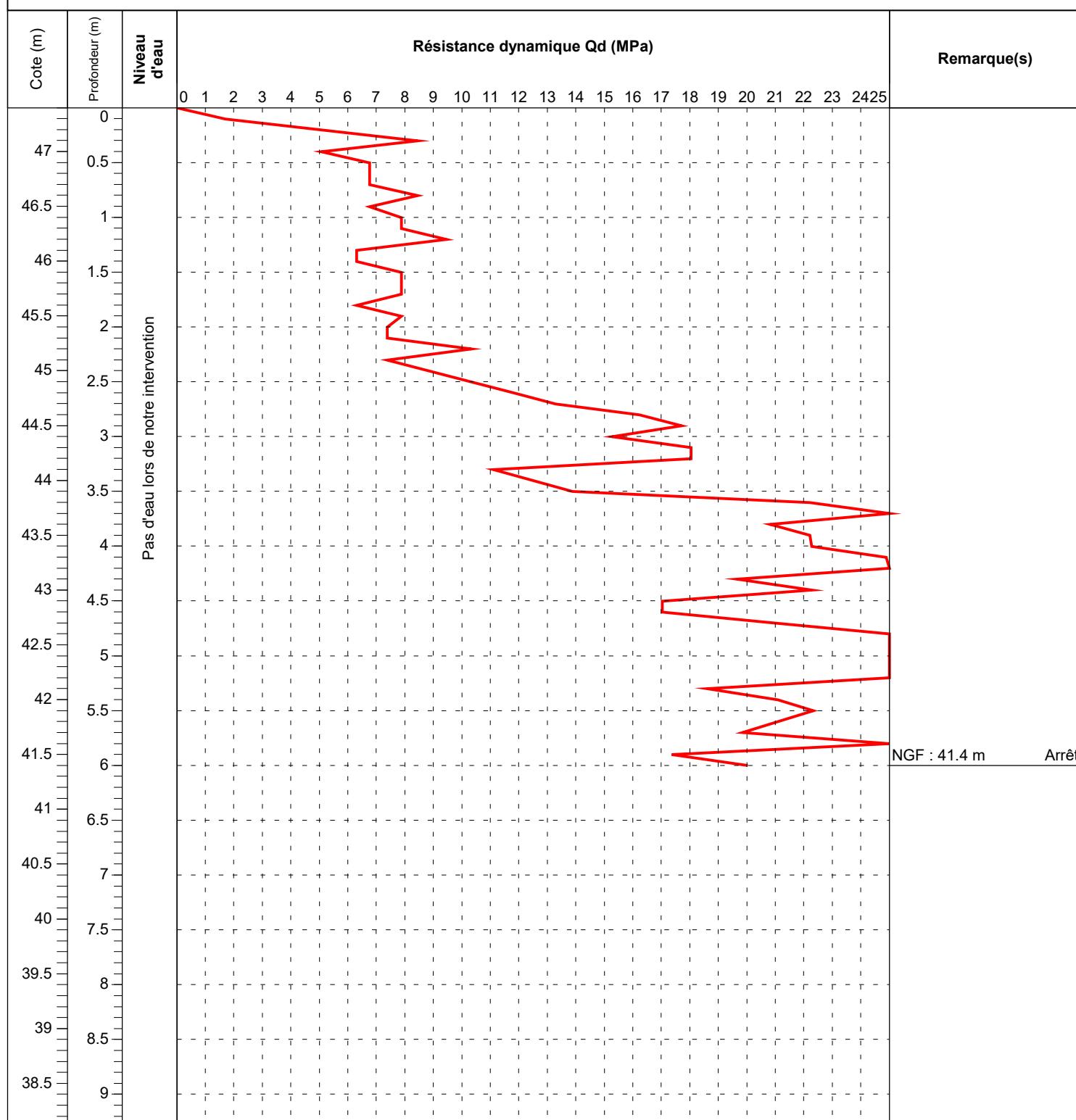
Chantier : LA CHAPELLE THOUARAUT (35)

Aménagement d'un lotissement - Le Clos du Grand Courtil
Client : HELIO AMENAGEMENT

X :
Echelle : 1/50

Y :
Machine : M674

Altitude : 47.4 m NGF

Date de sondage :
16/11/2021
Profondeur atteinte :
6.00 m

Observations :
EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR069

Chantier : LA CHAPELLE THOUARAUT (35)

Aménagement d'un lotissement - Le Clos du Grand Courtal

Client : HELIO AMENAGEMENT

X :

Echelle : 1/50

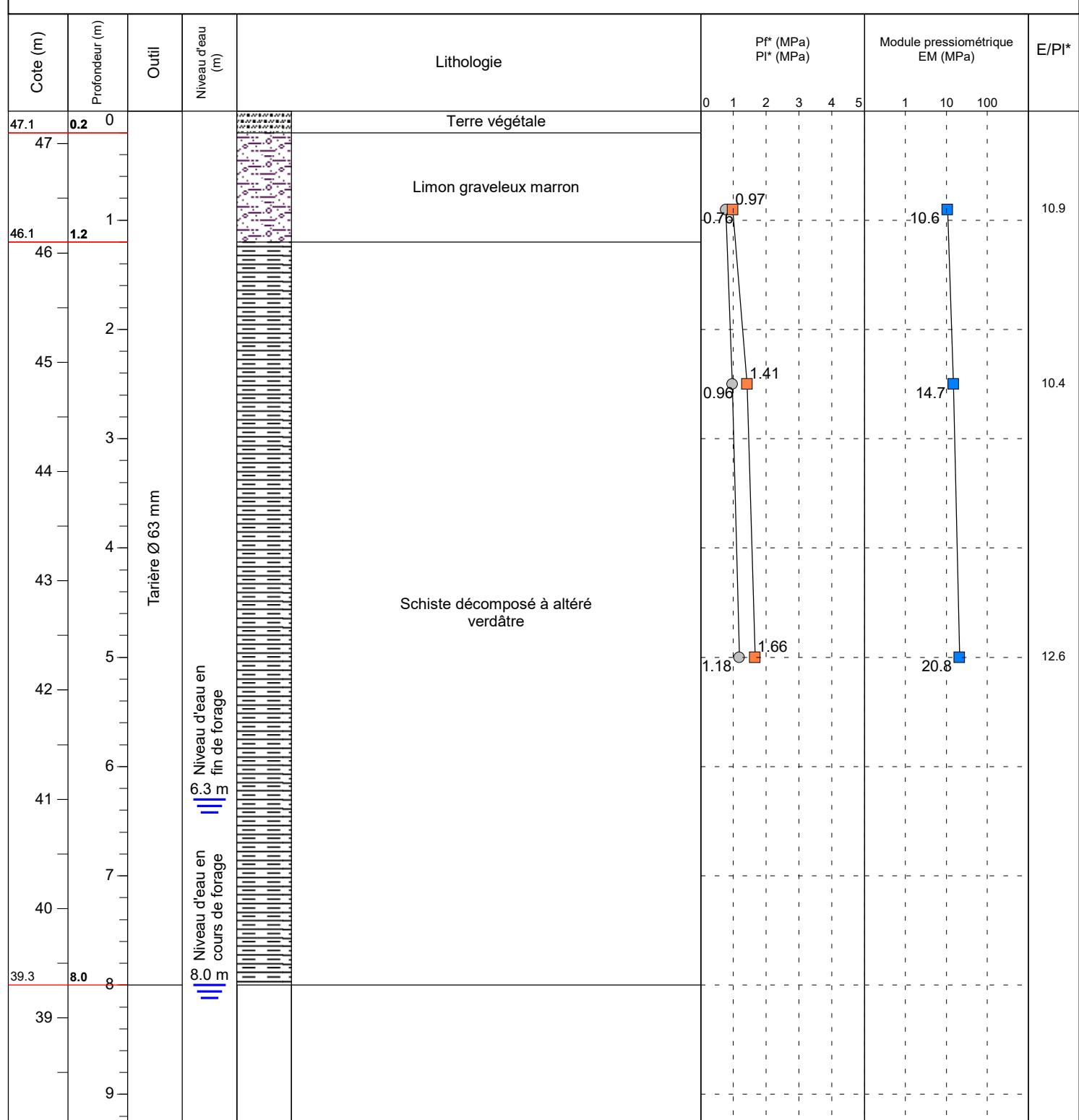
Y :

Machine : M674

Altitude : 47.3 m NGF

Date de forage : 29/10/2021

Profondeur du forage : 8.00 m



Observations :

Dossier : OVA2.LR069

Chantier : LA CHAPELLE THOUARAUT (35)

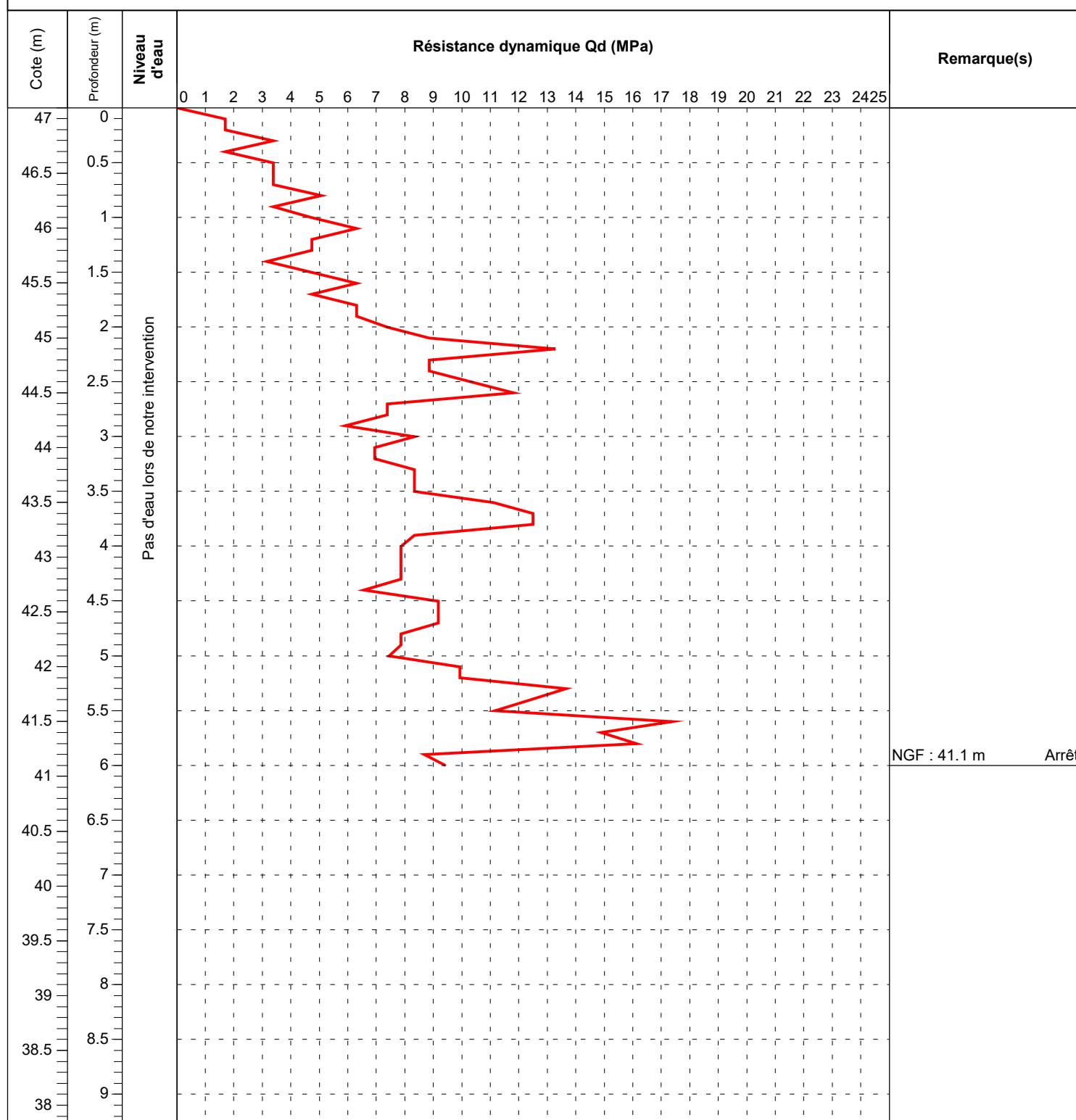
Aménagement d'un lotissement - Le Clos du Grand Courtil
Client : HELIO AMENAGEMENT

X :
Echelle : 1/50

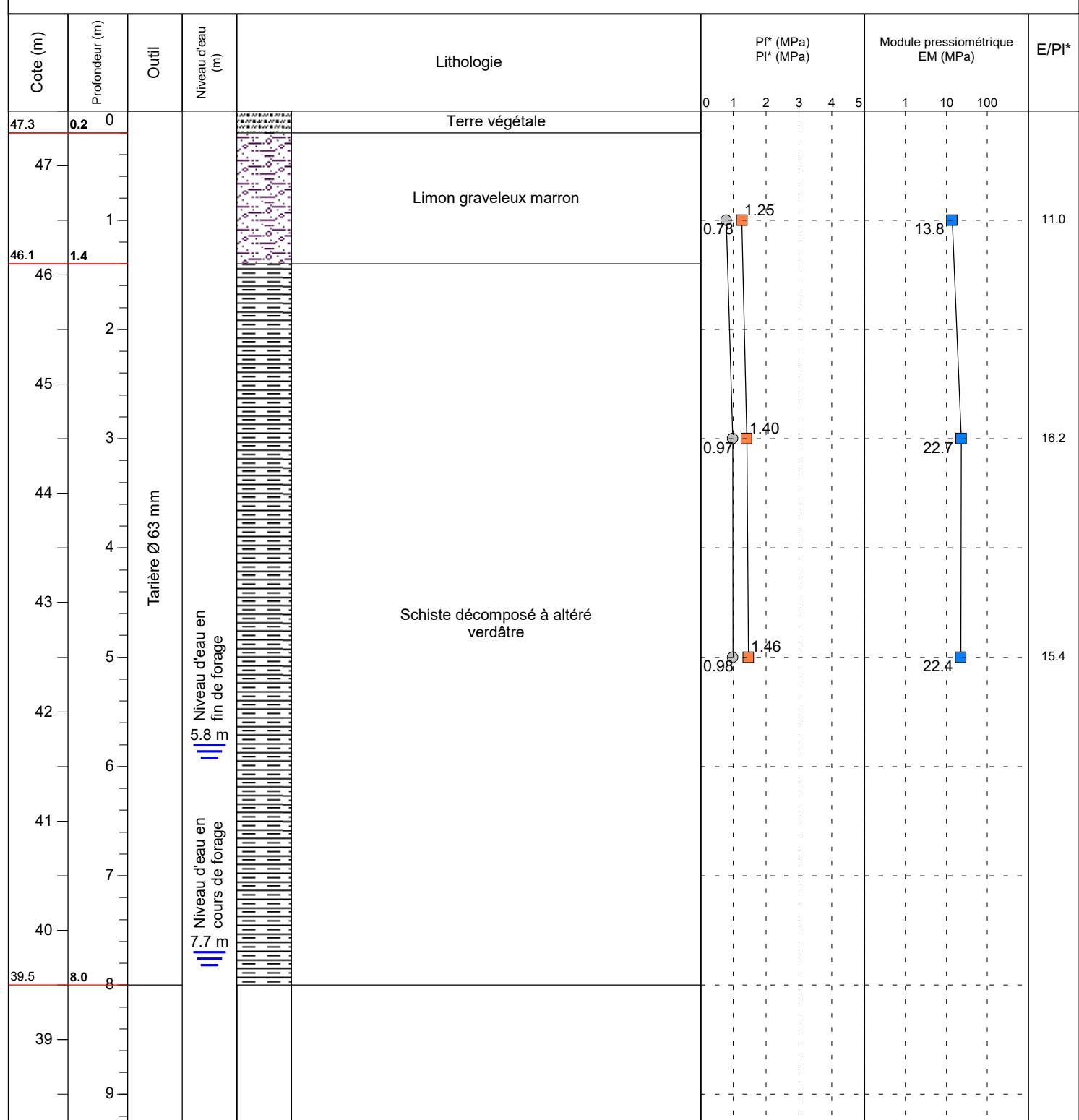
Y :
Machine : M674

Altitude : 47.1 m NGF

Date de sondage : 16/11/2021

Profondeur atteinte : 6.00 m

Observations :

EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR069
Chantier : LA CHAPELLE THOUARAUT (35)
Aménagement d'un lotissement - Le Clos du Grand Court
Client : HELIO AMENAGEMENT
X :
Echelle : 1/50
Y :
Date de forage : 29/10/2021
Machine : M674
Altitude : 47.5 m NGF
Profondeur du forage : 8.00 m

Observations :
EXGTE 3.23.1



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