

# Aménagement d'un lotissement

« Le Bois Menguy » à SAINT MAUGAN (35)

Rapport d'étude OVA2.LR084 Version A

Lots : étude géotechnique préalable phase Principe Généraux de  
Construction (G1 PGC)

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

Le 14/01/2022



**Agence de Rennes**

ZA Beauséjour

35520 LA MEZIERE

Téléphone +33 (0)2 99 27 51 10

[cebtp.rennes@groupeginger.com](mailto: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

<p align="center"><b>HELIO AMENAGEMENT</b> 170 Rue de ST MALO 35000 RENNES</p>							
<p align="center"><b>AMENAGEMENT D'UN LOTISSEMENT</b></p> <p align="center">Le Bois Menguy à SAINT MAUGAN (35)</p> <p>RAPPORT - Lots : étude géotechnique préalable phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC) Voiries : étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 phase AVP)</p>							
Dossier : OVA2.LR084					Contrat : OVA2.L.1568 Version A		
Version	Date	Rédigé par	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
A	14/01/22	Delphine BENESSY		Isabelle PERRICHARD		27 pages 4 annexes	-

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

## Sommaire

<b>1. Plans de situation .....</b>	<b>4</b>
1.1. Extrait de carte IGN .....	4
1.2. Image aérienne .....	4
<b>2. Contexte de l'étude .....</b>	<b>5</b>
2.1. Données générales.....	5
2.1.1. Identification du projet et des principaux interlocuteurs.....	5
2.1.2. Document(s) communiqué(s) .....	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'étude préliminaire .....	9
2.3.1. Description du projet.....	9
2.3.2. Sollicitations appliquées aux fondations et aux niveaux bas .....	9
2.3.3. Terrassements prévus.....	9
2.3.4. Voiries .....	10
2.4. Mission Ginger CEBTP .....	10
<b>3. Investigations géotechniques.....</b>	<b>11</b>
3.1. Préambule.....	11
3.2. Implantation et nivellement .....	11
3.3. Sondages, essais et mesures in situ .....	11
3.3.1. Investigations in situ .....	11
3.3.2. Essais de perméabilité in situ .....	12
<b>4. Synthèse des investigations.....</b>	<b>13</b>
4.1. Première approche d'un modèle géologique .....	13
4.2. Première approche de modèle hydrogéologique .....	15
4.2.1. Contexte hydrogéologique.....	15
4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau .....	15
4.2.3. Inondabilité .....	15
4.2.4. Perméabilité .....	16
4.3. Risque sismique.....	17
4.3.1. Données parasismiques réglementaires.....	17
4.3.2. Liquéfaction .....	17

<b>5. Principes généraux de construction .....</b>	<b>18</b>
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation .....	18
5.2. Adaptations générales .....	19
5.2.1. Remarques préalables .....	19
5.2.2. Réalisation des terrassements .....	19
5.3. Niveau-bas – dallage .....	20
5.3.1. Solution retenue .....	20
5.3.2. Principes généraux .....	20
5.4. Fondation de la structure .....	21
5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage .....	21
5.4.2. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées .....	21
5.5. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau .....	22
5.5.1. Remarques préalables .....	22
5.5.2. Protection du niveau d'assise des fondations .....	22
5.6. Voiries et aires de stationnement .....	22
5.6.1. Préambule .....	22
5.6.2. Hypothèses de calcul .....	22
5.6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase .....	22
5.6.4. Travaux préparatoires .....	23
5.6.5. Couche de forme .....	23
5.6.6. Structure type de chaussée .....	24
5.7. Bassin de rétention ou d'infiltration .....	25
5.7.1. Terrassements et protection des talus .....	25
5.7.2. Perméabilité et étanchéification .....	25
5.7.3. Gestion du niveau d'eau naturel .....	26
<b>6. Observations majeures .....</b>	<b>27</b>

## Annexes

**ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

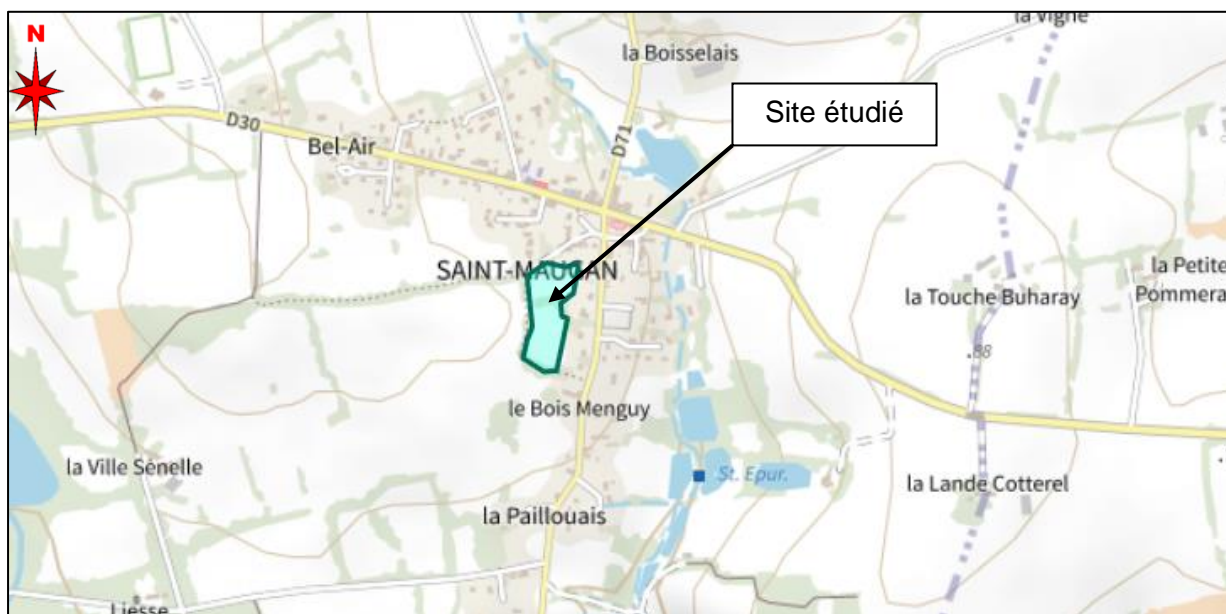
**ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**

**ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU**

**ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS D'INFILTRATION**

## 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 : Aménagement d'un lotissement  
Localisation : Le Bois Menguy  
Commune : SAINT MAUGAN (35)  
Demandeur de la mission et client : HELIO AMENAGEMENT

#### 2.1.2. Document(s) communiqué(s)

Document	Echelle	Origine	Format	Date
Plan de composition sur fond topographique	1/500	HELIO AMENAGEMENT	Fichier PDF	Septembre 2021

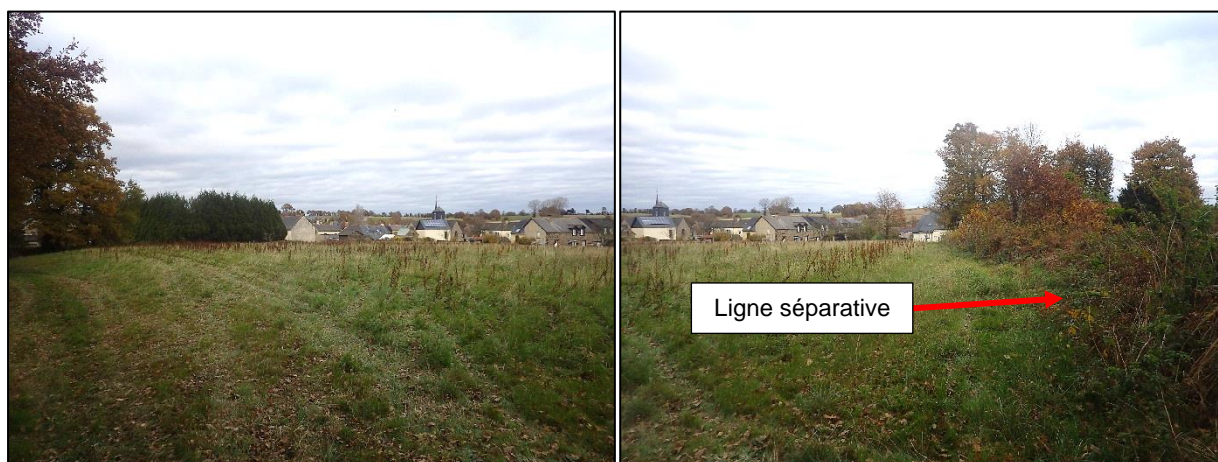
### 2.2. Description du site

#### 2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site d'étude est localisé au lieu-dit « Le Bois Menguy » (parcelles cadastrales n°584 et 692 section B) sur la commune de SAINT MAUGAN (35). Sa superficie est d'environ 10 900 m².

Le site concerné par les investigations présente une pente globale de 3 % orientée vers le l'Est. Son altitude varie d'environ 61.83 à 68.50 m NGF d'après le plan de composition sur fond topographique fourni.

Lors de notre intervention, le terrain correspondait à deux prés enherbés séparés par une ligne en friche avec quelques arbustes. Le site est délimité au Sud et à l'Ouest par des arbres puis un chemin et au Nord et à l'Est par des haies, jardins de pavillons.



Vues partie Nord du site – Parcelle n°584 (source : Ginger CEBTP)



Vues partie Sud du site – Parcelle n°692 (source : Ginger CEBTP)

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

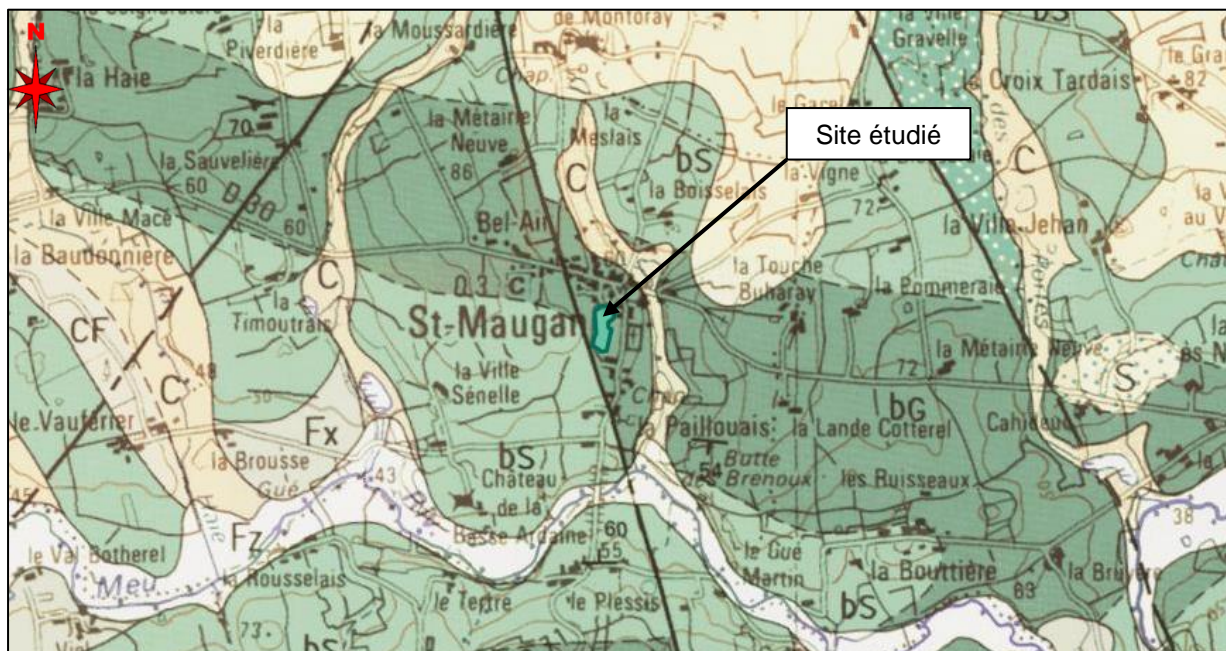
## 2.2.2. Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

### 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,
- 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.

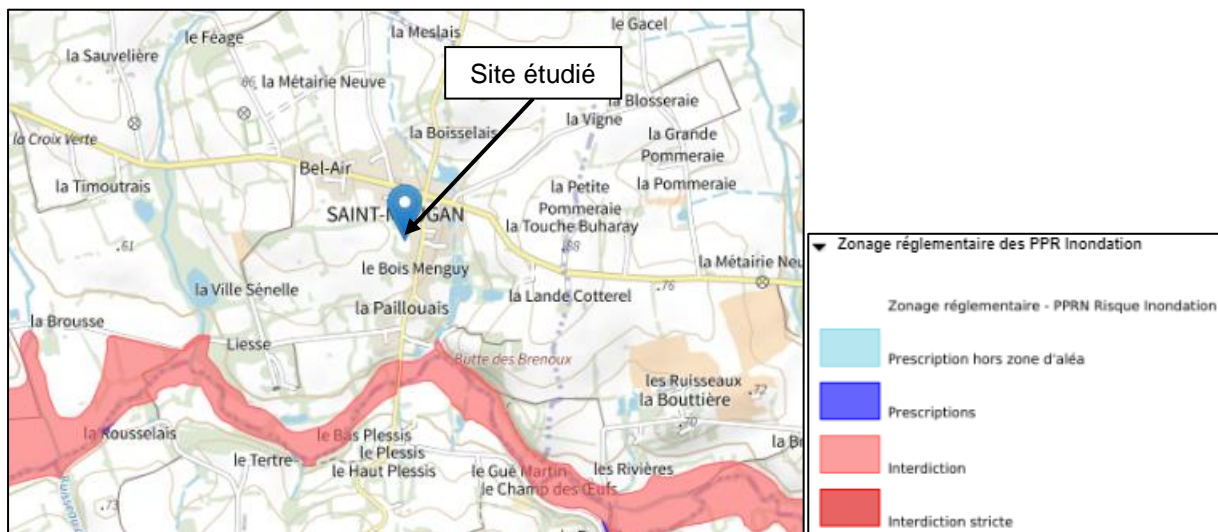
#### 2.2.2.3. Risques naturels et sismicité

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

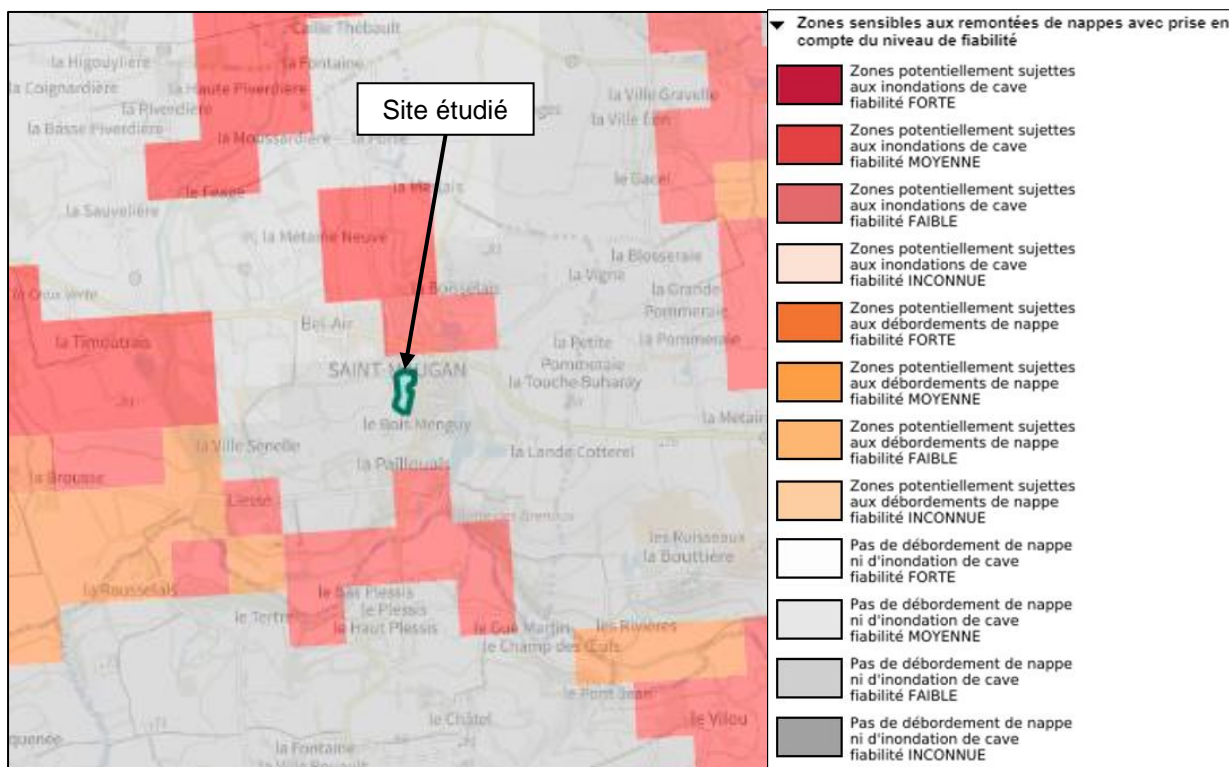
Risques naturels	Sensibilité
Inondations/débordement de cours d'eau	PPRN approuvé le 20/10/2005 – Projet hors zone inondable *
Remontées de nappe	Zone non sujette aux inondations de cave ni aux débordements de nappe avec une fiabilité faible *
Argiles (retrait/gonflement)	Aléa a priori nul *
Cavités 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

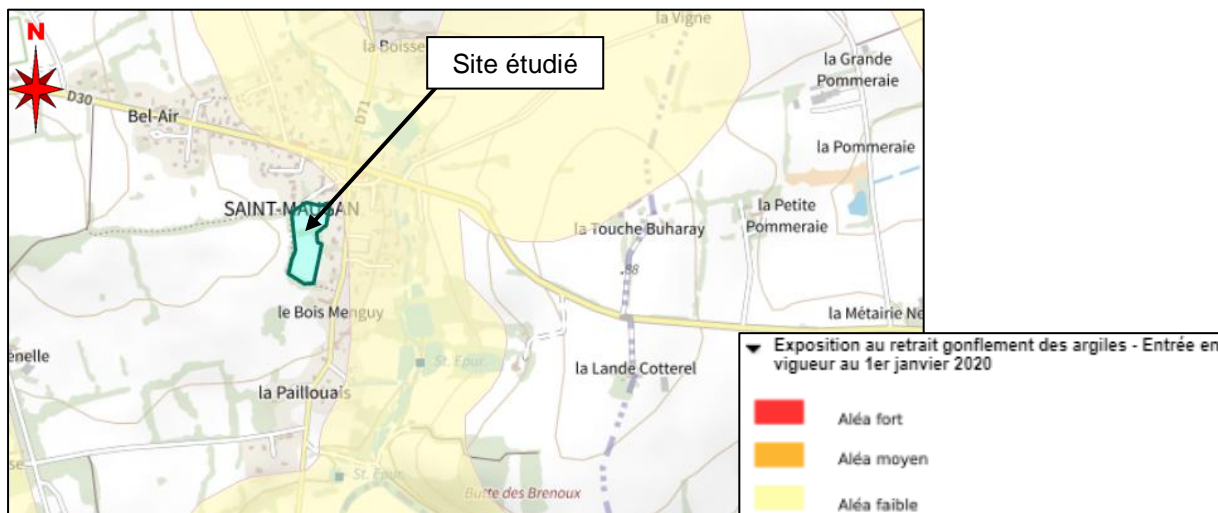




Source : site Géorisques



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'étude préliminaire

### 2.3.1. Description du projet

D'après les documents cités au paragraphe 2.1 et les informations fournies, le projet porte sur l'aménagement d'un lotissement avec la création de 18 lots, de ses voiries de desserte interne et d'un système de gestion des eaux pluviales de type bassin.

En l'absence d'information sur l'aménagement des lots, nous supposons que le projet prévoit la construction de pavillons de type RDC à R+1 sans niveau de sous-sol.

A ce stade de l'étude, le projet n'est pas complètement défini et est susceptible d'évoluer. Les études de conception phase avant-projet et projet (mission G2 AVP et 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 sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage.

### 2.3.3. Terrassements prévus

Aucune information quant aux hauteurs des terrassements ne nous a été communiquée.

D'après le plan topographique (cf. § 2.1.2.) et compte tenu du site, le terrain présente une légère pente au droit de chaque lot. Nous considérons par la suite qu'il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 1.0 m de déblais/remblais).

Pour la réalisation du bassin de rétention, aucune cote de niveau fini ne nous a été communiquée. Nous partons donc sur l'hypothèse de terrassements en déblais de 1.0 m de profondeur maximum.

#### 2.3.4. Voiries

Le projet comprend la réalisation de voiries de desserte et d'aires de stationnement.

En l'absence de données, le trafic sera estimé de l'ordre de 25 PL par jour et par sens de circulation. Nous prendrons donc la classe de trafic T5, correspondant au trafic le plus faible (moins de 750 véhicules/jours et moins de 25 PL/jour), selon le "**Guide pour la construction des voiries à faible trafic Bretagne – Pays de la Loire**" (2002).

Toute autre classe de trafic conduira à des structures de chaussées différentes de celles énoncées dans le présent rapport.

### 2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°OVA2.L.1568 Version A daté du 17/11/2021 (commande correspondante datée du 26/11/2021).

Il s'agit d'une étude géotechnique préalable phase Principe Généraux de Construction (G1 PGC) et 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.

La mission G1 PGC ne concerne que les lots et a pour but de :

- réaliser une enquête documentaire géologique (et non historique) pour décrire le cadre géotechnique du site,
- préciser l'existence d'avoisinants,
- définir, si besoin, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser, en assurer le suivi technique et en exploiter les résultats,
- fournir un rapport donnant pour le site étudié :
  - un modèle géologique préliminaire,
  - une synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, risques géotechniques majeurs...),
- certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

**Nous rappelons que la mission G1 ne comprend pas d'ébauche dimensionnelle.**

La mission G2 AVP ne concerne que les voiries et a 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, assises des voiries, 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 fin novembre – décembre 2021.

#### 3.2. Implantation et nivellement

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

Les altitudes des têtes de sondages correspondent au niveau du terrain au moment des investigations (Terrain Actuel – TA). Elles ont été relevées par nos soins le 30 novembre 2021 en prenant comme référence la borne S1 indiquée à 67,0 m NGF sur le plan d'implantation des sondages, rattachée au fond topographique fourni.

#### 3.3. Sondages, essais et mesures in situ

##### 3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Qté	Noms	Prof. / TA (en m)	Altitude NGF de la tête (en m)	Essais pressiométriques (NF EN ISO 22 476-4)	Ouvrage
<b>Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale</b> continue Ø 63 mm	4	SP1	5.0	67.5	4	Lots
		SP2	5.0	65.3	4	
		TH3	5.0	66.2	-	
		TH4	5.0	67.7	-	
<b>Essai au pénétromètre dynamique type DPSH-B</b> (norme NF EN ISO 22476-2) ® : refus	6	PD3	3.7 ®	66.2		Lots
		PD4	2.7 ®	67.7		
		PDA	3.0	65.8		Voiries
		PDB	3.0	66.8		
		PDC	2.4 ®	67.3		
		PDD	3.0	66.1		

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 :

- **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.

- **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  $E_M/p_l^*$

### 3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Prof. / TA (en m)	Altitude NGF de la tête (en m)
Essai Porchet	EP1	0.7	66.1
	EP2	0.6	67.2
	EP3	0.7	66.2

Les résultats des essais de perméabilité sont fournis en annexe 4.

## 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)).

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment de la reconnaissance (fin novembre - décembre 2021).

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

Formation n°1a : Terre végétale.

Profondeur de la base : 0.2-0.3 m/TA

Formation n°1b : Limon marron et marron clair, ponctuellement avec quelques graves.

Profondeur de la base : de 0.5 à 0.8 m/TA.

- Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) : < 3 MPa

Commentaire : cet horizon a été mis en évidence jusqu'à la base du sondage EP2 (0.6 m/TA).

Formation n°2a : Schiste décomposé se présentant sous forme de limon argileux à sableux à graves de schiste.

Profondeur de la base : de 1.9 à 3.5 m/TA.

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite ( $p_l^*$ ) : 1.04 à 1.62 MPa (4 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) : 10.7 à 21.9 MPa (4 essais)
- Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) : 3 à 15 MPa

Commentaires :

- cet horizon a été mis en évidence jusqu'à la base des sondages PDA, PDB (3.0 m/TA) et EP1, EP3 (0.7 m/TA).
- les caractéristiques mécaniques de cette formation augmentent progressivement avec la profondeur.

Formation n°2b : Schiste altéré à compact

Profondeur de la base : supérieure à la base des sondages,

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite ( $p_l^*$ ) : > 3.00 MPa (4 essais)
- Module pressiométrique ( $E_M$ ) : 46.8 à 72.1 MPa (4 essais)
- Résistance dynamique de pointe ( $q_d$ ) : > 15 MPa

Commentaire : les caractéristiques mécaniques de cet horizon ont mené les essais au pénétromètre au refus.



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

Ouvrage	Lots			
Sondage (cote NGF de la tête en m)	SP1 (67.5)	TH3/PD3 (66.2)	TH4/PD4 (67.7)	SP2 (65.3)
Formation	<b>Profondeur de la base</b> en mètre par rapport au TA (altitude NGF correspondante en m)			
n°1a : TV	0.2 (67.3)	0.2 (66.0)	0.2 (67.5)	0.2 (65.1)
n°1b : Limon	0.5 (67.0)	0.5 (65.7)	0.8 (66.9)	0.5 (64.8)
n°2a : Schiste décomposé	2.5 (65.0)	3.5 (62.7)	2.3 (65.4)	2.5 (62.8)
n°2b : Schiste altéré à compact	Au-delà			

Ouvrage	Voiries						
Sondage (cote NGF de la tête en m)	EP1 (66.1)	PDA (65.8)	PDB (66.8)	EP2 (67.2)	PDC (67.3)	PDD (66.1)	EP3 (66.2)
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA (altitude NGF correspondante en m)						
n°1a : TV	0.3 (65.8)	0.2 (65.6)	0.2 (66.6)	0.3 (66.9)	0.3 (67.0)	0.2 (65.9)	0.2 (66.0)
n°1b : Limon	0.5 (65.6)	0.8 (65.0)	0.5 (66.3)	> 0.6 (< 66.6)	0.6 (66.7)	0.8 (65.3)	0.5 (65.7)
n°2a : Schiste décomposé	> 0.7 (< 65.4)	> 3.0 (< 62.8)	> 3.0 (< 63.8)	Non atteint	1.9 (65.4)	2.7 (63.4)	> 0.7 (< 65.5)
n°2b : Schiste altéré à compact	Non atteint				Au-delà		Non atteint

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.**

## 4.2. Première approche de modèle hydrogéologique

### 4.2.1. Contexte hydrogéologique

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

- une nappe de type perchée pouvant régner au sein des formations de couverture (formations n°1a et 1b), alimentée par la pluviométrie efficace,
- une ou des nappes semi-captives régnautes au sein du schiste décomposé (formation n°2a),
- 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 au gré des discontinuités rencontrées dans le substratum. Ces circulations peuvent être en charge dans les fractures du substratum, généralement peu perméable.

### 4.2.2. Piézométrie et niveaux d'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations (fin novembre-décembre 2021). Toutefois, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure au sein des formations, notamment en cas de précipitations.

Notons que les essais de pénétration dynamique permettent rarement de déceler ou de localiser les niveaux d'eau dans le sol et les profondeurs des sondages ne permettent pas toujours d'atteindre les niveaux géologiques aquifères.

***De plus, il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie.***

### 4.2.3. Inondabilité

D'après les données issues des sites internet [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr) et [www.sigesbre.brgm.fr](http://www.sigesbre.brgm.fr), le site n'est pas sujet aux inondations de cave ni aux débordements 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.

#### 4.2.4. Perméabilité

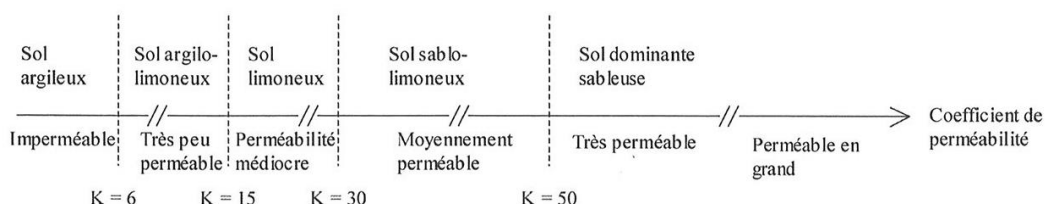
Afin d'estimer la perméabilité des terrains en place, des essais d'infiltration de type Porchet ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Désignation de l'essai	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai (en m/TA)	Coefficient de perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> )	Coefficient de perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> )
EP1	2a	Schiste décomposé (limon peu sableux)	0.45 à 0.70	4.1 x 10 <sup>-6</sup>	14.8
EP2	1b	Limon	0.40 à 0.60	5.0 x 10 <sup>-6</sup>	18.0
EP3	1b-2a	Limon et schiste décomposé (limon peu argileux)	0.35 à 0.70	1.5 x 10 <sup>-7</sup>	0.5

Remarques importantes :

- nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues,
- par ailleurs, dans l'hypothèse de rabattement provisoire ou permanent de la nappe, les essais entrepris permettent uniquement d'estimer des débits prévisibles. Seul un essai de pompage intégrant la perméabilité en grand du massif permettra d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir.

Les termes utilisés dans ce paragraphe sont ceux utilisés dans la norme XP DTU 64.1 P1-1 : Mise en œuvre des dispositifs d'assainissement non collectif, dont le tableau récapitulatif est présenté ci-dessous (k exprimé en mm/h).



Les formations 1b et 2a correspondent à des limons plus ou moins argileux considérés comme "imperméable" ou à limon plus ou moins sableux considérés comme de "perméabilité médiocre".



### 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 (agR)	0,7 m.s <sup>-2</sup>

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

#### 4.3.2. Liquéfaction

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

## 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 0.2-0.3 m de terre végétale (formation n°1a), nous sommes en présence de limons sur quelques décimètres d'épaisseur ( $\leq 0.5$  m). Au-delà, on rencontre le schiste décomposé (formation n°2a) avec des caractéristiques mécaniques s'améliorant progressivement avec la profondeur puis le schiste altéré à compact (formation n°2b) dont les caractéristiques mécaniques ont provoqué le refus des sondages au pénétromètre dynamique.

Contexte hydrogéologique : Aucun niveau d'eau n'a été observé jusqu'à la base des sondages (0.6 à 5.0 m/TA) au moment des investigations (fin novembre – décembre 2021). Néanmoins, 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 avec la création de 18 lots, de ses voiries de desserte interne et d'un système de gestion des eaux pluviales de type bassin.

En l'absence d'information sur l'aménagement des lots, nous supposons que le projet prévoit la construction de pavillons de type RDC à R+1 sans niveau de 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 (formations n°1b et 2a),
- pas de présence d'eau aux profondeurs concernées par le projet au moment des investigations.

➤ Solutions techniques envisageables :

**Sous réserve des descentes de charges réelles, des tassements admissibles et des caractéristiques mécaniques des formations, on pourra envisager :**

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

**Les types de fondation à retenir devront être validés dans les études de conception une fois les projets définis.**

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, matériels 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. Réalisation des terrassements

#### 5.2.2.1. Hauteurs envisagées

Aucune information quant aux hauteurs des terrassements ne nous a été communiquée.

D'après le plan topographique (cf. § 2.1.2.) et compte tenu du site, le terrain présente une légère pente au droit de chaque lot. Nous considérons par la suite qu'il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain (+/- 1.0 m de déblais/remblais).

Pour la réalisation du bassin de rétention, aucune cote de niveau fini ne nous a été communiquée. Nous partirons donc sur l'hypothèse de terrassements en déblais de 1.0 m de profondeur maximum.

#### 5.2.2.2. Traficabilité en phase chantier

**Par expérience, les limons plus ou moins sableux ou/et argileux (formations n°1b et 2a) 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.

#### 5.2.2.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les limons (formation n°1b) et le schiste décomposé (formation n°2a) 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...

#### 5.2.2.4. 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 (schistes décomposés – formation n°2a). Une couche de forme sera nécessaire avant sa mise en œuvre.

#### 5.3.2. Principes généraux

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

- **purge de la terre végétale et des limons** (formations n°1a et 1b),
- terrassement jusqu'au fond de forme,
- **purge des éventuels poches médiocres et sols détériorés** par les engins de terrassement ou les eaux de pluie.

L'étude des sujétions particulières d'exécution (nécessités de mise en place de géotextile, ...) et l'étude de l'assise du dallage (module Es et épaisseur des différentes couches d'assises, couche de forme et traitement éventuel du sol support, drainage de la plateforme, ...) ne font pas partie de la présente mission. Ces points seront traités dans le cadre des études géotechniques de conception.

## 5.4. Fondation de la structure

### 5.4.1. Type de fondation et conditions d'ancrage

Compte tenu des éléments précédents et **sous réserve de descentes de charges du projet compatibles avec les caractéristiques mécaniques de la formation d'assise, la contrainte au sol et de tassements admissibles**, un système de fondations **superficielles par semelles filantes et/ou isolées** ancrées de 0,3 m minimum dans le **schiste décomposé** (formation n°2a) est envisageable.

Le toit de cette formation a été atteint entre 0.5 et 0.8 m par rapport au terrain au droit des sondages réalisés. L'assise prévisible des fondations sera donc située entre 0.8 et 1.1 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

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),
- 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.

**La justification du dimensionnement devra être fournie dans le cadre des études géotechniques de conception.**



## 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 (schiste décomposé en limons ± sableux ou argileux sensibles à l'eau et très peu perméables), il est préconisé de réaliser un **système de drainage périphérique**, 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.

## 5.6. Voiries et aires de stationnement

### 5.6.1. Préambule

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude conception en phase projet (G2 PRO) ou d'une étude d'exécution (G3). Les indications données ici ne constituent qu'une première approche, un prédimensionnement.

Pour le prédimensionnement des structures types, nous avons utilisé le « **Guide pour la construction des voiries à faible trafic Bretagne – Pays de la Loire** » (2002)

### 5.6.2. Hypothèses de calcul

La classe de trafic ne nous a pas été fournie. Nous avons donc considéré une classe de trafic T5 (maximum 25 PL/ jour et par sens de circulation).

### 5.6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

La partie supérieure des terrassements est constituée de sols sensibles à l'eau, présentant une résistance dynamique inférieure à 2.5 MPa (formation n°1b), correspondant à une PST "sols déformables à très déformables" ou une résistance dynamique supérieure à 2.5 MPa (formation n°2a), correspondant à une PST "sols peu déformables mais sensibles à l'eau".

Ces sols peuvent évoluer en fonction des conditions météorologiques.

Les travaux devront être réalisés en période météorologique favorable afin d'obtenir des matériaux en état hydrique moyen à sec et pour permettre une circulation des engins sur la PST sans difficulté.

Si, toutefois, les travaux sont réalisés en période défavorable, des sujétions seront à prévoir afin d'augmenter la portance avant la réalisation de la couche de forme.

#### 5.6.4. Travaux préparatoires

Avant la mise en place de la couche de forme, les travaux préparatoires consisteront à :

- **drainer** le site (fossés...),
- **purger la terre végétale** ainsi que des éventuelles poches inconsistantes et des sols détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie,
- **compacter le fond de forme** à 95% de l'Optimum Proctor Normal (OPN). 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.

#### 5.6.5. Couche de forme

L'épaisseur de la couche de forme dépendra de la classe du matériau extrait de la carrière.

Sur la base d'un matériau de type R61 ou équivalent et dans des conditions météorologiques similaires à celles de l'étude, les épaisseurs minimales de matériaux à mettre en œuvre en couche de forme sont les suivantes :

Classe des matériaux en couche de forme : <b>R<sub>61</sub></b> ou équivalent.		
Qualification de la portance de la PST	Contexte de réalisation	Epaisseur de la couche de forme, pour obtenir une plate-forme de type <b>PF2- (EV2 entre 50 et 80 MPa)</b> , préalable à l'édification des chaussées
<b>Sols déformables à très déformables</b>	Déblais sans drainage	<b>0,75 m</b> (0,2 m de 0/63 + 0,55 m de 0/150) ou <b>0,6 m</b> (0,2 m de 0/63 + 0,4 m de 0/150) <b>sur géotextile</b>
	Déblais avec drainage profond	<b>0,6 m</b> (0,2 m de 0/63 + 0,4 m de 0/150) ou <b>0,5 m</b> de 0/63 <b>sur géotextile</b>

Classe des matériaux en couche de forme : <b>R<sub>61</sub></b> ou équivalent.		
Qualification de la portance de la PST	Contexte de réalisation	Epaisseur de la couche de forme, pour obtenir une plateforme de type <b>PF2-</b> ( <b>EV2 entre 50 et 80 MPa</b> ), préalable à l'édification des chaussées
<b>Sols peu déformables mais sensibles à l'eau</b>	Déblais sans drainage	<b>0,45 m</b> de 0/63
	Déblais avec drainage profond	<b>0,3 m</b> de 0/63

L'épaisseur donnée précédemment est indicative ; elle devra être adaptée sur le chantier en fonction de la classe de PST au démarrage des travaux et des résultats des contrôles effectués (planche d'essais préalable).

#### 5.6.6. Structure type de chaussée

Sur la base d'une assise de classe PF2- et pour un trafic T5, on peut proposer, à titre de prédimensionnement pour les voiries lourdes, les structures de chaussée suivantes :

Couches	Epaisseur	Epaisseur
Surface	6 cm de BBS	4 cm de BBM
Fondation et base	16 cm de GNT de type B2 (0/20 ou 0/31,5)	12 cm de GB2 (0/14)
Plateforme	PF2- (EV2 entre 50 et 80 MPa)	

Légende : BBS : Béton bitumineux souple, BBM : Béton bitumineux mince, GNT : grave non traitée, GB : grave bitume.

**Les exemples ci-avant ne tiennent pas compte de la vérification au gel de la structure de chaussée.** Le dimensionnement au niveau de l'étude de conception phase projet (G2 PRO) ou de l'étude d'exécution (G3) devra être réalisé en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

Dans les zones de fortes sollicitations (zones de manœuvre, de giration, rampe d'accès, ...), nous conseillons de privilégier des enrobés à liants élastomères pour leur caractère anti-orniérage.

L'entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par note technique).

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- contrôle du niveau de portance de la plateforme,
- respect des épaisseurs préconisées,
- contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité.

Ginger CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

*Nota Bene* : Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition pour en vérifier la définition et les possibilités, dans le cadre d'une étude de projet.

## 5.7. Bassin de rétention ou d'infiltration

### 5.7.1. Terrassements et protection des talus

Les conditions de terrassements du bassin de rétention / infiltration seront les mêmes que celles développées au paragraphe 5.2.2.

Afin d'assurer une mise en œuvre adaptée, les dispositions suivantes devront être respectées :

- **purge de la terre végétale** ainsi que des éventuelles poches inconsistantes et des sols détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie,
- **réalisation de pentes** de talus inférieures à 1 de hauteur pour 2 de base,
- pour les ouvrages de rétention uniquement : **compactage du fond de forme** à 95% de l'Optimum Proctor Normal (OPN). Cette opération ne sera réalisable dans les sols en place que si ces derniers présentent une teneur en eau voisine de l'OPN.
- **mise en œuvre de matériaux limitant l'érosion** sur les pentes de talus.

### 5.7.2. Perméabilité et étanchéification

Comme précisé au paragraphe 4.2.4, nous avons mesuré les perméabilités suivantes :

Désignation de l'essai	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai (en m/TA)	Coefficient de perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> )	Coefficient de perméabilité K (mm.h <sup>-1</sup> )
EP1	2a	Schiste décomposé (limon sableux)	0.45 à 0.70	4.1 x 10 <sup>-6</sup>	14.8
EP2	1b	Limon	0.40 à 0.60	5.0 x 10 <sup>-6</sup>	18.0
EP3	1b-2a	Limon et schiste décomposé (limon peu argileux)	0.35 à 0.70	1.5 x 10 <sup>-7</sup>	0.5

Compte tenu de ces valeurs, nous vous proposons de retenir les valeurs de perméabilité suivantes :

- **formation n°1b - limon : 5 x 10<sup>-6</sup> m/s,**
- **formation n°2a – limon argileux : 1.5 x 10<sup>-7</sup> m/s,**
- **formation n°2a – limon sableux : 4 x 10<sup>-6</sup> m/s.**

Si l'étanchéité du bassin est souhaitée, il conviendra d'entreprendre :

- **la réalisation** d'une **couche support** avec un matériau d'apport drainant (sable, graviers...),
- **la mise en place d'une étanchéification** (géomembrane).

### 5.7.3. Gestion du niveau d'eau naturel

Pour mieux préciser le niveau d'eau dans le terrain, il conviendra d'effectuer le suivi du niveau d'eau dans un piézomètre sur une durée significative (au minimum 6 mois dont la période hivernale) et de comparer les résultats à un historique s'il existe.

Cette recherche, la pose et le suivi piézométrique ne font pas partie de la présente mission et devront faire l'objet d'une mission complémentaire.

**Afin de jouer pleinement leur rôle, le fond du bassin de rétention / infiltration devra être hors d'eau.**

Dans ce but et en fonction du niveau d'eau représentatif sur le terrain étudié, il conviendra de :

- bassin de rétention : soit définir un niveau du fond de fouille situé au-dessus du niveau d'eau représentatif, soit accepter la présence d'eau plus ou moins pérenne au fond de l'ouvrage. Dans le cas d'un bassin étanche, il pourra être nécessaire de prévoir la mise en place d'un lestage si l'utilisation d'une géomembrane est retenue,
- bassin d'infiltration : définir le niveau du fond des fouilles en fonction de la profondeur du niveau d'eau représentatif du site.



## 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 d'une étude géotechnique préalable (G1) **pour les lots** et dans le cadre de l'avant-projet (G2 AVP) **pour les voiries uniquement**.

Conformément à la norme NF P 94-500 de novembre 2013, une étude de conception (G2 AVP) devra être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) **vis-à-vis des lots** pour :

- définir le modèle géotechnique à prendre en compte,
- présenter des dimensionnements ou exemples de dimensionnement des ouvrages géotechniques,
- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol/structure,
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché,
- lever les aléas résiduels suivants :
  - variations lithologiques dans les emprises des projets,
  - validation du mode de fondations en fonction du projet,
  - étude des niveaux d'eau caractéristiques du site.

Pour l'étude des voiries, 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.

## **ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**

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

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

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

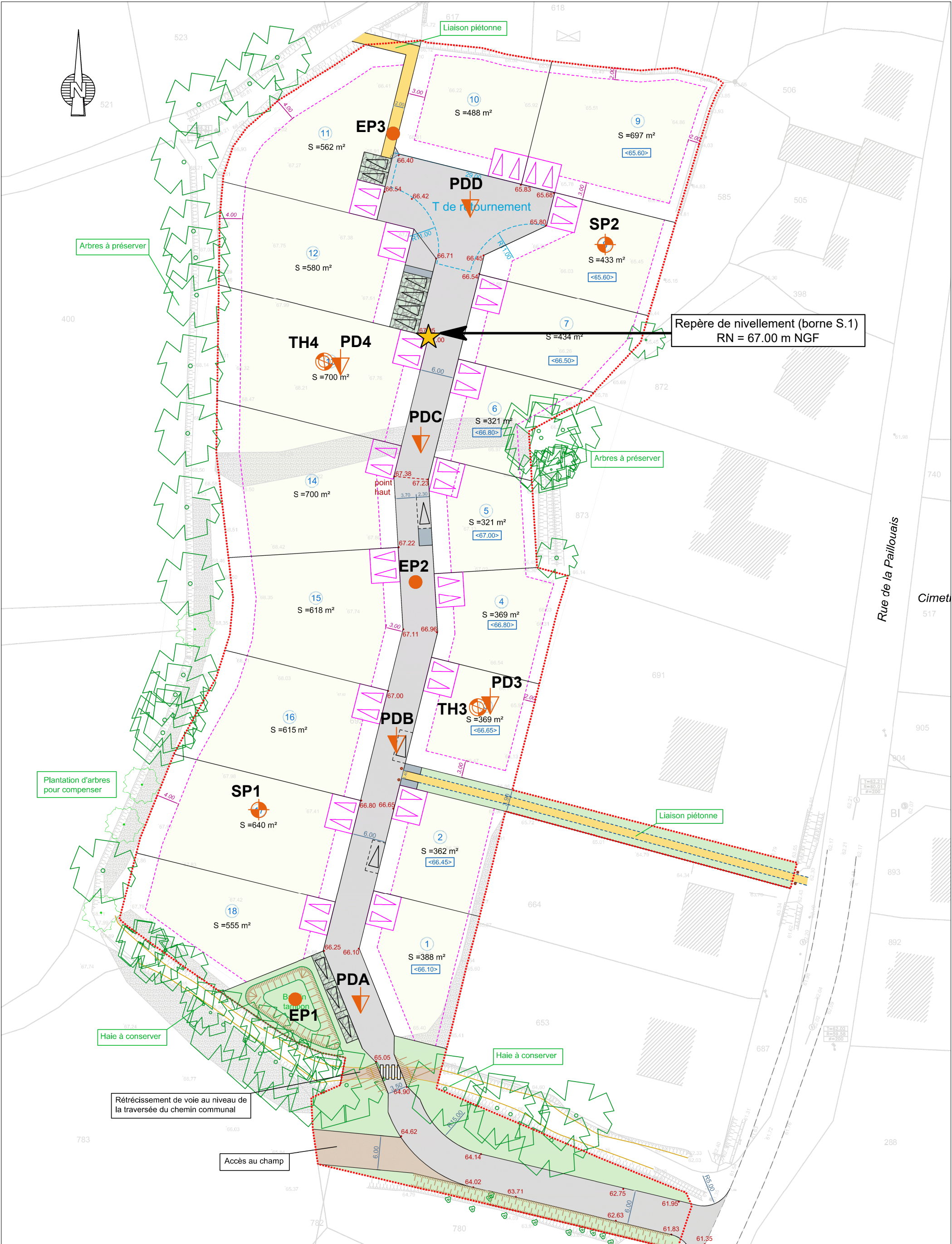
<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— 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.</li> </ul>


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

<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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).</li> <li>— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>— 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).</li> <li>— 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)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> <li>— 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).</li> </ul>
---



## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***



<b>Légende:</b>  📍 Sondage à la tarière avec essais pressiométriques  🌐 Sondage géologique à la tarière  ⚡ Sondage au pénétromètre dynamique  ● Essai d'infiltration de type Porchet	SAINT MAUGAN (35) - Le Bois Menguy Aménagement d'un lotissement		  Ginger CEBTP Agence de Rennes ZA Beauséjour 35520 LA MEZIERE
	Plan d'implantation des sondages		
	Dossier : OVA2.LR084		
	Echelle : 1/600 (format A3)	Date des investigations : Décembre 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  $p_l^*$  (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.

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

X :

Echelle : 1/30

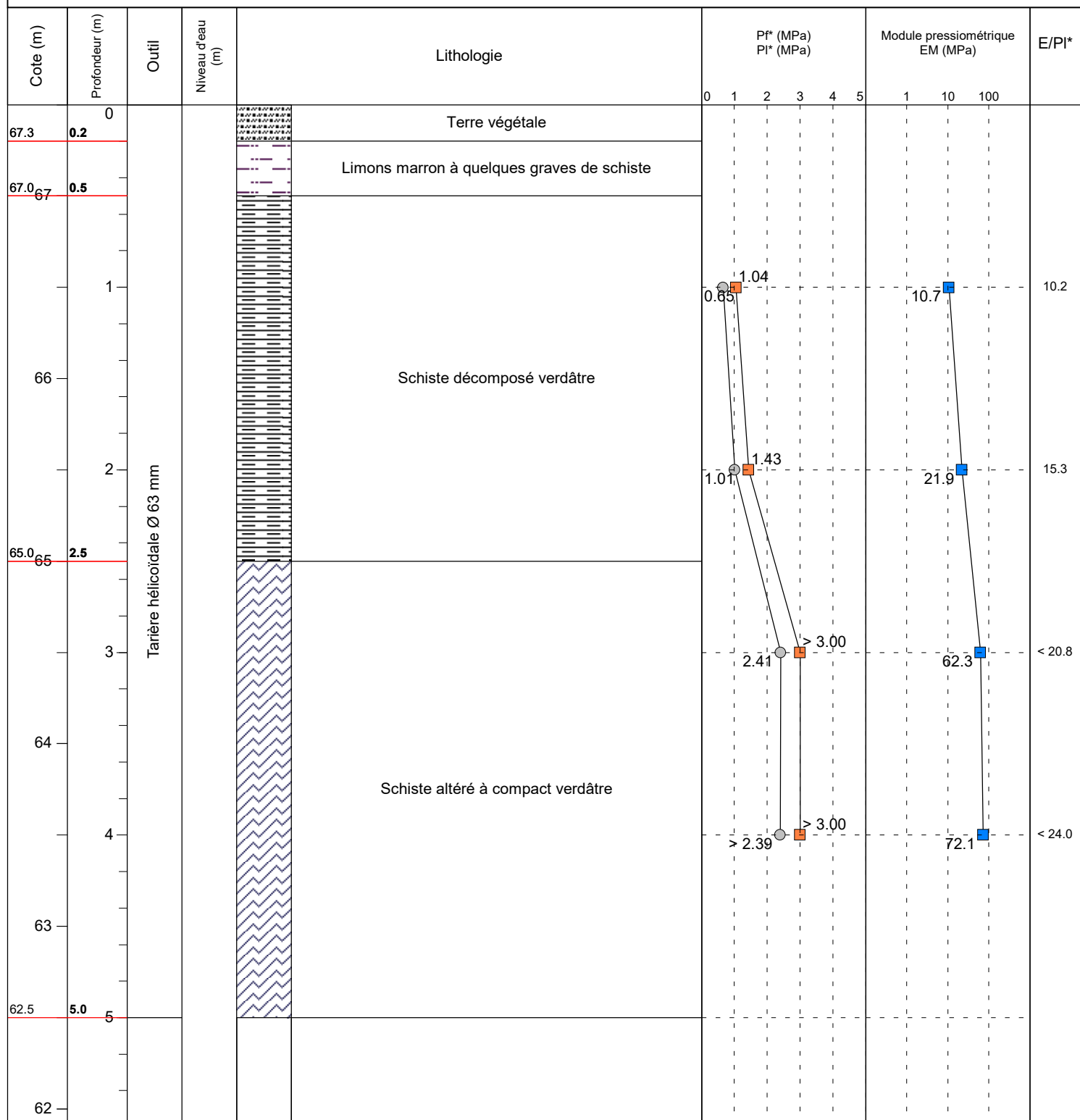
Y :

Machine : M683

Altitude : 67.5 m NGF

Date de forage : 30/11/2021

Profondeur du forage : 5.00 m



Observations : Pas d'eau lors de notre intervention

EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/30

Machine : M683

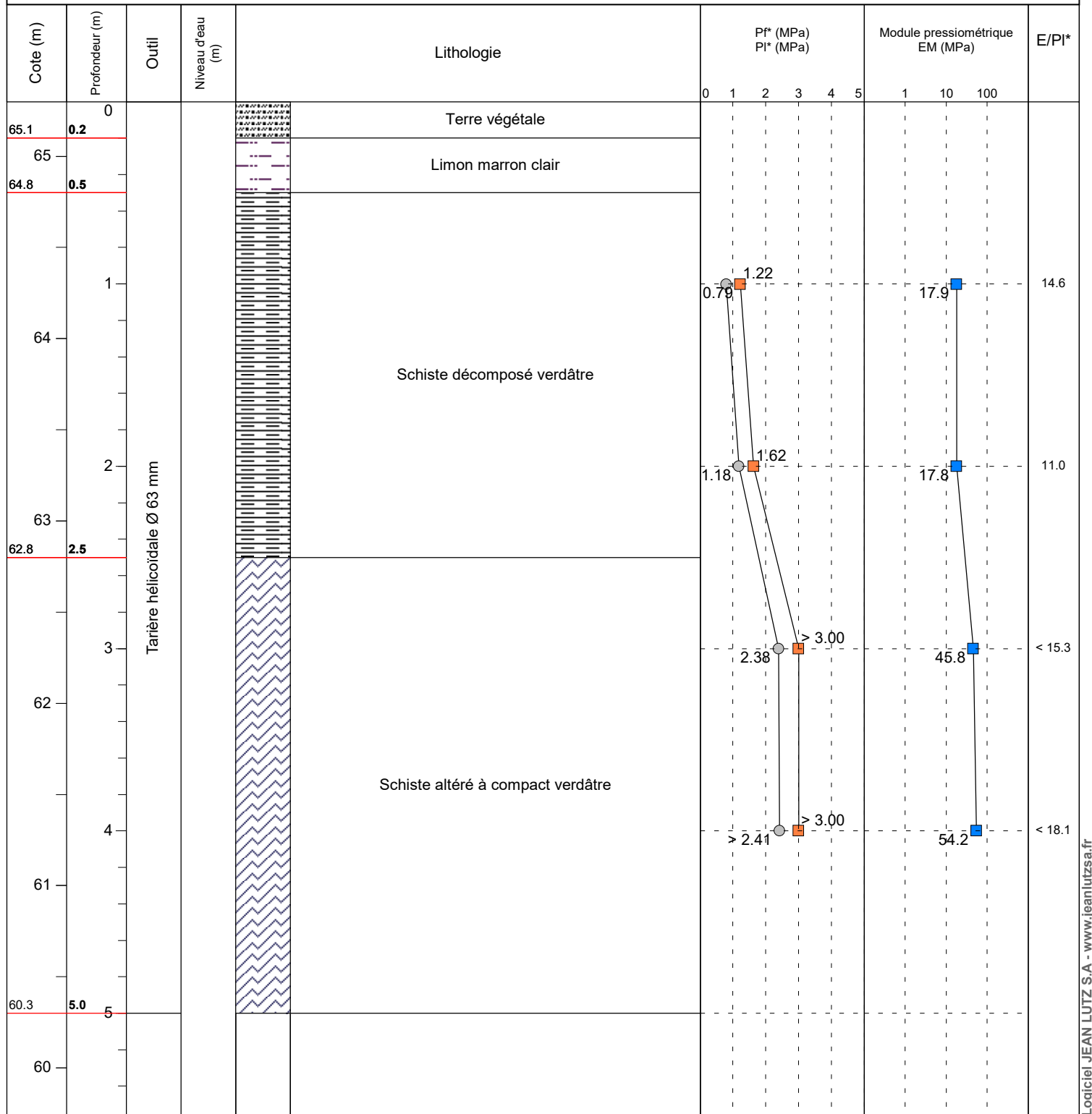
X :

Y :

Altitude : 65.3 m NGF

Date de forage : 30/11/2021

Profondeur du forage : 5.00 m



Observations : Pas d'eau lors de notre intervention

EXGTE 3.23.1



Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/30

Machine : M683

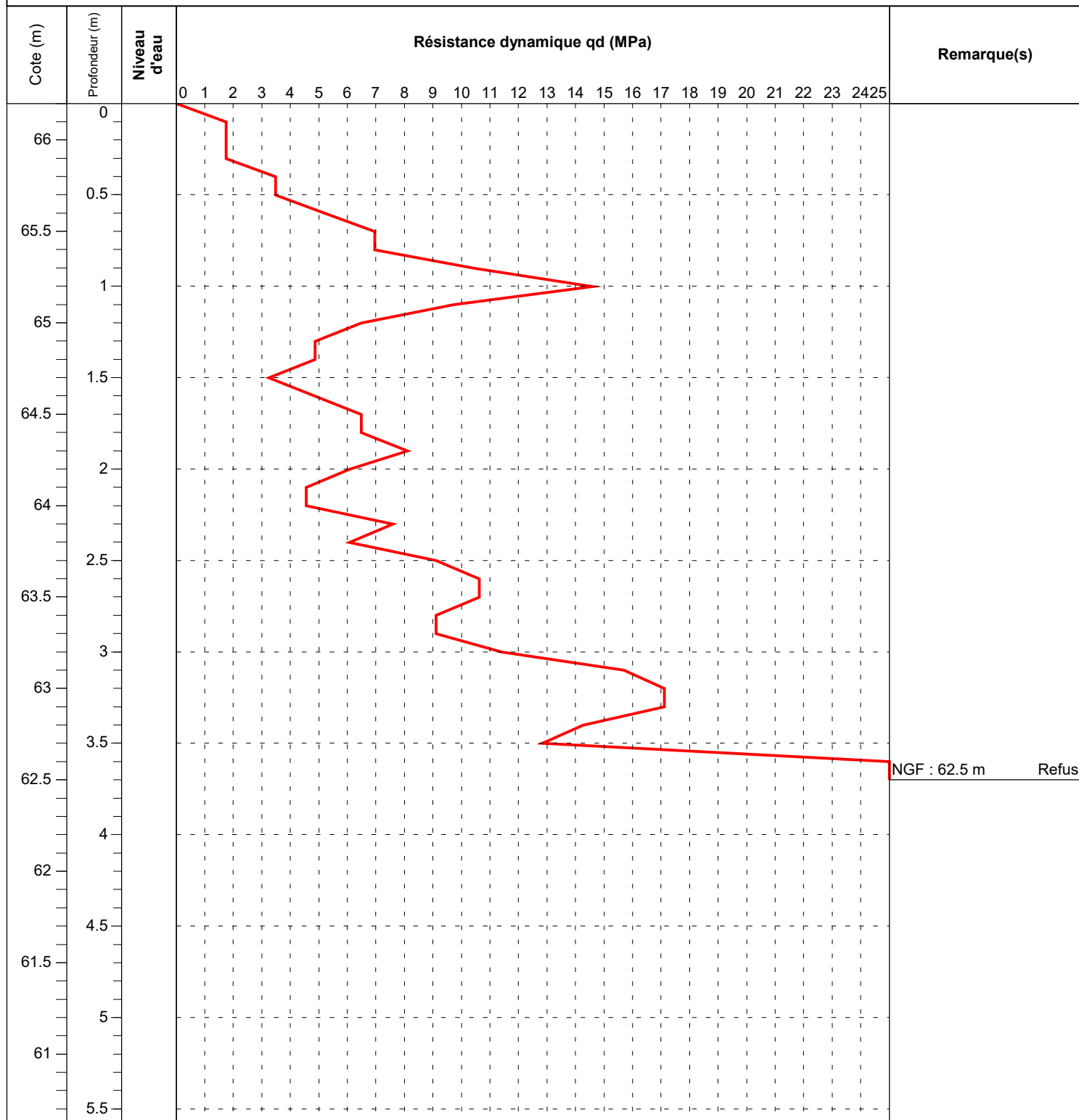
X :

Y :

Altitude : 66.2 m NGF

Date de forage : 16/12/2021

Profondeur du forage : 3.70 m



Dossier : **OVA2.LR084**

Chantier : **SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy**  
Aménagement d'un lotissement

Client : **HELIO AMENAGEMENT**

Echelle : **1/30**

Machine : **M683**

X :

Y :

Altitude : **66.2 m NGF**

Date de forage : **30/11/2021**

Profondeur du forage : **5.00 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Commentaire
66.0	0	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm		Terre végétale	
66	0.2				
65.7	0.5			Limon marron clair	
65	1				
64	2			Schiste décomposé verdâtre	
63	3				
62.7	3.5				
62	4			Schiste altéré à compact verdâtre	
61.2	5.0				
61	5				

Observations : **Pas d'eau lors de notre intervention**

EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/30

Machine : M683

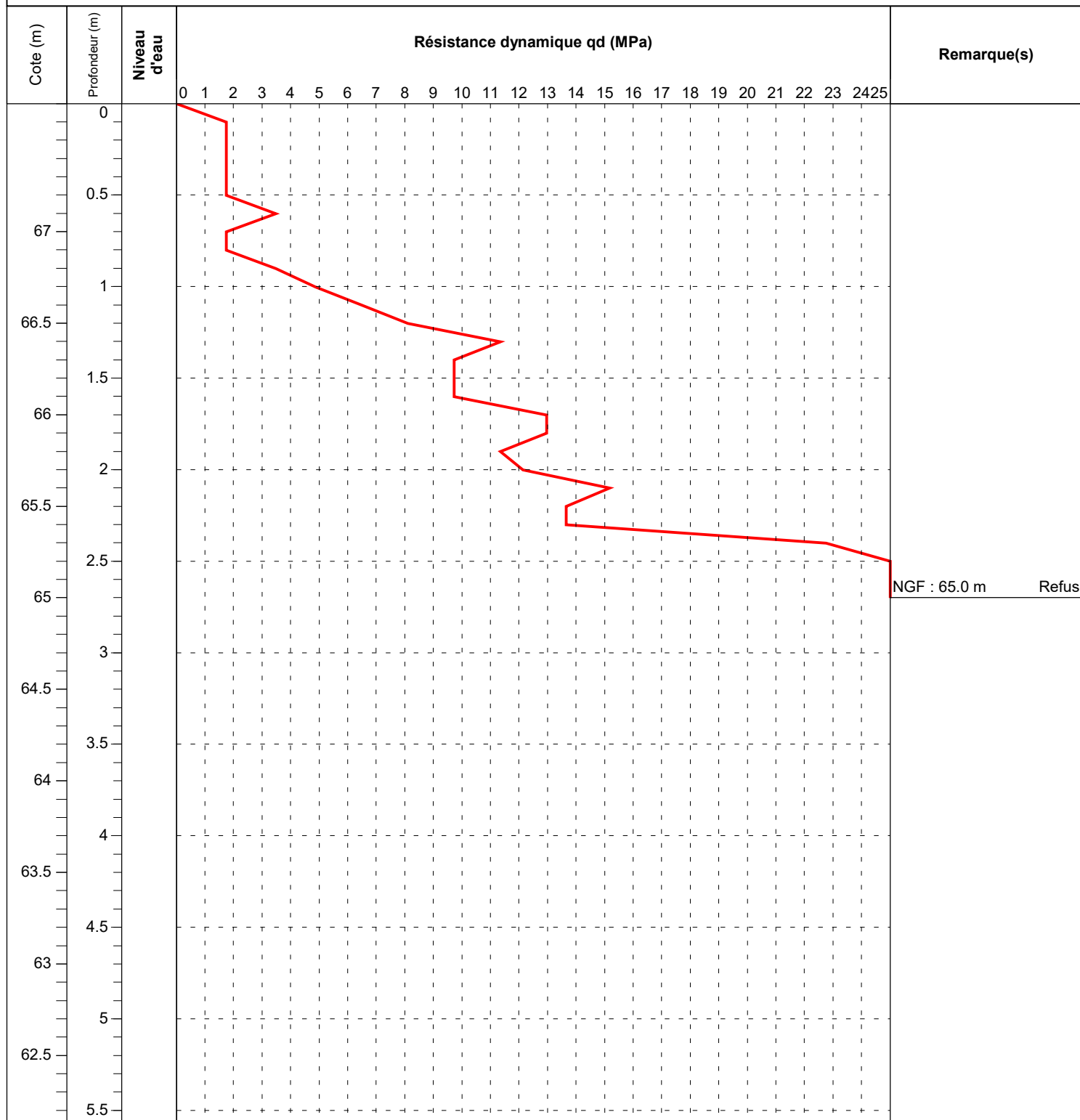
X :

Y :

Altitude : 67.7 m NGF

Date de forage : 16/12/2021

Profondeur du forage : 2.70 m



Observations : Pas d'eau lors de notre intervention

EXGTE 3.23.1

Dossier : **OVA2.LR084**

Chantier : **SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy**  
Aménagement d'un lotissement

Client : **HELIO AMENAGEMENT**

Echelle : **1/30**

Machine : **M683**

X :

Y :

Altitude : **67.7 m NGF**

Date de forage : **30/11/2021**

Profondeur du forage : **5.00 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Commentaire
67.5	0.2	Tarière hélicoïdale Ø 63 mm		Terre végétale	
66.9	0.8			Limon marron clair	
66	1			Schiste décomposé verdâtre	
65.4	2.3			Schiste altéré à compact verdâtre	
62.7	5.0				

Observations : **Pas d'eau lors de notre intervention**

EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/30

Machine : M683

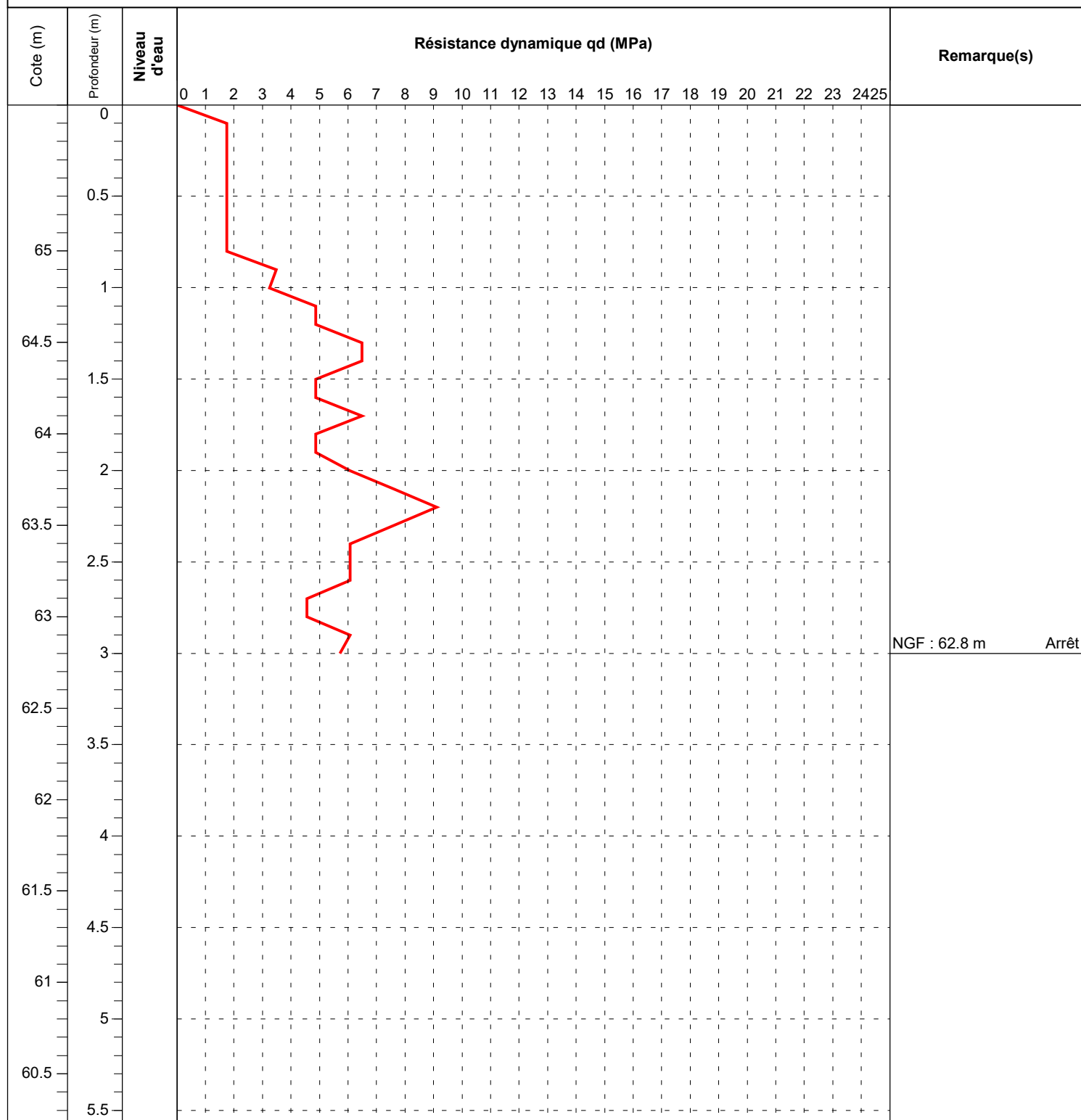
X :

Y :

Altitude : 65.8 m NGF

Date de forage : 16/12/2021

Profondeur du forage : 3.00 m



Observations : Pas d'eau lors de notre intervention

EXGTE 3.23.1



Dossier : **OVA2.LR084**

Chantier : **SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy**  
Aménagement d'un lotissement

Client : **HELIO AMENAGEMENT**

Echelle : **1/30**

Machine : **M683**

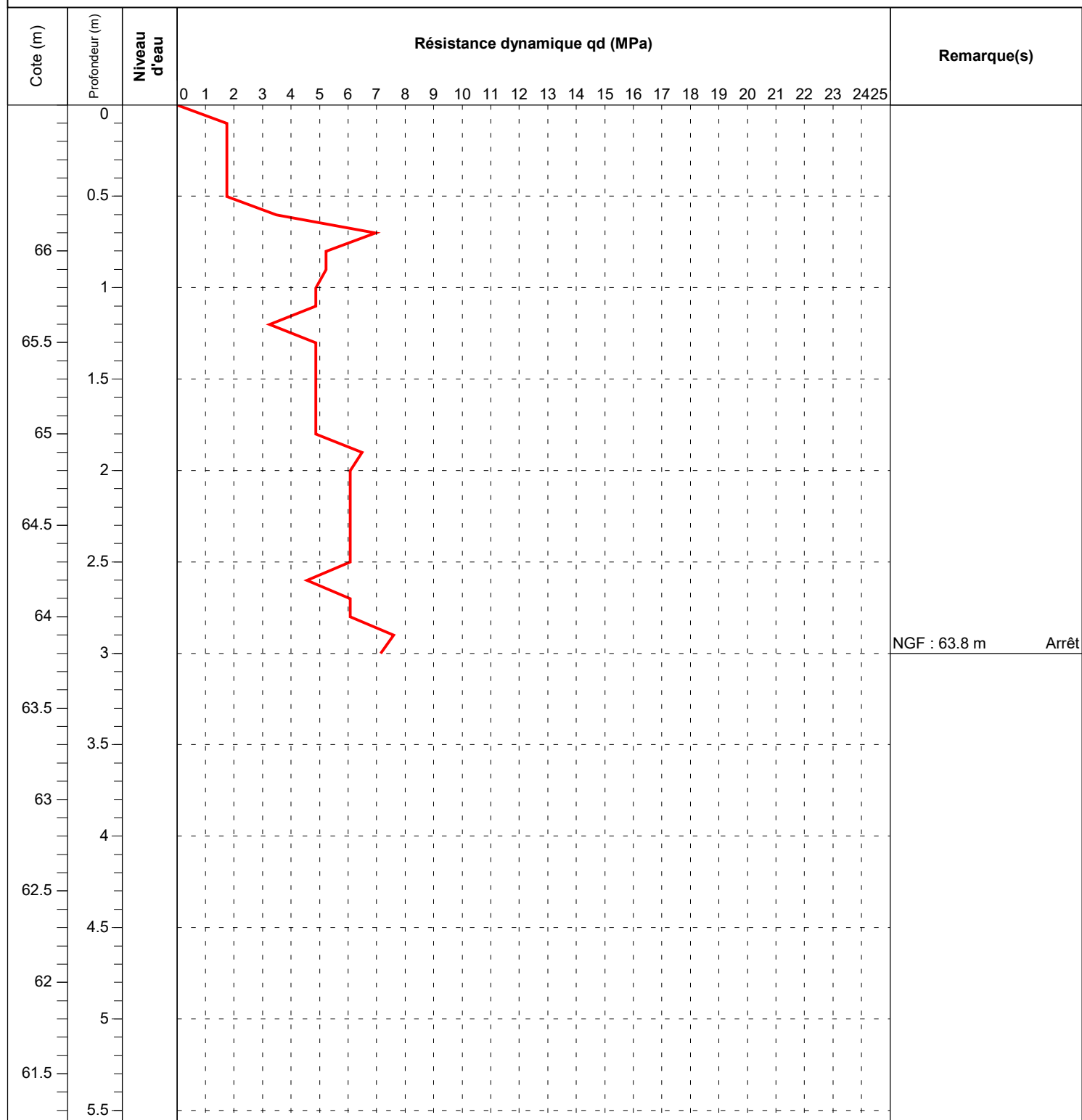
X :

Y :

Altitude : **66.8 m NGF**

Date de forage : **16/12/2021**

Profondeur du forage : **3.00 m**



Observations : **Pas d'eau lors de notre intervention**

EXGTE 3.23.1

Dossier : **OVA2.LR084**

Chantier : **SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy**  
Aménagement d'un lotissement

Client : **HELIO AMENAGEMENT**

Echelle : **1/30**

Machine : **M683**

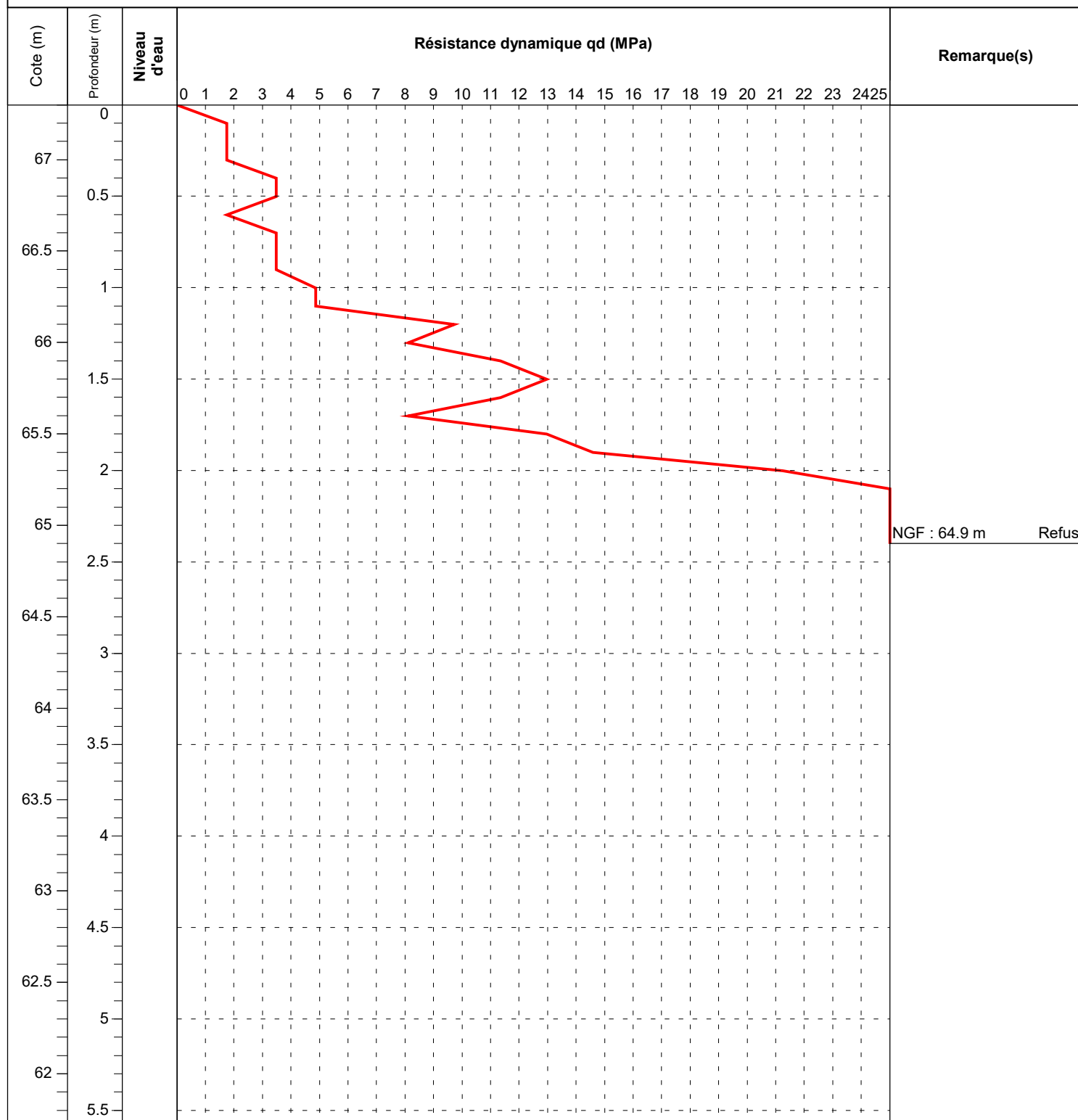
X :

Y :

Altitude : **67.3 m NGF**

Date de forage : **16/12/2021**

Profondeur du forage : **2.40 m**



Observations : **Pas d'eau lors de notre intervention**

EXGTE 3.23.1

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/30

Machine : M683

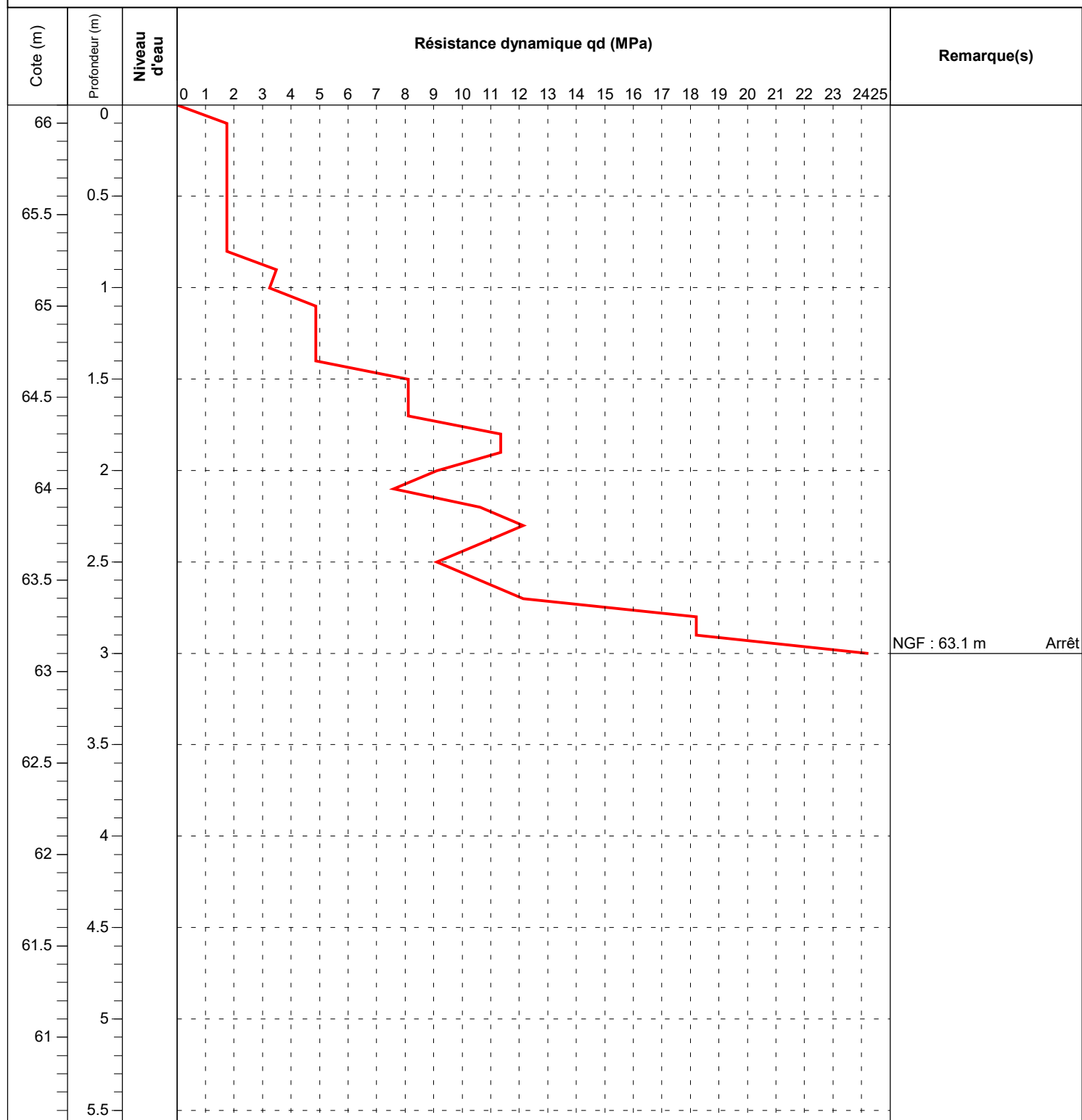
X :

Y :

Altitude : 66.1 m NGF

Date de forage : 16/12/2021

Profondeur du forage : 3.00 m



Observations : Pas d'eau lors de notre intervention

EXGTE 3.23.1

## ***ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS D'INFILTRATION***

- Coupe des sols,
- Valeur de perméabilité.

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

X :

Echelle : 1/15



Y :

Date forage : 30/11/2021

Machine : Tarière manuelle

Altitude : 66.1 m NGF

Profondeur du forage : 0.73 m

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Perméa. K (m/s)	Images
66	0		Terre végétale		
65.8	0.3				
65.6	0.5		Limon marron clair	0.45 m	
65.5			Schiste décomposé marron orangé (limon peu sableux)	4.1 E-06	
65.4	0.7			0.70 m	
	1				
65					
	1.5				
64.5					
	2				
64					
	2.5				
63.5					
	3				

Observations : Nombreux affouillements avant et pendant l'essai

EXGTE 3.23.1

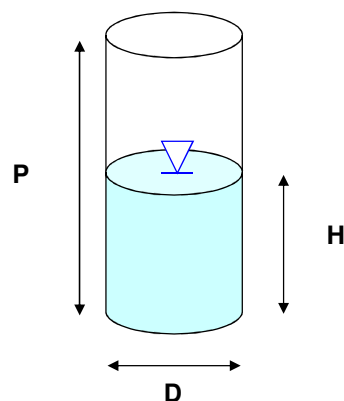


Dossier :	OVA2.LR084	Client :	HELIO AMENAGEMENT
Date :	30/11/2021	Technicien :	LVA
Commune :	ST MAUGAN (35)	Dépouillement :	DBE

D (mm)	P (mm)	H(mm)	S (mm <sup>2</sup> )	Référence
230	700	250	222 189	<b>EP1</b>

T (min)	Graduation	V (ml)	K (mm/h)	K (m/s)
0	2480	-	-	-
1	2400	80	21.60	6.001E-06
2	2370	110	14.85	4.126E-06
4	2280	200	13.50	3.751E-06
6	2190	290	13.05	3.626E-06
8	2090	390	13.16	3.657E-06
10	1990	490	13.23	3.676E-06
12	1800	680	15.30	4.251E-06
14	1680	800	15.43	4.286E-06
16	1590	890	15.02	4.172E-06
18	1500	980	14.70	4.084E-06
			<b>14.99</b>	<b>4.163E-06</b>

Nature du sol :	Schiste décomposé
-----------------	-------------------

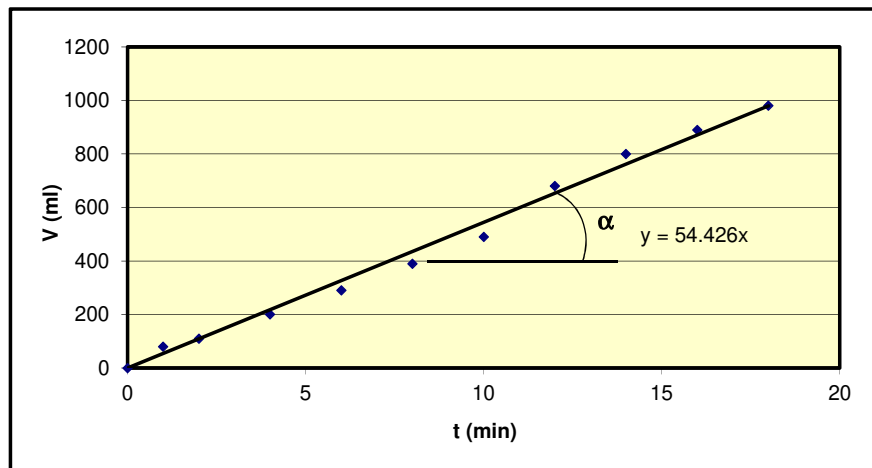


$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

## Méthode graphique

$\alpha$	K (mm/h)	K (m/s)
<b>54.426</b>	<b>14.70</b>	<b>4.08E-06</b>

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m<sup>3</sup>)
- S<sub>i</sub> : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m<sup>2</sup>)
- t : Durée de l'essai (h)



Nom du chargé d'affaires :  
D. BENESSY

Visa du chargé d'affaires :

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

Echelle : 1/15

Machine : Tarière manuelle



X :

Y :

Altitude : 67.2 m NGF

Date forage : 30/11/2021

Profondeur du forage : 0.60 m

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Perméa. K (m/s)	Images
67	0		Terre végétale		
66.9	0.3			0.4 m	
66.6	0.6		Limon marron claire	5.0 E-06	
66.5				0.6 m	
66					
65.5					
65					
64.5					

Observations :

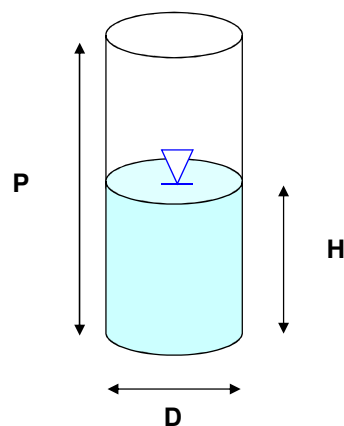
EXGTE 3.23.1

Dossier :	OVA2.LR084	Client :	HELIO AMENAGEMENT
Date :	30/11/2021	Technicien :	LVA
Commune :	ST MAUGAN (35)	Dépouillement :	DBE

D (mm)	P (mm)	H(mm)	S (mm <sup>2</sup> )	Référence
160	570	200	120 637	<b>EP2</b>

T (min)	Graduation	V (ml)	K (mm/h)	K (m/s)
0	2510	-	-	-
2	2390	120	29.84	8.289E-06
4	2310	200	24.87	6.908E-06
6	2230	280	23.21	6.447E-06
8	2160	350	21.76	6.044E-06
10	2100	410	20.39	5.664E-06
12	2090	420	17.41	4.835E-06
15	2080	430	14.26	3.960E-06
20	1700	810	20.14	5.595E-06
25	1650	860	17.11	4.753E-06
30	1400	1110	18.40	5.112E-06
40	1100	1410	17.53	4.870E-06
			<b>20.45</b>	<b>5.680E-06</b>

Nature du sol :	Limon
-----------------	-------

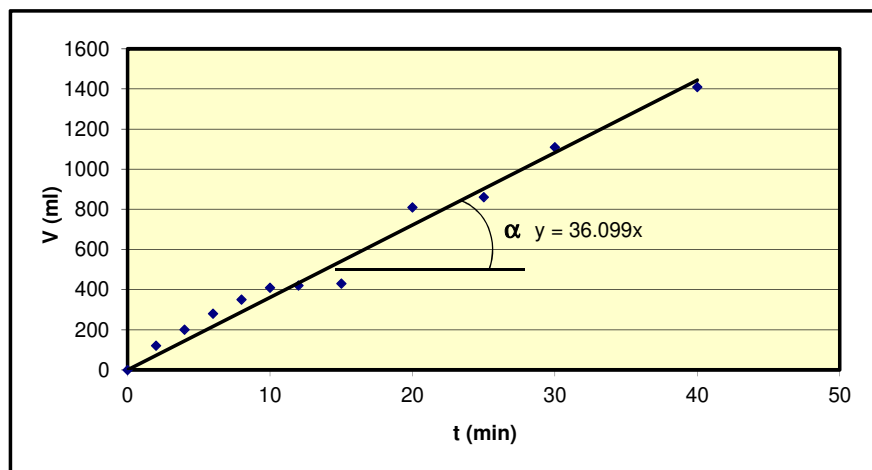


$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

## Méthode graphique

$\alpha$	K (mm/h)	K (m/s)
<b>36.099</b>	<b>17.95</b>	<b>4.99E-06</b>

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m<sup>3</sup>)
- S<sub>i</sub> : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m<sup>2</sup>)
- t : Durée de l'essai (h)



Nom du chargé d'affaires :  
D. BENESSY

Visa du chargé d'affaires :

Dossier : OVA2.LR084

Chantier : SAINT MAUGAN (35) - Le Bois de Menguy  
Aménagement d'un lotissement

Client : HELIO AMENAGEMENT

X :

Echelle : 1/15



Y :

Date forage : 30/11/2021

Machine : Tarière manuelle

Altitude : 66.2 m NGF

Profondeur du forage : 0.70 m

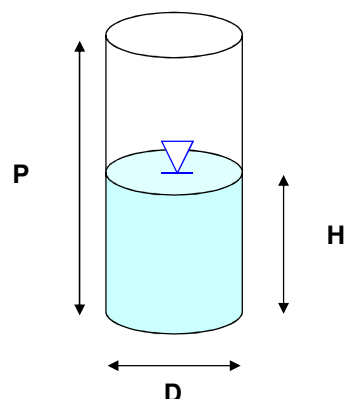
Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Perméa. K (m/s)	Images
66.0	0		Terre végétale		
66.0	0.2			0.35 m	
65.7	0.5		Limon marron	1.5 E-07	
65.5	0.7		Schiste décomposé beige (limon peu argileux à graves de schiste)	0.70 m	
65.5					
	1				
65					
	1.5				
64.5					
	2				
64					
	2.5				
63.5					
	3				

Observations :

Dossier :	OVA2.LR084	Client :	HELIO AMENAGEMENT
Date :	30/11/2021	Technicien :	LVA
Commune :	ST MAUGAN (35)	Dépouillement :	DBE

D (mm)	P (mm)	H(mm)	S (mm <sup>2</sup> )	Référence
170	700	350	209 623	EP3

T (min)	Graduation	V (ml)	K (mm/h)	K (m/s)
0	2480	-	-	-
5	2460	20	1.14	3.180E-07
10	2450	30	0.86	2.385E-07
20	2440	40	0.57	1.590E-07
30	2420	60	0.57	1.590E-07
40	2410	70	0.50	1.391E-07
60	2410	70	0.33	9.276E-08
80	2400	80	0.29	7.951E-08
100	2400	80	0.23	6.361E-08
			0.56	1.562E-07



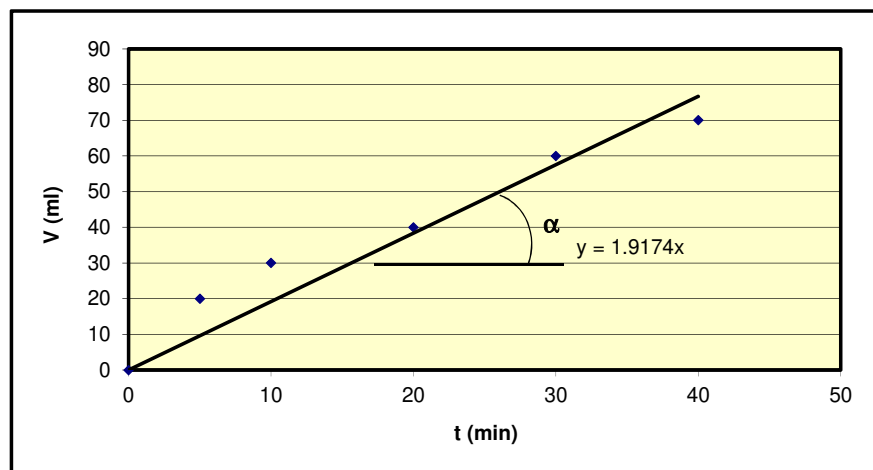
Nature du sol :	Limon et schiste décomposé
-----------------	----------------------------

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

### Méthode graphique

$\alpha$	K (mm/h)	K (m/s)
1.917	0.55	1.52E-07

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m<sup>3</sup>)
- Si : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m<sup>2</sup>)
- t : Durée de l'essai (h)



**Nom du chargé d'affaires :**

D. BENESSY

Visa du chargé d'affaires :

6





[www.groupe-cebtp.com](http://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](mailto:cebtp.vannes@groupeginger.com)

### **BREST (29)**

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

[www.ginger-cebtp.com](http://www.ginger-cebtp.com)