



AGENCE NORD | Parc d'activité de la Broye - 59710 Ennevelin

☎ 03 20 16 88 98

📠 03 20 16 88 99

✉ contact-nord@geomeca.fr

[www.geomeca.fr](http://www.geomeca.fr)



# EUROPEAN HOMES

## COMMUNE DE GENECH (59)

### Création d'un lotissement Rue de Fournes

### *Etude géotechnique G2 Phase Avant-Projet (AVP)*

Référence	Date	Version	Total p.
21-572	06/09/2021	2	61



contrôle

supervision

### Suivi des modifications

Version	Rédactrice	Relecteur	Date	Chapitres modifiés	Commentaire
1	Mme LEBLANC	M. SOUQUIERE	09/07/2021	-	-
2	Mme LEBLANC	M. SOUQUIERE	06/09/2021	Ens.	Modification du type de logement Modification de la date de réalisation des sondages Modifications liées à l'apport de remblais

- SOMMAIRE -

<b>1.</b>	<b>PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Description de la mission selon la norme NF P94-500</i>	4
1.2	<i>Objet du marché</i>	4
<b>2.</b>	<b>CONTEXTE DE L'ÉTUDE</b>	<b>5</b>
2.1	<i>Données générales</i>	5
2.2	<i>Description du site</i>	5
2.3	<i>Description du projet</i>	5
2.4	<i>Contexte géologique</i>	6
2.5	<i>Contexte hydrogéologique</i>	7
<b>3.</b>	<b>INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES</b>	<b>8</b>
3.1	<i>Programme de reconnaissance et essais in-situ</i>	8
3.2	<i>Analyses en laboratoire</i>	8
3.3	<i>Relevés des coordonnées des points de sondage</i>	9
<b>4.</b>	<b>ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE</b>	<b>10</b>
4.1	<i>Informations sismiques</i>	10
4.2	<i>Risques liés aux cavités souterraines</i>	10
4.3	<i>Aléa retrait-gonflement des argiles</i>	10
4.4	<i>Risque d'inondation</i>	10
<b>5.</b>	<b>RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES</b>	<b>12</b>
5.1	<i>Géologie rencontrée</i>	12
5.2	<i>Hydrologie-Hydrogéologie</i>	12
5.3	<i>Résultats des analyses en laboratoire</i>	13
5.3.1	<i>Teneur en eau naturelle</i>	13
5.3.2	<i>Valeur au bleu de méthylène</i>	14
5.4	<i>Résultats des essais in-situ</i>	14
5.4.1	<i>Essais pressiométriques</i>	14
5.4.2	<i>Essai de pénétration statique (CPT)</i>	15
5.4.3	<i>Essais de pénétration dynamique</i>	16
<b>6.</b>	<b>ETUDE DES PARAMETRES SISMIQUES</b>	<b>18</b>
6.1	<i>Classe de sol selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)</i>	18
6.2	<i>Données sismiques</i>	18
6.3	<i>Analyse du potentiel de liquéfaction des sols selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)</i>	18
<b>7.</b>	<b>PRÉ-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS</b>	<b>19</b>
7.1	<i>Fondations superficielles par semelles filantes / isolées</i>	19
7.2	<i>Remarques vis-à-vis des fondations superficielles</i>	20
7.3	<i>Dalle basse</i>	21
<b>8.</b>	<b>PRÉCONISATIONS VIS-A-VIS DES TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX</b>	<b>22</b>
8.1	<i>Drainage</i>	22
8.2	<i>Réalisation des terrassements</i>	22
<b>9.</b>	<b>VOIRIES</b>	<b>24</b>
9.1	<i>Généralités sur la structure d'une voirie</i>	24
9.2	<i>Plateforme supérieure de terrassement (PST) – Arase (AR)</i>	24
9.3	<i>Couche de forme</i>	26
9.4	<i>Réutilisation des matériaux en couche de forme</i>	29
9.5	<i>Objectifs de portance de la couche de forme</i>	30

9.6	Structure de voirie .....	30
<b>10.</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>32</b>
10.1	Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique .....	32
10.2	Plan d'implantation des sondages .....	36
10.3	Coupes géologiques et essais pressiométriques.....	37
10.4	Coupes géologiques et essais au pénétromètre statique.....	40
10.5	Coupes géologiques et essais au pénétromètre dynamique .....	56

## 1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION

### 1.1 Description de la mission selon la norme NF P94-500

Selon la norme NF P94-500 définissant les missions d'ingénierie géotechnique ainsi que leur enchaînement, la mission qui nous a été confiée est une étude géotechnique de conception type G2 AVP - phase « Avant-projet ».

L'étude G2 AVP a pour but de :

- Déterminer la géologie générale et la nature des terrains en place et leurs caractéristiques géomécaniques ;
- Fournir et commenter les résultats des essais *in-situ* et en laboratoire ;
- Déterminer les spécificités géotechniques du site ;
- Déterminer les types de fondations à mettre en œuvre et leurs niveaux d'assises ;
- Déterminer les contraintes du sol (ELS, ELU) ;
- Estimer les tassements (fondations superficielles) ;
- Déterminer le type de dalle à mettre en place (dalle portée par les fondations, dallage sur terre-plein) ;
- Donner les caractéristiques de la couche de forme sous dallage éventuel (Westergaard, EV1, EV2) ;
- Donner les dispositions constructives concernant les voiries.

### 1.2 Objet du marché

Le projet prévoit la création d'un lotissement. Le secteur d'étude est situé rue de Fournes, sur la commune de Genech, dans le département du Nord (59).



Figure 1 : Photographie aérienne de la zone d'étude (source : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr))

## 2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

### 2.1 Données générales

Les pièces qui nous ont été fournies pour cette étude sont les suivantes :

- Plan de masse.

Les intervenants sont :

<b>Maitre d'ouvrage :</b>	 <b>EUROPEAN HOMES</b> 25 rue Faidherbe 59 000 LILLE
<b>Bureau d'étude de sols et entreprise de sondages :</b>	 <b>GEOMECA</b> P.A. de la Broye 59 710 ENNEVELIN

### 2.2 Description du site

Le site d'étude est constitué d'un terrain enherbé et libre de toute construction. La topographie du site varie d'environ 47 m NGF à 50 m NGF, avec une pente orientée Sud-Nord.

### 2.3 Description du projet

Le projet prévoit la création d'un lotissement. Celui-ci sera constitué de 29 logements supposés de type R+C sans cave ni sous-sol. Le projet prévoit la création d'une voirie pour VL.

Le plan ci-dessous constitue le plan de masse du projet.



**Figure 2 : Plan de masse**

Il est à noter qu'à ce stade d'étude, les descentes de charge ne sont pas définies. Par ailleurs, aucune estimation ne nous a été communiquée.

Il nous a été informé qu'un apport de remblais de l'ordre de 0,50 à 1,00 m d'épaisseur serait réalisé.

Lorsque les descentes de charge des projets seront définies avec précision et que la cote des niveaux bas sera établie, il conviendra de justifier le dimensionnement des fondations vis-à-vis de la portance et des tassements dans le cadre d'une mission G2 PRO.

## **2.4 Contexte géologique**

D'après la carte géologique du secteur d'étude (feuille de Carvin) éditée par le BRGM, la géologie attendue au droit du site est la suivante :

- **Sables recouvrant l'argile d'Orchies (R) ;**
- **Argile d'Orchies de l'Yprésien (e3) ;**



## 2.5 Contexte hydrogéologique

L'hydrogéologie est un paramètre important dans le cadre de notre étude. La présence d'une nappe peu profonde au droit du projet peut avoir une influence importante sur le dimensionnement des fondations ainsi que sur la gestion des travaux.

D'après la lithologie attendue au droit du site, des circulations d'eau sont possibles dans les horizons superficiels en période pluvieuse.

Selon la notice de la carte géologique, les formations recouvrant l'argile de l'Yprésien recèlent une nappe.

### **3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES**

#### **3.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ**

Les travaux sur le terrain ont consisté en la réalisation de :

- 3 sondages de reconnaissance (**PR1 à PR3**) descendus à 6,50 m/TN (par rapport au terrain naturel) avec prélèvements d'échantillons remaniés et essais pressiométriques à 1/2/3/4,5/6 m/TN ;
- 16 essais de pénétration statique (**PS1 à PS16**) descendus à 6,50 m/TN ;
- 19 sondages de reconnaissance (**S1 à S19**) descendus à 3,00 m/TN avec prélèvements d'échantillons remaniés ;
- 5 essais de pénétration dynamique (**PD1 à PD5**) descendus à 3,00 m/TN.

Ces investigations sont reportées sur le plan d'implantation en annexe (p. 36).

Un relevé du niveau de nappe a également été réalisé dans l'ensemble des sondages.

#### **3.2 Analyses en laboratoire**

Les prélèvements d'échantillons ont fait l'objet d'identification en laboratoire, à savoir :

- 26 mesures de la teneur en eau naturelle ;
- 4 valeurs au bleu de méthylène.

### 3.3 Relevés des coordonnées des points de sondage

Tous les points de sondage ont été relevés à l'aide d'un GPS à précision centimétrique.

Ces coordonnées, appartenant au référentiel RGF 93 CC50, sont présentées au sein du tableau suivant.

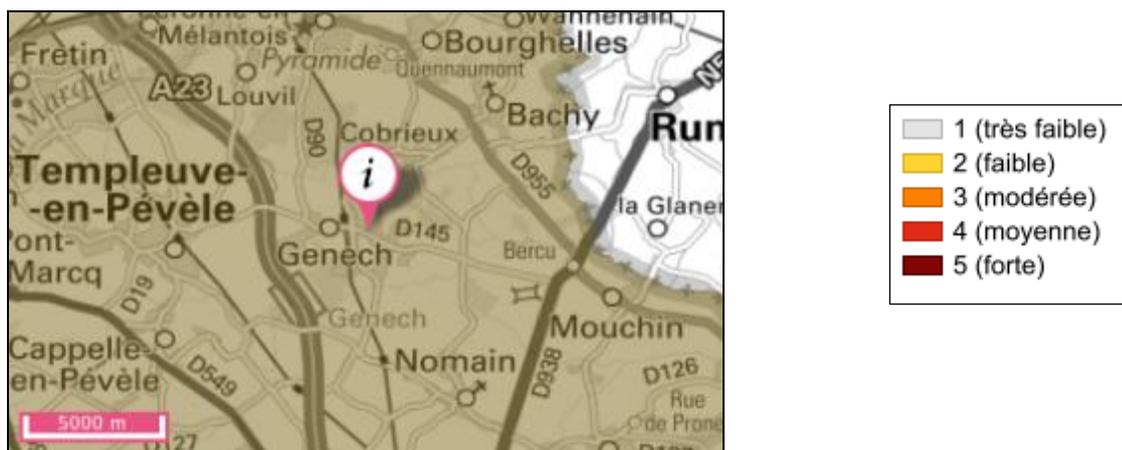
Sondage	X	Y
PS1/S1	1716140,56	9259063,03
PS2/S2	1716149,30	9259023,87
PS3/S3	1716095,40	9259015,31
PS4/S4	1716127,95	9258991,22
PS5/S5	1716098,56	9258963,54
PS6/S6	1716156,37	9258971,92
PS7/S7	1716199,25	9258946,16
PS8/S8	1716255,90	9258972,22
PS9/S9	1716265,11	9258944,16
PS10/S10	1716241,63	9258918,50
PS11/S11	1716209,00	9258904,40
PS12/S12	1716229,97	9258963,34
PS13/S13	1716148,86	9259003,88
PS14/S14	1716121,39	9259003,60
PS15/S15	1716099,78	9258989,94
PS16/S16	1716115,04	9259048,76
PD1/S17	1716212,44	9258927,91
PD2/S18	1716128,31	9258969,03
PD3/S19	1716122,93	9259025,39
PD4	1716236,45	9258942,97
PD5	1716140,52	9259043,44
PR1	1716088,07	9259049,88
PR2	1716196,38	9258967,64
PR3	1716275,50	9258922,70

## 4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE

Nous présentons ici une synthèse des risques naturels recensés au droit de la parcelle par le BRGM (source : [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr)).

### 4.1 Informations sismiques

Nous informons que la commune Genech est située dans une zone sismique de type 2 : aléa **faible**. Une analyse des paramètres sismiques est fournie au chapitre 6.



### 4.2 Risques liés aux cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM, aucune cavité souterraine n'est recensée sur la commune de Genech.

### 4.3 Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après la cartographie « aléa retrait-gonflement des argiles », le secteur d'étude est situé dans une zone classée « aléa à priori nul ».

### 4.4 Risque d'inondation

La commune de Genech ne fait partie d'aucun Territoire à Risque important d'Inondation (T.R.I.).

La commune est soumise à un Plan de Prévention des Risques Naturels (P.P.R.N.) prescrit en 2014 et approuvé en 2015.

PPRN	Aléa	Prescrit le	Approuvé le
59DDTM20140002 - PPR Marque	Inondation Par une crue à débordement lent de cours d'eau	11/08/2014	02/10/2015

Il conviendra à la maîtrise d'ouvrage de s'informer en mairie ou en préfecture sur les dispositions à prendre en compte du P.P.R.N.

## 5. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

### 5.1 Géologie rencontrée

Les investigations géotechniques ont permis de rencontrer les formations suivantes :

#### Terre végétale

Une couche de terre végétale a été rencontrée au droit de l'ensemble des sondages sur une épaisseur de 10 cm environ.

#### Sables argileux

Une formation constituée de sables argileux marron/gris/beige a été rencontrée au droit de l'ensemble des sondages jusqu'en fin d'investigation.

Les sondages ont donné lieu à l'établissement de coupes géologiques jointes en annexe (p. 37).

#### Remarques :

- Les épaisseurs ainsi que la nature de la terre végétale sont susceptibles de varier fortement d'un point à un autre ;
- Il n'a pas été rencontré de remblais lors de nos investigations. Cependant, ceux-ci ne sont pas à exclure.

### 5.2 Hydrologie-Hydrogéologie

Les niveaux d'eau relevés sont reportés dans le tableau suivant :

Sondage	Niveau d'eau en cours de chantier (m/TN)	Niveau d'eau en fin de chantier (m/TN)	Profondeur de fin de forage (m/TN)	Date de mesure	Niveau stabilisé OUI/NON
PR1	2,50	4,30	6,50	14/06/2021 16/06/2021	NON
PR2	EBOULE				
PR3	EBOULE				

Toutefois, il est à noter que ce niveau d'eau n'est donné qu'à titre indicatif.

Notre intervention étant ponctuelle, elle ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour apprécier la variation des nappes et circulation d'eau. La caractérisation des niveaux d'eau pourrait être réalisée par l'intermédiaire d'un piézomètre à

mettre en œuvre sur site couplé à un suivi piézométrique sur un cycle de saisons minimum (1 an).

Par ailleurs, la nature des horizons rencontrés en tête de forage peut être à l'origine d'une accumulation d'eau en période pluvieuse.

Il y aura donc lieu de mettre en œuvre une barrière anti-capillarité afin de limiter les remontées d'humidité et de collecter ces eaux avant tout coulage des bétons.

### 5.3 Résultats des analyses en laboratoire

#### 5.3.1 Teneur en eau naturelle

Les résultats des teneurs en eau naturelle sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Nom du forage	Profondeur (m/TN)	Géologie	Teneur en eau (%)
S1	0,10 – 2,50	Sables argileux	19,2
S2	2,00 – 3,00	Sables argileux	20,4
S3	0,10 – 0,80	Sables argileux	16,3
S4	0,90 – 1,50	Sables argileux	19,0
S5	1,50 – 2,50	Sables argileux	18,5
S6	1,50 – 3,00	Sables argileux	22,5
S7	0,10 – 0,80	Sables argileux	15,4
S8	1,00 – 1,90	Sables argileux	21,6
S9	1,20 – 3,00	Sables argileux	19,2
S10	0,10 – 1,40	Sables argileux	18,0
S11	1,00 – 3,00	Sables argileux	20,5
S12	0,10 – 0,80	Sables argileux	15,1
S13	0,10 – 1,00	Sables argileux	19,5
S14	0,60 – 2,40	Sables argileux	18,1
S14	2,40 – 3,00	Sables argileux	23,7
S15	0,60 – 1,50	Sables argileux	15,8
S16	2,50 – 3,00	Sables argileux	24,0
S17	0,80 – 1,80	Sables argileux	17,4
S18	0,80 – 3,00	Sables argileux	17,7
S19	1,00 – 2,00	Sables argileux	20,7
PR1	0,10 – 2,10	Sables argileux	17,8
PR1	2,10 – 2,50	Sables argileux	21,9
PR2	0,10 – 1,10	Sables argileux	15,0
PR2	1,10 – 3,50	Sables argileux	16,4
PR3	0,10 – 2,10	Sables argileux	15,8
PR3	2,10 – 3,50	Sables argileux	23,1

### 5.3.2 Valeur au bleu de méthylène

Cet essai permet d'évaluer la surface spécifique d'échange (ou surface active) d'un matériau argileux, ce qui constitue un indicateur de sa susceptibilité au phénomène de retrait-gonflement.

Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous.

Nom du forage	Profondeur (m/TN)	Géologie	V.B.S. (g/100g de sol)
S14	0,60 – 2,40	Sables argileux	3,5
PR1	0,10 – 2,10	Sables argileux	4,1
PR2	0,10 – 1,10	Sables argileux	2,9
PR3	0,10 – 2,10	Sables argileux	2,4

On considère généralement (Chassagneux et al., 1996) que la sensibilité d'un matériau argileux varie de manière suivante en fonction de la valeur de bleu (VBS) :

Valeur de bleu	Susceptibilité	Note géotechnique
< 2,5	Faible	1
2,6 à 6	Moyenne	2
6 à 8	Forte	3
> 8	Très forte	4

## 5.4 Résultats des essais in-situ

### 5.4.1 Essais pressiométriques

Chaque essai pressiométrique détermine trois caractéristiques mécaniques essentielles du sol :

- **La pression limite nette (PI\*** en MPa) qui correspond à l'état limite de rupture et qui permet le calcul de la capacité portante ;
- **La pression de fluage nette (Pf\*** en MPa) qui correspond à la limite entre le comportement pseudo-élastique et l'état plastique ;
- **Le module pressiométrique (E<sub>M</sub>** en MPa) qui caractérise le comportement contraintes déformations dans la phase pseudo-élastique de l'essai et permet ainsi l'estimation des tassements.

On trouvera les pressiogrammes en annexe (p. 37) avec, en regard des valeurs de PI\*, Pf\* et E<sub>M</sub>, les coupes géologiques correspondantes.

Le rapport E<sub>M</sub>/PI est également fourni sur les coupes. Ce dernier permet notamment de déterminer le coefficient  $\alpha$  appelé *coefficient rhéologique* ou *coefficient de structure* du sol.

### **Interprétation des pressiogrammes :**

Globalement, d'après les essais pressiométriques réalisés dans les sondages PR1 à PR3, les résultats sont les suivants :

- **Sables argileux – lâches à denses :**

$$1,6 \text{ MPa} < E_M < 13,2 \text{ MPa}$$

$$0,22 \text{ MPa} < PI^* < 1,38 \text{ MPa}$$

#### **5.4.2 Essai de pénétration statique (CPT)**

L'objectif de cet essai est d'enfoncer dans le sol, à vitesse constante et à l'aide d'un vérin hydraulique, une pointe terminée par un cône.

Le pénétromètre employé ici est du type statique type PAGANI TG 63-150.

Les pénétrogrammes joints en annexe montrent en ordonnée la profondeur et en abscisse les données suivantes :

- **q<sub>c</sub>** : la résistance à la pénétration du cône, appelée plus couramment « la résistance de pointe », exprimée en MPa ;
- **f<sub>s</sub>** : le frottement latéral unitaire sur le manchon, exprimé en MPa ;
- **R<sub>f</sub>** = f<sub>s</sub> / q<sub>c</sub> : le rapport de frottement, exprimée en %.

### Interprétation des essais de pénétration statique :

Profondeur (m/TN)	Géologie	Compacité				Commentaires
		Très faible $Q_c < 1,5$ MPa	Faible $1,5 < Q_c < 4$ MPa	Moyenne $4 < Q_c < 10$ MPa	Elevée $Q_c > 10$ MPa	
0,10 – 3,00	Sables argileux	X	X	X		Les compacités sont plus élevées au droit des sondages PS8, PS9, PS10 et PS11
3,00 – 6,50	Terrains non reconnus	X	X			Une zone de compacité très faible a été détectée entre 3,5 et 5 m/TN (voire 6,5 m/TN localement en PS9, PS10, PS11, PS13) Le sondage PS12 présente des compacités très élevées entre 4 et 6,5 m/TN

#### **5.4.3 Essais de pénétration dynamique**

L'essai de pénétration dynamique consiste à enfoncer dans le sol, un train de tige muni à son extrémité d'une pointe débordante. Ce dernier est enfoncé par battage de manière quasi-continue. Le nombre de coups correspondant à un enfoncement donné dans le sol, est noté au fur et à mesure de l'essai.

L'essai permet alors d'apprécier qualitativement la résistance de pointe et la position des couches traversées. Il est ensuite possible de distinguer les différentes couches du sol et de détecter la présence d'anomalies.

Le pénétromètre employé ici est du type dynamique lourd (de PD1 à PD4) et léger (PD5).

Les pénétrogrammes joints en annexe montrent :

- en abscisse la résistance de pointe ( $R_d$  en MPa) ;
- en ordonnée, la profondeur en mètres.

**Interprétation des essais de pénétration dynamique :**

Profondeur (m/TN)	Géologie	Compacité				Commentaires
		Très faible Rd < 1 MPa	Faible 1 < Rd < 2 MPa	Moyenne 2 < Rd < 5 MPa	Elevée Rd > 5 MPa	
0,10 – 3,00	Sables argileux		X	X	X	Le sondage PD2 présente des compacités très élevées entre 1 et 2 m/TN

## **6. ETUDE DES PARAMETRES SISMIQUES**

### **6.1 Classe de sol selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)**

La géologie du secteur d'étude étant composée de dépôts de sol comprenant une majorité de sols de densité faible à moyenne, on pourra retenir en première approche une classe de sol de type D.

### **6.2 Données sismiques**

La commune de Genech est située en **zone sismique de type 2** : aléa faible, ce qui correspond à une accélération au niveau d'un sol de type rocheux (de classe A selon la norme NF EN 1998-1) de  $a_{gr} = 0,7 \text{ m/s}^2$ .

D'après les éléments transmis par la maîtrise d'ouvrage et l'article 2.I de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique, les bâtiments projetés se classent parmi les bâtiments d'habitation individuelle (au sens de l'article R111-1-1 du Code de la construction et de l'habitation), soit une **catégorie d'importance II** et donc un coefficient d'importance  $\gamma_I = 1$ .

Considérant une classe de sol de type D et une zone sismique de type 2, le paramètre de sol à appliquer est **S = 1,6**.

### **6.3 Analyse du potentiel de liquéfaction des sols selon l'Eurocode 8 (NF EN 1998-5)**

D'après l'article 4.II – f de l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique, **l'analyse de liquéfaction n'est pas requise en zone de sismicité 1 et 2**.

## 7. PRÉ-DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS

Compte tenu du projet, des descentes de charges prévisibles et du résultat des investigations, nous avons envisagé :

- Un système de fondations superficielles par semelles filantes et/ou isolées.

Ces fondations ont été calculées conformément à la norme NF P94-261, norme d'application nationale de l'Eurocode 7 relative aux fondations superficielles.

### 7.1 Fondations superficielles par semelles filantes / isolées

Nous avons calculé par la méthode pressiométrique la capacité portante et les tassements absolus :

- sous des semelles filantes / isolées descendues sous la terre végétale, ancrées de 0,30 m dans les sables argileux en place et encastrées à une profondeur minimale de **0,80 m/TN (minimum hors-gel)**.

La contrainte  $q_{net}$  du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p \times p_{le}^* \times i_\delta \times i_\beta$$

Avec :

$k_p$  : facteur de portance pressiométrique ;

$p_{le}^*$  : pression limite nette équivalente ;

$i_\delta$  : coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement ;

$i_\beta$  : coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$ .

Dans le cas présent :

$k_p = 0,80$  ;

$p_{le}^* = 0,33$  MPa ;

$i_\delta = 1$  (cas d'une charge verticale) ;

$i_\beta = 1$  (absence de talus à proximité des fondations).

On obtient donc :

$$q_{net} = 0,26 \text{ MPa}$$

Les contraintes de calcul permettant de justifier la fondation aux états limites sont alors définies par la formule suivante :

$$q' = \frac{q_{net}}{\Gamma_{R;d,v} \times \Gamma_{R,v}}$$

Avec :

$\Gamma_{R;d,v}$  : coefficient de modèle associé à la méthode de calcul utilisée (1,2 pour la méthode pressiométrique) ;

$\Gamma_{R,v}$  : facteur partiel dépendant des états limites considérés (1,4 à l'ELU et 2,3 à l'ELS).

Dans le cas présent, nous supposons une charge verticale centrée.

Les tableaux suivants présentent quelques exemples de dimensionnement de fondations superficielles.

Semelles filantes					
Largeur de la semelle (m)	Profondeur minimale d'encastrement (m/TN)	q' (kPa)		Résistance nette du terrain sous la fondation (T/ml*)	Tassements approximatifs à l'E.L.S. (cm)
		ELU	ELS		
0,60	0,80	157	95	5,7	< 2
0,80				7,6	< 2
1,00				9,5	< 2
1,50				14,3	< 2

\* ml : mètre linéaire

Semelles isolées					
Dimension de la semelle (m X m)	Profondeur minimale d'encastrement (m/TN)	q' (kPa)		Résistance nette du terrain sous la fondation (T)	Tassements approximatifs à l'E.L.S. (cm)
		ELU	ELS		
1,00 X 1,00	0,80	157	95	9,5	< 2
1,50 X 1,50				21,5	< 2

Les tableaux ci-dessus présentent uniquement une ébauche dimensionnelle des fondations envisageables pour le projet. Les dimensions définitives des fondations seront définies dans le cadre d'une étude géotechnique de conception en phase projet (G2 PRO) en fonction des descentes de charges réelles à reprendre.

## 7.2 Remarques vis-à-vis des fondations superficielles

Un contrôle rigoureux de tous les fonds de fouille sera nécessaire afin de s'assurer que les fondations reposent dans le sol homogène en place et qu'il n'y a pas de présence de remblais. Toute présence de remblais pourra engendrer un approfondissement des fondations.

**La base des fondations reposera systématiquement sur un fond de fouille homogène.**

Il est à noter que les profondeurs d'encastrement des fondations sont indiquées par rapport au niveau du terrain naturel lors de la réalisation des investigations (juin 2021).

Si les tassements différentiels demeurent inacceptables pour la structure, la rigidification de celle-ci, chaînage et raidisseurs devront faire l'objet d'une étude particulière.

**Il nous a été informé qu'un apport de remblais serait réalisé sur environ 0,50 à 1,00 m d'épaisseur. Il conviendra de rajouter les tassements induits par cet apport de matériaux à ceux induits par les fondations. De plus, des tassements différentiels peuvent être engendrés.**

Il est recommandé de réaliser les terrassements **en période favorable, hors intempéries.**

Une règle communément admise consiste à planter des arbres et arbustes à une distance des constructions égale ou supérieure à une fois et demie leur hauteur adulte afin d'éviter les désordres résultant de la dessiccation ou de la poussée des racines.

Pour tout arbre dessouché au droit du projet, il faudra remblayer avec un matériau sain, inerte et insensible à l'eau et compacter selon les règles de l'art. Les futures fondations seront ancrées de 30 cm dans le sol en place par rapport au niveau bas de l'ancien enracinement et de manière à respecter les profondeurs minimales préconisées dans la partie spécifique aux fondations.

Dans le cas de fondations situées à des profondeurs différentes, les niveaux de fondations successives devront être tels qu'une pente maximale de 3 de base pour 2 de hauteur relie les arrêtes des semelles les plus proches (appuis isolés) et 3 de base pour 1 de hauteur (pour les appuis filants).

**La présence d'un géotechnicien en phase travaux afin de contrôler les fonds de fouille est recommandée, dans le cadre d'une mission G4 selon la norme NF P-94-500.**

### **7.3 Dalle basse**

Dans la mesure où aucune déformation ne serait admise et afin de s'orienter vers la solution la plus sécurisante, on s'orientera vers une solution par plancher porté. Le sol en place pourra servir de fond de coffrage après la mise en place d'une couche de réglage.

## **8. PRÉCONISATIONS VIS-A-VIS DES TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX**

### **8.1 Drainage**

En fonction des intempéries lors des travaux, des venues d'eau peuvent éventuellement apparaître en cours de terrassement. Elles seront alors collectées et évacuées en dehors des fouilles.

La mise en place d'un drainage périphérique pourra éventuellement être envisagée en cas de crainte d'accumulation d'eau en périphérie d'ouvrage (période pluvieuse intense, ...), dans le cas de sols peu perméables voire imperméables.

Son exécution devra être soignée afin de ne pas entraîner de venue d'eau en direction de la construction, l'entretien devra être suivi afin d'éviter tout colmatage et son exutoire devra être adapté (cf. DTU 20.1). Les volumes d'eau collectés seront dirigés aussi loin que possible des fondations du projet ou de tout autre ouvrage. La nécessité d'un tel dispositif sera à l'appréciation du maître d'ouvrage, ou, à défaut, de l'entreprise de construction.

Il conviendra éventuellement de mettre en œuvre un pompage temporaire des eaux superficielles pour l'exécution des fondations. L'importance de ce pompage sera fonction d'une part de la période de réalisation des travaux et d'autre part de la rétention d'eau dans les éventuels remblais.

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 dans tous les cas une réalisation des travaux en période favorable.

### **8.2 Réalisation des terrassements**

Les terrassements ne présenteront à priori pas de difficulté particulière d'extraction.

D'après les investigations géotechniques, la plateforme supérieure de terrassement (PST) sera constituée de sables argileux. Ces sols constituent des matériaux dits « sensibles à l'eau ». Leur consistance et leur comportement changent notablement avec la teneur en eau et donc avec les conditions météorologiques.

Pour ces raisons, il est recommandé de réaliser les terrassements en période favorable. Par ailleurs on évitera tout terrassement après de fortes intempéries ou une période de dégel.

Les zones molles, points durs et autres anomalies devront être substitués dans leur intégralité par un matériau sain, inerte, insensible à l'eau, de granulométrie étalée puis compacté dans les règles de l'art. Le compactage fera l'objet d'un contrôle par essai *in-situ*.

La finition des fonds de fouille lors des terrassements sera réalisée à l'aide d'un godet sans dent et en retro. De plus, le bétonnage devra se faire aussitôt après terrassement de manière à éviter toute déstructuration des fonds de fouille. Le cas échéant un béton de propreté devra être mis en place.

Il conviendra de purger en fond de fouille les matériaux remaniés (éboulis).

Pour la phase travaux, l'entreprise devra éventuellement prévoir un assainissement provisoire visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc.). La réalisation des terrassements en période favorable, hors intempéries, est recommandée. Toute circulation d'engin sur l'arase des terrassements est à proscrire afin d'éviter son matelassage et orniérage.

La présence éventuelle de structures enterrées pourra nécessiter des moyens de terrains spécifiques (pelle de forte puissance munie d'un Brise-Roche-Hydraulique). Par ailleurs, la présence éventuelle de remblais pourra nécessiter le blindage des fouilles.

D'une manière générale, l'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de formes (GTR).

## 9. VOIRIES

### 9.1 Généralités sur la structure d'une voirie

D'après le GTR 2000, la structure type d'une voirie est la suivante :

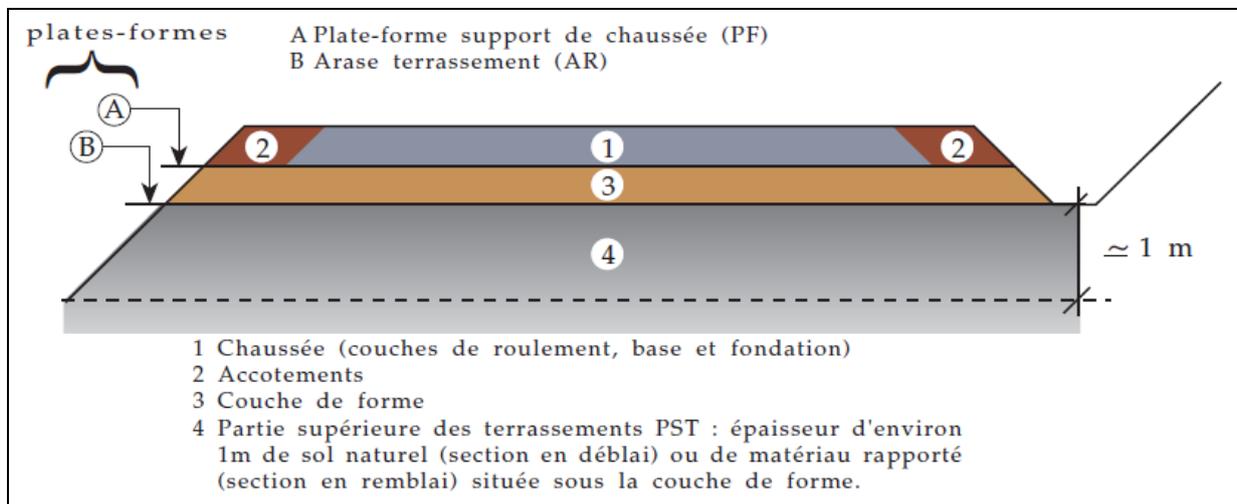


Figure 5 : Schéma de structure de voirie (source : GTR 2000)

### 9.2 Plateforme supérieure de terrassement (PST) – Arase (AR)

On désigne par Partie Supérieure des Terrassements (PST), la zone supérieure (environ un mètre d'épaisseur) des terrains en place présents en fond de fouille (cas des profils en déblai) ou des matériaux rapportés (cas des profils en remblai). La partie supérieure de la PST est l'Arase de terrassement AR.

En considérant les valeurs des essais pressiométriques et pénétrométriques sur le premier mètre de sol et après décapage de la terre végétale et des éventuels remblais, on peut estimer la portance brute de l'arase des terrassements de l'ordre de 10 MPa (exprimée en module sous chargement statique à la plaque EV2 suivant le procédé LCPC).

D'après ces estimations et en suivant le tableau ci-après issu du GTR 2000, on pourra classer la Partie Supérieure de Terrassement (PST) et l'Arase (AR) au jour de notre intervention en juin 2021, de la manière suivante :

Module de calcul (MPa)	20	50	120	200
Classe de l'arase terrassement	AR1	AR2	AR3	AR4

Figure 6 : Tableau des modules de calcul descriptifs du sol support (source : GTR 2000)

<b>Classe de PST et AR au jour de notre intervention</b>	PST0-AR0
--	----------

Cas de P.S.T	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<b>Sols</b> A, B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> se trouvant dans un état hydrique (th). <b>Contexte</b> Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portancerisque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		<b>Sols</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>12</sub> , R <sub>13</sub> , R <sub>34</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>43</sub> et R <sub>63</sub> dans un état hydrique (h). <b>Contexte.</b> PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principale à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		<b>Sols</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>12</sub> , R <sub>13</sub> , R <sub>34</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>43</sub> et R <sub>63</sub> dans un état hydrique (m). <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.  Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		<b>Sols</b> Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1 AR2	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2  Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		<b>Sols</b> Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		<b>Sols</b> B <sub>1</sub> et D <sub>1</sub> et certains matériaux rocheux de la classe R <sub>43</sub> . <b>Contexte</b> PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2 AR3	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		<b>Sols</b> Matériaux des classes D <sub>3</sub> , R <sub>11</sub> , R <sub>21</sub> , R <sub>22</sub> , R <sub>32</sub> , R <sub>33</sub> , R <sub>41</sub> , R <sub>42</sub> , R <sub>43</sub> ainsi que certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>23</sub> , R <sub>43</sub> et R <sub>53</sub> . <b>Contexte</b> PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	AR3 AR4	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

(A) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme

(B) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

Figure 7 : Différents cas possibles de PST et AR (source : GTR 2000)

**Notons que la classe PST et AR peut varier dans le temps en fonction des conditions météorologiques et devra impérativement être réévaluée au démarrage des travaux de terrassement par l'entreprise de gros œuvre et/ou de VRD.**

Compte tenu de ces estimations, il conviendra donc de **reclasser au minimum la PST et l'arase en PST1 - AR1** avec pour objectif une portance minimale de 20 MPa pour l'ensemble des ouvrages.

Afin de reclasser la PST0-AR0 en PST1-AR1, différentes méthodes existent (notons que plusieurs méthodes peuvent être combinées afin d'aboutir à l'objectif fixé) :

- Purge des matériaux et substitution par un matériau insensible à l'eau (cloutage du fond de fouille) ;
- Drainage des eaux par rabattement de nappe, pompage superficiel, création de fossés drainants, ... ;
- Assèchement du fond de fouille par aération (méthode cependant moins efficace dans les régions tempérées) ;
- Compactage modéré du fond de fouille (dans les sols non saturés en eau et hors zone de nappe affleurante) ;
- Traitement du fond de fouille à la chaux (sous réserve d'une étude spécifique qui montre la faisabilité d'une telle méthode).

Cette liste est cependant non exhaustive et d'autres méthodes pourront être proposées par l'entreprise de VRD ou de terrassement et devra être validée avant démarrage des travaux lors d'une Supervision Géotechnique d'Exécution (mission G4) suivant la norme NF P94-500 de novembre 2013. **Dans tous les cas, l'entreprise devra tenir compte des recommandations du GTR 2000.**

### **9.3 Couche de forme**

La couche de forme sera constituée par un matériau granulaire sain, inerte, insensible à l'eau et au gel, de type D<sub>31</sub> et compactée par couches minces dans les règles de l'art et suivant les dispositions du GTR 2000.

On trouvera dans le tableau ci-après, le détail des caractéristiques d'un matériau de type D31 selon le GTR 2000 :

Classement selon nature					Classement selon le comportement		
Paramètres de nature Premier niveau de classification	Classe	Paramètres de nature Deuxième niveau de classification	Sous-classe fonction de la nature	Caractères principaux	Valeurs seuils retenues		Sous-classe
VBS $\leq$ 0,1 et Tamisat à 80 $\mu$ m $\leq$ 12%	D Sols insensibles à l'eau	Dmax $\leq$ 50 mm et tamisat à 2 mm > 70%	D <sub>1</sub>	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Leur granulométrie, souvent mal graduée et de petit calibre, les rend très érodables et d'une "traficabilité" difficile.	Leur emploi en couche de forme sans traitement aux LH nécessite, par ailleurs, la mesure de leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et/ou micro Deval en présence d'eau, MDE) ou friabilité des sables (FS).	FS $\leq$ 60	D <sub>11</sub>
			FS > 60	D <sub>12</sub>			
		Dmax $\leq$ 50 mm et tamisat à 2 mm $\leq$ 70%	D <sub>2</sub>	Ces sols sont sans cohésion et perméables. Après compactage ils sont d'autant moins érodables et d'autant plus aptes à supporter le trafic qu'ils sont bien gradués.		LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	D <sub>21</sub>
			LA > 45 ou MDE > 45	D <sub>22</sub>			
		Dmax > 50 mm	D <sub>3</sub>	Matériaux sans cohésion et perméables, inadaptés au malaxage en vue d'un traitement répondant à une qualité "couche de forme". En partie supérieure des terrassements ils peuvent poser des problèmes de réglage, de traficabilité et d'exécution de tranchées diverses.		LA $\leq$ 45 et MDE $\leq$ 45	D <sub>31</sub>
			LA > 45 ou MDE > 45	D <sub>32</sub>			

Figure 8 : Extrait du tableau de la classification des sols (source : GTR 2000)

On prévoira la mise en place d'un **géotextile non tissé** remontant sur les parois du sol encaissant entre l'arase et la couche de forme afin d'éviter la contamination du remblai d'apport le sol sous-jacent.

L'épaisseur préconisée pour la couche de forme est fixée de sorte qu'elle :

- satisfasse aux divers critères de résistance permettant une mise en œuvre correcte des couches de chaussée ;
- assure la pérennité d'une valeur minimale de portance à long terme de la plateforme.

Cette épaisseur préconisée dépend :

- du cas de PST et de la portance à long terme au niveau de l'arase des terrassements ;
- des caractéristiques du matériau constituant la couche de forme.

A titre d'exemple et d'après le GTR2000, le tableau ci-dessous indique les épaisseurs de couche de forme **recommandées** pour obtenir une plateforme de type PF2 à partir d'une AR1.

Classe de sol de la couche de forme	Épaisseur préconisée de la couche de forme pour obtenir PF2	
	PST1 - AR1	PST2 - AR1
Grave non traitée de type D <sub>31</sub>	75 cm (60 cm si intercalation d'un géotextile)	50 cm (40 cm si intercalation d'un géotextile)

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Épaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plateforme support de chaussée				
						PST n° 1 AR 1	PST n° 2 AR 1	PST n° 3 AR 1 AR 2	PST n° 4 AR 2	
D <sub>31</sub>	Les sols de cette classe peuvent être utilisés en couche de forme : - soit dans leur état naturel après avoir éliminé ou fragmenté les gros éléments empêchant un réglage correct de la plate-forme - soit traités avec un liant hydraulique. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale.	++ OU +	pluie même forte	G : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme	3 0 0 0	e = 0,75 ou (2)	e = 0,5 ou (2)	e = 0,4 ou (2)	e = 0,3 ou (2)	(3)
		= OU -	pas de pluie	<b>Solution 1 :</b> G : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme  <b>Solution 2 :</b> G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	3 0 0 0	PF2	PF2	PF2	PF2	
D <sub>32</sub>	Par rapport aux sols de la classe D <sub>31</sub> précédente les sols de la D <sub>32</sub> sont constitués de granulats plus friables pouvant conduire sous l'action du trafic à la formation d'éléments fins sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme il est donc nécessaire de les traiter avec un liant hydraulique. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale.	+	pluie faible	Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON	(1)				
		= OU -	pas de pluie	G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	2 1 1 1		PF2	PF2	PF3	PF3

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.

(2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.

(3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arasement.

**Figure 9 : Extrait du tableau des conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme (source : GTR 2000)**

Notons que ces épaisseurs ne sont données qu'à titre indicatif, **mais restent recommandées pour atteindre les objectifs de portance fixés.**

L'entreprise qui réalisera la couche de forme pourra proposer des épaisseurs de couche de forme différentes à **condition de fournir une méthodologie spécifique qui garantira les objectifs de portance demandés, et ce, sur toute la durée de vie de l'ouvrage.** Cette variante devra cependant faire l'objet d'une validation par un géotechnicien en phase G4 et une planche d'essais pourra alors être demandée afin de valider définitivement cette optimisation.

## 9.4 Réutilisation des matériaux en couche de forme

Avant démarrage des travaux il y aura lieu de réaliser des classifications GTR complètes avec poinçonnement IPI afin de déterminer la classe des matériaux et leur état hydrique.

En première approche, les matériaux sablo-argileux rencontrés peuvent être assimilés à un sol de classe A<sub>2</sub>. D'après l'extrait du GTR 2000 présenté ci-dessous, afin d'obtenir une PF2, ces matériaux devront être traités sur une épaisseur minimale de 35 cm. Le traitement dépendra de leur état hydrique mais sera le plus souvent réalisé en associant chaux + liant hydraulique. **Une étude spécifique validant la faisabilité d'un tel traitement devra cependant être réalisée par l'entreprise de VRD ou de terrassement.**

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plateforme support de chaussée				
						PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4
						AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2
A <sub>1</sub> h	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON	(1)	e=0,35	e=0,35	e=0,35	e=0,35
		= OU -	pas de pluie	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2					
A <sub>1</sub> m	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON					
		= OU -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 2 2					
A <sub>1</sub> s	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON					
		= OU -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 2 1 2					
A <sub>2</sub> h	La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la fraction argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides. Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré. Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éventuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON					
		=	ni pluie ni évaporation	T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 3 2					
		-	évaporation importante	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2					
A <sub>2</sub> m	La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la fraction argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides. Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré. Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éventuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON					
		= OU -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 2 2					
A <sub>2</sub> s	La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la fraction argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides. Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré. Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éventuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON					
		= OU -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 2 2 2					

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n° 4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n° 2 ou 3 s'il ne l'est pas.

Figure 10 : Extrait du tableau des conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme (source : GTR 2000)

### **9.5 Objectifs de portance de la couche de forme**

Les objectifs de portance de la couche de forme minimaux à atteindre, selon le GTR2000 sont :

- $EV2 > 50 \text{ MPa}$  ;
- $EV2/EV1 < 2$ .

Des essais de contrôle par essais à la plaque selon la procédure du LCPC devront être réalisés en quantité suffisante pour réceptionner la couche de forme dans sa totalité.

### **9.6 Structure de voirie**

La structure de chaussée sera adaptée à la circulation prévisible sur la voirie et à son évolution dans le temps via une étude spécifique réalisée par un bureau d'études VRD.

Le rapport ci-présent conclut la mission géotechnique de conception G2 phase avant-projet qui nous a été confiée. Il constitue un ensemble indissociable avec ses annexes. Une mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GEOMECA.

Toute modification du projet (caractéristiques, implantation) ou du site (terrassement) nécessitera une mise à jour du présent rapport, éventuellement accompagnée d'investigations complémentaires.

Il est important de préciser que les investigations réalisées sur le site pour cette étude ont un caractère ponctuel. Les recommandations exposées dans ce rapport devront être mises en œuvre en tenant compte des conditions réelles du terrain mis à jour au cours des travaux. Par ailleurs, la découverte de toute anomalie (massifs de fondation, caves, galeries, fosses, etc.) devra nous être signalée afin d'affiner nos conclusions.

Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NF P 94-500, une étude géotechnique de conception G2 phase projet doit être envisagée, notamment afin de dimensionner les fondations du projet.

De même, les études géotechniques d'exécutions (mission G3) et de supervision géotechnique (mission G4) devront être envisagées.

Le présent rapport ne peut servir au lancement d'une consultation ou d'un appel d'offres pour la construction d'un ouvrage géotechnique.

---

## 10. ANNEXES

### 10.1 Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1, 2 et 3. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

## Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 1 à 3) doit suivre les étapes d'élaboration 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 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Cette mission exclue toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une 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 Etude de Site (ES)

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

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

#### Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade de l'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 PROJET (G2)

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

#### Phase Avant-projet (AVP)

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

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

#### Phase Projet (PRO)

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

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

#### Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le dossier de consultation des entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des contrats de travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques :

- Etablir 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.

### Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

#### **ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE RÉALISATION (G3 et G4, 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 Etude**

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Etudier 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 contrôle à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Elaborer 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 de l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.

— 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).

— Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents géotechniques 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 du 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 de 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 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.

— Etudier 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'état 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

### Schéma d'enchaînement des missions types 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
Etape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire esquisse, APS	Etude 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
Etape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD / AVP	Etude 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	Etude géotechnique de conception (G2) Phase projet		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE / ACT	Etude 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		
Etape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3 / G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE / VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase étude (en interaction avec la phase suivie)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude 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	Etude 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		
A toute étape d'un projet ou sur un projet 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

10.2 Plan d'implantation des sondages



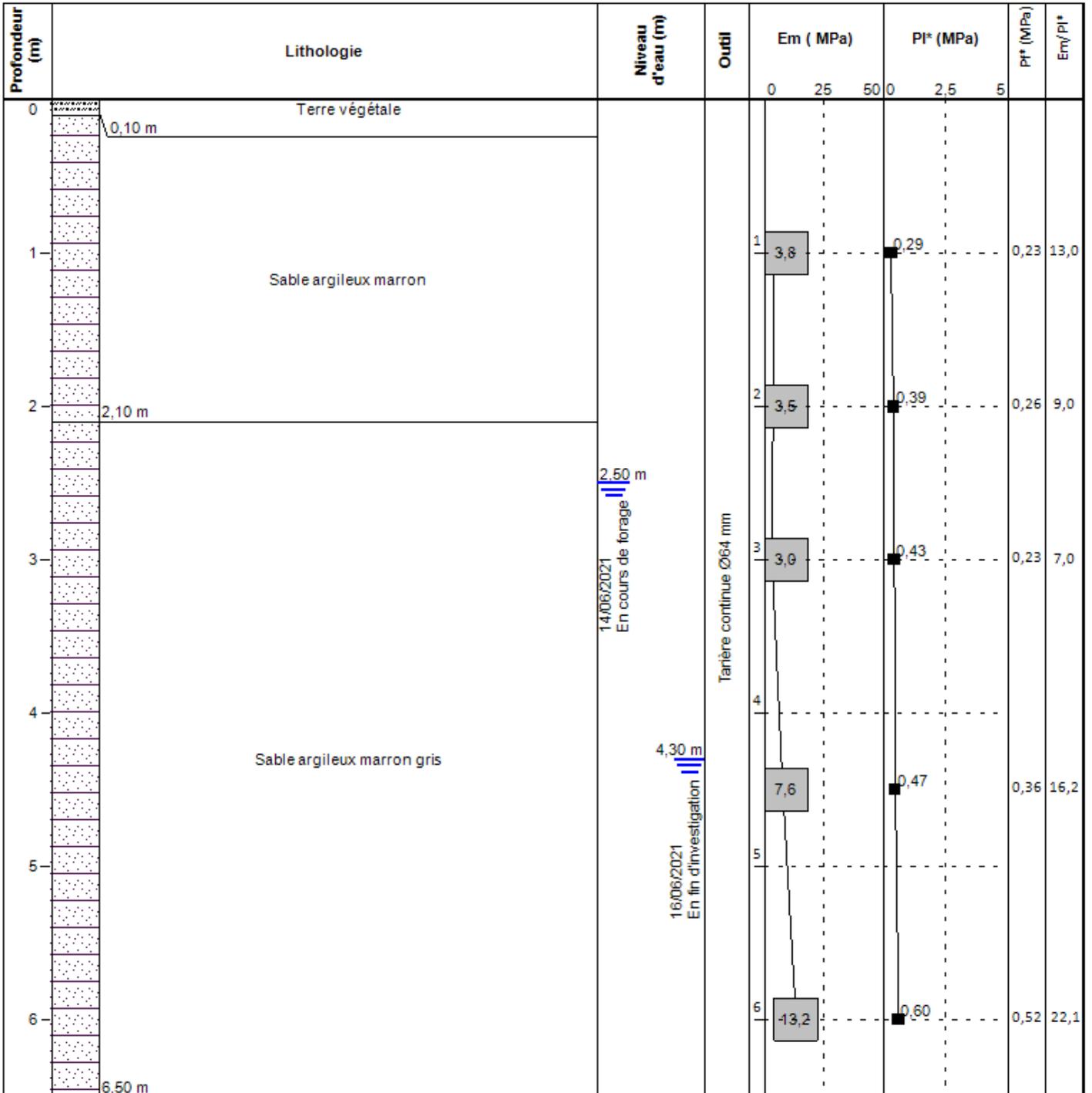
10.3 Coupes géologiques et essais pressiométriques

	<b>GENECH (59) - Création d'un lotissement</b>		Contrat 21-572
	Date : 14/06/2021	Profondeur : 0,00 - 6,50 m X : 1716088.07 Y : 9259049.88	

1/35

**Forage : PR1**

EXGTE.3.22/GTE





**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Contrat 21-572

Date : 16/06/2021

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

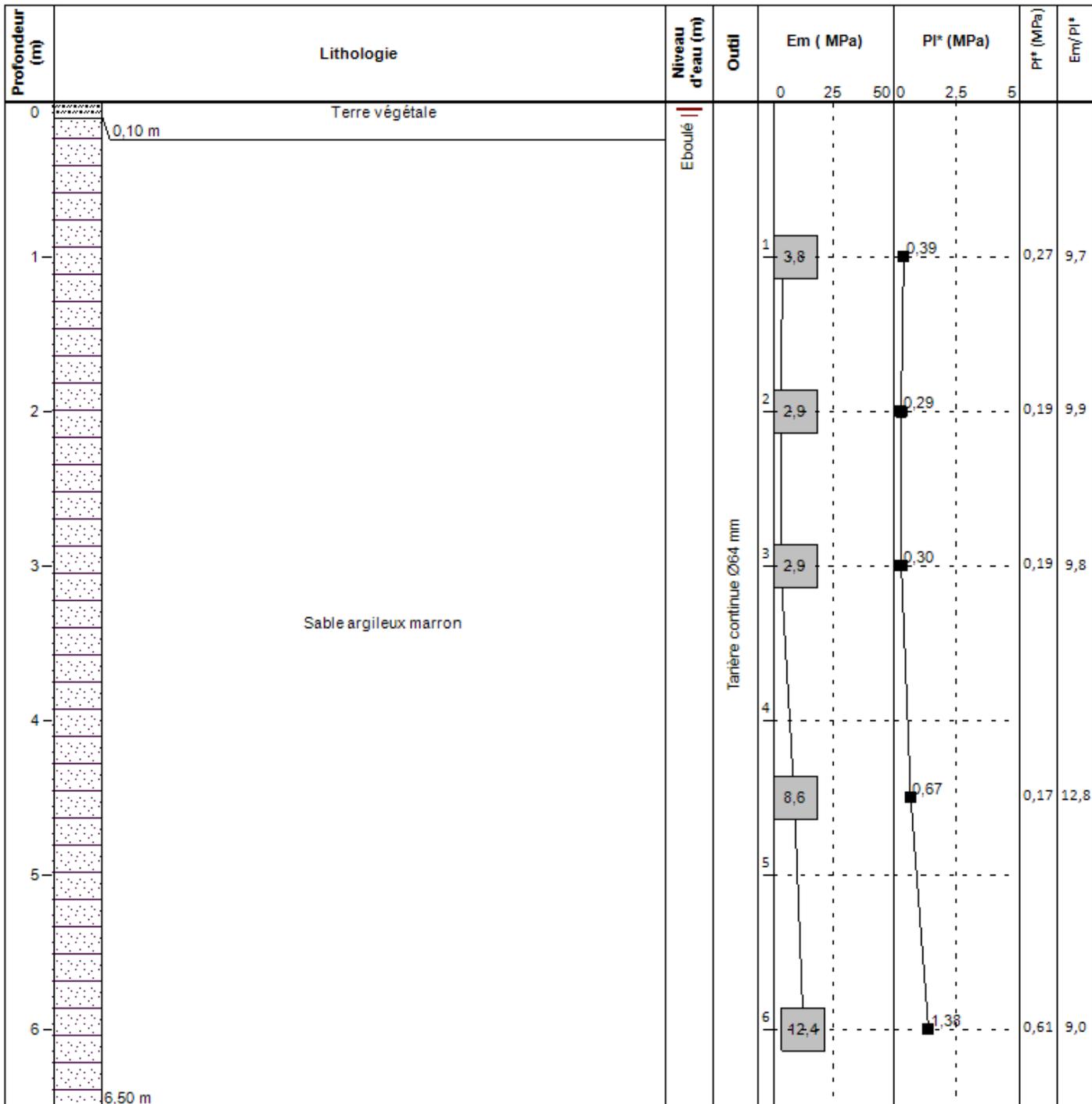
X : 1716196.38

Y : 9258967.64

1/35

**Forage : PR2**

EXGTE 3.22/GTE





**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 17/06/2021

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

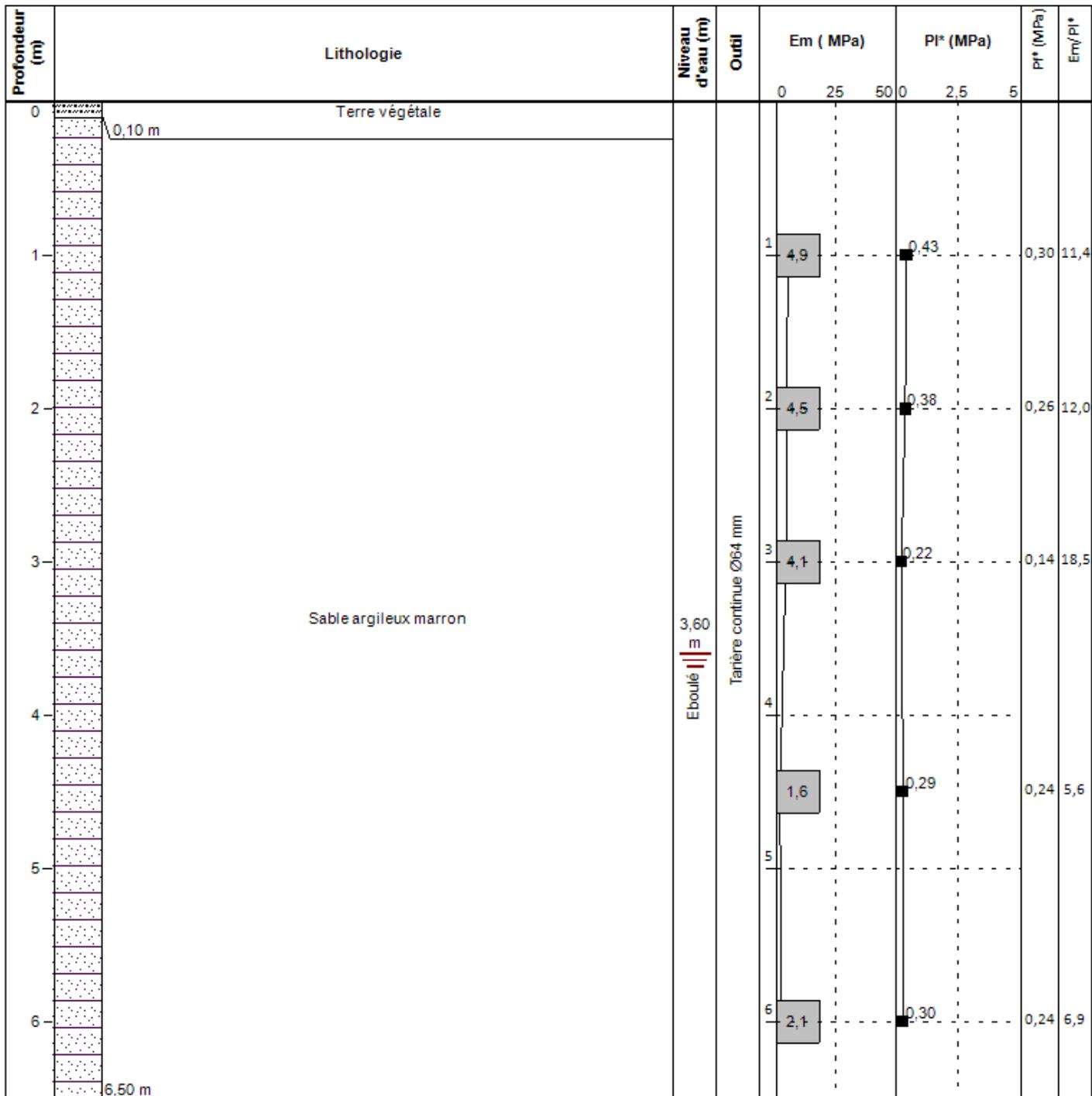
X : 1716275.50

Y : 9258922.70

1/35

**Forage : PR3**

EXGTE 3.22/GTE



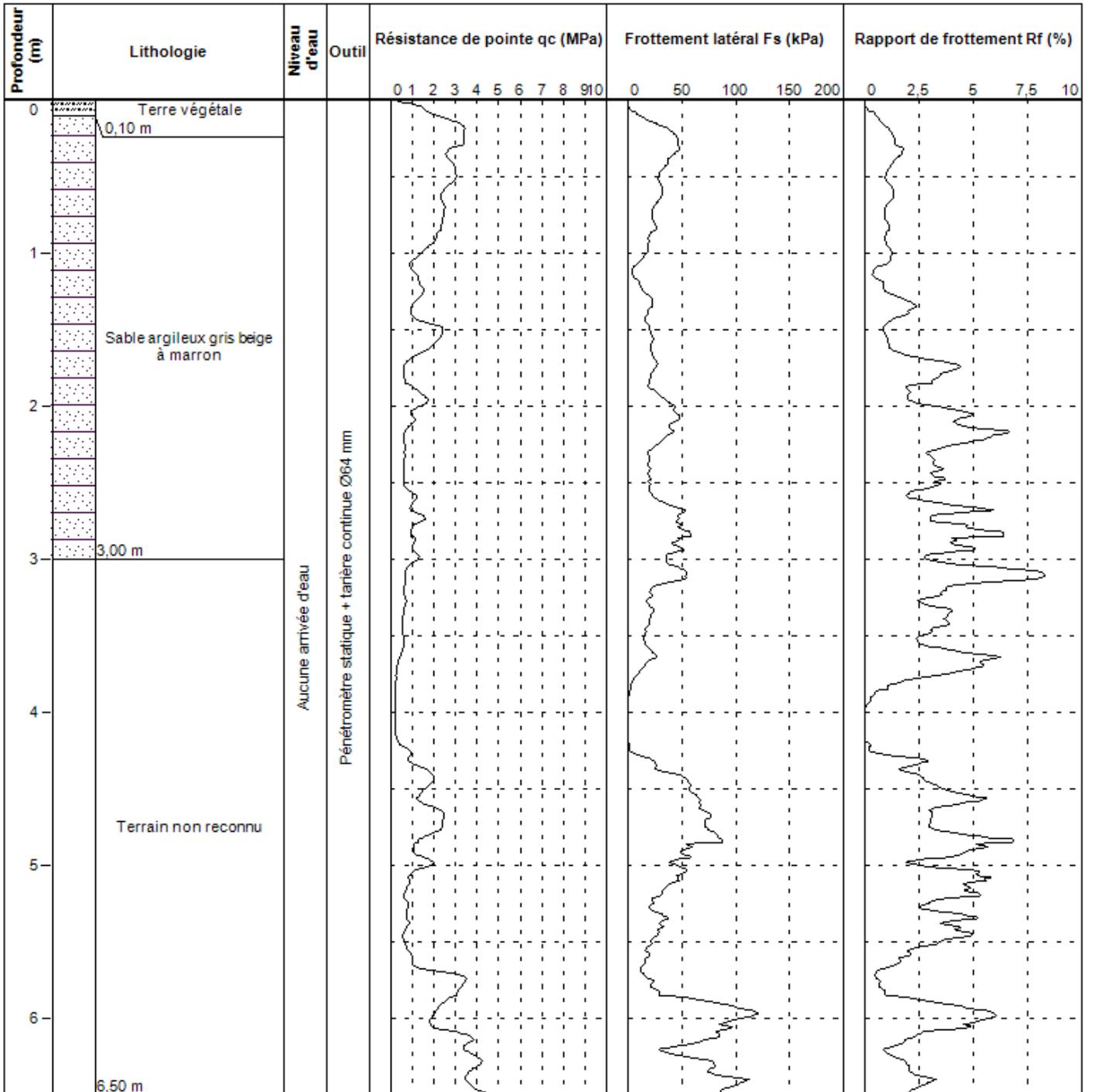
10.4 Coupes géologiques et essais au pénétromètre statique

	<b>GENECH (59) - Création d'un lotissement</b>			Contrat 21-572
	Date : 16/06/2021	Machine : PAGANI 150 kN	Profondeur : 0,00 - 6,50 m	
			X : 1716140.56	
			Y : 9259063.03	

1/35

**Forage : PS1/S1**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR







Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 16/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

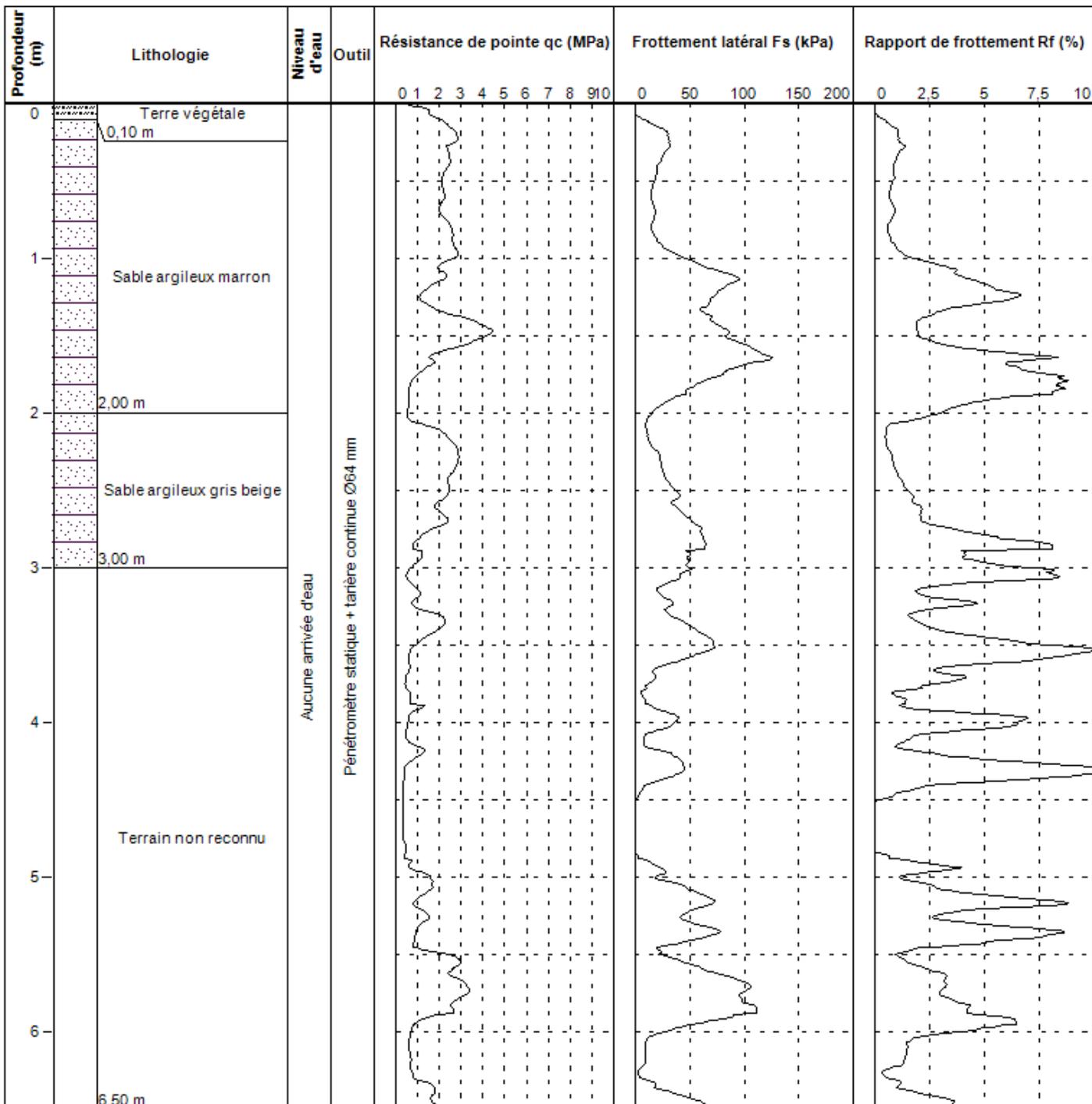
X : 1716095.40

Y : 9259015.31

1/35

**Forage : PS3/S3**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR





Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 16/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

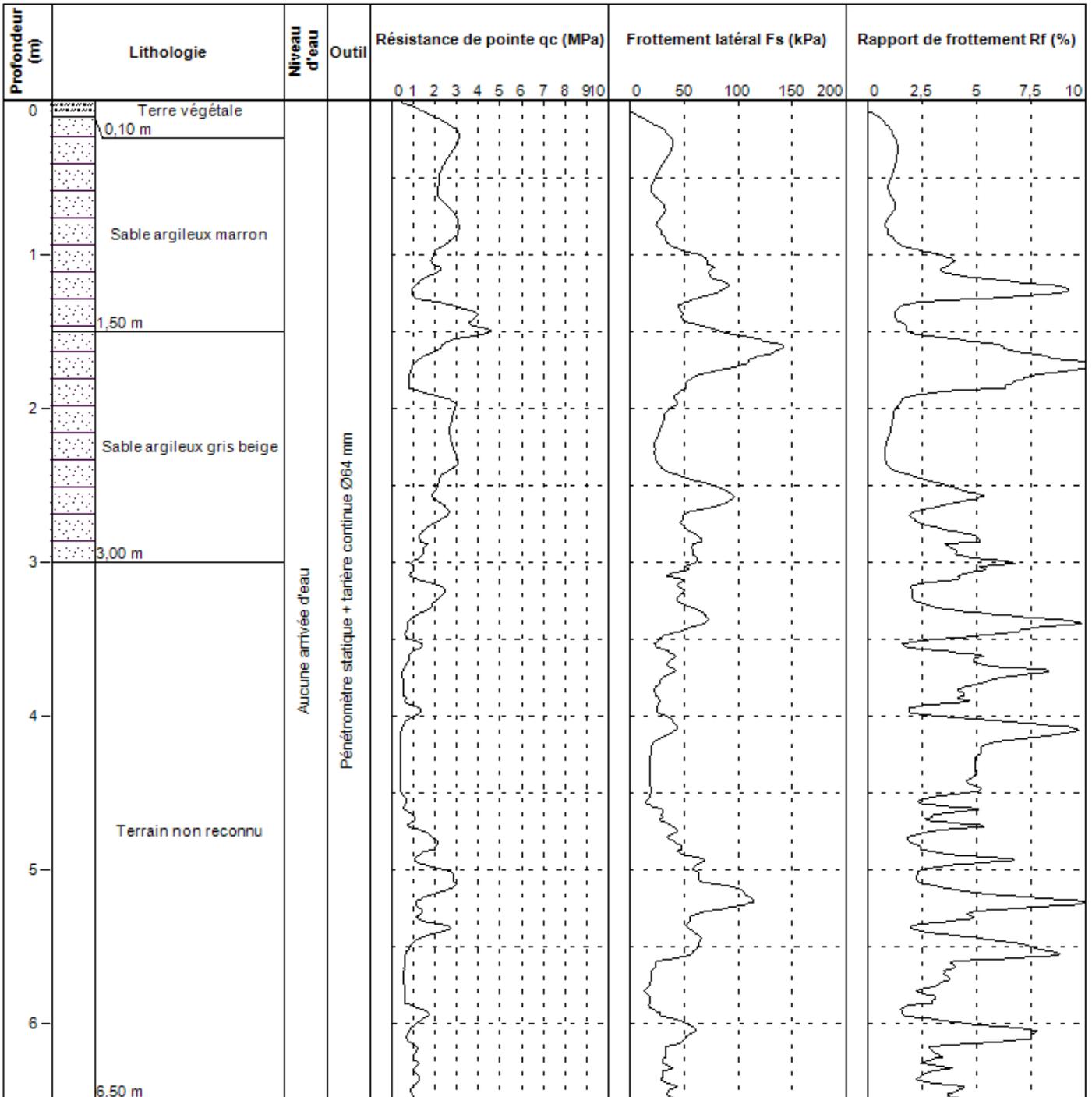
X : 1716127.95

Y : 9258991.22

1/35

**Forage : PS4/S4**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR







Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 16/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

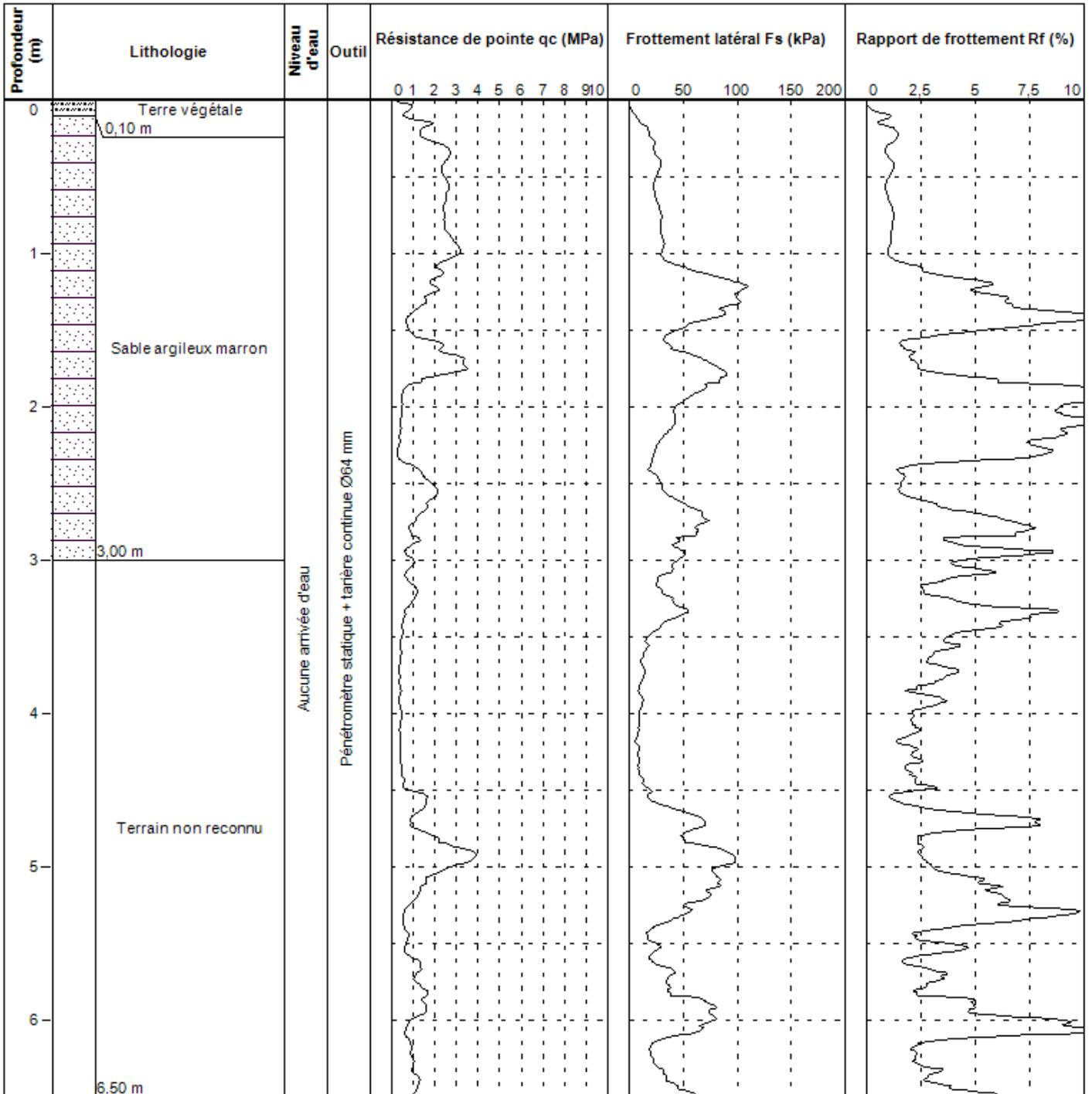
X : 1716156.37

Y : 9258971.92

1/35

**Forage : PS6/S6**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR







Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 17/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

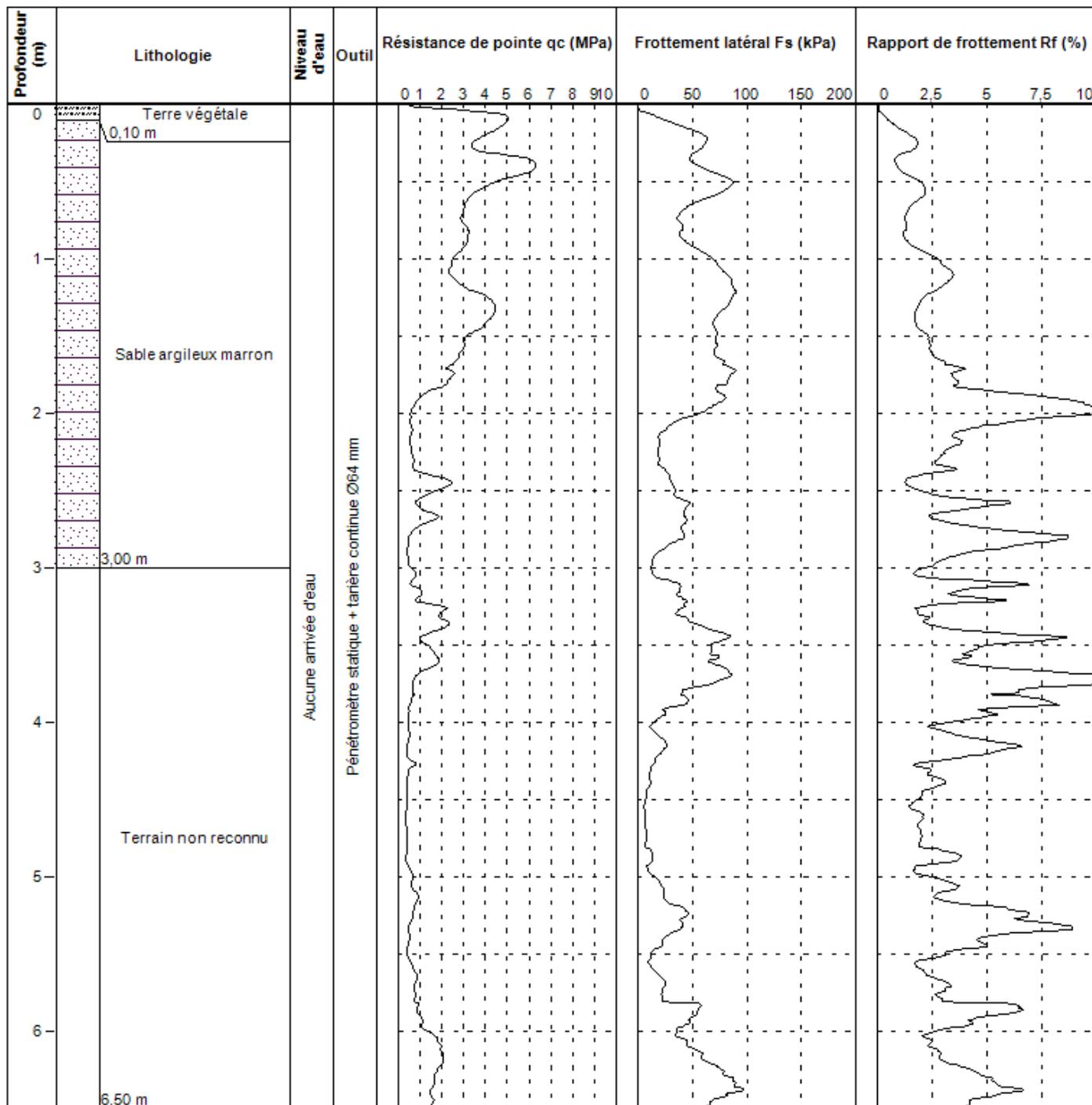
X : 1716255.90

Y : 9258972.22

1/35

**Forage : PS8/S8**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR





Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 17/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

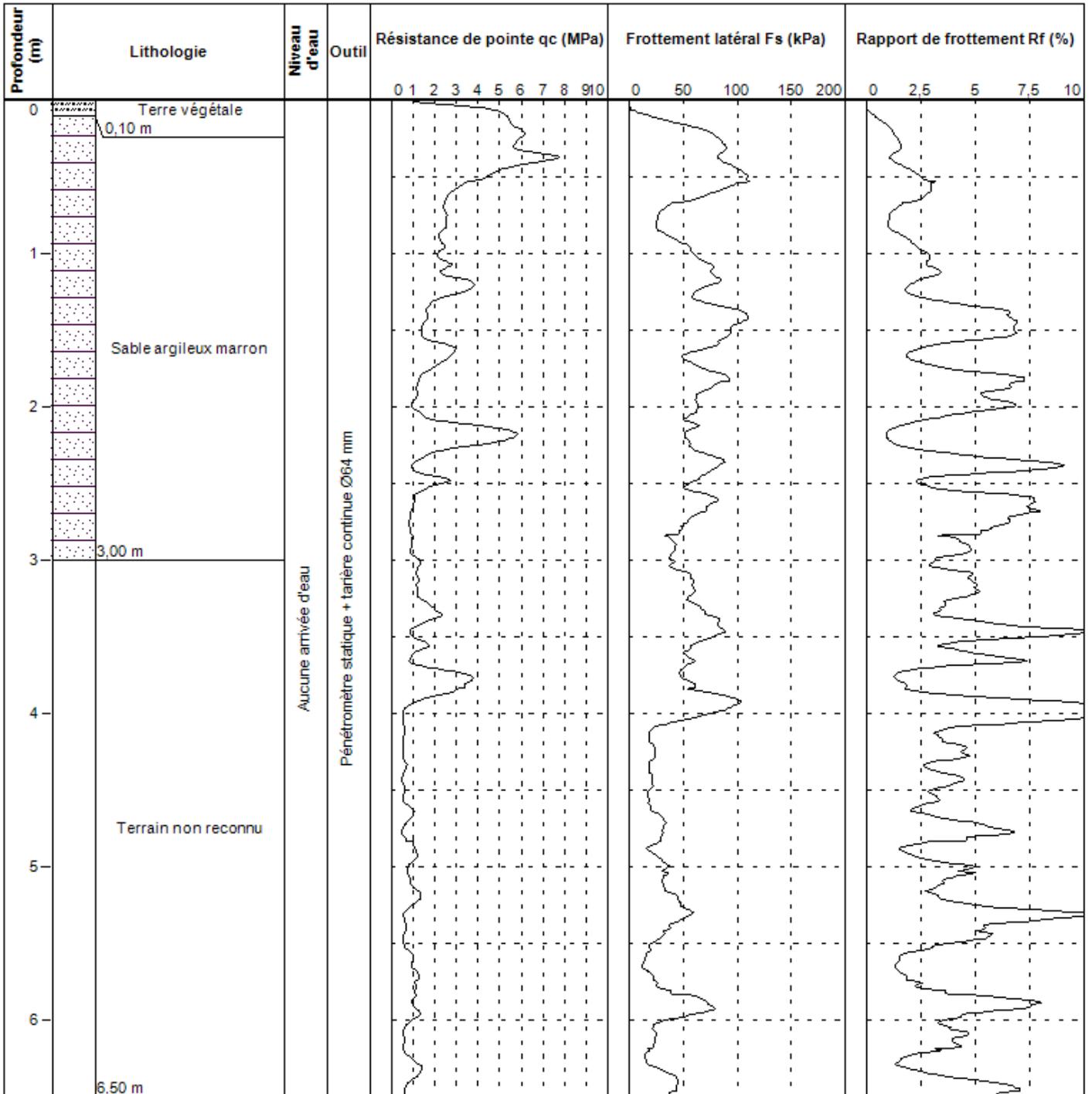
X : 1716265.11

Y : 9258944.16

1/35

**Forage : PS9/S9**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR







Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 17/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

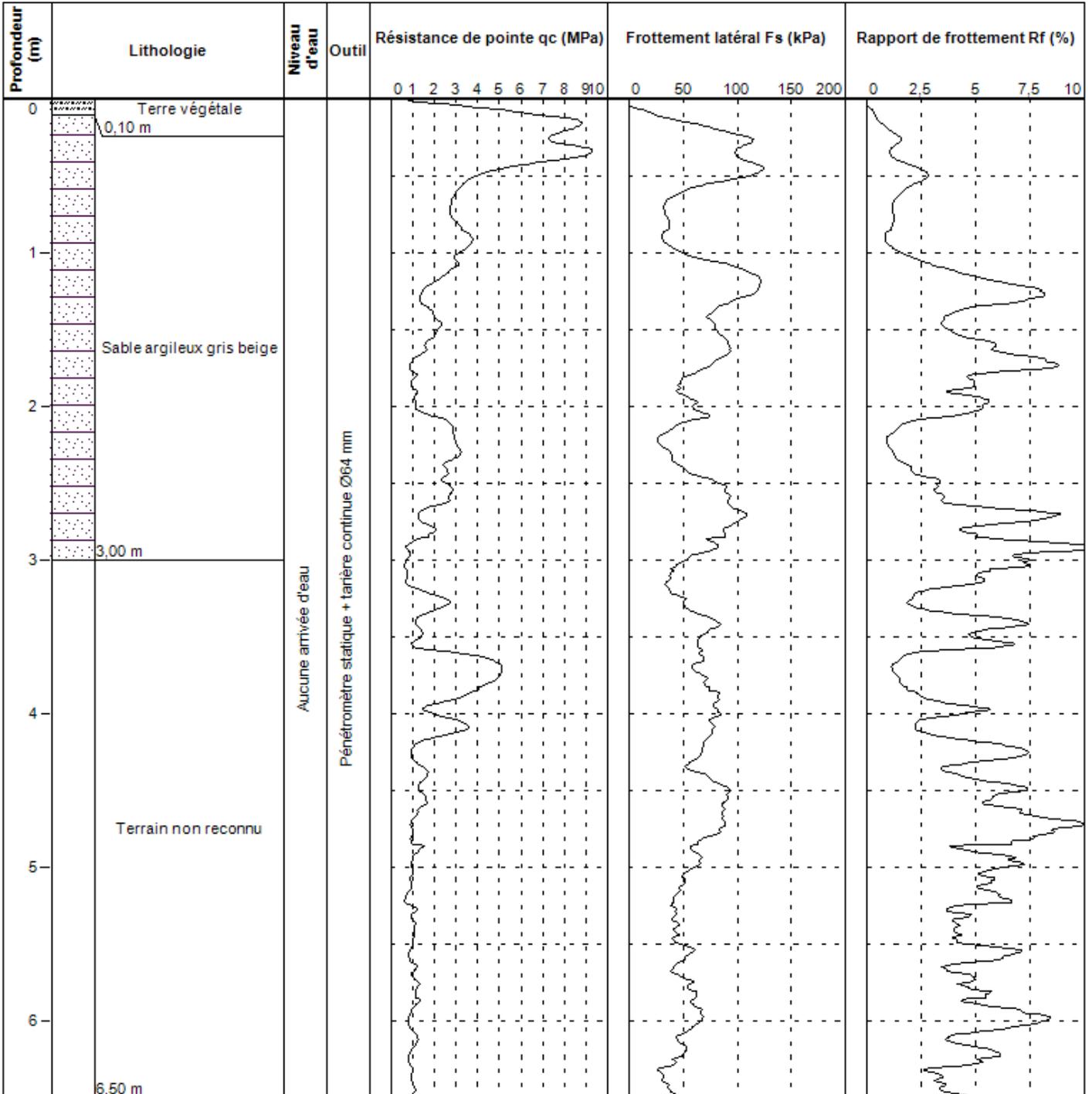
X : 1716209.00

Y : 9258904.40

1/35

**Forage : PS11/S11**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR













Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 16/06/2021

Machine : PAGANI 150 kN

Profondeur : 0,00 - 6,50 m

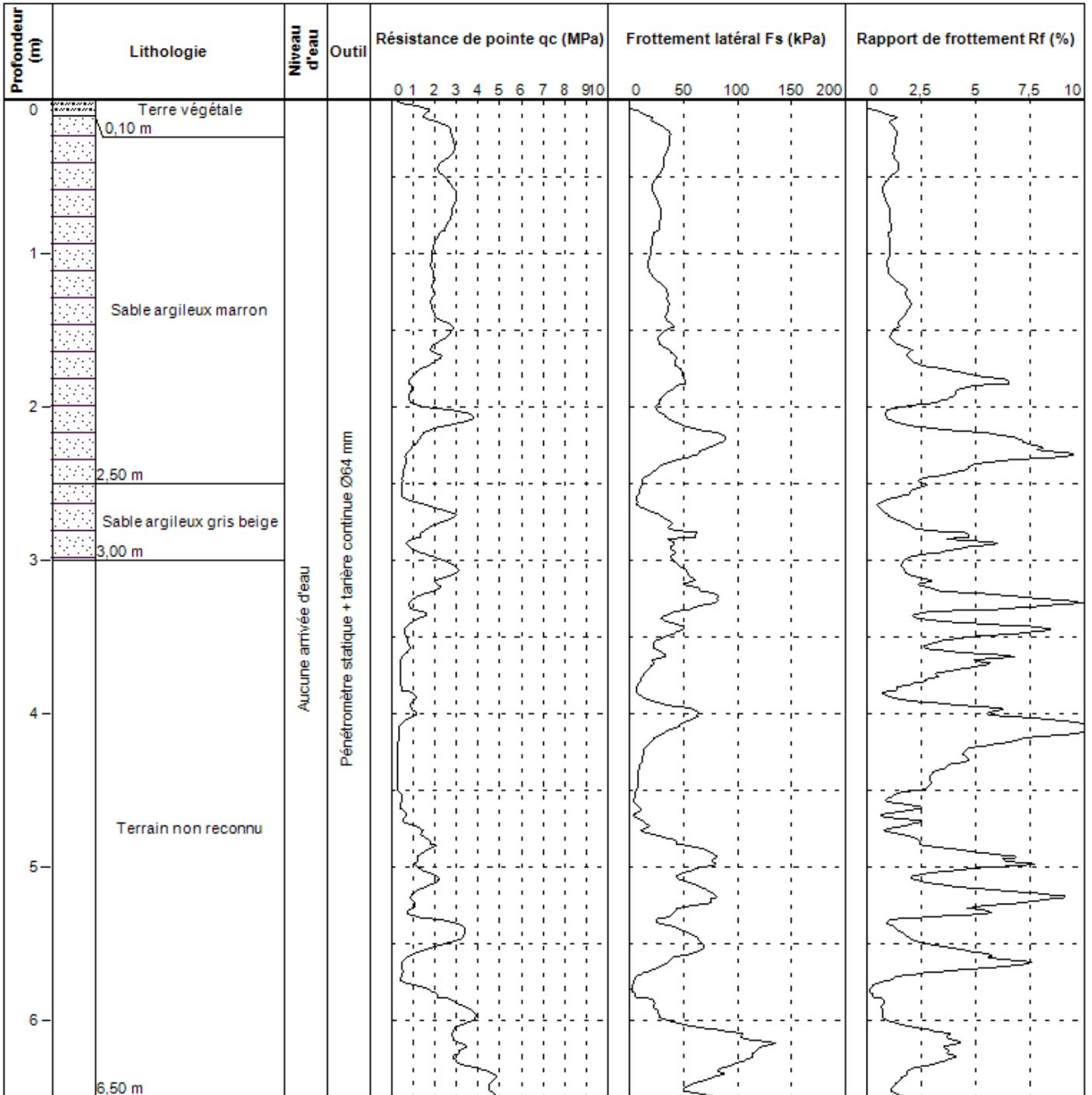
X : 1716115.04

Y : 9259048.76

1/35

**Forage : PS16/S16**

EXGTE 3.22/LB2EPF579FR



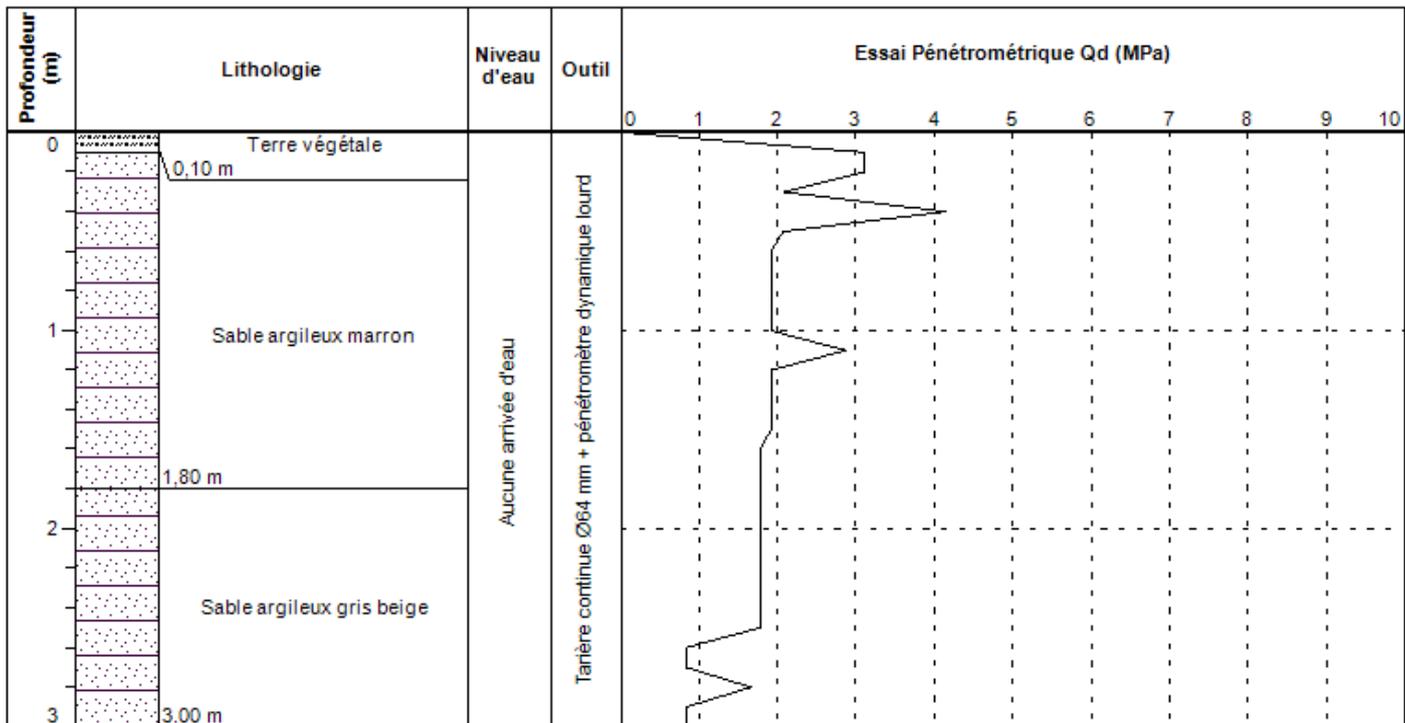
10.5 Coupes géologiques et essais au pénétromètre dynamique

	<b>GENECH (59) - Création d'un lotissement</b>		Contrat 21-572
	Date : 16/06/2021	Profondeur : 0,00 - 3,00 m X : 1716212.44 Y : 9258927.91	

1/35

**Forage : S17/PD1**

EXGTE 3.22/GTE





**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Contrat 21-572

Date : 11/06/2021

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

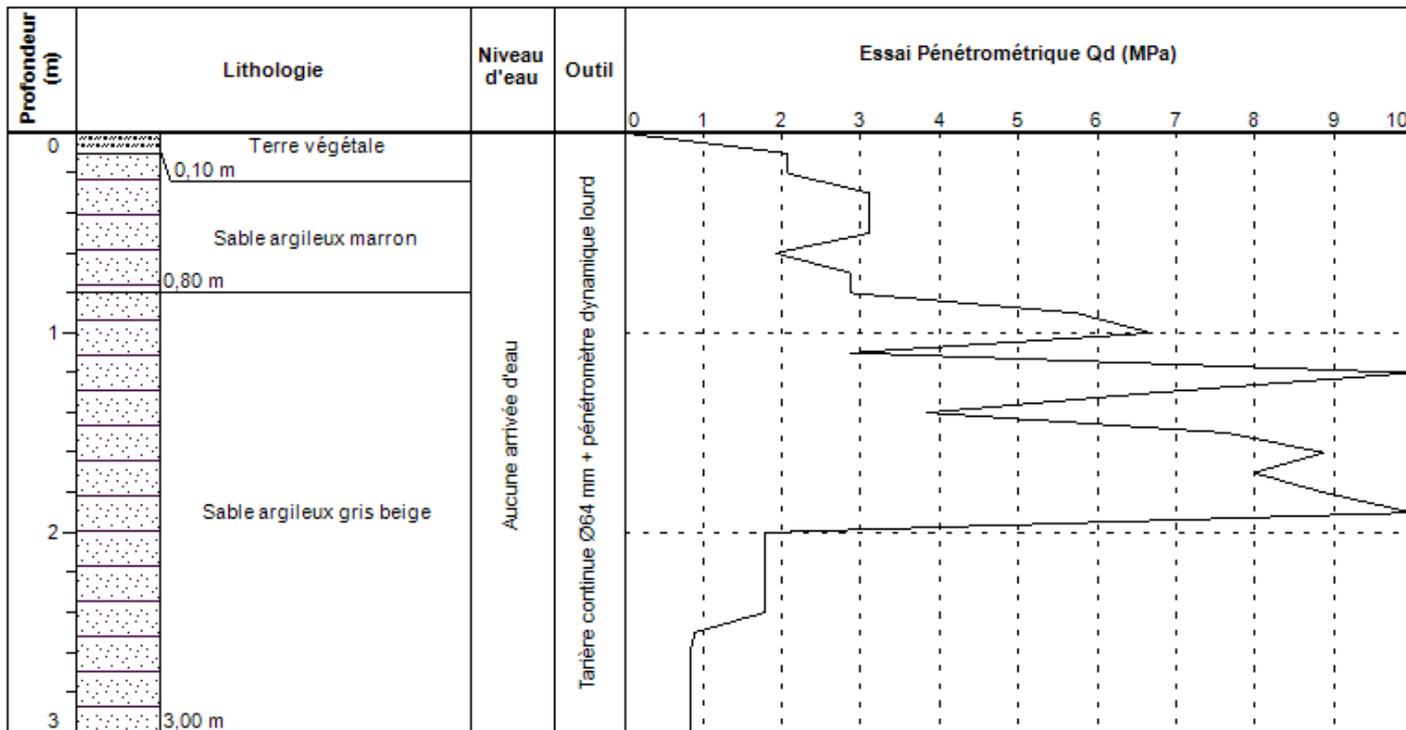
X : 1716128.31

Y : 9258969.03

1/35

**Forage : S18/PD2**

EXGTE 3.22/GTE





Contrat 21-572

**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 14/06/2021

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

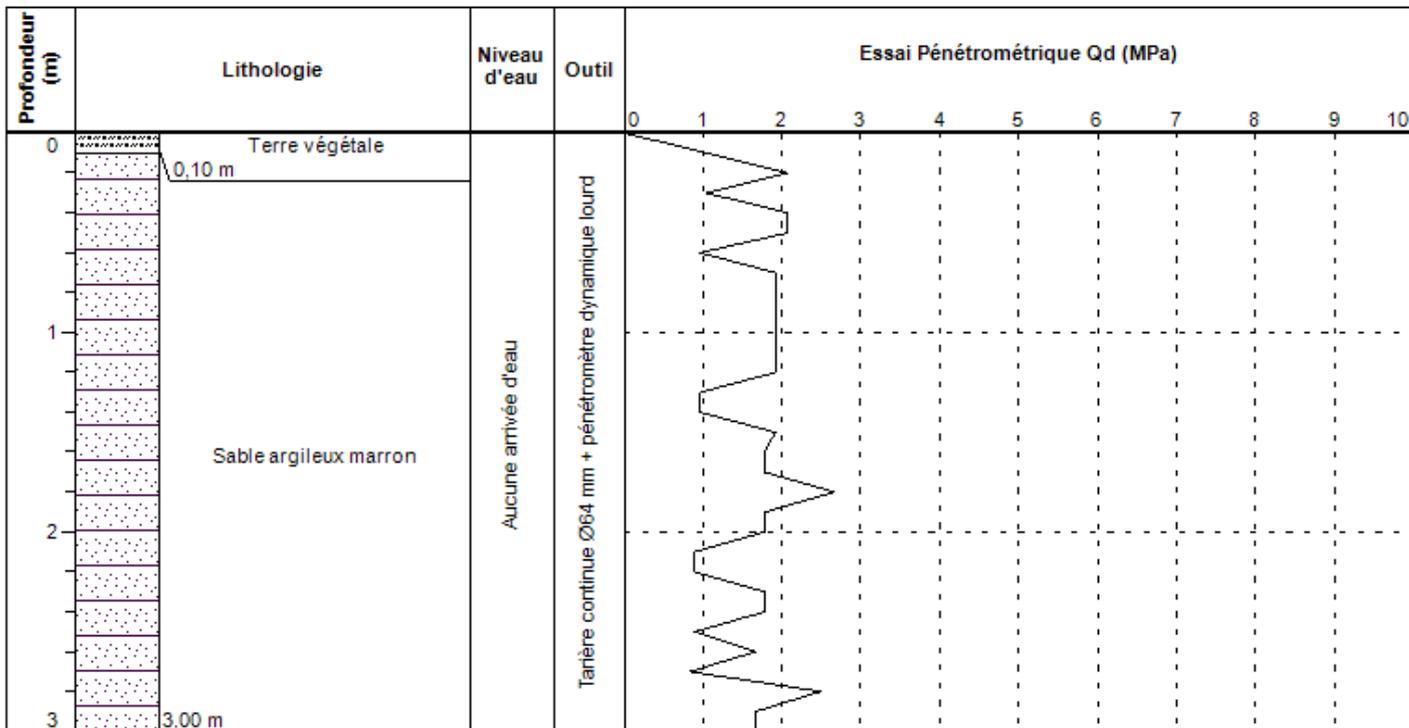
X : 1716122.93

Y : 9259025.39

1/35

**Forage : S19/PD3**

EXGTE 3.22/GTE

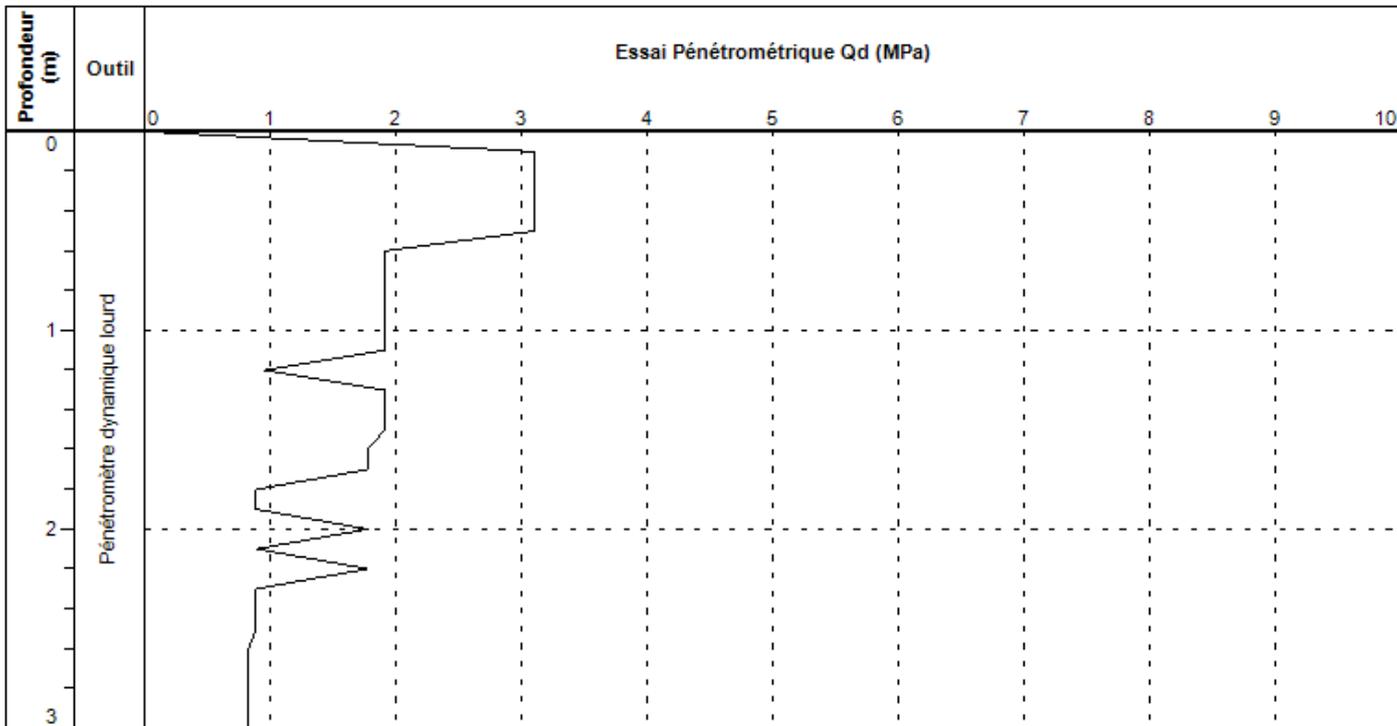


	Contrat 21-572	
	<b>GENECH (59) - Création d'un lotissement</b>	
Date : 16/06/2021	Profondeur : 0,00 - 3,00 m	
	X : 1716236.45	
	Y : 9258942.97	

1/35

**Forage : PD4**

EXGTE 3.22/GTE





**GENECH (59) - Création d'un lotissement**

Date : 16/06/2021    Machine : Penetromètre dynamique léger    Profondeur : 0,00 - 3,00 m  
 X : 1716140.52  
 Y : 9259043.44

1/35

**Forage : PD5**

EXGTE 3.22/GTE

