



**ERDA**  
GEOTECHNIQUE

Etude  
Réalisation  
Diagnostic  
Assistance

## ***SAS TERRANEA***

\*\*\*\*\*

### **SAINT-ANDRE-SUR-ORNE CHEMIN DE LA BRETONNIERE Lotissement**

\*\*\*\*\*

## ***ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE - MISSION G1 PGC -***

<b>ERDA GEOTECHNIQUE</b>	
Date : 02/01/2023	Dossier N°14-22-7387
<b><i>Ingénieur chargé du dossier</i></b>	<b><i>Contrôle externe</i></b>
Nassim HAMMAR	Athmane AZIL

Note importe : la présente version annule et remplace toute précédente version du rapport relatif à cette étude.

Le présent rapport comprend un texte de 47 pages dont 28 pages d'annexes.

ZI rue Marcel Longuet 14370 ARGENCES

Tél : 0231797633 - Fax : 0231856861 - web : [www.erd-geotechnique.com](http://www.erd-geotechnique.com) - Email: [contact@erd-geotechnique.com](mailto:contact@erd-geotechnique.com)

SASU au capital de 25 000,00 € - SIRET : 49196902800019 – APE : 7112B – RCS Caen : 491969028 – N°TVA intracom : FR07491969028

## SOMMAIRE

1	GENERALITES.....	4
1.1	Nature et objectifs de la mission ERDA Géotechnique .....	4
1.2	Bases d'études .....	4
1.3	Description du projet.....	4
1.4	Moyens mis en œuvre .....	5
2	ENQUETE PRELIMINAIRE (G1 ES) .....	6
2.1	Description du site.....	6
2.2	Contexte géologique.....	7
2.3	Risques naturels spécifiques du site .....	7
2.3.1	Risque de cavités souterraines.....	7
2.3.2	Aléa retrait / gonflement .....	8
2.3.3	Risque d'inondation par remontée de nappes .....	9
3	RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE (G1 ES) .....	10
3.1	Nivellement .....	10
3.2	Résultats des sondages et essais in situ .....	10
3.3	Résultats des mesures hydrogéologiques .....	10
3.3.1	Piézométrie.....	10
3.3.2	Perméabilité.....	10
3.4	Résultats des essais de laboratoire .....	10
4	SYNTHESE DE LA RECONNAISSANCE (G1 PGC) .....	11
4.1	Préambule.....	11
4.2	Synthèse géotechnique .....	11
4.3	Synthèse Hydrogéologique .....	12
4.3.1	Piézométrie.....	12
4.3.2	Perméabilité.....	12
5	RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE.....	13
6	CONTEXTE GEOTECHNIQUE ET PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC).....	15
6.1	Contexte géotechnique .....	15
7	FAISABILITE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G1 PGC).....	15
7.1	Terrassements.....	15
7.1.1	Terrassabilité des matériaux .....	15
7.1.2	Drainage .....	15
7.2	Assises de voiries .....	16
7.2.1	Classes de plate-forme après terrassement.....	16
7.2.2	Couche de forme support chaussées.....	16
7.2.3	Exemples de voiries .....	17
7.2.4	Fondations des futures maisons individuelles.....	18
8	OBSERVATIONS .....	19

## ANNEXES

1. Missions géotechniques normalisées
2. Conditions générales des missions géotechniques
3. Plan de situation
4. Coupe des sondages
5. Essais de perméabilité
6. Plan d'implantation des sondages

# 1 GENERALITES

À la demande et pour le compte de la SAS TERRANEA, 2 rue Martin Luther King, 14280 Saint Contest, la société ERDA Géotechnique a réalisé une étude géotechnique préalable à Saint-André-sur-Orne, en vue de la viabilisation d'un lotissement.

## 1.1 NATURE ET OBJECTIFS DE LA MISSION ERDA GEOTECHNIQUE

Dans le cadre d'une mission d'ingénierie géotechnique de type G1 PGC de la norme NFP 94-500 de novembre 2013, les objectifs définis conformément à la demande du client et selon la proposition technique N°14-22-7387 du 29 novembre 2022, proposée par ERDA Géotechnique et acceptée par la SAS TERRANEA, sont les suivants :

- Préciser le contexte géologique du terrain d'assise ;
- Définir le niveau de l'eau, le jour des sondages et en fin de chantier ;
- Définir les classes de plate-forme après terrassement au droit des voiries ;
- Définir les conditions d'extraction des matériaux de déblai au droit des voiries ;
- Fournir les résultats des essais de perméabilité à la fosse réalisé sur site ;
- Fournir les résultats des essais laboratoire réalisés sur les échantillons de sol prélevés sur site et déterminer leurs potentiels de retrait-gonflement ;
- Déterminer les recommandations spécifiques pour des fondations superficielles d'une maison individuelle par rapport au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

**Un avis sur l'aléa d'effondrement de terrain vis-à-vis de vides souterrains de grande ampleur ne fait pas partie de cette mission.**

## 1.2 BASES D'ETUDES

Les documents suivants nous ont été communiqués et ont été utilisés dans le cadre de cette étude :

- Plan de situation ;
- Plan du lotissement avec la composition des lots ;
- Plan topographique.

## 1.3 DESCRIPTION DU PROJET

D'après les informations qui nous ont été communiquées, dans le cadre de l'aménagement d'un lotissement de 52 lots à bâtir, le projet prévoit la viabilisation d'un terrain d'environ 30000 m<sup>2</sup>.



Plan du lotissement

#### 1.4 MOYENS MIS EN ŒUVRE

Pour répondre aux objectifs de la mission, ERDA Géotechnique a réalisé la campagne d'investigation géotechnique suivante :

- **9 sondages de reconnaissance à la pelle mécanique** nommés PM1 à PM9, descendus entre 1,0 m et 2,5 m de profondeur avec la réalisation de **3 essais d'infiltration à la fosse** ;
- **Des essais de laboratoire comprenant :**
  - **2 mesures de la teneur en eau ;**
  - **2 limites d'Atterberg ;**
  - **2 limites de retrait.**

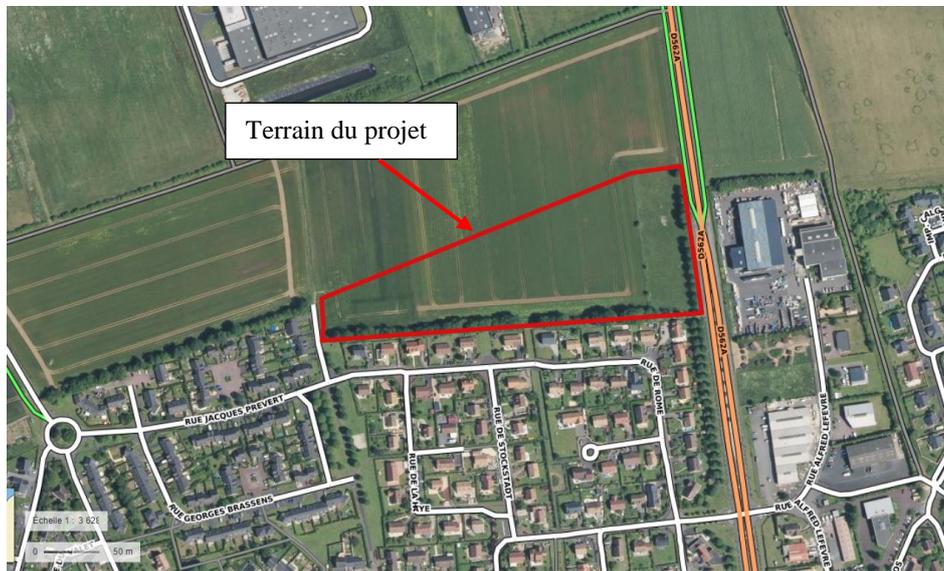
## 2 ENQUETE PRELIMINAIRE (G1 ES)

### 2.1 DESCRIPTION DU SITE

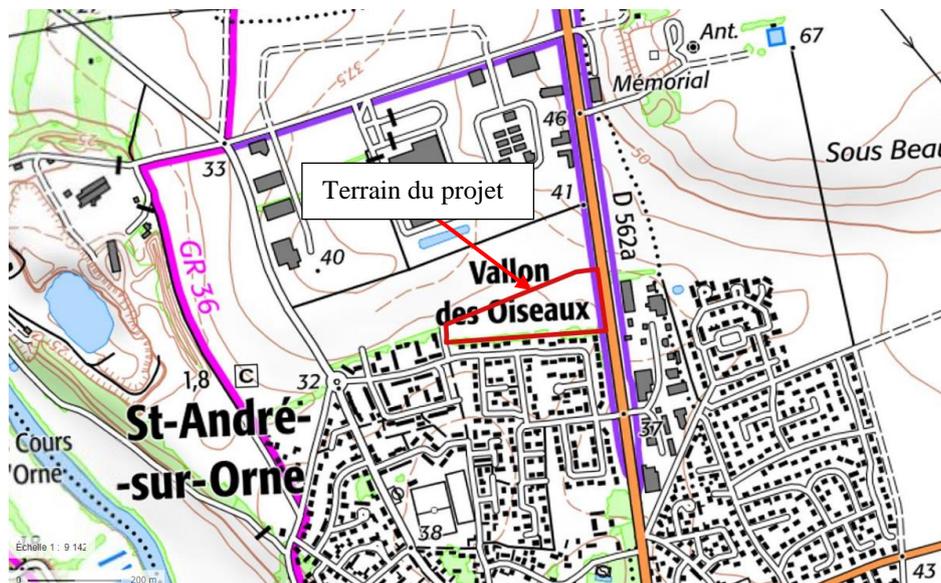
Le terrain concerné par le projet se situe rue de Stockstadt et chemin de la Bretonnière à Saint-André-sur-Orne (cf. plan de situation en annexe).

Au moment des investigations, le terrain était libre de toute construction. À la même période, la surface topographique du terrain présentait une pente d'environ 1 à 2 % vers le sud-ouest. Son altimétrie se situe entre 32 et 36 m environ d'après l'extrait de la carte IGN du secteur.

#### Vue aérienne du site



#### Extrait de la carte IGN du secteur



## 2.2 CONTEXTE GEOLOGIQUE

D'après les éléments en notre possession et la carte géologique de Villers-Bocage au 1/50 000, la géologie prévisionnelle correspondrait aux :

- Colluvions de base de versant ;
- Argiles à poissons et calcaires et marnes à ammonites.

### Extrait de la carte géologique du BRGM du secteur

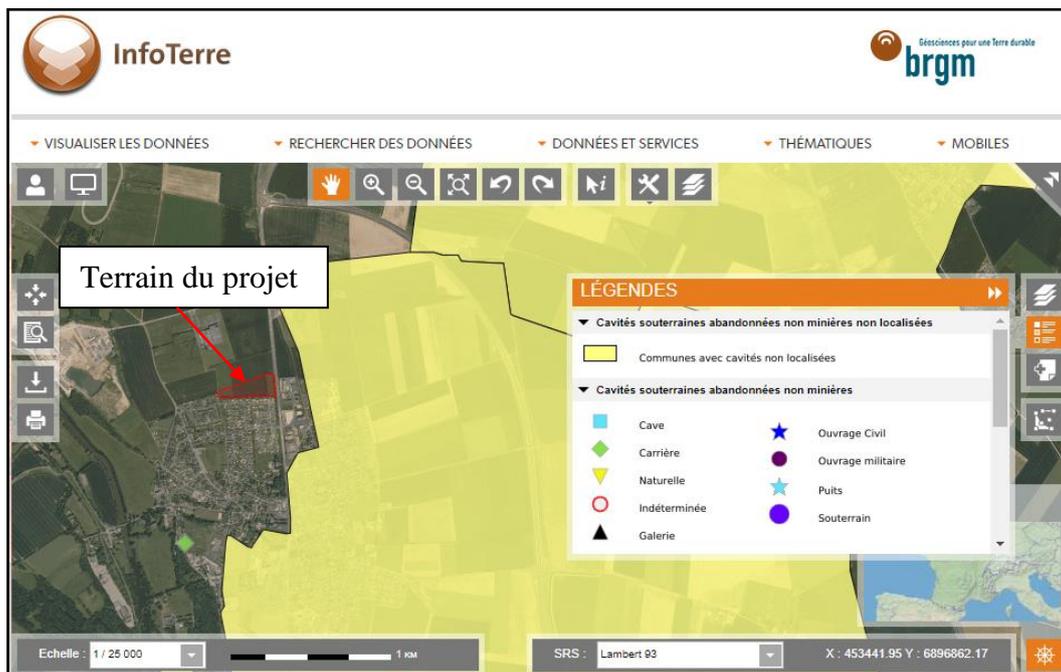


## 2.3 RISQUES NATURELS SPECIFIQUES DU SITE

### 2.3.1 Risque de cavités souterraines

Selon la carte des cavités souterraines abandonnées non minières du BRGM, consultée le 02/01/2023 sur le site <http://infoterre.brgm.fr>, le terrain du projet est situé sur une zone où a priori il n'y a pas d'indices de présence de cavités répertoriés. À noter que tous les indices et toutes les cavités ne sont pas répertoriés sur cette carte. Il conviendra pour plus d'information sur le risque de présence de cavités, de se rapprocher des autorités compétentes (services des carrières et cavités souterraines de la ville concernée, DDTM) ou de faire une étude spécifique de recherche de cavités.

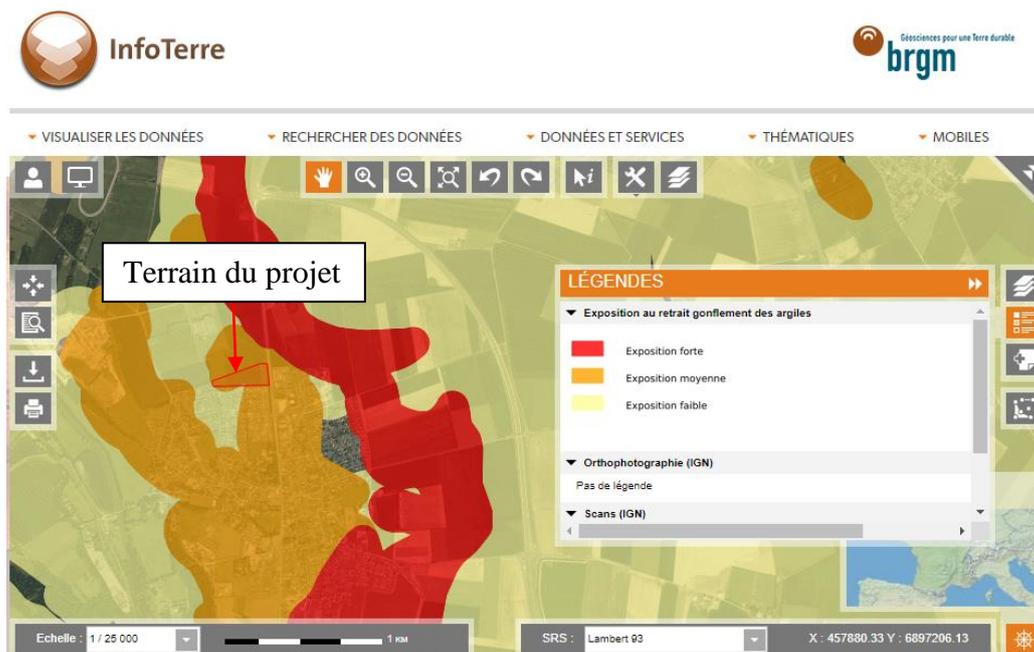
**Extrait de la carte des cavités souterraines abandonnées non minières du BRGM**



**2.3.2 Aléa retrait / gonflement**

Le terrain d'étude se situe sur une zone d'aléa **moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles (carte d'aléa du BRGM consultée le 02/01/2023 sur le site <http://infoterre.brgm.fr>).

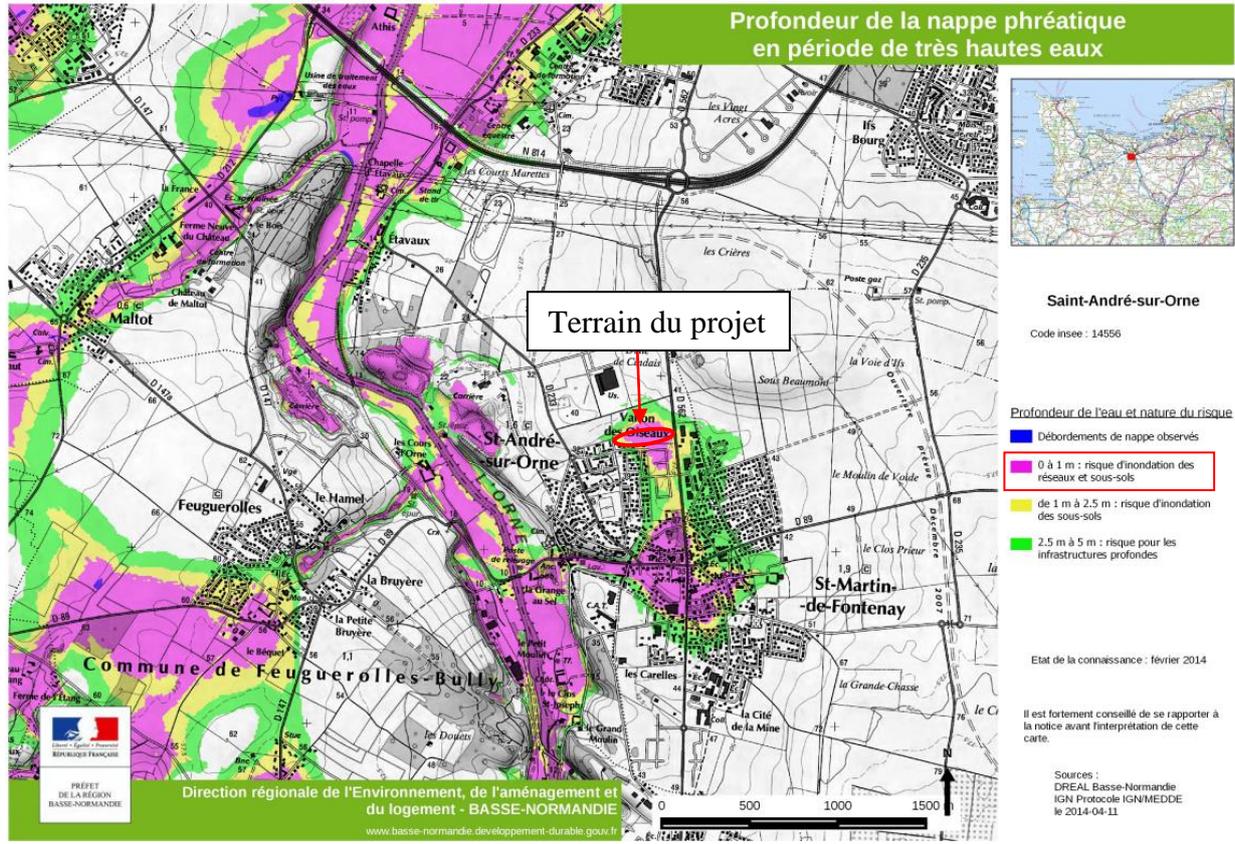
**Extrait de la carte du BRGM de l'aléa de retrait gonflement des argiles**



### 2.3.3 Risque d'inondation par remontée de nappes

Selon la carte de profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux, consultée le 02/01/2023 sur le site de la DREAL, **une grande partie du terrain** du projet est située en zone où la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux **varie entre 0 et 1 m (risque d'inondation des réseaux et sous-sols)**.

#### Extrait de la carte de profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux



### **3 RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE (G1 ES)**

#### **3.1 NIVELLEMENT**

Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont décrites par rapport au terrain relevé au moment de la reconnaissance (décembre 2022).

#### **3.2 RESULTATS DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU**

Les résultats sont présentés en annexe où l'on trouvera, en particulier, les renseignements décrits ci-après. Ils sont commentés au chapitre suivant.

##### **Sondage de reconnaissance à la pelle mécanique**

- Coupe approximative du sol.

#### **3.3 RESULTATS DES MESURES HYDROGEOLOGIQUES**

##### **3.3.1 Piézométrie**

Les résultats des mesures piézométriques figurent dans le chapitre synthèse hydrogéologique au § 4.3.1.

##### **3.3.2 Perméabilité**

Les résultats des perméabilités figurent dans le chapitre synthèse hydrogéologique au § 4.3.2.

#### **3.4 RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE**

Les résultats des essais de laboratoire figurent dans le chapitre § 5.

## 4 SYNTHÈSE DE LA RECONNAISSANCE (G1 PGC)

### 4.1 PREAMBULE

Les faciès décrits ci-après ne sont qu'une interprétation basée sur l'observation des cuttings (débris remaniés) des sondages à la pelle mécanique. Ils ne résultent en aucun cas d'une description visuelle du matériau in situ telle que celle pouvant être effectuée à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts).

De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des approximations et non des références absolues.

**Il convient de rappeler aussi que des variations horizontales et/ou verticales inhérentes au passage d'un faciès à un autre sont toujours possibles, mais difficiles à détecter compte tenu du rapport infiniment petit entre la surface mesurée par un sondage et la surface à étudier ou à construire. De ce fait les mesures gardent un caractère statistique représentatif, mais jamais absolu.**

### 4.2 SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La succession des horizons rencontrés, sous environ **0,3 m de terre végétale**, au droit de nos sondages est la suivante :

#### Formation n° 1

Nature : **Limon marron à cailloutis calcaires** ;  
Profondeur de la base : 0,5 et 1,5 m.

#### Formation n° 2a (observée au droit de PM1, PM4, PM6 à PM8)

Nature : **Calcaire altéré argileux blanchâtre** ;  
Profondeur de la base : 0,8 et 1,7 m.

#### Formation n° 2b (observée au droit de PM5)

Nature : **Calcaire altéré sableux jaunâtre** ;  
Profondeur de la base : supérieure à la fin du sondage (>1,5 m).

#### Formation n° 3 (observée au droit de PM2 et PM3 et PM9)

Nature : **Calcaire en blocs et plaquettes** ;  
Profondeur de la base : supérieure à la fin des sondages. Les sondages PM2 et PM3 ont rencontré le refus en sein de cette formation entre 1,0 et 1,5 m de profondeur.

### 4.3 SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE

#### 4.3.1 Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors de nos investigations.

Néanmoins, compte tenu du contexte géologique du site, il faut noter que des venues d'eau anarchiques pourront être rencontrées au sein des limons à cailloutis ou des calcaires altérés, notamment en période pluvieuse.

**Nous rappelons que l'intervention ponctuelle du géotechnicien ne permet qu'une approche du niveau d'eau à un moment donné, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations qui dépendent notamment des conditions météorologiques et des apports d'eau latéraux.**

#### 4.3.2 Perméabilité

Les résultats des essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Sondage	Nature du sol	Profondeur de l'essai (m)	Coefficients de perméabilité k mesuré (m/s)
PM1	Calcaire altéré argileux	2,5	$1,7 \times 10^{-5}$
PM2	Calcaire en blocs et plaquettes	1,5	$1,4 \times 10^{-5}$
PM3	Calcaire en blocs et plaquettes	1,0	$5,8 \times 10^{-5}$

Il est rappelé qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité en petit, et que seul un essai intégrant la perméabilité en grand du massif permettrait d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir. Cette perméabilité en grand peut être très différente de celle mesurée ponctuellement.

## 5 RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE

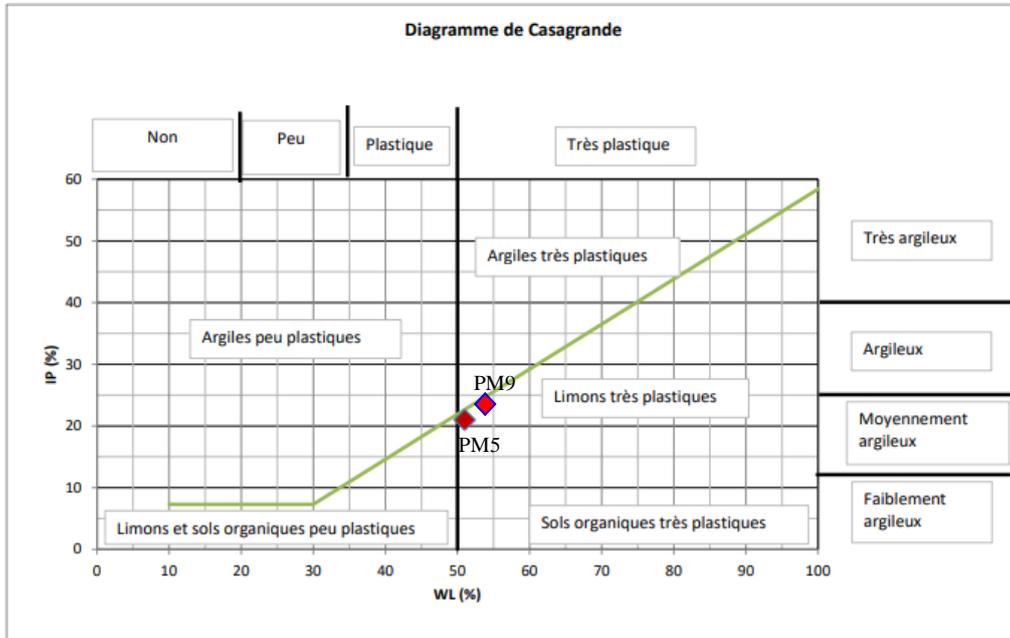
Dans le cadre de cette étude, les échantillons remaniés prélevés au droit de PM5 et PM9, ont fait l'objet d'essais de laboratoire afin de déterminer leurs potentiels de retrait-gonflement. Ces essais comprennent :

- **2 mesures de teneur en eau** selon la norme NF P 94-050 ;
- **2 limites d'Atterberg** selon la norme NF P 94-052-1 ;
- **2 limites de retrait** selon la norme XP P 94-060-1.

Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau récapitulatif ci-dessous et sur les procès-verbaux correspondants, joints en annexe.

Sondages		PM5	PM9
Profondeur (m/TN)		<b>0,3 à 0,7</b>	<b>0,3 à 0,6</b>
Nature		Limon	Limon
Teneur en eau naturelle (W <sub>n</sub> )		23,3 %	26 %
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W <sub>L</sub>	51 %	54 %
	Limite de plasticité W <sub>P</sub>	30 %	31 %
	Indice de plasticité I <sub>P</sub>	21 %	23 %
	Indice de consistance I <sub>C</sub>	1,32	1,22
Essai de dessiccation	Limite de retrait W <sub>R</sub>	18,9 %	16,2 %
	Indice de retrait I <sub>R</sub> = W <sub>L</sub> - W <sub>R</sub>	32,1 %	37,8 %

Ces matériaux peuvent être considérés, selon le diagramme de Casagrande, en limons très plastiques avec un potentiel de retrait-gonflement moyen à élevé (voir le diagramme et les tableaux ci-dessus).



IP (%)	Potentiel de gonflement
0 – 10	Faible
10 -20	Moyen
20 - 35	Elevé
> 35	Très élevé

PM5 et PM9

Relation entre le potentiel de gonflement et l'indice de plasticité (Seed et al, 1962)

I <sub>R</sub> (%)	Potentiel de gonflement
0 – 20	Faible
20 - 40	Moyen
40 - 60	Elevé
> 60	Très élevé

PM5 et PM9

Relation entre le potentiel de gonflement et l'indice de retrait d'après Ranganatham et Satyanarayana (1965)

## **6 CONTEXTE GEOTECHNIQUE ET PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC)**

### **6.1 CONTEXTE GEOTECHNIQUE**

De l'analyse des résultats de la campagne de reconnaissance et des données du projet, il est possible de définir les grands traits suivants :

- Le projet prévoit la viabilisation d'un terrain d'environ 30000 m<sup>2</sup>, dans le cadre de l'aménagement d'un lotissement de 52 lots ;
- Les sols du site comportent à partir de la surface, sous environ 0,3 m de terre végétale, essentiellement des limons marron à cailloutis calcaires observés jusqu'à 0,5 à 1,5 m de profondeur. Au-delà, des calcaires altérés ou des calcaires en blocs et plaquettes ont été rencontrés jusqu'à la fin de nos sondages ;
- Aucune arrivée d'eau n'est rencontrée dans nos sondages, lors de notre intervention.

## **7 FAISABILITE DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES (G1 PGC)**

### **7.1 TERRASSEMENTS**

#### **7.1.1 Terrassabilité des matériaux**

La réalisation des terrassements en déblais ne présentera pas à priori de difficultés particulières avec des engins classiques de moyenne puissance.

#### **7.1.2 Drainage**

En principe le terrain doit être sec. Cependant, les venues d'eau pouvant apparaître exceptionnellement en cours des terrassements seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

**Des dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme.**

**Les plates-formes seront réalisées avec une forme de pente de façon à éviter que les eaux ne stagnent et n'altèrent pas le fond de forme. Ces eaux seront récupérées dans des rigoles périmétriques et évacuées vers un exutoire approprié gravitairement ou par pompage.**

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

## 7.2 ASSISES DE VOIRIES

### 7.2.1 Classes de plate-forme après terrassement

Après un simple décapage de surface (décapage de la terre végétale), la plate-forme générale du projet devrait être constituée par des limons (formation n°1).

Compte tenu des sols en présence, la Partie Supérieure des Terrassements peut être estimée pour le sol support sans drainage ni amélioration entre PST n° 1, AR1 et PST n° 2, AR1.

**Les sols d'arase terrassement sont des sols sensibles à l'eau et leur classe peut évoluer en fonction des conditions météorologiques et chuter en PST n° 0 et AR 0.** Si tel était le cas, des travaux préparatoires pourront alors être nécessaires pour obtenir une portance PST n° 1, AR1 minimum.

Les travaux préparatoires pourront consister en :

- Mise en place d'une géogridde ou éventuellement d'un géotextile non-tissé et d'une sous-couche de 25 cm d'épaisseur minimale en matériaux d'apports granulaires insensibles à l'eau (déchets de carrières, grave naturelle, etc.).

### 7.2.2 Couche de forme support chaussées

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR, en fonction des classes de PST et AR.

- **La couche de forme peut être réalisée avec des matériaux d'apports granulaires insensibles à l'eau :**

A titre d'exemple :

Classe d'arase du fond de forme	Matériau	Épaisseur (m)	Classe PF
PST1 AR1	D2 ou D3	0,6*	PF2

\* Si intercalation d'un additif de structure (géotextile non tissé) à l'interface PST-couche de forme.

**Il est rappelé que, selon le G.T.R., 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 tous les cas, les critères de réception de la plateforme de type PF2 devront être un module de chargement  $EV2 \geq 50$  MPa avec  $EV2/EV1 < 2$ .**

Un contrôle de l'arase au moment des travaux par essais à la plaque et une planche d'essai avec le matériau finalement retenu permettra d'ajuster l'épaisseur de la couche de forme avec précision.

Dans tous les cas, les conditions de réalisation de la couche de forme (épaisseur unitaire des couches, mode de compactage,...) devront être conformes au « *Guide des terrassements routiers – Réalisation des remblais et des couches de forme* » (LCPC-SETRA de juillet 2000).

### 7.2.3 Exemples de voiries

A titre d'exemple, des structures de chaussées sont données ci-après en utilisant :

Le Catalogue des Structures de Chaussées – Guide technique pour l'utilisation des matériaux d'île de France – décembre 2003.

#### Hypothèses de Calcul

Les symboles utilisés sont ceux du manuel cité ci-dessus.

- Trafic : TC0 (inférieur à 250 véhicules / jour) ;
- classe de la plate-forme : PF2 (Ev2 > 50 MPa).

#### Exemples de structures de chaussée

En se référant au manuel cité plus haut, il est possible d'envisager, entre autres, l'une des structures suivantes :

1ère solution :

Couche	Nature	Epaisseur pour trafic
		TC0
Couche de surface	Enrobé	6 cm
Base	Grave Bitume (GB3/GB3)	8 cm

Rappel : Chaussée sur couche de forme conduisant à PF2

2ème solution

Couche	Nature	Epaisseur pour trafic
		TC0
Couche de surface	Enrobé	6 cm
Base	GNT B2	(25+11) cm

Rappel : Chaussée sur couche de forme conduisant à PF2

3ème solution

Couche	Nature	Epaisseur pour trafic
		TC0
Couche de surface	Enrobé	6 cm
Base	Sable ciment (SC3)	23 cm

Rappel : Chaussée sur couche de forme conduisant à PF2

Nota très important : ces structures ne sont données 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.

Les épaisseurs données ci-dessus sont purement indicatives, elles devront être adaptées sur le chantier en fonction des résultats des contrôles effectués (planche d'essais préalable).

Le prédimensionnement réalisé dépend pour partie des hypothèses de trafics, les structures de chaussée devront être vérifiées en fonction des trafics réels et de la tenue au gel.

#### **7.2.4 Fondations des futures maisons individuelles**

En première approche, les futures fondations des maisons individuelles à construire sur ce terrain seront ancrées dans des matériaux présentant un potentiel de retrait-gonflement moyen à élevé. Par conséquent, nous recommandons d'éloigner le plus possible des constructions, tout élément de nature à provoquer des variations saisonnières d'humidité du terrain (arbre, pompage...) et toute source de chaleur présente près d'un mur insuffisamment isolé. Les canalisations enterrées devront être étanchéifiées, notamment en mettant en place des joints souples au niveau des raccordements. Toutes les eaux de ruissellement, devront être éloignées des pieds des façades.

Rappelons qu'une étude spécifique G2 AVP, dans le cadre de l'enchaînement des missions géotechniques, est à réaliser pour chaque maison envisagée sur le terrain. Cette étude permettra de vérifier le sol et le niveau d'assise et de définir des principes de construction à respecter.

## 8 OBSERVATIONS

Notre étude garde un caractère général, elle devra être adaptée une fois le projet entièrement défini. En effet, à la date de la rédaction du présent rapport les éléments suivants ne sont pas connus ;

- Les profils projetés et les calages altimétriques des voiries ;
- La classe du trafic ;
- L'emplacement et la profondeur des ouvrages d'infiltration.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques fournies en annexe.

**Fait à Argences,  
Le 02 janvier 2023**

**Athmane AZIL**  
Contrôle externe

**Nassim HAMMAR**  
Ingénieur chargé du dossier



## ANNEXES

- 1. Missions géotechniques normalisées**
- 2. Conditions générales des missions géotechniques**
- 3. Plan de situation**
- 4. Coupe des sondages**
- 5. Essais de perméabilité**
- 6. Plan d'implantation des sondages**

## Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

**Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013**

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 : 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
Étape 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 (PRO)		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		
Étape 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 Etude (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)	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 Etude)	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 ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

## Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

### Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013

<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 spécifiques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (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 Etude 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 géologiques 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 sol).</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, assise 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, assise 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>— Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études d'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>
<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES 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>— Elaborer 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 Etude.</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>— Etablir 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'EXÉCUTION (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>

## Conditions générales des missions géotechniques

(mise à jour du 02/01/2014)

### 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 3 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art. L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif ;
- exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique ;
- l'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit ;
- toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport ;
- toute mission d'étude géotechnique préliminaire de site, d'étude géotechnique d'avant-projet ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée ;
- une mission d'étude géotechnique de conception G2 engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

### 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

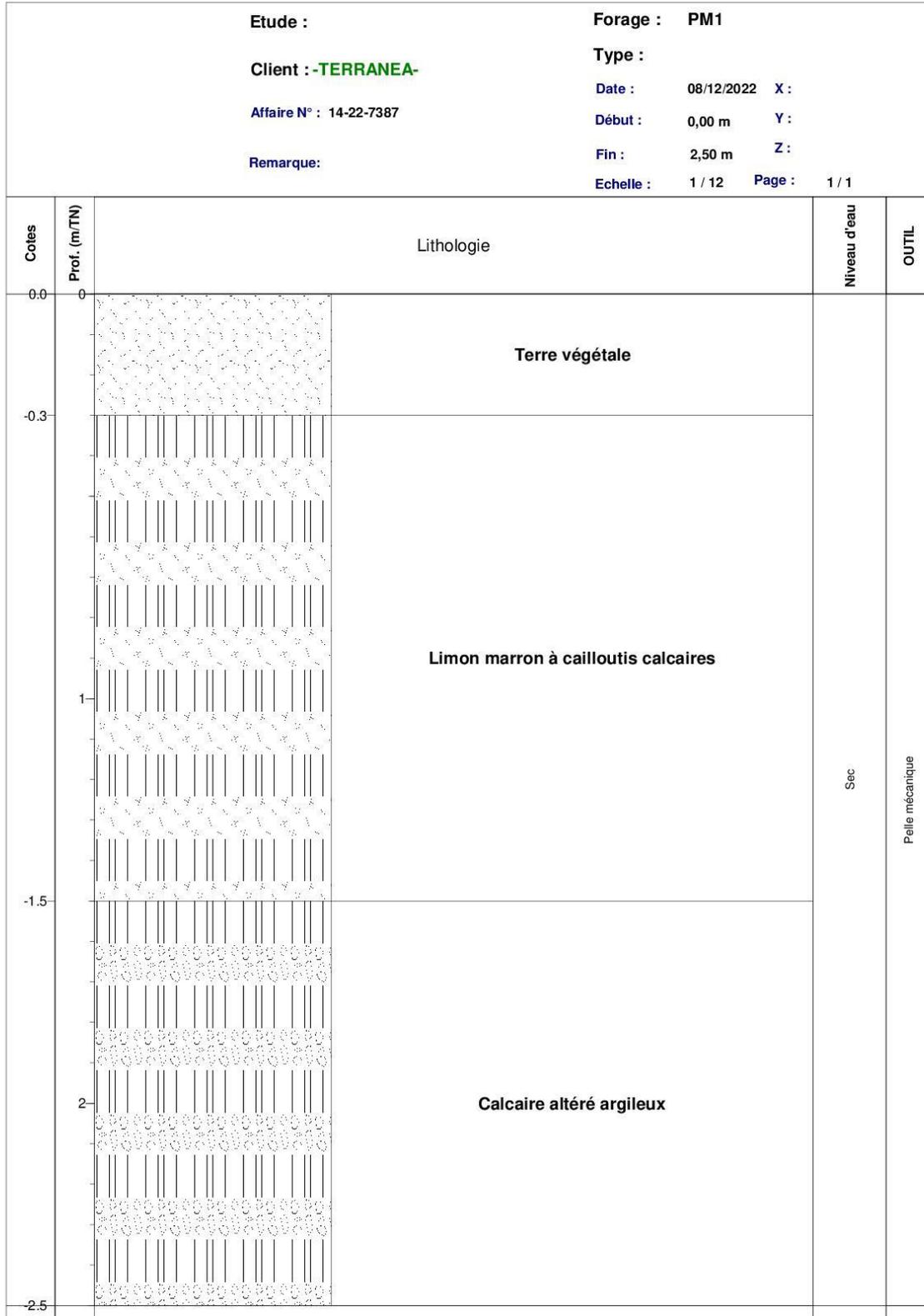
### 3. Rapport de la mission

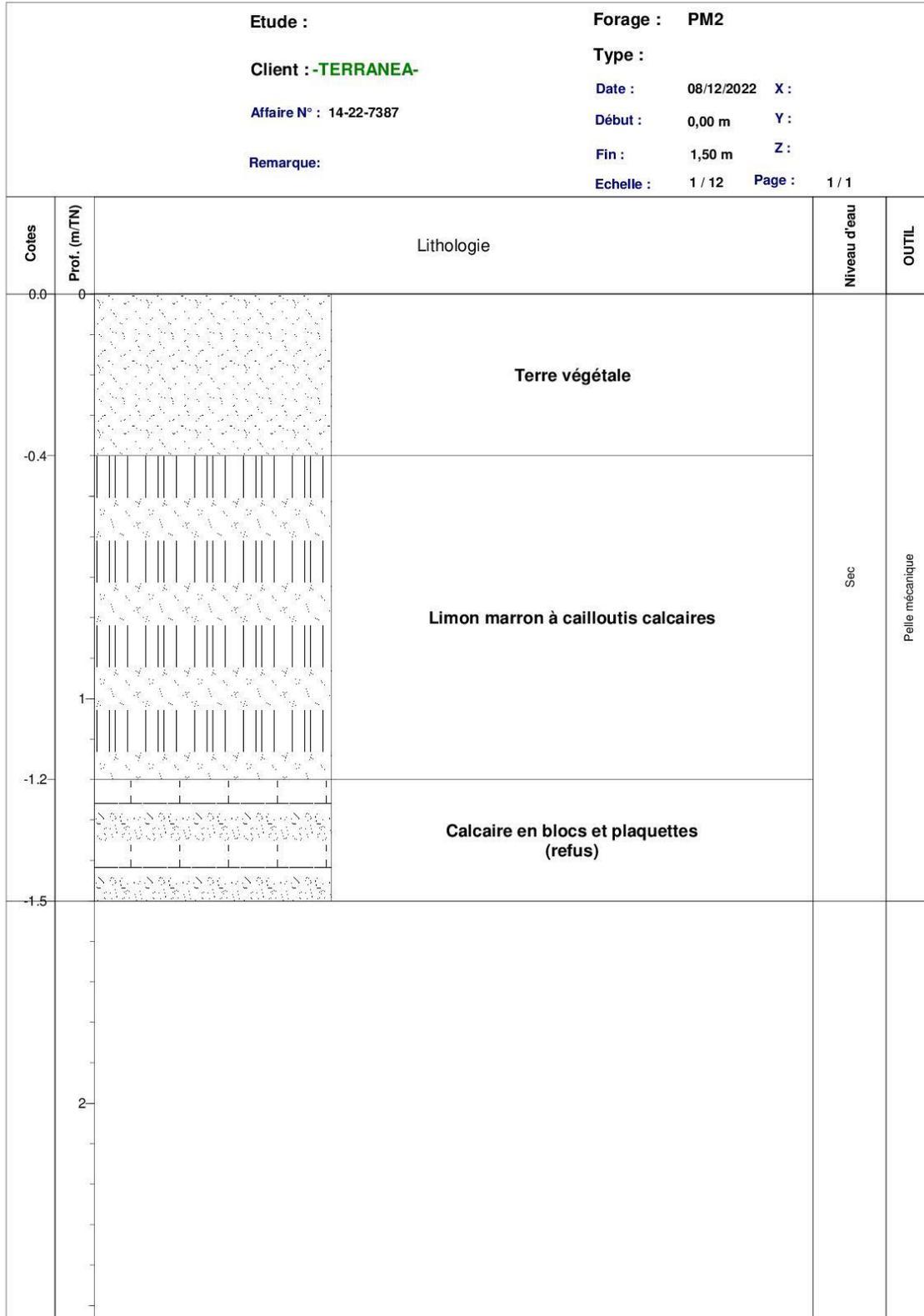
Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

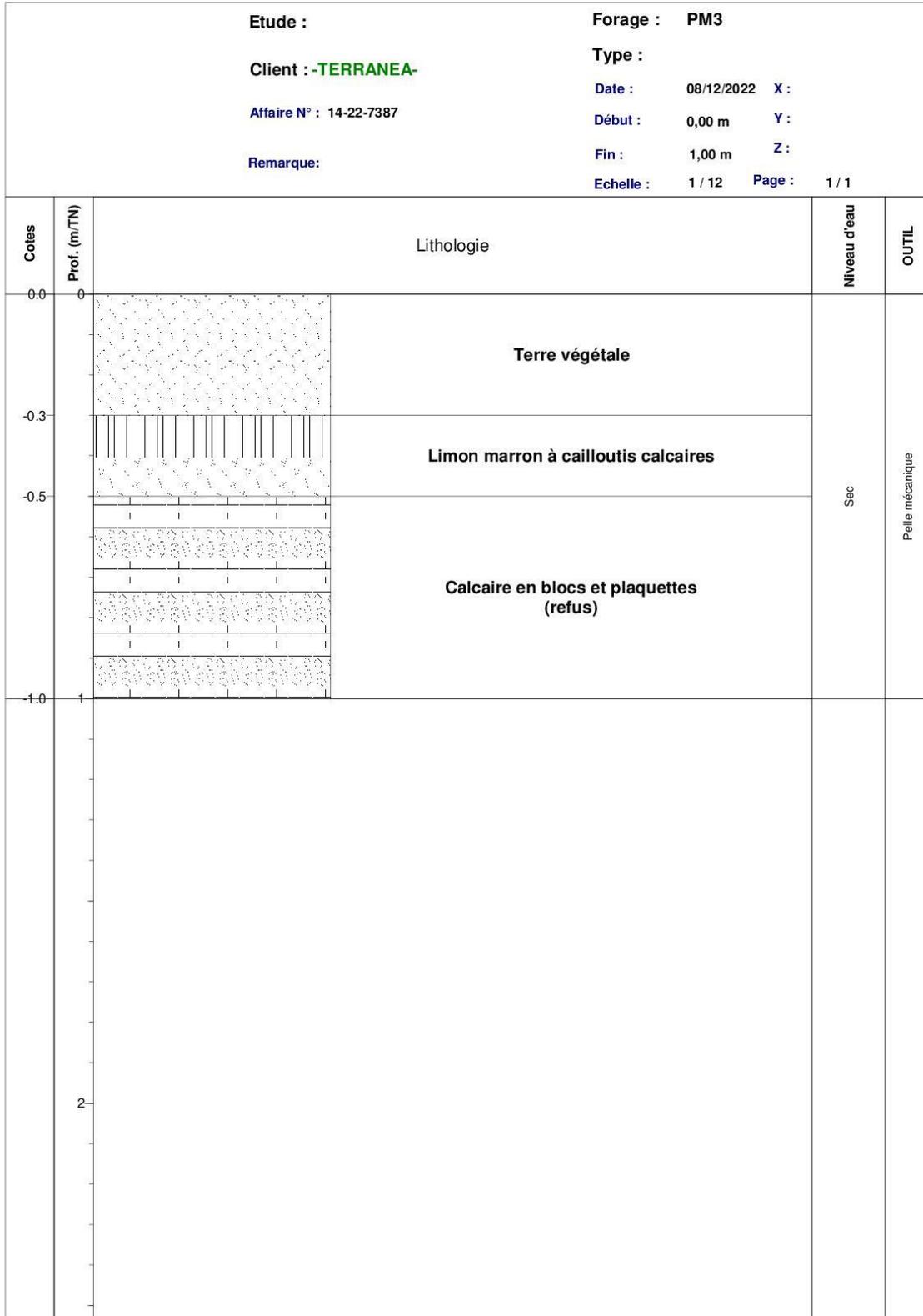
# PLAN DE SITUATION

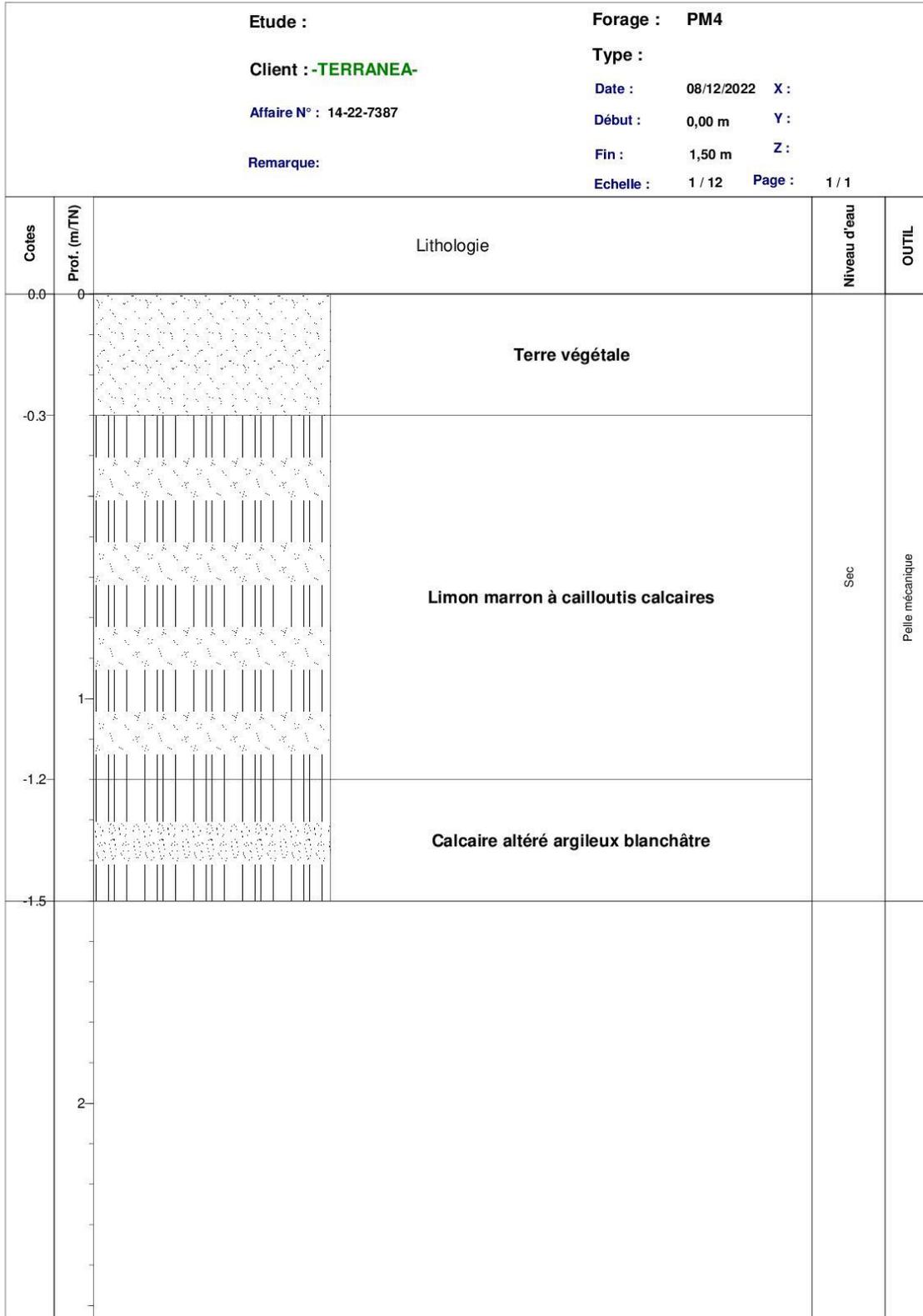


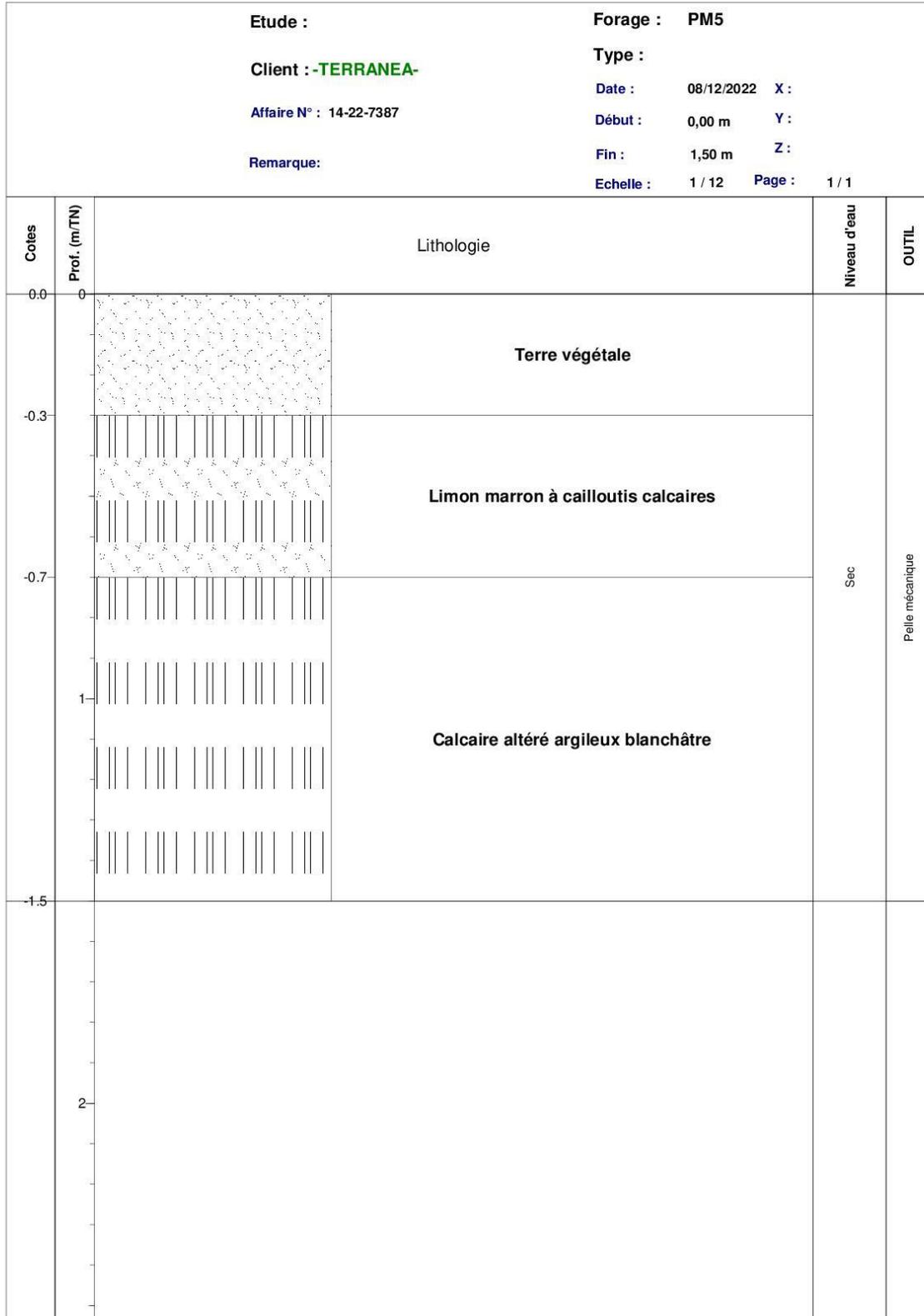
***COUPE DE SONDAGE ET ESSAIS***

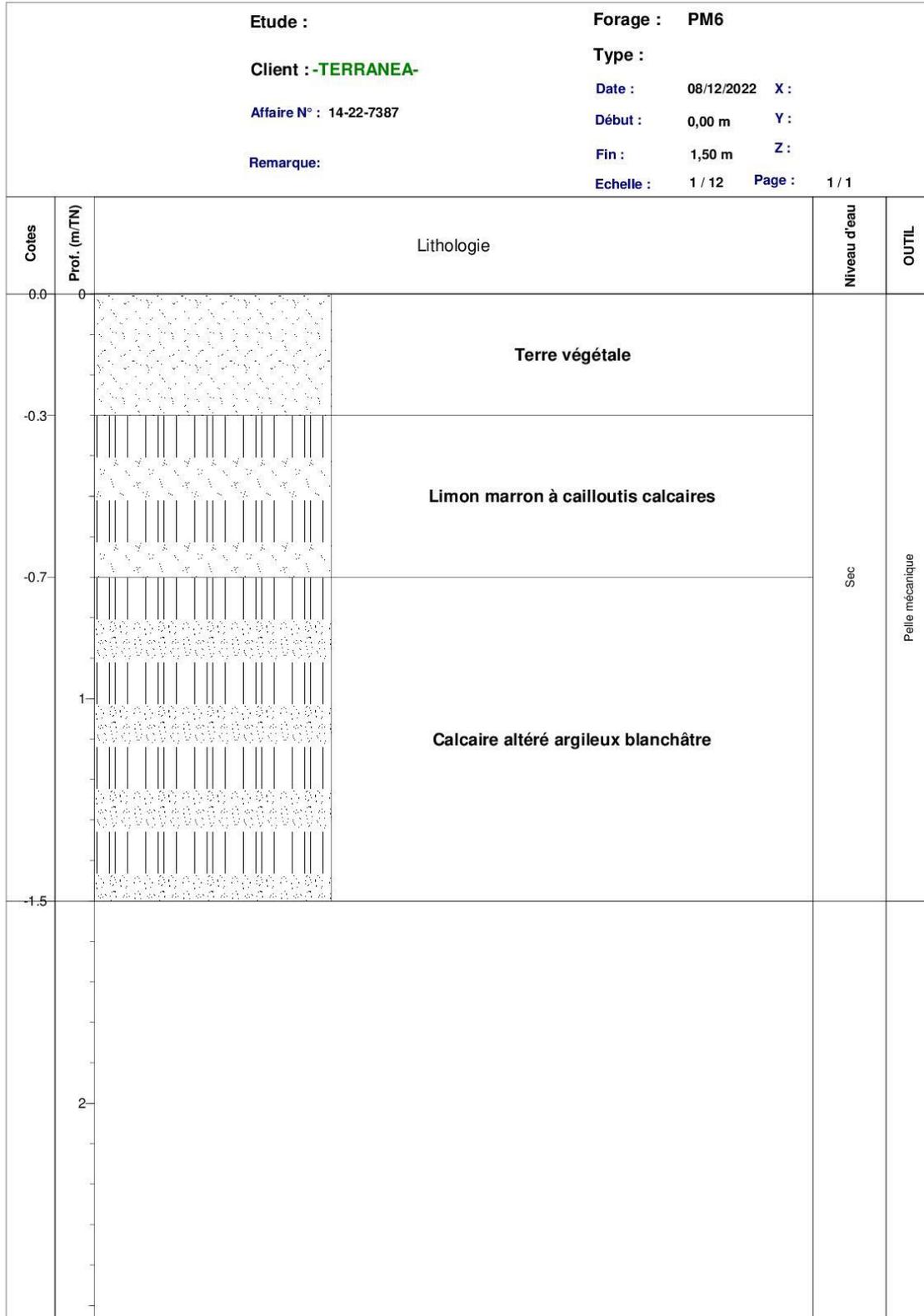


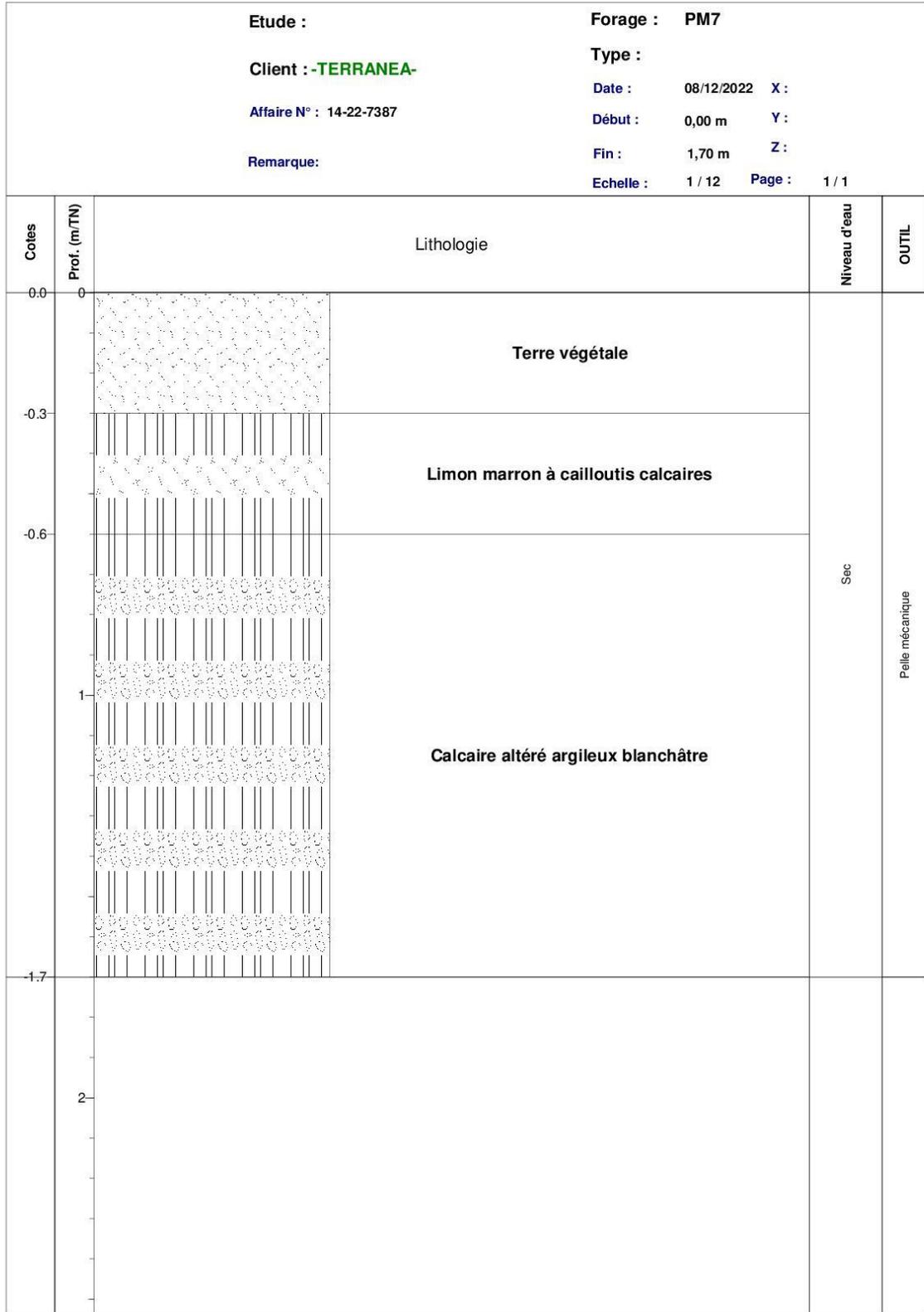


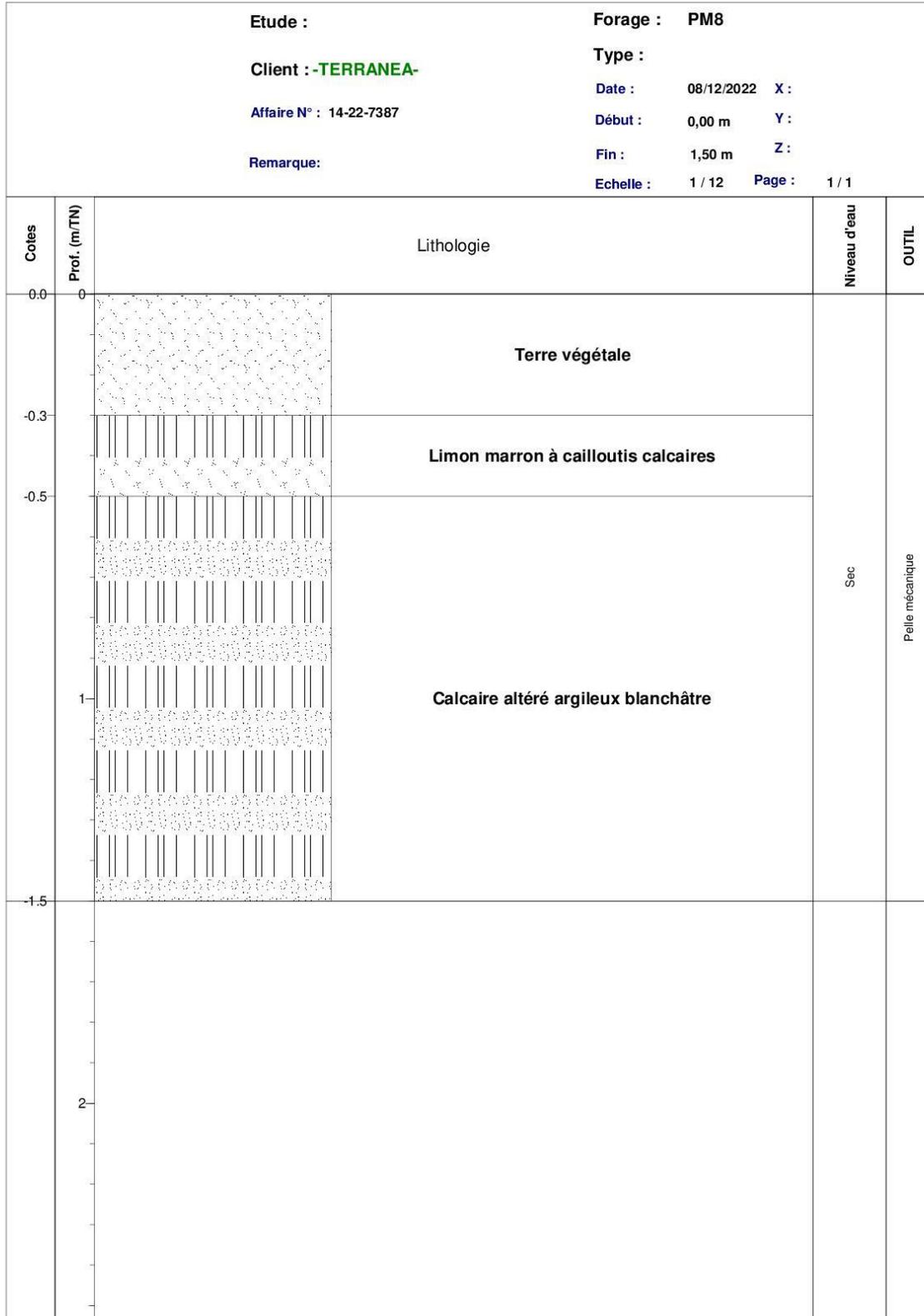


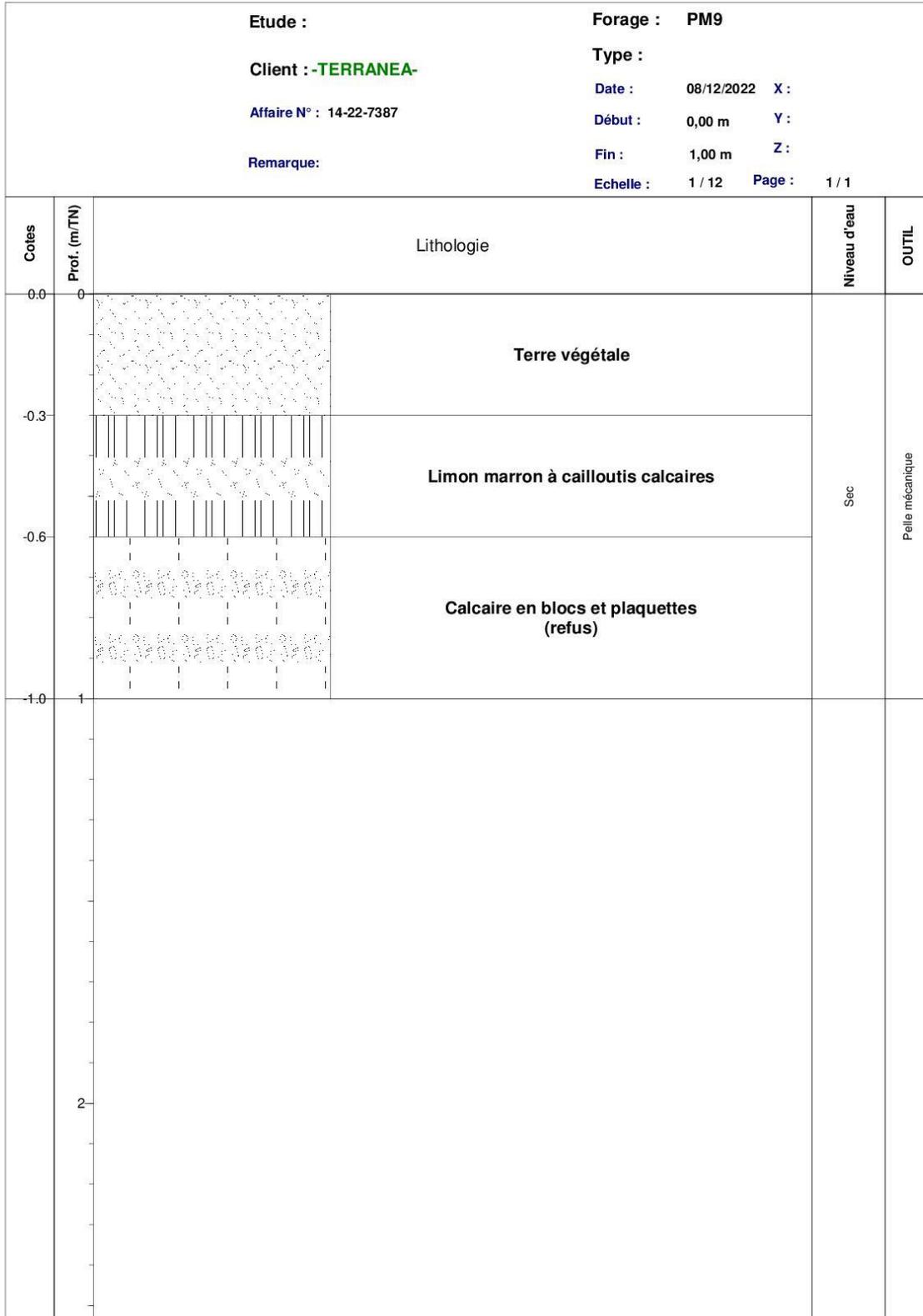












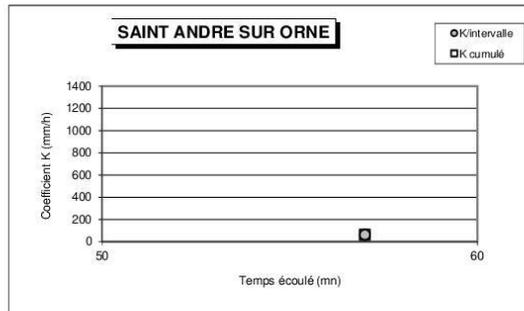
## ***ESSAIS DE PERMEABILITE***



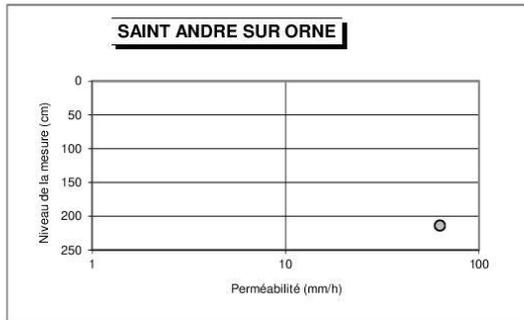
**ESSAI DE PERCOLATION**  
**METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUIIS RECTANGULAIRE**

CHANTIER : SAINT ANDRE SUR ORNE  
N° DOSSIER : 14-22-7387  
CLIENT : TERRANEA

N° de sondage	<b>PM1</b>
Date du sondage	08/12/2022
Profondeur du trou H (cm)	250
Longueur L1 (cm)	160
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	
Temps de saturation (h)	



**Le test à niveau variable**  
On observe la variation du niveau de l'eau dans des trous pendant un temps donné, après une période d'imbibition. La perméabilité apparente  $K_a$  est donnée par la formule :

$$K_a \cdot L_n \left[ \frac{h_1(t_1) - \frac{L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)}}{h_2 - \frac{L_1 L_2}{2(L_1 + L_2)}} \right] = \frac{L_1 L_2}{2(L_1 L_2 (t_2 - t_1))}$$


**TABLEAU DE MESURES**

	Temps			Profondeur du niveau d'eau P (cm)	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	Minute	Seconde		K/intervalle (mm/h)	K cumulé (mm/h)
t0	10	55		188		
t1	11	57		214	63	63
t2						
t3						
t4						
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

kl (m/s) 1,74E-05

Essais d'infiltration ERDA.xls



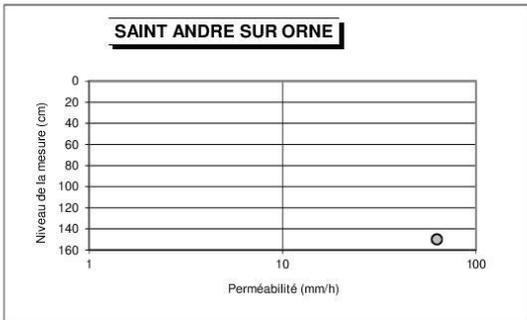
**ESSAI DE PERCOLATION**  
**METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUIIS RECTANGULAIRE**

CHANTIER : SAINT ANDRE SUR ORNE  
N° DOSSIER : 14-22-7387  
CLIENT : TERRANEA

N° de sondage	<b>PM1</b>
Date du sondage	08/12/2022
Profondeur du trou H (cm)	150
Longueur L1 (cm)	140
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	
Temps de saturation (h)	



**Le test à niveau variable**  
On observe la variation du niveau de l'eau dans des trous pendant un temps donné, après une période d'équilibre. La perméabilité apparente  $K_a$  est donnée par la formule :

$$K_a \cdot L_n \left[ \frac{L_1 L_2}{2L_1(L_1+L_2)} \ln \frac{L_1 L_2}{h_2 \cdot 2L_1 L_2} + \frac{L_1 L_2}{2L_1 L_2 (t_2 - t_1)} \right]$$


**TABLEAU DE MESURES**

	Temps			Profondeur du niveau d'eau P (cm)	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	Minute	Seconde		K/Intervalle (mm/h)	K cumulé (mm/h)
t0	10	56		107		
t1	11	55		150	210	210
t2						
t3						
t4						
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

kl (m/s) 5,82E-05

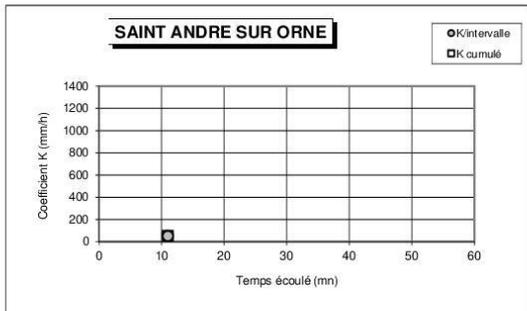
Essais d'infiltration ERDA.xls



**ESSAI DE PERCOLATION**  
**METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN Puits RECTANGULAIRE**

CHANTIER : SAINT ANDRE SUR ORNE  
N° DOSSIER : 14-22-7387  
CLIENT : TERRANEA

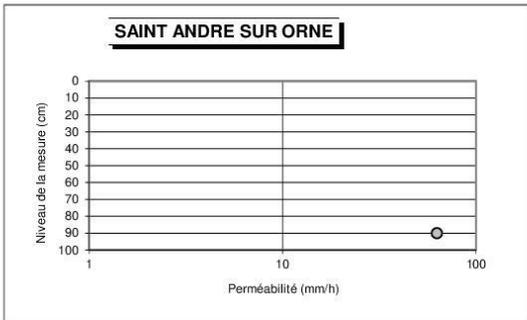
N° de sondage	<b>PMS</b>
Date du sondage	08/12/2022
Profondeur du trou H (cm)	100
Longueur L1 (cm)	140
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	
Temps de saturation (h)	



**Le test à niveau variable**  
On observe la variation du niveau de l'eau dans des trous pendant un temps donné, après une période d'équilibre. La perméabilité apparente  $K_a$  est donnée par la formule :

$$K_a \cdot L_n \left[ \frac{h_1(t_1) - L_1 L_2}{2L_1(L_1 + L_2)} + \frac{L_1 L_2}{2L_1 L_2 (t_2 - t_1)} \right]$$

*Test de conductivité hydraulique à niveau variable.*



**TABLEAU DE MESURES**

	Temps			Profondeur du niveau d'eau P (cm)	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	Minute	Seconde		K/Intervalle (mm/h)	K cumulé (mm/h)
t0	11	52		76		
t1	13	11		90	52	52
t2						
t3						
t4						
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

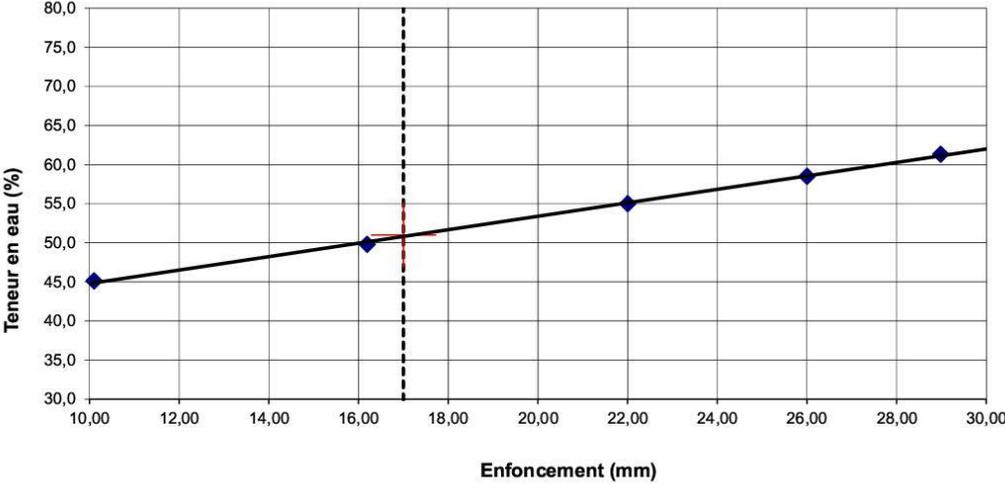
kl (m/s) 1,43E-05

Essais d'infiltration ERDA.xls

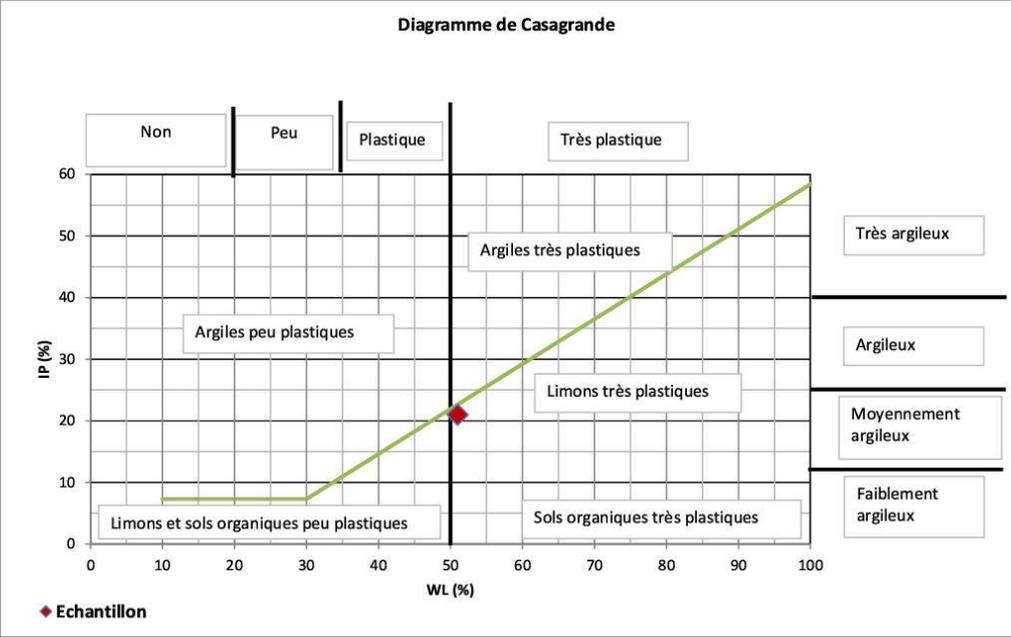
***RESULTATS DES ESSAIS DE  
LABORATOIRE***



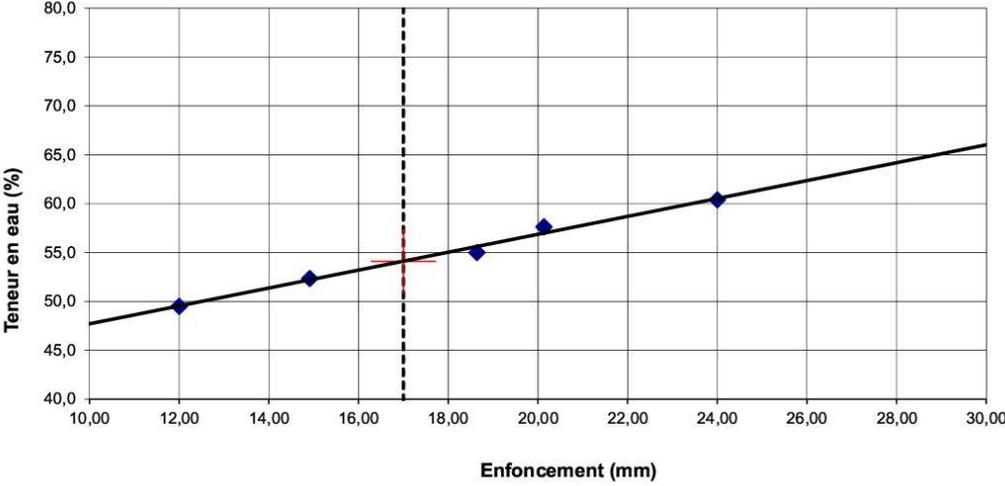
	Affaire : <b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>		Affaire n° <b>22 11 1312</b>		Indice <b>A</b>	Page n° <b>1</b>		
	<b>LIMITES D'ATTERBERG</b> <b>Méthode au Cône</b> Essai conforme aux norme NF P 94-052-1 et NF P 94-051							
Echantillon n°	: <b>1</b>		Date de prélèvement	: <b>NC</b>				
Sondage n°	: <b>PM5</b>		Mode de prélèvement	: <b>Pelle mécanique</b>				
Profondeur	: <b>0,3/0,7</b>		Date d'essai	: <b>2 janvier 2023</b>				
Nature du matériau	: <b>Limons marron-rougâtre carbonaté avec quelques graviers</b>							
Observation	: <b>-</b>							
Teneur en eau Naturelle	: <b>23,3 %</b>		Température d'étuvage	: <b>105,0 °C</b>				
			Passant à 0,400 mm	: <b>NC</b>				
	<b>LIMITE DE LIQUIDITE</b>					<b>LIMITE DE PLASTICITE</b>		
Mesure n°	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	28,98	16,19	26,00	22,00	10,10			
Teneur en eau (%)	61,3	49,8	58,5	55,0	45,1	30,2	30,1	
<b>LIMITE DE LIQUIDITE</b>		<b>W<sub>L</sub></b>					<b>51</b>	
<b>LIMITE DE PLASTICITE</b>		<b>W<sub>p</sub></b>					<b>30</b>	
<b>INDICE DE PLASTICITE</b>		<b>IP</b>					<b>21</b>	

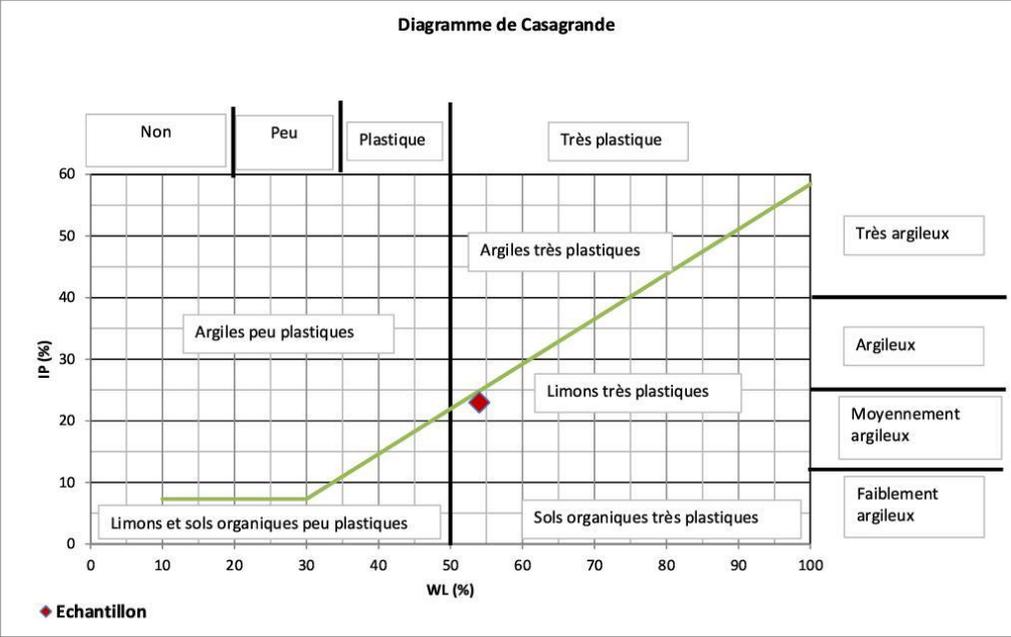
  


Enfoncement (mm)	Teneur en eau (%)
10,10	45,1
16,19	49,8
22,00	55,0
26,00	58,5
28,98	61,3

	Affaire :	Affaire n°	Indice	Page n°
	<b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>	<b>22 11 1312</b>	<b>A</b>	<b>2</b>
<b>LIMITES D'ATTERBERG</b> <b>Méthode au Cône</b> Essai conforme aux normes NF P 94-052-1 et NF P 94-051				
Echantillon n° :	<b>1</b>	Date de prélèvement :	<b>NC</b>	
Sondage n° :	<b>PM5</b>	Mode de prélèvement :	<b>Pelle mécanique</b>	
Profondeur :	<b>0,3/0,7</b>	Date d'essai :	<b>2 janvier 2023</b>	
Nature du matériau :	<b>Limon marron-rougâtre carbonaté avec quelques graviers</b>			
Observation :	-			
<b>Diagramme de Casagrande</b>				
 <p>                 The diagram plots Plasticity Index (IP) in % on the y-axis (0 to 60) against Liquid Limit (WL) in % on the x-axis (0 to 100). A green line represents the boundary between clays and silts. The sample point is marked with a red diamond at approximately WL = 52% and IP = 21%.             </p>				
<b>INDICE DE CONSISTANCE IC</b>		<b>1,32</b>		
IC : 0    0.25    0.5    0.75    1 → Consistance : Liquide    Pâteuse    Molle    Ferme    Très ferme    Dure				
<b>Opérateur</b> Guy Briand Cadre de laboratoire		<b>Date de vérification :</b> <b>05/01/2023</b> <b>Vérificateur</b> Christophe Atencia Responsable du laboratoire		
Signature : 		Signature : 		

	Affaire : <b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>		Affaire n° <b>22 11 1312</b>		Indice <b>A</b>	Page n° <b>1</b>		
	<b>LIMITES D'ATTERBERG</b> Méthode au Cône Essai conforme aux norme NF P 94-052-1 et NF P 94-051							
Echantillon n°	: <b>2</b>		Date de prélèvement	: <b>NC</b>				
Sondage n°	: <b>PM9</b>		Mode de prélèvement	: <b>Pelle mécanique</b>				
Profondeur	: <b>0,3/0,7</b>		Date d'essai	: <b>28 décembre 2022</b>				
Nature du matériau	: <b>Limon argileux marron foncé</b>							
Observation	: <b>-</b>							
Teneur en eau Naturelle	: <b>26,0 %</b>		Température d'étuvage	: <b>105,0 °C</b>				
			Passant à 0,400 mm	: <b>NC</b>				
	<b>LIMITE DE LIQUIDITE</b>					<b>LIMITE DE PLASTICITE</b>		
Mesure n°	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	24,00	20,13	18,64	14,91	12,00			
Teneur en eau (%)	60,4	57,6	55,0	52,3	49,5	30,4	30,7	
<b>LIMITE DE LIQUIDITE</b>		<b>W<sub>L</sub></b>					<b>54</b>	
<b>LIMITE DE PLASTICITE</b>		<b>W<sub>p</sub></b>					<b>31</b>	
<b>INDICE DE PLASTICITE</b>		<b>IP</b>					<b>23</b>	

	Affaire :	Affaire n°	Indice	Page n°
	<b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>	<b>22 11 1312</b>	<b>A</b>	<b>2</b>
<b>LIMITES D'ATTERBERG</b> <b>Méthode au Cône</b> Essai conforme aux normes NF P 94-052-1 et NF P 94-051				
Echantillon n°	: <b>2</b>	Date de prélèvement	: <b>NC</b>	
Sondage n°	: <b>PM9</b>	Mode de prélèvement	: <b>Pelle mécanique</b>	
Profondeur	: <b>0,3/0,7</b>	Date d'essai	: <b>28 décembre 2022</b>	
Nature du matériau	: <b>Limon argileux marron foncé</b>			
Observation	: <b>-</b>			
<b>Diagramme de Casagrande</b>				
				
<b>INDICE DE CONSISTANCE IC</b>		<b>1,22</b>		
IC : 0    0.25    0.5    0.75    1 → <b>Consistance :</b> Liquide    Pâteuse    Molle    Ferme    Très ferme    Dure				
<b>Opérateur</b> Guy Briand Cadre de laboratoire		<b>Date de vérification :</b> <b>05/01/2023</b> <b>Vérificateur</b> Christophe Atencia Responsable du laboratoire		
Signature : 		Signature : 		

	Affaire : <b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>		Affaire n° <b>22 11 1312</b>	Indice <b>A</b>	Page n° <b>1</b>										
	<b>ESSAI DE DESSICATION</b> Détermination de la limite de retrait sur le passant à 400 µm d'un matériau : test à la paraffine Essai conforme à la norme XP P 94-060-1														
Echantillon n° :	<b>1</b>	Date de prélèvement :	<b>NC</b>												
Sondage n° :	<b>PM5</b>	Mode de prélèvement :	<b>Pelle mécanique</b>												
Profondeur (m) :	<b>0,3/0,7</b>	Date d'essai :	<b>3 janvier 2023</b>												
Nature du matériau :															
Observation :			Température de l'eau :	<b>15,7°C</b>											
			Essai n°1	Essai n°2											
N° de la tare	t		<b>14</b>	<b>22</b>											
Masse de sol humide + tare	m <sub>1</sub>	g	<b>60,72</b>	<b>64,29</b>											
Masse de sol sèche + tare	m <sub>2</sub>	g	<b>48,27</b>	<b>50,65</b>											
Masse de la tare	m <sub>3</sub>	g	27,421	27,90											
Masse d'eau du sol	m <sub>e</sub>	g	12,45	13,64											
Masse de sol sèche	m <sub>d</sub>	g	20,85	22,75											
Volume initial	V <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup>	19,83	20,45											
Masse de sol paraffiné	m <sub>4</sub>	g	<b>21,2</b>	<b>23,5</b>											
Masse de la paraffine	m <sub>p</sub>	g	0,35	0,75											
Volume de la paraffine	V <sub>p</sub>	g	0,37	0,80											
Masse de sol paraffiné et immergé	m <sub>5</sub>	g	<b>10,18</b>	<b>10,89</b>											
Masse volumique de l'eau	ρ <sub>w</sub>	g/cm <sup>3</sup>	0,999	0,999											
Volume final	V <sub>d</sub>	cm <sup>3</sup>	10,65	11,81											
Limite de retrait	W <sub>R</sub>	%	15,74	22,04											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>LIMITE DE RETRAIT W<sub>R</sub> = 18,9 %</b> </div>															
INDICE DE STABILITE I <sub>s</sub> = <b>32</b>			WL = <b>51</b>												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">I<sub>s</sub>: 10</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: right;">→</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Stabilité : Peu instable</td> <td style="text-align: center;">Modérément instable</td> <td style="text-align: center;">Instable</td> <td style="text-align: center;">Très instable</td> <td></td> </tr> </table>						I <sub>s</sub> : 10	15	30	55	→	Stabilité : Peu instable	Modérément instable	Instable	Très instable	
I <sub>s</sub> : 10	15	30	55	→											
Stabilité : Peu instable	Modérément instable	Instable	Très instable												
Opérateur <b>Guy Briand</b> Cadre de laboratoire			Date de vérification : <b>05/01/2023</b>												
Signature : 			Vérificateur <b>Christophe Atencia</b> Responsable du laboratoire												
Signature :			Signature : 												

	Affaire : <b>SAINT ANDRE SUR ORNE</b> <b>14-22-7378</b>		Affaire n° <b>22 11 1312</b>	Indice <b>A</b>	Page n° <b>1</b>												
	<b>ESSAI DE DESSICATION</b> Détermination de la limite de retrait sur le passant à 400 µm d'un matériau : test à la paraffine Essai conforme à la norme XP P 94-060-1																
Echantillon n° :	<b>2</b>	Date de prélèvement :	<b>NC</b>														
Sondage n° :	<b>PM9</b>	Mode de prélèvement :	<b>Pelle mécanique</b>														
Profondeur (m) :	<b>0,5/0,6</b>	Date d'essai :	<b>28 décembre 2022</b>														
Nature du matériau :	<b>Limon marron foncé</b>																
Observation :			Température de l'eau :	<b>15,3°C</b>													
			<b>Essai n°1</b>	<b>Essai n°2</b>													
N° de la tare	t		<b>24</b>	<b>5</b>													
Masse de sol humide + tare	m <sub>1</sub>	g	<b>62,12</b>	<b>152,58</b>													
Masse de sol sèche + tare	m <sub>2</sub>	g	<b>49,78</b>	<b>115,62</b>													
Masse de la tare	m <sub>3</sub>	g	27,604	48,93													
Masse d'eau du sol	m <sub>e</sub>	g	12,34	36,96													
Masse de sol sèche	m <sub>d</sub>	g	22,18	66,70													
Volume initial	V <sub>i</sub>	cm <sup>3</sup>	19,48	61,95													
Masse de sol paraffiné	m <sub>4</sub>	g	<b>22,77</b>	<b>68,28</b>													
Masse de la paraffine	m <sub>p</sub>	g	0,59	1,58													
Volume de la paraffine	V <sub>p</sub>	g	0,63	1,69													
Masse de sol paraffiné et immergé	m <sub>5</sub>	g	<b>10,98</b>	<b>32,12</b>													
Masse volumique de l'eau	ρ <sub>w</sub>	g/cm <sup>3</sup>	0,999	0,999													
Volume final	V <sub>d</sub>	cm <sup>3</sup>	11,16	34,47													
Limite de retrait	W <sub>R</sub>	%	18,17	14,27													
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <b>LIMITE DE RETRAIT W<sub>R</sub> = 16,2 %</b> </div>																	
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;"> <b>INDICE DE STABILITE I<sub>s</sub> = 38</b> </div>			<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">                 WL = <b>54</b> </div>														
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">I<sub>s</sub> :</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: right;">→</td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">Stabilité :</td> <td style="text-align: center;">Peu instable</td> <td style="text-align: center;">Modérément instable</td> <td style="text-align: center;">Instable</td> <td style="text-align: center;">Très instable</td> <td></td> </tr> </table> </div>						I <sub>s</sub> :	10	15	30	55	→	Stabilité :	Peu instable	Modérément instable	Instable	Très instable	
I <sub>s</sub> :	10	15	30	55	→												
Stabilité :	Peu instable	Modérément instable	Instable	Très instable													
Opérateur <b>Guy Briand</b> Cadre de laboratoire			Date de vérification : <b>05/01/2023</b>  Vérificateur <b>Christophe Atencia</b> Responsable du laboratoire														
Signature : 			Signature : 														

# PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



- Sondage de reconnaissance à la pelle mécanique + essai d'infiltration.
- Sondage de reconnaissance à la pelle mécanique.