A partir d' Avril 2017
EG SOL NORMANDIE
devient
ERDA GEOTECHNIQUE
Même équipe
Mêmes coordonnées

ERDA GEOTECHNIQUE

Etude
Réalisation
Diagnostic
Assistance

TERRANEA

* * * * * *

ESQUAY NOTRE DAME
LOTISSEMENT DE 60 LOTS

** * * * *

ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE
- MISSION G1 PGC -

ERDA GEOTECHNIQUE	
Date : 11/02/2021	Dossier N°14-20-6639
Ingénieur chargé du dossier :	***Contrôle externe***
Nassim HAMMAR	Jean Luc LEFEVRE

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

Le présent rapport comprend un texte de 44 pages dont 26 pages d'annexes.

ZI rue Marcel Longuet 14370 ARGENCES
Tél : 0231797633 - Fax : 0231856861 - web : www.erda-geotechnique.com - Email: contact@erda-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 Aléa retrait / gonflement 7
2.3.2 Risque de cavités souterraines 8
2.3.3 Risque d'inondation 8
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 11
4.3.1 Piézométrie 11
4.3.2 Perméabilité 12
5 RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE 12
6 CONTEXTE GEOTECHNIQUE ET PRINCIPES GENERAUX DE CONSTRUCTION (G1 PGC) 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 18

ANNEXES

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

1 GENERALITES

A la demande et pour le compte de TERRANEA, 2 rue Martin Luther King, 14280 Saint Contest, la société ERDA Géotechnique a réalisé une étude géotechnique préalable à Esquay notre Dame, 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°14-20-6639* du 10 novembre 2020, proposée par ERDA Géotechnique et acceptée par 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 ;
- Prédimensionnement de la couche de forme support de chaussées ;
- Prédimensionnement des corps de chaussées ;
- Définir les conditions d'extraction des matériaux de déblai ;
- Fournir les résultats des essais d'infiltration réalisés sur site ;
- Fournir les résultats des essais de laboratoire réalisés sur les échantillons de sols prélevés sur site et déterminer leurs potentiels de retrait-gonflement.

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.

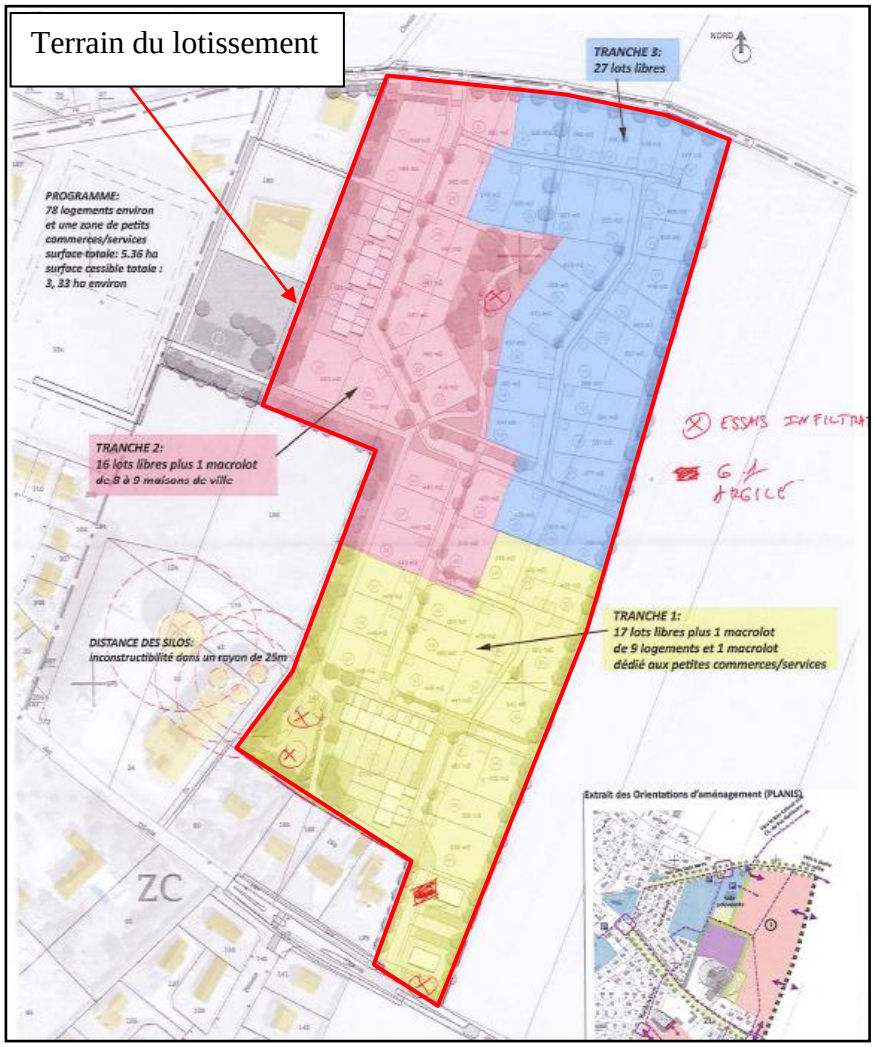
1.2 BASES D'ETUDES

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

- Plan de situation ;
- Plan de composition des lots.

1.3 DESCRIPTION DU PROJET

D'après les informations qui nous ont été communiquées, le projet prévoit la viabilisation d'un lotissement sur un terrain d'environ 53600 m².



Plan de composition des lots

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 1,2 m et 1,8 m de profondeur avec la réalisation de **4 essais d'infiltration à la fosse** ;

- **Des essais de laboratoire comprenant** :
  - **1 mesure de la teneur en eau ;**
  - **1 limite d'Atterberg et limite de retrait.**

2 ENQUETE PRELIMINAIRE (G1 ES)

2.1 DESCRIPTION DU SITE

Le terrain concerné par le projet se situe rue des Tilleuls à Esquay notre Dame (cf. plan de situation en annexe).

Au moment des investigations, le terrain était libre de toute construction. A la même période, la surface topographique du terrain présentait une pente d'environ 2 % vers le sud. Son altimétrie se situe entre 81 et 88 m NGF environ d'après l'extrait de la carte IGN du secteur et le plan topographique communiqué.

Vue aérienne du site

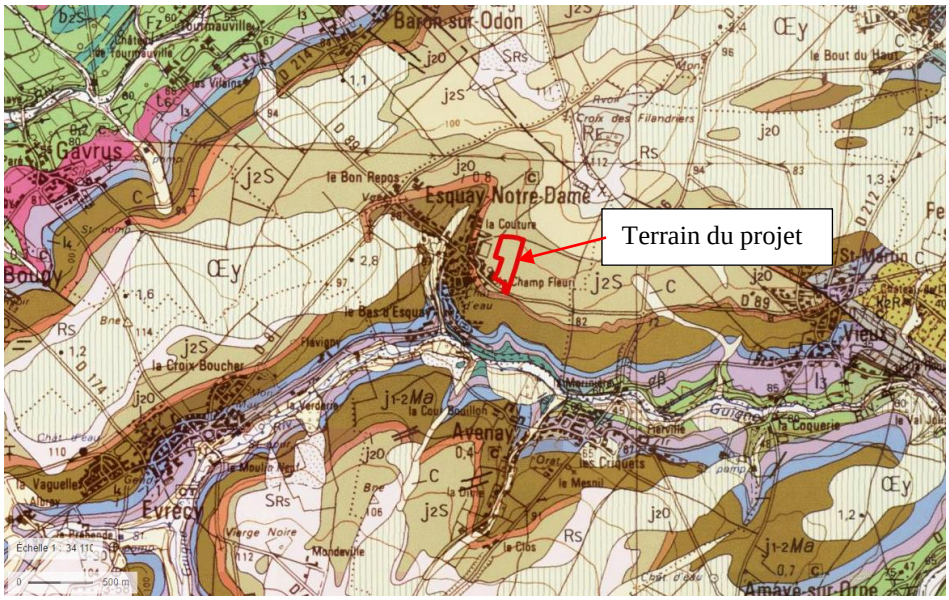
Extrait de la carte IGN du secteur

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 :

- Calcaires à spongiaires.

Extrait de la carte géologique du secteur



2.3 RISQUES NATURELS SPECIFIQUES DU SITE

2.3.1 Aléa retrait / gonflement

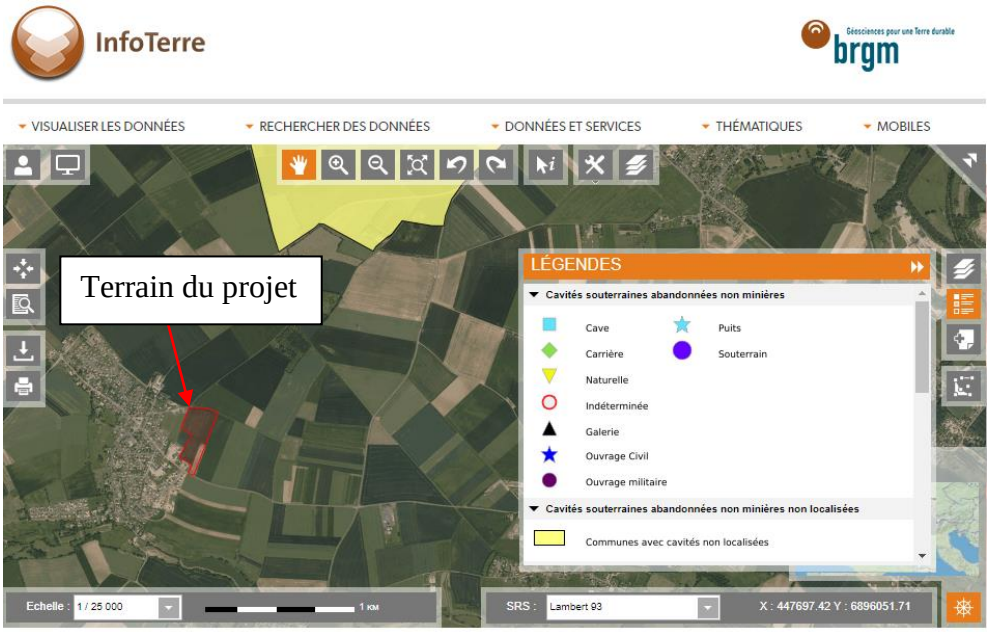
La partie extrême sud du terrain d'étude se situe sur une zone d'aléa **moyen** vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles (carte d'aléa du BRGM consultée le 11/02/2021 sur le site http://infoterre.brgm.fr).

Carte d'exposition au retrait-gonflement des argiles du BRGM

2.3.2 Risque de cavités souterraines

Selon la carte du BRGM des cavités souterraines abandonnées non minières, consultée le 11/02/2021 sur le site http://infoterre.brgm.fr, le terrain du projet est situé sur une zone où à priori il n'y a pas d'indices de présence de cavités répertoriées. A noter que toutes les cavités ne sont pas répertoriées sur cette carte. Il conviendra pour plus d'information sur le risque de présence de cavités, de se rapprocher auprès des services des carrières et cavités souterraines de la ville concernée et/ou de la DREAL ou de faire une étude spécifique de recherche de cavités.

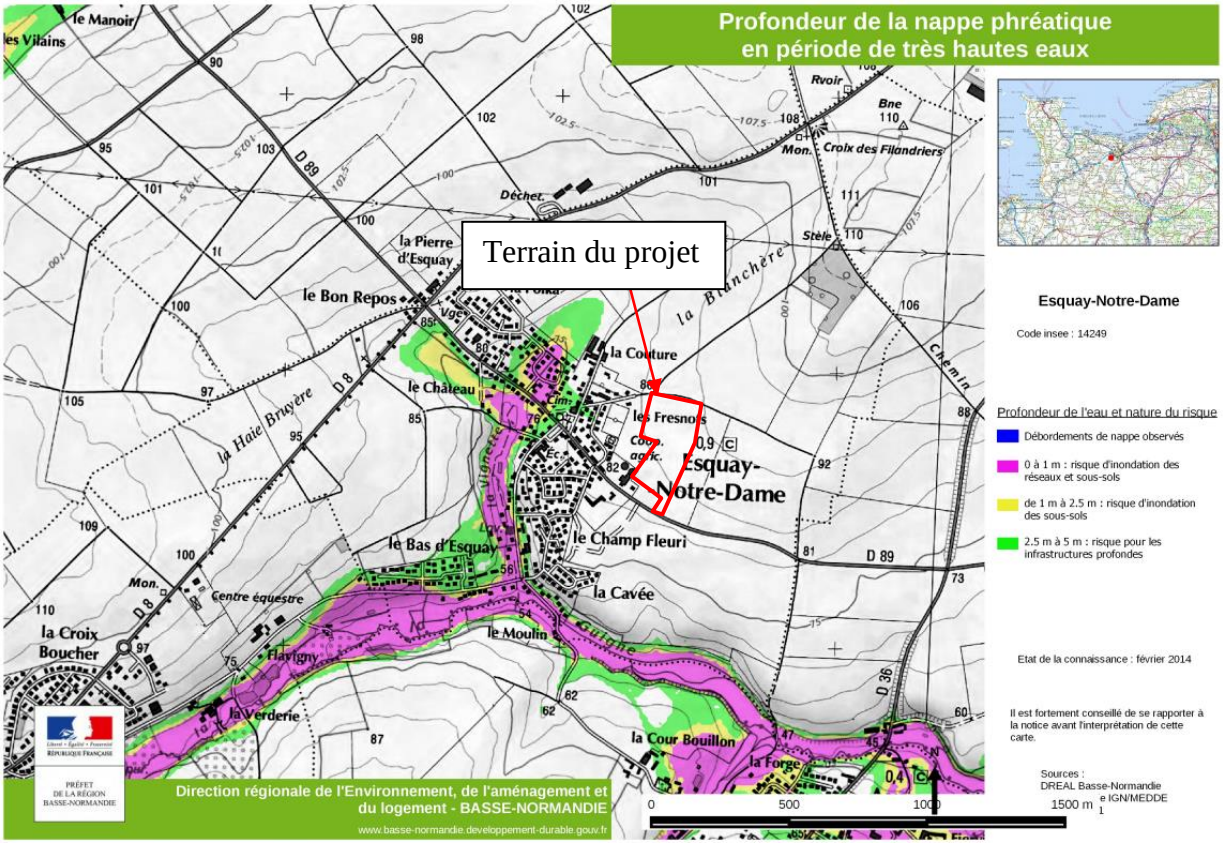
Carte des cavités souterraines abandonnées non minières du BRGM



2.3.3 Risque d'inondation

Selon la carte de profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux, consultée le 11/02/2021 sur le site de la DREAL, le terrain du projet est situé sur un terrain où la profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux est supérieure à 5 m**.**

Profondeur de la nappe phréatique en période de très hautes eaux de la DREAL



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 (novembre 2020).

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.

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 SYNTHESE 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 SYNTHESE GEOTECHNIQUE

La succession des horizons rencontrés au droit de nos sondages est la suivante :

Formation n° 1
Nature : **Limons marron à cailloutis calcaires ;**
Profondeur de la base : 0,2 à 0,6 m.

Formation n° 2
Nature : **Calcaire altéré à blocs puis calcaire massif ;**
Profondeur de la base : supérieure à la fin de nos sondages (> 1,8 m).

4.3 SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE

4.3.1 Piézométrie

Aucune arrivée d'eau n'a été observée au droit de nos sondages, lors de notre intervention.

Néanmoins, compte tenu du contexte géologique du site, il faut noter que des venues d'eau anarchiques pourront être rencontrées au sein du calcaire altéré, 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 à blocs**	**1,2**	**$9,6\times10^{-5}$**
PM3	**Calcaire altéré à blocs**	**1,3**	**$1,0\times10^{-4}$**
PM4	**Calcaire altéré à blocs**	**1,3**	**$1,1\times10^{-4}$**
PM7	**Calcaire altéré à blocs**	**1,5**	**$1,3\times10^{-4}$**

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

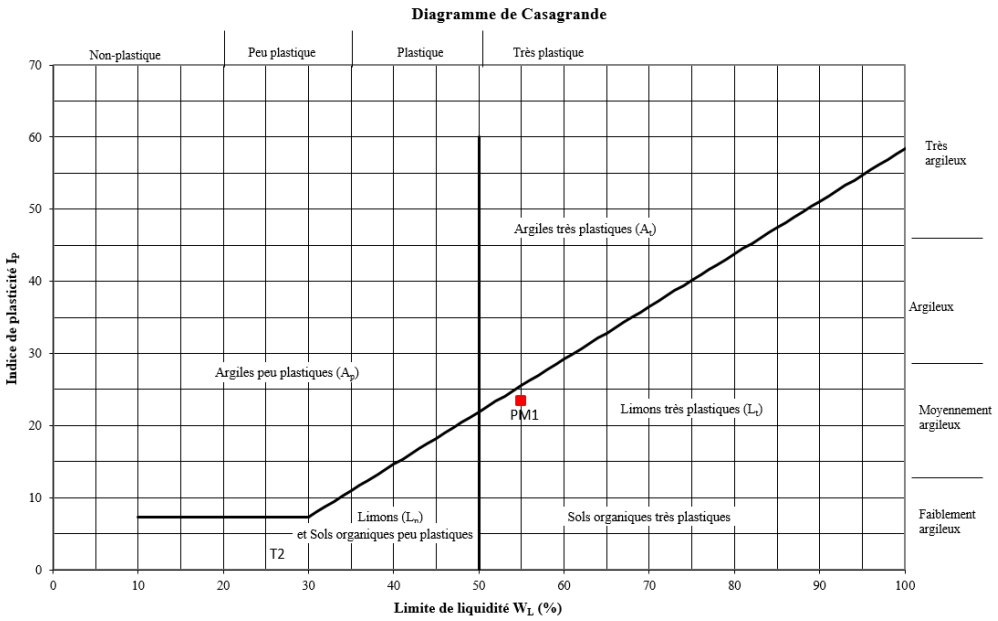
Dans le cadre de cette étude, les échantillons remaniés prélevés au droit de PM3 et PM5, ont fait l'objet d'essais de laboratoire afin de déterminer leurs potentiels de retrait-gonflement. Ces essais comprennent :

- **1 mesure de la teneur en eau** selon la norme NF P 94-050 **;**
- **1 limite d'Atterberg** selon la norme NF P 94-052-1 **;**
- **1 limite 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		PM1
Profondeur (m/TN)		**0,0 à 0,6**
Nature		**Limon à cailloutis calcaires**
Teneur en eau naturelle (Wn)		16,9 %
Limites d'Atterberg	Limite de liquidité W_L	55 %
	Limite de plasticité W_P	32 %
	Indice de plasticité I_P	23 %
	Indice de consistance I_C	1,66
Essai de dessication	Limite de retrait W_R	10,3 %
	Indice de retrait $I_R = W_L - W_R$	44,7 %

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



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

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

I_R (%)	Potentiel de gonflement
0 – 20	Faible
20 -40	Moyen
40 - 60	Elevé
> 60	Très élevé

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)

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 lotissement de 60 lots sur un terrain d'environ 53600 m² ;
- Les sols du site comportent à partir de la surface, sous environ 0,2 à 0,6 m de limons marron à cailloutis, des calcaires altérés puis massifs observés jusqu'à la fin de nos sondages ;
- Aucune arrivée d'eau n'est observée au droit de 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 sur le premier mètre 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, la plate-forme générale du projet au droit des futures voiries devrait être constituée soit par des limons marron à cailloutis ou par des calcaires altérés (formations n°1 ou n°2).

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° 3, 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 géogrille 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.

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 critères de réception de la plateforme de type PF2 devront être un module de chargement EV2 ≥ 50 MPa avec EV2/EV1 <2.**

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) à TC2 (500 à 1 500 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	TC1	TC2
Couche de surface	Enrobé	6 cm	6 cm	6 cm
Base	Grave Bitume (GB3/GB3)	8 cm	9 cm	12 cm

Rappel : Chaussée sur couche de forme conduisant à PF2

2ème solution

Couche	Nature	Epaisseur pour trafic		
		TC0	TC1	TC2
Couche de surface	Enrobé	6 cm	6 cm	6 cm
Base	GNT B2	(25+11) cm	(25+15) cm	(25+20) cm

Rappel : Chaussée sur couche de forme conduisant à PF2

3ème solution

Couche	Nature	Epaisseur		
		TC0	TC1	TC2
Couche de surface	Enrobé	6 cm	6 cm	6 cm
Base	Sable ciment (SC3)	23 cm	24 cm	27 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 calcaires altérés à blocs (formation n°2) peuvent être définis comme l'horizon d'ancrage (d'assise) des futures fondations des maisons individuelles à construire sur ce terrain. Cette formation est rencontrée au droit de nos sondages, à partir de faibles profondeurs (à partir de 0,2 à 0,6 m de profondeur), et elle est insensible au phénomène de retrait-gonflement des argiles.

Rappelons qu'une étude spécifique <u>G2 AVP</u> est à réaliser pour chaque maison envisagée sur ce 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 de la voirie ;
- 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 11 février 2021

Jean Luc LEFEVRE
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 et essais**
5. **Essais de perméabilité**
6. **Résultats des essais de laboratoire**
7. **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

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.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Etude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, 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.

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, 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.

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 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).
- Assister éventuellement la maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

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'oeuvre 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'oeuvre 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.

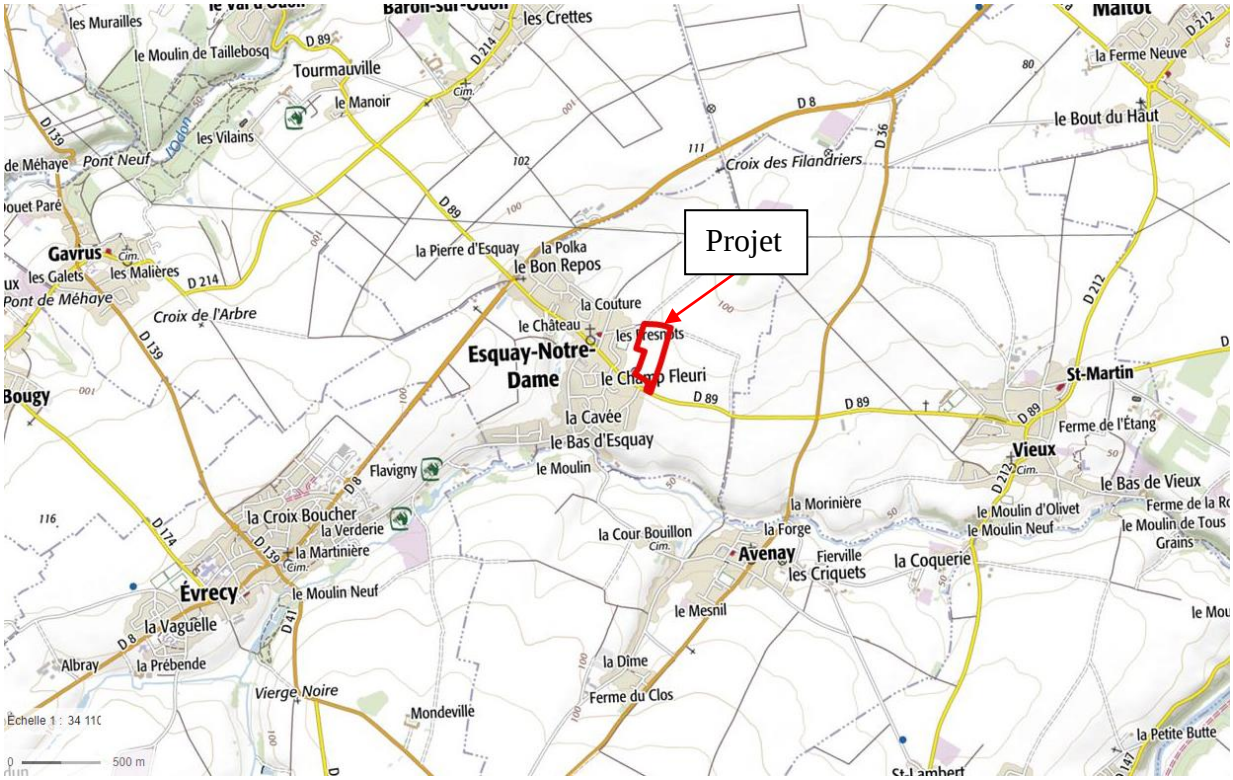
2. Recommandations

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

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM1

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,20 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	**Limon marron à cailloutis calcaires**	Sec	Pelle mécanique
-0.6	1	**Calcaire altéré à blocs (Refus sur calcaire massif)**		
-1.2				

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM2

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,40 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.4		Calcaire altéré à blocs (Refus sur calcaire massif)		
	1			
-1.4				

ERDA GEOTECHNIQUE

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : **14-20-6639**

Remarque:

Forage : PM3

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,30 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs (Refus sur calcaire massif)		
	1			
-1.3				

ERDA GEOTECHNIQUE

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : **14-20-6639**

Remarque:

Forage : PM4

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,30 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs (Refus sur calcaire massif)		
	1			
-1.3				

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM5

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,70 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs (Refus sur calcaire massif)		
	1			
-1.7				

ERDA GEOTECHNIQUE

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM6

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,70 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs		
	1			
-1.7				

ERDA GEOTECHNIQUE

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM7

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,40 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs		
	1			
-1.4				

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : **14-20-6639**

Remarque:

Forage : PM8

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,80 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	**Limon marron à cailloutis calcaires**	Sec	Pelle mécanique
-0.2	1	**Calcaire altéré à blocs**		
-1.8				

Etude : Lotissement de 60 lots

Client : TERRANEA

Affaire N° : 14-20-6639

Remarque:

Forage : PM9

Type : Forage de reconnaissance

Date : 30/11/2020 X :

Début : 0,00 m Y :

Fin : 1,70 m Z :

Echelle : 1 / 9 Page : 1 / 1

Cotes	Prof. (m/TN)	Lithologie	Niveau d'eau	OUTIL
0.0	0	Limon marron à cailloutis calcaires	Sec	Pelle mécanique
-0.2		Calcaire altéré à blocs		
	1			
-1.7				

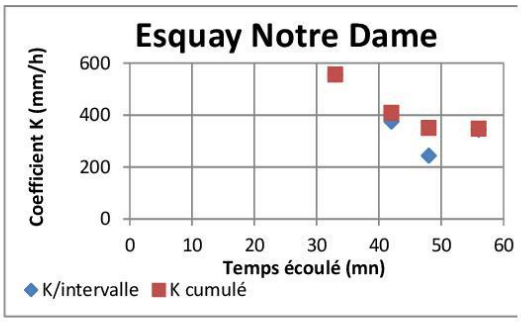
ESSAIS DE PERMEABILITE

ERDA GEOTECHNIQUE

ESSAI DE PERCOLATION
METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUITS RECTANGULAIRE

CHANTIER : **Esquay Notre Dame**
N° DOSSIER : 14-20-6639
CLIENT : Terranéa

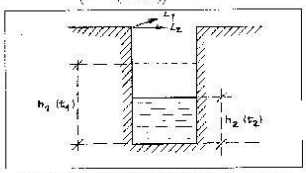
N° de sondage	PM1
Date du sondage	30/11/2020
Profondeur du trou H (cm)	120
Longueur L1 (cm)	140
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	29
Temps de saturation (h)	4



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'imbibation. La perméabilité apparente K_a est donnée par la formule :

$$K_a = \ln\left(\frac{h1 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}{h2 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}\right) \cdot \frac{L1L2}{2(L1+L2)(t2-t1)}$$



Test de conductivité hydraulique à niveau variable.

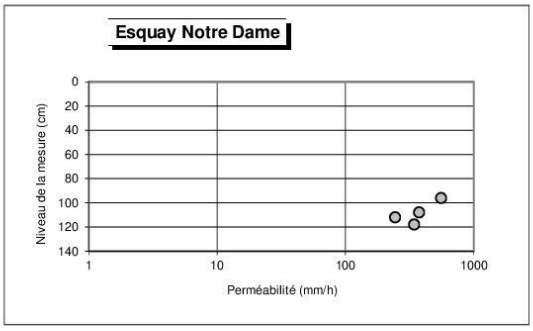


TABLEAU DE MESURES

	Temps			Profondeur du niveau d'eau	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	*Minute*	*Seconde*	*P (cm)*	*K/intervalle (mm/h)*	*K cumulé (mm/h)*
t0	11	31		91		
t1	11	33		96	555	555
t2	11	42		108	375	408
t3	11	48		112	244	350
t4	11	56		118	343	348
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

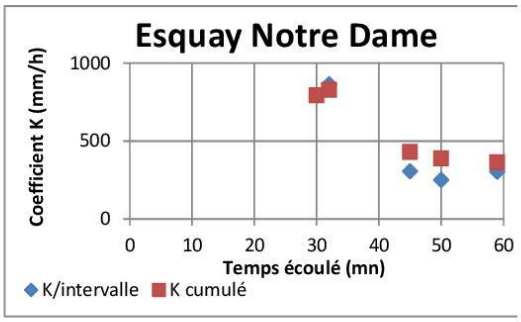
kl (m/s)	**9,66E-05**

ERDA GEOTECHNIQUE

ESSAI DE PERCOLATION
METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUITS RECTANGULAIRE

CHANTIER : **Esquay Notre Dame**
N° DOSSIER : 14-20-6639
CLIENT : Terranéa

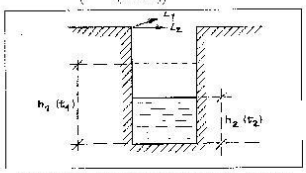
N° de sondage	PM3
Date du sondage	30/11/2020
Profondeur du trou H (cm)	130
Longueur L1 (cm)	130
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	54
Temps de saturation (h)	4



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'imbibation. La perméabilité apparente K_a est donnée par la formule :

$$K_a = \ln\left[\frac{h1 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}{h2 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}\right] \cdot \frac{L1L2}{2(L1+L2)(t2-t1)}$$



Test de conductivité hydraulique à niveau variable.

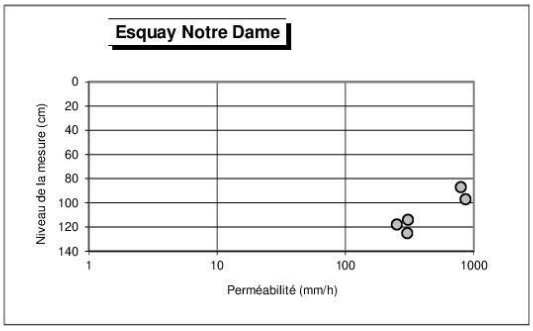


TABLEAU DE MESURES

	Temps			Profondeur du niveau d'eau	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	*Minute*	*Seconde*	*P (cm)*	*K/intervalle (mm/h)*	*K cumulé (mm/h)*
t0	13	28		76		
t1	13	30		87	793	793
t2	13	32		97	863	828
t3	13	45		114	306	429
t4	13	50		118	251	389
t5	13	59		125	302	364
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

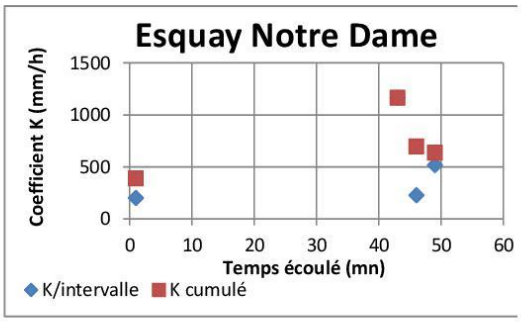
kl (m/s)	1,01E-04

ERDA GEOTECHNIQUE

ESSAI DE PERCOLATION
METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUITS RECTANGULAIRE

CHANTIER : **Esquay Notre Dame**
N° DOSSIER : 14-20-6639
CLIENT : Terranéa

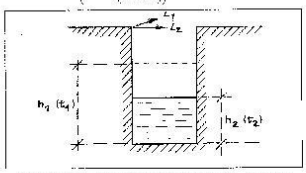
N° de sondage	PM4
Date du sondage	30/11/2020
Profondeur du trou H (cm)	130
Longueur L1 (cm)	110
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	25
Temps de saturation (h)	4



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'imbibation. La perméabilité apparente K_a est donnée par la formule :

$$K_a = \frac{L1 \cdot L2}{2(L1+L2)} \cdot \frac{L1 \cdot L2}{2(L1+L2)(t2-t1)} \cdot \ln\left(\frac{h1}{h2}\right)$$



Test de conductivité hydraulique à niveau variable.

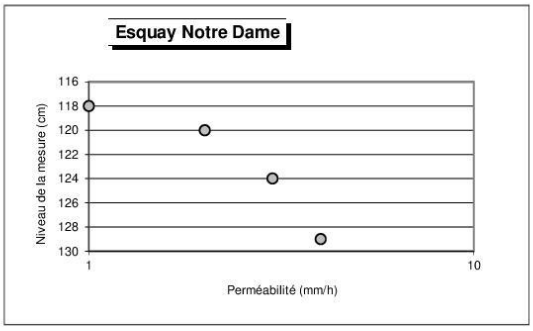


TABLEAU DE MESURES

	Temps			Profondeur du niveau d'eau	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	*Minute*	*Seconde*	*P (cm)*	*K/intervalle (mm/h)*	*K cumulé (mm/h)*
t0	13	40		105		
t1	13	43		118	1165	1165
t2	13	46		120	229	697
t3	13	49		124	519	638
t4	14	1		129	203	389
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

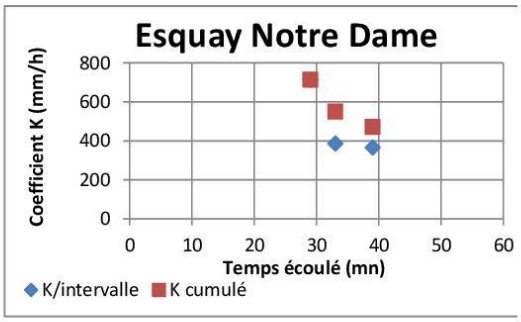
kl (m/s)	1,08E-04

ERDA GEOTECHNIQUE

ESSAI DE PERCOLATION
METHODE A NIVEAU VARIABLE DANS UN PUITS RECTANGULAIRE

CHANTIER : **Esquay Notre Dame**
N° DOSSIER : 14-20-6639
CLIENT : Terranéa

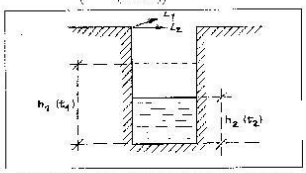
N° de sondage	PM7
Date du sondage	30/11/2020
Profondeur du trou H (cm)	150
Longueur L1 (cm)	150
Largeur L2 (cm)	40
Charge hydraulique (cm)	33
Temps de saturation (h)	4



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'imbibation. La perméabilité apparente K_a est donnée par la formule :

$$K_a = Ln\left[\frac{h1 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}{h2 - \frac{L1L2}{2(L1+L2)}}\right] \cdot \frac{L1L2}{2(L1+L2)(t2-t1)}$$



Test de conductivité hydraulique à niveau variable.

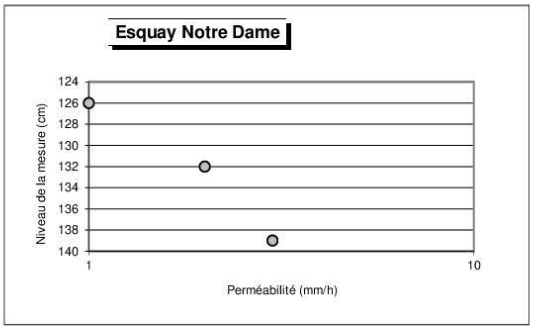


TABLEAU DE MESURES

	Temps			Profondeur du niveau d'eau	Coefficient de Perméabilité	
	Heure	*Minute*	*Seconde*	*P (cm)*	*K/intervalle (mm/h)*	*K cumulé (mm/h)*
t0	14	25		112		
t1	14	29		126	714	714
t2	14	33		132	387	551
t3	14	39		139	367	472
t4						
t5						
t6						
t7						
t8						
t9						
t10						
t11						
t12						
t13						
t14						
t15						

kl (m/s)	1,31E-04

ESSAIS DE LABORATOIRE

UNISOL Géotechnique, Environnement et Laboratoire d'Essais	Affaire : ESQUAY NOTRE DAME	Affaire n° 20 12 1327	Indice A	Page n° 1

TENEUR EN EAU

Essai conforme à la norme NF P 94-050

Prélévements :

Date : **NC**

Mode de prélévement : **Pelle mécanique**
Conditions de conservation : **Sac fermé**

Résultats :

Date d'essai : **9 décembre 2020**
Température d'étuvage : **105.0 °C**

Sondage	Prof (m)	Nature du matériau	Teneur en eau (%)	Observations
PM1	0/0.6	Argile silteuse brune avec des graviers	16.9	

Date de vérification : 16/12/2020

Opérateur
Guy Briand
Cadre de laboratoire
Signature :

Vérificateur
Christophe Atencia
Responsable du laboratoire
Signature :

UNISOL Géotechnique, Environnement et Laboratoire d'Essais	Affaire : ESQUAY NOTRE DAME	Affaire n° 20 12 1327	Indice A	Page n° 1

LIMITES D'ATTERBERG

Méthode au Cône

Essai conforme à la norme NF P 94-052-1

Echantillon n° :	**1**	Date de prélévement :	**NC**
Sondage n° :	**PM1**	Mode de prélévement :	**Pelle mécanique**
Profondeur :	**0/0.6**	Date d'essai :	**10 décembre 2020**
Nature du matériau :	**Argile silteuse brune avec des graviers**		
Observation :	_		

Teneur en eau Naturelle : **16.9 %**

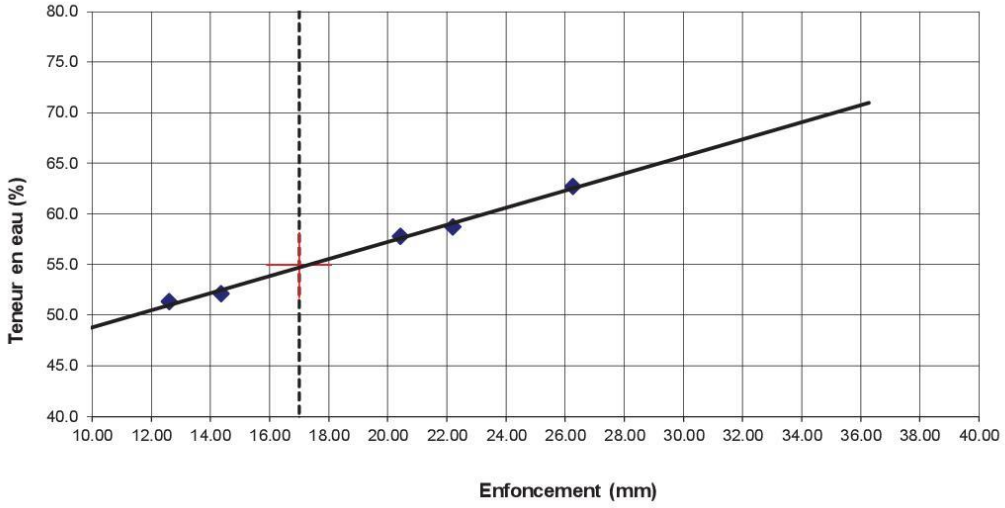
Température d'étuvage : ***105.0 °C***

Passant à 0,400 mm : **56.6 %**

	LIMITE DE LIQUIDITE					LIMITE DE PLASTICITE		
Mesure n°	1	2	3	4	5	1	2	
Enfoncement (mm)	26.26	22.19	20.43	14.35	12.60			
Teneur en eau (%)	62.7	58.7	57.8	52.1	51.3	31.8	31.7	

LIMITE DE LIQUIDITE	**W_L**	**55**
LIMITE DE PLASTICITE	**W_P**	**32**

INDICE DE PLASTICITE	**IP**	**23**



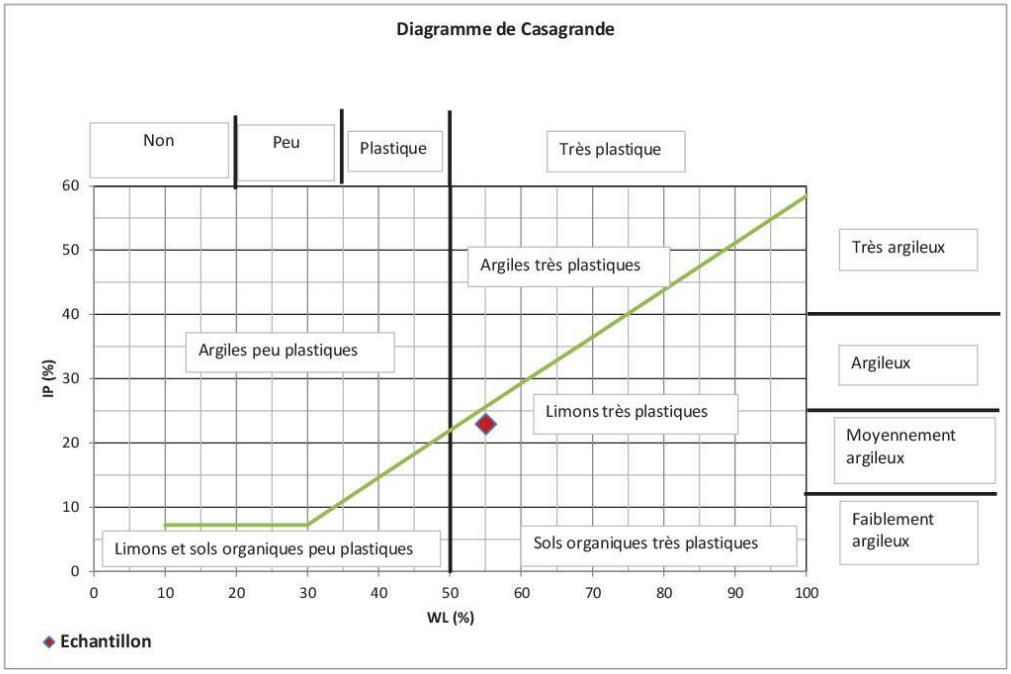
UNISOL Géotechnique, Environnement et Laboratoire d'Essais	Affaire : ESQUAY NOTRE DAME	Affaire n° 20 12 1327	Indice A	Page n° 2

LIMITES D'ATTERBERG

Méthode au Cône

Essai conforme à la norme NF P 94-052-1

Echantillon n° :	1	Date de prélévement :	NC
Sondage n° :	PM1	Mode de prélévement :	Pelle mécanique
Profondeur :	0/0.6	Date d'essai :	10 décembre 2020
Nature du matériau :	Argile silteuse brune avec des graviers		
Observation :	_		



INDICE DE CONSISTANCE IC	1.66

IC :	0	0.25	0.5	0.75	1	→
Constistance :	Liquide	Pâteuse	Molle	Ferme	Très ferme	Dure

Date de vérification : 16/12/2020

Opérateur	Vérificateur
Guy Briand	Christophe Atencia
Cadre de laboratoire	Responsable du laboratoire
Signature :	Signature :

UNISOL Géotechnique, Environnement et Laboratoire d'Essais	Affaire : ESQUAY NOTRE DAME	Affaire n° 20 12 1327	Indice A	Page n° 1

ESSAI DE DESSICATION

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° :	1	Date de prélévement :	NC
Sondage n° :	PM1	Mode de prélévement :	Pelle mécanique
Profondeur (m) :	0/0.6	Date d'essai :	10 décembre 2020
Nature du matériau :			
Observation :		Température de l'eau :	16.8°C

			Essai n°1	Essai n°2
N° de la tare	t		3	8
Masse de sol humide + tare	m_1	g	149.00	148.33
Masse de sol sèche + tare	m_2	g	111.37	110.73
Masse de la tare	m_3	g	49.92	49.20
Masse d'eau du sol	m_e	g	37.63	37.60
Masse de sol sèche	m_d	g	61.45	61.53
Volume initial	V_i	cm^3	62.88	64.10
Masse de sol paraffiné	m_4	g	65.27	63.34
Masse de la paraffine	m_p	g	3.82	1.81
Volume de la paraffine	V_p	g	4.46	2.11
Masse de sol paraffiné et immergé	m_5	g	28.53	29.2
Masse volumique de l'eau	ρ_w	g/cm^3	0.999	0.999
Volume final	V_d	cm^3	32.28	32.03
Limite de retrait	W_R	%	11.49	9.05

LIMITE DE RETRAIT W_R = 10.3 %

INDICE DE STABILITE Is = 45

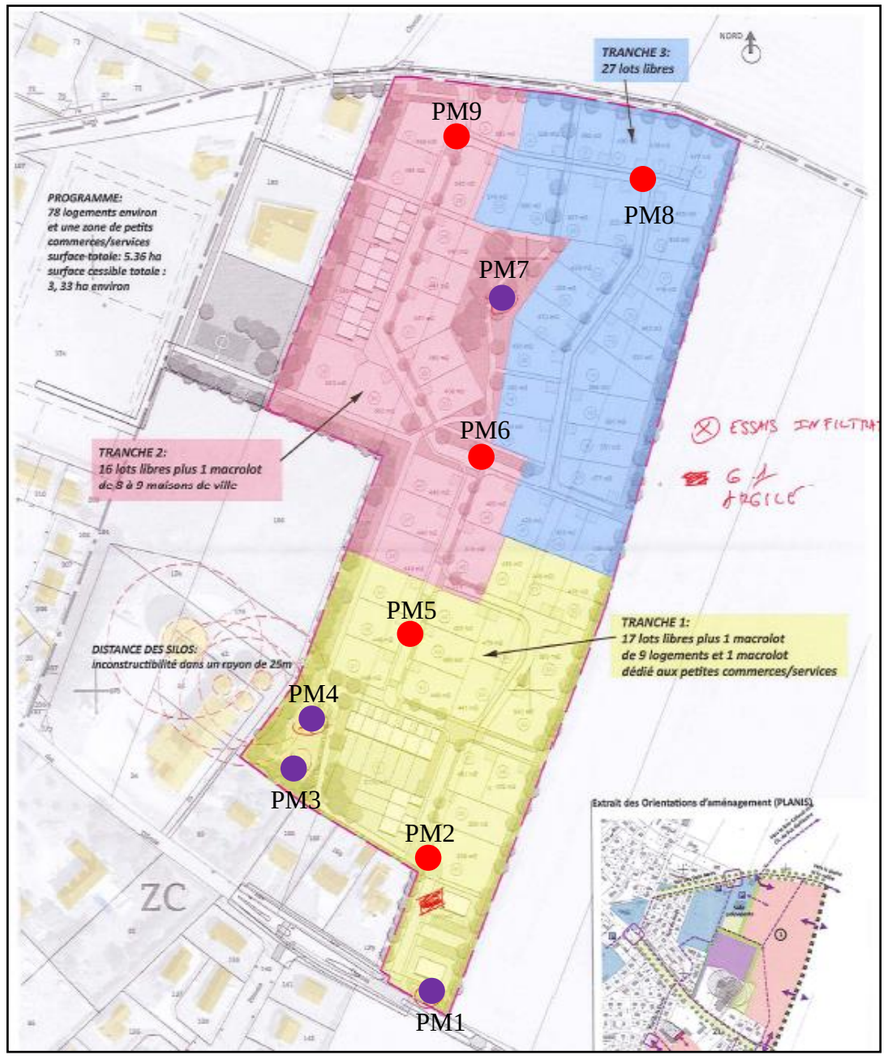
WL =	55

I_s :	10	15	30	55
Stabilité :	Peu instable	Modérément instable	Instable	Très instable

Date de vérification : 16/12/2020

Opérateur	Vérificateur
Guy Briand	Christophe Atencia
Cadre de laboratoire	Responsable du laboratoire
Signature :	Signature :

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



Sondage de reconnaissance à la pelle mécanique.

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