

**KERLANN Immobilier**

# Viabilisation lotissement "les Hauts de la Métairie 2"

Rue de la Pilonière / Impasse du Stade  
**La Guierche (72)**

Étude géotechnique de conception (G<sub>2</sub>), limitée aux voiries  
Phase Avant-Projet – G<sub>2</sub> AVP



Agence du MANS • 14 Rue de Vienne – 72190 COULAINES  
Tél. 33 (0) 2 43 76 86 86 • Fax 33 (0) 2 43 76 86 87 • [cebtp.lemans@groupe-cebtp.com](mailto:cebtp.lemans@groupe-cebtp.com)

  
CEBTP

<i>KERLANN Immobilier</i> 2 boulevard Sébastopol 35000 RENNES							
<b>VIABILISATION LOTISSEMENT "LES HAUTS DE LA METAIRIE 2 "</b>							
Impasse du stade à LA GUIERCHE (72)							
Etude géotechnique de conception - Phase Avant-Projet (G2AVP) – phase AVP, limitée aux voiries							
Dossier : OLM2.NC007				Contrat : OLM2.N.0012-2			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérfié par	Visa	Contenu	Observations
1	17/03/23	R.PAHUD		D.HATEAU		35 pages 4 annexes	-

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

## Sommaire

<b>1. Plans de situation</b>	<b>5</b>
1.1. Extrait de carte IGN	5
1.2. Image aérienne	5
<b>2. Contexte de l'étude</b>	<b>6</b>
2.1. Données générales	6
2.1.1. Généralités	6
2.1.2. Document communiqué	6
2.2. Description du site	6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	6
2.2.2. Géologie prévisionnelle	7
2.2.3. Aléas géologiques et géotechniques	8
2.2.4. Contexte sismique	10
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet	10
2.3.1. Description du projet	10
2.3.2. Terrassements prévus	10
2.3.3. Voiries	10
2.4. Mission Ginger CEBTP	11
<b>3. Investigations géotechniques</b>	<b>12</b>
3.1. Préambule	12
3.2. Implantation et nivellement	12
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	12
3.3.1. Investigations in situ	12
3.3.2. Essais de perméabilité in situ	13
3.3.3. Piézométrie	13
3.4. Essais en laboratoire	13
<b>4. Synthèse des investigations</b>	<b>14</b>
4.1. Modèle géologique général	14
4.1.1. Lithologie	14
4.1.2. Caractéristiques physiques des sols	15
4.2. Première approche de modèle hydrogéologique	16
4.2.1. Piézométrie	16
4.2.2. Inondabilité	16
4.2.3. Perméabilité	17
<b>5. Principes généraux de construction</b>	<b>18</b>

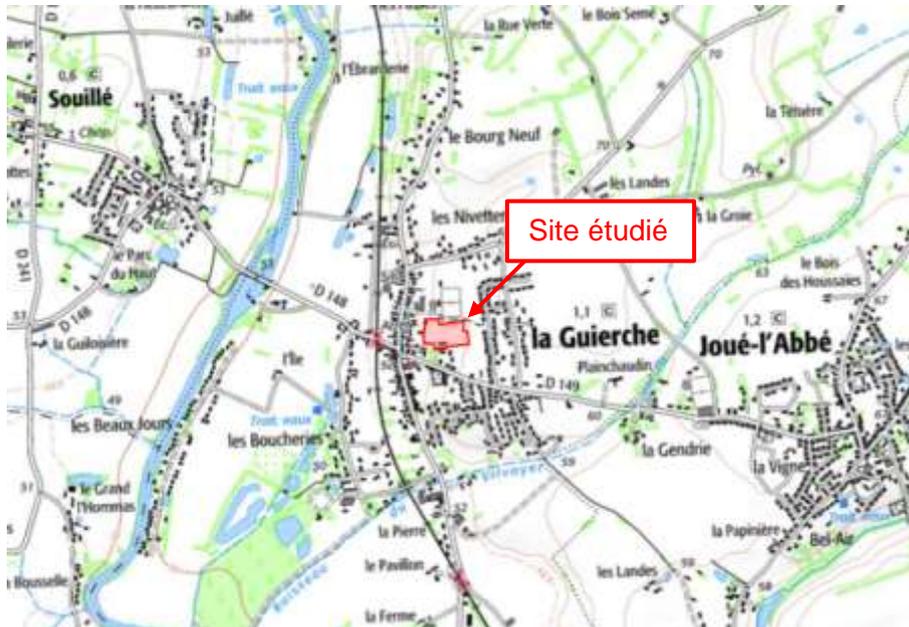
<b>5.1.</b>	<b>Analyse du contexte et principes d'adaptation .....</b>	<b>18</b>
<b>5.2.</b>	<b>Adaptations générales de l'avant-projet .....</b>	<b>18</b>
5.2.1.	Réalisation des terrassements.....	18
<b>5.3.</b>	<b>Préparation de la plateforme de chaussée .....</b>	<b>21</b>
5.3.1.	Préambule.....	21
5.3.2.	Hypothèses de calcul .....	21
5.3.3.	Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase.....	21
5.3.4.	Couche de forme .....	22
5.3.5.	Structure type de chaussée .....	22
<b>5.4.</b>	<b>Tranchées.....</b>	<b>23</b>
5.4.1.	Exécution des fouilles .....	23
5.4.2.	Remblai pour le réseau d'assainissement : réutilisation des matériaux.....	25
5.4.3.	Matériaux utilisables en remblai.....	28
5.4.4.	Conditions de réemploi des matériaux du site .....	34
<b>6.</b>	<b>Observations majeures.....</b>	<b>35</b>

## ANNEXES

- ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES**
- ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES**
- ANNEXE 3 – COUPES DES SONDAGES ET ESSAIS IN SITU**
- ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE**

## 1. Plans de situation

### 1.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

### 1.2. Image aérienne



Source : Géoportail

## 2. Contexte de l'étude

### 2.1. Données générales

#### 2.1.1. Généralités

Nom de l'opération :	Viabilisation d'un lotissement
Localisation :	Impasse du Stade / rue de la Pilonnière
Commune :	La Guierche (72)
Demandeur de la mission :	SODEREF
Client :	KERLANN Immobilier

#### 2.1.2. Document communiqué

Document	Echelle	Référence / Origine	Format	Date
Plan de situation avec implantation préférentielle des sondages	-	SODEREF	jpeg	Mail transmis le 05/01/2023
Cahier des charges de la mission G2AVP (2 pages)	-		PDF	

### 2.2. Description du site

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

Le site d'étude est situé entre l'impasse du stade et la rue de la Pilonnière, dans le prolongement de la rue de la Haute Métairie, sur la commune de La Guierche (72).

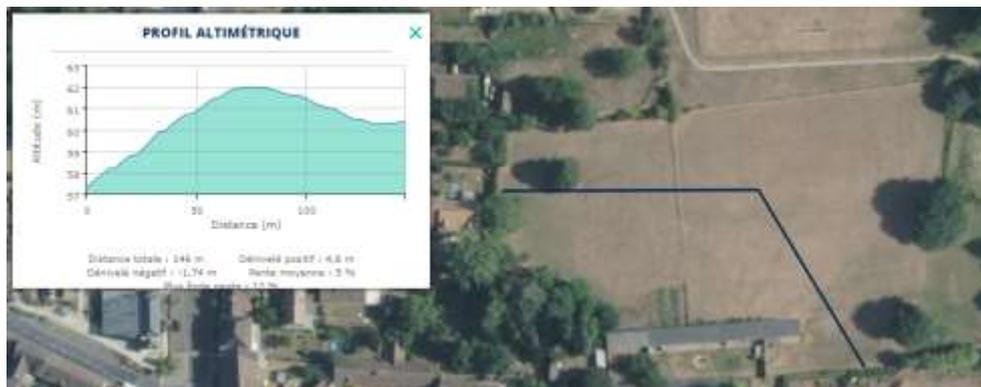
A noter la présence d'une grange occupée par la Mairie de la Guierche côté Nord du site, ainsi que d'anciennes étables côté Sud. Le reste des parcelles sont à l'état de prairie. De plus, on peut observer la présence de quelques arbres et arbustes réparti de manière éparse sur le site.

Les cotes altimétriques du site sont comprises entre 57 et 62 m NGF. Le site présente une dénivellation générale de 3% du Nord au Sud-Est. D'ouest en Est, la pente atteint 7% jusqu'au centre du terrain (parcelle 0145) puis diminue jusqu'en limite de parcelle.

A noter que la Sarthe est située à +/- 600 m à l'Ouest du site étudié, dont l'altitude est de l'ordre de 49 m NGF environ.



*Profil altimétrique issu de géoportail.gouv.fr, données IGN*



*Profil altimétrique issu de géoportail.gouv.fr, données IGN*

### 2.2.2. Géologie prévisionnelle

D'après notre expérience locale et la carte géologique de Beaumont-sur-Sarthe (72) à l'échelle 1/50 000<sup>e</sup>, le site serait constitué de haut en bas, par :

- des formations de couverture,
- des Alluvions Anciennes de moyennes terrasses et terrasses intermédiaires (Fx et Fw-x) ;
- des Marnes de Ballon ou Argiles Glauconieuses à minerai de fer (n7S-C1a).

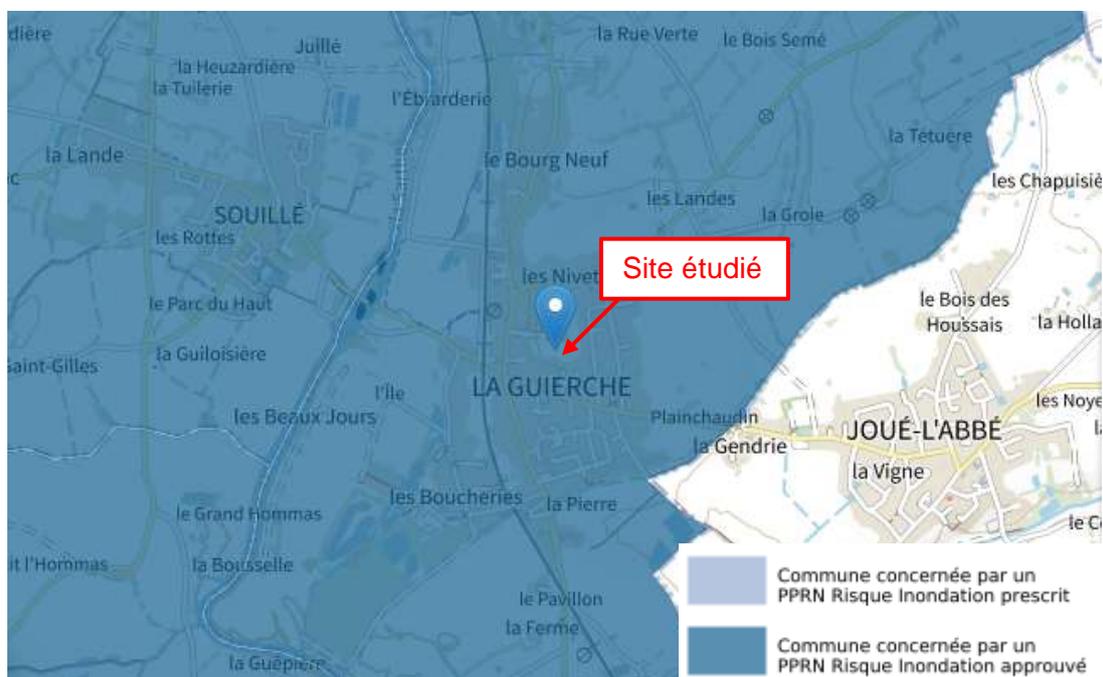


Source : infoterre

### 2.2.3. Aléas géologiques et géotechniques

#### Aléa inondation

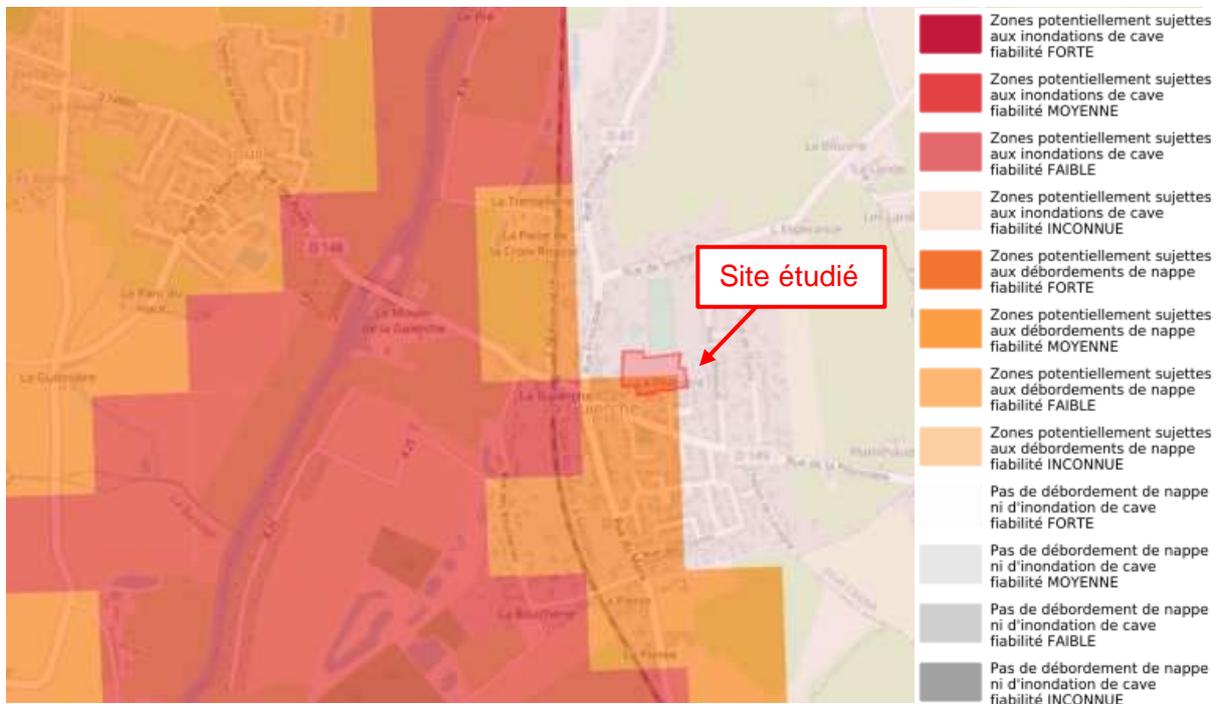
D'après le site [Géorisques.gouv.fr](http://Géorisques.gouv.fr), la commune de La Guierche (72) est soumise à un Plan de Prévention Risque Inondation (PPRI) approuvé.



Source : Géorisques.gouv

**Risque remontées de nappe :**

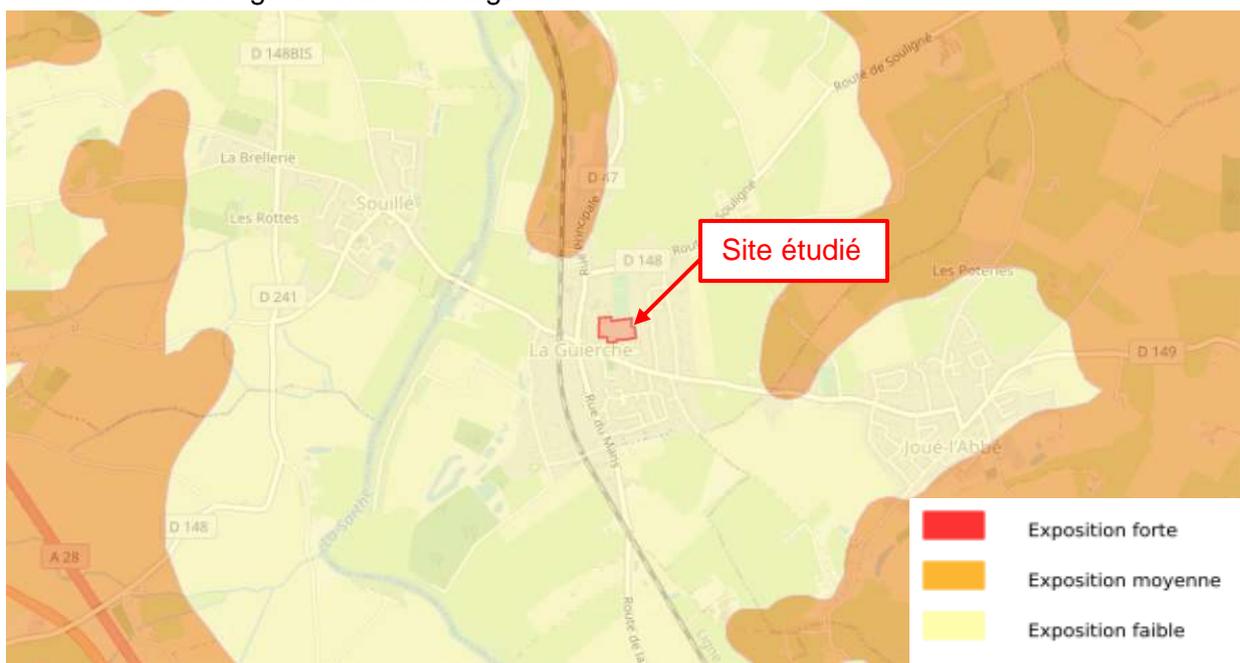
D'après le site *infoterre.brgm.fr*, le site est partagé entre une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe (fiabilité moyenne) au Sud et une zone non sujette au débordement de nappe ni inondation de cave (fiabilité moyenne) sur le reste du site.



Source : *infoterre.brgm.fr*

**Aléa retrait-gonflement des argiles**

D'après les données fournies par le site *infoterre.brgm.fr*, le site d'étude est situé en aléa **faible** vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles.



Source : *infoterre.brgm.fr*

#### 2.2.4. Contexte sismique

Les règles de classification et de construction parasismiques pour les bâtiments de classe dite « à risque normal » (décret n°2010-1255 du 22/10/2010 modifié par l'arrêté du 25/10/2012) sont applicables. Le site étudié est classé en zone de sismicité 2 (faible).

L'analyse du risque de liquéfaction des sols n'est pas requise en zone de sismicité 2.

### 2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

#### 2.3.1. Description du projet

D'après les documents cités au paragraphe 2.1.2 et les informations fournies, le projet porte sur la viabilisation d'un lotissement au droit d'une parcelle située au Sud du terrain de football sur la commune de la Guierche (72).

Le projet nécessitera la démolition de quelques bâtiments anciens existants sans terrassements en masse important (niveau des voiries supposées voisine du T.N.)

Le projet prévoit la réalisation d'une voie de desserte et de noues d'infiltration.

#### 2.3.2. Terrassements prévus

Les terrassements envisagés pour la voirie seront a priori limités à des déblais et/ou remblais de l'ordre de +/- 0.5 m de profondeur par rapport au terrain existant, à la réalisation de tranchées pour la pose des réseaux (profondeur <1.5 m).

#### 2.3.3. Voiries

Le projet comprend la réalisation de voiries de desserte.

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

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

## 2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n° **OLM2.N.0012-2**.

Il s'agit d'une mission d'Etude géotechnique de conception - Phase Avant-Projet (G2AVP), selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

La mission comprend, conformément au contrat, les prestations suivantes :

- la définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifique, sa réalisation et son suivi technique ;
- l'exploitation des résultats ;
- la définition des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet ;
- la définition de certains principes de construction envisageables (assise des voiries, terrassements, pentes et talus, disposition générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants) au stade de l'avant-projet ;
- la fourniture d'une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

Il convient de rappeler que les aspects suivants ne font pas partie de la mission :

- l'étude des fondations et niveaux-bas des futurs pavillons ou ilots ;
- l'étude de stabilité des talus ;
- l'étude des ouvrages de soutènements éventuels ;
- la reconnaissance de cavités ;
- l'évolution dans le temps de l'hydrogéologie locale (propriétés des différents aquifères, niveaux d'eau caractéristiques EB, EF, EH, EE, PHEC) ;
- les études de pollutions ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques situées en dehors de l'emprise des investigations.

**Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de projet G<sub>2</sub> phase Projet (G<sub>2</sub> PRO) doit être envisagée afin de valider les Principes Généraux de Construction établis en phase AVP, fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), établir des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques et des notes de calcul de dimensionnement.**

### 3. Investigations géotechniques

#### 3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par le client.

#### 3.2. Implantation et nivellement

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

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel tel qu'il était au moment de la campagne de reconnaissance (janvier 2023).

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

##### 3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Profondeur (m/TA)
<b>Sondage semi-destructif à la tarière hélicoïdale continue</b> Ø 63 mm <b>Avec pose d'un piézomètre</b>	1	Pz1	6.0
<b>Fouille de reconnaissance géologique</b>	4	PM2 PM3 PM3Bis PM4 PM5	1.6 1.7 0.7 1.7 2.1

Les coupes des sondages sont présentées en annexe 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
  - coupe des sols,
  - venue d'eau éventuelle.
- **Puits de reconnaissance au tractopelle :**
  - coupe détaillée des sols,
  - prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc.

### 3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Noms	Profondeur (m/TA)
Essai Matsuo	Ma2	1.6
	Ma3	0.7
Essai au Double Anneau	Da6	Surface

### 3.3.3. Piézométrie

L'équipement suivant a été mis en place :

Equipement piézométrique	Sondage	Prof. / TA
Tube piézométrique PVC Ø 50 mm avec capot métallique	Pz1	6.0 m

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail de l'équipement mis en place sont indiqués sur la coupe de forage correspondante.

## 3.4. Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	1	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	1	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	1	NF P94-068
Indice Portant Immédiat (IPI)	1	NF P94-078
Classification des sols (GTR)	1	NF P11-300
Essai de compactage à l'essai Proctor Normal	1	NF P94-093

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

## 4. Synthèse des investigations

### 4.1. Modèle géologique général

**Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.**

#### 4.1.1. Lithologie

Sous une épaisse couverture végétale (formation n°0), jusqu'à 0.25 à 0.5 m de profondeur environ, la succession des horizons rencontrés est la suivante :

##### Formation n°1 : Limon graveleux

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de 0.25 à 0.5 m de profondeur environ.

Jusqu'à 1.1 à 1.7 m de profondeur environ.

Nature : Limon +/- graveleux, grave sableuse légèrement limoneuse à argileuse.

Couleur : marron foncé, marron, orangé.

Classe GTR	B5 th (PT3)
------------	-------------

Commentaire : Formation de limon +/- graveleux (formation n°1) jusqu'à 1.1 à 1.7 m de profondeur environ.

##### Formation n°2 : Argile +/- sableuse

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de 1.1 à 1.7 m de profondeur environ.

Jusqu'à >1.6 à 3.0 m de profondeur environ.

Nature : Argile, argile sableuse.

Couleur : Marron clair, marron orangé à passées grises.

Commentaire : Formation d'argile +/- sableuse (formation n°2) jusqu'à 1.6 à 3.0 m de profondeur environ.

### Formation n°3 : Sable argileux

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de 3.0 m de profondeur environ (reconnu au droit du sondage T1).

Jusqu'à la fin du sondage T1 (> 6.0 m / TA).

Nature : Sable argileux.

Couleur : marron.

Commentaire : Formation de sable argileux (formation n°3 – reconnu localement au droit de T1 / Pz1) jusqu'à > 6.0 m de profondeur environ.

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

Sondage	Profondeur de la base des couches (m / TN)			
	Formation n°0 Couverture végétale	Formation n°1 Limon graveleux	Formation n°2 Argile +/- sableuse	Formation n°3 Sable argileux
Pz1	0.5	1.7	3.0	> 6.0
PM2	0.3	1.1	> 1.6	-
PM3 / PM3bis	0.25	1.2	> 1.7	-
PM4	0.3	1.1	> 1.7	-
PM5	0.3	1.65	> 2.1	-

Remarque : Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.

#### 4.1.2. Caractéristiques physiques des sols

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Nature du sol	Prof. échant° (m/TA)	W (%)	VBS	Dmax (mm)	Tamisat < 80 µm	Proctor Normal		IPI	Classe GTR
							P OPN (Mg/m3)	W <sub>OPN</sub> (%)		
PT3	Limon graveleux marron	0.5 / 1.2	11.9	0.82	50	31.8	2.02	11.5	2	<b>B5 th</b>

**Légende :**

- W: Teneur en eau pondérale
- VBS : Indice de mesure de la capacité d'absorption de bleu de méthylène du sol
- Dmax : Diamètre maximal des éléments
- < 80 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 micromètres
- Classe GTR : Classe de sol selon la norme NF P11-300

**Les matériaux de classe GTR B5 sont sensibles à l'eau et peu sensibles au retrait-gonflement des argiles.**

## 4.2. Première approche de modèle hydrogéologique

### 4.2.1. Piézométrie

Des venues d'eau relevées ont été rencontrés à partir d'une profondeur de 1.0 m au droit d'une partie des sondages à la pelle mécaniques au moment des investigations (Janvier 2023). A noter, que dans le piézomètre installé au Nord de la parcelle, aucun niveau d'eau n'a été relevé au moment de son installation.

Les niveaux d'eau relevés s'établissent comme suit :

Sondage	PM3	PM4	PM5
Date	Prof.	Prof.	Prof.
26/01/23	1.0	1.0	1.0

Ces niveaux correspondent à des niveaux mal stabilisés de la nappe du secteur et sont susceptibles de correspondre à des circulations de pente.

**Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Les niveaux d'eau mesurés doivent donc être considérés à un instant donné.**

### 4.2.2. Inondabilité

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

#### 4.2.3. Perméabilité

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

Désignation de l'essai	Formation	Nature du sol	Profondeur de l'essai (en m/TA)	Coefficient de perméabilité K (m.s <sup>-1</sup> )
Ma2	n°2	Argile	1.6	$< 1.1 \times 10^{-8}$
Ma3	n°1	Limon graveleux	0.7	$7.49 \times 10^{-6}$
Da6	n°0	Couverture végétale	Surface	$3.8 \times 10^{-6}$

#### Remarques importantes :

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

## 5. Principes généraux de construction

### 5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

- Sous une formation de couverture végétale (formation n°0) de 0.3 à 0.5 m d'épaisseur environ, on distingue une formation de limon graveleux (formation n°1), jusqu'à 1.1 à 1.7 m de profondeur environ. Ensuite, on rencontre une formation d'argile +/- sableuse (formation n°2) jusqu'à 1.6 à 3.0 m de profondeur environ. Au-delà, on observe une formation de sable argileux (formation n°3) jusqu'à la fin du sondage T1 (>6.0 m/TA).
- Des venues d'eau ont été observées à partir de 1.0 m de profondeur au droit des sondages PM3, PM4 et PM5 lors de nos investigations (Janvier 2023).
- Au regard des essais en laboratoire, les matériaux de la formation n°1 testés du site sont classés en **B5 th**, correspondant à des sols faiblement sensibles au retrait-gonflement des argiles et sensibles à l'eau.

### 5.2. Adaptations générales de l'avant-projet

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

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

#### 5.2.1. Réalisation des terrassements

Les terrassements envisagés pour la voirie seront a priori limités à des déblais et/ou remblais de l'ordre de +/- 0.5 m de profondeur par rapport au terrain existant, et à des tranchées.

#### 5.2.1.1. Traficabilité en phase chantier

Les essais d'identification ont permis de classer les sols testés en **B5** au sens de la norme NFP 11-300 (GTR).

Compte tenu de la classification précédente, ces sols sont sensibles à l'eau. Ils étaient dans un état hydrique « th » (très humide) au moment des investigations (janvier 2023).

**En fonction des conditions rencontrées au moment des travaux, cet état hydrique est susceptible de varier sensiblement à fortement. Les conditions d'utilisation de ces matériaux peuvent, par conséquent, évoluer fortement.**

Les travaux devront donc être réalisés en période météorologique favorable. Si ce n'est pas le cas, les travaux préparatoires pourront être les suivants :

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

#### 5.2.1.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant les formations de couverture végétale (formation n°0) et de limon graveleux (formation n°1) ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Toutefois, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs ou des affleurements rocheux en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH, dérocteur, etc... voire d'explosifs.

#### 5.2.1.3. Drainage en phase chantier

En principe, le terrain devrait être sec sur les profondeurs concernées par le projet (hors épisodes pluviométriques, sur les profondeurs reconnues). Cependant, les venues d'eau pouvant apparaître en cours de terrassement, en particulier en cas de précipitations, seront collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

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

#### 5.2.1.4. Réalisation des remblais

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront alors répondre aux recommandations « Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations » du L.C.P.C. de 1980 et/ou au DTU 13.3.

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

Un contrôle régulier au fur et à mesure de l'avancement du remblai sera nécessaire. Ce contrôle est à prévoir à chaque couche unitaire d'apport, et au minimum tous les 0,6 m d'épaisseur au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai. A chaque phase de la montée du remblai, on visera un critère de réception par essais à la plaque Ø 60 cm, selon le mode opératoire du L.C.P.C., correspondant à un module  $EV2 \geq 30$  MPa sous les voiries.

De plus, on s'assurera que le compactage est correctement réalisé (critère en EV1/EV2, méthode Q/S, gammadensimètre et/ou essais au pénétrodensitomètre).

#### 5.2.1.5. Stabilité des fouilles des réseaux

Les formations superficielles rencontrées (couverture végétale, limon graveleux) pourront nécessiter un blindage en cas de période météorologique défavorables, d'hétérogénéités locales ou de présence d'eau. Dans tous les cas, il convient de respecter les réglementations en vigueur, notamment la réalisation d'un blindage au-delà de 1.3 m de profondeur.

## 5.3. Préparation de la plateforme de chaussée

### 5.3.1. Préambule

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

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures, nous avons utilisé :

- le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de septembre 1992 (GTR),
- Le guide pour la construction des voiries à faible trafic Bretagne – Pays de la Loire (2002).

### 5.3.2. Hypothèses de calcul

La classe de trafic ne nous a pas été fournie. Nous avons donc considéré une classe de trafic T5 (maximum 2 PL/ jour et par sens de circulation). Les hypothèses complémentaires suivantes ont été prises en compte :

- durée de service : 20 ans,
- taux de croissance annuel : 0 %,
- 13 T maximum par essieu.

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

La partie supérieure des terrassements est constituée par des sols de type B5 dans un état hydrique « th ».

Lorsque les terrassements en déblai / remblai sont exécutés, la PST peut être estimée, en fonction des sols en présence, pour le sol support sans drainage ni amélioration, sur une PST n°0, AR0.

Cette classe peut évoluer en fonction des conditions météorologiques et chuter en PST n°0 avec AR0.

Des travaux préparatoires (drainage, purge et substitution, cloutage, mise en place de géogrilles, etc...) pourront être nécessaires pour obtenir une portance PST n°2, AR1 minimum.

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

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

### 5.3.4. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF2 (EV2  $\geq$  50 MPa) à partir d'une PST n°2, AR 1, il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	✓ 0.35 m de matériaux A2 traités au liant et éventuellement à la chaux ou
h	PST 1 / AR 1	Traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	
m	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	✓ 0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
s	PST 3 / AR 1		
ts			

### 5.3.5. Structure type de chaussée

L'étude de dimensionnement des voiries ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

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

- 4 cm d'enrobé BBSG,
- 6 cm d'enrobé BBSG,
- 20 cm de GNT,
- 25 cm de GNT.

Légende : BBSG : Béton bitumineux semi grenu, GH : Grave hydraulique, GNT : grave non traitée, SH : sable hydraulique, GB : grave bitume, SB : sable bitume.

Ou, pour une voirie légère.

Couches	Epaisseur	Epaisseur
Surface	5 cm de BBSG (0/10)	6 cm de BBSG (0/10)
Fondation et base	25 cm de GNT	13 cm de GB2 (0/14)
Plateforme	PF2 (EV2 > 50 MPa)	PF2 (EV2 > 50 MPa)

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

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

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

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

Par ailleurs, les GB et les BBSG seront conformes à la norme NF EN 13108 - 1

Les granulométries des matériaux hydrocarbonés seront fonction des épaisseurs mises en œuvre, qui pourront être les suivantes :

- GB (0/14 pour des épaisseurs de 8 à 14 cm),
- BBSG (0/10 pour des épaisseurs de 5 à 7 cm).

Leurs conditions de mise en œuvre sont définies par la norme NF P98-150. Les liants utilisés pour la couche d'accrochage seront adaptés au matériau hydrocarboné choisi.

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

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

## 5.4. Tranchées

### 5.4.1. Exécution des fouilles

Les fouilles de tranchées d'une profondeur supérieure à 1,30 m et de largeur inférieure ou égale aux deux tiers de la profondeur, doivent être équipées de blindage.

Pour les fouilles de profondeur inférieure à 1,30 m :

S'il existe des contraintes particulières (comme notamment la nature et l'état des terrains, les surcharges dues aux constructions, aux dépôts de toute natures situés à proximité de la fouille, l'ébranlement du sol dû à la circulation des véhicules, ou au fonctionnement d'un compresseur ou équivalent), une étude spécifique sera réalisée.

Le dimensionnement et le choix du matériel de blindage sont définis en prenant en compte :

- la nature des terrains (cohésion, angle de frottement, sensibilité à l'eau, pendage des couches) ;
- la présence d'une nappe phréatique (pompage, phénomène de «renard») ;
- les surcharges susceptibles d'exister en crête des tranchées (circulations, zones de stockage de matériaux, constructions existantes) ;
- les risques résultant d'une éventuelle décompression des terrains.

### **Fouilles dans l'eau :**

En présence d'eau, les tranchées sont réalisées avec assèchement de la fouille. Une étude particulière doit être menée, portant notamment sur les points suivants :

- le matériel de pompage à employer (pompage dans la fouille ou rabattement de la nappe) ;
- le matériel de blindage à employer (de type jointif) ;

Deux cas apparaissent possibles :

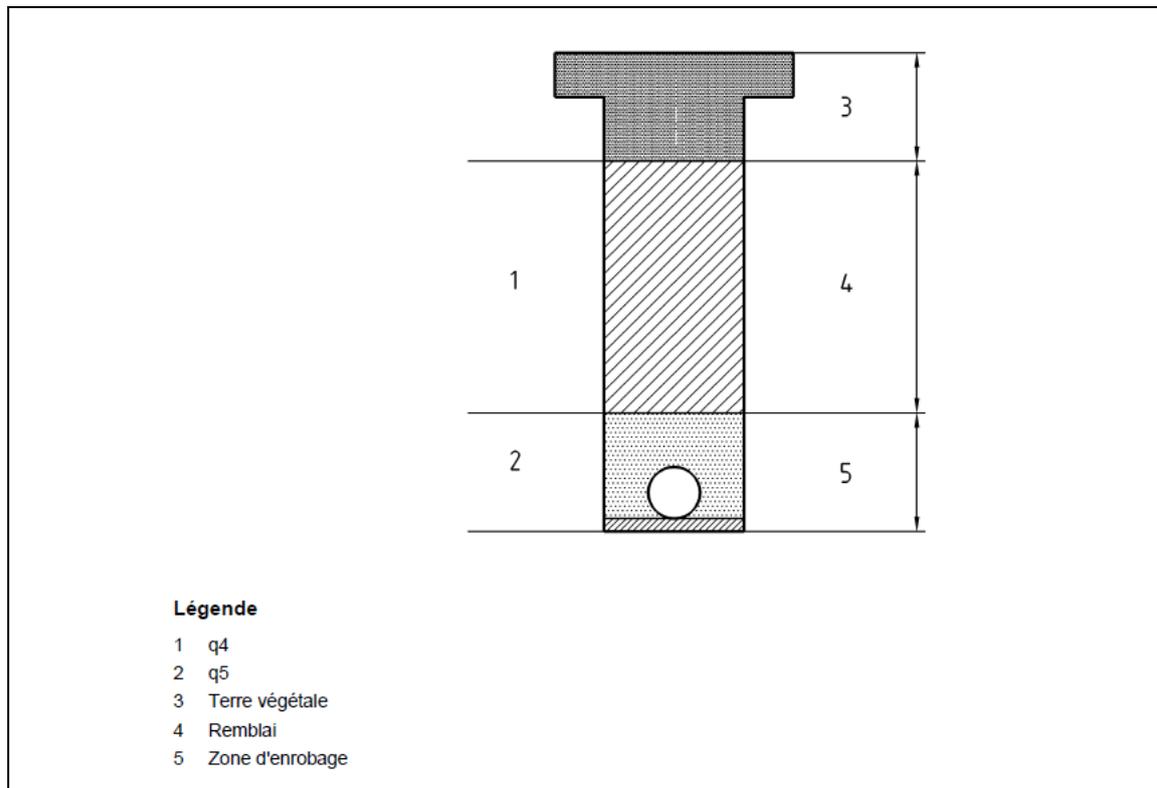
- 1) La présence d'eau est « prévisible (zone humide, proximité d'un cours d'eau, nappe connue...) » : Dans ce cas, le risque est identifié et doit alors être pris en compte par les études amont réalisées par le maître d'ouvrage.
- 2) La présence d'eau est inopinée ou accidentelle (intempéries, rupture de canalisation...) : Dans ce cas la résolution du (des) problème(s) est du ressort du savoir-faire de l'entreprise en accord avec le maître d'ouvrage.

#### 5.4.2. Remblai pour le réseau d'assainissement : réutilisation des matériaux

Les objectifs de densification et les croquis ci-dessous sont donnés à titre indicatif selon les recommandations de la norme NF P98-331 d'août 2020.

Quatre cas distincts peuvent se présenter sur le site :

- **Canalisation sous espaces verts – Type 4**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :

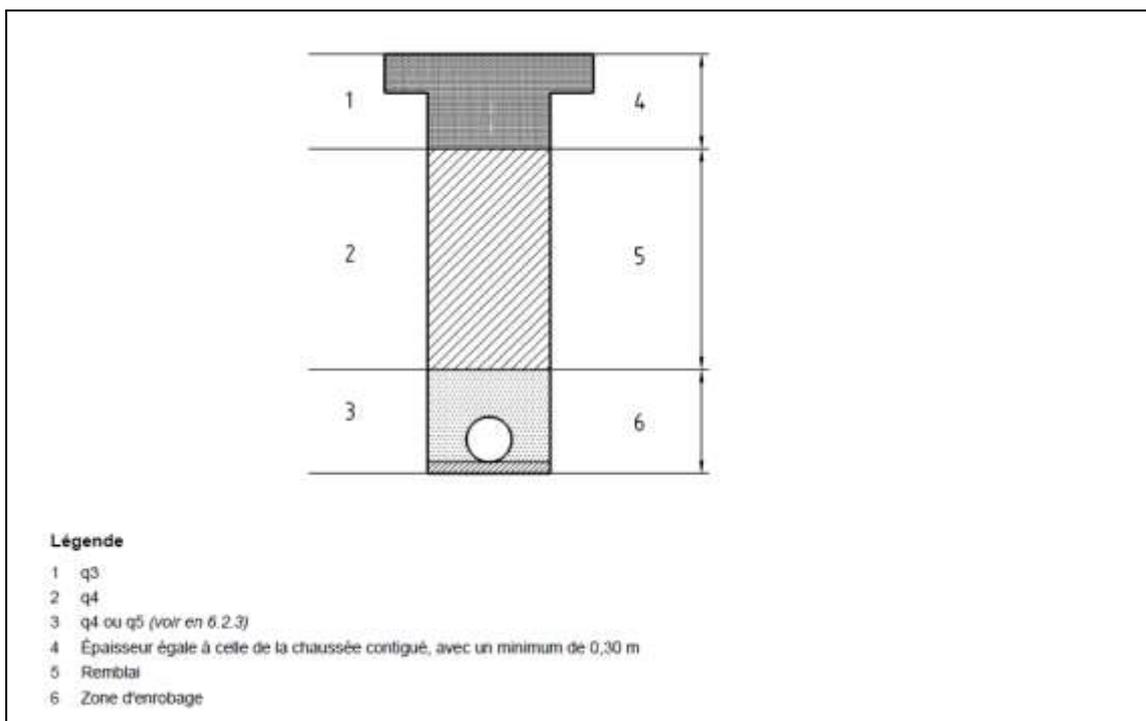


L'épaisseur de terre végétale est au moins équivalente à celle avant travaux, puis nivelée et ensemencée en fonction des zones traversées.

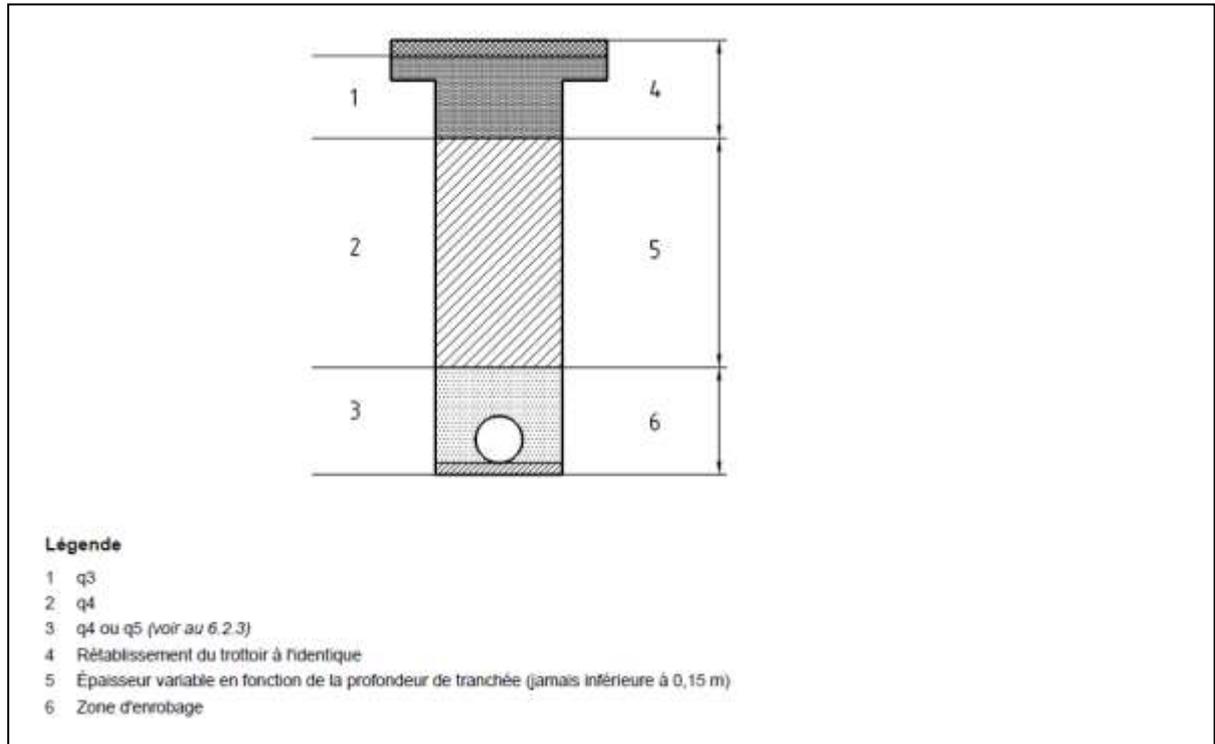
- **Canalisation sous accotements – Type 3**, correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :

Si l'accotement est susceptible de supporter des charges lourdes, l'objectif de densification est identique à celui de la tranchée sous chaussée.

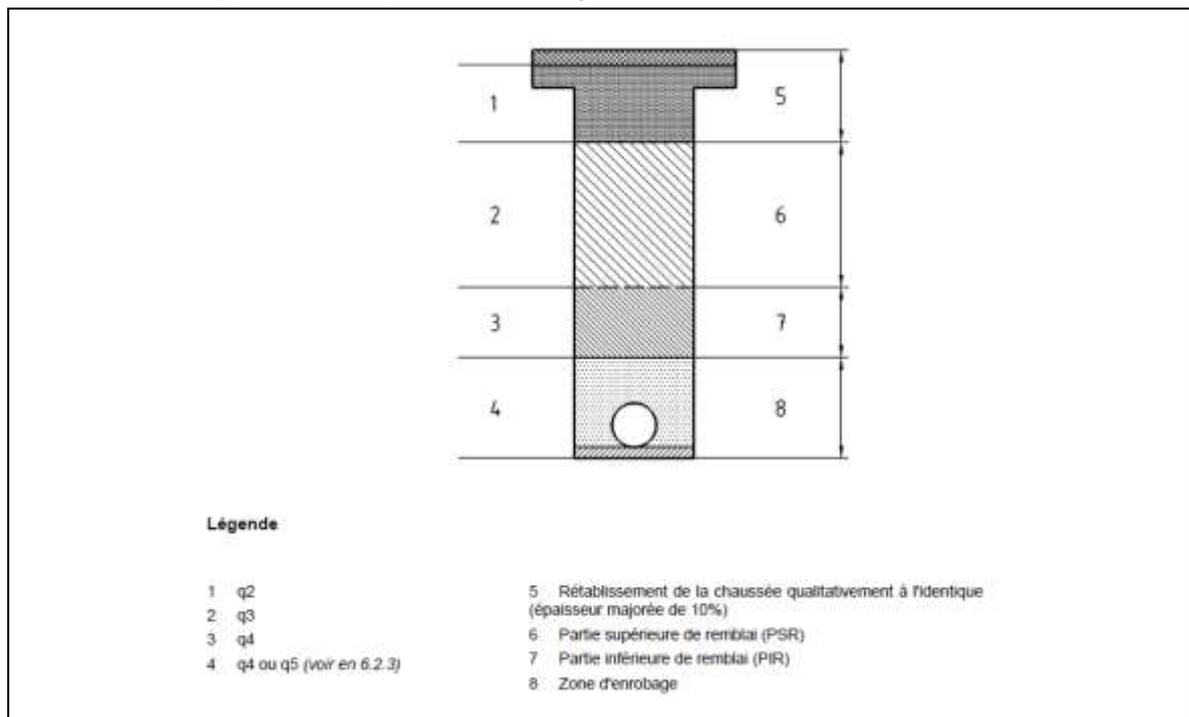
Si absence de charges lourdes, l'objectif de densification est q3 en partie supérieure du remblai sur une épaisseur égale à celle de la chaussée avec un minimum de 0.3 m.



- **Canalisation sous trottoir ni circulés par des véhicules, ni stationné – Type 2,** correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



- **Canalisation sous chaussée, trottoirs ou accotements supportant des charges lourdes – Type 1,** correspondant à la figure ci-dessous, sera retenue :



Dans tous les cas, on veillera à ce que les points suivants soient respectés :

- fond de tranchée compacté en deux passes de compacteurs de géométrie appropriée permettant d'assurer la stabilité et la planéité du fond de la tranchée ;
- enrobage de la canalisation par des matériaux comportant peu d'éléments grossiers et non argileux de manière à ne pas offrir d'entraînement hydraulique en cas de remontée de la nappe ;
- recouvrement de la canalisation (matériau d'enrobage) sur une hauteur comprise entre 10 cm minimum et 30 cm maximum.

#### 5.4.3. Matériaux utilisables en remblai

Le **niveau q4**, correspondant à la partie inférieure du remblai non sollicitée par des charges lourdes, pourra être constitué par les matériaux cités dans le tableau ci-dessous (après contrôle de leur état hydrique) :

Sols	Symbole des classes de sols
Sols fins <sup>1)</sup>	A1h ; A1m ; A1s ; A2h ; A2m
Sols sableux et graveleux avec fines	B1 ; B2h ; B2m ; B2s ; B3 ; B4h ; B4m ; B4s ; B5h ; B5m ; B5sB6h ; B6m
Sols comportant des fines et des gros éléments <sup>2)</sup>	C1A1h ; C1A1m ; C1A2h ; C1A2mC2A1h ; C2A1m ; C2A2h ; C2A2mC1B2h ; C1B2m ; C1B4h ; C1B4mC1B5h ; C1B5m ; C1B6h ; C1B6mC2B2h ; C2B2m ; C2B4h ; C2B4mC2B5h ; C2B5m ; C2B6h ; C2B6m
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments <sup>2)</sup>	C1B1 ; C1B3 ; C2B1 ; C2B3
Sols insensibles à l'eau	D1 ; D2 ; D3 <sup>2)</sup>
Sols Rocheux	Symbole des classes de sols
Craies	R11 ; R12h ; R12m ; R13h ; R13m
Calcaires rocheux divers	R21 ; R22 ; R23
Sols	Symbole des classes de sols
Roches siliceuses	R41 ; R42 ; R43
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 ; R62 ; R63 ;
Sous-produits industriels	Symbole des classes de sols
Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrale thermique	F2 <sup>3)</sup>
Schistes houillers	F3 <sup>3)</sup>
Schiste de mines de potasse	F4 <sup>3)</sup>
Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F6 <sup>3)</sup>
Matériaux de démolitions	F7 <sup>3)</sup>
Laitiers de haut-fourneau	F8 <sup>3)</sup>
Autres matériaux	Caractéristiques pour la mise en œuvre
Matériaux élaborés	Difficulté de compactage : (DC1) ; (DC2) ; (DC3) <sup>2) 4)</sup>
Matériaux auto-compactants excavables	Se référer aux conditions d'utilisation spécifique <sup>5)</sup>
<p>1) L'emploi de matériaux fins de type A3 est possible uniquement en Partie Inférieure de Remblai et sous réserve de l'avis d'un géotechnicien.</p> <p>2) Selon les critères dimensionnels du <math>D_{max}</math> figurant au 6.2.2.1, un criblage peut être nécessaire.</p> <p>3) Pour ces matériaux, les sous-classes admissibles sont définies dans le Tableau 4.</p> <p>4) Voir la définition des matériaux (DC1), (DC2) et (DC3) figurant en annexe du présent document.</p> <p>5) Certaines formulations peuvent conduire à une augmentation de la résistance et à réduire l'excavabilité des matériaux. L'utilisation de ces matériaux, notamment en partie supérieure de remblai ou en corps de chaussée hors couches de surface, est conditionnée à une étude spécifique (compatibilités chimiques, résistances mécaniques, excavabilité, etc.).</p>	

Extrait norme NFP98-331– Matériaux utilisables en PIR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

Il est également envisageable d'utiliser les sous-classes F (sous-produits industriels) suivants sous réserve d'études spécifiques, notamment vis-à-vis de la nocivité vis-à-vis des réseaux, au respect des règles liées à l'environnement, et à la santé.

Appellation selon norme NF P 11-300	Sous-classes
F2 Cendres volantes et cendres de foyer silico-alumineuses de centrales thermiques (NF EN 14227-3, NF EN 14227-4)	F2h : cendres volantes humides $4 < IPI \leq 10$ $1,2 W_{OPN} \leq W_n < 1,3 W_{OPN}$
	F2m : cendres volantes à teneur en eau moyenne $0,85 W_{OPN} \leq W_n < 1,2 W_{OPN}$
	F2s : cendres volantes sèches $0,75 W_{OPN} \leq W_n < 0,85 W_{OPN}$
F3 Schistes houillers	F31 : schistes houillers totalement brûlés (couleur : du rouge au violet)
	F32 : schistes houillers incomplètement ou non brûlés (couleur : du noir à l'orange)
F4 Schistes des mines de potasse	F41 : schistes des mines de potasse à faible teneur en NaCl : % de NaCl $\leq 10$
F6 Mâchefers d'incinération des ordures ménagères	F61 : mâchefers bien incinérés, criblés, déferrailés, peu chargés en éléments toxiques solubles et stockés durant plusieurs mois. Perte au feu PF $< 5$ % selon la norme NF EN 1744-1 F62 : idem F61 mais de fraîche production Les mâchefers seront classés selon l'essai de lixiviation (norme NF EN 12457-2) et devront respecter les spécifications de la circulaire du ministère de l'environnement relative à l'élimination des mâchefers d'incinération de résidus urbains (9 mai 1994).
F7 Matériaux de démolition recyclés	F71 : matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrailés, homogénéisés Teneur en sulfate $< 0,8$ % mesurée selon l'essai défini par la norme XP P 18-581
F8 Laitiers de haut-fourneau	Laitiers granulés, bouletés, expansés ou cristallisés
F9 Laitiers d'aciéries et de convertisseurs	Nécessité de réalisation d'études spécifiques portant sur les aspects : -Techniques : vérification des éventuels gonflements selon NF EN 1744-1 et définition des objectifs de compactage par planche d'essai -Environnementaux : conformité au guide d'acceptabilité des matériaux alternatifs en technique routière dans sa déclinaison « laitiers sidérurgiques »

*Extrait norme NF P98-331– Sous-produits industriels utilisables en PIR*

Les matériaux mis en œuvre en niveau q4 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- densité sèche moyenne de la couche  $\geq 95\%$   $pd_{OPN}$ ,
- densité sèche en fond de couche  $\geq 92\%$   $pd_{OPN}$ .

L'épaisseur du niveau q4 est fonction de la hauteur de la tranchée et des épaisseurs des niveaux q3 et q2. Dans la mesure où l'épaisseur du niveau q4 ne dépasserait pas 0.15 m, le remblai serait obligatoirement réalisé avec le même matériau que celui de la partie supérieure du remblai.

Le **niveau q3** correspond à la partie supérieure du remblai (PSR) subissant des sollicitations dues à l'action du trafic ou au revêtement de la chaussée en cas d'absence de charges lourdes.

Seuls les matériaux cités dans les tableaux ci-dessous pourront entrer dans la constitution du niveau q3 :

Sols	Symbole des classes de sols
Sols sableux et graveleux avec fines (non argileuses)	B11 — B31
Sols comportant des fines (non argileuses) et des gros éléments	C1B1 — C1B3 — C2B1 — C2B3- C2B1 — C2B3 C1B4 — C2B4 après élimination de la fraction fine 0/d
Sols insensibles à l'eau	D1 — D2 — D3
<b>Sols Rocheux</b>	<b>Symbole des classes de sols</b>
Craies	R11 après vérification de la structure au gel
Calcaires rocheux divers	R21 — R22*
Roches siliceuses	R41 — R42*
Roches magmatiques et métamorphiques	R61 — R62*
<b>Sous-produits industriels</b>	<b>Symbole des classes de sols</b>
Schistes houillers	F31
Machefer d'incinération de déchets non dangereux (MIDND)	F6**
Matériaux de démolition	F7
Laitiers de haut-fourneau	F8
Laitier d'aciérie et de convertisseurs	<b>F9</b>
<b>Autres matériaux</b>	<b>Caractéristiques pour la mise en œuvre</b>
Matériaux élaborés	Difficulté de compactage : (DC1) ; (DC2) ; (DC3)
Matériaux auto-compactants excavables	Se référer aux conditions spécifiques d'utilisation <sup>1)</sup>
<p><i>1) Certaines formulations peuvent conduire à une augmentation de la résistance et à réduire l'excavabilité des matériaux. L'utilisation de ces matériaux, notamment en partie supérieure de remblai ou en corps de chaussée hors couches de surface, est conditionnée à une étude spécifique (compatibilités chimiques, résistances mécaniques, excavabilité, etc.).</i></p> <p><i>* Les matériaux des classes R22, R42 et R62 nécessitent l'élimination de leur fraction fine 0/d pour une utilisation en PSR.</i></p> <p><i>** Pour les MIDND, se référer au guide d'acceptabilité des matériaux alternatif en technique routière (AMATR) dans sa déclinaison MIDND.</i></p>	

Extrait norme NF P98-331– Matériaux utilisables en PSR selon l'appellation de la norme NFP 11-300

Appellation selon norme NF P 11-300	Sous-classes
F3 Schistes houillers	F31 : schistes houillers totalement brûlés (couleur: du rouge au violet)
F6 Machefer d'incinération de déchets non dangereux.	F61 : mâchefers bien incinérés, criblés, déferrailés, peu chargés en éléments toxiques solubles et stockés durant plusieurs mois. Perte au feu PF < 5 % selon la norme NF EN 1744-1
	F62 : idem F61 mais de fraîche production Les mâchefers seront classés selon l'essai de lixiviation (norme NF EN 12457-2) et devront respecter les spécifications du guide technique AMATR déclinaison MIDND
F7 Matériaux de démolition recyclés	F71 : matériaux de démolition, sans plâtre, épurés des éléments putrescibles, concassés, criblés, déferrailés, homogénéisés Teneur en sulfate < 0,8 % mesurée selon l'essai défini par la norme XP P 18-581
F8 Laitiers de haut-fourneau	Laitiers granulés, bouletés, expansés ou cristallisés

Extrait norme NFP98-331 : Sous-produits industriels utilisables

Les matériaux mis en œuvre en niveau q3 devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- densité sèche moyenne de la couche  $\geq 98.5\%$   $pd_{OPN}$ ,
- densité sèche en fond de couche  $\geq 96\%$   $pd_{OPN}$ .

Des contrôles à la plaque ou à la dynaplaque permettront de vérifier qu'une portance de 50 MPa minimum est obtenue en surface du niveau q3.

Les matériaux utilisés en q3 ne devront pas présenter de « sensibilité à l'eau » que ce soit dans leur état naturel ou après leur avoir fait subir un traitement approprié.

L'épaisseur du niveau q3 à mettre en œuvre est fonction du trafic. Elle sera donc de 0.3 m minimum pour un trafic faible et de 0.6 m minimum pour un trafic fort.

Le **niveau q2** s'applique aux couches de chaussées.

Ce niveau correspondra à une réfection de voirie qui ne pourra être définie qu'en fonction de la classe de trafic retenue pour la voirie.

**Pour les préconisations de remblayage des tranchées, l'entreprise se reportera au guide technique de remblayage des tranchées édité par le SETRA-LCPC.**

#### 5.4.4. Conditions de réemploi des matériaux du site

Les matériaux du site testés appartiennent aux classes B5 pour les limons graveleux (formation n°1).

Les matériaux prélevés sur le site ont été caractérisés selon les préconisations du GTR (guide LCPC-SETRA 1994 – NF P11-300).

##### Niveau q4 :

- Les matériaux rencontrés ont été classés en B5 dans un état hydrique « th » au moment de notre intervention ;
- **Les matériaux classés B5 ne peuvent pas être réutilisés en l'état et devront être employés dans un état humide « h » ou dans un état moyen « m ».**

##### Niveau q3 et q2 :

Les matériaux du site classés B5 n'entrant pas dans le tableau récapitulatif présenté précédemment, il conviendra donc d'utiliser des **matériaux d'apport**.

L'étude des tranchées, ainsi que l'étude de réemploi des matériaux du site ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

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

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

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

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

NB : l'ensemble de ces préconisations est donné à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition, dans le cadre d'une étude de projet, pour en vérifier la définition et les possibilités.

## 6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinant le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre de l'avant-projet (G<sub>2</sub> AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de projet (G<sub>2</sub> PRO) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché (G<sub>2</sub> DCE/ACT).

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

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

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

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

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

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

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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 géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

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

<p><b>ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, 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 Etude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).</li> <li>— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase 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>— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.</li> </ul> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).</li> <li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul>
<p><b>DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.</li> <li>— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).</li> </ul>

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



Légende :

- Essai au Double anneau (Da)
- Tarière hélicoïdale diam. 63 mm (T) / Piézomètre (Pz)
- Puit à la pelle mécanique (Pm) / Essai Matsuo (Ma)

**Plan d'implantation des sondages**

**LA GUIERCHE (72) – Viabilisation lotissement**

Dossier : OLM2.NC007 Version 1

Date : 09/03/2023

Echelle : graphique



GINGER CEBTP  
Agence du Mans  
14 Rue de Vienne  
72190 Couaines

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

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

Echelle : **1/33°**

Machine : **M258**

X :

Y :

Altitude :

Date de forage : **23/01/2023**

Profondeur du forage : **6.00 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Outil	Niveau d'eau	Equipement forage	Lithologie	Commentaire
0	0	Tarière hélicoïdale Ø63mm			Terre végétale limoneuse 0.50 m	
-1	1			Tube PVC Ø50mm lisse	Argile sableuse marron légèrement humide 1.70 m	
-2	2				Argile légèrement sableuse marron orangé plastique 3.00 m	
-3	3				3.00 m	
-4	4			Tube PVC Ø50mm crépiné	Sable argileux marron légèrement humide 6.00 m	
-5	5					
-6	6					

Observations : **Sec à la mise en place**

EXGTE 3.23.3

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

X :

Echelle : **1/8°**

Y :

Date forage : **26/01/2023**

Machine : **Mini-pelle 5t**

Altitude :

Profondeur du forage : **1.6 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Images
0	0		Terre végétale limoneuse 0.30 m	
-0.5	0.5		Limon graveleux mou marron foncé à marron clair	
-1	1		Argile marron clair ferme 1.10 m	
-1.5	1.5			

Observations : **Pas de niveau d'eau repéré en profondeur**

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

X :

Echelle : **1/9°**

Y :

Date forage : **26/01/2023**

Machine : **Mini-pelle 5t**

Altitude :

Profondeur du forage : **1.7 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Images
0	0		Terre végétale limoneuse 0.25 m	
-0.5	0.5		Limon graveleux marron foncé 0.80 m	
-1	1	1.0 m Venues d'eau	Limon graveleux marron foncé très humide 1.20 m	
-1.5	1.5		Argile sableuse marron claire ferme 1.70 m	

Observations : **Venues d'eau à -1,0 m/TN**

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

X :

Echelle : **1/9°**

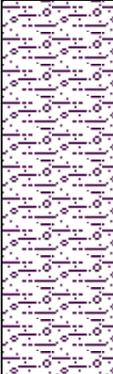
Y :

Date forage : **26/01/2023**

Machine : **Mini-pelle 5t**

Altitude :

Profondeur du forage : **0.7 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Images
0	0		 Terre végétale limoneuse 0.25 m	
-0.5	0.5		 Limon graveleux marron foncé 0.70 m	
-1	1			
-1.5	1.5			

Observations : **Pas de niveau d'eau repéré**

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

X :

Echelle : **1/9°**

Y :

Date forage : **26/01/2023**

Machine : **Mini-pelle 5t**

Altitude :

Profondeur du forage : **1.7 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Images
0	0		Terre végétale 0.30 m	
-0.5	0.5		Limon graveleux marron foncé 0.80 m	
-1	1	1.0 m	Grave sableuse légèrement argileuse marron 1.10 m	
-1.5	1.5		Argile sableuse marron orangée et grise 1.70 m	

Observations : Venues d'eau à -1,0m/TN

Dossier : **OLM2.NC007**

Chantier : **G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA GUIERCHE (72)**

Client : **KERLANN Immobilier**

X :

Echelle : **1/11°**

Y :

Date forage : **26/01/2023**

Machine : **Mini-pelle 5t**

Altitude :

Profondeur du forage : **2.1 m**

Cote (m)	Profondeur (m)	Niveau d'eau	Lithologie	Images
0	0		Terre végétale limono-graveleuse 0.30 m	
-0.5	0.5		Grave sableuse légèrement limoneuse marron 0.75 m	
-1	1		Grave sableuse légèrement argileuse marron orangée 1.65 m	
-1.5	1.5	1.5 m	Argile sableuse marron orangée à passées grises 2.10 m	

Observations : **Venues d'eau à -1,5m/TN**

Dossier :	OLM2.NC007	Client :	KERLANN Immobilier
Date de l'essai :	26/01/2023	Technicien/Ingénieur :	QG
Commune :	LA GUIERCHE (72)	Dépouillement :	30/01/2023

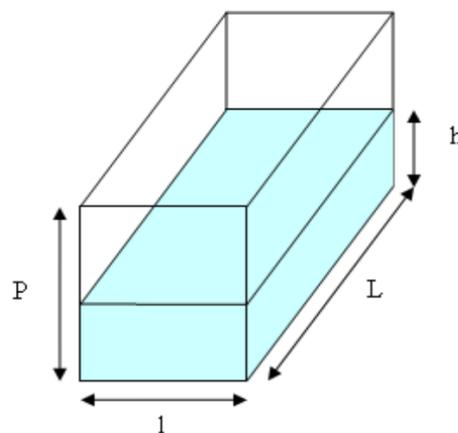
P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
1.6	0.5	1.5	0.19	Ma2

t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	0.42	-
30	0.42	0.00E+00
60	0.42	0.00E+00
90	0.42	0.00E+00
120	0.42	0.00E+00

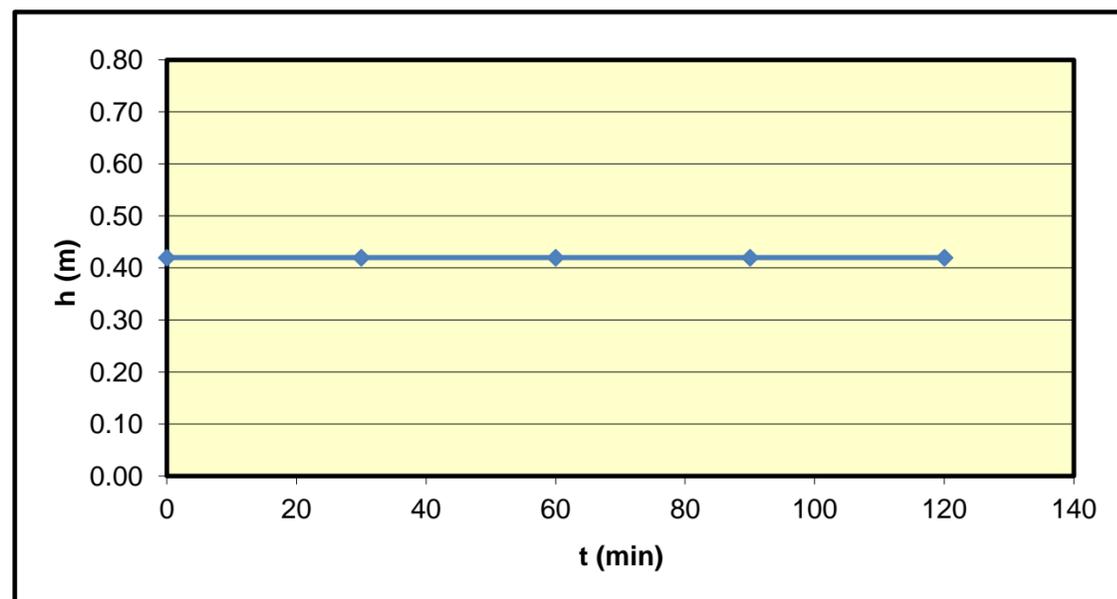
COUPE DE SOL	
Nature du materiau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.30
Limon graveleux marron foncé	1.10
Argile marron claire ferme	1.60

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L+l)}$$

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)



Perméabilité K (m/s)
<1.10E-8



Nom du chargé d'affaires :

R.PAHUD

Visa du chargé d'affaires :

Dossier :	OLM2.NC007	Client :	KERLANN Immobilier
Date de l'essai :	26/01/2023	Technicien/Ingénieur :	QG
Commune :	LA GUIERCHE (72)	Dépouillement :	30/01/2023

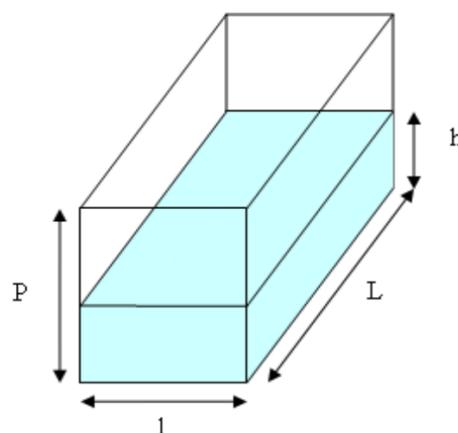
P (m)	l (m)	L(m)	C	Référence
0.7	1.6	0.45	0.18	Ma3

t (min)	h (m)	K (m/s)*
0	0.21	-
15	0.18	1.33E-05
30	0.17	9.41E-06
45	0.16	8.18E-06
60	0.14	9.14E-06
110	0.13	5.84E-06

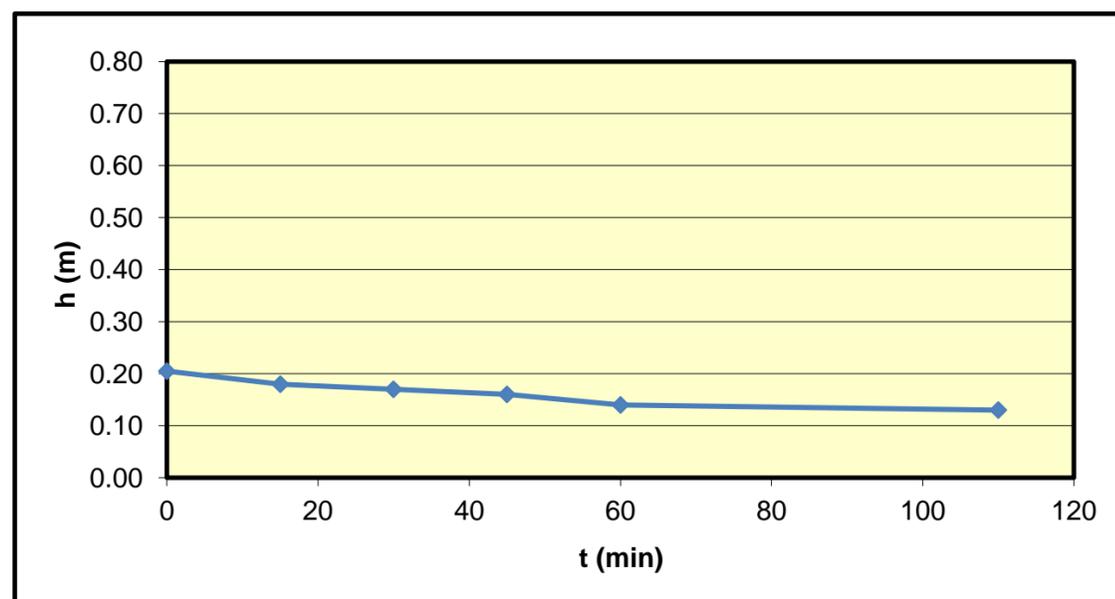
COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur/TN (m)
Terre végétale	0.25
Limon graveleux marron foncé	0.70

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L+1)}$$

- K est la perméabilité des sols (m/s)
- H est la hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)
- h est la hauteur du niveau d'eau à t (m)
- L est la longueur de la fosse (m)
- l est la largeur de la fosse (m)



Perméabilité K (m/s)
<b>7.49E-06</b>



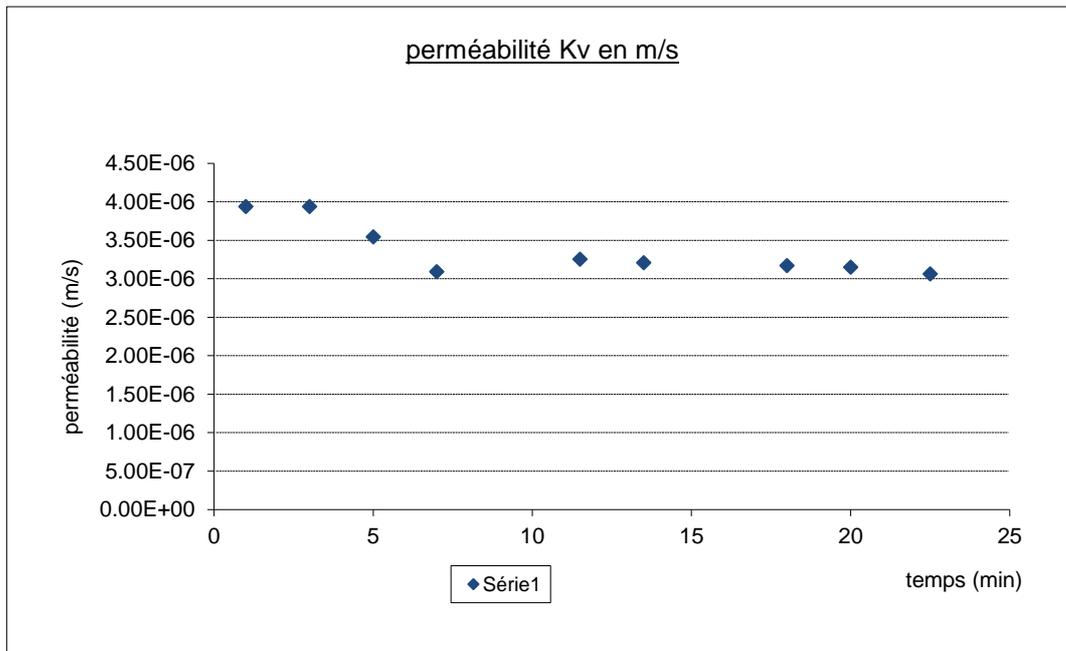
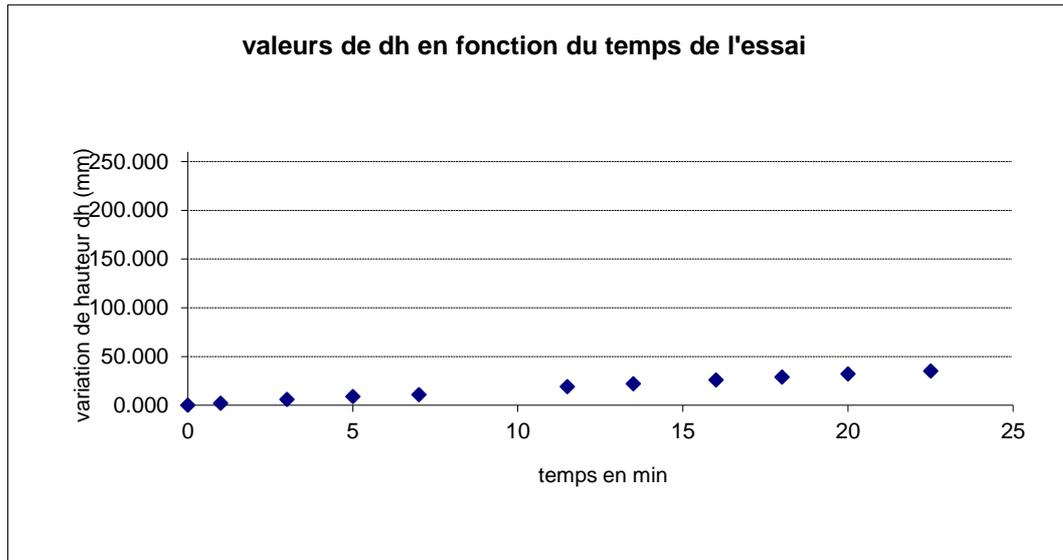
Nom du chargé d'affaires :

R.PAHUD

Visa du chargé d'affaires :

	<b>ESSAI DE PERMEABILITE INFILTROMETRE DOUBLE ANNEAU</b> Type: ouvert, norme NF X30-418	Enregistrement
		<b>LE MANS E4</b>
		V1 15/09/17
		Processus Affaire

<b>Dossier :</b> OLM2.NC007	<b>Sondage :</b> Da6
<b>Chantier :</b> LA GUIERCHE	<b>Nature :</b> TV - limon sableux
<b>Date d'essai :</b> 12/01/2023	
<b>durée de saturation :</b> 34 min	
température extérieure (°C): 12.0	



<b>K direct (m/s)* :</b>	<b>3.1E-06</b>
--------------------------	----------------

<b>K corrigé à 20°C(m/s) :</b>	<b>3.8E-06</b>
--------------------------------	----------------

Le Mans le : 17/03/2023

\* moyenne des dernières valeurs calculées

## ***ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE***

## CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP ORLEANS  
PA DE LA SAUSSAYE  
ALLEES DES JONCS  
45590 ST CYR EN VAL

### Informations générales

N° dossier : <b>OLM2.NC007.0001</b>	Client / MO : <b>KERLANN IMMOBILIER</b>
Désignation : <b>G2AVP VIABILISATION ET PERMEABILITE - LA72380</b>	
Localité : <b>LA GUIERCHE</b>	Demandeur / MOE : <b>KERLANN IMMOBILIER</b>
Chargé d'affaire : <b>HATEAU DAVID</b>	

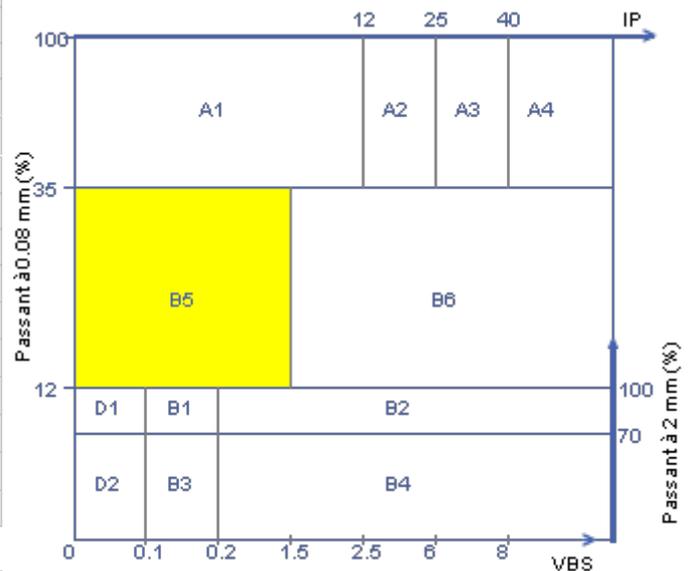
### Informations sur l'échantillon N° 23ORL-0068

Mode de prélèvement : <b>Sondage à la Pelle Mécanique</b>	Sondage : <b>PT3</b>
Prélevé par : <b>GINGER CEBTP</b>	Profondeur : <b>0.50/1.20 m</b>
Date prélèvement : <b>26/01/23</b>	
Mode de conservation : <b>Ech. prélevé en sac</b>	
Date de livraison : <b>03/02/23</b>	
Description : <b>Limon graveleux marron</b>	

### Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	50	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	74.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	31.8	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	ME selon NFP94-051		%
Limite de plasticité - WP	ME selon NFP94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	0.82	g /100 g
MV des particules solides ρ <sub>S</sub>	NF P94-054		kg/m <sup>3</sup>
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053		kg/m <sup>3</sup>
Masse volumique sèche ρ <sub>d</sub>	NF P94-064		t/m <sup>3</sup>
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C <sub>MOC</sub>	XP P 94-047		%

### CLASSIFICATION NF P 11-300: B5 th



### Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - w	NF P 94-050	11.9	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	2	
Indice de Consistance - I <sub>c</sub>	( WL - W <sub>n</sub> ) / IP		
W <sub>n</sub> / W <sub>OPN</sub>	NF P94-093		



### Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F <sub>s</sub>	NF P18-576		

### Pour information:

Teneur en eau Optimale W <sub>OPN</sub> (%) :	11.5
Masse volumique sèche Optimale ρ <sub>OPN</sub> (Mg/m <sup>3</sup> ) :	2.02

### Observations :

Responsable de laboratoire  
Frédéric GIBIER



## LE RESEAU



La Réunion



Guyane



Martinique



Guadeloupe



Nouvelle  
Calédonie



Polynésie



Maghreb

## CONTACT

### Agence du Mans

14 Rue de Vienne

72190 COULAINES

Tél. : +33 (0) 02.43.76.86.86

Fax. : +33 (0) 02.43.76.86.87

[cebtp.lemans@groupeginger.com](mailto:cebtp.lemans@groupeginger.com)

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