



investigations

essais

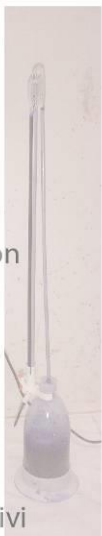


contrôle



diagnostic

analyses



supervision

suivi



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

☎ 03 20 16 88 98

💻 03 20 16 88 99

✉ contact-nord@geomeca.fr

www.geomeca.fr

Communauté d'Agglomération Cœur de Flandre

COMMUNE DE WALLON-CAPPEL (59)

Lieu-dit « OUDE HERCK HOF »

Projet d'aménagement d'une ZAE (VRD)

Etude géotechnique de conception G2 Phase Avant-Projet (AVP)

| Référence | Date | Version | Total p. |
|-----------|------------|---------|----------|
| 24-199 | 30/04/2024 | 1 | 64 |

Suivi des modifications

| Version | Rédacteur | Relecteur | Date | Chapitres modifiés | Commentaires |
|---------|-----------|--------------|------------|-----------------------|--------------|
| 1 | M. ROZMAN | M. SOUQUIERE | 30/04/2024 | - | - |

- SOMMAIRE -

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1. | PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION | 4 |
| 1.1 | <i>Description de la mission selon la norme NF P94-500.....</i> | <i>4</i> |
| 1.2 | <i>Objet du marché.....</i> | <i>4</i> |
| 2. | CONTEXTE DE L'ÉTUDE | 7 |
| 2.1 | <i>Données générales</i> | <i>7</i> |
| 2.2 | <i>Contexte géologique.....</i> | <i>7</i> |
| 2.3 | <i>Contexte hydrogéologique</i> | <i>8</i> |
| 2.4 | <i>Description du site</i> | <i>8</i> |
| 2.5 | <i>Données du projet</i> | <i>9</i> |
| 3. | INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES..... | 11 |
| 3.1 | <i>Cote de référence</i> | <i>11</i> |
| 3.2 | <i>Programme de reconnaissance et essais in-situ.....</i> | <i>11</i> |
| 3.3 | <i>Analyses au laboratoire.....</i> | <i>11</i> |
| 3.4 | <i>Relevés des coordonnées des points de sondage.....</i> | <i>12</i> |
| 4. | ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE | 13 |
| 4.1 | <i>Aléa remontée de nappe</i> | <i>13</i> |
| 4.2 | <i>Risques liés aux cavités souterraines.....</i> | <i>13</i> |
| 4.3 | <i>Informations sismiques</i> | <i>13</i> |
| 4.4 | <i>Aléa retrait-gonflement des argiles.....</i> | <i>14</i> |
| 5. | RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES | 15 |
| 5.1 | <i>Géologie rencontrée</i> | <i>15</i> |
| 5.2 | <i>Hydrologie-hydrogéologie.....</i> | <i>15</i> |
| 5.3 | <i>Résultats des analyses au laboratoire.....</i> | <i>16</i> |
| 5.3.1 | <i>Teneur en eau naturelle.....</i> | <i>16</i> |
| 5.3.2 | <i>Classification GTR</i> | <i>17</i> |
| 5.3.3 | <i>Essai Proctor normal</i> | <i>18</i> |
| 5.3.4 | <i>Aptitude au traitement à la chaux</i> | <i>21</i> |
| 5.4 | <i>Résultats des essais de perméabilité.....</i> | <i>24</i> |
| 5.4.1 | <i>Principe de l'essai</i> | <i>24</i> |
| 5.4.2 | <i>Résultats des essais</i> | <i>24</i> |
| 6. | VOIRIES..... | 26 |
| 6.1 | <i>Terrassements</i> | <i>26</i> |
| 6.2 | <i>Généralités sur la structure d'une voirie</i> | <i>27</i> |
| 6.3 | <i>Plateforme supérieure de terrassement (PST) – Arase (AR).....</i> | <i>27</i> |
| 6.4 | <i>Couche de forme.....</i> | <i>29</i> |
| 6.5 | <i>Réutilisation des matériaux en couche de forme</i> | <i>32</i> |
| 6.6 | <i>Objectifs de portance de la couche de forme</i> | <i>33</i> |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.7 | <i>Structure de chaussée</i> | 34 |
| 7. | ANNEXES | 36 |
| 7.1 | <i>Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique</i> | 36 |
| 7.2 | <i>Plans d'implantation des investigations</i> | 40 |
| 7.3 | <i>Coupes des fouilles lithologiques</i> | 41 |
| 7.4 | <i>Essais de perméabilité</i> | 45 |
| 7.5 | <i>Essais d'identification en laboratoire</i> | 48 |
| 7.6 | <i>Essais Proctor + IPI</i> | 52 |
| 7.7 | <i>Essais de traitement chaux</i> | 56 |

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION

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

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

Cette étude a pour but de :

- Déterminer la géologie générale et la nature des terrains en place et leurs caractéristiques géomécaniques ;
- Fournir et commenter les résultats des essais *in-situ* et en laboratoire ;
- Déterminer les spécificités géotechniques du site ;
- Déterminer les investigations complémentaires éventuelles à prévoir ;
- Donner les orientations générales concernant les terrassements ;
- Donner le classement de AR/PST au jour de l'intervention et les possibilités de reclassement ;
- Donner les caractéristiques de la couche de forme sous voirie à mettre en œuvre (EV1, EV2) ;
- Donner des dispositions constructives vis-à-vis des voiries.

1.2 Objet du marché

Le projet prévoit la création d'une Zone d'Activité Economique (ZAE).

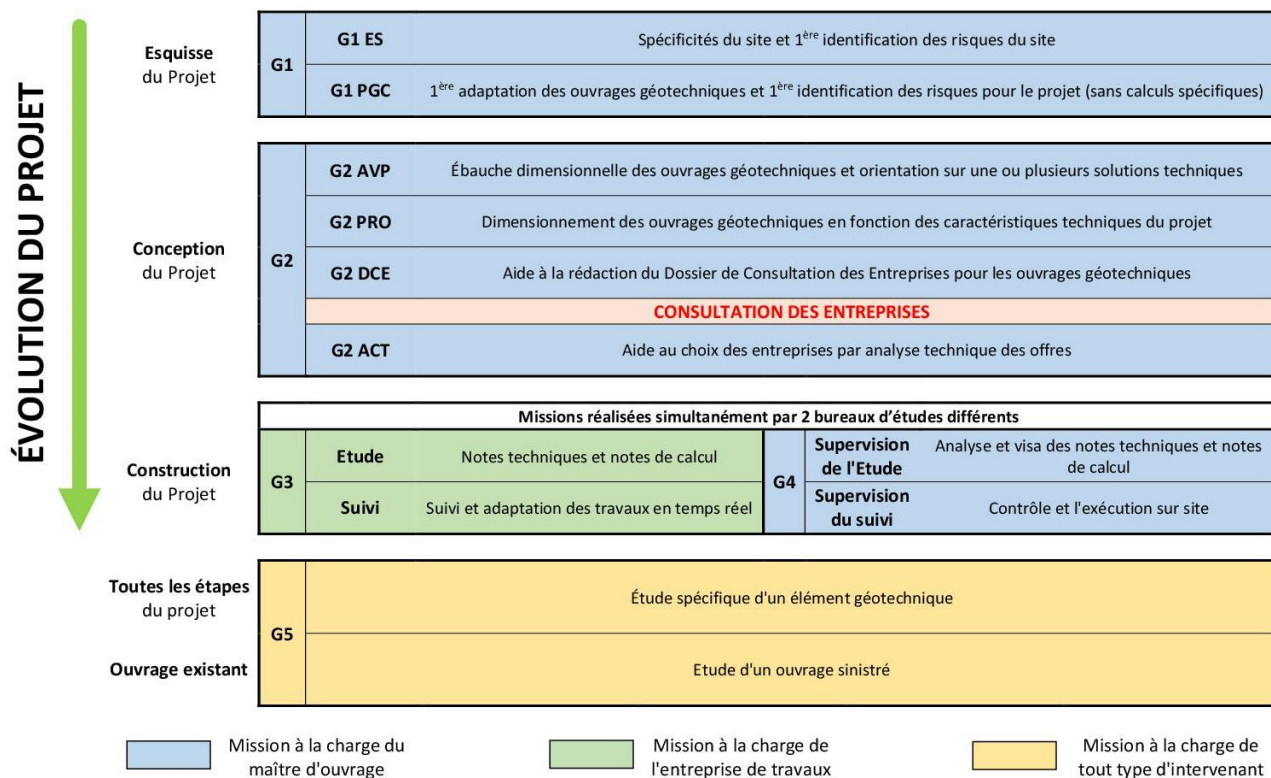
Le site d'étude est situé sur les parcelles cadastrées ZE 209, 340 et 556, sur la commune de WALLON-CAPPEL, dans le département du Nord (59).



Localisation du site d'étude (source : maps.google.fr)

1.3 Enchaînement des missions géotechniques

La présente mission G2 AVP intervient en phase de conception du projet, avant consultation des entreprises comme expliqué dans le schéma synthétique suivant :



Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

Une description plus détaillée des différentes missions géotechniques et de leur enchaînement est reprise en annexe n°1 du présent rapport.


2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 Données générales

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

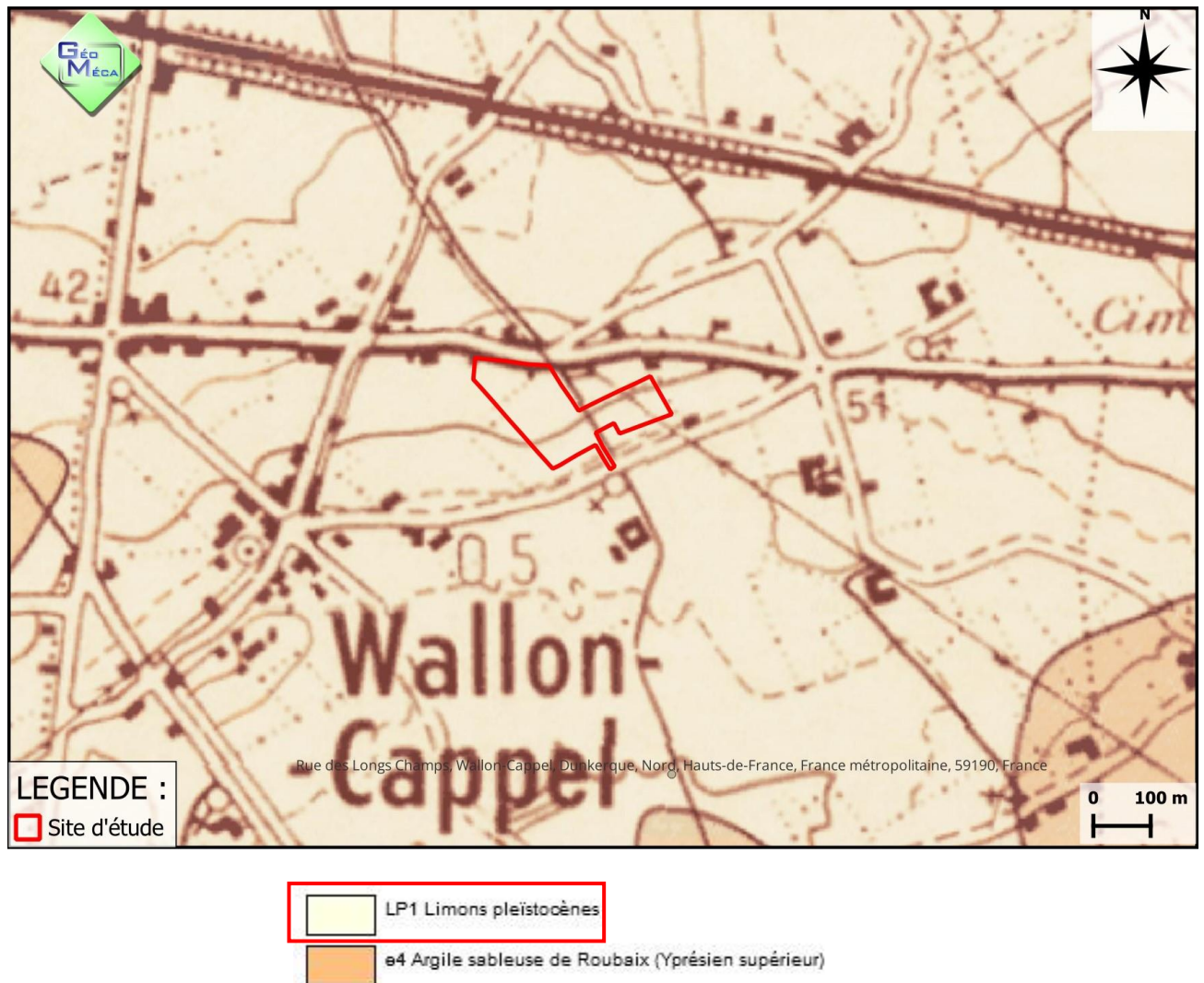
- Plan de masse ;
- Plan d'aménagement ;
- Plan de bornage ;
- Cahier des charges de l'étude géotechnique.

Les intervenants sont :

| | |
|--|--|
| Maître d'ouvrage : | Communauté d'Agglomération Cœur de Flandre 222 bis Rue de Vieux Berquin 59 190 HAZEBROUCK |
| Maîtrise d'œuvre | VERDI NORD DE FRANCE Rue Blériot 62 300 ELEU-DIT-LEAUWETTE |
| Bureau d'études géotechniques : |  GEOMECA P.A. de la Broye 14 rue du Chauffour 59 710 ENNEVELIN |

2.2 Contexte géologique

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000 de la région de SAINT-OMER, le site est caractérisé, sous les formations remaniées et les éventuels remblais de surface, par la présence de limons LP1 (Quaternaire) reposant sur les horizons argilo-sableux de l'Yprésien Supérieur (Tertiaire).



Extrait de la carte géologique de SAINT-OMER au 1/50000 (source : www.infoterre.brgm.fr)

2.3 Contexte hydrogéologique

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

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

2.4 Description du site

Au jour de notre intervention (le 5 avril 2024), le site d'étude correspondait à une parcelle vierge de toutes constructions.



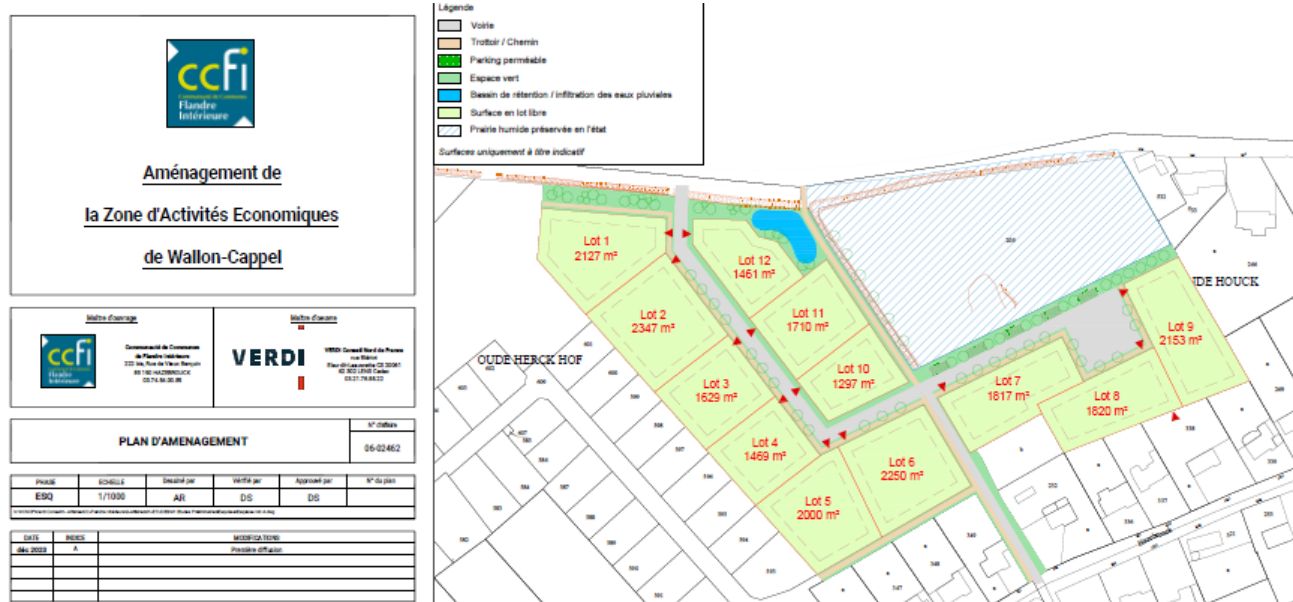
Photographie du site d'étude

Toutefois, on notera la présence de fossés et d'une mare à proximité directe du site ainsi que la présence de drains en terre cuite dans le terrain.

2.5 **Données du projet**

Le projet prévoit l'aménagement d'une Zone d'Activité Economique (ZAE).

Ce présent rapport a pour objet l'analyse de faisabilité d'une voirie lourde ainsi que d'ouvrages d'infiltration.



Extrait du plan d'aménagement prévisionnel

Nous avons considéré qu'aucune modification notable de la topographie du terrain n'est envisagée. Dans le cas contraire, il revient à la charge du maître d'ouvrage de nous fournir cette information, car nos conclusions risqueraient de ne plus être adaptées.

3. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

3.1 Cote de référence

Le terme **m/TN** sera utilisé par la suite dans notre rapport et fera référence à une profondeur déterminée par rapport au niveau du terrain tel qu'il était au jour de la réalisation des sondages, soit le 5 avril 2024.

3.2 Programme de reconnaissance et essais in-situ

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

- 7 sondages lithologiques (**F1 à F7**) à la pelle mécanique descendus à 1,5 m/TN,
- 3 essais de perméabilité de type « à la fosse » (**EP1, EP2 et EP3**) réalisés entre 0,5 m et 1 m/TN.

Dans ces fouilles F1 à F7, il est prévu des prélèvements de sols « en grande masse » pour la réalisation d'essais spécifiques en laboratoire.

Les sondages et essais sont reportés sur un plan d'implantation joint en annexe (p. 40).

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

3.3 Analyses au laboratoire

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

- 10 mesures de la teneur en eau naturelle ;
- 4 classifications GTR des sols ;
- 4 essais Proctor Normal avec mesure de l'IPI ;
- 4 essais de compactage sur sol traité à 1 % CaO avec poinçonnement (IPI) ;
- 4 essais d'aptitude au traitement CaO (1%) : confection, gonflement et compression des éprouvettes.

3.4 Relevés des coordonnées des points de sondage

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

Ces coordonnées, appartenant au référentiel RGF93 CC50, sont présentés au sein du tableau suivant :

| Sondage | X (m) | Y (m) | Altitude (m) |
|---------|-------------|-------------|--------------|
| F5/EP1 | 1663332.237 | 9281247.617 | 47.7 |
| F1 | 1663277.109 | 9281257.875 | 48.1 |
| F2 | 1663317.846 | 9281189.994 | 49.7 |
| F6/EP2 | 1663308.093 | 9281156.428 | 50.7 |
| F3 | 1663399.802 | 9281171.075 | 50.5 |
| F4 | 1663460.282 | 9281201.557 | 50.3 |
| F7/EP3 | 1663485.457 | 9281197.298 | 50.8 |

4. ANALYSE DES RISQUES NATURELS DU SITE

Nous présentons ici une synthèse des risques naturels recensés au droit de la parcelle par le BRGM (*Sources : infoterre.brgm.fr et www.georisques.gouv.fr*).

4.1 Aléa remontée de nappe

Le site étudié n'est pas localisé dans une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe ni aux inondations de cave.



(Source : <http://www.georisques.gouv.fr>)

4.2 Risques liés aux cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM et de GEORISQUES, aucune cavité souterraine n'est recensée sur le territoire de la commune de WALLON-CAPPEL (59).

4.3 Informations sismiques

Nous informons que la commune de WALLON-CAPPEL (59) est située dans une zone sismique de type **2** : aléa **faible**.

4.4 Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après la cartographie « aléa retrait gonflement des argiles », le secteur d'étude est situé dans une zone classée « aléa moyen » :



*Extrait de la carte d'aléa du retrait gonflement des argiles
(Source : <http://www.georisques.gouv.fr>)*

5. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

5.1 Géologie rencontrée

Les investigations géotechniques ont permis de rencontrer les formations suivantes :

Terre végétale

Une couche de terre végétale a été rencontrée au droit de l'ensemble des sondages sur des épaisseurs comprises entre 0,3 m et 0,5 m environ.

Remarque :

- Les résultats donnés par les sondages sont ponctuels et ce type de dépôts est susceptible de présenter des variations latérales et verticales, tant du point de vue de la nature que de l'épaisseur.

Limons

Une formation constituée de limons légèrement argileux de teinte marron a été rencontrée au droit de l'ensemble des sondages à la pelle mécanique, sous la terre végétale et jusqu'à 1,5 m de profondeur/TN (base des sondages).

Les sondages ont donné lieu à l'établissement de coupes lithologiques jointes en annexe (p. 41).

5.2 Hydrologie-hydrogéologie

Des niveaux d'eau ont été relevés dans les fouilles lors de nos investigations réalisées le 5 avril 2024 :

| Fouilles | Profondeur du niveau d'eau (m/TN) | Cote du niveau d'eau (m NGF) |
|----------|-----------------------------------|------------------------------|
| F1 | 1,10 | +47,0 |
| F2 | 1,20 | +48,5 |
| F3 | 1,30 | +49,2 |
| F4 | 1,20 | +49,1 |
| F5+EP1 | 1,30 | +46,4 |
| F6+EP2 | 1,30 | +49,4 |
| F7+EP3 | 1,10 | +49,7 |

Ces niveaux d'eau sont à considérer comme non stabilisés.

En outre, notre intervention étant ponctuelle, elle ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour apprécier la variation des nappes et circulations d'eau.

Une caractérisation plus précise des niveaux d'eau pourrait être réalisée par l'intermédiaire d'un ou plusieurs piézomètre(s) à mettre en œuvre sur site.

Il pourra être nécessaire de mettre en œuvre un pompage des eaux superficielles pour l'exécution des terrassements sur le site. L'importance de ce pompage sera fonction de la période de réalisation des travaux.

Enfin, lors de la réalisation de nos sondages à la pelle, nous avons constaté la présence de drains en terre cuite vers 0,8 m de profondeur/TN environ au droit du site d'étude.

L'endommagement de ces drains lors des futurs terrassements pourrait induire des accumulations d'eau au droit du site qu'il conviendra de gérer, le cas échéant.

5.3 Résultats des analyses au laboratoire

5.3.1 *Teneur en eau naturelle*

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

| Nom du forage | Profondeur (m/TN) | Géologie | Teneur en eau (%) |
|---------------|-------------------|---------------------------|-------------------|
| F1 | 0,3 à 0,9 | Limon légèrement argileux | 22,3% |
| F1 | 1,0 | | 23,0% |
| F2 | 0,3 à 1,5 | | 22,7% |
| F3 | 0,5 à 0,9 | | 23,5% |
| F3 | 1,0 | | 23,1% |
| F4 | 0,5 à 1,5 | | 25,1% |
| F5 | 0,4 à 1,5 | | 19,6% |
| F6 | 0,4 à 0,9 | | 21,9% |
| F6 | 1,0 | | 26,0% |
| F7 | 1,0 | | 25,3% |

5.3.2 Classification GTR

Les résultats de ces analyses sont reportés dans le tableau ci-dessous :

| Sondage | Profondeur de prélèvement (m/TA) | IDENTIFICATION GTR | | | | | | | | | | |
|---------|-------------------------------------|---|--|------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----|-----|------------------|
| | | Teneur en eau en % (fraction 0/20 mm) | Teneur en eau en % (fraction 0/5 mm) | Lithologie | Granulométrie | | | | | VBS | IPI | GTR |
| | | | | | Tamisât à 50 mm (%) | Tamisât à 20 mm (%) | Tamisât à 5 mm (%) | Tamisât à 2 mm (%) | Tamisât à 0,08 mm (%) | | | |
| F1 | 1,0 | 22,9 | 22,9 | Limon | 100 | 100 | 100 | 100 | 98,7 | 3,0 | 1,0 | A _{2th} |
| F3 | 1,0 | 24,1 | 24,1 | Limon | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,5 | 3,2 | 1,0 | A _{2th} |
| F6 | 1,0 | 26,4 | 26,4 | Limon | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,6 | 3,1 | 1,0 | A _{2th} |
| F7 | 1,0 | 24,7 | 24,7 | Limon | 100 | 100 | 100 | 100 | 99,2 | 3,0 | 1,0 | A _{2th} |

Remarques :

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

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

D'après Guide technique de réalisation des remblais et des couches de formes – Fascicule II :

Sols A₂ « Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement (si la teneur en eau n'est pas trop élevée).

Dès que l'I_p atteint des valeurs > 12, il constitue le critère d'identification le mieux adapté. »

On trouvera en annexe p.48 les procès-verbaux de ces essais.

5.3.3 Essai Proctor normal

Il a été réalisé quatre essais Proctor normal avec mesures de l'indice portant immédiat sur des échantillons de limons dont les résultats sont représentés ci-après.

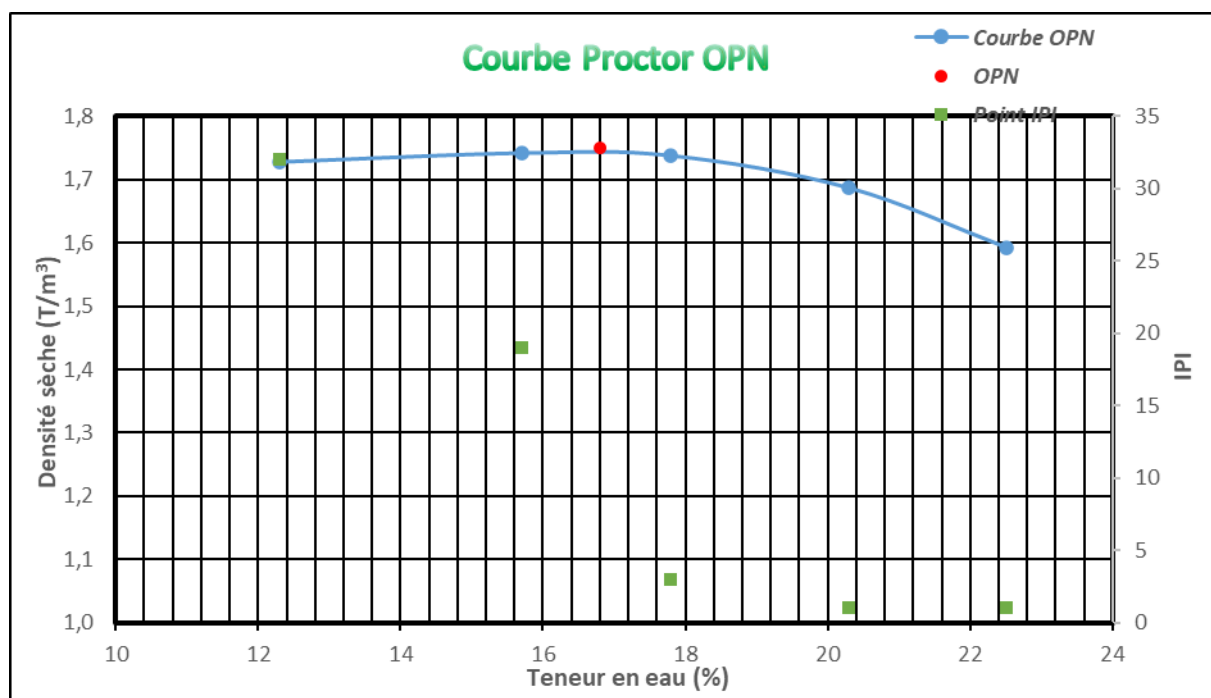
L'essai Proctor consiste à simuler en laboratoire le compactage pour déterminer les conditions optimales de mises en œuvre du matériau sur chantier.

L'essai consiste à humidifier un matériau à différentes teneurs en eau selon une énergie et un procédé conventionnel. Pour chaque teneur en eau, on détermine la masse volumique sèche du matériau et on trace la courbe de variations de celle-ci en fonction de la teneur en eau.

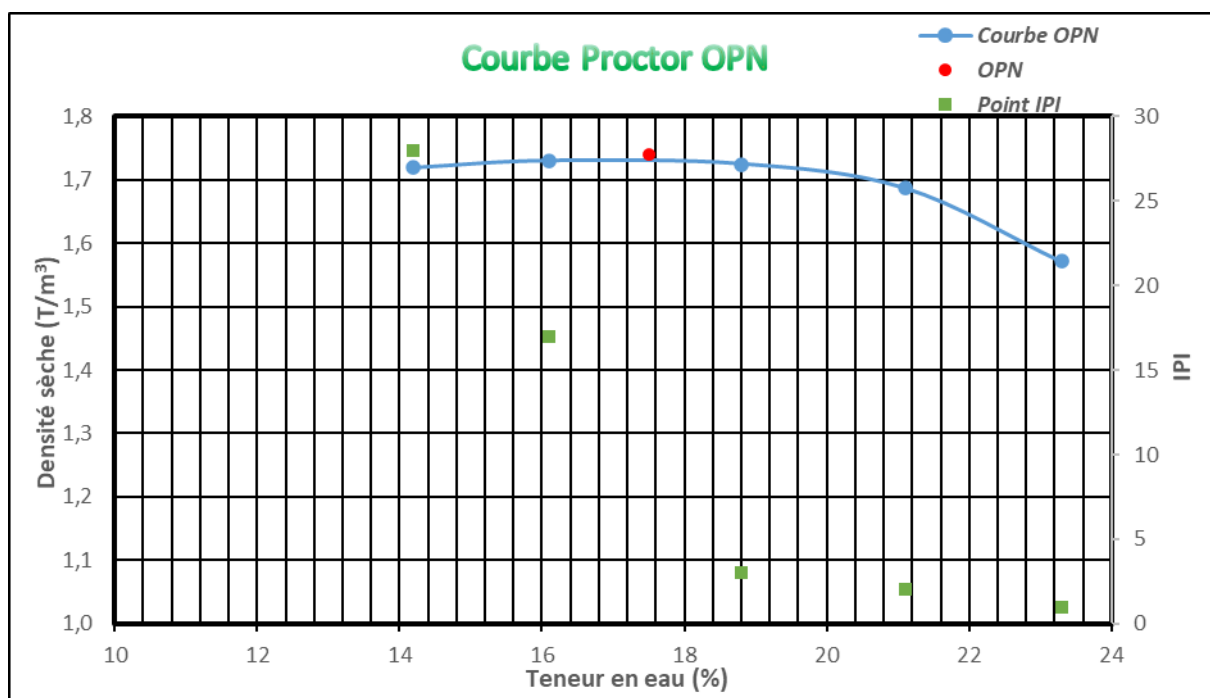
Chaque point de la courbe représente un essai de compactage. La courbe complète nécessite 5 points et le sommet de la courbe (optimum Proctor) représente la masse volumique du sol sec ($\rho_{d_{opt}}$) qui correspond à une teneur en eau optimale (W_{opt}).

L'essai est réalisé sur des matériaux dont la dimension du plus gros élément ne dépasse pas 20 mm.

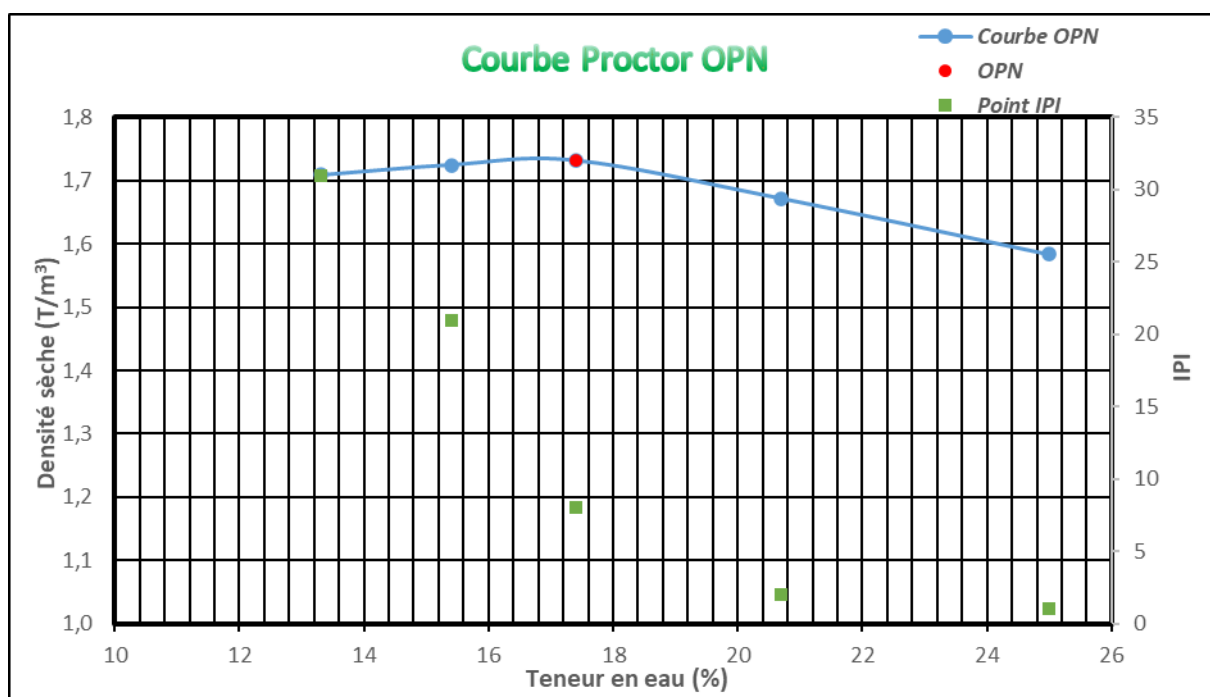
Les résultats des prélèvements sont représentés via les courbes ci-dessous :



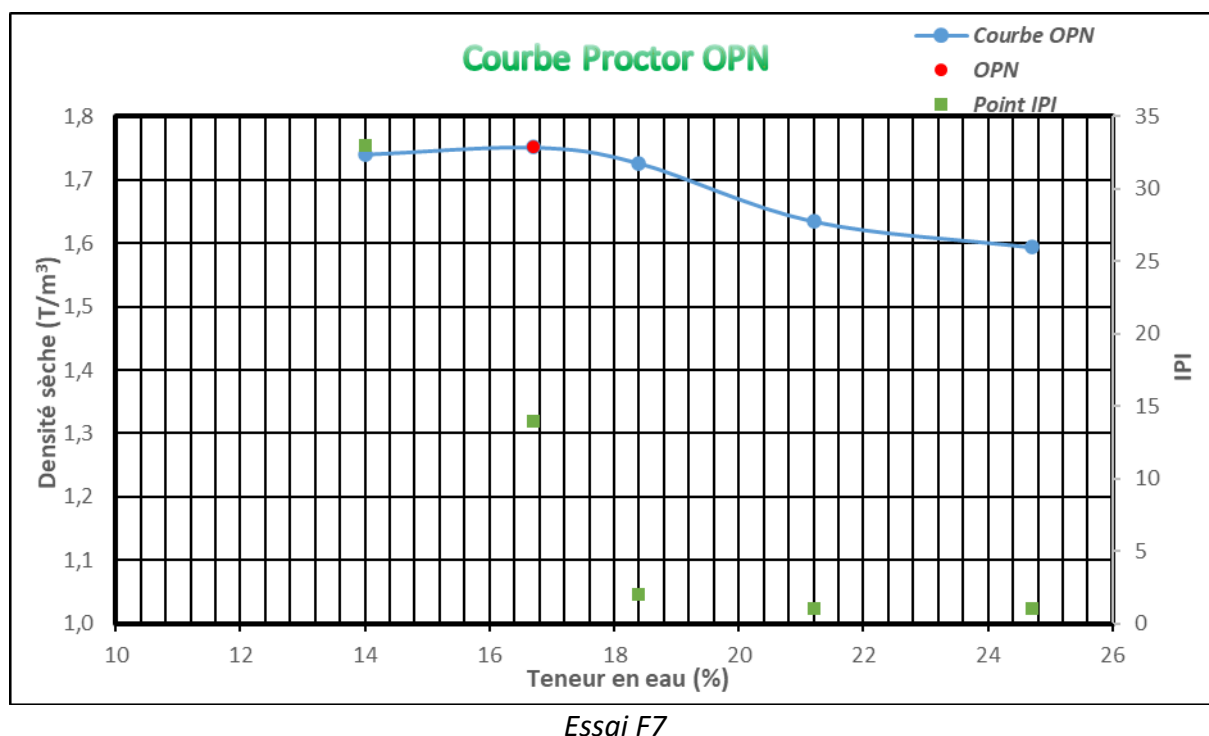
Essai F1



Essai F3



Essai F6



Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

| Essai | Profondeur de l'échantillon (m/TN) | Teneur en eau optimale de compactage (%) | Poids spécifique sec (g/cm ³) |
|-------|------------------------------------|--|---|
| F1 | 1,0 | 16,8 | 1,75 |
| F3 | 1,0 | 17,5 | 1,74 |
| F6 | 1,0 | 17,4 | 1,73 |
| F7 | 1,0 | 16,7 | 1,75 |

Cet essai fait apparaître une teneur en eau optimale de compactage moyenne de l'ordre de 17,1 % pour un poids spécifique sec moyen de l'ordre de 1,74 g/cm³. La teneur en eau naturelle des formations se situant aux environs de 23,0 %/26,0 %, ces valeurs se placent au delà de la limite de la plage définie par 95 % de l'optimum PROCTOR ; en effet, cette plage est limitée par un poids spécifique optimal de 1.65 g/cm³, correspondant à une teneur en eau de 21,0 % à 22,0 %.

Ces résultats traduisent bien la sensibilité de ce type de formation (A₂) aux conditions atmosphériques, conduisant à des précautions particulières au niveau des terrassements ainsi que l'éventuelle nécessité de faire chuter de 1 à 5 % la teneur en eau naturelle mesurée au moment de nos essais pour se situer dans la plage généralement admise pour obtenir un compactage correct.

En effet, ces matériaux de classification A₂ selon le GTR peuvent changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau en particulier lorsque la teneur en eau naturelle est proche de la teneur en eau optimale de compactage.

Il faudra adapter le traitement éventuel aux conditions réelles lors de la mise en œuvre et déterminer sa faisabilité au travers d'analyses de l'agressivité vis-à-vis des chaux et bétons (sulfates en particulier).

En ce qui concerne l'indice portant immédiat (IPI), on observe une chute rapide des indices avec l'augmentation de la teneur en eau pour devenir quasi nul à la teneur en eau naturelle.

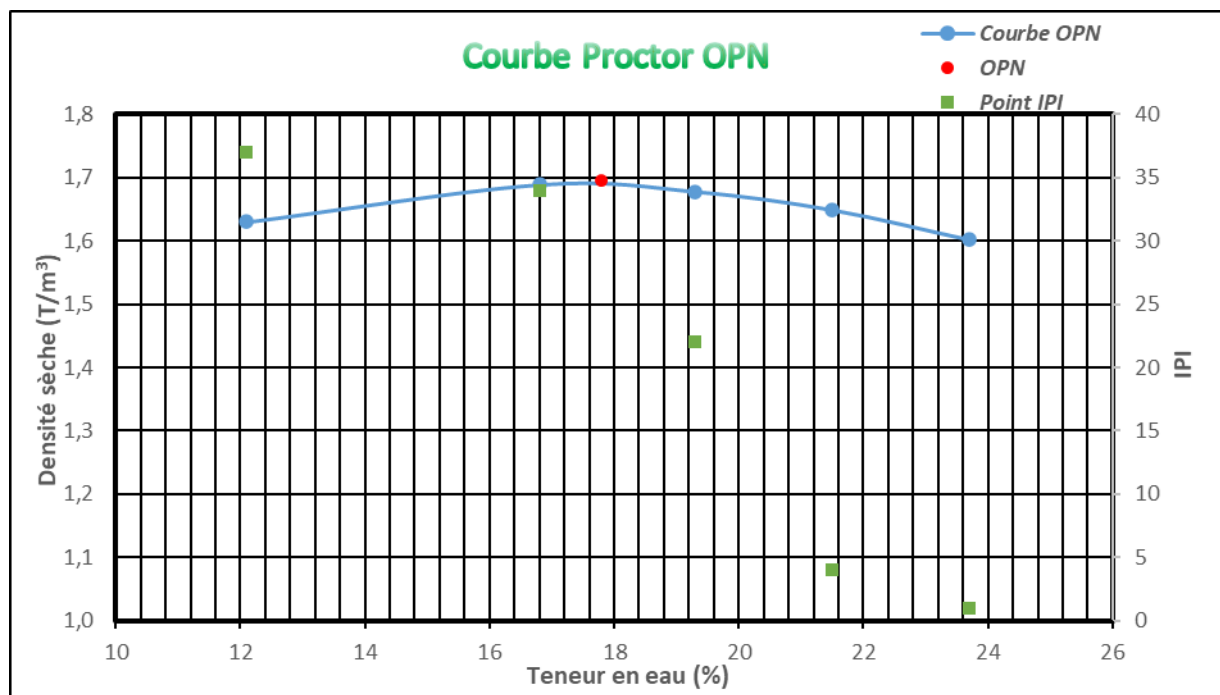
On trouvera en annexe p. 52 les procès-verbaux de ces essais.

5.3.4 Aptitude au traitement à la chaux

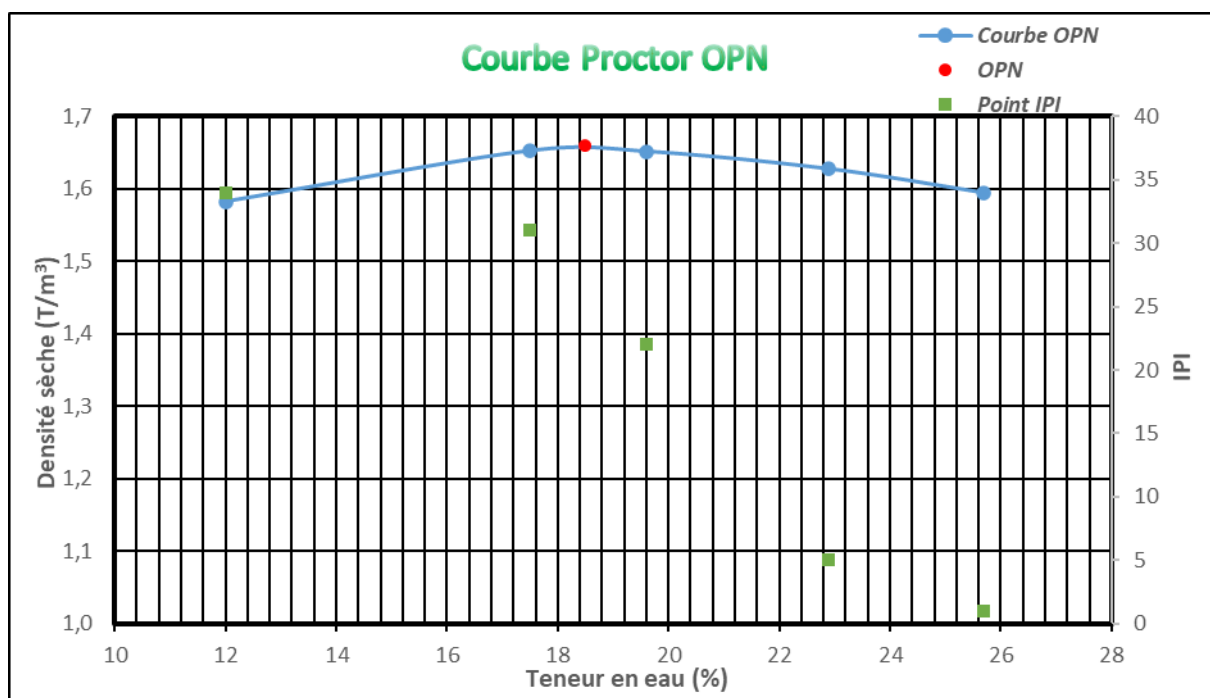
Afin de quantifier l'aptitude au traitement des échantillons de limons considérés, nous avons réalisé quatre essais de traitement à la chaux (1%), puis réalisé quatre essais Proctor normal avec mesure de l'IPI.

Ensuite, et après avoir placé des échantillons traités à l'immersion pendant 7 jours, nous avons réalisé quatre essais de gonflement.

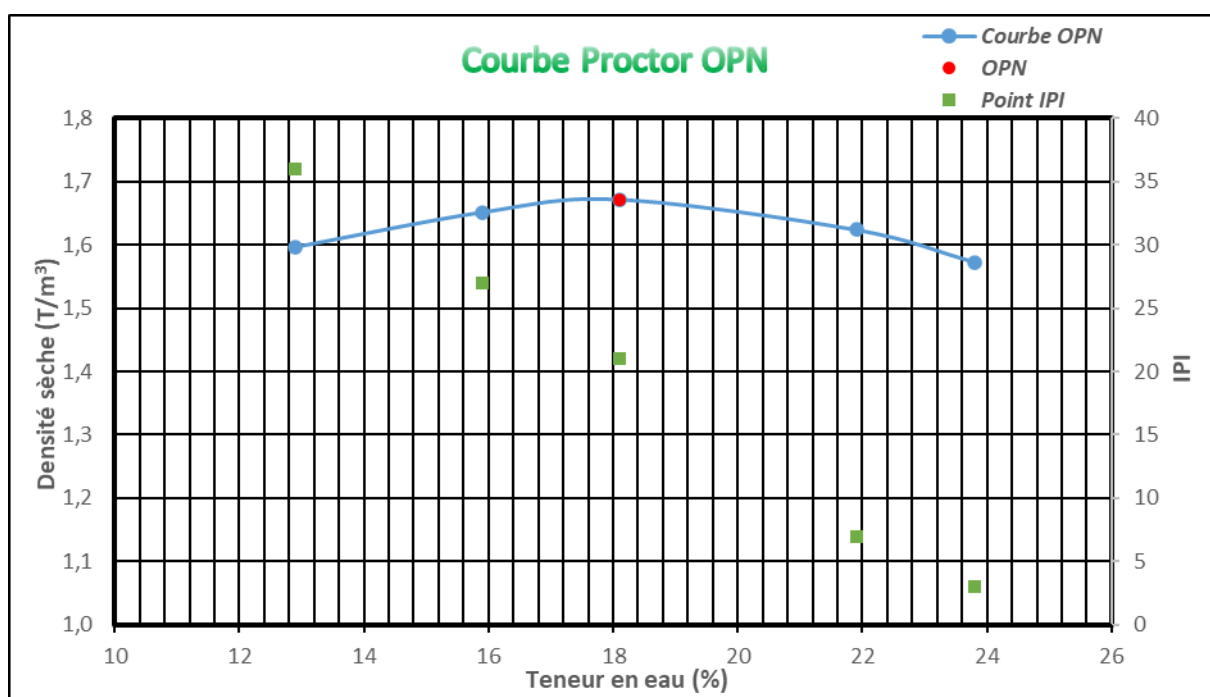
Les résultats des prélèvements sont représentés via les courbes ci-dessous :



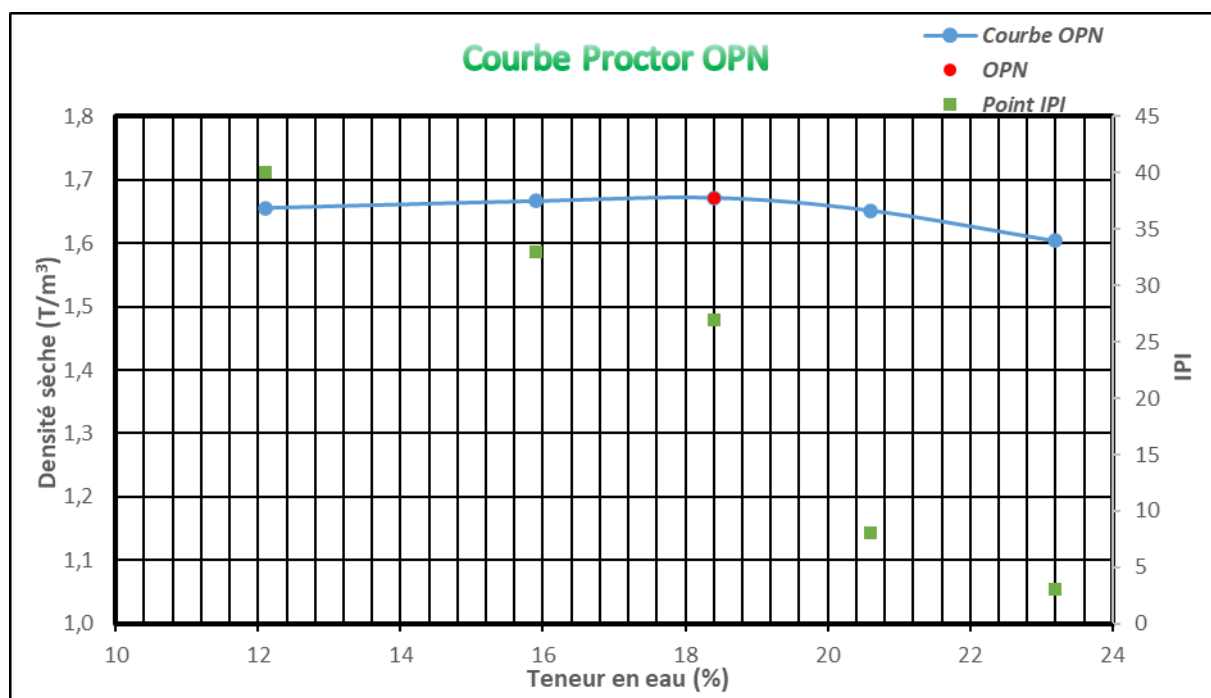
Essai F1 à la chaux



Essai F3 à la chaux



Essai F6 à la chaux



Essai F7 à la chaux

Les résultats sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

| Essai | Profondeur de l'échantillon (m/TN) | Teneur en eau optimale de compactage (%) | Poids spécifique sec (g/cm³) |
|-------|------------------------------------|--|------------------------------|
| F1 | 1,0 | 17,8 | 1,69 |
| F3 | 1,0 | 18,5 | 1,66 |
| F6 | 1,0 | 18,1 | 1,67 |
| F7 | 1,0 | 18,4 | 1,67 |

| Essai | Traitement | N° éprouvette | Gonflement volumique (Gv) mesuré après 7 jours d'immersion (%) |
|-------|-------------|----------------|--|
| F1 | 1% de chaux | Eprouvette n°1 | 0,5 |
| | | Eprouvette n°2 | 0,7 |
| | | Eprouvette n°3 | 0,4 |
| | | Moyenne | 0,5 |
| F3 | 1% de chaux | Eprouvette n°1 | 0,2 |
| | | Eprouvette n°2 | 0,1 |
| | | Eprouvette n°3 | 0,2 |
| | | Moyenne | 0,2 |
| F6 | 1% de chaux | Eprouvette n°1 | 0,2 |
| | | Eprouvette n°2 | 0,1 |
| | | Eprouvette n°3 | 0,2 |
| | | Moyenne | 0,2 |
| F7 | 1% de chaux | Eprouvette n°1 | 0,3 |
| | | Eprouvette n°2 | 0,3 |
| | | Eprouvette n°3 | 0,2 |
| | | Moyenne | 0,3 |

Selon la norme NF P94-100, les critères de jugement de l'aptitude d'un sol à être traité à la chaux sont :

| Type de traitement | Aptitude du matériau au traitement | Gonflement volumique G_{v7j} à 7 jours d'immersion (%) | Résistance en compression diamétrale / résistance à traction directe R_{tb} (MPa) |
|-----------------------------|------------------------------------|--|--|
| Traitement à la chaux seule | Adapté | ≤ 5 | Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique |
| | Douteux | $5 \leq G_{v7j} \leq 10$ | |
| | Inadapté | ≥ 10 | |

De ce fait, dans les conditions des essais, les aptitudes au traitement à la chaux des matériaux étudiés peuvent ainsi être considérées comme :

| Type de traitement | Aptitude du matériau au traitement |
|--------------------|------------------------------------|
| 1% de chaux | Adapté |

On trouvera en annexe p.56 les procès-verbaux de ces essais.

5.4 Résultats des essais de perméabilité

5.4.1 Principe de l'essai

L'essai de perméabilité à la fosse consiste à remplir d'eau une fosse préalablement creusée à la pelle et à mesurer en fonction du temps, l'abaissement du niveau d'eau dans celui-ci.

Ces mesures permettent de calculer la perméabilité K en fonction du temps et du $\log(Z/H)$ où H est la hauteur d'eau initiale et Z la hauteur d'eau à l'instant T .

Nous obtenons donc une perméabilité pour tous les temps T . Nous en avons déduit la perméabilité moyenne.

5.4.2 Résultats des essais

Les résultats des essais de perméabilité sont reportés dans le tableau ci-dessous :

| Essai | Profondeur (m/TN) | Nature du sol | Perméabilité K (m/s) |
|-------|-------------------|---------------|------------------------|
| EP1 | 0,46 à 0,60 | Limon | $3,3 \cdot 10^{-06}$ |
| EP2 | 0,80 à 1,0 | Limon | $4,2 \cdot 10^{-06}$ |
| EP3 | 0,45 à 0,7 | Limon | $8,4 \cdot 10^{-06}$ |

Commentaires :

Les résultats des essais de perméabilité indiquent une perméabilité d'une puissance de 10^{-06} m/s au sein des limons.

Le degré de perméabilité peut être interprété de la manière suivante selon G. Philipponnat et B. Hubert (« Fondations et ouvrages en terre », 1979) :

| Nature | Ordre de grandeur de K (m/s) | Degré de perméabilité |
|--|---|--------------------------|
| Graviers moyens à gros | $10^{-01} - 10^{-03}$ | Très élevé |
| Petits graviers, sable | $10^{-03} - 10^{-05}$ | Assez élevé |
| Sable très fin, sable limoneux, loess | $10^{-05} - 10^{-07}$ | Faible |
| Limon compact, argile silteuse | $10^{-07} - 10^{-09}$ | Très faible |
| Argile franche | $10^{-09} - 10^{-12}$ | Pratiquement imperméable |

Il convient de rappeler que lors de la réalisation de nos sondages à la pelle, nous avons constaté la présence de drains en terre cuite vers 0,8 m de profondeur/TN environ au droit du site d'étude.

Nous avons donc réalisé nos essais de perméabilité en nous adaptant à leur présence.

Les rapports d'essais de perméabilité sont joints en annexe.

6. VOIRIES

6.1 Terrassements

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

Pour ces raisons, les travaux par temps de pluie sont à proscrire. Par ailleurs on évitera tout terrassement après de fortes intempéries ou une période de dégel.

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

Pour la phase travaux, l'entreprise devra éventuellement prévoir un assainissement provisoire visant à limiter les effets des intempéries (pentes, fossés, etc...). La réalisation des terrassements en période estivale est recommandée.

Toute circulation d'engin sur l'arase des terrassements est à proscrire afin d'éviter son matelassage et orniérage.

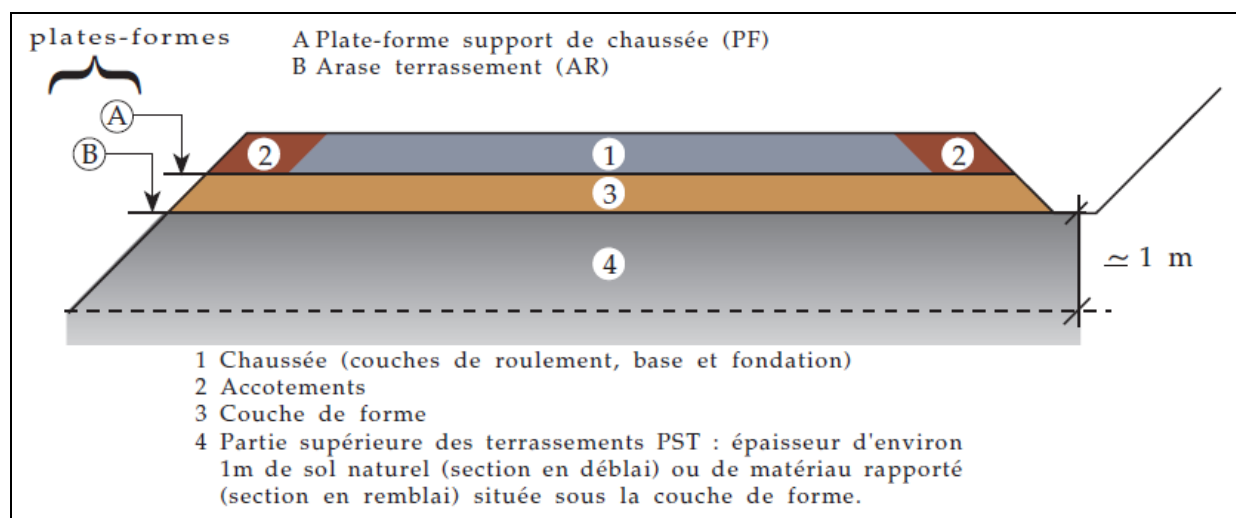
D'une manière générale, l'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de formes (GTR 2000).

Enfin, lors de la réalisation de nos sondages à la pelle, nous avons constaté la présence de drains en terre cuite vers 0,8 m de profondeur/TN environ au droit du site d'étude.

L'endommagement de ces drains lors des futurs terrassements pourrait induire des accumulations d'eau au droit du site qu'il conviendra de gérer, le cas échéant.

6.2 Généralités sur la structure d'une voirie

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



6.3 Plateforme supérieure de terrassement (PST) – Arase (AR)

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

Sans essais spécifiques de mesures des caractéristiques mécaniques des sols en place ou d'essais de portance, on estimera, après décapage de la terre végétale, la portance brute de l'arase des terrassements inférieure à 20 MPa au sein des limons (exprimée en module sous chargement statique à la plaque EV2 suivant le procédé LCPC).

Nota : Cette portance brute de l'arase pourra être optimisée à l'aide d'essais in situ spécifiques.

D'après ces estimations et en suivant le tableau ci-après issu du GTR2000, on pourra classer la Partie Supérieure de Terrassement (PST) et l'Arase (AR) au jour de notre intervention en avril 2024, de la manière suivante :

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

Tableau des modules de calcul descriptifs du sol support

| | |
|--|------------------------------------|
| Classe de PST et AR au jour de notre intervention | PST0-AR0 Limon A _{2th} |
|--|------------------------------------|

| Cas de P.S.T | Schéma | Description | Classe de l'arase | Commentaires |
|---------------|--------|---|-------------------|--|
| P.S.T. n°0 | | Sols A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (th). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage. | AR0 | La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purgé, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1. |
| P.S.T. n°1 | | Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₄₅ dans un état hydrique (h). Contexte. PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B). | AR1 | Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme). |
| P.S.T. n°2 | | Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₁₂ , R ₁₃ , R ₃₄ et certains matériaux C ₂ , R ₄₃ et R ₄₅ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B). | AR1 | Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3. |
| P.S.T. n°3 | | Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B). | AR1 AR2 | En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2. Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST. |
| P.S.T. n°4 | | Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable. | AR2 | La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant). |
| P.S.T. n°5 | | Sols B, et D, et certains matériaux rocheux de la classe R ₄₃ . Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité. | AR2 AR3 | La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité. |
| P.S.T. n°6 | | Sols Matériaux des classes D ₃ , R ₁₁ , R ₂₁ , R ₂₂ , R ₃₂ , R ₃₃ , R ₄₁ , R ₄₂ , R ₄₃ , R ₄₄ ainsi que certains matériaux C ₂ , R ₂₃ , R ₄₃ et R ₄₅ . Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité. | AR3 AR4 | Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage. |

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

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

Différents cas possibles de PST et AR

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

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

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

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

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

6.4 **Couche de forme**

La couche de forme sera constituée par un matériau granulaire sain, inerte, insensible à l'eau et au gel, par exemple de type D₃₁ et compactée par couches minces dans les règles de l'art et suivant les dispositions du GTR2000.

On trouvera dans le tableau ci-après, le détail des caractéristiques d'un matériau de type D31 selon le GTR2000 :

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

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

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

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

Cette épaisseur préconisée dépend :

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

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

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

| Classe de sol | Observations générales | Situation météo- rologique | Conditions d'utilisation en couche de forme | Code GWTS | Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate-forme support de chaussée | | | |
|-----------------|---|-------------------------------|---|--|---|-------------------|--------------------------|-------------------|
| | | | | | PST n° 1 AR 1 | PST n° 2 AR 1 | PST n° 3 AR 1 AR 2 | PST n° 4 AR 2 |
| D ₃₁ | Les sols de cette classe peuvent être utilisés en couche de forme : - soit dans leur état naturel après avoir éliminé ou fragmenté les gros éléments empêchant un réglage correct de la plate-forme - soit traités avec un liant hydraulique. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale. | ++ OU + | pluie même forte | G : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme | e = 0,75 ou (2) | e = 0,5 ou (2) | e = 0,4 ou (2) | e = 0,3 ou (2) |
| | | | | Solution 1 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme | e = 0,6 PF2 | e = 0,4 PF2 | e = 0,3 PF2 | e = 0,2 PF2 |
| | | = OU - | pas de pluie | Solution 2 : G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné | | e = 0,35 | e = 0,35 | e = 0,35 |
| D ₃₂ | Par rapport aux sols de la classe D ₃₁ précédente les sols de la D ₃₂ sont constitués de granulats plus friables pouvant conduire sous l'action du trafic à la formation d'éléments fins sensibles à l'eau. Pour les utiliser en couche de forme il est donc nécessaire de les traiter avec un liant hydraulique. Le traitement n'est cependant possible que dans la mesure où un malaxage intime du sol avec le liant peut être réalisé avec des malaxeurs à outils animés (pulvimixers...) ou en centrale. | + | pluie faible | Situation météorologique ne permettant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant | (1) | | | |
| | | = OU - | pas de pluie | G : Elimination de la fraction grossière empêchant le malaxage correct du sol avec le liant W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné | | PF2 | PF2 | PF3 |

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

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

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

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

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

6.5 Réutilisation des matériaux en couche de forme

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

En première approche, les matériaux limoneux rencontrés sont classés en A₂. D'après l'extrait du GTR2000 présenté ci-dessous, afin d'obtenir une PF2, ces matériaux devront être traités sur une épaisseur minimale de 35 cm. Le traitement dépendra de leur état hydrique mais sera le plus souvent réalisé en associant chaux + liant hydraulique. **Une étude spécifique validant la faisabilité d'un tel traitement devra cependant être réalisée par l'entreprise de VRD ou de terrassement. Rappelons que les tests d'aptitude sur les limons du site traités à 1% de chaux ont montré une aptitude adaptée à ce traitement.**

| Classe de sol | Observations générales | Situation météo- rologique | Conditions d'utilisation en couche de forme | Code GWTS | Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plate- forme support de chaussée | | | | |
|---------------------------------|---|---|--|--------------|--|----------|----------|--------|----------|
| | | | | | PST n° 1 | PST n° 2 | PST n° 3 | | PST n° 4 |
| | | | | | AR 1 | AR 1 | AR 1 | AR 2 | AR 2 |
| A ₁ h | La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hy- drauliques associés éventuelle- ment à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent déli- cate en raison de la variation brutale de leur comportement (por- tance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place. | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | (1) | e=0,35 | e=0,35 | e=0,35 | e=0,35 |
| = ou - pas de pluie | | T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 0 2 2 | | | | | | |
| A ₁ m | | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | | | | | |
| = ou - pas de pluie | | W : Arrosage pour maintien de l'état hydry- que T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 1 2 2 | | | | | | |
| A ₁ s | | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | | | | | |
| = ou - pas de pluie | | W : Humidification pour changer l'état hy- drique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 2 1 2 | | | | | | |
| A ₂ h | La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les trai- ter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la frac- tion argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lors- qu'ils sont trop humides. Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adap- tée au cas de chantier consi- déré. Ces sols se traitent presque tou- jours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éven- tuellement en centrale pour la phase traitement au ciment. | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | | | | | |
| = ou - pas de pluie | | T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 0 3 2 | | | | | | |
| - pas de pluie | | T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 0 2 2 | | | | | | |
| A ₂ m | | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | | | | | |
| = ou - pas de pluie | | W : Arrosage pour maintien de l'état hydry- que T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 1 2 2 | | | | | | |
| A ₂ s | | + - pluie faible | Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydry- que du mélange sol + liant(s). | NON | | | | | |
| = ou - pas de pluie | W : Humidification pour changer l'état hy- drique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gra- villonné éventuellement clouté | 0 2 2 2 | | | | | | | |

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

Remarques :

- Dans le cas de matériaux traités pour la réalisation de la couche de forme, on se référera également au GTS : Guide technique du traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques en application à la réalisation des remblais et des couches de forme ;
- La méthode de calcul de l'épaisseur de la couche de forme pour protéger les chaussées vis-à-vis du gel est donnée dans la norme NF P98-086 Dimensionnement des structures de chaussées.

6.6 Objectifs de portance de la couche de forme

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

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

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

6.7 **Structure de chaussée**

Pour la réalisation des couches constituant la structure de chaussée, les exigences minimales préconisées sont les suivantes :

- Nivellement de la PF d'environ + ou – 3 cm ;
- Au moment de la mise en œuvre, la déformabilité de la PF doit être telle que :
 - Module de déformation $> 50 \text{ MPa}$ (essais à la plaque (NF P94-117-1) ou module équivalent à la dynaplaque (NF P94-117-2)) ;
 - Ou déflexion sous essieu de 13 tonnes soit inférieure à 2 mm ; mesurée au défléctographe Lacroix (NF P98-200-3) ou poutre de Benkelman (NF P 98-200-2).

Afin de poursuivre la conception de la voirie en phase G2PRO, les éléments suivants devront nous être communiqués :

- Le profil en long de la voirie avec les côtes de référence ;
- La classe de trafic ;
- Le taux de croissance ;
- Les éventuels paramètres de référence pour les vérifications au gel-dégel.

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

Les aires de béquillage éventuelles ou de manœuvre fortement sollicitées devront faire l'objet d'un traitement particulier (couche de fondation épaissie, béton, enrobé à module élevé...).

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

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

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

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

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

7. ANNEXES

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

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

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

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 1 à 3) doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

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

Phase Etude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'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 de l'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables, notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols.

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase DCE / ACT

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

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI 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 Etude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôle à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations de l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents géotechniques nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision de suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

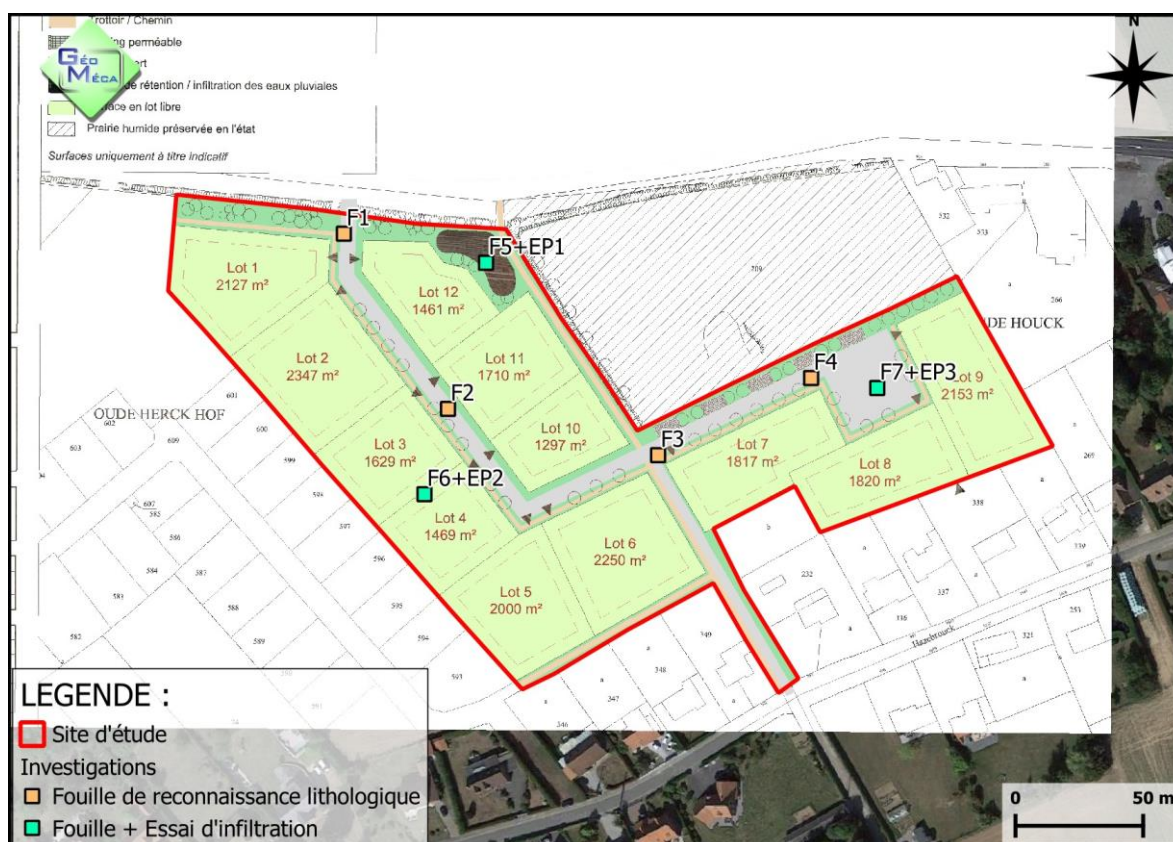
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).


Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

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

7.2 Plans d'implantation des investigations



7.3 Coupes des fouilles lithologiques

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |

1/20 **Fouille de reconnaissance lithologique : F1** EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,10 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |
| 1,50 m | | | |


Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |

1/20 **Fouille de reconnaissance lithologique : F2** EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,20 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |
| 1,50 m | | | |

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |

1/20

Fouille de reconnaissance lithologique : F3

EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,30 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |


1/20

Fouille de reconnaissance lithologique : F4

EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,20 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |

1/20

Fouille de reconnaissance lithologique : F5

EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,30 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |
| 1,50 m | | | |

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | |
|---|---|---------------------------|----------------------------|----------------|
|  | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | | Contrat 24-199 |
| | Date : 05/04/2024 | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | |



1/20

Fouille de reconnaissance lithologique : F6

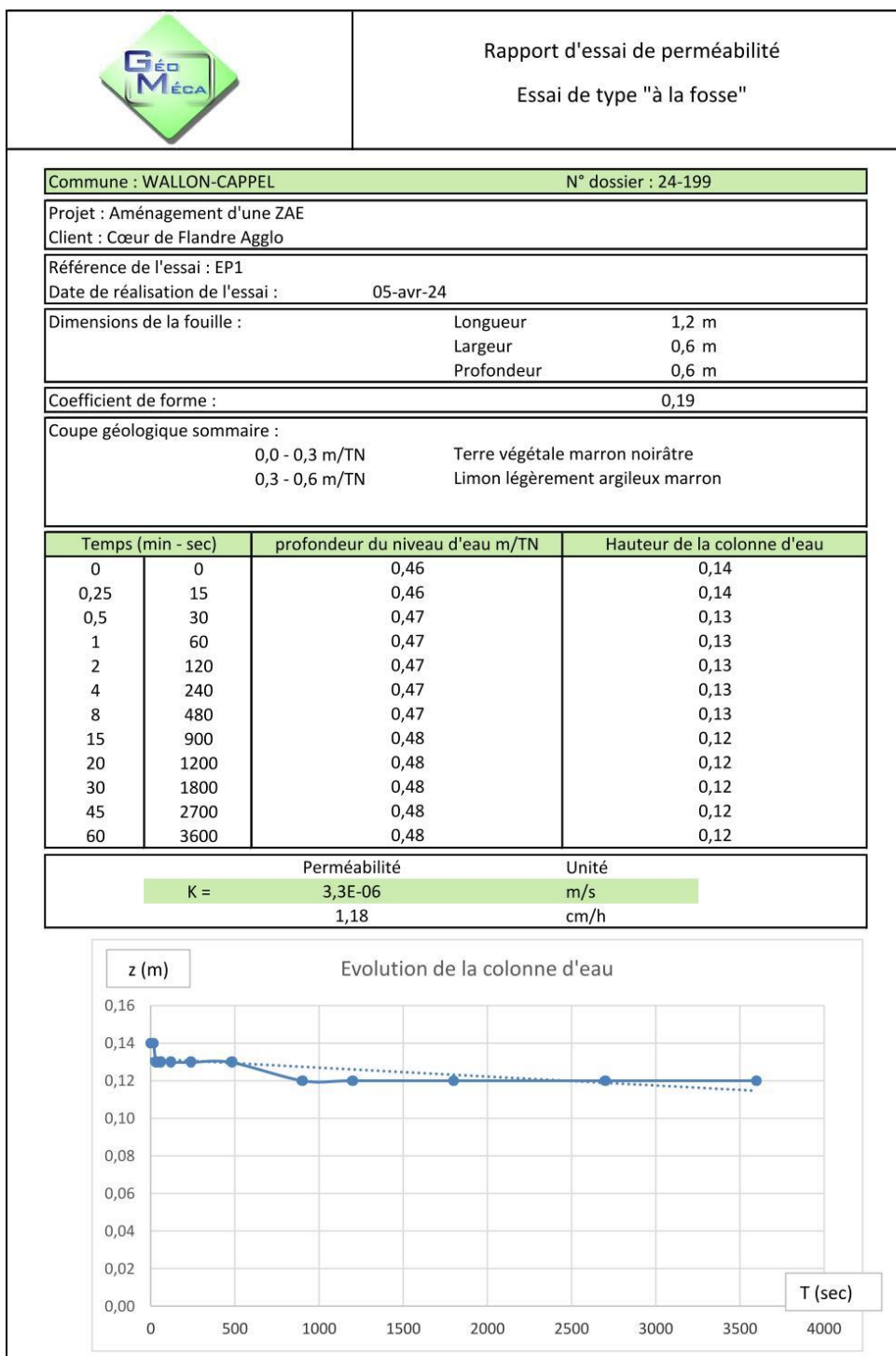
EXGTE 3.23/GTE

| Profondeur (m) | Lithologie | Niveau d'eau (m) | Outil |
|----------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|
| 0 | Terre végétale marron | 05/04/2024 1,30 m | Pelle mécanique |
| 1 | Limon légèrement argileux marron | | |
| 1,50 m | | | |

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

| | | | | | |
|---|----------------------------------|---|----------------------------|---|-----------------|
|  | | WALLON-CAPPEL (59) - rue des Longs Champs - Projet d'aménagement d'une ZAE | | Contrat 24-199 | |
| Date : 05/04/2024 | | Machine : Pelle mécanique | Profondeur : 0,00 - 1,50 m | | |
| 1/20 | | Fouille de reconnaissance lithologique : F7 | | EXGTE 3.23/GTE | |
| Profondeur (m) | Lithologie | | | Niveau d'eau (m) | Outil |
| 0 | Terre végétale marron | | | 05/04/2024 1,10 m  | Pelle mécanique |
| 0,30 m | Limon légèrement argileux marron | | | | |
| 1 | | | | | |
| 1,50 m | | | | | |

7.4 Essais de perméabilité

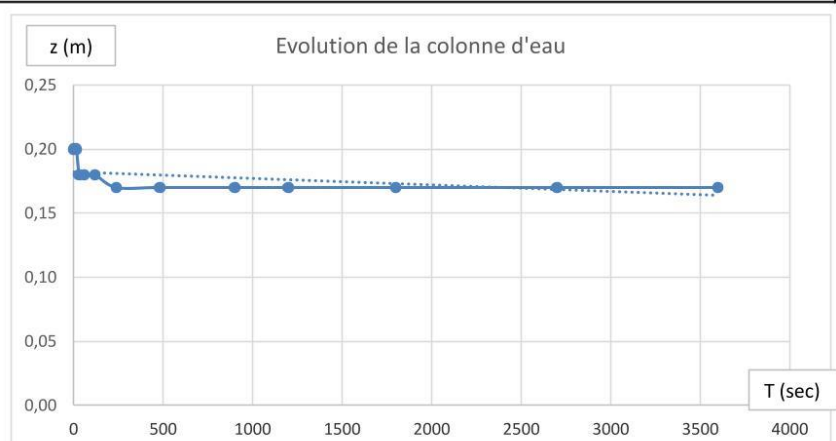




Rapport d'essai de perméabilité

Essai de type "à la fosse"

| | | | |
|----------------------------------|------|----------------------------------|-----------------------------|
| Commune : WALLON-CAPPEL | | N° dossier : 24-199 | |
| Projet : Aménagement d'une ZAE | | | |
| Client : Cœur de Flandre Agglo | | | |
| Référence de l'essai : EP2 | | | |
| Date de réalisation de l'essai : | | 05-avr-24 | |
| Dimensions de la fouille : | | Longueur | 1,2 m |
| | | Largeur | 0,6 m |
| | | Profondeur | 1,0 m |
| Coefficient de forme : | | 0,19 | |
| Coupe géologique sommaire : | | | |
| 0,0 - 0,3 m/TN | | Terre végétale marron noirâtre | |
| 0,3 - 1 m/TN | | Limon légèrement argileux marron | |
| | | | |
| Temps (min - sec) | | profondeur du niveau d'eau m/TN | Hauteur de la colonne d'eau |
| 0 | 0 | 0,80 | 0,20 |
| 0,25 | 15 | 0,80 | 0,20 |
| 0,5 | 30 | 0,82 | 0,18 |
| 1 | 60 | 0,82 | 0,18 |
| 2 | 120 | 0,82 | 0,18 |
| 4 | 240 | 0,83 | 0,17 |
| 8 | 480 | 0,83 | 0,17 |
| 15 | 900 | 0,83 | 0,17 |
| 20 | 1200 | 0,83 | 0,17 |
| 30 | 1800 | 0,83 | 0,17 |
| 45 | 2700 | 0,83 | 0,17 |
| 60 | 3600 | 0,83 | 0,17 |
| | | | |
| K = | | Perméabilité | Unité |
| | | 4,2E-06 | m/s |
| | | 1,52 | cm/h |





Rapport d'essai de perméabilité

Essai de type "à la fosse"

Commune : WALLON-CAPPEL N° dossier : 24-199

Projet : Aménagement d'une ZAE

Client : Cœur de Flandre Agglo

Référence de l'essai : EP3

Date de réalisation de l'essai : 05-avr-24

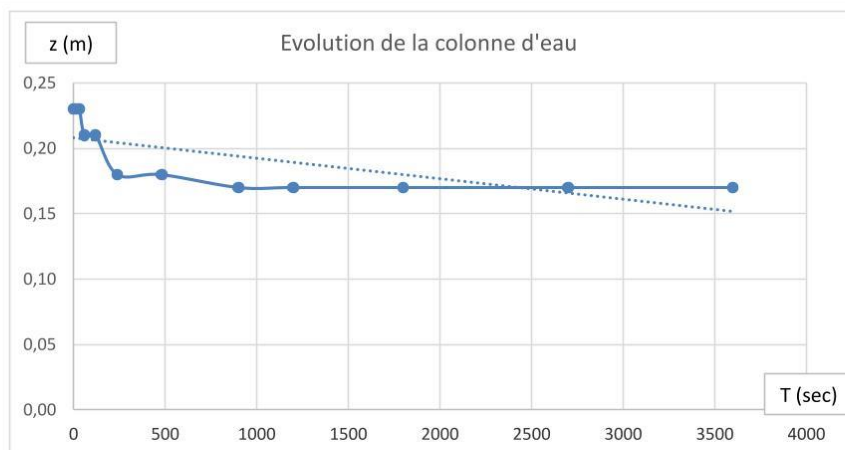
| | | |
|----------------------------|------------|-------|
| Dimensions de la fouille : | Longueur | 1,5 m |
| | Largeur | 0,6 m |
| | Profondeur | 0,7 m |

Coefficient de forme : 0,20

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Coupe géologique sommaire : | |
| 0,0 - 0,3 m/TN | Terre végétale marron noirâtre |
| 0,3 - 0,68 m/TN | Limon marron |

| Temps (min - sec) | | profondeur du niveau d'eau m/TN | Hauteur de la colonne d'eau |
|-------------------|------|---------------------------------|-----------------------------|
| 0 | 0 | 0,45 | 0,23 |
| 0,25 | 15 | 0,45 | 0,23 |
| 0,5 | 30 | 0,45 | 0,23 |
| 1 | 60 | 0,47 | 0,21 |
| 2 | 120 | 0,47 | 0,21 |
| 4 | 240 | 0,50 | 0,18 |
| 8 | 480 | 0,50 | 0,18 |
| 15 | 900 | 0,51 | 0,17 |
| 20 | 1200 | 0,51 | 0,17 |
| 30 | 1800 | 0,51 | 0,17 |
| 45 | 2700 | 0,51 | 0,17 |
| 60 | 3600 | 0,51 | 0,17 |

| | | |
|--------------|---------|-------|
| Perméabilité | | Unité |
| K = | 8,4E-06 | m/s |
| | 3,01 | cm/h |



7.5 Essais d'identification en laboratoire



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE Identification GTR Selon NF P 11-300

Analyse Granulométrique/Valeur au bleu de méthylène/Teneur en eau
Selon les normes NF P 94-056, NF P 94-068, NF P 94-050

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F1 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 10/04/2024 | |

Analyse granulométrique :

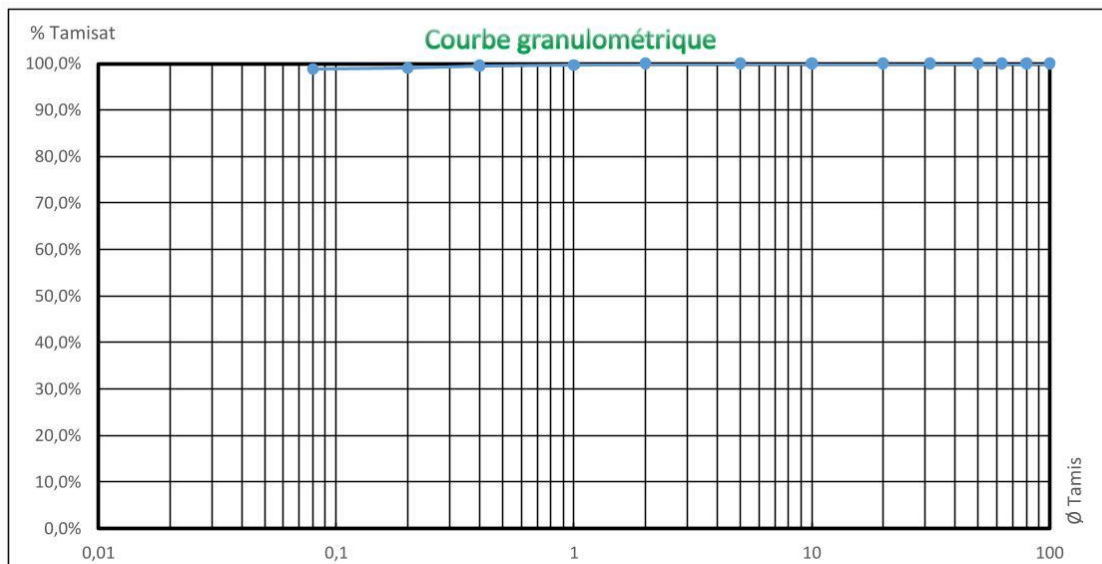
| Ø Tamis en mm | % Passant |
|---------------|--------------|
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 31,5 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 1 | 99,6 |
| 0,4 | 99,5 |
| 0,2 | 99,0 |
| 0,08 | 98,7 |

Récapitulatif :

| D _{max} | W% _{0/D} | VBS | WL | IP |
|------------------|-------------------|-------|----|----|
| 2 | 22,9 | 2,998 | - | - |

| Classification GTR |
|--------------------|
| A2th |

| Densité OPN | W% Nat | W% OPN | W% Nat/OPN | IPI |
|-------------|--------|--------|------------|-----|
| 1,750 | 22,9 | 16,8 | 1,36 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Identification GTR Selon NF P 11-300

Analyse Granulométrique/Valeur au bleu de méthylène/Teneur en eau
Selon les normes NF P 94-056, NF P 94-068, NF P 94-050

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F3 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 10/04/2024 | |

Analyse granulométrique :

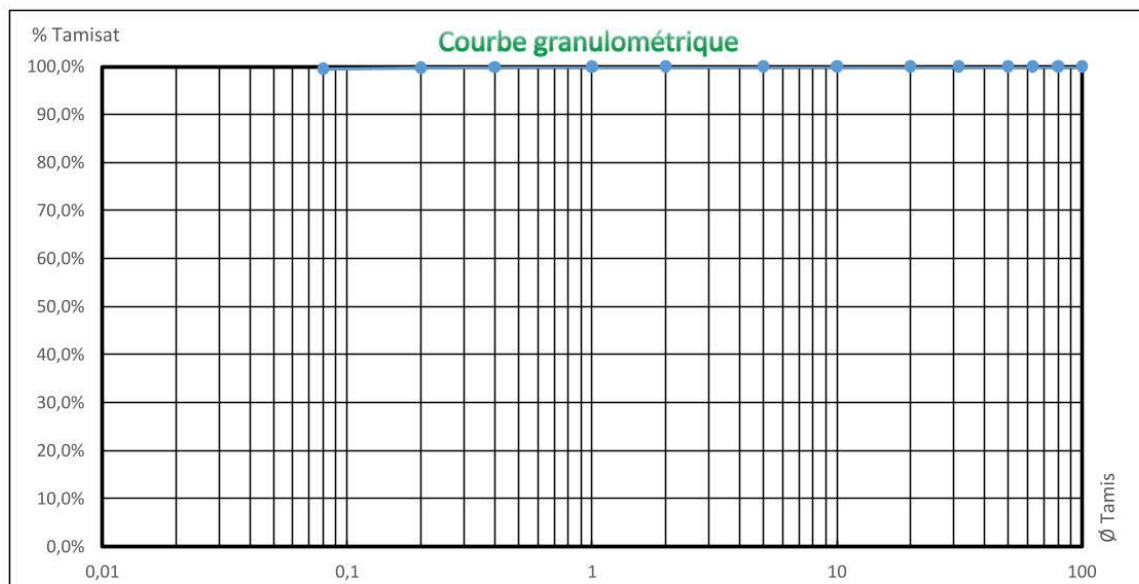
| Ø Tamis en mm | % Passant |
|---------------|--------------|
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 31,5 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 1 | 99,9 |
| 0,4 | 99,8 |
| 0,2 | 99,7 |
| 0,08 | 99,5 |

Récapitulatif :

| D _{max} | W% _{0/D} | VBS | WL | IP |
|------------------|-------------------|-------|----|----|
| 2 | 24,1 | 3,253 | - | - |

| Classification GTR |
|--------------------|
| A2th |

| Densité OPN | W% Nat | W% OPN | W% Nat/OPN | IPI |
|-------------|--------|--------|------------|-----|
| 1,740 | 24,1 | 17,5 | 1,38 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Identification GTR Selon NF P 11-300

Analyse Granulométrique/Valeur au bleu de méthylène/Teneur en eau

Selon les normes NF P 94-056, NF P 94-068, NF P 94-050

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F6 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 11/04/2024 | |

Analyse granulométrique :

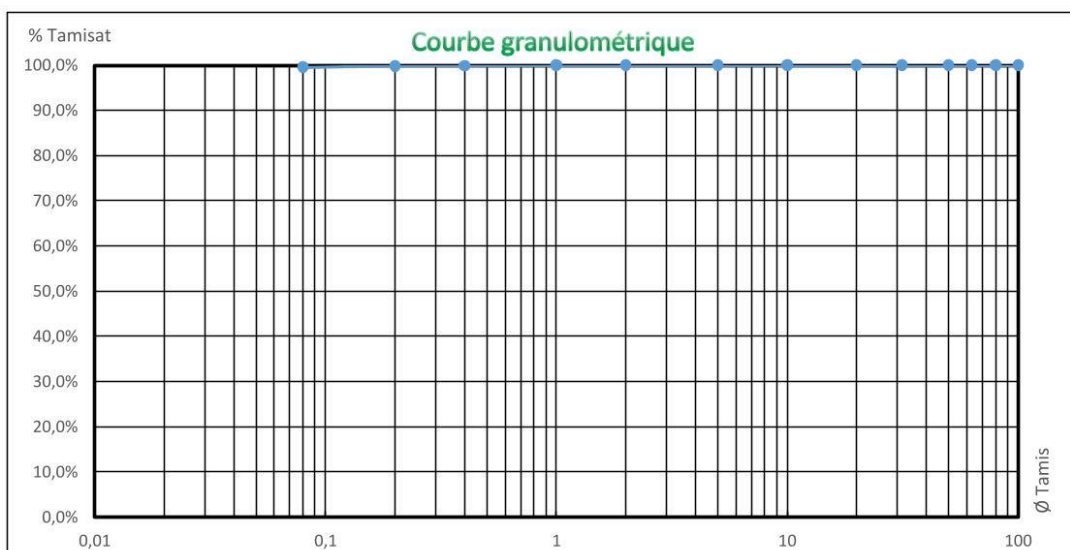
| Ø Tamis en mm | % Passant |
|---------------|--------------|
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 31,5 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 1 | 100,0 |
| 0,4 | 99,9 |
| 0,2 | 99,8 |
| 0,08 | 99,6 |

Récapitulatif :

| D _{max} | W% _{0/D} | VBS | WL | IP |
|------------------|-------------------|-------|----|----|
| 1 | 26,4 | 3,082 | - | - |

| Classification GTR |
|--------------------|
| A2th |

| Densité OPN | W% Nat | W% OPN | W% Nat/OPN | IPI |
|-------------|--------|--------|------------|-----|
| 1,732 | 26,4 | 17,4 | 1,52 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Identification GTR Selon NF P 11-300

Analyse Granulométrique/Valeur au bleu de méthylène/Teneur en eau

Selon les normes NF P 94-056, NF P 94-068, NF P 94-050

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F7 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 11/04/2024 | |

Analyse granulométrique :

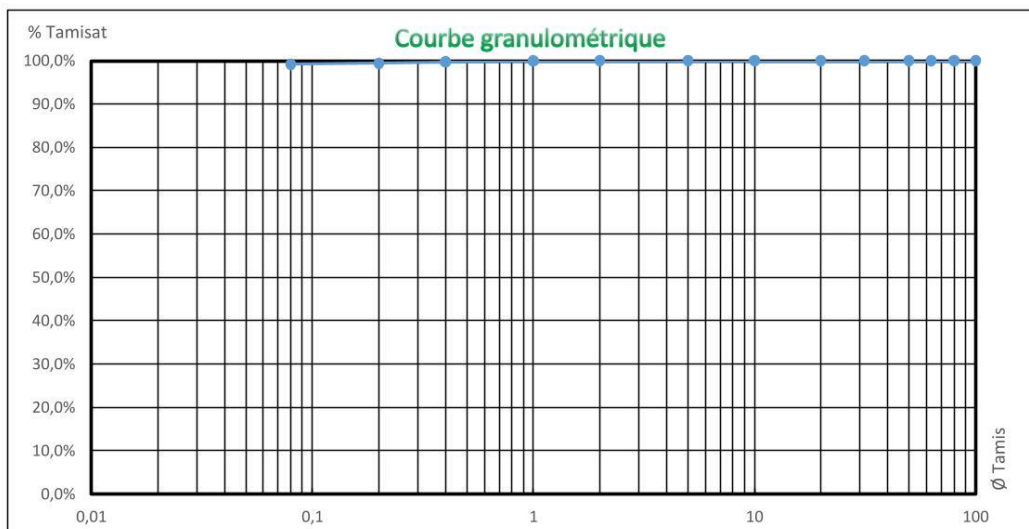
| Ø Tamis en mm | % Passant |
|---------------|--------------|
| 80 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 31,5 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 5 | 100,0 |
| 2 | 100,0 |
| 1 | 99,9 |
| 0,4 | 99,7 |
| 0,2 | 99,4 |
| 0,08 | 99,2 |

Récapitulatif :

| D _{max} | W% _{0/D} | VBS | WL | IP |
|------------------|-------------------|-------|----|----|
| 2 | 24,7 | 3,017 | - | - |

| Classification GTR |
|--------------------|
| A2th |

| Densité OPN | W% Nat | W% OPN | W% Nat/OPN | IPI |
|-------------|--------|--------|------------|-----|
| 1,752 | 24,7 | 16,7 | 1,48 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT

7.6 Essais Proctor + IPI



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | | |
| Sondage : | F1 | N° Dossier : | 24-199 |
| Profondeur : | 1m | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Date prélèvement : | - | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date essai : | 10/04/2024 | Ville : | WALLON CAPPEL |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☐ OUI ☒ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|-----|
| Voir Lithologie | 100 |
| | |
| | |

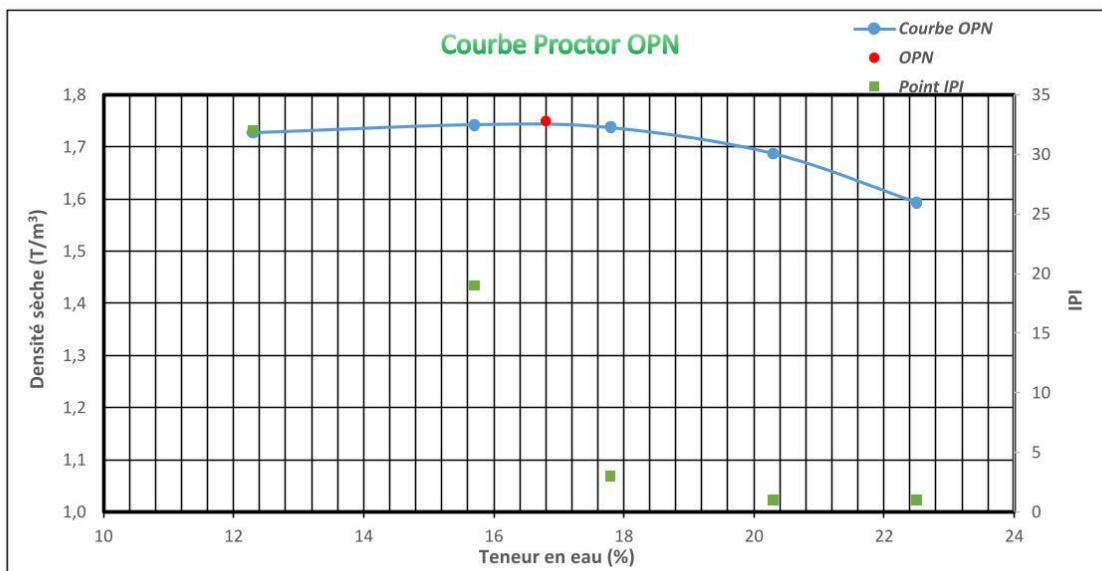
Résultats :

W% Nat = 22,5

W%OPN = 16,8

OPN = 1,75

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ds en T/m ³ | 1,728 | 1,742 | 1,738 | 1,687 | 1,593 |
| W% | 12,3 | 15,7 | 17,8 | 20,3 | 22,5 |
| IPI | 32 | 19 | 3 | 1 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | | |
| Sondage : | F3 | N° Dossier : | 24-199 |
| Profondeur : | 1m | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Date prélèvement : | - | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date essai : | 10/04/2024 | Ville : | WALLON CAPPEL |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☐ OUI ☒ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|-----|
| Voir Lithologie | 100 |
| | |
| | |

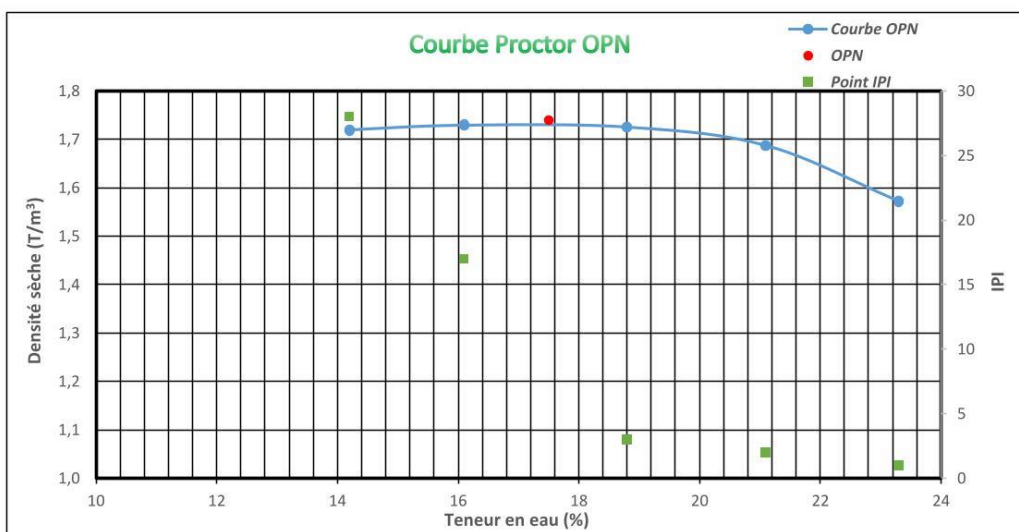
Résultats :

W% Nat = 23,3

W%OPN = 17,5

OPN = 1,74

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ds en T/m ³ | 1,719 | 1,730 | 1,725 | 1,687 | 1,572 |
| W% | 14,2 | 16,1 | 18,8 | 21,1 | 23,3 |
| IPI | 28 | 17 | 3 | 2 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|--------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limonsilt légèrement argileux marron | N° Dossier : | 24-199 |
| Sondage : | F6 | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : | 1m | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : | - | Ville : | WALLON CAPPEL |
| Date essai : | 11/04/2024 | | |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☐ OUI ☒ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|----|
| Voir Lithologie | 99 |
| | |
| | |

Résultats :

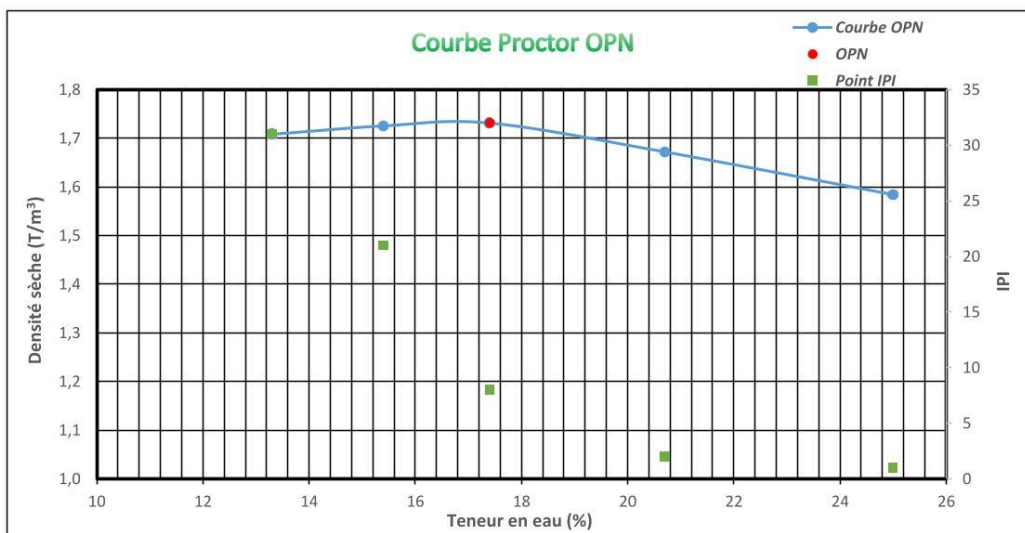
W% Nat = 25

W%OPN = 17,4

OPN = 1,732

IPI = 8

| Ds en T/m ³ | 1,709 | 1,725 | 1,732 | 1,672 | 1,584 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| W% | 13,3 | 15,4 | 17,4 | 20,7 | 25,0 |
| IPI | 31 | 21 | 8 | 2 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : | 24-199 |
| Sondage : | F7 | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : | 1m | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : | - | Ville : | WALLON CAPPEL |
| Date essai : | 11/04/2024 | | |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☐ OUI ☒ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|-----|
| Voir Lithologie | 100 |
| | |
| | |

Résultats :

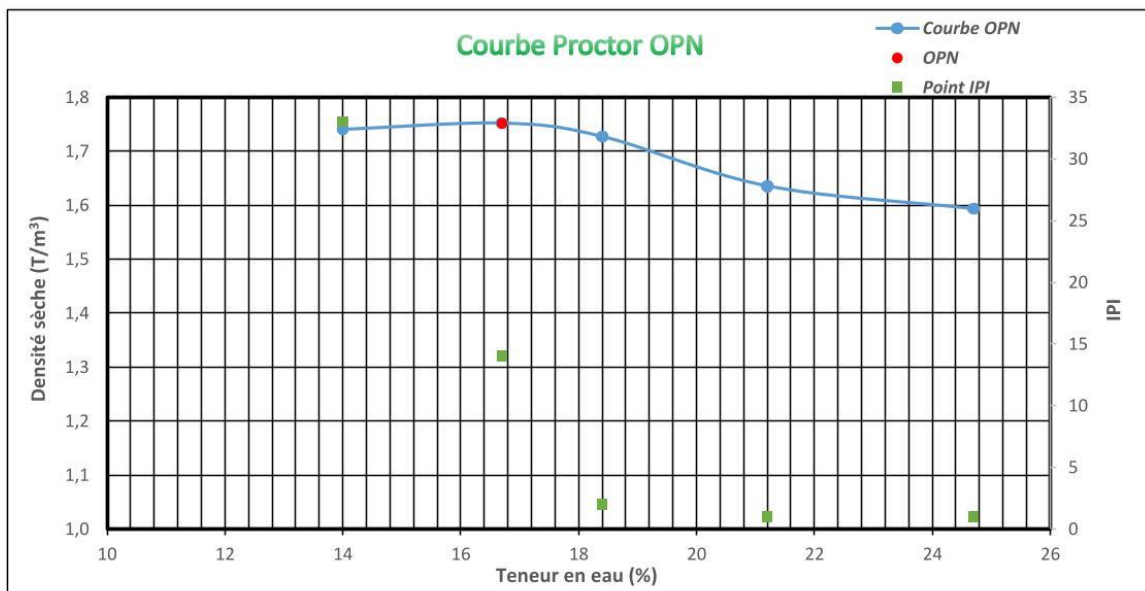
W% Nat = 24,7

W%OPN = 16,7

OPN = 1,752

IPI = 14

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ds en T/m ³ | 1,741 | 1,752 | 1,727 | 1,635 | 1,594 |
| W% | 14,0 | 16,7 | 18,4 | 21,2 | 24,7 |
| IPI | 33 | 14 | 2 | 1 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT

7.7 Essais de traitement chaux



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | | |
| Sondage : | F1 | N° Dossier : | 24-199 |
| Profondeur : | 1m | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Date prélèvement : | - | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date essai : | 10/04/2024 | Ville : | WALLON CAPPEL |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☒ OUI ☐ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|----|
| Voir Lithologie | 99 |
| Cao | 1 |
| | |

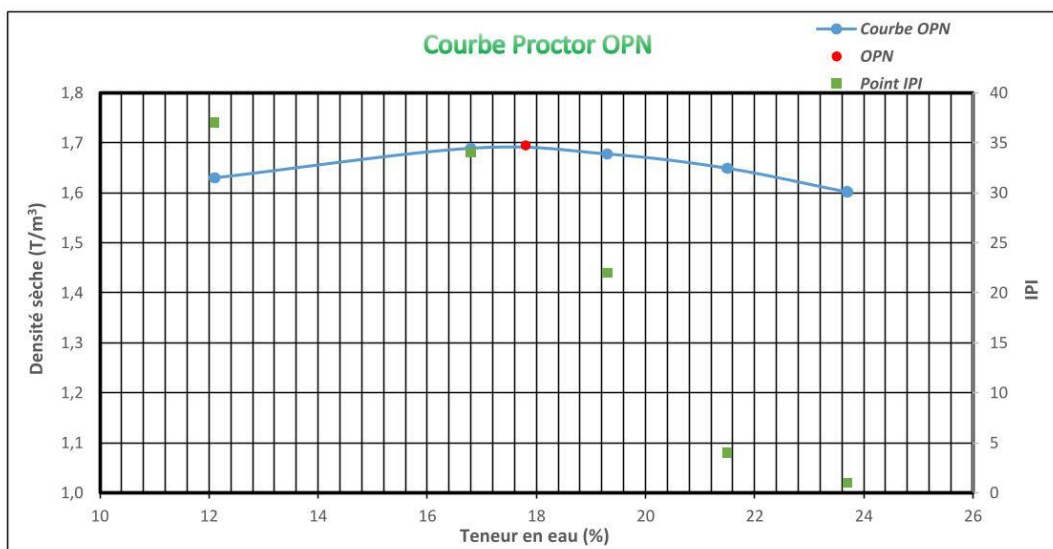
Résultats :

W% Nat = 22,9

W%OPN = 17,8

OPN = 1,695

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ds en T/m ³ | 1,630 | 1,689 | 1,678 | 1,649 | 1,602 |
| W% | 12,1 | 16,8 | 19,3 | 21,5 | 23,7 |
| IPI | 37 | 34 | 22 | 4 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|--|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limons/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : | 24-199 |
| Sondage : | F3 | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : | 1m | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : | - | Ville : | WALLON CAPPEL |
| Date essai : | 10/04/2024 | | |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☒ OUI ☐ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|----|
| Voir Lithologie | 99 |
| Cao | 1 |
| | |

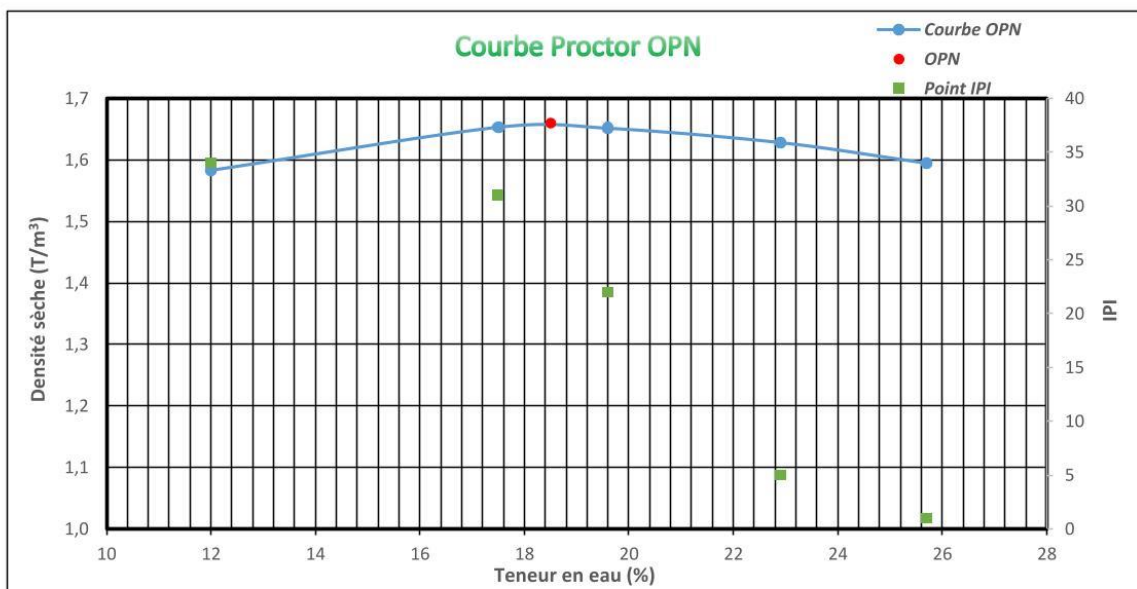
Résultats :

W% Nat = 24,1

W%OPN = 18,5

OPN = 1,66

| | | | | | |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ds en T/m ³ | 1,583 | 1,653 | 1,652 | 1,628 | 1,595 |
| W% | 12,0 | 17,5 | 19,6 | 22,9 | 25,7 |
| IPI | 34 | 31 | 22 | 5 | 1 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : | 24-199 |
| Sondage : | F6 | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : | 1m | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : | - | Ville : | WALLON CAPPEL |
| Date essai : | 11/04/2024 | | |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☒ OUI ☐ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|----|
| Voir Lithologie | 99 |
| Cao | 1 |
| | |

Résultats :

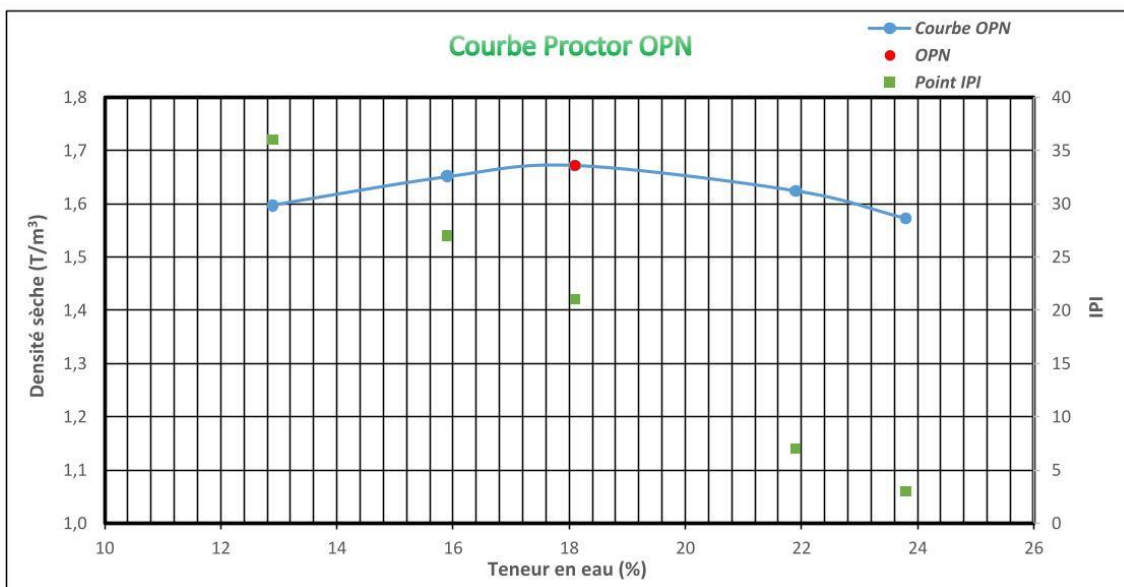
W% Nat = 26,4

W%OPN = 18,1

OPN = 1,672

IPI = 21

| Ds en T/m ³ | 1,597 | 1,652 | 1,672 | 1,624 | 1,573 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| W% | 12,9 | 15,9 | 18,1 | 21,9 | 23,8 |
| IPI | 36 | 27 | 21 | 7 | 3 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Courbe Proctor OPN/OPM + IPI

Selon les normes NF P 94-093, NF P 94-078

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F7 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 11/04/2024 | |

Energie de compactage :

☒ Normal ☐ Modifié

Essai réalisé sur fraction 0/20mm

Traitement :

☒ OUI ☐ NON

| Matériaux | % |
|-----------------|----|
| Voir Lithologie | 99 |
| Cao | 1 |
| | |

Résultats :

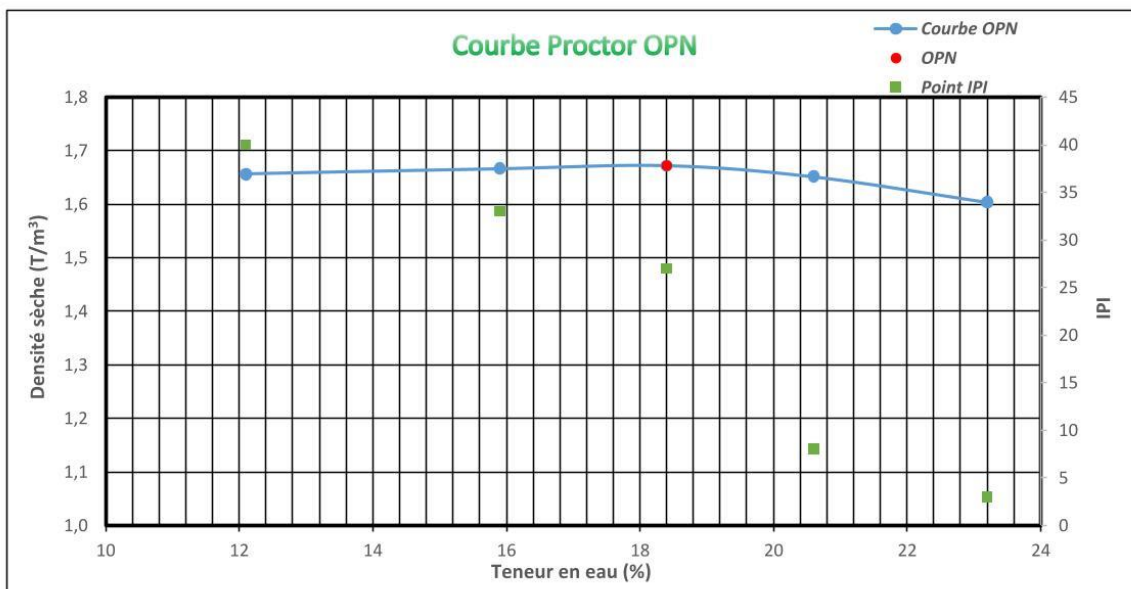
W% Nat = 24,7

W%OPN = 18,4

OPN = 1,672

IPI = 27

| Ds en T/m ³ | 1,656 | 1,667 | 1,672 | 1,652 | 1,604 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| W% | 12,1 | 15,9 | 18,4 | 20,6 | 23,2 |
| IPI | 40 | 33 | 27 | 8 | 3 |



Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Essai d'aptitude au traitement

Selon la NF P 94-100

| | |
|---|---------------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F1 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 10/04/2024 | |

IDENTIFICATION :

Classification GTR : A2th

TRAITEMENT :

| | Dosage utilisé : | Type de liant : |
|---|------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Cao | 1% | Chaux Vive |
| <input type="checkbox"/> Liant | | |

RESULTATS :

Confection des éprouvettes :

| | Paramètres de confection des éprouvettes |
|--|--|
| Teneur en eau en % | 17,8 |
| Masse volumique apparente humide en T/m ³ | 1,997 |
| Masse volumique apparente sèche en T/m ³ | 1,695 |

Gonflement Volumique :

| | Eprouvette N°1 | Eprouvette N°2 | Eprouvette N°3 | Moyenne |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Mesure après 7 jours d'immersion en % | 0,5 | 0,7 | 0,4 | 0,5 |

Caractéristiques mécaniques (si traitement au liant hydraulique) :

| | Eprouvette N°4 | Eprouvette N°5 | Eprouvette N°6 | Moyenne |
|---|----------------|----------------|----------------|---------|
| Résistance en compression diamétrale en Mpa | | | | |

Analyse des résultats :

| Type de traitement | Aptitude au traitement | Paramètres considérés | |
|--|------------------------|-----------------------------------|--|
| | | Gonflement volumique Gv à 7j en % | Résistance en compression diamétrale Rtb en Mpa |
| Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux | Adapté | < 5 | > 0,2 |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | 0,1 < Rtb < 0,2 |
| | Inadapté | > 10 | < 0,1 |
| Traitement à la chaux seule | Adapté | < 5 | Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | |
| | Inadapté | > 10 | |

Extrait de la norme NF P 94-100 - Annexe A

Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Essai d'aptitude au traitement

Selon la NF P 94-100

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F3 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 10/04/2024 | |

IDENTIFICATION :

Classification GTR : A2th

TRAITEMENT :

| | | |
|---|------------------|-----------------|
| | Dosage utilisé : | Type de liant : |
| <input checked="" type="checkbox"/> Cao | 1% | Chaux Vive |
| <input type="checkbox"/> Liant | | |

RESULTATS :

Confection des éprouvettes :

| | Paramètres de confection des éprouvettes |
|--|--|
| Teneur en eau en % | 18,5 |
| Masse volumique apparente humide en T/m ³ | 1,955 |
| Masse volumique apparente sèche en T/m ³ | 1,650 |

Gonflement Volumique :

| | Eprouvette N°1 | Eprouvette N°2 | Eprouvette N°3 | Moyenne |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Mesure après 7 jours d'immersion en % | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |

Caractéristiques mécaniques (si traitement au liant hydraulique) :

| | Eprouvette N°4 | Eprouvette N°5 | Eprouvette N°6 | Moyenne |
|---|----------------|----------------|----------------|---------|
| Résistance en compression diamétrale en Mpa | | | | |

Analyse des résultats :

| Type de traitement | Aptitude au traitement | Paramètres considérés | |
|--|------------------------|-----------------------------------|--|
| | | Gonflement volumique Gv à 7j en % | Résistance en compression diamétrale Rtb en Mpa |
| Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux | Adapté | < 5 | > 0,2 |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | 0,1 < Rtb < 0,2 |
| | Inadapté | > 10 | < 0,1 |
| Traitement à la chaux seule | Adapté | < 5 | Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | |
| | Inadapté | > 10 | |

Extrait de la norme NF P 94-100 - Annexe A

Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Essai d'aptitude au traitement

Selon la NF P 94-100

| | | | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------------|
| Lithologie : | Limon/silt légèrement argileux marron | | |
| Sondage : | F6 | N° Dossier : | 24-199 |
| Profondeur : | 1m | Client : | CA COEUR DE FLANDRE |
| Date prélèvement : | - | Projet : | AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date essai : | 25/04/2024 | Ville : | WALLON CAPPEL |

IDENTIFICATION :

Classification GTR : A2th

TRAITEMENT :

| | Dosage utilisé : | Type de liant : |
|---|------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Cao | 1% | Chaux Vive |
| <input type="checkbox"/> Liant | | |

RESULTATS :

Confection des éprouvettes :

| | Paramètres de confection des éprouvettes |
|--|--|
| Teneur en eau en % | 18,1 |
| Masse volumique apparente humide en T/m ³ | 1,975 |
| Masse volumique apparente sèche en T/m ³ | 1,672 |

Gonflement Volumique :

| | Eprouvette N°1 | Eprouvette N°2 | Eprouvette N°3 | Moyenne |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Mesure après 7 jours d'immersion en % | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 |

Caractéristiques mécaniques (si traitement au liant hydraulique) :

| | Eprouvette N°4 | Eprouvette N°5 | Eprouvette N°6 | Moyenne |
|---|----------------|----------------|----------------|---------|
| Résistance en compression diamétrale en Mpa | | | | |

Analyse des résultats :

| Type de traitement | Aptitude au traitement | Paramètres considérés | |
|--|------------------------|-----------------------------------|--|
| | | Gonflement volumique Gv à 7j en % | Résistance en compression diamétrale Rtb en Mpa |
| Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux | Adapté | < 5 | > 0,2 |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | 0,1 < Rtb < 0,2 |
| | Inadapté | > 10 | < 0,1 |
| Traitement à la chaux seule | Adapté | < 5 | Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | |
| | Inadapté | > 10 | |

Extrait de la norme NF P 94-100 - Annexe A

Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT



PROCES VERBAL D'ESSAI EN LABORATOIRE

Essai d'aptitude au traitement

Selon la NF P 94-100

| | |
|---|--------------------------------|
| Lithologie : Limon/silt légèrement argileux marron | N° Dossier : 24-199 |
| Sondage : F7 | Client : CA COEUR DE FLANDRE |
| Profondeur : 1m | Projet : AMENAGEMENT D'UNE ZAE |
| Date prélèvement : - | Ville : WALLON CAPPEL |
| Date essai : 25/04/2024 | |

IDENTIFICATION :

Classification GTR : A2th

TRAITEMENT :

| | Dosage utilisé : | Type de liant : |
|---|------------------|-----------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Cao | 1% | Chaux Vive |
| <input type="checkbox"/> Liant | | |

RESULTATS :

Confection des éprouvettes :

| | Paramètres de confection des éprouvettes |
|--|--|
| Teneur en eau en % | 18,4 |
| Masse volumique apparente humide en T/m ³ | 1,980 |
| Masse volumique apparente sèche en T/m ³ | 1,672 |

Gonflement Volumique :

| | Eprouvette N°1 | Eprouvette N°2 | Eprouvette N°3 | Moyenne |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| Mesure après 7 jours d'immersion en % | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |

Caractéristiques mécaniques (si traitement au liant hydraulique) :

| | Eprouvette N°4 | Eprouvette N°5 | Eprouvette N°6 | Moyenne |
|---|----------------|----------------|----------------|---------|
| Résistance en compression diamétrale en Mpa | | | | |

Analyse des résultats :

| Type de traitement | Aptitude au traitement | Paramètres considérés | |
|--|------------------------|-----------------------------------|--|
| | | Gonflement volumique Gv à 7j en % | Résistance en compression diamétrale Rtb en Mpa |
| Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux | Adapté | < 5 | > 0,2 |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | 0,1 < Rtb < 0,2 |
| | Inadapté | > 10 | < 0,1 |
| Traitement à la chaux seule | Adapté | < 5 | Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique |
| | Douteux | 5 < Gv 7j % < 10 | |
| | Inadapté | > 10 | |

Extrait de la norme NF P 94-100 - Annexe A

Observation :

Fait le 29/04/2024
Le(La) Technicien(ne),
Y.DUTOIT