



Essais de sol et analyses
géotechniques

PROCES VERBAL D'ESSAI RAPPORT ES00000/21

CONSTRUCTION D'UNE HABITATION
BNS

DEMANDE PAR :

BGS
Lenclos, 72C
6740 Etalle

POUR LE COMPTE DE :

BGS
Lenclos, 72C
6740 Etalle

LIEU DES ESSAIS :

Rue de Neufchâteau
6720 Habay

DATE DU RAPPORT : 20/10/2021

BE Siège principal
LU Siège d'exploitation

Lenclos, 72C
Rue Charles Kieffer, 11

B-6740 Etalle
L-8389 Grass

T. +32 63 42 22 94
T. +352 20 60 08 67

1. Description des machines et des essais statiques

Les essais de pénétration statiques (cône mécanique CPT-M1) sont réalisés avec un pénétromètre lesté (jusqu'à 200 kN). Le train de tige, muni à son extrémité du cône mécanique, avec un angle au sommet du cône de 60° et une section à la base de 10 cm², est poussé dans le sol via un vérin hydraulique avec une vitesse de pénétration constante de 2 cm/s.

Par l'intermédiaire de tiges couissant dans les tubes-allonges, il est possible de faire avancer la pointe seule. La résistance au cône et la résistance totale (résistance au cône + résistance au frottement latéral) sont mesurées tous les 2 cm. Les résultats présentés en annexe reprennent uniquement les mesures tous les 10cm afin d'alléger la lecture. Toutes les valeurs mesurées peuvent être transmises sur simple demande.

En fin d'essai, après extraction des tubes, le niveau d'eau est relevé au moyen d'une sonde électronique. Le niveau d'eau déterminé de cette façon peut être fort imprécis dans le cas de terrains peu perméables (argiles, limons), et être fort éloigné du niveau réel des eaux souterraines.

Les résultats des essais sont présentés sur les diagrammes en annexe. La résistance à la pointe (q_c) exprimée en kN/cm² (courbe noire) et la résistance au frottement latéral sommée (FI) en kN (courbe rouge) y sont représentés en fonction de la profondeur.



2. Interprétations des résultats statiques

Légende des symboles utilisés

Q_0 : la contrainte due au poids propre des terres [kg/cm²]

q_c : la résistance à la pointe [kN/cm²] (Remarque : 1 kN/cm² = 10 Mpa \approx 100 kgf/cm²)

FI : le frottement latéral total [kN] (Remarque : 1 kN \approx 100 kgf)

ϕ_u : angle de frottement interne apparent [°]

C : la constante de compressibilité [-]

P_{adm} : Pression de fondation admissible pour des semelles continues d'une largeur de 50cm, 70cm et 90cm [kg/cm²].

Par application de la théorie du Professeur De Beer sur l'interprétation des essais de pénétration statique, il est possible de déduire, de la valeur de la résistance à la pointe, un angle de frottement apparent ϕ_u du sol aux différents niveaux de mesure.

Les hypothèses simplificatrices de base de cette théorie sont les suivantes :

- cohésion du sol nulle : $c = 0$ [kPa]
- poids volumique du sol au-dessus de la nappe : $\gamma = 16$ [kN/m³] = 1600 [kg/m³]
- poids volumique du sol immergé : $\gamma = 20$ [kN/m³] = 2000 [kg/m³]

L'angle de frottement apparent ϕ_u du sol est déterminé aux différents niveaux de mesure de la manière suivante :

- 1) L'essai de pénétration permet de calculer le rapport suivant :

$$N''_{q,d} = \frac{q_c}{\sigma'_{v'}} \quad (1)$$

$$\text{Avec } N''_{q,d} = f(\phi', \phi_u) \quad (2)$$

- 2) On postule $\phi' = 30^\circ$ et on déduit ϕ_u de la relation (2)
- 3) Si $\phi_u < 30^\circ$, on adopte la valeur trouvée ;
Si $\phi_u > 30^\circ$, on la rejette ; on admet dans ce cas que $\phi' = \phi_u$ et on recalcule l'angle de frottement apparent, considéré comme égal à l'angle de frottement interne.

A partir de la résistance à la pointe q_c , il est possible, moyennant certaines hypothèses, de disposer d'une valeur minimale de la constante de compressibilité C d'un sol :

$$C = \alpha \cdot \frac{q_c}{\sigma'_{v'}}$$

Avec α valant : 1,5 pour les couches de sable peu compactes et les couches faibles ;
2,0 pour les couches de sables compactes et les couches consolidées de cohésion normale ;
2,5 pour les couches rigides et sur-consolidées ;
0,5 à 0,7 pour les argiles organiques et la tourbe.

Nos calculs sont basés sur $\alpha = 1,5$ de manière à conserver une marge de sécurité pour la plupart des sols rencontrés. Pour une détermination exacte de ces valeurs de α , des essais en laboratoire doivent être effectués. En général, plus la valeur de α est grande (et donc celle de C également), moins il y a de tassements.

Calcul des tassements

Les tassements sont calculés à l'aide de la formule de Terzaghi :

$$S = \frac{dh}{C} 2,3 \log \frac{P + Sz}{P}$$

Avec :

- S , le tassement [m] ;
- dh , l'épaisseur de la couche comprimée [m] ;
- C , le coefficient de compressibilité [-] (voir point 2) ;
- P , la contrainte initiale dans le plan d'assise de la fondation [tonne/m²] ;
- Sz , l'accroissement de la contrainte dans le plan d'assise en [tonne/m²].

Les calculs de tassement ont été réalisés en considérant les hypothèses suivantes :

- Les calculs s'arrêtent lorsque la contrainte appliquée sur le sol par les fondations correspond à la contrainte initiale du sol.
- Les tassements dépendent du niveau exact d'une éventuelle nappe phréatique. Dans nos calculs, le niveau d'eau utilisé est le niveau relevé directement dans les trous de sondage. Il peut donc y avoir quelques approximations.
- Ces calculs ne tiennent pas compte d'un éventuel gonflement du sol.
- Les tassements sont calculés dans la situation temporelle égale à la fin de la construction. Ces résultats ne sont plus valables en cas de variation des hypothèses (niveau d'eau, nouvelles constructions voisines, ...).
- Il est supposé que le tassement différentiel peut provoquer des dégâts seulement si :

$$\frac{dS}{L} > \frac{1}{500}$$

Avec :

- dS, le tassement différentiel entre deux points de support voisins [m] ;
- L, la distance entre deux points de support [m].

En ce qui concerne la vérification des tassements admissibles, il convient de vérifier à la fois les tassements absolus et différentiels.

Les valeurs généralement retenues comme valeurs maximales de tassement absolu admissible (suivant EC7) pour les constructions neuves sont :

- Semelle filante ou isolée : 2cm
- Radier : 5cm

En conclusion, vu le nombre important d'hypothèses, le tassement calculé ne correspond pas au tassement réellement mesuré. Les valeurs des tassements calculés doivent donc être utilisées précautionneusement dans d'éventuels prises de décision et calculs.

3. Nature du sol

La nature du terrain ne peut être donnée qu'à partir d'un forage de reconnaissance ou d'un carottage et d'essais en laboratoire. Les valeurs données à partir des essais CPT ne revêtent qu'une valeur indicative.

Il n'est pas possible de se baser sur les résidus de terre trouvés sur les barres puisque plusieurs tubes de sondage ont parcouru différentes couches et que les particules se sont mélangées.

De manière générale, les valeurs suivantes peuvent être considérées :

Nature du sol	ϕ	C
Tourbe	Faible	3 - 10
Boue	Faible	5 - 8
Argile	4-14	10 - 20
Limon	20-28	20 - 50
Sable	28-35	50 - 400

4. Implantation et nivellement

Les 3 essais au pénétromètre statique (S) sont repérés sur le plan d'implantation ci-dessous.

Les cotes de niveau du terrain naturel au droit des essais ont été relevées par rapport au niveau repère 0,00m pris sur la borne avant droite du terrain.

Essai	Cote en m
S1	-1,35
S2	-1,41
S3	-0,85



5. Niveau d'eau

Essai	Profondeur du niveau d'eau [m] (*)	Profondeur d'éboulement [m] (*)
S1	0,89	/
S2	0,81	/
S3	/	0,18

(*) par rapport au terrain naturel en place lors des essais de sol.

La « profondeur d'éboulement » indique la profondeur à laquelle le trou de sondage s'est éboulé. Cette information indique qu'aucune présence d'eau n'a été relevée jusqu'à cette profondeur d'éboulement.

La valeur indiquée pour « la profondeur du niveau d'eau » se rapporte au niveau de la nappe d'eau souterraine mesuré dans le trou de sondage, immédiatement après avoir enlevé les tubes de sondage. Ces valeurs sont donc données à titre indicatif. Une bonne définition de la nappe d'eau souterraine n'est possible que lorsqu'on installe un piézomètre.

Rappelons également que le niveau de la nappe d'eau souterraine fluctue en fonction des conditions climatiques (saisons, pluviosité). En général, le niveau le plus élevé est atteint vers le 15 avril et le plus bas vers le 15 octobre (ce niveau peut varier de un à deux mètres en général).

6. Caractéristiques mécaniques du sol

Sous la couche superficielle, aux 3 essais, le sol présente directement de bonnes caractéristiques mécaniques avec des valeurs de capacité portante de l'ordre de 0,95kg/cm² à 5,00kg/cm².

Le refus prématuré de la machine à une profondeur variant de 0,92m à 1,66m sous le terrain naturel laisse supposer la présence de débris rocheux voire de roche.

Nous attirons l'attention sur le niveau d'eau qui a été relevé à partir d'une profondeur de 0,81m. L'étanchéité ainsi que le drainage devront être particulièrement soignés et efficaces. En outre, dans le cas d'une habitation sur caves, la dalle de sol et les murs devront être dimensionnés de manière à reprendre la poussée des eaux.

Voir annexe I concernant la situation du terrain par rapport aux zones d'aléas d'inondation, les zones de contraintes karstiques, les risques miniers répertoriés et la description du type de sol.

7. Conclusions

Ne possédant pas toutes les données définitives de la construction (Niveau d'assise des fondations, portée des hourdis et de la toiture, matériaux utilisés, ...) les conclusions ci-dessous sont conservatives et établies de manière générale. Le système de fondation ainsi que la descente des charges sont propres à chaque construction. Il est par conséquent nécessaire de réaliser une étude complète de stabilité afin de dimensionner les éléments porteurs ainsi que les fondations de la construction.

Pour des données plus précises, nous restons à votre entière disposition.

Une habitation de gabarit classique (2 niveaux de hourdis) pourrait être fondée avec une assise sous la couche végétale, hors-gel, sous remblais éventuels et sous une profondeur minimum de 0,80m par rapport au terrain en place lors de la réalisation des sondages de sol sur **semelles filantes en béton armé** ; le taux de travail admissible est limité à 2,00 kg/cm².

On veillera à asseoir les fondations sur les couches de même compacité pour éviter les risques de désordre dus à des tassements différentiels.

Les résultats donnés dans ce rapport ne sont valables qu'aux endroits des tests réalisés. En conformité avec l'Eurocode 7 (ENV 1997), un contrôle visuel de la nature des couches sous-jacentes aux fondations doit être effectué lors des travaux de terrassements afin de détecter des éventuelles hétérogénéités locales. Si la présence de remblais est constatée, il y a lieu d'en avertir le bureau d'études en charge du dossier afin de déterminer la suite des travaux.



Ing. Nadin Franck



Ir. Gillet Grégory

ANNEXE I. Cartes thématiques de la DGARNE sur WalonMap



Aléa d'inondation (Version 2016) - Série

Aléa d'inondation par débordement de cours d'eau et par ruissellement

Echelle inférieure ou égale au 1:25.000 et supérieure ou égale au 1:5000

-  Aléa faible
-  Aléa moyen
-  Aléa élevé

Atlas du karst wallon - Série

- Sites karstiques
-  Abri-sous-roche
-  Cavité
-  Doline-Dépression
-  Dépression paléokarstique
-  Perte-Chantoir
-  Puits houiller
-  Puits naturel
-  Résurgence-Exsurgence
-  Divers
- Sites karstiques > 30m en surface
-  Sites karstiques > 30m en surface

Formations carbonatées

-  Craie du Crétacé
-  Calcaire du Bajocien
-  Calcaire du Sinémurien
-  Calcaire du Dévonien
-  Calcaire du Dévonien sous couverture
-  Schiste et calcaire argileux SVP du Famennien
-  Calcaire du Carbonifère
-  Calcaire du Carbonifère sous couverture
-  Poudingue du Permien

Zones de consultation de la DRIGM - Série

-  Présence de carrières souterraines
-  Présence de puits de mines
-  Présence potentielle d'anciens puits de mines
-  Présence de minières de fer
-  Présence de karst

Concessions minières - Série

-  Existante
-  Existante (sous séquestre)
-  Existante (retrait en préparation)
-  Existante (retrait en cours)
-  Renoncée (avant 1988)
-  Renoncée (après 1988)
-  Retirée d'office (après 1988)
-  Déchue

Dans les zones définies, la consultation de la Direction des Risques industriels, géologiques et miniers (DRIGM - geologie@spw.wallonie.be) est recommandée, sinon nécessaire, préalablement à tout projet.

Carte Numérique des Sols de Wallonie - Série

- Sans sujet
- Carte non éditée
- Description :

Remarque(s) : /