



B.N.S. S.P.R.L
ESSAIS DE SOLS

Rue de Vance, 17
B-6720 Habay-la-Neuve
Tél. :063/42.22.94
Fax : 063/42.22.93
TVA : BE 0874.970.484

PROCES VERBAL D'ESSAI ref. ES4159/12
Consorts Gastout - Rue Cruchenère à Perbais
Construction d'un immeuble à appartements

DEMANDE PAR : T-Palm – M. Schreuer
Avenue Victor Hugo, 54A
1420 Braine l'Alleud

POUR LE COMPTE DE : T-Palm
Rue Enkart, 38
4910 Polleur-Theux

LIEU DES ESSAIS : Rue Cruchenère
Perbais

OPERATEUR : Balon Marvin

REFERENCE DE LA DEMANDE : Demande du 19/04/2012

DATE DE REALISATION DES ESSAIS : 30/04/2012

DATE DU RAPPORT : 02/05/2012



Description des machines et des essais.

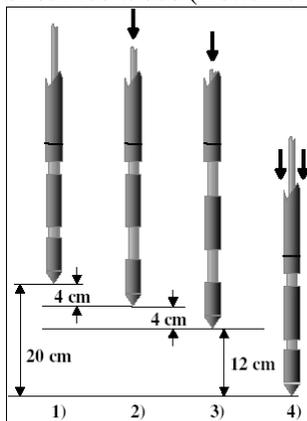
Sondage au pénétromètre statique.

L'essai est réalisé à partir d'un pénétromètre de 10 tonnes.

L'essai de pénétration statique consiste à enfoncer dans le sol, à l'aide d'un vérin, un train de tubes muni en tête d'une pointe conique d'une section de 10 cm² de base et ayant un angle au sommet de 60[°]. Par l'intermédiaire de tiges couissant dans les tubes-allonges, il est possible de faire avancer la pointe seule. Au cours de l'essai, deux séries de mesures peuvent être enregistrées :

- tous les 20 cm est mesurée la force nécessaire pour enfoncer la pointe et le manchon de la pointe.
- par paliers, on fait progresser uniquement la pointe.

On obtient ainsi des valeurs de rupture à la pointe q_c [kg/cm²] et la force totale de frottement exercée par le sol sur les tubes (frottement latéral Q_{st}).



- 1) La pointe est en position totalement fermée
- 2) Application d'une force sur le tube intérieur de façon à descendre la pointe de 4cm
Mesure de Rp.
- 3) Application d'une force sur le tube intérieur de façon à descendre la pointe + le manchon de la pointe de Begeman de 4cm
Mesure de Rp+Rl.
- 4) Application d'une force sur les tubes-allonges de façon à ramener

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.

Interprétations des résultats.

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 (à défaut de valeurs plus précises) :

- 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]
- La valeur de q_c [kg/cm²] est, dès lors, déterminée via la formule suivante :

$$q_c(x) = \frac{RP(x) * 10 + Rods(x) * Poids_Rods}{10}$$

La multiplication de RP par 10 vient du fait que les valeurs données par la carte d'acquisition de l'appareillage sont déjà en [kg/cm²].

- Le frottement latéral unitaire F_s [kg/cm²] à la profondeur x est calculé au moyen de la formule suivante :

$$F_s(x) = [RL(x+1) - RP(x+1)] * \frac{\text{section pointe}}{\text{superficie manchon}}$$
$$= [RL(x+1) - RP(x+1)] * \frac{10}{150}$$

- Le Friction Ratio FR est le rapport entre F_s et q_c , exprimé en [%].
- 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 $N_{q,d}'' = \frac{q_c}{\sigma_v}$ (1),

avec $N_{q,d}'' = f(\varphi', \varphi_u)$ (2)

2) On postule $\varphi' = 30^\circ$ et on déduit φ_u de la relation (2).

3) Si $\varphi_u < 30^\circ$, on adopte la valeur trouvée;

si $\varphi_u > 30^\circ$, on la rejette; on admet dans ce cas que $\varphi' = \varphi_u$ 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 : $C = \alpha \frac{q_c}{\sigma_v}$, le facteur α

valant 1,5 selon Buisman (généralement bien adapté aux sols sableux). Ce facteur est généralement supérieur pour les argiles et les limons (comprise entre 2 et 8) et moindre pour les sols tourbeux.

- Pour estimer la capacité portante ultime ou le pouvoir portant ultime, plusieurs théories ont été développées. Celle retenue étant celle de Buisman :

$q_{ult} = q \cdot N_q + \gamma' \cdot N_\gamma \cdot B$ (le terme relatif à la cohésion étant annulé),

où $N_q = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi'}{2}\right) \cdot \exp(\pi \cdot \tan(\varphi'))$ et $N_\gamma \approx 1,5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$.

- Le pouvoir portant admissible est égal au pouvoir portant ultime divisé par un coefficient de sécurité, idéalement entre 2 et 3.

Sondage au pénétromètre dynamique.

- Caractéristiques géométriques de la pointe de sondage :
 - Angle au sommet : 90°
 - Section à la base du cône : $15 \text{ [cm}^2\text{]}$
- Diamètre extérieur des tiges de battage : 32 [mm]
- Masse du mouton :
 - Pour les essais de Pénétration Dynamique Moyens (DPM) : 30 [kg]
 - Pour les essais de Pénétration Dynamique Lourds (DPH) : 50 [kg]
- Hauteur de chute du mouton : 50 [cm]
- Vitesse d'enfoncement : entre 15 et $30 \text{ [coups/minute]}$

L'essai dynamique consiste à enfoncer dans le sol un train de tiges muni en tête d'une pointe conique, et ce par l'intermédiaire de coups donnés par un mouton de masse déterminée tombant d'une hauteur déterminée. Au cours de l'essai, à chaque palier de 10 cm , le nombre de coup N nécessaires pour enfoncer le train de tiges sur la longueur du palier est enregistré. En tenant compte du poids des différents éléments du train de tiges, on obtient alors la résistance de pointe dynamique $R_d \text{ [kg/cm}^2\text{]}$.

Interprétations des résultats.

La mesure du nombre de coups (N) nécessaires pour enfoncer de 10 cm le train de tiges permet de déterminer la résistance de pointe dynamique R_d définie comme suit :

$$R_d = \frac{M^2 H}{A \cdot e \cdot (M + P)} \quad \text{[kg/cm}^2\text{]}$$

Avec $M =$ masse du mouton de battage [kg]

$H =$ Hauteur de chute du mouton = 50 [cm]

$A =$ Section de la pointe = $15 \text{ [cm}^2\text{]}$

$e =$ enfoncement par coup = $10/N \text{ [cm]}$

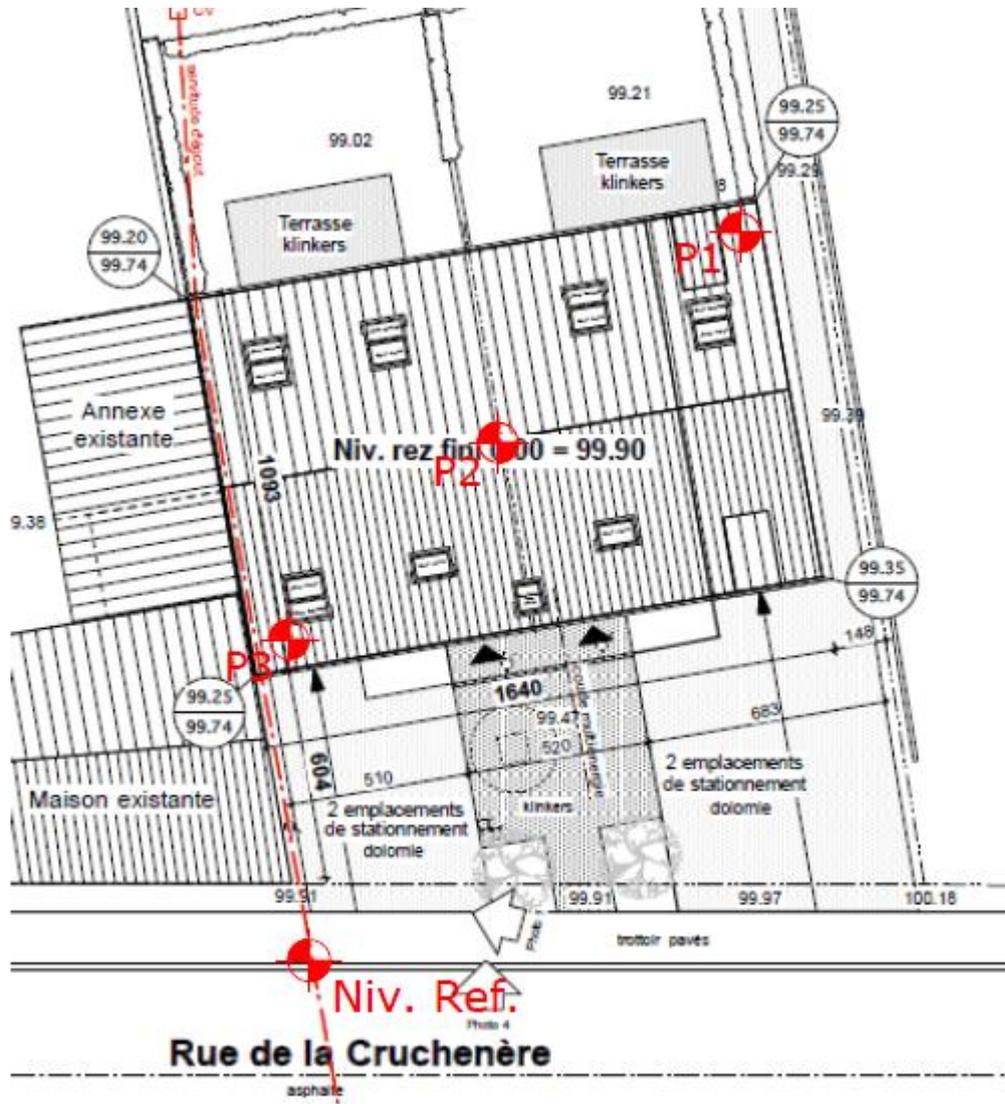
$P =$ masse totale du train de tiges et de l'enclume [kg]

q_{adm} (contrainte admissible) est directement proportionnel à R_d .

Implantation et nivellement.

Les 3 essais au pénétromètre dynamique 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 taque située sur l'accotement à gauche du terrain.

Essai	Cote en m
1	-0,82
2	-0,78
3	-0,64



Niveau d'eau.

Essai	Profondeur du niveau d'eau [m] (*)	Profondeur d'éboulement [m] (*)
1	0,44	/
2	0,34	/
3	1,10	/

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

La valeur indiquée 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.

Caractéristiques mécaniques du sol.

- Sous la couche superficielle, jusqu'à une profondeur de 1,20m à l'essai 1, de 1,40m à l'essai 2 et de 1,10m à l'essai 3, le sol présente des caractéristiques mécaniques moyennes à médiocres avec des valeurs de capacité portante de l'ordre de 0,40kg/cm² à 0,95 kg/cm².
Dans la couche sous-jacente, la capacité portante du sol augmente progressivement pour atteindre des valeurs variant de 1,00 kg/cm² à 5,00 kg/cm². On peut cependant constater une couche de plus faible capacité portante à l'essai 2 à une profondeur de 2,60m sur une épaisseur de 0,10m et à l'essai 3 à une profondeur de 2,40m sur une épaisseur de 1,20m.

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.
- Compte tenu de ce qui précède un bâtiment à 2 niveaux de hourdis du type T palm peut être fondé en utilisant une des 2 solutions ci-après :

a) Assise sous terre arable, hors gel et jusqu'à une profondeur de 1,40m par rapport au terrain naturel en place lors de la réalisation des sondages de sol sur **radier général en béton armé** (taux de travail admissible limité à 0,40kg/cm²) avec les caractéristiques suivantes :

- qualité béton : **C25/30**
- épaisseur : 0,25m
- acier : ± 70 kg/m³
- Dans le cas d'un radier sur terre-plein, il est nécessaire de substituer la couche végétale par de l'empierrement compacté mécaniquement. Si le radier n'est pas hors-gel, alors il faut prévoir une barrière de gel périphérique. Dans le cas de charges irrégulières ou importantes, nous conseillons d'armer cette barrière. En outre, la couche végétale doit être substituée par du sable ou de l'empierrement compacté mécaniquement.

b) Assise sous une profondeur de 1,40m par rapport au terrain naturel et pour autant que la présence d'eau n'entrave pas la réalisation de ce type de fondation, sur **semelles filantes en béton armé** (taux de travail admissible de 0,90kg/cm²) avec les caractéristiques suivantes :

- qualité béton : **C25/30**
- largeurs semelles :
 - de 0,40 à 1,10 m pour les murs intérieurs
 - de 0,50 à 1,00m pour les murs extérieurs
- épaisseur : 0,30m
- armatures inférieure **et** supérieure : treillis 150x150x8x8

- On veillera à asseoir les fondations sur les couches de même compacité pour éviter les risques de désordre dus à des tassements différentiels.
- Nous relevons l'attention sur le niveau d'eau qui a été relevé à partir d'une profondeur de 0,34m. L'étanchéité ainsi que le drainage seront soignés et efficaces.
- Les résultats donnés dans ce rapport ne sont valables qu'aux endroits des tests réalisés. Un contrôle visuel de la nature des couches sous-jacentes aux fondations doit être effectué lors des travaux de terrassements afin de déceler des éventuelles hétérogénéités locales.



ing. Nadin Franck

P.O



ir. Gillet Grégory