

## 1 - INTRODUCTION

Dans le cadre d'une opération de construction de plusieurs bâtiments , il a été estimé que la charge la plus importante à transmettre au sol est d'environ 3000 kN sous un poteau.

Une reconnaissance préalable du site a permis de mettre en évidence à partir du toit du terrain naturel la succession des couches suivantes :

- terre végétale : épaisseur de 60 cm
- sable propre : épaisseur de 4,50 m
- sable argileux : épaisseur de 6,00 m
- substratum : épaisseur non définie
- Une nappe phréatique dont le toit est situé à 3,00 m de profondeur vis à vis du terrain naturel

Vous êtes chargé d'analyser la situation en vue de justifier la solution préconisée pour la fondation de cet ouvrage.

## 2 - DOCUMENTS A CONSULTER

- Norme NF P 94 -071 - 1 : essai de cisaillement rectiligne à la boîte. ( Août 1994)
- Mode d'emploi de la machine de cisaillement
- Extrait DTU 13-12

## 3 - DOCUMENTS A UTILISER

- Fiche d'essai de cisaillement à compléter
- Courbes intrinsèque du sable argileux à exploiter

## 4 - MATERIAUX ET MATERIELS

- Un échantillon de 2 kg prélevé dans la couche de sable
- Matériel de cisaillement rectiligne à la boîte
- Matériels courants de laboratoire à disposition sur demande

## 5 - TRAVAIL DEMANDE

1 - Dans le cas des sols, la courbe intrinsèque ( relation entre la contrainte normale  $\sigma$  et la contrainte tangentielle  $\tau$  au moment de la rupture) peut être assimilée à une droite (appelée droite de Coulomb) définie par la relation :  $\tau = C + \sigma \operatorname{tg} \phi$

Que représentent les termes  $C$  et  $\phi$  appelés respectivement Cohésion et angle de frottement interne ?

2 - Effectuer deux essais de cisaillement sur un échantillon du sable propre dans l'état sec sous des contraintes normales voisines de 0,05 et 0,1 MPa . la vitesse de cisaillement sera de l'ordre de 1 mm /min.

Exploiter vos mesures pour définir les caractéristiques du sable

3 - la courbe du sable argileux donnée sur la page 6 a été obtenue à partir d'essais normalisés Préciser les caractéristiques mécaniques de ce sable argileux .

4 - Dans une première approche de l'étude des fondations, on choisit un niveau d'assise à -2 m sous le toit du terrain naturel avec l'hypothèse d'une semelle carrée.

- Procéder à la détermination des caractéristiques manquantes du sable nécessaires à l'application des règles données dans l'extrait du DTU.
- Proposer des dimensions à la surface d'assise de cette fondation en les justifiant.
- Quelle vérification complémentaire est il nécessaire d'effectuer ? Expliquer le problème et donner les démarches à mettre en œuvre pour le solutionner.

5 - La norme NF P 94 - 071 - 1 prescrit d'effectuer des essais de cisaillement dans des conditions de saturation et de consolidation .

- Expliquer ce que veut dire « saturation » et « consolidation ».
- Quel objectif recherche t'on au travers de ces conditions ?

## EXTRAIT DTU 13-12

### chapitre 2 calcul des ouvrages de fondations

#### 2.1 réaction du sol

La réaction du sol sous une structure, au moins définie dans ses grandes lignes, peut être le plus souvent caractérisée par une valeur ultime  $q_u$

**COMMENTAIRE** *Cette valeur tient alors implicitement compte des dimensions prévisibles des semelles, de leurs implantations respectives, de l'éventuelle alternance compression-décompression du sol et de l'inclinaison prévisible de la résultante des charges appliquées.*

- *Dans certains cas particuliers, il convient de définir pour chaque situation la valeur ultime  $q_u$ .*

La contrainte de calcul  $q$  est la plus petite des 2 valeurs  $q_u/2$  et de celle qui dispense de tenir compte des tassements différentiels dans la structure (cf. article 2.3.5 )

**COMMENTAIRE** *Il est possible de prendre une contrainte de calcul plus grande que celle définie ci-dessus, sans excéder  $q_u/2$ , mais il faut alors tenir compte des tassements différentiels prévisibles associés.*

- *Le rapport de sol a pour objet notamment de préciser la valeur de la contrainte de calcul  $q$ .*
- *La contrainte de calcul utilisée pour les vérifications aux ELU (Etats Limites Ultimes) ne doit pas être confondue avec la contrainte admissible utilisée antérieurement avec les règles dites « aux contraintes admissibles », par exemple le BA 68. Cette contrainte admissible est plus faible que la contrainte de calcul.*
- *Les dispositions constructives permettent habituellement de limiter les conséquences des tassements totaux entre la structure et son environnement.*

### chapitre 3 détermination de la contrainte de calcul $q$

La détermination de la contrainte de calcul peut soit être déduite de l'expérience, soit être déterminée par le calcul à partir des résultats d'essais de sol.

#### 3.1 contrainte de calcul déduite de l'expérience

La contrainte de calcul  $q$  peut être déduite de l'expérience acquise sur des réalisations existantes voisines pour un sol et un ouvrage donnés

**COMMENTAIRE** *A titre indicatif, le tableau ci-après donne l'ordre de grandeur des contraintes de calcul  $q$  admises en fonction de la nature du sol, en l'absence de tout problème particulier.*

contrainte de  
calcul déduite de  
l'expérience

Nature du sol	$q$ (MPa)
Roches peu fissurées saines non désagrégées et de stratification favorable	0,75 à 4,5
Terrains non cohérents à bonne compacité	0,35 à 0,75
Terrains non cohérents à compacité moyenne	0,2 à 0,4
Argiles (Cf note 1)	0,1 à 0,3
(note 1) Certaines argiles très plastiques ne sont pas visées dans ce tableau.	

### 3.2 détermination de la valeur ultime $q_u$

La valeur ultime  $q_u$  peut être calculée à partir des résultats d'essais géotechniques du sol de fondation.

#### 3.2.1 essais de laboratoire

En général les essais de laboratoire ont conduit à la connaissance des 3 paramètres suivants :

- C : cohésion
- $\Phi$  : angle de frottement interne
- $\gamma$  : poids volumique apparent

Les valeurs à prendre en compte pour  $\Phi$  et C sont :

- pour l'équilibre à court terme  $C_{uu}$  et  $\Phi_{uu}$
- pour l'équilibre à long terme  $C'$  et  $\Phi'$ .

Pour une semelle soumise à une charge verticale centrée de largeur B, de longueur L et d'encastrement D, on a :

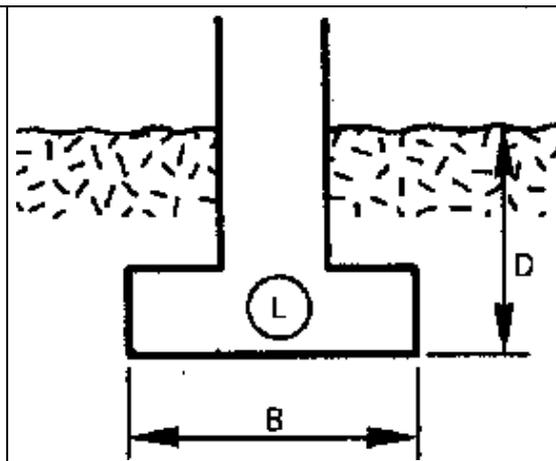
$$q_u = S_c \cdot C \cdot N_c + \frac{1}{2} S_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + S_q \cdot \gamma \cdot D \cdot N_q$$

Coefficients de forme :

$$S_c = 1 + 0,2 B / L$$

$$S_\gamma = 1 - 0,2 B / L$$

$$S_q = 1$$



$N_c$ ,  $N_\gamma$  et  $N_q$  sont des paramètres sans dimension dépendant de  $\Phi$ . Ils sont donnés par le tableau suivant :

$\Phi$ en °	$N_c$	$N_\gamma$	$N_q$
0	5,14	0,00	1,00
5	6,50	0,10	1,60
10	8,40	0,50	2,50
15	11,00	1,40	4,00
20	14,80	3,50	6,40
25	20,70	8,10	10,70
30	30,00	18,10	18,40
35	46,00	41,10	33,30
40	75,30	100,00	64,20
45	134,00	254,00	135,00

Dans le cas d'une charge inclinée de l'angle  $\delta$  sur la verticale les 3 termes de la formule précédente sont chacun affectés d'un coefficient minorateur, à savoir :

$$i_c = i_q = (1 - 2\delta/\pi)^2 \quad \text{et} \quad i_\gamma = (1 - \delta/\phi)^2$$

Dans le cas de charges excentrées d'excentrement e la largeur à prendre en compte en lieu et place de B est  $B' = B - 2e$

### ANNEXE : FICHE d'ESSAI DE CISAILLEMENT

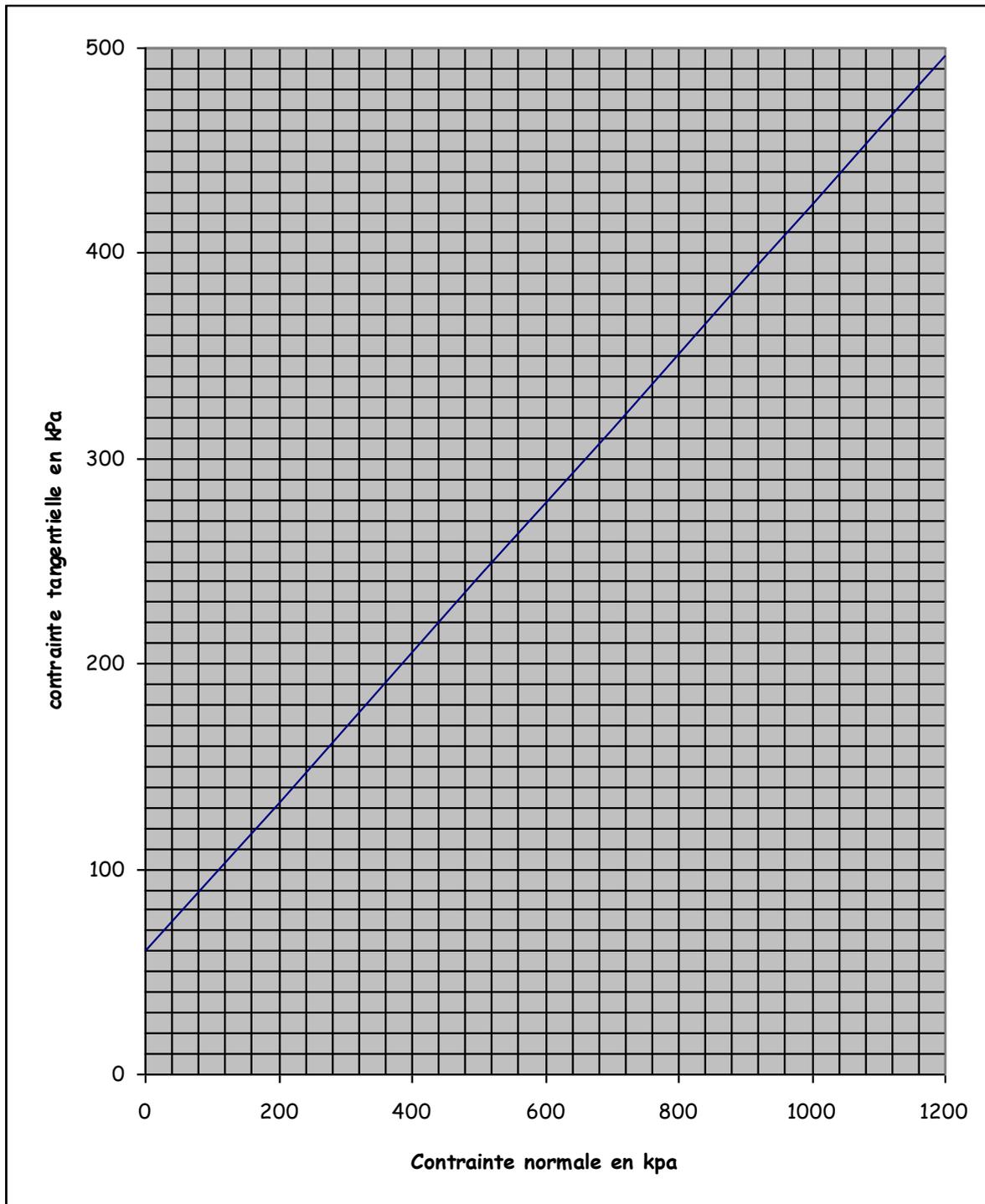
Nota : la norme NF P 94 - 071 ( essai de cisaillement rectiligne à la boîte) préconise une lecture du déplacement relatif  $\delta L$  des deux demi boîtes tous les 0,2 mm jusqu'à 2 mm , puis tous les 0,5 mm au delà.

Déplacements $\delta l$ (en mm)	ESSAI N°1 Contrainte normale $\sigma =$ Mpa		ESSAI N°2 Contrainte normale $\sigma =$ Mpa	
	Cisaillement		Cisaillement	
	Effort	Contrainte	Effort	Contrainte
0				
0,20				
0,40				
0,60				
0,80				
<b>1,00</b>				
1,20				
1,40				
1,60				
1,80				
<b>2,00</b>				
2,50				
<b>3,00</b>				
3,50				
<b>4,00</b>				
4,50				
<b>5,00</b>				

Session 2008

Sujet S9

BTS Bâtiment - Epreuve U 52 - Laboratoire  
**ETUDE D'UN SOL DE FONDATION**  
ESSAI DE CISAILLEMENT



**RESULTAT D'ESSAI DU SABLE ARGILEUX**