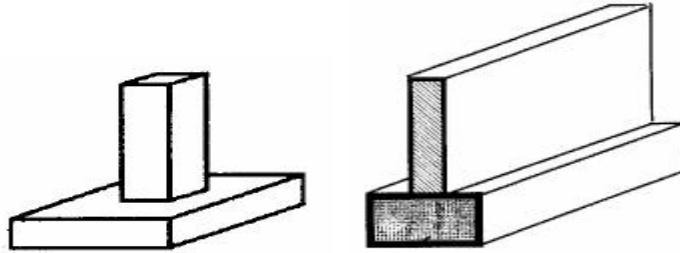


4. LES FONDATIONS SUPERFICIELLES ET PROFONDES

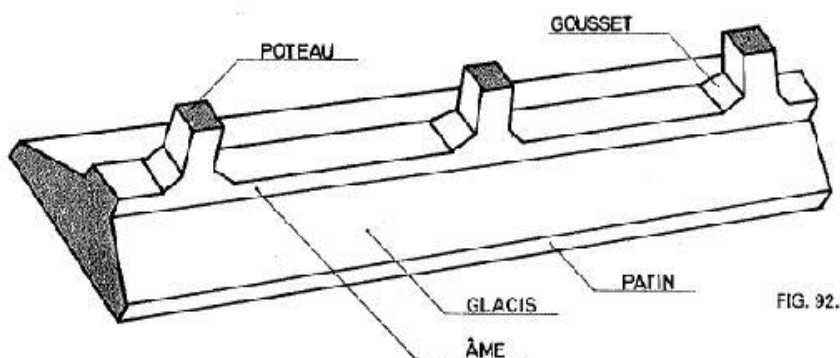
4.1. INTRODUCTION

Les fondations superficielles sont mises en oeuvre lorsque la construction peut prendre appui sur une couche de résistance acceptable à faible profondeur par rapport au niveau le plus bas de la construction et non du terrain naturel. Les fondations **superficielles** sont de trois types :

Semelle isolée, placée sous un poteau,



semelle filante, placée sous un mur ou plusieurs poteaux rapprochés



4.2. Les semelles isolées

4.1.1. Définitions - Terminologie

Une fondation superficielle est définie par des caractéristiques géométriques.

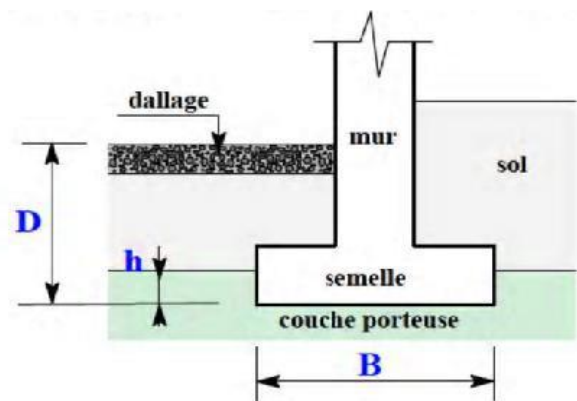


Figure : Coupe verticale sur semelle superficielle

- L: longueur de la semelle ou plus grand côté d'une semelle.
- B : largeur de la semelle ou plus petit côté de la semelle.
- semelle circulaire $B = 2 R$
- semelle carrée $B = L$
- semelle rectangulaire $B < L < 5B$
- semelle continue ou filante :... $L > 5B$
- D : hauteur d'encastrement de la semelle. Hauteur minimum au-dessus du niveau de la fondation. Si un dallage ou une chaussée surmonte la fondation ceux-ci sont pris en considération dans la hauteur d'encastrement.

- h : ancrage de la semelle. Il correspond à la hauteur de pénétration de la semelle dans la couche porteuse
 Elle est aussi définie par le rapport B/D . Au-delà d'un rapport de 1/6, nous sommes dans le domaine des fondations profondes.

4.1.2. Dimensionnement des fondations superficielles

La surface de la semelle doit être suffisante pour répartir sur le sol, les charges apportées par les porteurs verticaux. Répartir une force sur une surface, c'est exercer une pression :

$$\text{Pression (MPa)} = \text{Force (N)} / \text{surface (m}^2\text{)}$$

La capacité portante du sol doit être supérieure à la pression exercée par les fondations.
 La surface S d'une semelle s'exprime :

$$S (\text{mm}^2) > \text{ou} = N_u (\text{N}) / q (\text{MPa})$$

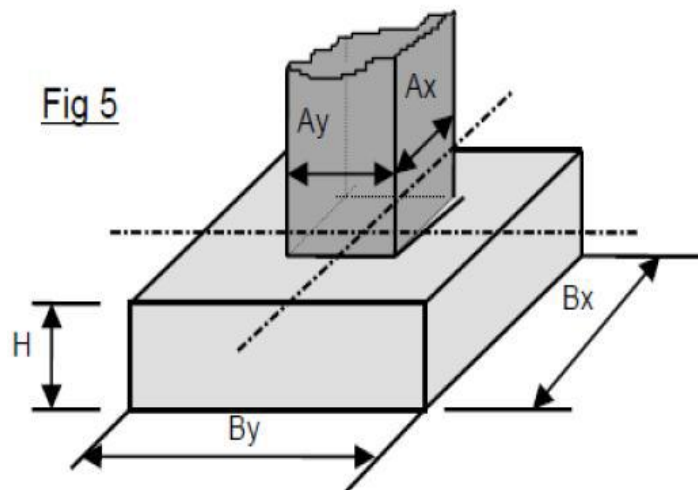
N_u : représente l'effort ultime apporté par l'ouvrage,
 q représente la contrainte (capacité portante) du sol.

Nature du sol	q - Capacité portante du sol [MPa]
Argile, limons	0,15 à 0,30
Alluvions anciennes, sables, graviers	0,60 à 0,90
Craie	0,90 à 1,00
Calcaire grossier, roches	1,80 à 4,5

La valeur de q est identifiée par une campagne de reconnaissance de sol (essais en laboratoire et/ou essais in situ).

4.1.2. Dimensions des semelles isolées

Les semelles isolées sont les fondations des poteaux. Leurs dimensions de surface sont homothétiques à celles du poteau que la fondation supporte :



- Semelles rectangulaires :

Homothétie : $\frac{B_x}{B_y} = \frac{A_x}{A_y}$

Hauteur H:

$$\frac{B_x - A_x}{4} \leq H - 100 \text{ mm} < B_x - A_x$$

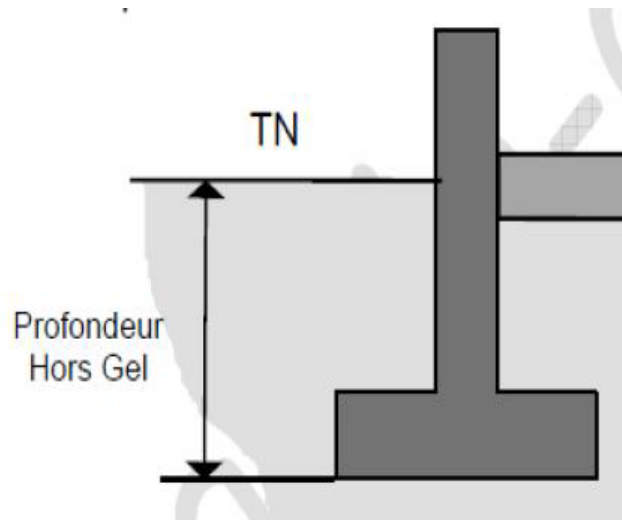
à vérifier dans le plan Y

- Semelles circulaires :

Les semelles sont axées sur le poteau, la hauteur H est définie pareillement, en fonction des diamètres du poteau et de la semelle.

c) Profondeur hors gel des semelles de fondation.

Pour éviter que le sol d'assise des semelles ne soit déstructuré par les cycles de gel et de dégel du sol, le niveau d'assise des fondations doit être descendu à un niveau suffisant : profondeur hors gel. Cette profondeur varie selon la zone climatique et l'altitude :



5. Calcul d'une fondation par la théorie de plasticité

Prandtl a étudié la rupture sous une fondation rugueuse, à partir de la théorie de Rankine en considérant un schéma de rupture (*figure ci-dessous*), avec un coin de sol sous la fondation en état de poussée et un coin en état de butée.

$q'u$ est la contrainte (*ultime*) qui provoque la rupture.

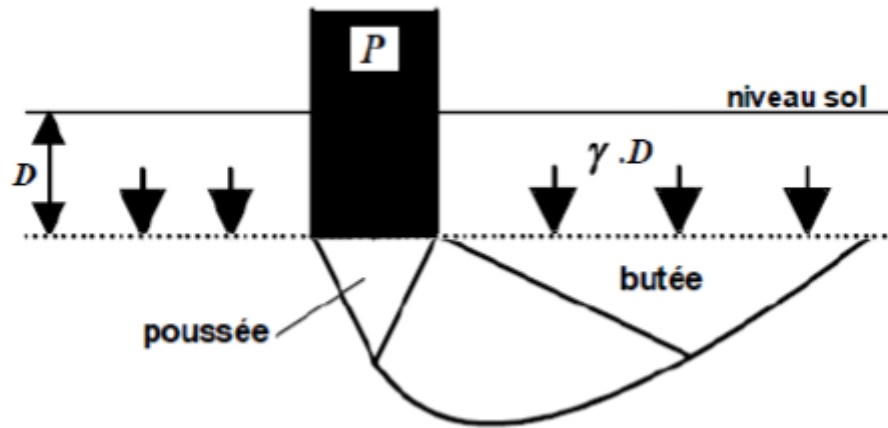


Figure : Coins de poussée et de butée lors d'une rupture plastique

On étudie dans ce chapitre le cas d'une semelle filante de longueur infinie, de largeur B et supportant une charge P par mètre de longueur.

Le sol environnant applique une surcharge uniforme $\gamma.D$ au plan passant par la base de la semelle. Selon

Prandtl, le sol sous la fondation est en rupture de poussée, les lignes de rupture étant des droites inclinées de $(\pi/4 + \varphi/2)$ sur l'horizontale.

De part et d'autre de la fondation, le sol est en rupture de butée, les lignes de rupture étant inclinées de $(\pi/4 - \varphi/2)$ sur l'horizontale, c'est-à-dire perpendiculaires aux précédentes.

La formule générale donnant la pression limite est:

$$q_u' = \frac{P}{B} = \gamma .D.N_q + \gamma \frac{B}{2} N_\gamma + c.N_c$$

où: N_q , N_γ et N_c sont des coefficients donnés en fonction de φ , dans le tableau ci-après, pour des fondations rugueuses.

φ	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_q	1,0	1,6	2,7	4,4	7	13	22	41	81	173
N_γ	0,0	0,5	1,2	2,5	5,0	10	20	43	100	300
N_c	5,1	6,9	9,1	13	18	25	37	58	96	172

Tableau 1 – valeurs des coefficients N_q , N_γ et N_c .

Ou bien selon l'abaque suivant:

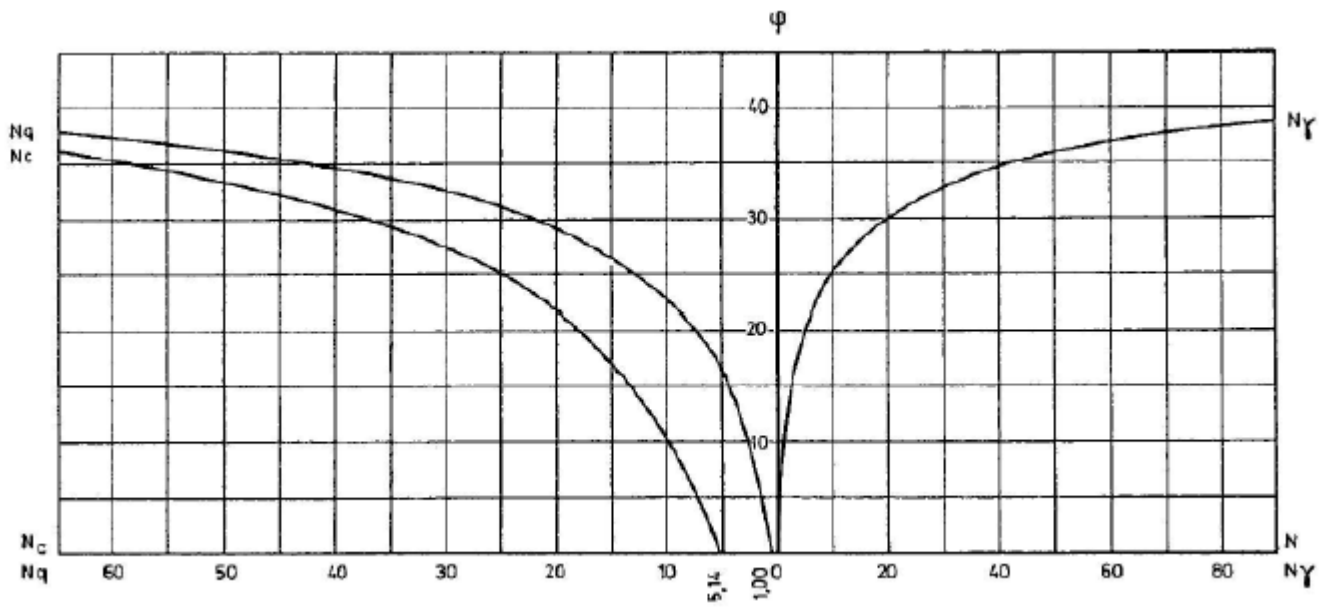


Figure : coefficients N_q , N_γ et N_c (facteurs de portance) en fonction de l'angle de frottement interne.

5.1. Cas particuliers

- Rupture à court terme dans un sol argileux

Le sol est caractérisé par son poids volumique γ , sa cohésion non drainée C_u , et l'angle de frottement interne $\varphi_u = 0$. $N_q(0) = 1$; $N_\gamma(0) = 0$; $N_c(0) = 5,14$

$$q'_u = \gamma \cdot D + 5,14 \cdot c_u$$

- Fondation carrée

$$q'_u = \gamma \cdot D \cdot N_q + 0,8 \cdot \gamma \cdot \frac{B}{2} N_\gamma + 1,3 \cdot c \cdot N_c$$

- Fondation circulaire

$$q'_u = \gamma \cdot D \cdot N_q + 0,6 \cdot \gamma \cdot \frac{B}{2} N_\gamma + 1,3 \cdot c \cdot N_c$$

- Chargement vertical excentré

Si e est l'excentrement de la charge, respectant $e < B/6$ (*pas de tractions*), la formule devient:

$$q'_u = \left(1 - 2 \frac{e}{B}\right) (\gamma \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c) + \left(1 - 2 \frac{e}{B}\right)^2 \gamma \frac{B}{2} N_\gamma$$

- Chargement incliné et centré

Si α désigne l'angle d'inclinaison du chargement, en degrés, la formule devient :

$$q'_u = \left(1 - \frac{\alpha}{90^\circ}\right) (\gamma \cdot D \cdot N_q + c \cdot N_c) + \left(1 - \frac{\alpha}{90^\circ}\right)^2 \gamma \frac{B}{2} N_\gamma$$

5.2 Calcul de la contrainte admissible

Un coefficient de sécurité sur q'_u est appliqué, généralement pris égal à 3 :

$$\sigma'_{adm} = \gamma \cdot D + \frac{q'_u - \gamma \cdot D}{3}$$

Il suffit alors de vérifier que la charge P par mètre de longueur est telle que:

$$P \leq B \cdot \sigma'_{adm}$$

6. Les fondations profondes

On appelle ainsi des fondations telles que $D/B > 5$ à 6 .

Un pieu est un élément structural mince et profilé utilisé pour transmettre des charges en profondeur lorsque l'utilisation de fondations superficielles n'est pas économique ou impossible.

En fonction de leur mode de réalisation, on distingue plusieurs types de pieux, qui sont différents également dans leur comportement :

- **Les pieux battus ou vibro-foncés:** sont des pieux préfabriqués en béton armé ou en acier; ils sont mis en place par battage avec un mouton ou par vibrofonçage, ce qui remanie profondément le sol environnant;

- **Les pieux moulés:** sont réalisés par forage préalable d'un trou dans lequel on coule du béton ; le sol environnant est donc très peu remanié.

Entre ces deux types extrêmes, il existe toute une série de réalisations intermédiaires.

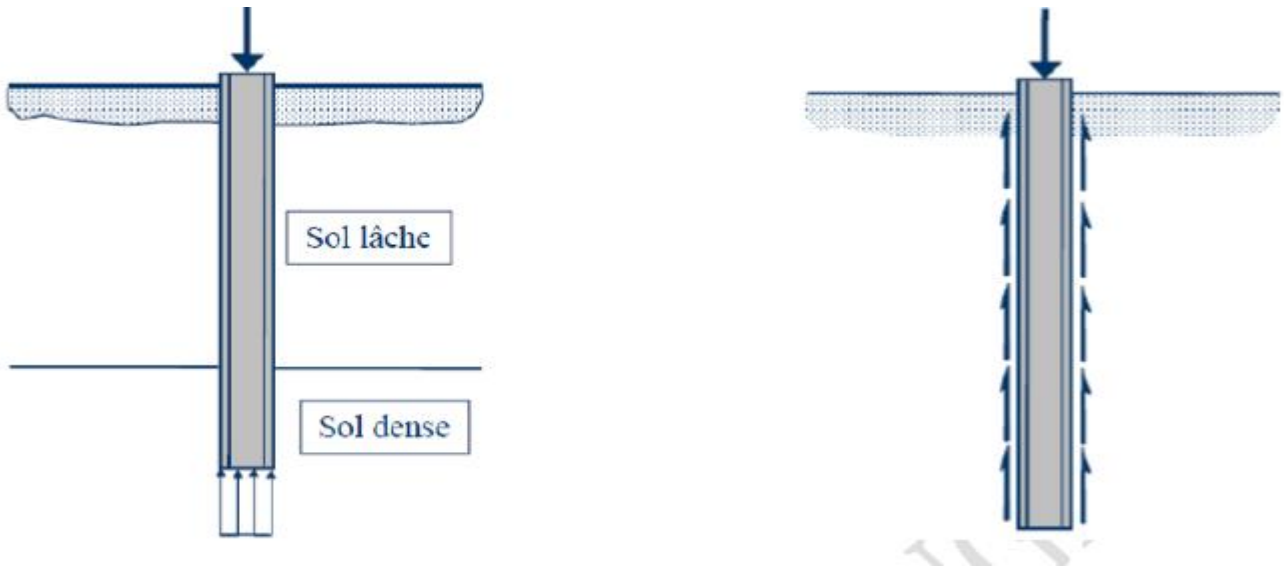
Le comportement d'un pieu isolé est complexe dans la mesure où il peut être soumis à différents modes de sollicitations :

- chargement axial;
- traction;
- sollicitations transversales.

En plus, l'interaction entre le sol et le pieu est à prendre en compte aussi bien sous la pointe que le long du fût. Enfin, pour le calcul d'une fondation sur pieux, il faut tenir compte de l'interaction d'un pieu avec les pieux voisins.

6.1. Transfert des charges

La charge transmise au pieu peut-être reprise par friction le long du fût du pieu et/ou en pointe à la base.



- Si une grande partie de la charge est reprise en point « pieu en pointe ».
- Si une grande partie de la charge est reprise en friction « pieu à friction ».
- Si la charge est reprise uniquement par friction, on parle d'un « pieu flottant ».

6.2. Capacité portante

Un pieu qui traverse une couche à l'état lâche pour s'appuyer sur un sol dense ou sur le roc est susceptible de travailler davantage en pointe.

Un pieu qui est flottant dans un sol pulvérulent ou dans l'argile devrait travailler davantage en friction.

Mais, dans tous les cas les deux modes de reprise interagissent en même temps. La capacité portante d'un pieu est alors déterminée par la formule suivante:

$$Q_u = Q_p + Q_f$$

où:

Qu: est la résistance ultime du pieu

Qp: est la résistance mobilisée en pointe

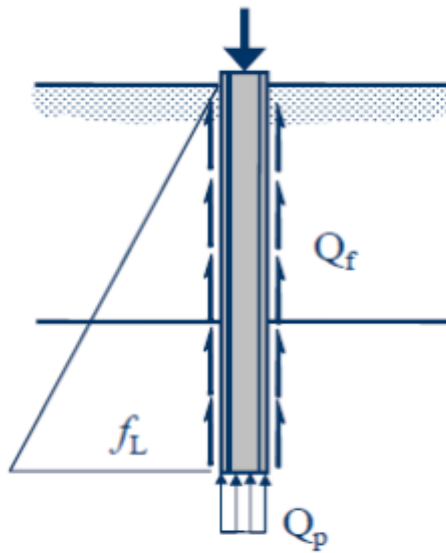
Qf: est la résistance mobilisée par frottement (*friction*)

Théoriquement, il est possible d'évaluer la capacité en pointe d'un pieu à l'aide de l'expression classique la capacité portante :

$$Q_p = cN_c + \gamma DN_q + \gamma \frac{B}{2} N_\gamma$$

Théoriquement, il est possible d'évaluer la capacité en friction à partir de la contrainte effective et la friction entre le sol et le pieu :

$$Q_f = 2\pi RLf_L \quad f_L = K\sigma'_0 \tan \delta$$



Référence :

<http://mescoursdegeniecivil.wifeo.com/documents/Ptech3.pdf>

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/cours_fondations-superficielles1_procedes-generaux-de-construction.pdf

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/cours_fondations-profondes1_procedes-generaux-de-construction-2.pdf

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/Murs_rideaux_procedes-generaux-de-construction.pdf

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/cours_fondations-profondes3_procedes-generaux-de-construction.pdf

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/cours_fondations-superficielles-radiers_procedes-generaux-de-construction.pdf

http://www.cours-genie-civil.com/IMG/pdf/Expose-etudiants_Planchers_Dallages_procedes-generaux-de-construction.pdf

zied-benghazi.weebly.com > [chapitre ii - les murs de soutènement](#)

