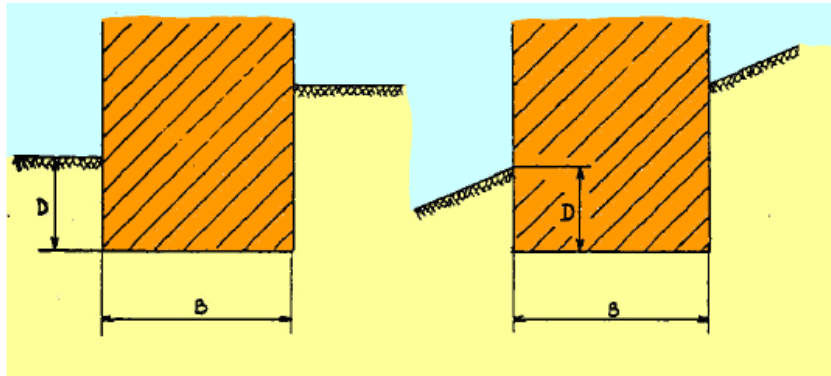


Chapitre III: Les fondations

1. Introduction

Les fondations sont des ouvrages qui assurent la stabilité d'une construction, ainsi que la bonne transmission des sollicitations (*charges*) et leur diffusion dans le sol.



((*B*) largeur de la fondation, (*D*) profondeur d'encastrement)

Figure 1 – Description d'une fondation.

Les fondations selon leur profondeur en 3 types (*figure 2*):

- les fondations superficielles $D/B \leq 4$
- les fondations semi-profondes $4 < D/B < 10$
- les fondations profondes $D/B \geq 10$

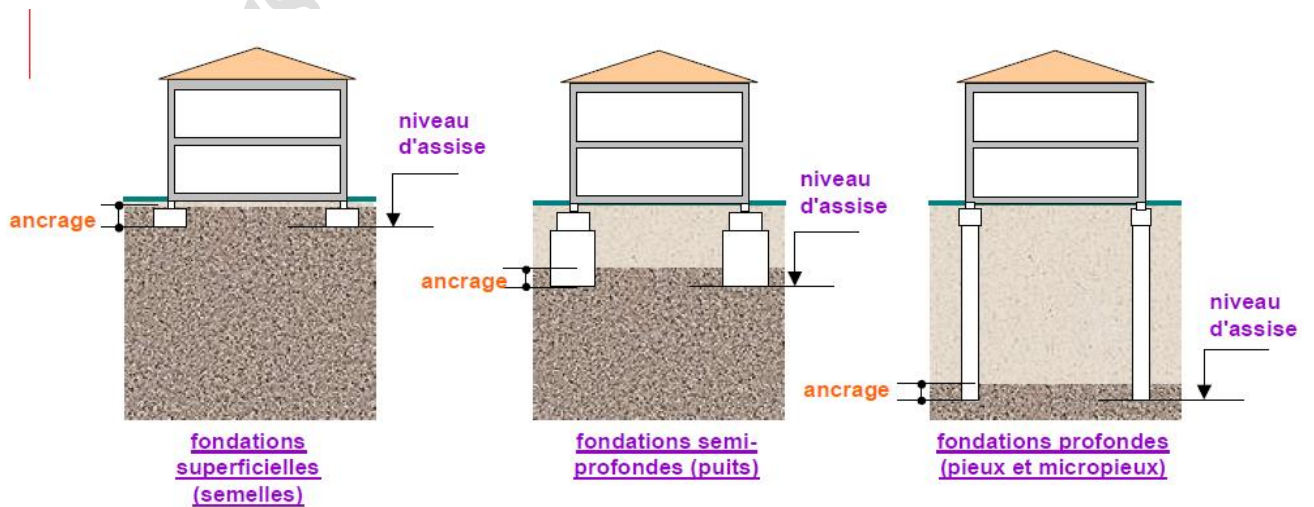


Figure 2 – Classification des fondations.

D'autres classifications ne considèrent que 2 types de fondations:

- les fondations superficielles
- les fondations profondes

2. Les fondations superficielles

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

On distingue 3 types de semelles pour les fondations superficielles (*figure 3*):

- les semelles isolées
- les semelles filantes (*ou continues*)
- les radiers (*ou dallage*)

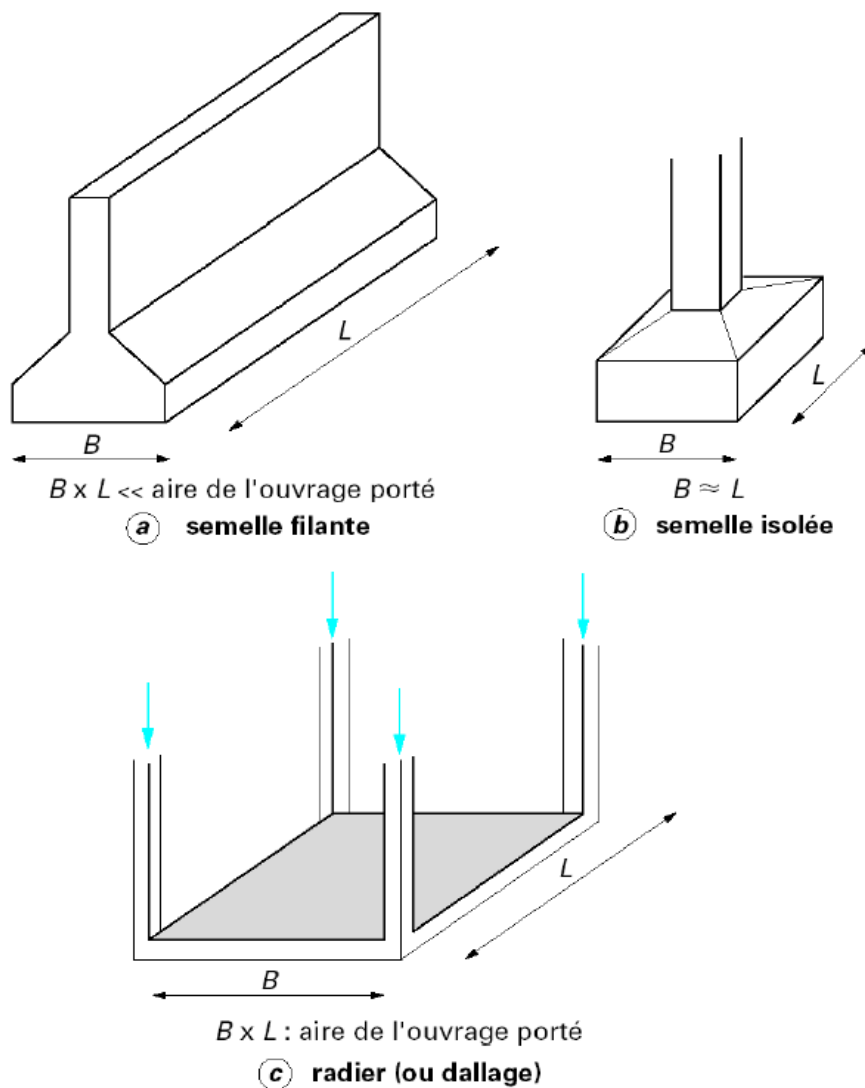


Figure 3 – Description des fondations superficielles.

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

(Selon le Fascicule 62 titre V)

Prandtl a étudié la rupture sous une fondation rugueuse, à partir de la théorie de Rankine en considérant un schéma de rupture (*figure 4*), 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.

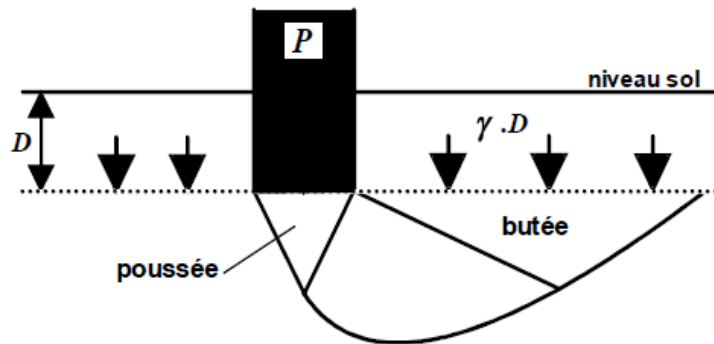


Figure 4 - Coins de poussée et de butée lors d'une rupture plastique.

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 (*figure 4*). 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_φ , N_γ et N_C .

Ou bien selon l'abaque suivant:

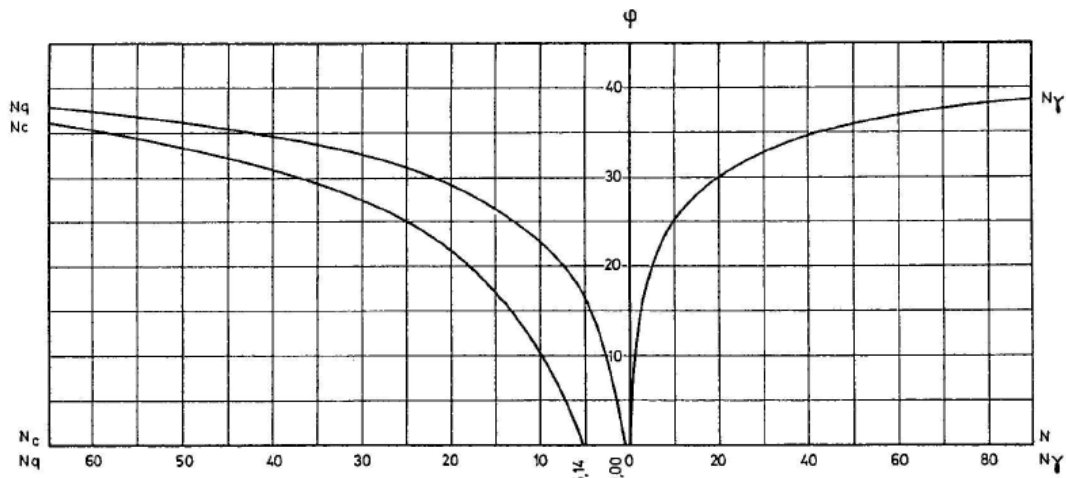


Figure 5 – coefficients N_φ , N_γ et N_C (facteurs de portance) en fonction de l'angle de frottement interne.

2.2. 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 $\varphi_u = 0$.

$$N_q(0) = 1; \quad N_\gamma(0) = 0; \quad N_c(0) = 5,14$$

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

- 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 :

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

2.3 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:

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

3. 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 :

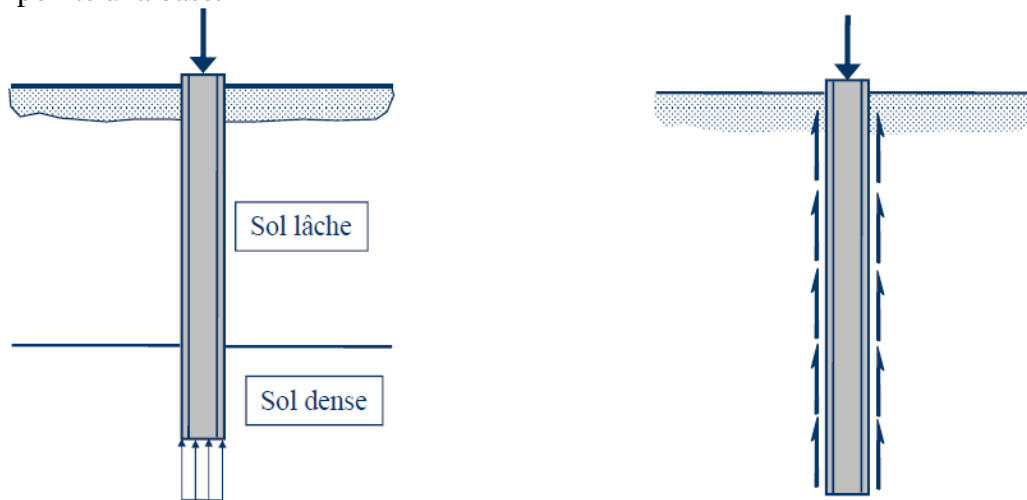
- chargement axial;
- traction;
- sollicitations transversales.

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.

"Nous allons nous limiterons ci-après au cas d'un pieu isolé soumis à un chargement axial".

3.1. Transfert des charges

La charge transmise au pieu peu 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 ».

3.2. 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:

Q_u : est la résistance ultime du pieu

Q_p : est la résistance mobilisée en pointe

Q_f : 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 :

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

