

## Chapitre III : Les fondations superficielles

### III.1. Introduction

Il existe deux façons principales de transférer des charges d'une structure à l'autre couche de sol sous-jacente : par des fondations superficielles et profondes.

La fondation forme la partie la plus basse d'un bâtiment, son infrastructure. Leur fonction principale est de supporter et de sécuriser la superstructure du bâtiment et de transférer en toute sécurité ses charges au sol.

Chaque bâtiment a besoin d'une fondation solide pour l'empêcher de s'effondrer. La fondation agit ainsi comme un lien entre la structure et le sous-sol. Il fait partie des éléments architecturaux d'un bâtiment et sert à assurer la transmission et la répartition des charges dans le sol tout en contrecarrant les affaissements et les infiltrations d'eau.

Il existe trois grands types de fondation : Fondation superficielle, semi-profonde et fondation profonde. Ils se distinguent par leur forme et leur mode de déplacement.

En pratique on admet qu'une fondation est dite superficielle si l'élancement  $D_f/B < 4$ , semi-profonde si  $4 \leq D_f/B < 10$  et profonde si  $D_f/B \geq 10$ .

### III.2. Définition des fondations superficielles

Les fondations superficielles, également appelées fondations directes, transmettent les forces directement aux couches proches de la surface. Utilisé dans un sol de bonne qualité. Cela signifie que le sol doit avoir une capacité portante suffisante.

### III.3. Principaux types de fondations superficielles

On distingue trois types de fondations superficielles :

#### III.3.1. Semelles filantes ou semelles continues

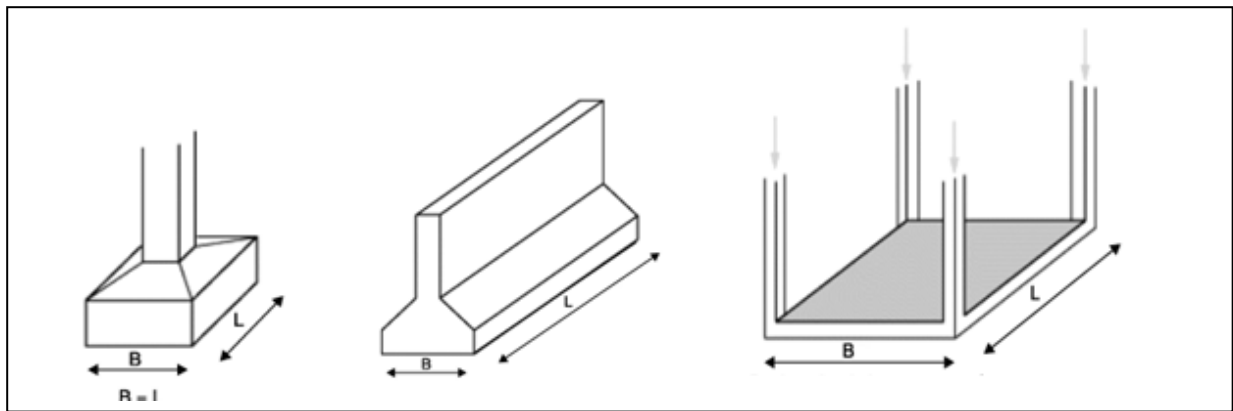
En général, des semelles filantes (Fig.I.1) de faible largeur B (quelques mètres au maximum) et de grande longueur L ( $L/B > 5$ ).

**III.3.2. Semelle isolées ou carrées :** dont les dimensions B et L sont toutes deux au plus quelques mètres; cette catégorie comprend les fondations carrées ( $B/L = 1$ ), les semelles rectangulaires ( $L > B$ ), et les fondations circulaires (diamètre B).

### III.3.3. Radiers ou dallages

Radiers ou dallages de dimensions B et L importantes. Cette catégorie inclut les radiers généraux.

Pour des raisons de coût, nous essayons souvent de définir la structure superficiellement. Si cette solution n'est pas satisfaisante d'un point de vue technique ou économique, une solution de fondation profonde peut être envisagée. Sur le plan économique, une solution de fondation profonde est envisagée (Fig.III.1).



*Fig.I.1. Différents types de fondations superficielles.*

## III.4. Capacité portante des fondations superficielles

### III.4.1. Les facteurs de la capacité portante

La capacité portante des fondations peu profondes dépend de nombreux facteurs. Nous distinguons:

- La forme de la fondation (carré, rectangle ou cercle).
- Pente du terrain (plat, en pente, bord de talus).
- Propriétés mécaniques du sol (sols homogènes, sols stratifiés, sols cohérents, sols cohérents et avec frottement),
- Interaction sol-structure (contact rugueux, contact lisse).
- Caractéristiques de la charge appliquée (charge verticale centrale, excentrée, inclinée).

- Effets de l'eau (présence de nappe phréatique à différentes profondeurs).

Les méthodes de calcul se sont développées progressivement au fil du temps ; Terzaghi ,1943 ; Meyerhof ,1963 ; Brinch Hansen, 1970, Costet et Sanglerat, 1983...etc.

### III.4.2. Méthodes de calcul de la capacité portante

La capacité portante ultime des fondations superficielles est définie comme la charge maximale que le sol support peut la supporter. Sous l'action des charges sur la fondation, le sol connaîtra un affaissement acceptable tant que les charges seront raisonnables. Cependant, lorsque la pression exercée sous la fondation atteint sa capacité portante ultime, le sol immédiatement en dessous et adjacent à la fondation s'effondre soudainement.

Il existe deux façons de déterminer la capacité portante du sol :

Des méthodes basées sur les résultats des essais en laboratoire, c'est-à-dire méthodes basées sur la cohésion "C" et l'angle de frottement interne " $\phi$ ", aussi la méthode de la théorie de plasticité, est une méthode basée sur les résultats des essais in-situ, c'est-à-dire de la pression limite 'PI' du pressiomètre Menard ou de la résistance à la pointe ' $q_c$ ', du pénétromètre statique SPT.

#### III.4.2.1. Calcul de la capacité portante à partir des essais de laboratoire

##### a) Capacité portante d'une semelle filante charge verticale et centrée

Selon les règles françaises de calcul des fondations superficielles (DTU 13.12.1988), la formule de calcul de la capacité portante comporte toujours trois termes (surface, profondeur et de cohésion) (Fig.I.4).

Pour les fondations filantes, la contrainte maximale sous chargement verticale central est donnée par la relation générale :

$$q_l = \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma(\phi) + C N_c(\phi) + (q + \gamma_2 D) N_q(\phi) \quad (1)$$

$q_l$  : Contrainte de rupture (capacité portante par unité de surface)

$\gamma_1$  : Poids volumique du sol sous la base de la fondation.

$\gamma_2$  : Poids volumique du sol latéralement à la fondation.

$q$  : Surcharge verticale latérale à la fondation.

**C** : Cohésion du sol sous la base de la fondation.

**$N_\gamma(\phi)$ ,  $N_c(\phi)$ ,  $N_q(\phi)$**  : Facteurs de portance, ne dépendant que de l'angle de frottement interne  $\phi$  du sol sous la base de la fondation. Ces valeurs sont données dans le tableau I.1 suivant :

**Tab.I.1.** Facteurs de portance en fonction de l'angle de frottement interne du sol  $\phi^\circ$  (D.T.U.13.12)

$\phi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$	$\phi^\circ$	$N_\gamma$	$N_q$	$N_c$
0	0,00	1,0	5,14	30	21,8	18,4	30,1
5	0,00	1,56	6,47	31	25,5	20,6	32,7
10	1,00	2,49	8,45	32	29,8	23,2	35,5
11	1,20	2,71	8,80	33	34,8	26,1	38,7
12	1,43	2,97	9,29	34	40,9	29,4	42,2
13	1,69	3,26	9,80	35	48,0	33,3	46,1
14	1,99	3,59	10,4	36	56,6	37,8	50,6
15	2,33	3,94	11,0	37	67,0	42,9	55,7
16	2,72	4,33	11,6	38	79,5	48,9	61,4
17	3,14	4,77	12,3	39	94,7	56,0	67,9
18	3,69	5,25	13,1	40	113,0	64,2	75,4
19	4,29	5,80	13,9	41	133,0	73,9	83,9
20	4,97	6,40	14,8	42	164,0	85,4	93,7
21	5,76	7,07	15,8	43	199,0	99,0	105,0
22	6,68	7,83	16,9	44	244,0	115,0	118,0
23	7,73	8,66	18,1	45	297,0	135,0	135,0
24	8,97	9,60	19,3	46	366,0	159,0	152,0
25	10,4	10,7	20,7	47	455,0	187,0	174,0
26	12,0	11,8	22,2	48	570,0	223,0	199,0
27	13,9	13,2	24,0	49	718,0	265,0	230,0
28	16,1	14,7	25,8	50	914,0	319,0	267,0
29	18,8	16,4	27,9				

La contrainte admissible  $-q_{ad}-$  est obtenue à partir de la contrainte ultime qui est affectée d'un coefficient de sécurité  $F_s$  qui est égal généralement à 3.

$$q_{ad} = \gamma \cdot D + \frac{q_{ul} - \gamma \cdot D}{F_s} \quad (2)$$

#### **b) Equations de calcul de la capacité portante des fondations superficielles**

- **Calcul réglementaire de la capacité portante des fondations superficielles**

Le comportement du sol sous la fondation dépend de sa nature et des conditions de drainage. En cas d'un sol pulvérulent, le comportement est drainé et le calcul de la capacité portante fait intervenir les caractéristiques mécaniques  $C'$  et  $\varphi'$ .

Milieu à frottement  $\varphi^\circ \neq 0$  :

**- Semelles filantes (ou continues)**

$$q_{ad} = \gamma_1 \cdot D_f + \frac{\rho \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f (N_q - 1) + C' \cdot N_c}{F_s} \quad (3)$$

Avec:

$$N_\gamma, N_q, N_c = f(\varphi')$$

$\rho$  : est le rayon moyen = (surface de la semelle / périmètre de la semelle)

$$\rho = 0,5 B / [1 + (B/L)]$$

$F_s$  : Coefficient de sécurité qui est de l'ordre de 3 à 4 (généralement pour les projets de fondations ce coefficient  $F_s = 3$ ).

**- Semelles isolées ( $L/B \leq 5$ )**

$$q_{ad} = \gamma_1 \cdot D_f + \frac{\rho \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma + \gamma_1 \cdot D_f (N_q - 1) + 1,3 C' \cdot N_c}{F_s} \quad (4)$$