

Chapitre 5

Les fondations superficielles – semelles

- 1- Introduction
- 2- Forces ou actions
- 3- Sollicitations de calcul
- 4- Pré dimensionnement des semelles
 - 4-1. Hypothèses d'études
 - 4-2. Pré dimensionnement des semelles rigides
 - 4-2.1. Eléments connus
 - 4-2.2. Eléments inconnus
 - 4-2.3. Equilibre statique
 - 4-2.4. Méthodologie
 - 4-2.5. Section minimale d'une semelle en béton est $(20 \times 40)\text{cm}^2$
 - 4-3. Détermination des aciers tendus
 - 4-3.1. Dispositions constructives
 - 4-3.2. Application

LES FONDATIONS SUPERFICIELLES - SEMELLES

1- INTRODUCTION

Les semelles de fondation sont les ouvrages qui transmettent les charges appliquées sur murs ou poteaux au sol porteur et permettent de répartir les pressions. Les semelles en béton armé peuvent être continues sous mur ou voile ou bien isolées sous poteau.

2- FORCES OU ACTIONS

- ◆ Charges transmises par les murs ou les poteaux isolés : permanentes et d'exploitation, verticales, supposées centrées sur l'axe des semelles

- ◆ Actions ascendantes du sol sous la semelle de fondation dans l'hypothèse d'une répartition uniforme des contraintes

↳ Condition d'équilibre statique

Elle dépend de la capacité portante du sol (non-tassement, non-glissement, non-poinçonnement)

NB : Les semelles excentrées, les radiers, les semelles sur pieux, ne sont pas abordées dans le présent chapitre. Les effets de la neige et du vent n'ont pas été pris en compte dans les exemples ou applications traitées.

3- SOLLICITATIONS DE CALCUL

Charges verticales centrées

Combinaisons de charges : E.L.U $\rightarrow N_u = 1,35G + 1,5Q$

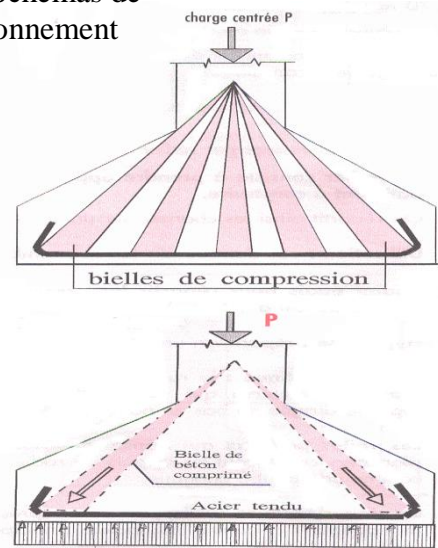
et E.L.S $\rightarrow N_{ser} = G + Q$

4- PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES

4-1. Hypothèses d'études

- ① Charges centrées sur semelles
- ② Sol homogène
- ③ Semelle rigide
- ④ Diagramme de répartition uniforme de pressions sur le sol
- ⑤ Transmission des charges appliquées aux semelles par des bielles obliques symétriques par rapport à l'axe (fig45)
- ⑥ L'armature équilibre ces efforts de traction

fig45 : Schémas de fonctionnement



Remarque : Les vérifications concernant l'effort tranchant et la contrainte de compression des bielles ne sont pas nécessaires.

4-2. Prédimensionnement des semelles rigides

Il s'agit de déterminer les dimensions d'une semelle rigide de fondation sous mur ou sous poteau de section carrée ou rectangulaire

4-2.1. Eléments connus

- Contrainte de calcul admis sur le sol $\overline{\sigma}_{sol}$
- Charges appliquées au niveau supérieur de la semelle : G, Q
- Dimensions
 - Cas d'une semelle continue
 - épaisseur du mur, symbole b
 - longueur prise égale à 1,00m
 - Cas d'une semelle isolée → section rectangulaire du poteau (a x b)

Tableau indicatif des contraintes de calcul admises pour le sol

Nature du sol	$\overline{\sigma_{sol}}$ (MPa)
Roches pue fissurées saines non désagrégées et de stratification favorable	0,75 à 4,5
Terrains non cohérents à bonne compacité	0,35 à 0,75
Terrain non cohérents à compacité moyenne	0,20 à 0,40
Argiles (Certaines argiles très plastiques ne sont pas visées dans ce tableau)	0,10 à 0,30

NB : Le calcul des pressions exercées sur le sol s'effectue à l'E.L.S.

4-2.2. Eléments inconnus

- Dimensions de la semelle }
 - Continue → B, h
 - Isolée → A, B, h
- Poids propre de la semelle (p.p).

4-2.3. Equilibre statique

$$N_{ser} = G + Q + p.p. \text{ semelle} = \sigma_{sol} \times \text{aire de la surface portante}$$

$$\text{Condition d'équilibre} \rightarrow \sigma_{sol} = \overline{\sigma_{sol}}$$

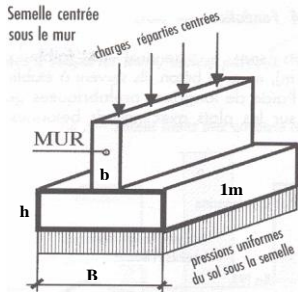
4-2.4. Méthodologie

Le prédimensionnement s'effectue d'abord en écrivant la condition d'équilibre et en négligeant le poids propre de la semelle avec la charge verticale à la surface de la semelle obtenue suite à la descente des charges.

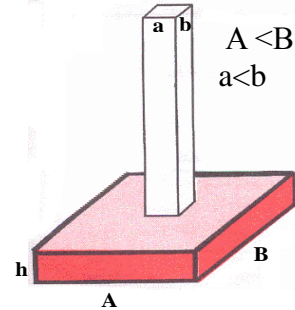
Ensuite après avoir trouver les dimensions provisoires de la semelle il est nécessaire de vérifier la condition d'équilibre en prenant compte le poids propre de la semelle et le poids propre du remblai. Ces efforts ne doivent pas entraîner le dépassement de la contrainte admissible du sol (organigramme de prédimensionnement des semelles rigides à charges centrées)

Organigramme de prédimensionnement des semelles rigides à charges centrées

Semelle continue



Semelle Isolée



Aire de la surface portante S

1^{ère} Etape
Aire approchée $S_1 < S$

Respect de l'homothétie des dimensions poteau et semelle :

$$\frac{a}{b} = \frac{A_1}{B_1} \Rightarrow S_1 = B_1^2 \frac{a}{b}$$

$$B_1 = \frac{S_1}{1,00} \begin{matrix} \text{(surface en m}^2\text{)} \\ \text{(longueur en m)} \end{matrix}$$

$$S_1 = \frac{(G+Q)}{\sigma_{sol}}$$

$$A_1 = \sqrt{S_1 \frac{a}{b}} \text{ et } B_1 = \sqrt{S_1 \frac{b}{a}}$$

S_1 en m^2 ; a et b en m

*** 2^{ème} Etape**
Choix des dimensions de la surface portante (multiples de 0,05m)

$$B \geq B_1$$

(L = 1,00m)

$$A \geq A_1 \text{ et } B \geq B_1$$

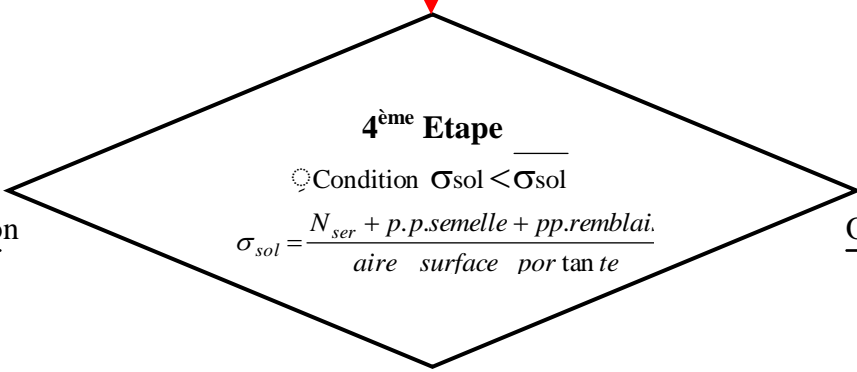
3^{ème} Etape
Condition de rigidité
 $\frac{B-b}{4} \leq d \leq B-b$
Hauteur totale : $h = d + 0,05m$
(h étant multiple de 0,05m)

$$h = d + 0,05$$

(en m)

$$h = d + 0,05$$

(en m)



Aller en * Non

Oui → **Section vérifiée**

4-2.5. Section minimale d'une semelle en béton est (20 x 40)cm²

Exercice d'application

Données :

Charge sur semelle isolée $N_{ser} = G + Q = 0,80 \text{ MN}$

Contrainte limite sur le sol $\sigma_{sol} = 0,5 \text{ Mpa}$

Poteau isolé section carrée de 20cm x 20cm $\hookrightarrow a/b = 1$

Question: Dimensionner une semelle isolée sous poteau de section carrée ?

Solution:

Aire approchée : $S1 = 0,80 / 0,5 = 1,60\text{m}^2$

Côté de la semelle : $A=B=\sqrt{1,60 \times 1}=1,265\text{m}$

Hauteur utile: $\frac{1,265-0,20}{4}=0,27\text{m}$

- Choix des dimensions : $A = B = 1,30\text{m}$

avec $h = d + 0,05 \hookrightarrow h = 0,35\text{m}$

- Contrôle de la contrainte sur le sol :

$$\sigma_{sol} = \frac{0,80 + 0,0148}{1,30 \times 1,30} = 0,4825 \text{ MPa} < 0,5 \text{ MPa}$$

4-3. Détermination des aciers tendus

Dans le calcul des aciers, N_u ne tient pas compte de l'action du poids propre de la semelle

Semelle continue sous mur	Semelle isolée sous poteau
<p>♦ <i>Nappe inférieure // B (p.m)</i></p> $A_x = \frac{N_u (B-b)}{8 \cdot d} \cdot \frac{\gamma_s}{f_e}$	<p>♦ <i>Nappe inférieure // B</i></p> $A_x = \frac{N_u (B-b)}{8 \cdot d} \cdot \frac{\gamma_s}{f_e}$
<p>♦ <i>Nappe supérieure $\perp B$</i> (aciers de répartition placés dans le sens longitudinal)</p> $A_y = A_x / 4$	<p>♦ <i>Nappe supérieure // A</i> ($d_1 < d$)</p> $A_y = \frac{N_u (A-a)}{8 \cdot d_1} \cdot \frac{\gamma_s}{f_e}$

d : hauteur utile

\varnothing_1 : diamètre des aciers pour A_x

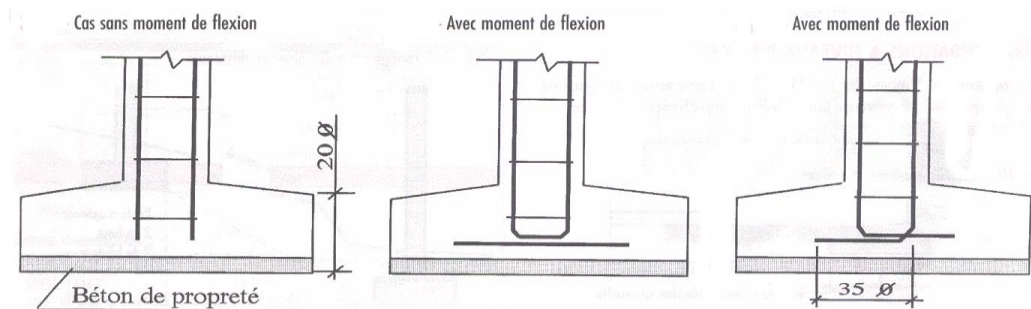
\varnothing_2 : diamètre des aciers pour A_y

$$d_1 = d - \frac{(\varnothing_1 + \varnothing_2)}{2}$$

4-3.1. Dispositions constructives

- ♦ Section minimale des aciers de répartition constituant le chaînage longitudinal
 - > 2cm^2 pour Fe E 400
 - > 3cm^2 pour Rond Lisses
 - > $1,6\text{cm}^2$ pour T.S ou Fe E 500
- ♦ Enrobage des aciers $\geq 3\text{cm}$
- ♦ Ancrage : $l_s = 40 \varnothing$ pour Fe E 400 et $l_s = 50 \varnothing$ pour Fe E 500
- ♦ Arrêts des barres :
 - Barre avec crochets 120° ou 135° si $l_s > B/4$
 - Barres rectilignes (sans crochets) si $B/8 \leq l_s \leq B/4$
 - Barres de longueur $0,86B$ disposées en portefeuille si $l_s < B/8$
- ♦ Armatures du chaînage : Recouvrement $\geq 35 \varnothing$
- ♦ Acier en attente pour poteaux ou voiles B.A.

fig46 : Dispositions constructives du ferrailage des semelles



4-3.2. Application

Semelle sous poteau rectangulaire de section $20\text{cm} \times 30\text{cm}$

$$N_u = 1,12 \text{ MN} \quad f_c / \gamma_s = 348 \text{ Mpa}$$

$$A = 1,20\text{m}$$

$$B = 1,80\text{m}$$

$$d = 0,40\text{m}$$

$$\text{Nappe inférieure // B} \quad A_x = \frac{1,12}{8} \frac{(1,80 - 0,30)}{0,40} \frac{10000}{348} = 15,09 \text{ cm}^2$$

→ Choix de 8HA 16 = $16,09\text{cm}^2$

Espacement 16cm.

Nappe supérieure : Choix a priori d'un diamètre $\leq 16\text{mm}$ pour les aciers de la nappe supérieure afin de calculer la valeur de d_1 .

En prenant $\varnothing_2 = 12\text{mm}$, on a $d_1 = 0,386\text{m}$

$$A_y = \frac{1,12}{8} \frac{(1,20 - 0,20)}{0,386} \frac{10000}{348} = 10,42 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{Choix de 10HA 12} = 11,31 \text{ cm}^2.$$

Espacement 19cm.