

Les fondations.

1. Définitions.

La fondation d'un bâtiment ou d'un ouvrage est la partie de ce dernier qui repose sur un terrain ou sol d'assise et qui transmet à ce dernier toutes les sollicitations (charges et surcharges combinées) auxquelles ce bâtiment est soumis par l'intermédiaire de sa superstructure.

On dit que les fondations font partie de l'**infrastructure** d'un ouvrage ou d'un bâtiment.

2. Fonctions à remplir par les fondations.

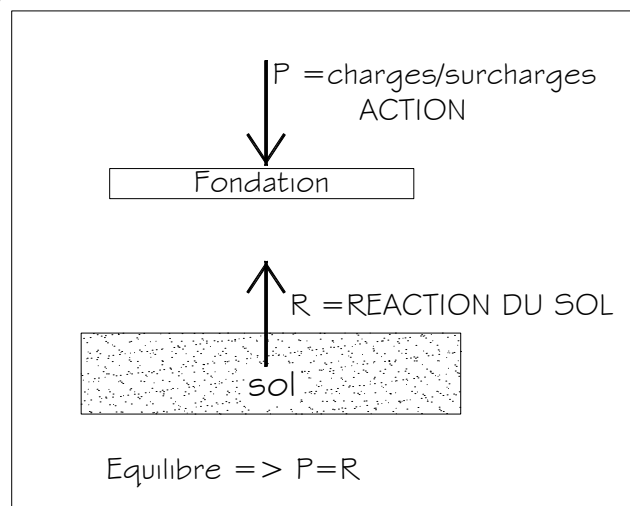
Les principales fonctions que doivent remplir les fondations sont :

1. Prendre sans subir de dommages les charges et surcharges ou plus exactement la combinaison de ces dernières et amenées par la superstructure puis ;
2. transmettre ces sollicitations au sol (dit de fondation) dans de bonnes conditions de façon à assurer la stabilité de l'ouvrage.

On voit ainsi que les fondations sont en réalité des éléments de transmission au sol de l'ensemble des charges supportées par l'ouvrage.

3. fonctionnement mécanique d'une fondation.

Le schéma de principe du fonctionnement d'une fondation est celui de l'action – réaction. voir figure



Pour que le système sol – fondation soit en équilibre il faut que la force de réaction du sol de fondation R soit égale à la force transmise par la fondation.

On voit donc bien que la fondation proprement dite doit non seulement 'résister' à la charge issue de la superstructure que l'on note **P** mais doit aussi reprendre la réaction du sol de fondation que l'on note **R** : la fondation pour ainsi dire est prise en sandwich .

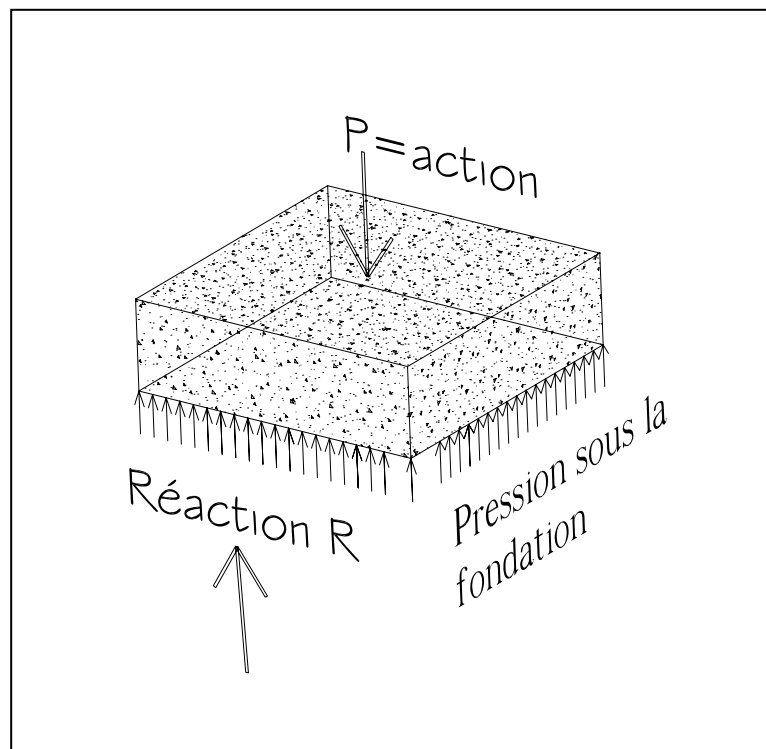
Ce qui nous amène à dire que le dimensionnement d'une fondation est mené simultanément en considérant l'élément structural proprement dit (la fondation) ainsi que le sol de fondation lequel doit répondre à certaines exigences.

3.1. Répartition des efforts sous une fondation.

L'action verticale P issue des différentes charges et surcharges et en réalité appliquée sous forme de pression sur le sol de fondation .En vertu du principe de l'action et de la réaction le sol réagit en développant aussi une pression. On écrit alors :

$$\sigma_{sol} = \frac{P}{AxB}$$

avec σ_{sol} : Pression appliquée au sol par l'ouvrage .



3.2. Notion de capacité portante ou portance du sol de fondation.

Dans tout projet de fondation, le point essentiel revient à considérer est la stabilité du sol de fondation dans le temps.

A cet effet, il faudra impérativement répondre aux questions suivantes :

1. Quelle est la nature, l'épaisseur et la position des différentes couches du terrain dans la zone située directement sous l'ouvrage ?
2. Quel est le niveau de la nappe phréatique éventuelle?
3. A quelle profondeur se situe le sol d'assise pour les fondations ?
4. Quelle est la capacité portante du sol de fondation ?

La réponse à la première question nous renseigne sur les différentes couches constituant le terrain .Car il est peu probable d'avoir une seule et unique couche de sol sous l'ouvrage mais au contraire plusieurs strates de caractéristiques différentes.

La connaissance de la présence ou non d'une nappe phréatique est souvent primordiale. En effet si une nappe phréatique est suspectée l'utilisation de ciments et dosages spéciaux sont souvent requis sans oublier l'emploi de techniques de réalisation particulières.

La profondeur à laquelle on doit fonder l'ouvrage est déterminée en fonction de la profondeur du bon sol.

Définition.

La capacité portante d'un sol de fondation est la pression limite ou maximale que pourra supporter le sol de fondation sans subir de déformations importantes.

Plus précisément, on entend par déformation les tassements irréversibles du sol de fondation lesquels peuvent avoir des effets spectaculaires sur l'ouvrage en entier.(Tour de Pise Italie).

Il est donc clair que la détermination exacte de la capacité portante d'un sol que l'on désigne souvent comme contrainte admissible et que l'on note $\bar{\sigma}_{sol}$ est capitale.

3.2.1.condition de résistance.

Le dimensionnement de tout organe de fondation passe par la satisfaction de la condition de résistance qui s'écrit comme :

$$\sigma_{calculée} = \frac{P}{S} \leq \bar{\sigma}_{SOL}$$

avec :

P : charge pondérée issue de la descente de charges

S : surface d'impact de l'organe de fondation

3.2.2. Classification des sols selon leur capacité portante.

Dans la nature, la grande diversité des sols rappelle que ces derniers ont des contraintes admissibles très diverses.

Le schéma classique que l'on peut retenir est celui de sols carrément inconstructible ; mauvais sols ou encore difficiles ; bons sols (présentant de bonnes caractéristiques mécaniques) , très bon sols de caractéristiques mécaniques excellentes .

La classification précédente est souvent subjective car aux yeux du concepteur, seule la contrainte admissible du sol représente le principal critère de classification.

A titre indicatif, nous donnons dans le tableau suivant quelques contraintes admissibles pour certains sols (les plus courants).

Type de sol	Contrainte admissible $\bar{\sigma}_{sol}$ Kg/cm ² \equiv bars	Observation
Terre végétale	2 à 5	inconstructible
Vases et argiles molles	6 à 8	Mauvais sol
Limons , argiles et sables lâches	9 à 11	A la limite mauvais sol
Argiles raides sables compacts graviers	12 à 20	Bons sols
Tufs,roches massifs rocheux	>20	Très bon sols

3.3. Principaux modes de fondation.

En désignant par

D : la profondeur de la fondation prise par rapport au niveau du sol extérieur

d : la dimension transversale des organes de fondation.

la valeur du rapport $\frac{D}{d}$ permet de classer les fondations en trois grandes catégories

voir figure

✚ lorsque $\frac{D}{d} \leq 4$ on dit que la fondation est superficielle (semelles isolées,

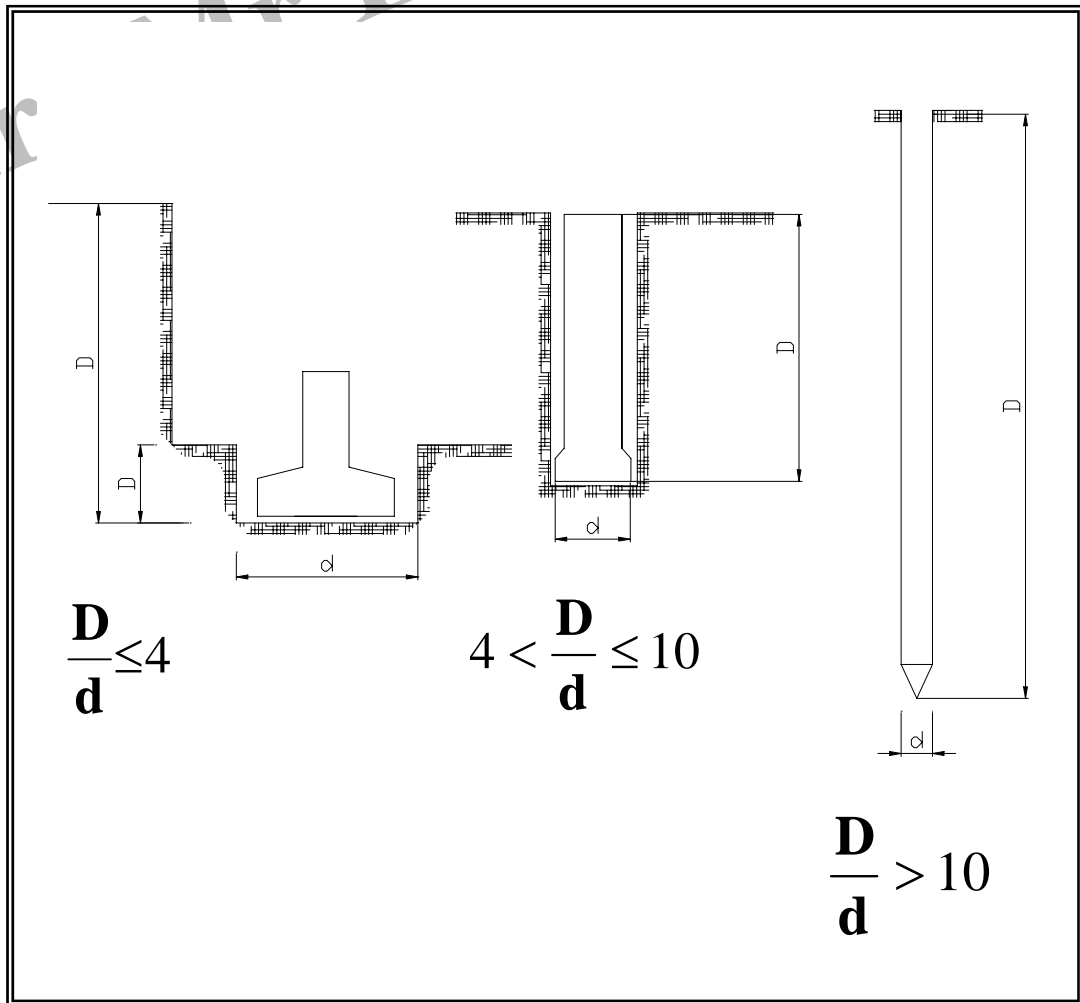
filantes radier)

✚ $4 < \frac{D}{d} \leq 10$

✚ lorsque on dit que la fondation est semi profonde (semelles sur puits)

✚ lorsque $\frac{D}{d} > 10$ on dit que la fondation est profonde

(pieux , parois moulées,...)



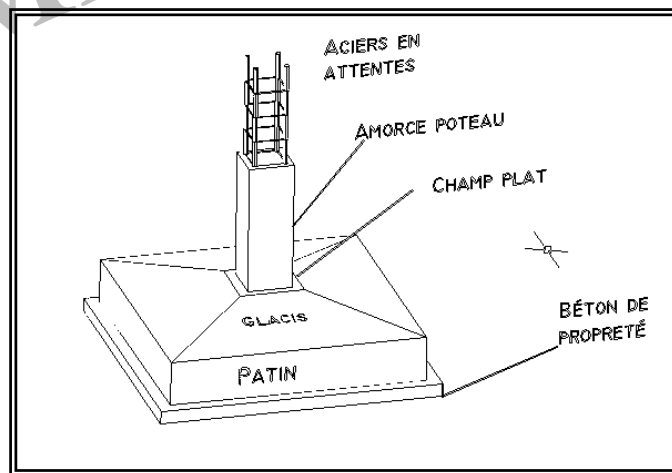
4. Les semelles superficielles.

4.1. La semelle isolée.

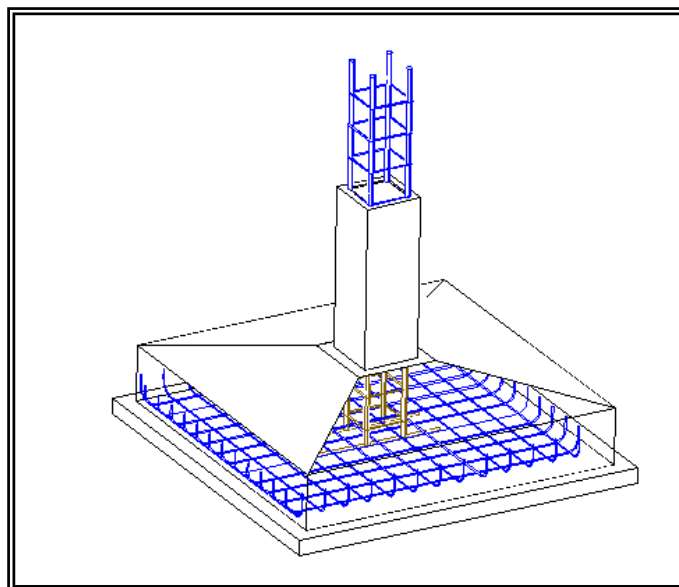
La semelle isolée reçoit en général la charge de la superstructure au moyen d'un élément porteur ponctuel poteau en béton armé ou métallique .

La forme de cette dernière peut être carrée, rectangulaire et même parfois circulaire.

Sur la figure suivante est représentée en axométrie une semelle isolée carrée.



Béton de propreté : C'est une couche de béton faiblement dosée servant à surfacier le fond de fouille qui peut présenter des irrégularités suite aux travaux de terrassements .c'est sur cette couche que l'on disposera les cales (petits cubes en bétons e dimensions 5cm x 5cm) sur lesquelles sera posé le ferrailage de a semelle voir figure suivante.



4.2. Dimensionnement des semelles isolées

4.2.1. Dimensions en plan :

Les dimensions en plan des semelles isolées est déterminé en utilisant la relation de résistance précédemment définie : à savoir

$$\sigma_{calculée} = \frac{P}{S} \leq \bar{\sigma}_{SOL} \Rightarrow S \geq \frac{P}{\bar{\sigma}_{sol}}$$

une fois déterminée la section S de la semelle les dimensions peuvent être déterminées comme suit :

1. si la semelle est carrée alors $A=B$ et $S = A^2$ d'où $A \geq \sqrt{S}$
2. Si on opte pour une semelle rectangulaire alors on devra fixer une dimension pour déterminer l'autre.

4.2.2. Condition de rigidité de la semelle isolée.

Afin d'avoir une répartition correcte des pression sur le sol de fondation, on exige que la semelle possède une épaisseur H max (voir figure) telle que :

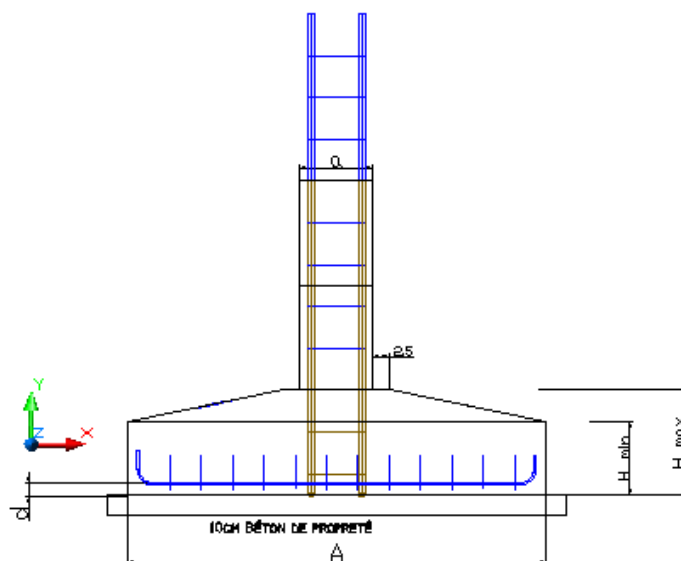
$$H_{max} \geq \frac{A-a}{4} + d$$

A : dimension en plan de la semelle

a : Dimension du coté de l'élément porteur (le poteau).

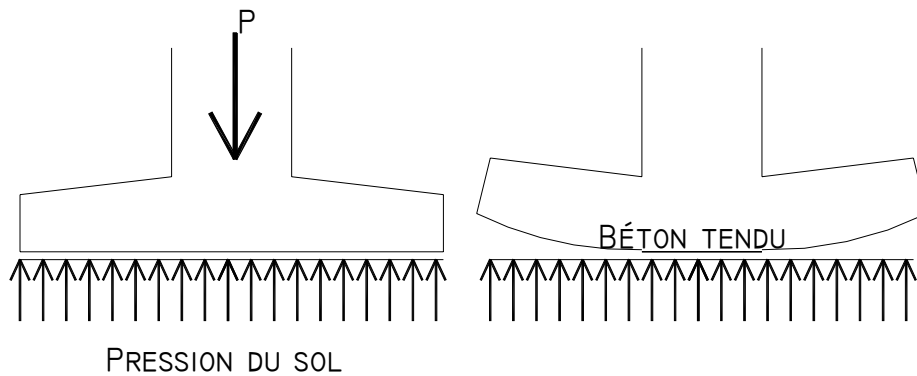
d : Enrobage des aciers de la semelle . en général ≥ 3 cm .

aussi H_{min} doit être tel que $H_{min} \geq 6\phi + 6cm$ avec ϕ diamètre des aciers de la semelle .

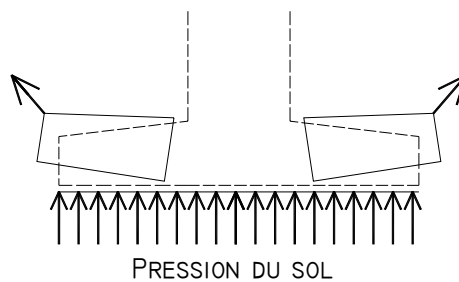


4.2.3. Ferrailage des semelles isolées.

Pour bien comprendre pourquoi doit on disposer un ferrailage en bas de la semelle, il suffit de bien examiner la figure suivante



Nous remarquons que sous l'influence de la pression du sol les bords de la semelles subissent une flexion vers le haut. Les fibres basse du béton subissent alors une traction. Comme le béton résiste très mal à la traction si des dispositions particulières ne sont pas prises, la semelle risque de casser. Voir figure



On voit donc la nécessité de disposer un ferrailage sur le coté bas de la paillasse de la semelle isolée.

