**CHAPITRE II**

**FONDATIONS**

**Objectif du cours**

Développer ces connaissances théoriques (types de fondations qui sont en fonction de la destination de l’ouvrage…) ainsi que de la maîtrise des techniques d’exécution des fondations

**Contenu**

* Role des fondations

- Critères de choix des fondations

- Différents types de fondations

- Les fondations superficielles.

- Les fondations profondes

**DEFINITION**

C’est la partie enterrée de l’ouvrage qui transmet les contraintes dues aux charges et surcharges de l’ouvrage au sol porteur (substratum)

* Les forces dues à la masse (poids de l’ouvrage)
* Les forces dues aux vent-neige-séisme-température
* Les forces de contacte du sol sur la partie enterrée de l’ouvrage

**RÔLE DES FONDATIONS :**

La fondation transmet au sol les effets suivants

* **Les charges permanentes** (le poids de la structure, la poussée des terres)
* **Les charges d’exploitation** (poids des meubles, des personnes)
* **Les actions climatiques** (poids de la neige, poussée de l’eau, des charges horizontales ou obliques)

**Sous l’effets des charges citées ci-dessus:**

* La fondation doit résister elle-même aux charges et surcharges ;
* L'ensemble ouvrage–fondation-sol doit être en équilibre stable (Pas de mouvement)
* pas de glissement horizontal: L’adhérence sol– fondation (poussées du vent, des terres) ;
* pas de basculement: Les charges horizontales ont tendance à faire basculer l’ouvrage car elles créent un moment. Les forces verticales (poids) doivent les contrebalancer.
* pas de déplacement vertical: pas d’enfoncement du bâtiment de manière uniforme ou dissymétrique (tassements différentiels)
* pas de soulèvement vertical : le bâtiment doit être suffisamment lourd pour éviter les soulèvements dus à l'action de l'eau contenue dans le sol.
* Une fondation doit être durable. Toutes les précautions devront être prises dans les dispositions constructives, le choix et l'emplacement des matériaux, ainsi que dans la mise en œuvre.

La structure porteuse transmet toutes ces charges au sol par l’intermédiaire des fondations.

**PARAMETRES DE CHOIX DES FONDATIONS:**\* Les caractéristiques du sol support.
\* Type d’ouvrage à construire.
\* La nature et l’homogénéité du sol.
\* La capacité portante du terrain de fondation.
\* La charge totale transmise au sol.
\* L'aspect économique.
\* La facilité de réalisation.

Plancher avant tassement

 Plancher après tassement

* - - -
* - - - -
* - - - --

Terrains différents=tassements différents

 Bâtiment Haut

 Bâtiment Bas

 Prévoir joint de tassement (rupture)

**STABILITE DE L’OUVRAGE :**

* Dans le sol (infrastructure)
* Au dessus du sol (superstructure)

Elle dépend :

* Des actions mécaniques
* Verticales (charges)
* Horizontales (vent / séisme)
* Obliques (poussées des terres)
* Des sollicitations qui s’ensuivent
* Moment de flexion
* Moment de torsion
* De la nature du sol de résistance variable d’un point à un autre et de ses caractéristiques physiques
* Capillarité
* Perméabilité
* Cohésion
* Du type de construction
* Bâtiment long et bas
* Bâtiment haut (tour)
* De l’environnement
* Construction voisines dont le tassement s’est déjà produit
* Des poussées hydrostatiques (sous-pression des eaux)
* Des effets consécutifs à la dilatation, au gel, à la poussée des terres et aux vibrations
* Des effets consécutifs à la dilatation, au gel, à la poussée des terres et aux vibrations
* Des effets consécutifs à la dilatation, au gel, à la poussée des terres et aux vibrations

 Tassement

Déchaussement produit par tassement du squelette dans le

 circulation d’eau saumâtre cas d’un sol gorgé d’eau puis asséché

**TYPES DE FONDATIONS :**

**Il existe deux types de fondations:**

* Fondations superficielles,
* Fondations profondes et spéciales.

**FONDATIONS SUPERFICIELLES**

* Semelles continue sous mur
* Semelles continue sous poteaux fondations dites superficielles
* Semelles isolées
* Semelles excentrées
* Les radiers

Les fondations sont dites superficielles si une des deux conditions suivantes est respectée :

 H/B < 4 ou H < 3 m

Avec H : profondeur de la fondation et B : largeur de la fondation.

**FONDATIONS SEMI-PROFONDES**

* Les puits fondations semi-profondes

Les fondations sont dites semi-profondes si 4 < H / B < 10. (Avec D la longueur de la fondation « puits », et B sa la largeur). il s’agit des puits.

**FONDATIONS PROFONDES**

* Les pieux fondations profondes
* Les parois moulées, les cuvelages fondations spéciales

Les fondations sont dites profondes si H / B > 10. Elle regroupe (pieu, caissons, parfois les parois moulés). Avec B est le diamètre du pieu entre 0.60 à 0.80 m.

 Semelles isolée Pieu

 H D

 B

 B

**CHARGES ET SURCHARGES**

* Les charges permanentes (toitures-planchers-murs, ……)
* Les charges d’exploitations (statiques-dynamiques-climatiques)

**LES CRITERES INFLUANT LE CHOIX D’UNE FONDATION SONT :**

* La qualité du sol.
* Les charges amenées par la construction.
* Le coût d’exécution.

**SEMELLES SUPERFICIELLES**

C’est le type de fondation le plus courant et le moins couteux et de faible profondeur, il est généralement réservé aux ouvrages de bâtiment et notamment à usage d’habitation.

**Semelles isolées** :

On rencontre généralement ce type lorsque la nature du terrain est bonne et les contraintes relativement faibles. Mais le choix réel de ce type de semelles est dicté par la nature de substratum (peu couteux parce que on a un minimum de terrassement et un minimum de volume de béton).

 Rectangulaire jumelées

 TRAPEZOIDALE CIRCULAIRE OCTOGONALES

 Semelles excentrée Cas d’une fondation débordante existante

 L

 e

 Poutre de redressement

 articulation

 P1 P2

 Poutre de redressement

Terrassement et un minimum de volume de béton)

 Rectangulaire jumelées

 Bx

 by

 By

 Bx

**Ferraillage d’une semelle isolée**  **Semelle isolée**

****

 **Semelle sous deux poteaux**

 Cadre T8 e= 15 cm T12 e = 15 cm

 Epingle T8 e = 15 cm

 8 / 20 cm

 Rectangulaire

 b

 bx

 by

 ht - d ht

 d e

 Bx B

 Ht = (B-b)/4 + 5 cm e≥ 6Ø + 6 cm

Semelle sous deux poteaux semelle isolée

zone non sollicitée

****

**Fondation sur sol en pente : la pente maximale entre deux niveaux ne doit pas excéder 2/3**

**SEMELLES FILANTES :**

On opte pour ce genre de semelles lorsque l’on craint de faible tassement différentiel, ces semelles sont plus couteuses que les semelles isolées compte tenu du volume de déblai et de béton armé plus important.

 **Semelles filante**

**RADIERS GENERAUX** :

Le radier est une **dalle porteuse de 20 à 35 cm** d’épaisseur continue de béton armé, qui sert d’assise stable (fondation) à l’ensemble de la construction et également de plancher bas.

Le radier est conçu pour assurer la **répartition des charges**. La totalité de la surface au sol est donc sollicitée, contrairement à d’autres types de fondations telles que des semelles isolées ou bien des semelles filantes.

Le radier travaille de manière inversée à une dalle. Il doit donc être armé en partie supérieure entre les murs.

## Pourquoi réaliser un radier ?

Le radier se trouve justifié si les semelles continues ou isolées deviennent très larges et en en raison :

De la faible capacité portante du sol, ou si on craint des tassements différentiels important. Des charges élevées du bâtiment (exemple : immeuble).

* Du rapprochement des poteaux.
* De la profondeur à atteindre pour fonder sur un sol résistant.
* Si le sol est hétérogène ou argileux
* **zone inondable** (risque de remontée du niveau de la nappe phréatique)

Ce type de semelles répartie les contrainte et évite les tassements différentiels. Son cout est plus important que celui des semelles filantes compte tenu du volume des déblais et du volume de béton plus important.



**FONDATIONS SUR PUITS**

Un puits de fondation ressemble à un gros pilier armé ou non, prenant appui sue le sol résistant à une profondeur supérieure à 2m et n’excède pas 8 m.

Un plot en béton s’apparente (ressemble) à un puits, il sert pour les constructions légères.

**CHOIX DE LA FONDATION SUR PUITS**

Cette solution est choisit si :

* La couche superficielle est de mauvaise résistance ;
* Les charges sont importantes et concentrées ;
* Les puits sont moins couteux que les radiers

**FORME DES PUITS**

Ils sont de forme :

* Carrés
* Rectangulaire
* Circulaire

**DIMENSIONS DES PUITS**

* Les cotés des puits varient de 1 à 1.5 m ;
* Les diamètres des puits varient de 1 à 1.5 m ;
* La profondeur ne dépasse guère 8 m
* La distance entre axe de deux puits varie entre 4 à 8 m ;
* La base des puits s’encastre de 20 ) 50 cm dans le bon sol.

**BLINDAGE DES PUITS**

C’est pour empêcher les éboulements tout en permettant l’excavation des terres. Le blindage est réalisé par des étais métallique à vérin (parois en vis-à-vis ou parois orthogonale).

**TRAVAUX DIRIGES**

1. **Quel type de ciment utilise-t-on pour protéger les fondations en présence d’un sol**

**agressif (contient des sulfates).**

 Réponse

* On utilise un ciment riche en sulfate tel que le ciment CRS
1. **Comment protéger les fondations contre le gel-dégel**

Réponse

* On doit faire l’ancrage des fondations sur une profondeur de 60 à 100 cm suivant les régions.
1. **Selon les cas suivants. Quels sont les charges transmises par le puits au sol.**

 **Cas 01 – Sol compact,**

 **Cas 02 – Sol non cohérant,**

 **Cas 03 – Sol non tassé- sol cohérant**

Q : charge transmise au puits

P : poids du puits

R : résultante des actions du sol

S : surcharge dues au sol

 Réponse

 Q Q Q

P

P

P

 Terrain non tassé

 Frottement négatif

 Terrain compact

 Frottement positif

 R R R

 Cas 01 Cas 02 Cas 03

**Cas 01** : Terrain cohérant (compact), le frottement positif qui s’oppose à l’enfoncement. Théoriquement on pourrait négliger la masse du gros béton du puits R=Q

**Cas 02** : Terrain non cohérant dont le tassement provoque un gonflement négatif qui surcharge le puits R = Q + P + S

**Cas 03** : Pratiquement on néglige le frottement et on tient compte de la masse du puits

 R = Q + R

1. **Quel est le rôle des fondations**

Réponse

 Le rôle de la fondation est de transmettre au sol les effets suivants

* **Les charges permanentes** (le poids de la structure, la poussée des terres)
* **Les charges d’exploitation** (poids des meubles, des personnes)
* **Les actions climatiques** (poids de la neige, poussée de l’eau, des charges horizontales ou obliques)
1. **Avant d’étudier un projet, il est indispensable de connaître le sous-sol qui supportera les bâtiments de manière à déterminer**

Réponse

1. Le type de fondation le mieux adapté
2. La profondeur des assises.
3. **L’étude du sous-sol doit permettre de déterminer :**

Réponse

1. sa composition
2. l’épaisseur des couches.
3. Sa force portante (taux de compression admissible
4. L’état des nappes aquifères.
5. **Citer les différents types de fondation.**

Réponse

1- Fondation superficiel :

• Semelles continues sous mur : en brique, en moellon, en béton damé, en béton armé

• Semelles isolés sous piliers

• Fondation par plots et longrines

* Fondation par radier générale
1. Fondation Semi Profonde tel que les puits

3- Fondation profonde

* Sur pieux : on enfonce dans le sol des éléments en béton armé d’un diamètre de ± 40cm et d’une longueur peuvent atteindre 20m

**08- Pourquoi est-il nécessaire de connaître la nature des terrains dans lesquels se font les fouilles? Citez deux éléments.**

 Réponse

1. Pouvoir adapter les fondations du futur bâtiment au terrain.
2. Définir des solutions pour les futurs terrassements.

**09-Qu’est-ce qu’une fouille en pleine masse?**

 Réponse

* La fouille en pleine masse est un terrassement général correspondant à l’emprise du futur bâtiment à construire.
1. **Qu’est-ce qu’une fouille en tranchée? Pourquoi est-elle principalement utilisée? A partir de 1,50 m de profondeur, qu’est-il nécessaire de faire?**

 Réponse

1. Fouille de grande longueur plus profonde que large.
2. Pour le passage des canalisations.
3. Un étayage.
4. **Qu’est ce qu’un radier et pourquoi l’établir**

Réponse

1. Le radier est une **dalle porteuse de 20 à 35 cm** d’épaisseur couvrant toute la surface au sol.
2. On établi le radier si les semelles isolées ou continues deviennent très large en raison de la faible portance du sol, du rapprochement des poteaux …..
3. **Qu’appelle t-on un pieu flottant.**

Réponse

* On appelle pieu flottant un pieu qui est ancré dans un sol pulvérulent (non cohérant) tel que sable lâche, il travaille par frottement latéral.

**13- De Que fait-on généralement des terres issues des fouilles? Et des surplus?**

Réponse

1. Elles sont mises en dépôts sur le site ou proche du site en vue d’une utilisation ultérieure.
2. Les surplus sont évacués à la décharge ou livrés sur d’autres chantiers comme terres de remblais.

**14- Que fait-on de la terre végétale? Comment sera-t-elle réutilisée en fin de chantier?**

Réponse

1. Elle sera dans la mesure du possible gardée sur le site et stockée à l’écart des autres matériaux de remblais.
2. Lors de l’exécution d’aménagement extérieur comme couche fertilisante dans l’aménagement des espaces vert.