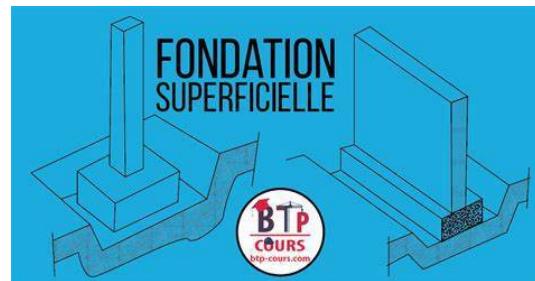


# Chapitre 1: Fondation superficielle



Dr. Boumekik Nour el islam

Université Mohamed kheider Biskra

Faculté des sciences et technologie

Département de Génie Civil

Email : nourelislam.boumekik@univ-biskra.dz

# Table des matières



<b>I - Fondation superficielle</b>	<b>3</b>
1. Exercices d'entrés	3
1.1. Exercice	3
1.2. Exercice	3
2. Introduction	3
3. Classification des fondations	3
4. Types de fondations superficielle	4
5. Comportement des fondations superficielles	5
5.1. Comportement à la rupture	5
5.2. Comportement sous les charges de service	5
6. Capacité portante et tassement	6
7. Capacité portante des fondations superficielles	8
7.1. Semelle filante sous charge verticale centré	8
7.2. Influence de la forme sur la capacité portante	8
7.3. Influence de la l'inclinaison sur la capacité portante	9
7.4. Influence de l'excentricité de la charge sur la capacité portante	9
8. Calcul des tassements	9
9. Exercices d'application	10
9.1. edcfecfec	
9.2. Exercice	10
9.3. Exercice	10

# Fondation superficielle

I

## 1. Exercices d'entrés

### 1.1. Exercice

Choisir la bonne question, un sol cohérent est caractériser par

- Un angle de frottement nul
- Une cohésion nulle
- Un module de young très grand

### 1.2. Exercice

Quelle sont les paramètres essentiels dans le calcul des fondations

## 2. Introduction

La construction est composée de deux parties ayant des fonctions très différentes. La superstructure est la partie située au dessus du niveau de sol, elle comprend les éléments principaux (poteaux, poutres, voiles et les éléments secondaires (acrotère escalier,...planché). L'infrastructure est la partie de la construction située au dessous du niveau de sol, elle est constituée de fondations (superficielles, semi-profondes ou profondes).

**Une fondation superficielle** est la partie enterrée de l'ouvrage son rôle est la transmission des efforts provenant de la superstructure à une couche de sol peu profonde. Sous les efforts transmis le sol devra présenter une résistance suffisante et des tassements acceptables pour l'ouvrage lui même mais également pour les structures avoisinantes.

## 3. Classification des fondations

Les fondations superficielles sont définies par Le DTU 13.12 comme suite:

- Une profondeur relative  $D/B < 6$  et
- Une profondeur absolue de 3m.

Au-delà de ces valeurs on a des fondations profondes.

La fondation profonde est définie selon le DTU 13.11 par :

- $D/B > 6$  et  $D > 3$  m

et selon le fascicule 62 titre V

- $D_e/B > 5$

## 4. Types de fondations superficielle

On distingue trois types de fondations superficielles (figure 1.1) :

- Les semelles filantes, de largeur  $B$  et de grande longueur  $L$  ( $L/B > 10$ ) ;
- Les semelles isolées, rectangulaire de dimensions en plan ( $L/B < 10$ ), les semelles carrées ( $B/L = 1$ ) et les semelles circulaires (de diamètre  $\Phi = B$ ) ;
- Les radiers ou dallages, de dimensions  $B$  et  $L$  importantes ; cette catégorie inclut les radiers généraux.

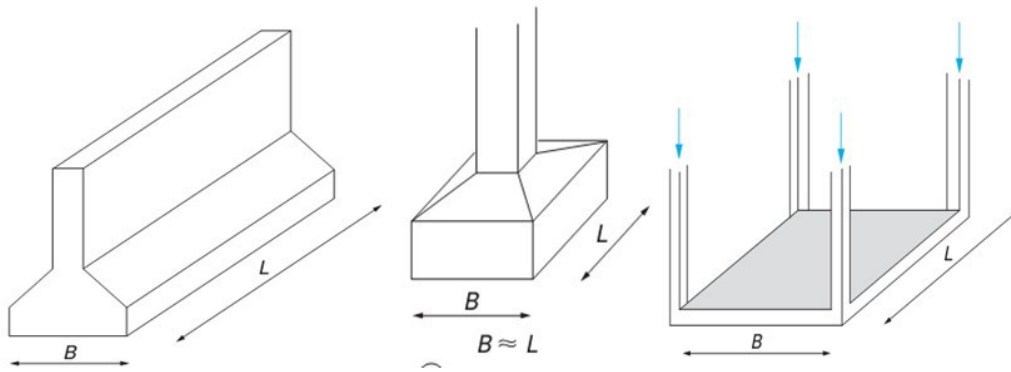


Figure 1.1 Types de fondations superficielles (Frank, 1999)

## 5. Comportement des fondations superficielles

### 5.1. Comportement à la rupture

Lorsqu' on soumet une semelle filante à un chargement croissant jusqu'à la rupture d'un sol homogène et indéfini on obtient une rupture du sol en surface qu'on qualifie de rupture globale. Schématiquement, il se forme sous la base de la semelle un poinçon rigide (I) qui s'enfonce dans le sol en le refoulant de part et d'autre jusqu'à la surface. Le sol des parties II et III est complètement plastifié, tandis que les zones externes situées au dessous de la ligne de rupture ne sont soumises qu'à des contraintes beaucoup plus faibles qui ne le mettent pas en rupture (figure 1.2).

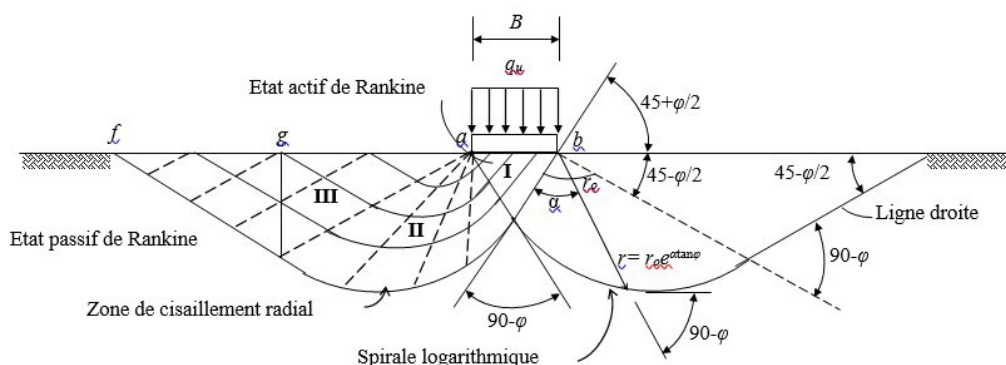


Figure 1.2 Schéma de rupture générale du sol sous une fondation superficielle

Si on soumettait la même fondation, mais placée à plus grande profondeur, fondation profonde, au même essai on obtiendrait une rupture interne du sol : rupture locale sans signes extérieurs à la surface du sol.

Cette distinction mécanique entre rupture globale et rupture locale permet bien de distinguer les fondations superficielles des fondations profondes.

### 5.2. Comportement sous les charges de service

Lorsqu'on soumet les fondations superficielles aux charges de service, elles vont tasser. Le tassement d'une semelle dépend évidemment de la compressibilité du sol mais aussi de ses dimensions.

On doit vérifier que les tassements absolus ne sont pas incompatibles avec le fonctionnement de l'ouvrage mais également que la nouvelle construction n'entraîne pas de tassements significatifs sur les structures existantes.

En plus des tassements absolus, on doit vérifier que la structure de l'ouvrage à construire peut supporter les tassements différentiels entre points d'appui. On n'oubliera pas que deux semelles transmettant la même contrainte au sol tasseront proportionnellement à leur dimension (figure 1.3).

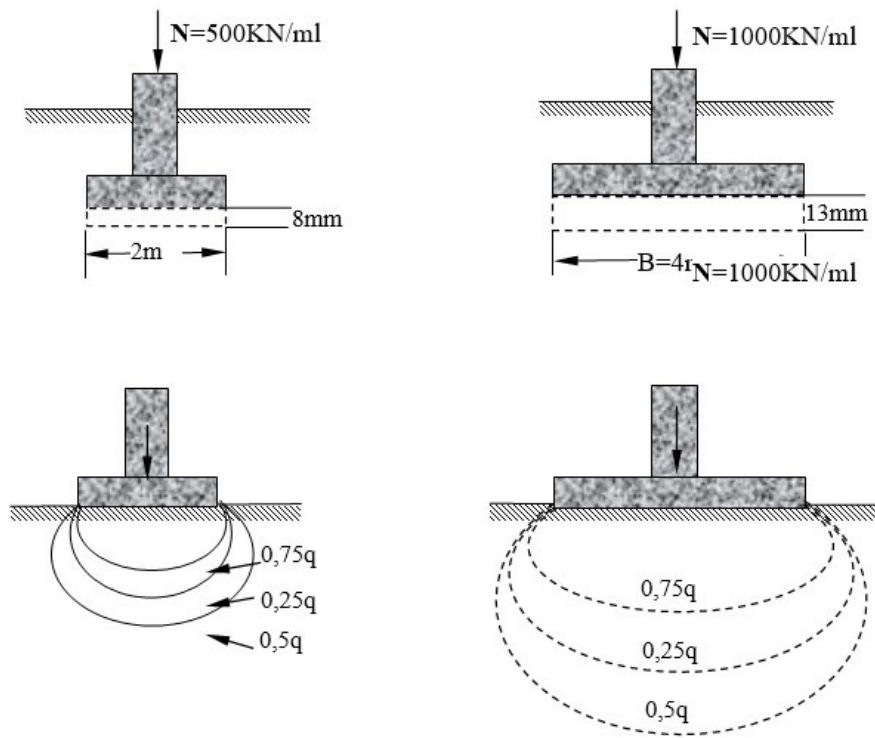


Figure 1.3 Tassements élastiques de deux semelles rigides filantes de largeurs différentes apportant la

## 6. Capacité portante et tassement

On considère une semelle superficielle filante de largeur  $B$  et de profondeur d'encastrement  $D$  (figure 1.4). Si lorsqu'on applique une charge monotone croissante, à cette fondation et on enregistre les tassements  $s$  obtenus en fonction de la charge appliquée  $Q$ , et puis on trace la courbe charge-tassement.

On remarque sur la figure 1.4 qu'au début du chargement, le comportement est sensiblement linéaire, c'est-à-dire que le tassement croît proportionnellement à la charge appliquée. Puis le tassement n'est plus proportionnel (le sol commence à se plastifier sous la fondation). À partir d'une certaine charge appelée charge limite  $Q_l$ , on remarque un tassement qui n'est plus contrôlé c'est-à-dire que le sol atteint l'écoulement plastique libre.

Cette charge est la capacité portante de la fondation (charge limite, de charge de rupture ou charge ultime)

Le dimensionnement correct de la fondation d'un ouvrage se fait par le calcul des charges admissibles (ou capacités portantes de calcul)  $Q_d$ , quantifiée par un coefficient de sécurité, et que les tassements correspondants sont admissibles (point  $Q_d, s_d$  sur la figure 1.4).

- $Q_d = Q_l / F$
- $Q_d$  : charge admissible
- $Q_l$  : charge limite
- $F$  : coefficient de sécurité

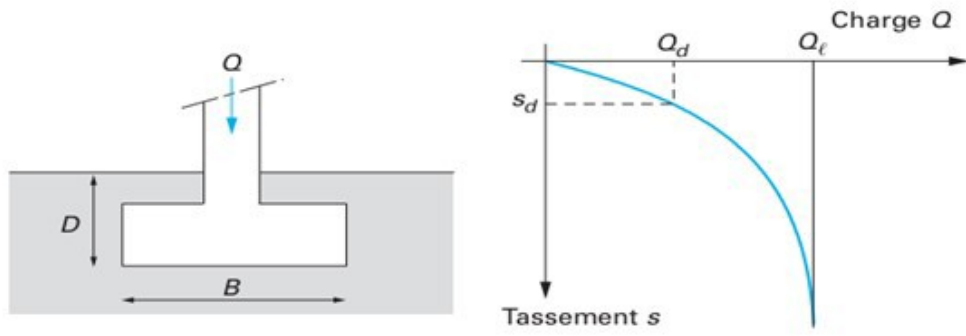


Figure 1.4 Notations. Courbe de chargement (vertical et centré) d'une fondation superficielle

## 7. Capacité portante des fondations superficielles

### 7.1. Semelle filante sous charge verticale centré

Dans le cas d'une semelle filante, la contrainte de rupture sous une charge verticale centrée est obtenue par la relation générale suivante (méthode de superposition de Terzaghi) :

$$q_d = \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma DN_q + cN_c \text{ Semelle filante .....1.1}$$

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_v$ (EC7)	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_v$ (EC7)
0	5.14	1.00	0.00	0.00	25	20.72	10.66	10.88	9.01
1	5.38	1.09	0.07	0.00	26	22.25	11.85	12.54	10.59
2	5.63	1.20	0.15	0.01	27	23.94	13.20	14.47	12.43
3	5.90	1.31	0.24	0.03	28	25.80	14.72	16.72	14.59
4	6.19	1.43	0.34	0.06	29	27.86	16.44	19.34	17.12
5	6.49	1.57	0.45	0.10	30	30.14	18.40	22.40	20.09
6	6.81	1.72	0.57	0.15	31	32.67	20.63	25.99	23.59
7	7.16	1.88	0.71	0.22	32	35.49	23.18	30.21	27.72
8	7.53	2.06	0.86	0.30	33	38.64	26.09	35.19	32.59
9	7.92	2.25	1.03	0.40	34	42.16	29.44	41.06	38.37
10	8.34	2.47	1.22	0.52	35	46.12	33.30	48.03	45.23
11	8.80	2.71	1.44	0.66	36	50.59	37.75	56.31	53.40
12	9.28	2.97	1.69	0.84	37	55.63	42.92	66.19	63.18
13	9.81	3.26	1.97	1.05	38	61.35	48.93	78.02	74.90
14	10.37	3.59	2.29	1.29	39	67.87	55.96	92.25	89.01
15	10.98	3.94	2.65	1.58	40	75.31	64.20	109.41	106.05
16	11.63	4.34	3.06	1.91	41	83.86	73.90	130.21	126.74
17	12.34	4.77	3.53	2.31	42	93.71	85.37	155.54	151.94
18	13.10	5.26	4.07	2.77	43	105.11	99.01	186.53	182.80
19	13.93	5.80	4.68	3.30	44	118.37	115.31	224.63	220.77
20	14.83	6.40	5.39	3.93	45	133.87	134.87	271.75	267.75
21	15.81	7.07	6.20	4.66	46	152.10	158.50	330.34	326.20
22	16.88	7.82	7.13	5.51	47	173.64	187.21	403.65	399.36
23	18.05	8.66	8.20	6.50	48	199.26	222.30	496.00	491.56
24	19.32	9.60	9.44	7.66	49	229.92	265.50	613.14	608.54
					50	266.88	319.06	762.86	758.09

Tableau 1.1 Coefficients de portance de Terzaghi

### 7.2. Influence de la forme sur la capacité portante

La capacité portante des semelles isolées reposant sur un terrain homogène et horizontal, et dans des conditions bien déterminées de chargement, se calculent par les expressions suivantes :

- $q_d = \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma DN_q + cN_c$  Semelle filante .....1.2
- $q_d = 0,6 \cdot \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma \cdot D \cdot N_q + 1,3c \cdot N_c$  Semelle circulaire .....1.3
- $q_d = 0,8 \cdot \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma DN_q + 1,2cN_c$  Semelle carrée .....1.4
- $q_d = (1 - 0,2B/L) \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + \gamma DN_q + (1 + 0,2B/L)cN_c$  Semelle rectangulaire .....1.5

Fondations	Conditions non drainées		Conditions drainées	
	rectangulaires	carrées ou circulaires ( $B/L = 1$ )	rectangulaires	carrées ou circulaires ( $B/L = 1$ )
$s_\gamma$			$1 - 0,3 \frac{B}{L}$	0,7
$s_c$	$1 + 0,2 \frac{B}{L}$	1,2	$\frac{\left(1 + \frac{B}{L} \sin \phi'\right) N_q - 1}{N_q - 1}$	$\frac{(1 + \sin \phi') N_q - 1}{N_q - 1}$
$s_q$	1	1	$1 + \frac{B}{L} \sin \phi'$	$1 + \sin \phi'$



Tableau 2.1 Coefficients de forme. Projet d'Eurocode 7

### 7.3. Influence de la l'inclinaison sur la capacité portante

Dans le cas de charge inclinée par rapport à la verticale , on doit introduire des coefficients minorateurs pour tenir compte de l'effet de l'inclinaison de la charge

la capacité portante est donnée par la relation suivante :

$$q_d = 1/2 \cdot i_\gamma \cdot s_\gamma \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \cdot s_q \cdot \gamma_{DNq} + i_c \cdot s_c \cdot c_{Nc} \dots\dots\dots 1.6$$

avec  $i_\gamma$ ,  $i_c$  et  $i_q$  coefficients minorateurs (inférieurs à 1).

Dans le cas d'une inclinaison créée par une charge horizontale

parallèle à B , d'angle  $\delta$  par rapport à la verticale,

le DTU 13.12 propose les relations de Meyerhof suivantes pour les coefficients

$i_\gamma$ , et  $i_q$  :

$$- i_\gamma = (1 - \delta/\varphi)^2 \dots\dots\dots 1.7$$

$$- i_c = i_q = (1 - 2 \delta/\pi)^2 \dots\dots\dots 1.8$$

### 7.4. Influence de l'excentricité de la charge sur la capacité portante

Dans le cas d'une charge d'excentrement  $e$  parallèle à B, on applique la méthode de Meyerhof qui consiste à remplacer, dans tout ce qui précède, la largeur B par la largeur réduite ou effective :

$$- B' = B - 2e \dots\dots\dots 1.9$$

$$- q_d = \gamma \cdot B'/2 \cdot N_\gamma + \gamma_{DNq} + c_{Nc} = \gamma \cdot (B - 2e)/2 \cdot N_\gamma + \gamma_{DNq} + c_{Nc} \dots\dots\dots 1.10$$

$$- Q_d = B' \cdot q_d = B[(1 - 2e)^2 \gamma \cdot B/2 \cdot N_\gamma + (1 - 2e) \gamma_{DNq} + (1 - 2e) c_{Nc}] \dots\dots\dots 1.11$$

## 8. Calcul des tassements

Le tassement des fondations superficielles se détermine par deux grandes classes de méthodes:

- Les méthodes à partir des essais de laboratoire : il s'agit essentiellement de l'essai œdométrique, surtout utilisé pour les sols fins cohérents ;
- Les méthodes à partir des essais en place (essai de pénétration au carottier SPT, essai de pénétration statique CPT, essai au dilatomètre plat Marchetti DMT et essai pressiométrique Ménard), très utilisées notamment pour les sols pulvérulents, à cause des difficultés évidentes de prélèvement et d'essai en laboratoire.

En ce qui concerne les essais en place, deux approches différentes sont utilisées pour en exploiter les résultats. L'approche indirecte consiste, dans le cas du tassement des fondations, à déterminer, dans un premier temps, le module d'élasticité du sol à partir d'une corrélation avec le résultat de l'essai en place et à appliquer, ensuite, la théorie élastique habituelle (unidimensionnelle ou non). L'approche directe relie, elle, directement la grandeur cherchée (le tassement) à la caractéristique déterminée par l'essai en place.

## 9. Exercices d'application

### 9.1. Exercice

Choisir la bonne réponse, une fondation superficielle est caractérisé par :

- $D/B < 4$
- $4 < D/B < 10$
- $D/B > 10$

### 9.2. Exercice

Citer les comportement des fondations superficielles