

Chapitre Trois

Capacité portante sismique des fondations

- ❑ **Introduction**
- ❑ **Capacité portante statique**
 - ❖ Taux de travail du sol
 - ❖ Contrainte admissible
 - ❖ Facteurs de portance du sol
- ❑ **Capacité portante sismique**
 - ❖ Méthode approximative
 - ❖ Méthode dynamique directe
 - ❖ Méthode statique équivalente
- ❑ **Exercices**



INTRODUCTION

❑ Exemples de bâtiments endommagés par les séismes



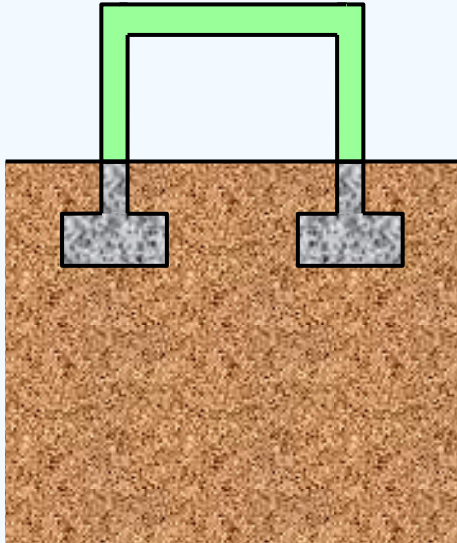
Remarque : Effondrement du RDC (insuffisance de rigidité de la structure) et/ou du sol de fondation (liquéfaction, forte compressibilité, sous-dimensionnement de la fondation, etc.).

❑ Exemples de bâtiments endommagés par les séismes

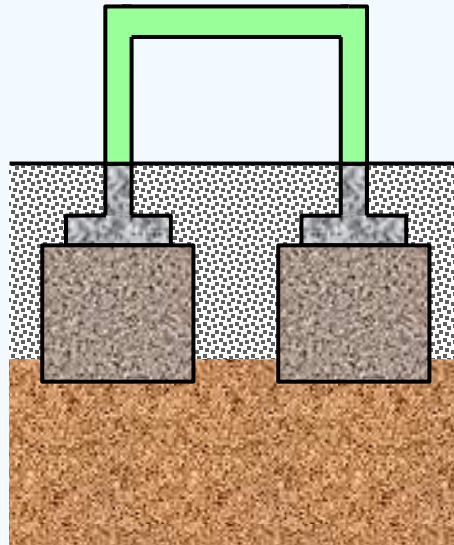


Remarque : Effondrement du RDC (insuffisance de rigidité de la structure) et/ou du sol de fondation (liquéfaction, forte compressibilité, sous-dimensionnement de la fondation, etc.).

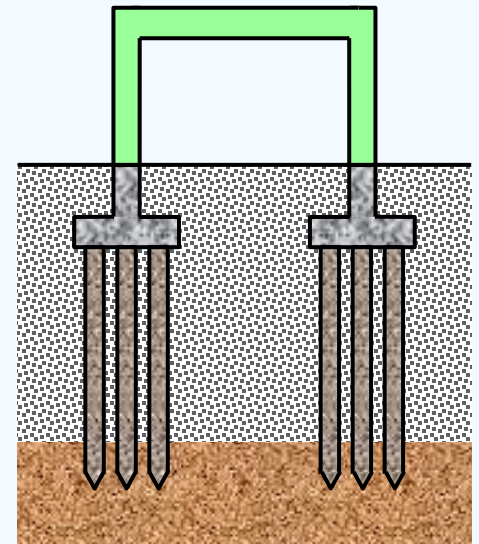
□ Types de fondations



Fondations superficielles
(Semelles ou Radier)

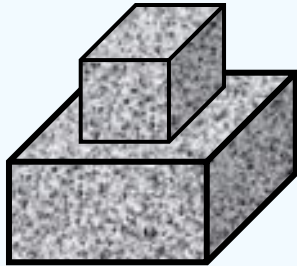


Fondations semi-profondes
(Puits)

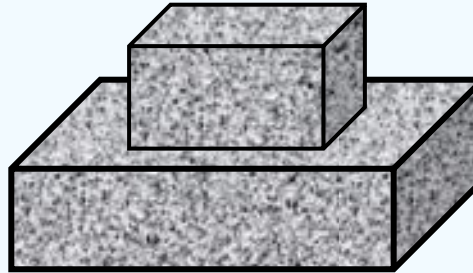


Fondations profondes
(Pieux)

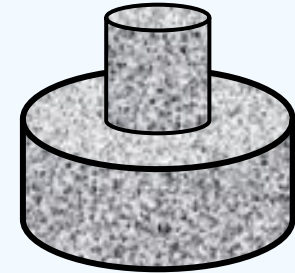
□ Cas des fondations superficielles



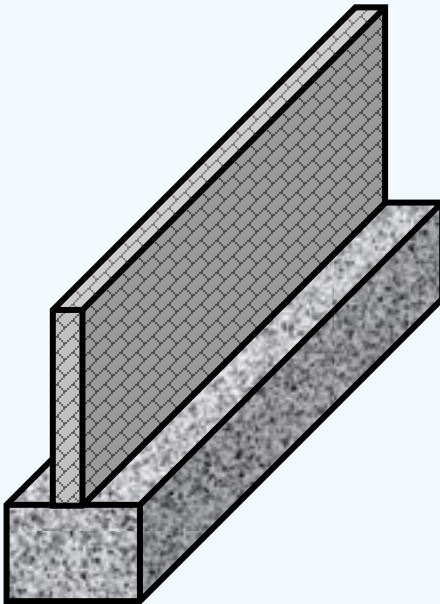
Semelle carrée



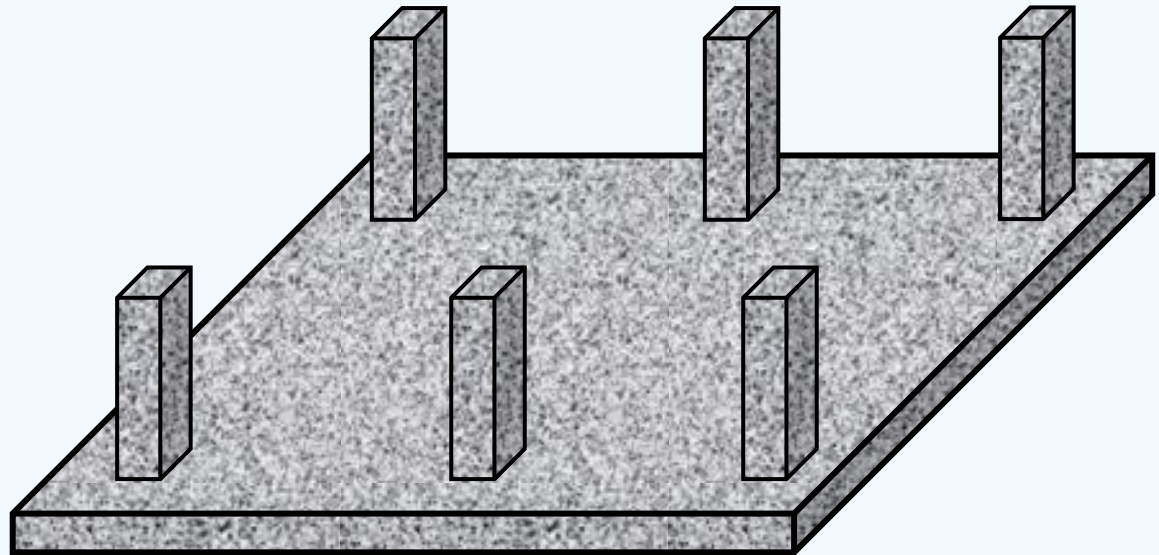
Semelle rectangulaire



Semelle circulaire

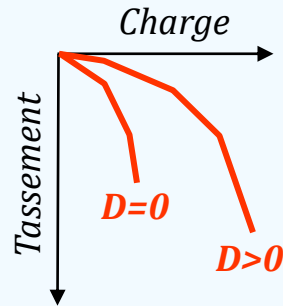
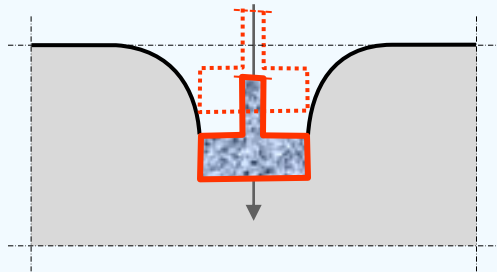


Semelle filante



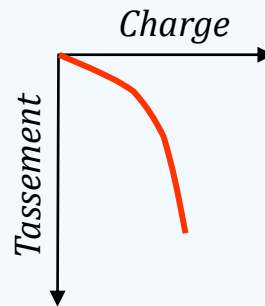
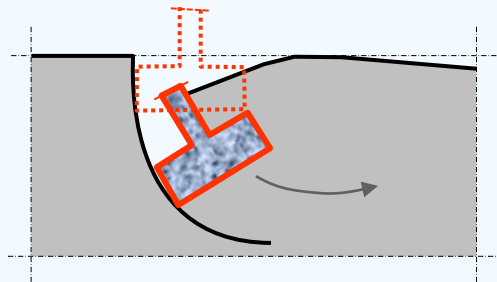
Radier

❑ Mécanismes de rupture des fondations superficielles



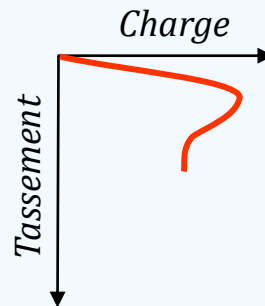
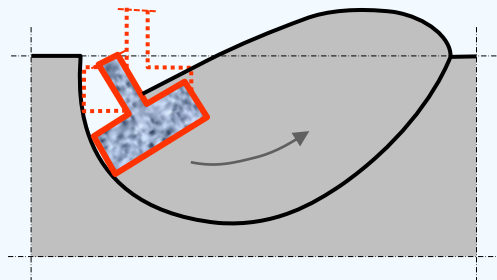
Mode 1

Rupture par poinçonnement



Mode 2

Rupture par cisaillement localisé

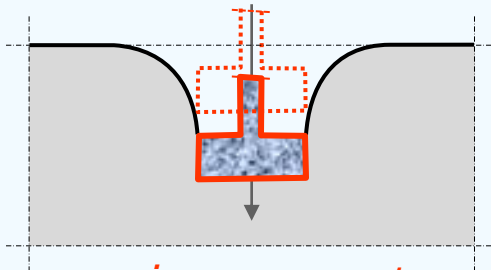


Mode 3

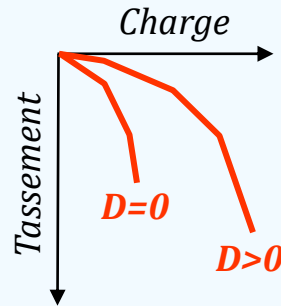
Rupture généralisée

❑ Mécanismes de rupture des fondations superficielles

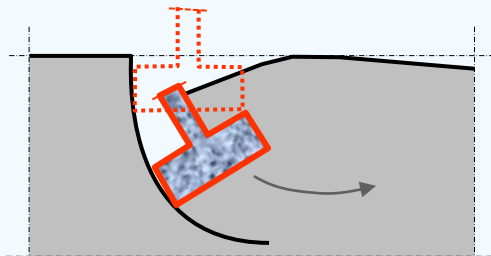
Mode 1



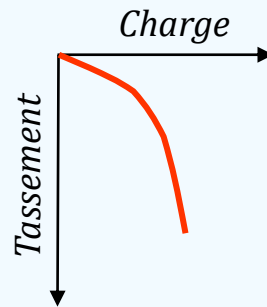
Rupture par poinçonnement



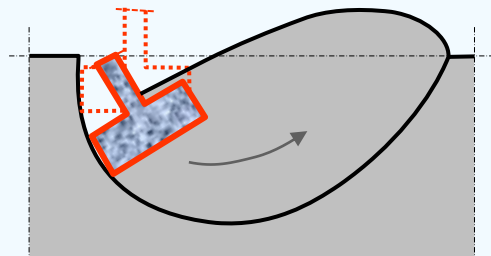
Mode 2



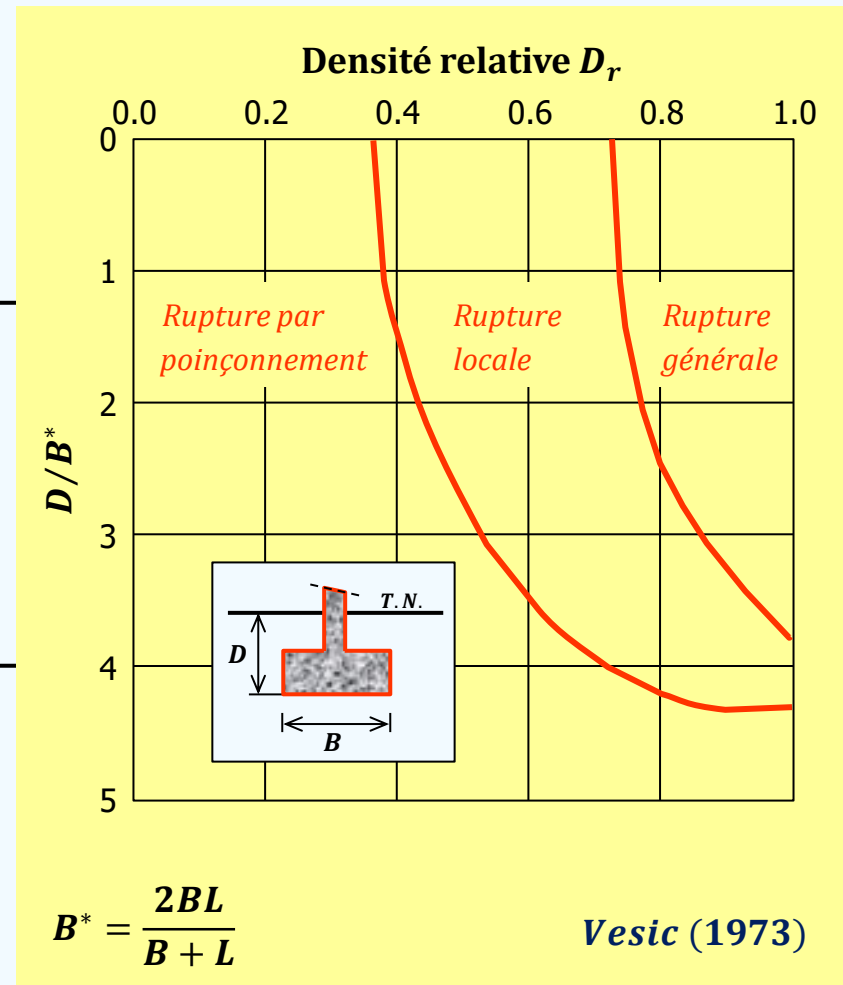
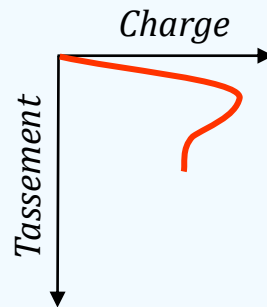
Rupture par cisaillement localisé



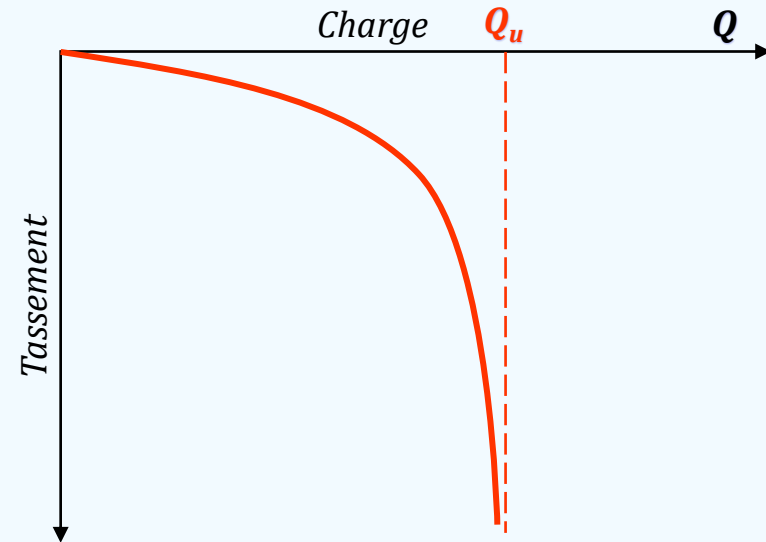
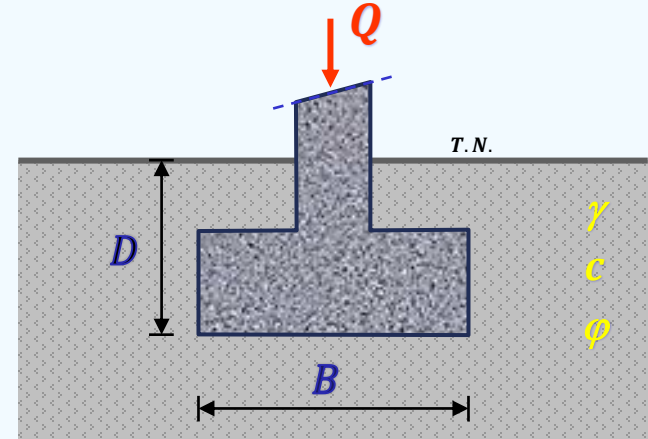
Mode 3



Rupture généralisée



□ Courbe de chargement type des fondations superficielles



Q_u – Charge ultime (Charge de rupture)



Agence Nationale des Grands Travaux d'Infrastructures - Essai de charge - Pont Routier | Facebook

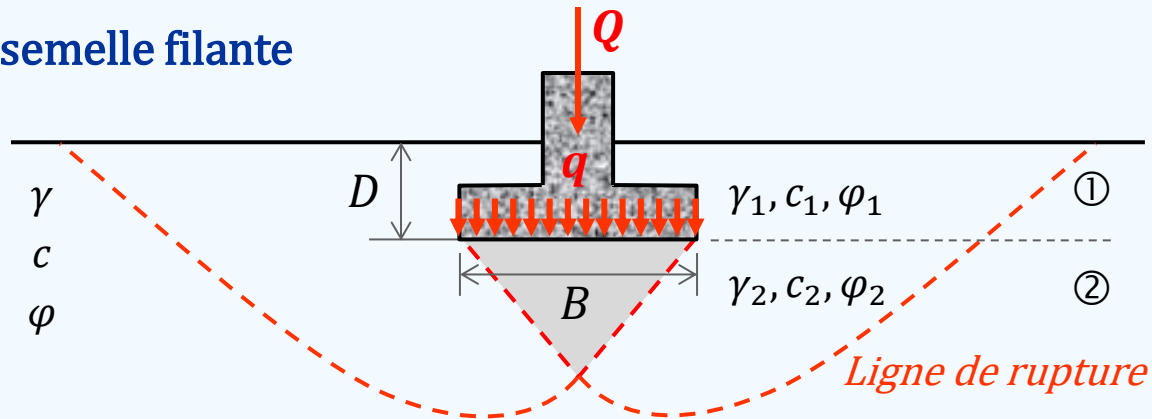


CAPACITÉ PORTANTE STATIQUE

□ Capacité portante statique

- **Taux de travail du sol**

Cas d'une semelle filante



$$q_l = \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma(\varphi_2) + \gamma_1 D N_q(\varphi_2) + c N_c(\varphi_2)$$

N_γ , N_q et N_c - Facteurs de portance statique du sol

- **Contrainte admissible**

$$q_a = \gamma_1 D + \frac{q_l - \gamma_1 D}{F} \geq q = \frac{Q}{B}$$

F=3 (Coefficient de sécurité)

□ Capacité portante statique

• **Facteurs de portance du sol**

Formules	N_γ	N_q	N_c
Rankine (1857)	$\frac{1}{2}\left(K_p^{5/2} - K_p^{1/2}\right)$	K_p^2	$2\left(K_p^{3/2} + K_p^{1/2}\right)$
Terzaghi (1943)	$\frac{1}{2}\left(\frac{K_{py}}{\cos^2(\varphi)} - 1\right)\tan(\varphi)$	$e^{\left(\frac{3\pi}{2}-\varphi\right)\tan(\varphi)}\bigg/2\cos^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}\right)$	$(N_q - 1)/\tan(\varphi)$
Meyerof (1963)	$(N_q - 1)\tan(1.4\varphi)$	$e^{\pi\tan(\varphi)}\tan^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}\right)$	
Caquot-Kerisel (1966)	$\frac{\cos\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)}{2\sin^2\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{2}\right)}\left[K_p - \sin\left(\frac{\pi}{4}-\frac{\varphi}{2}\right)\right]$		
Brinch Hansen (1970)	$1.5(N_q - 1)\tan(\varphi)$		
Vesic (1973)	$2(N_q + 1)\tan(\varphi)$		
Chen (1975)	$2(N_q + 1)\tan(\varphi)\tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\varphi}{5}\right)$		
Eurocode 7 (2004)	$2(N_q - 1)\tan(\varphi)$		

$$K_p = \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \quad \text{et} \quad K_{py} = K_p (c = 0 ; q = 0 ; \alpha = \pi - \varphi ; \delta = \varphi)$$

□ Capacité portante statique

- **Facteurs de portance du sol**

φ (°)	N_γ		N_q		N_c	
	Terzaghi	Eurocode 7	Terzaghi	Eurocode 7	Terzaghi	Eurocode 7
0	0.00	0.00	1.00	1.00	5.70	5.14
5	0.14	0.10	1.64	1.57	7.34	6.49
10	0.56	0.52	2.69	2.47	9.60	8.34
15	1.52	1.58	4.45	3.94	12.86	10.98
20	3.64	3.93	7.44	6.40	17.69	14.83
25	8.34	9.01	12.72	10.66	25.13	20.72
30	19.13	20.09	22.46	18.40	37.16	30.14
35	45.41	45.23	41.44	33.30	57.75	46.12
40	116.31	106.05	81.27	64.20	95.66	75.31
45	325.34	267.75	173.29	134.87	172.29	133.87

Nota : Pour les valeurs intermédiaires de φ , on procèdera par interpolation linéaire.

CAPACITÉ PORTANTE SISMIQUE

□ Capacité portante sismique

- **Méthode approximative**

Pour les calculs sous sollicitations sismiques, on peut prendre comme première approximation les caractéristiques de cisaillement suivantes :

- ✓ **Cas des sables**

$$\varphi'_{dyn} = \varphi'_{stat} - 2^\circ \quad (\text{Vesic, 1973})$$

- ✓ **Cas des argiles saturées**

$$(c_u)_{dyn} = 1.5(c_u)_{stat} \quad (\text{Caroll, 1963})$$

- **Méthode dynamique directe**

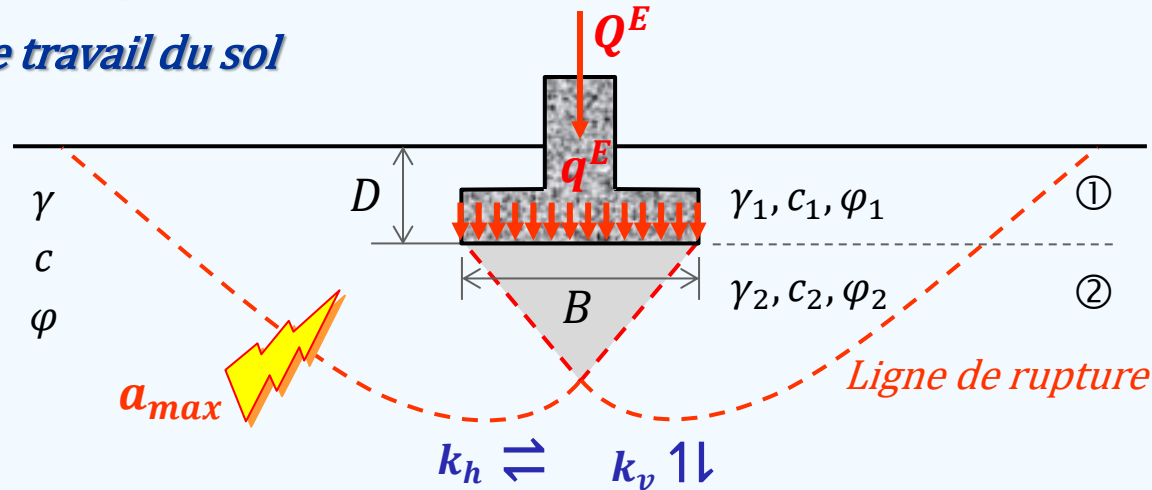
Elle est basée sur la résolution directe de l'équation d'équilibre dynamique à l'aide d'outils numériques utilisant la méthode des éléments finis, la méthode des différences finies, la méthode des équations intégrales, ...

Parmi les outils numériques utilisés en géotechnique, on peut citer les logiciels suivants : FLAC, PLAXIS et OPTUM.

□ Capacité portante sismique

• **Méthode statique équivalente**

✓ *Taux de travail du sol*



Coeff. sismiques

$$k_h = \frac{(a_h)_{max}}{g}$$

$$k_v = \frac{(a_v)_{max}}{g}$$

$$q_l^E = \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma^E(\phi_2) + \gamma_1 D N_q^E(\phi_2) + c N_c^E(\phi_2)$$

N_γ^E , N_q^E et N_c^E - Facteurs de portance sismique du sol (E - Earthquake)

✓ *Contrainte admissible*

$$q_a^E = \gamma_1 D + \frac{q_l^E - \gamma_1 D}{F} \geq q_E = \frac{Q^E}{B}$$

$F=3$ (Coefficient de sécurité)

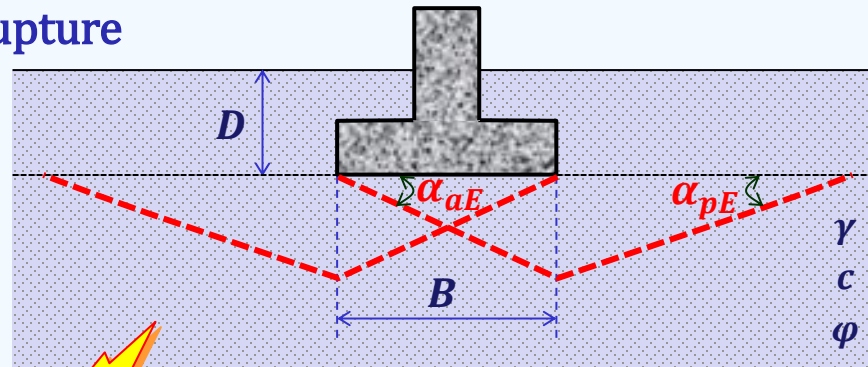
□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ *Approche de Richards et al. (1993)*

- Mécanisme de rupture

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$



a_{max}

$$k_h \rightleftharpoons k_v \updownarrow$$

Coeff. sismiques

$$k_h = \frac{(a_h)_{max}}{g}$$

$$k_v = \frac{(a_v)_{max}}{g}$$

$$\alpha_{aE} = \alpha + \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2 \alpha)[1 + \tan(\delta + \theta) \cot \alpha] - \tan \alpha}}{1 + \tan(\delta + \theta)(\tan \alpha + \cot \alpha)} \right\}$$

$$\alpha_{pE} = -\alpha + \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2 \alpha)[1 + \tan(\delta - \theta) \cot \alpha] + \tan \alpha}}{1 + \tan(\delta + \theta)(\tan \alpha + \cot \alpha)} \right\}$$

Condition : $\alpha = \varphi - \theta \geq 0$ | δ - Angle de rugosité sol-semelle

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ *Approche de Richards et al. (1993)*

- Facteurs de portance sismique

Ils sont définis par les expressions suivantes :

$$N_{\gamma}^E = (N_q^E - 1) \tan(\alpha_{aE}) \quad ; \quad N_q^E = \frac{K_p^E}{K_a^E} \quad ; \quad N_c^E = (N_q^E - 1) / \tan(\varphi)$$

tels que K_a^E et K_p^E désignent les coefficients de poussée et de butée définis par la méthode « Mononobe-Okabe » par les expressions suivantes :

$$\begin{cases} K_a^E = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2} \\ K_p^E = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cos(\delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2} \end{cases}$$

Nota : Pour $\varphi = 0 \Rightarrow N_{\gamma}^E = 0$, $N_q^E = 1$, $N_c^E = 3.36$



Capacité portante sismique

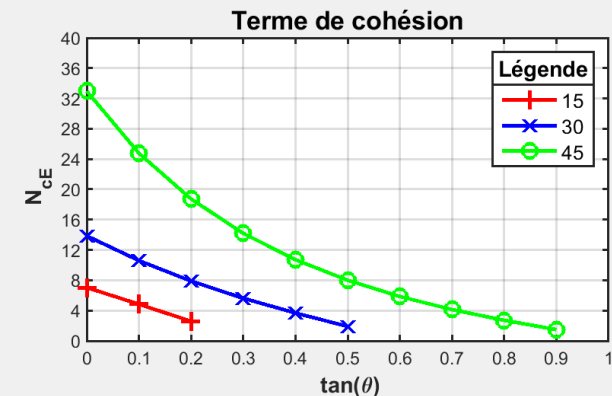
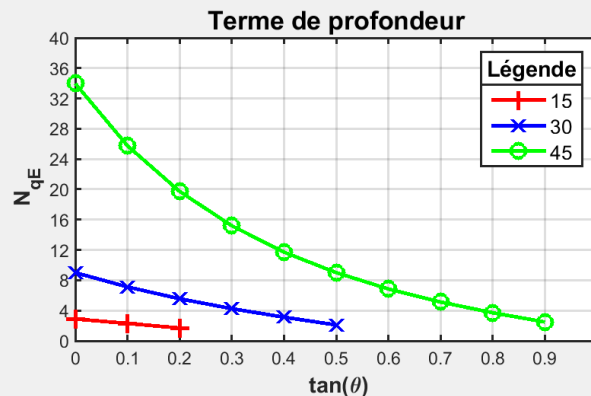
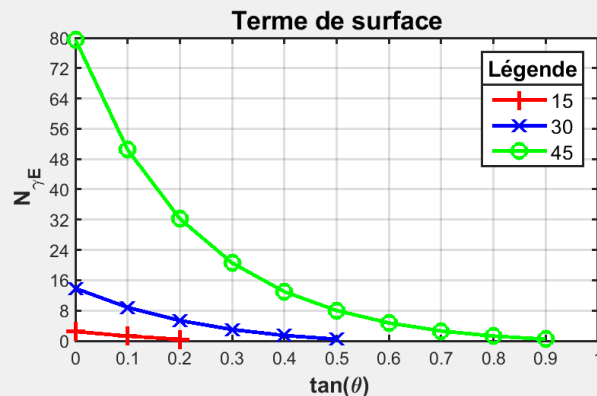
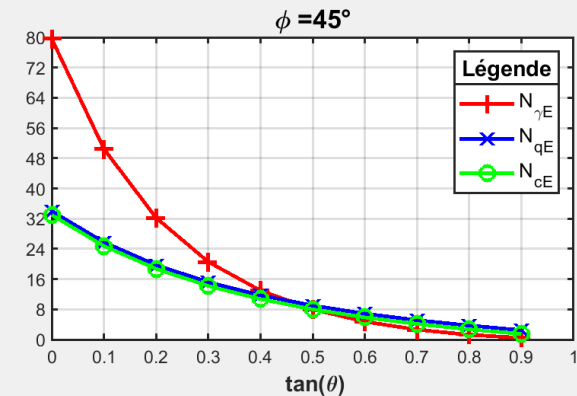
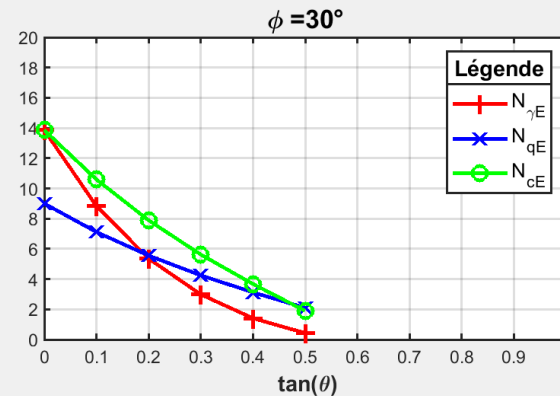
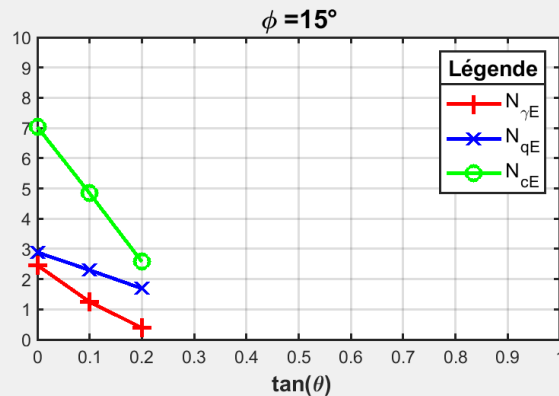
Méthode statique équivalente

Facteurs de portance sismique des sols (M. Khemissa, 2023)

Facteurs de portance sismique des sols

(Approche de Richards et al., 1993)

Semelle lisse



Capacité portante sismique

Méthode statique équivalente

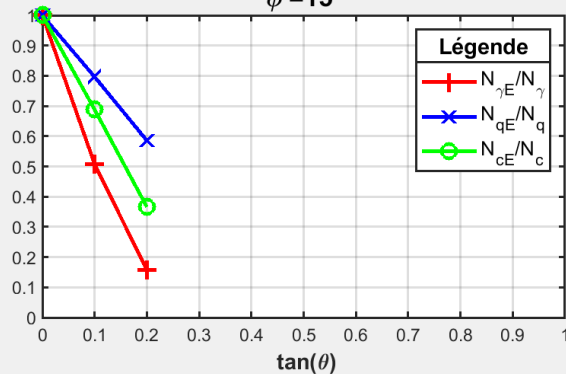
Facteurs de portance sismique des sols (M. Khemissa, 2023)

Facteurs de portance sismique des sols

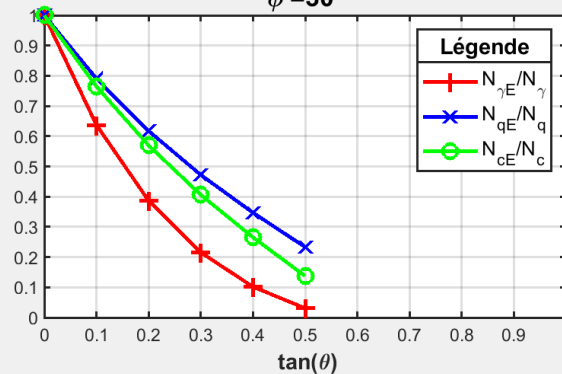
(Approche de Richards et al., 1993)

Semelle lisse

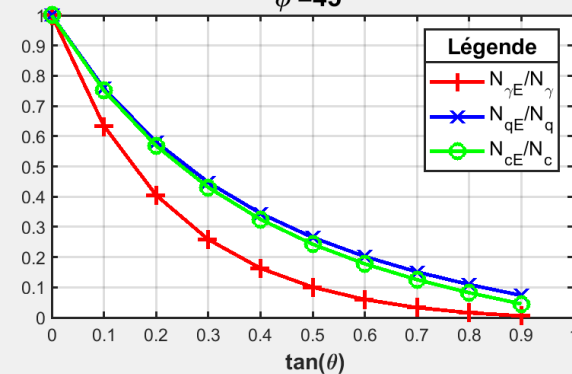
$\phi = 15^\circ$



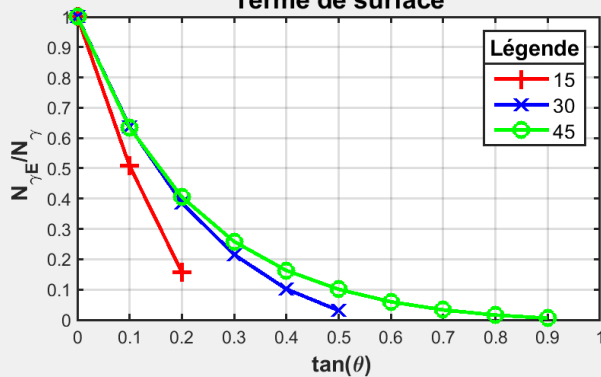
$\phi = 30^\circ$



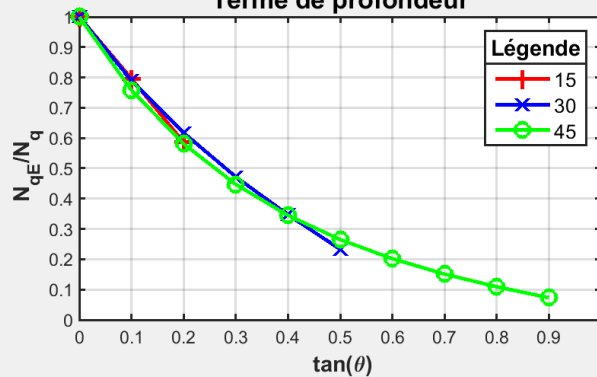
$\phi = 45^\circ$



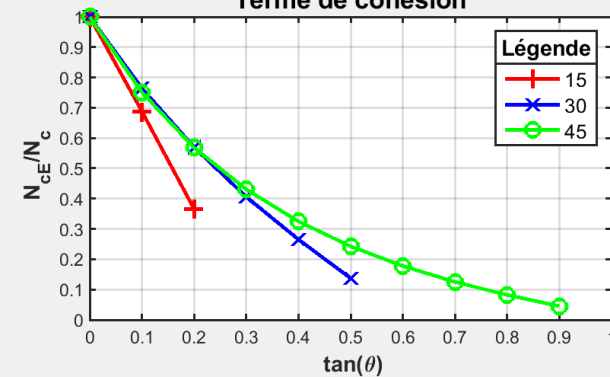
Terme de surface



Terme de profondeur



Terme de cohésion



□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ *Approche de Budhu & Al-Karni (1993)*

- Facteurs de capacité portante

Ils sont définis par les expressions suivantes :

$$N_{\gamma}^E = \left(1 - \frac{2}{3}k_v\right) e^{-\beta_{\gamma}} N_{\gamma} \quad ; \quad N_q^E = \left(1 - k_v\right) e^{-\beta_q} N_q \quad ; \quad N_c^E = e^{-\beta_c} N_c$$

tels que :

$$\beta_{\gamma} = \frac{9(k_h)^{1.1}}{1-k_v} \quad , \quad \beta_q = \frac{5.3(k_h)^{1.2}}{1-k_v} \quad , \quad \beta_c = 4.3(k_h)^{1+c/\gamma H}$$

$$H = \frac{0.5B}{\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)} e^{\left(\frac{\pi}{2}\tan(\varphi)\right)} + D - \text{Profondeur de la zone de rupture}$$

D - Profondeur d'ancrage de la semelle

N_{γ} , N_q et N_c - Facteurs de portance statique du sol

Capacité portante sismique

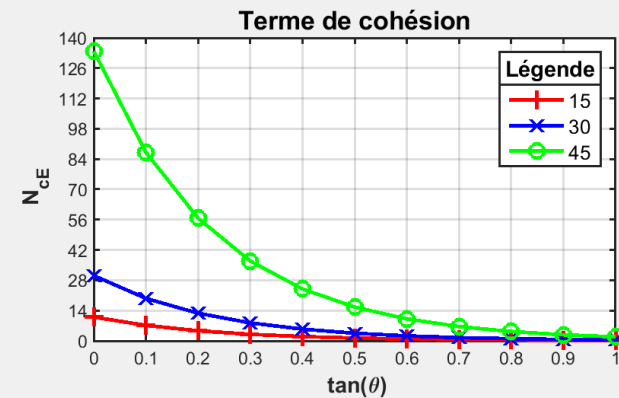
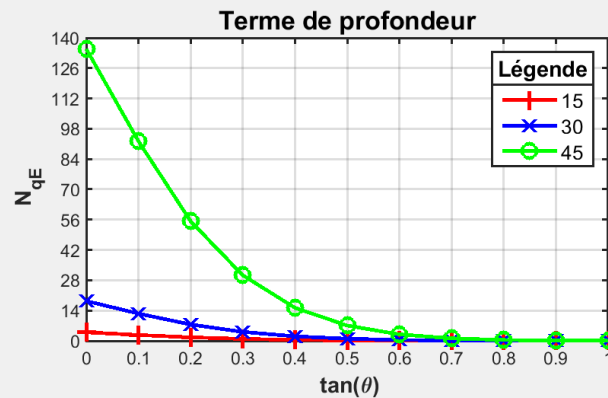
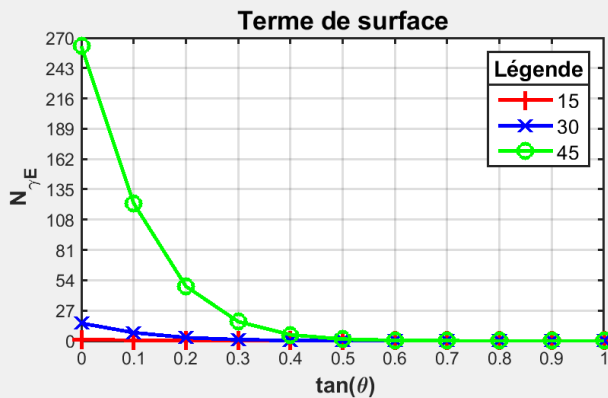
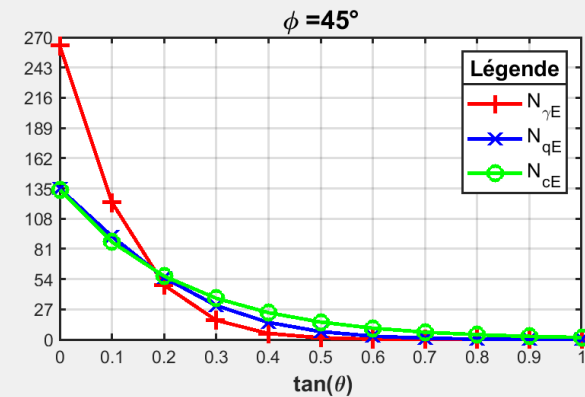
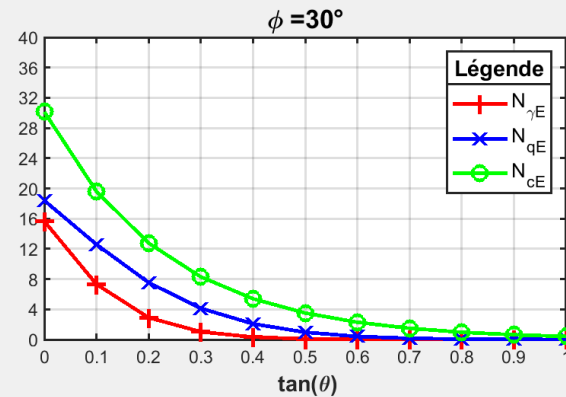
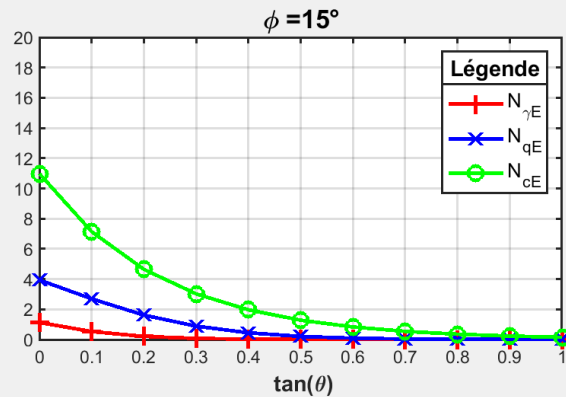
Méthode statique équivalente

Facteurs de portance sismique des sols (M. Khemissa, 2023)

Facteurs de portance sismique des sols

(Approche de Budhu & Al-Karni, 1993)

Semelle lisse



Capacité portante sismique

Méthode statique équivalente

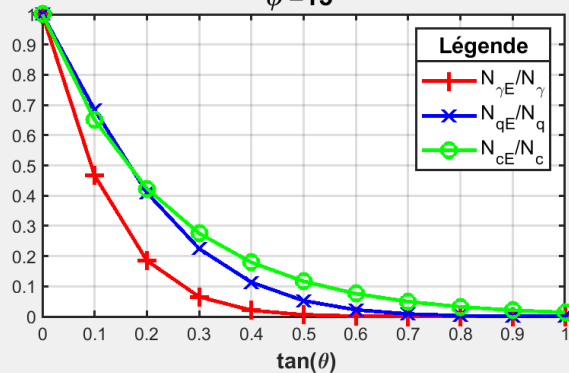
Facteurs de portance sismique des sols (M. Khemissa, 2023)

Facteurs de portance sismique des sols

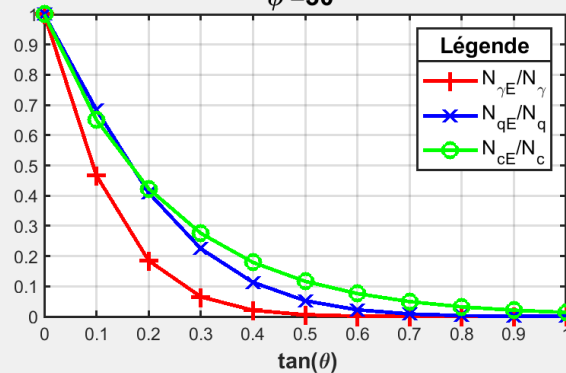
(Approche de Budhu & Al-Karni, 1993)

Semelle lisse

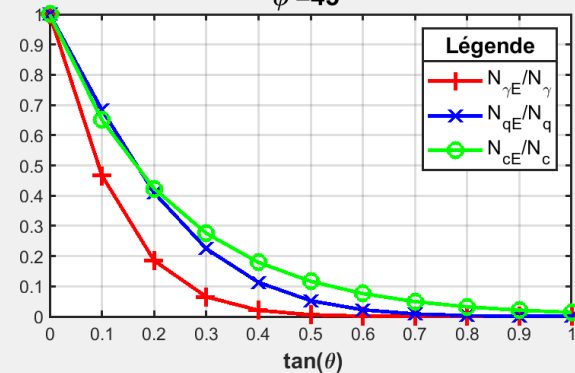
$\phi = 15^\circ$



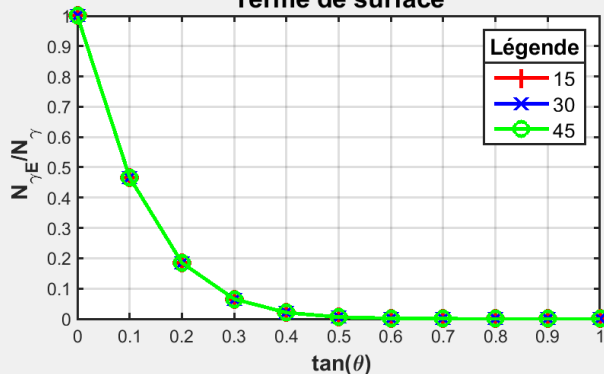
$\phi = 30^\circ$



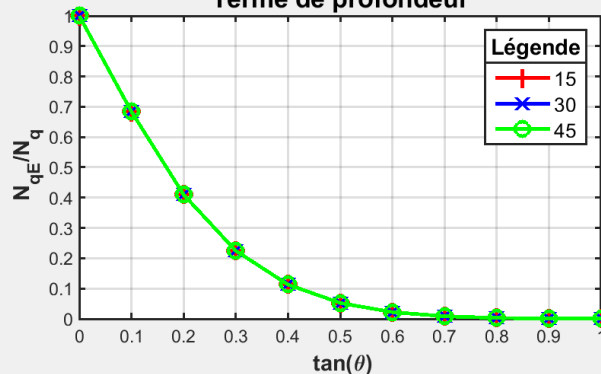
$\phi = 45^\circ$



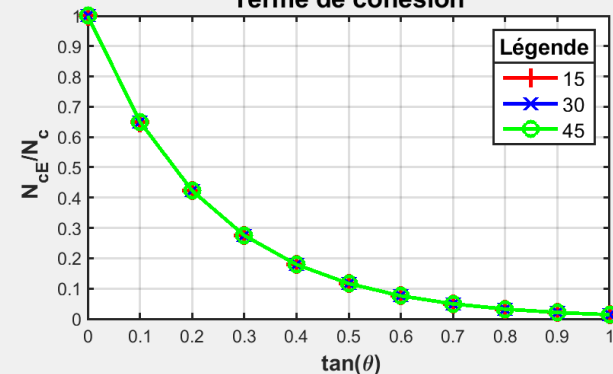
Terme de surface



Terme de profondeur



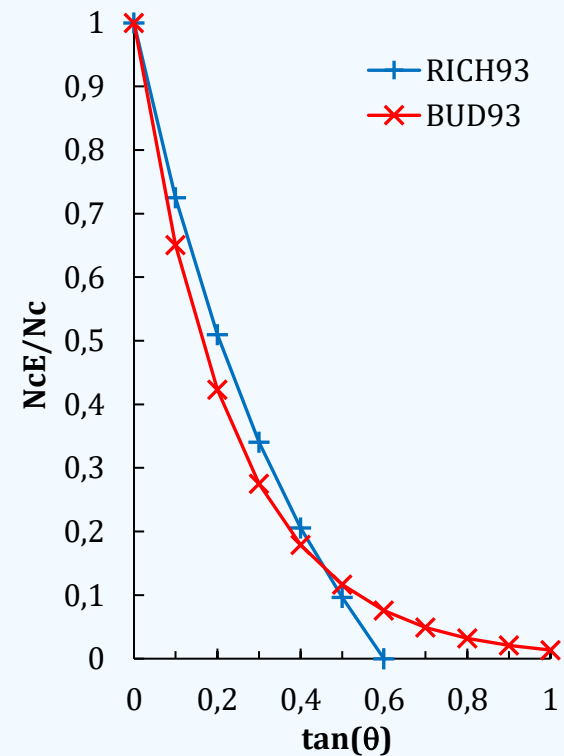
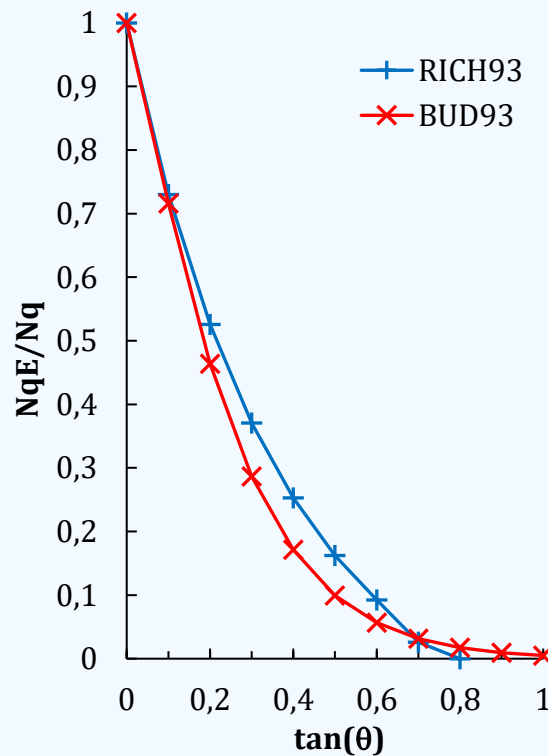
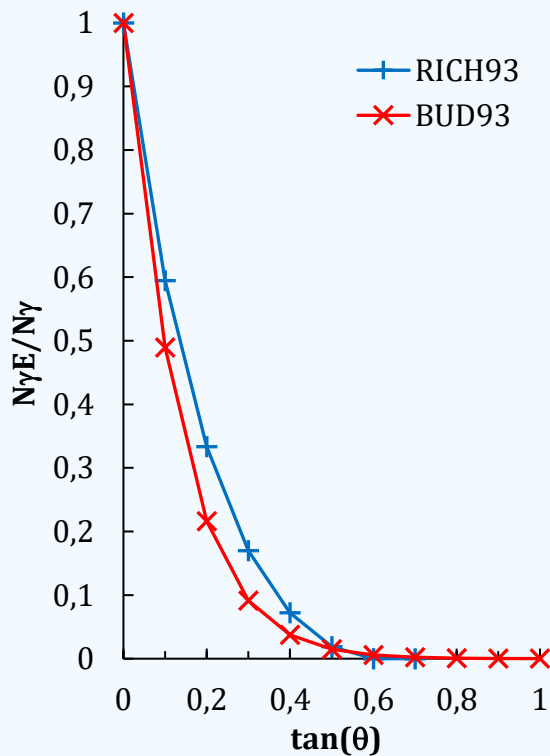
Terme de cohésion



Capacité portante sismique

Méthode statique équivalente

✓ Comparaison des deux approches (Exemple : $\phi' = 35^\circ$)



RICH93 – Méthode de Richards et al. (1993)

BUD93 – Méthode de Budhu & Al-Karni (1993)

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

Capacité portante sismique des fondations superficielles

Facteurs de portance sismique

$\tan(\theta)=0 \quad (\theta=0)$

$\delta/\varphi=0$

φ (°)	δ (°)	K_{aE}	K_{pE}	$N_{\gamma E}$	N_{qE}	N_{cE}
0	0,0	1,000	1,000	0,00	1,00	3,36
5	0,0	0,840	1,191	0,04	1,42	4,78
10	0,0	0,704	1,420	0,18	2,02	5,77
15	0,0	0,589	1,698	0,50	2,88	7,02
20	0,0	0,490	2,040	1,15	4,16	8,16
25	0,0	0,406	2,464	2,36	5,88	9,16
30	0,0	0,333	3,000	4,00	8,00	10,00
35	0,0	0,271	3,600	6,00	10,62	11,02
40	0,0	0,217	4,590	8,91	14,15	12,01
45	0,0	0,172	5,828	13,97	19,97	13,97

$\tan(\theta)=0,1 \quad (\theta=5,71^\circ)$

$\delta/\varphi=0$

φ (°)	δ (°)	K_{aE}	K_{pE}	$N_{\gamma E}$	N_{qE}	N_{cE}
0	0,0	1,000	1,000	0,00	1,00	3,36
5	0,0	0,840	1,191	0,04	1,42	4,78
10	0,0	0,704	1,420	0,18	2,02	5,77
15	0,0	0,589	1,698	0,50	2,88	7,02
20	0,0	0,490	2,040	1,15	4,16	8,16
25	0,0	0,406	2,464	2,36	5,88	9,16
30	0,0	0,333	3,000	4,00	8,00	10,00
35	0,0	0,271	3,600	6,00	10,62	11,02
40	0,0	0,217	4,590	8,91	14,15	12,01
45	0,0	0,172	5,828	13,97	19,97	13,97

Voir fichier associé

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**

FacteursDePortanceSismique (M. Khemissa, 2023)

FACTEURS DE PORTANCE SISMIQUE DES SOLS

$$q_i^E = \frac{1}{2} \gamma_2 B N_\gamma^E(\phi_2) + \gamma_1 D N_q^E(\phi_2) + c N_c^E(\phi_2)$$

Méthode de Richards et al. (1993)

Méthode de Budhu & Al-Karni (1993)

[Quitter](#)

KM-Consulting (2023)

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**

FacteursDePortanceSismique (M. Khemissa, 2023)

FACTEURS DE PORTANCE SISMIQUE DES SOLS (Méthode de Richards et al., 1993)

Ils sont définis par les expressions suivantes :

$$N_{\gamma}^E = (N_q^E - 1) \tan(\alpha_{aE}) \quad ; \quad N_q^E = \frac{K_p^E}{K_a^E} \quad ; \quad N_c^E = (N_q^E - 1) / \tan(\varphi)$$

tels que K_a^E et K_p^E désignent les coefficients de poussée et de butée définis par la méthode « Mononobe-Okabe » par les expressions suivantes :

$$\begin{cases} K_a^E = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2} \\ K_p^E = \frac{\cos^2(\varphi - \theta)}{\cos(\theta) \cos(\delta + \theta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \sin(\varphi - \theta)}{\cos(\delta + \theta)}} \right]^2} \end{cases}$$

Nota: Pour $\varphi = 0 \Rightarrow N_{\gamma}^E = 0$, $N_q^E = 1$, $N_c^E = 3.36$

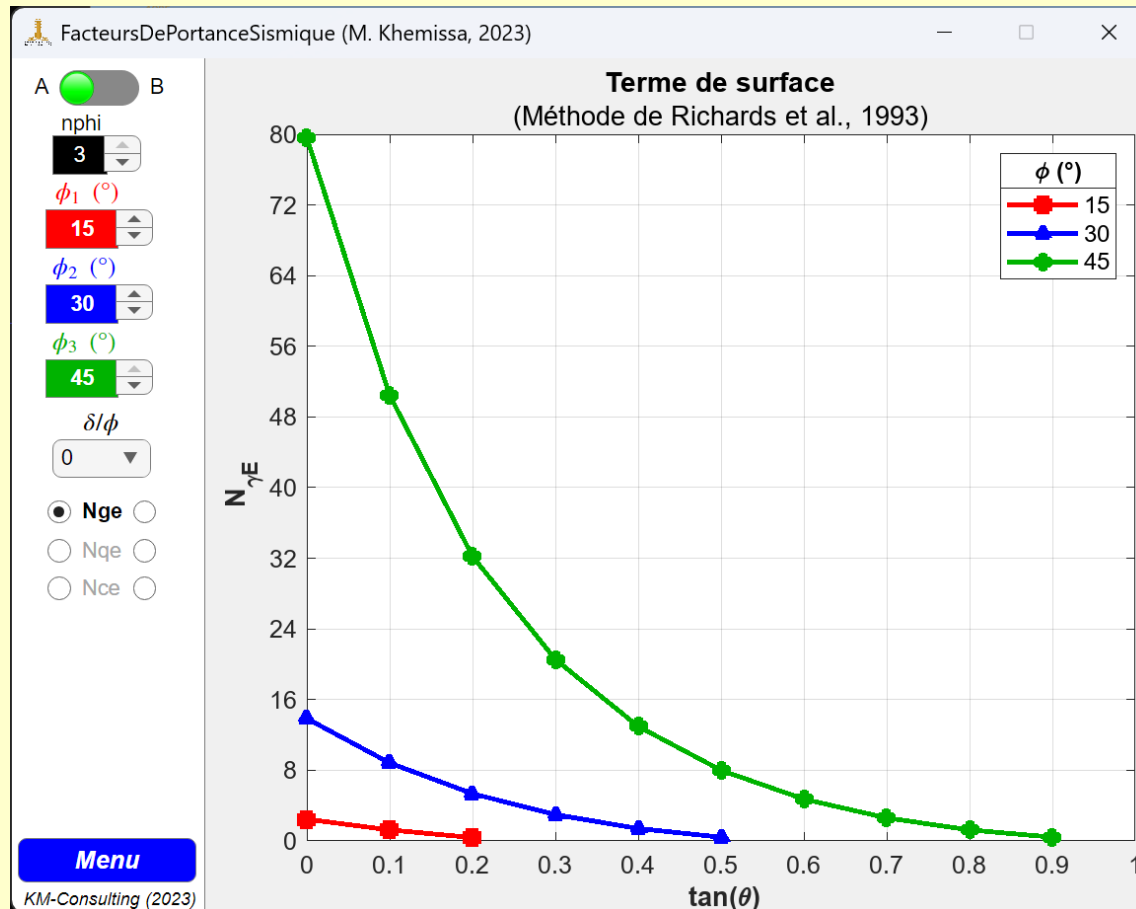
Start

KM-Consulting (2023)

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

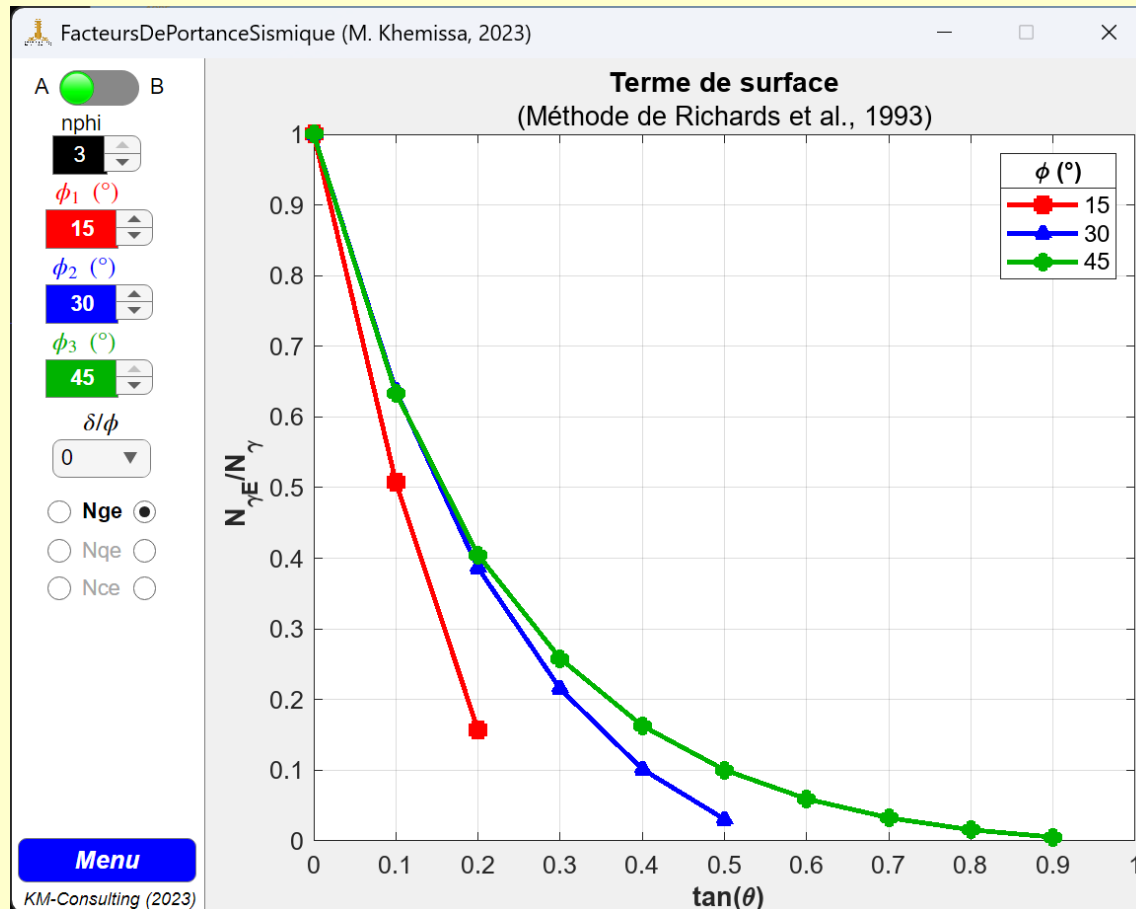
- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

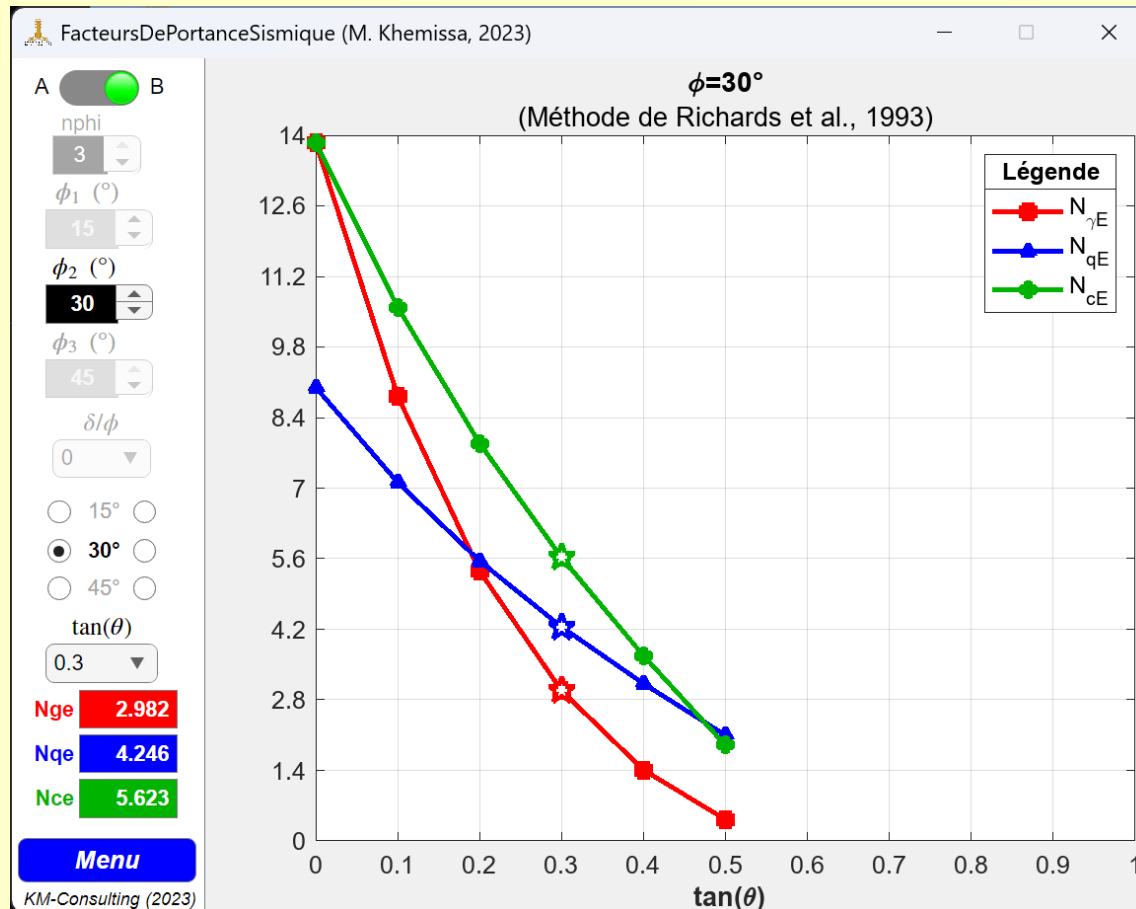
- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



Capacité portante sismique

Méthode statique équivalente

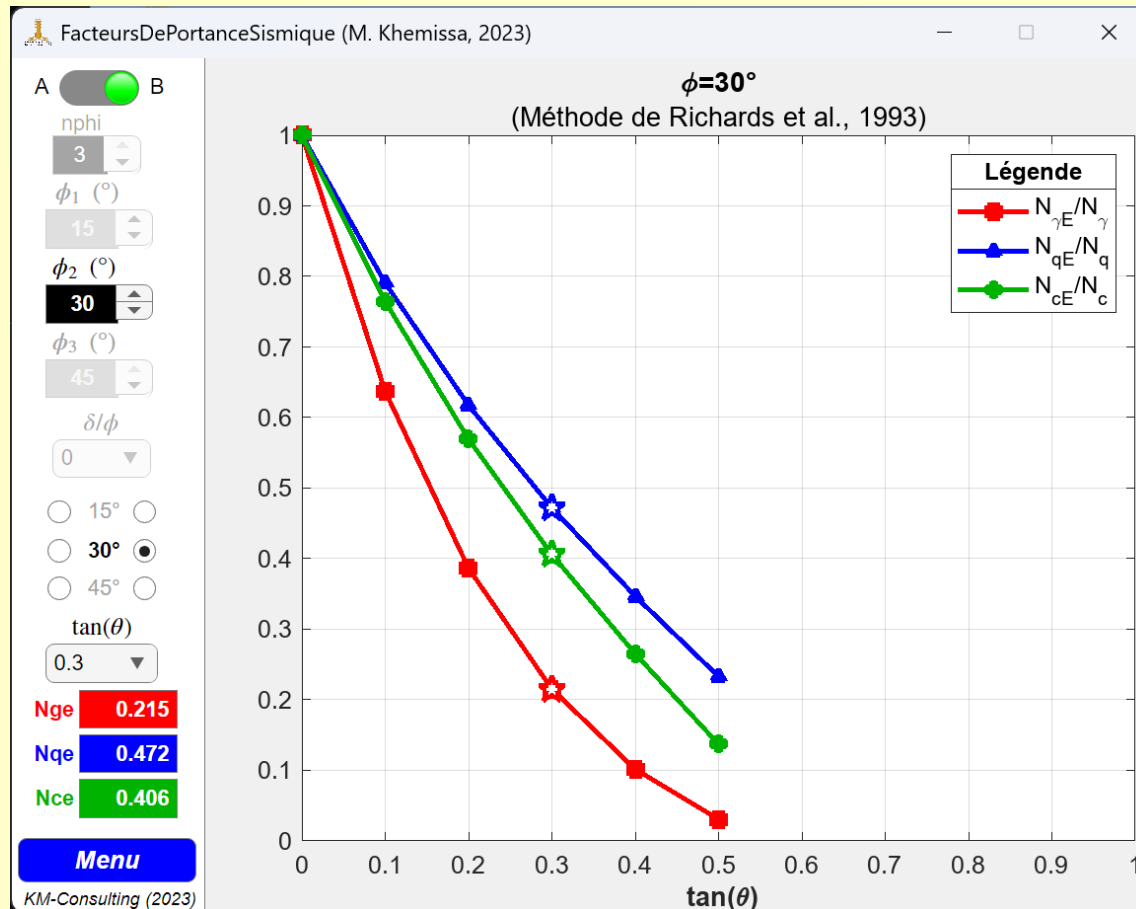
✓ Annexe : Facteurs de portance sismique



Capacité portante sismique

- Méthode statique équivalente**

- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**

FacteursDePortanceSismique (M. Khemissa, 2023)

FACTEURS DE PORTANCE SISMIQUE DES SOLS

$$q_i^E = \frac{1}{2} \gamma_2 B N_{\gamma}^E(\phi_2) + \gamma_1 D N_q^E(\phi_2) + c N_c^E(\phi_2)$$

Méthode de Richards et al. (1993)

Méthode de Budhu & Al-Karni (1993)

Quitter

KM-Consulting (2023)

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**

FacteursDePortanceSismique (M. Khemissa, 2023)

FACTEURS DE PORTANCE SISMIQUE DES SOLS (Méthode de Budhu & Al-Karni, 1993)

Ils sont définis par les expressions suivantes :

$$N_{\gamma}^E = \left(1 - \frac{2}{3}k_v\right) e^{-\beta_{\gamma} N_{\gamma}} \quad ; \quad N_q^E = (1 - k_v) e^{-\beta_q N_q} \quad ; \quad N_c^E = e^{-\beta_c N_c}$$

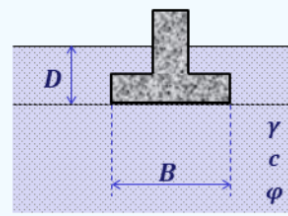
tels que :

$$\beta_{\gamma} = \frac{9(k_h)^{1.1}}{1 - k_v} \quad , \quad \beta_q = \frac{5.3(k_h)^{1.2}}{1 - k_v} \quad , \quad \beta_c = 4.3(k_h)^{1+c/\gamma H}$$

$$H = \frac{0.5B}{\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right)} e^{\left(\frac{\pi}{2} \tan(\varphi)\right)} + D \quad - \text{Profondeur de la zone de rupture}$$

D - Profondeur d'ancrage de la semelle

N_{γ} , N_q et N_c - Facteurs de portance statique du sol



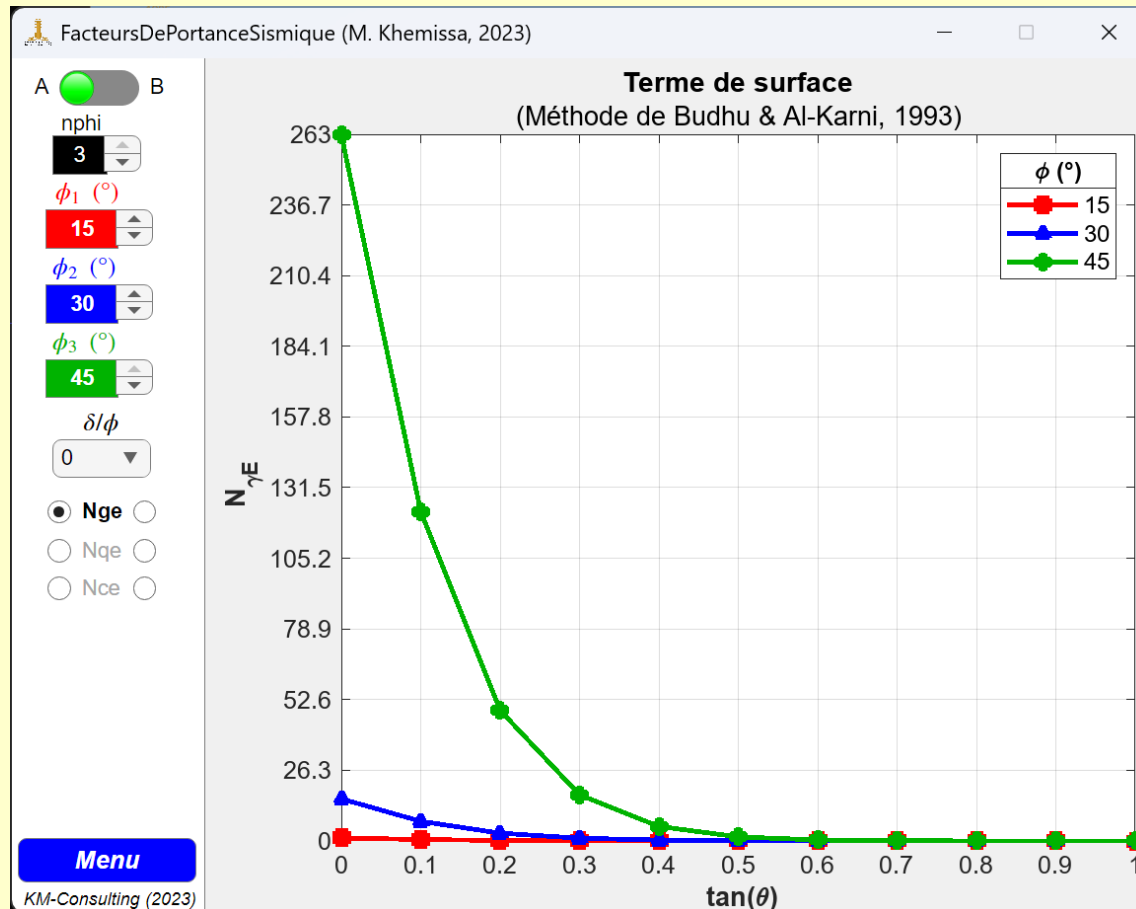
Start

KM-Consulting (2023)

□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

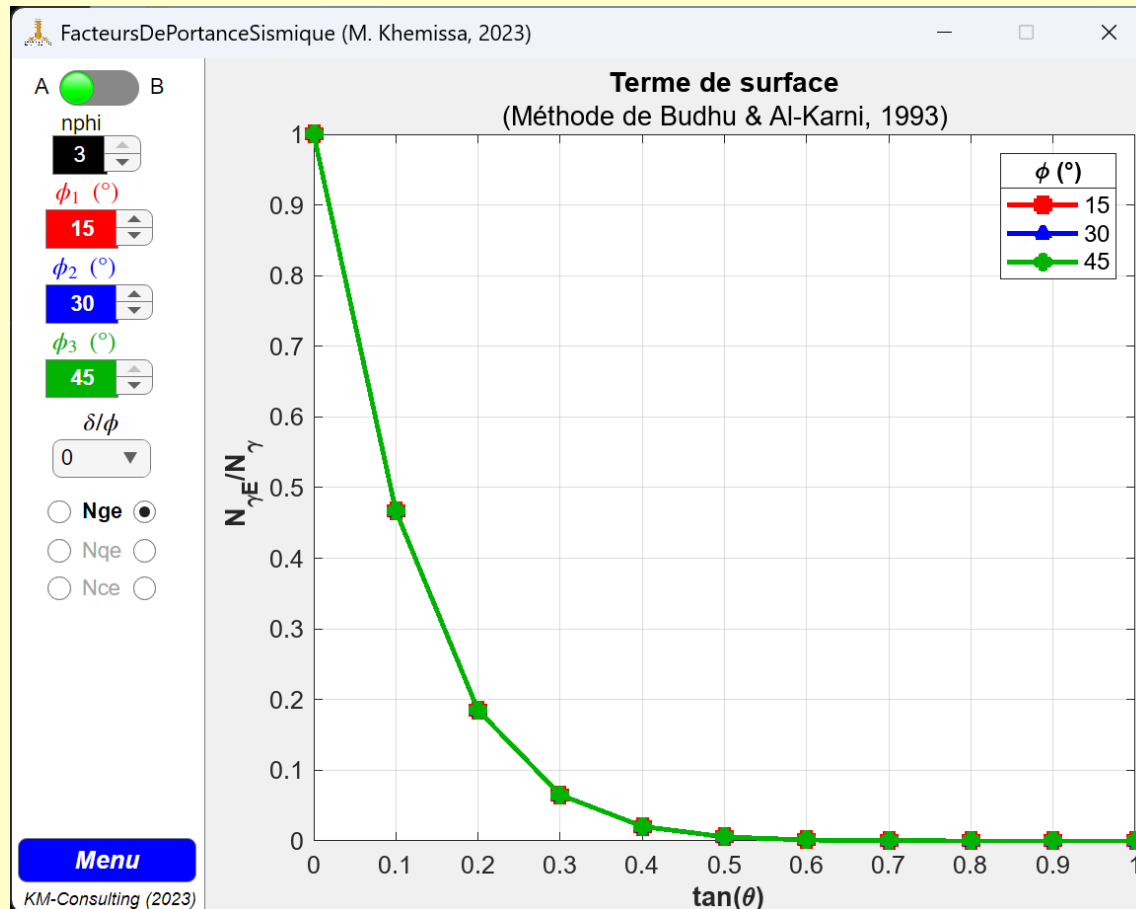
- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



□ Capacité portante sismique

- **Méthode statique équivalente**

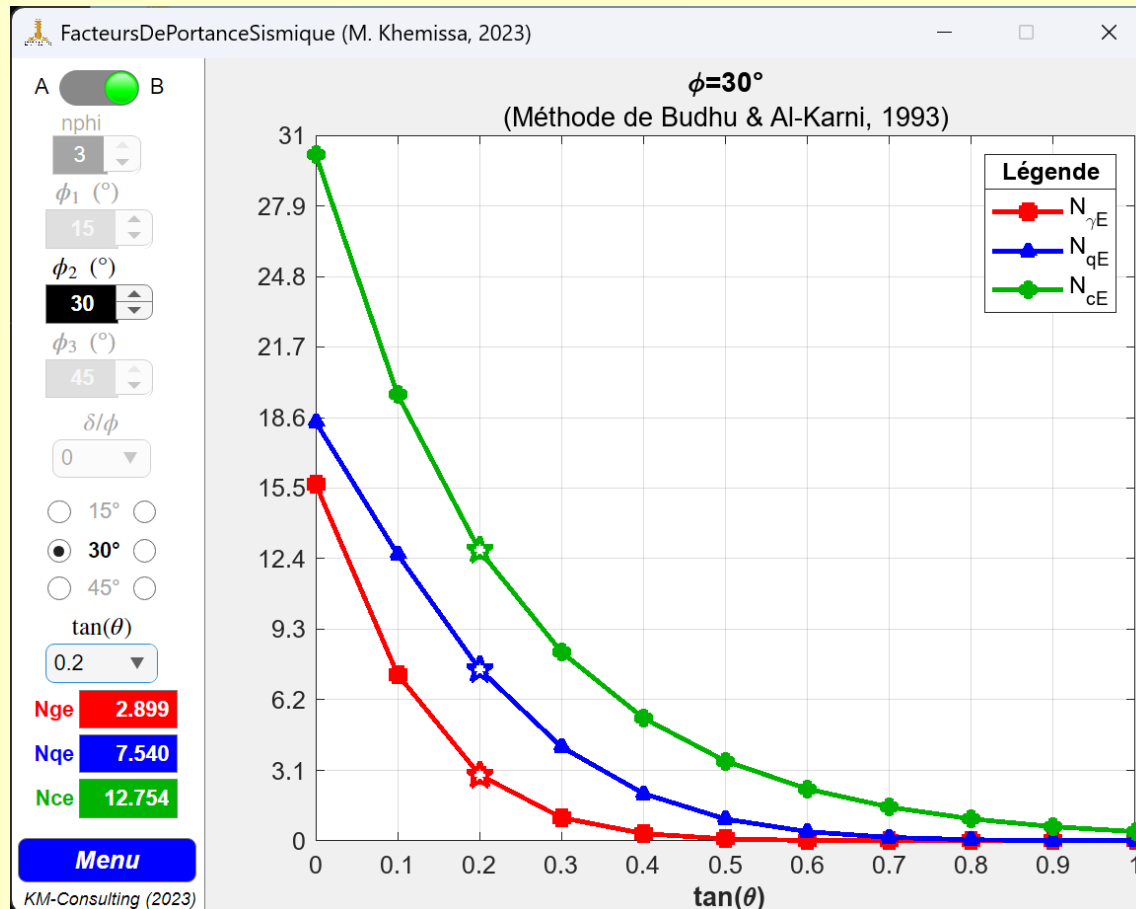
- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



Capacité portante sismique

- Méthode statique équivalente**

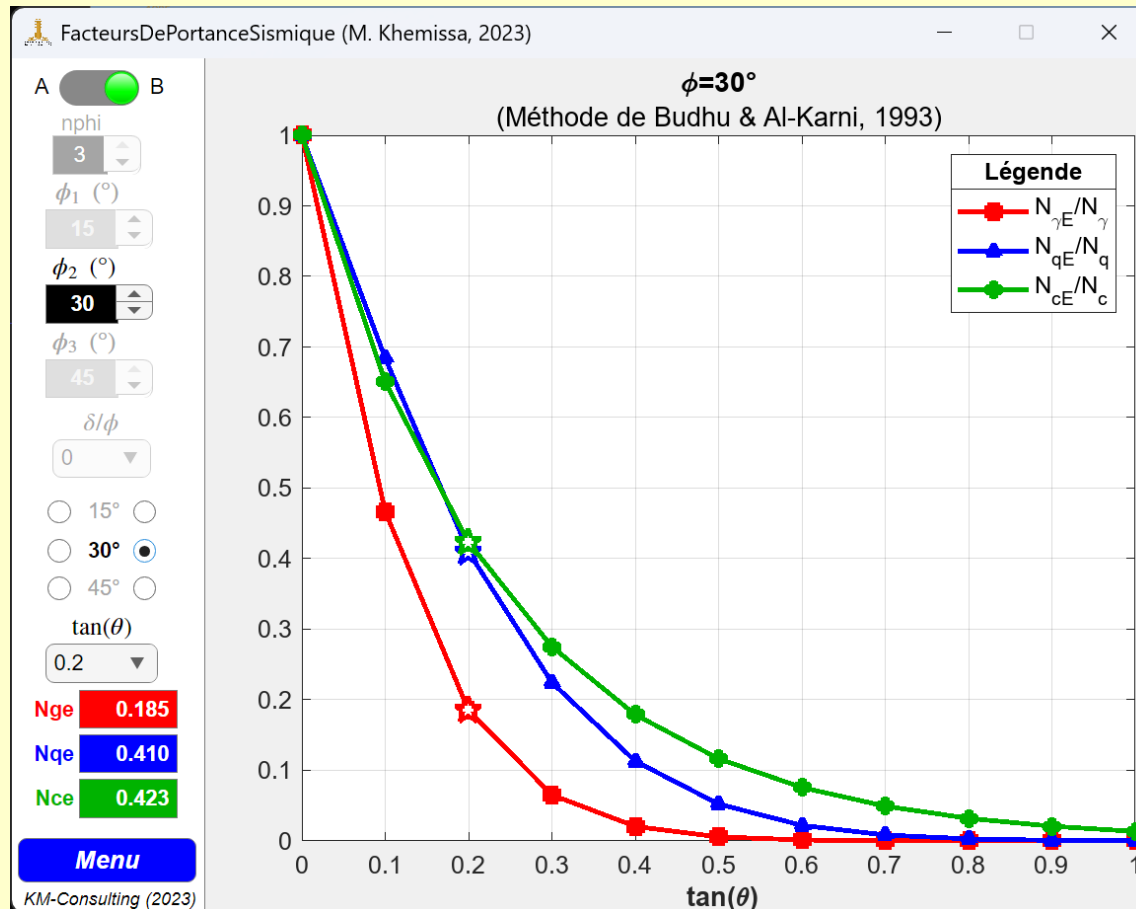
- ✓ **Annexe : Facteurs de portance sismique**



Capacité portante sismique

Méthode statique équivalente

✓ Annexe : Facteurs de portance sismique



Merci de votre attention

Fin du Troisième Chapitre

EXERCICES

Ex. 1 Calculer la capacité portante (taux de travail, contrainte admissible et charge ultime) statique et sismique sous une accélération sismique horizontale $a_h = 0.2g$ d'une semelle filante lisse de largeur $B = 1\text{ m}$ reposant directement sur un massif de sol sableux de densité $\rho = 1.65$ et d'angle de frottement interne effectif $\varphi' = 35^\circ$. Commenter ensuite les résultats trouvés. Prendre $g = 10\text{ m/s}^2$.

Ex. 2 Calculer la capacité portante (taux de travail, contrainte admissible et charge ultime) statique et sismique sous une accélération sismique horizontale $a_h = 0.2g$ d'une semelle filante lisse de largeur $B = 1\text{ m}$ encastrée de $D = 1.5\text{ m}$ dans un massif de sol sableux de densité $\rho = 1.65$ et d'angle de frottement interne effectif $\varphi' = 35^\circ$. Commenter ensuite les résultats trouvés. Prendre $g = 10\text{ m/s}^2$.

Ex. 3 Calculer la capacité portante (taux de travail, contrainte admissible et charge ultime) statique et sismique sous une accélération sismique horizontale $a_h = 0.2g$ d'une semelle filante lisse de largeur $B = 1\text{ m}$ encastrée de $D = 1.5\text{ m}$ dans un massif de sol argilo-sableux de densité $\rho = 1.65$, de cohésion effective $c' = 10\text{ kPa}$ et d'angle de frottement interne effectif $\varphi' = 35^\circ$. Commenter ensuite les résultats trouvés. Prendre $g = 10\text{ m/s}^2$.

EXERCICES

Ex. 4 Dimensionner la semelle supposée rugueuse ($\delta/\varphi = 1/2$) schématisée ci-après vis-à-vis d'une sollicitation sismique d'accélération sismique horizontale $a_h = 0.3g$. Prendre $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Sable

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$c' = 0 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

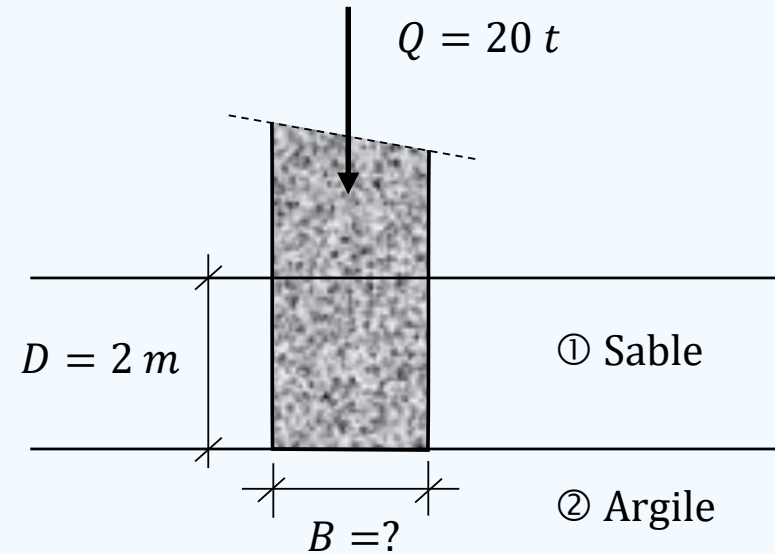
Argile

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 100 \text{ kPa}$$

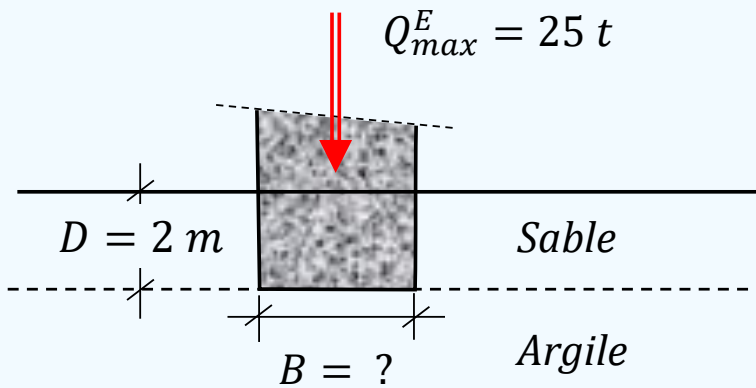
$$c' = 15 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 25^\circ$$



EXERCICES

Ex. 5 (Interro. du 06/12/2023) Soit une semelle filante ancrée comme l'indique la figure ci-après.



Sable:

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

Argile

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 100 \text{ kPa}$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

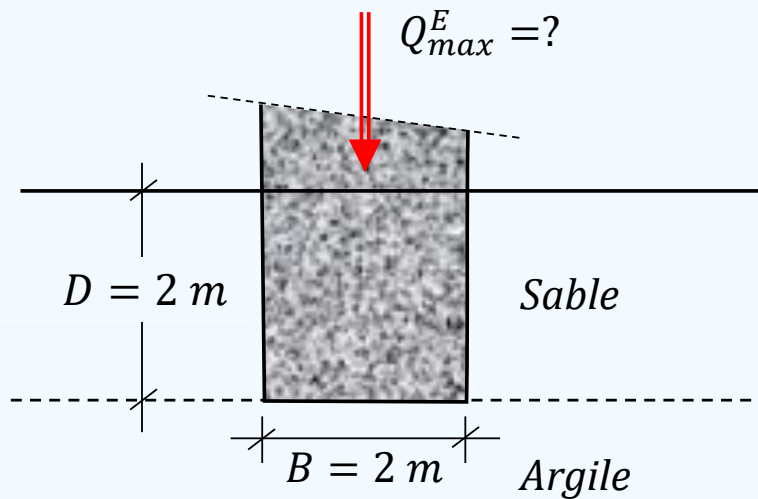
$$\varphi' = 30^\circ$$

$$\delta/\varphi = 1/2$$

Déterminer la largeur B de la semelle devant supporter la charge sismique maximale $Q_{max}^E = 25 \text{ t}$ sous un séisme d'accélération horizontale $a_h = 0.3g$.

EXERCICES

Ex. 6 (EFS du 17/01/2024) Soit une semelle filante de largeur $B = 2 \text{ m}$ ancrée dans un massif bicouche comme l'indique la figure ci-après.



Sable

$$\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

Argile

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 100 \text{ kPa}$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

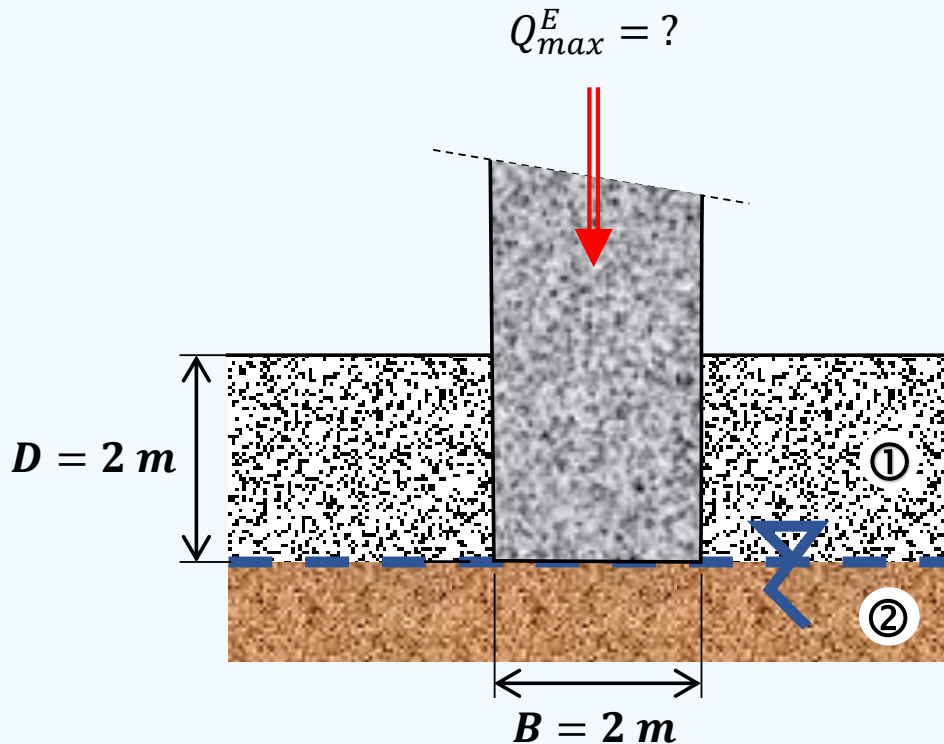
$$\varphi' = 30^\circ$$

$$\delta/\varphi = 0 \text{ (Semelle lisse)}$$

Calculer les capacités portantes sismiques à court terme et à long terme que peut supporter cette semelle filante sous séisme d'accélération horizontale $a_h = 0.3g$, puis déduire la charge sismique maximale Q_{max}^E correspondante.

EXERCICES

Ex. 7 (EFS du 21/01/2025) Soit une semelle filante de largeur $B = 2 \text{ m}$ ancrée à $D = 2 \text{ m}$ dans un bicouche « sable et argile » en présence d'une nappe d'eau comme l'indique la figure ci-après.



① Sable

$$\gamma_d = 15 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi' = 35^\circ$$

② Argile

$$\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 100 \text{ kPa}$$

$$c' = 10 \text{ kPa}$$

$$\varphi' = 30^\circ$$

$$\delta/\varphi = 1/2 \text{ (Semelle rugueuse)}$$

Calculer les capacités portantes sismiques à court terme et à long terme que peut supporter cette semelle filante sous séisme d'accélération horizontale $a_h = 0.3g$, puis déduire la charge sismique maximale Q_{max}^E correspondante.