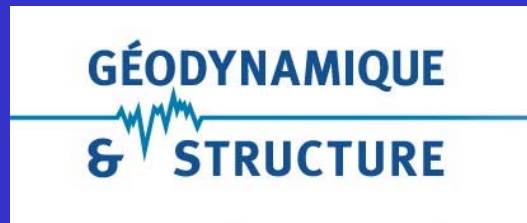


ASPECTS GEOTECHNIQUES EUROCODE 8 - Partie 5

Alain Pecker



EUROCODE 8 – PARTIE 5

- Fondations
- Ouvrages de soutènement
- Aspects géotechniques

En raison de la combinaison des incertitudes dans les actions sismiques et des propriétés des sols, il se peut que la partie 5 ne couvre pas en détails toute situation possible de calcul et son bon usage peut exiger un jugement et une expérience ingénierie spécialisée.

CHAMP D'APPLICATION

- (1)P La présente partie de l'Eurocode 8 établit les prescriptions, **critères et règles relatifs au choix du site et au sol de fondation** en relation avec la résistance sismique des structures.

Elle traite du dimensionnement de différents **systemes de fondation**, du dimensionnement **d'ouvrages de soutènement** des terres ainsi que de **l'interaction sol-structure** sous l'effet des actions sismiques.

En tant que telle, elle **complète l'Eurocode 7** qui ne traite pas des prescriptions particulières du dimensionnement parasismique.

CHAMP D'APPLICATION

- (2)P Les dispositions de la partie 5 s'appliquent aux **bâtiments** (EN 1998-1), aux **ponts** (EN 1998-2), aux **tours, mâts et cheminées** (EN 1998-6), aux **silos, réservoirs et canalisations** (1998-4).
- (3)P Lorsque des prescriptions de dimensionnement particulières aux **fondations de certains types de structures** sont nécessaires, il y a lieu de se reporter aux parties qui les concernent dans l'Eurocode 8.

FORMAT GENERAL

- Texte principal (24 pages)
- Six annexes :
 - ⇒ A : coefficient d'amplification topographique (I)
 - ⇒ B : Liquéfaction (N)
 - ⇒ C : Raideur des pieux (I)
 - ⇒ D : Interaction sol structure (I)
 - ⇒ E : Soutènements (N)
 - ⇒ F : Capacité portante des fondations superficielles (I)
- Annexe Nationale

(N) : normatif (I) : informatif



**Avant-projet de norme soumis à enquête probatoire jusqu'au :
20 novembre 2006**

Pr NF EN 1998-5/NA

Indice de classement : P 06-035/NA

**T1 Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 5 :
fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques**

T2 Annexe nationale à la NF EN 1998-5:2005

T3 Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques

E : Eurocode 8 - Design of structures for earthquake resistance - Part 5 : foundations,
retaining structures and geotechnical aspects - National annex to NF EN 1998-5:2005 -
Foundations, retaining structures and geotechnical aspects

D : Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erbbeben - Teil 5 : Gründungen,
Stützbauwerke und geotechnische Aspekte - Nationaler anhang zu NF EN 1998-5:2005 -
Gründungen, Stützbauwerke und geotechnische Aspekte

Avant-projet de norme française homologuée

Remplace :

Correspondance

Analyse

Modifications

Pour répondre à l'enquête:

- Aller sur site de l'AFNOR (www.afnor.fr)
- Cliquer sur l'onglet « avant projet de normes à l'enquête probatoire », puis sur « Construction »
- Rechercher dans la liste la norme concernée et cliquer sur le lien à droite « commenter et s'informer »
- Si vous n'avez pas de mot de passe cliquer sur « création de votre login/mot de passe »
- Le mot de passe vous sera attribué par AFNOR et vous pourrez alors accéder au vote

- Paramètres Nationaux :

- ⇒ Annexes A, C, D et F

- ⇒ Coefficients de sécurité partiels sur matériaux

- ⇒ Coefficient de sécurité vis à vis de la liquéfaction

- ⇒ Réduction du mouvement sismique avec la profondeur

- Ce que définit la règle :

- ⇒ Règles de bonne conception (P)

- ⇒ Méthodes de calcul

- ⇒ Critères de vérification (P)

- ⇒ Dispositions constructives (P)

(P) : *principe intangible*

CARACTERISTIQUES MECANIKUES

- Paramètres fondamentaux

 - ⇒ Célérité des ondes S (ou module G)

 - ⇒ Amortissement matériel

 - *Dépendance sur le niveau de déformation*

- Résistance au cisaillement

 - ⇒ Non drainée C_u

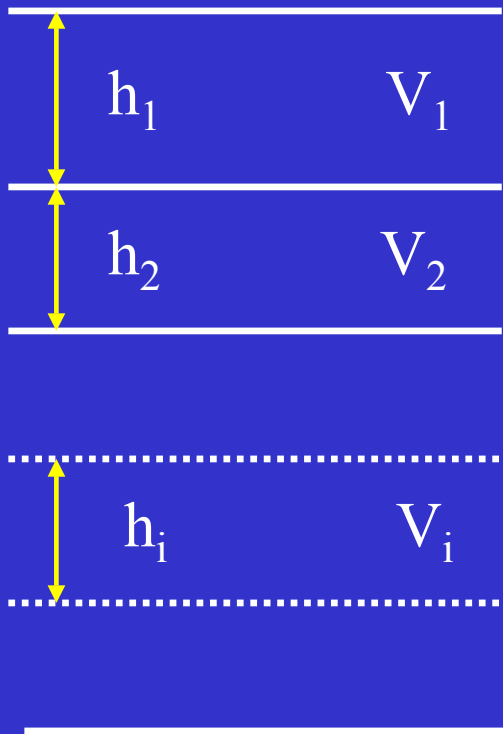
 - ⇒ Cyclique non drainée $\tau_{cy,u}$

- Coefficient de sécurité partiel γ_m

 - ⇒ C_u , $\tau_{cy,u}$, $tg(\phi')$  1.4 , 1.25 , 1.25

Classe	Description	Paramètres		
		$V_{S,30}$ (m/s)	N (SPT)	C_u (kPa)
A	Rocher – Au plus 5m d'alluvions	> 800	-	-
B	Sable très dense, gravier, argile raide; h>10m	360 - 800	> 50	> 250
C	Sable dense, moyennent dense; argile raide; h=10 – 100 m	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Sable lâche, moyennent dense; argile ferme à molle	< 180	< 15	< 70
E	Alluvions C ou D, h=5 – 20 m Surmontant rocher (A)			
S_1	Couches contenant strates h>10m Argile molle (IP > 40), w élevée	< 100 (indicatif)	-	10 - 20
S_2	Sites liquéfiables; tout autre type de site non référencé ci dessus			

DEFINITION DE V_S



$$H = \sum_{i=1}^N h_i = 30 \text{ m}$$

$$t = \sum_{i=1}^N t_i = \sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i} = \frac{H}{V}$$

$$V_{S,30} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

αS	Amortissement	V_S / V_{Smax}	G / G_{max}
0.10	0.03	0.90 (± 0.07)	0.80 (± 0.10)
0.20	0.06	0.70 (± 0.15)	0.50 (± 0.20)
0.30	0.10	0.60 (± 0.15)	0.36 (± 0.20)

$$V_{smax} \leq 360 \text{m/s}$$

LIQUEFACTION

- Vérification en champ libre, conditions prévalant pendant durée de vie ouvrage (nappe)
- Méthode de Seed – Idriss pour évaluation de demande sismique
- Evaluation de la résistance à partir d'essais SPT (annexe) ou CPT; *corrections précisées* (σ'_v , E_R)
- FS : **1.25** (*autrement traitement*)
- Pas de nécessité de vérification : **$\alpha S < 0.15$ ET soit**
 - ⇒ % argile > 20% et IP > 10%
 - ⇒ % silt > 35% et $N_1 > 20$
 - ⇒ Sable propre et $N_1 > 30$

STABILITE PENTES

- Etat limite ultime : déplacement inacceptable
- Etude requise pour toute structure au voisinage pente (*sauf importance I*)
- Action sismique doit prendre en compte coefficient d'amplification topographique 1.2 à $1.4 \leq S_T$
- Analyse pseudo statique avec :

$$F_H = 0.5 \alpha SW \quad , \quad F_V = 0.33 \text{ à } 0.50 F_H$$

⇒ Valable uniquement si perte de résistance négligeable

EXIGENCE DU CODE

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d(\gamma_F \cdot \text{actions}) \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} R_d \left(\frac{\text{strength parameters}}{\gamma_m}, \text{geometry} \right)$$

γ_F : Load factor = 1.0

γ_m : Material factor 1.4 on c_u , 1.25 on $\tan(\Phi)$

γ_{Rd} : Model factor

FONDATIONS (I)

- Assurer le transfert des forces au sol sans déformation significative
- Système de fondation homogène (*sauf entités indépendantes*)
- Actions sur fondations
 - ⇒ Dimensionnement en capacité pour structure dissipative (*sur-résistance*)
 - ⇒ Résultats de l'analyse pour autres structures

FONDACTIONS (II)

- Transfert des efforts au sol :

- ⇒ Frottement sur base F_{H1}

- ⇒ Frottement sur faces latérales F_{H2}

- ⇒ Butée F_B

$$F \leq F_{H1} + F_{H2} + 0.3 F_B$$

- Fondations superficielles

- ⇒ Glissement sur base (*autorisé sous certaines conditions*)

- ⇒ Capacité portante (*annexe*)

- ⇒ Nécessité longrinage

EXIGENCE DU CODE

$$S_d \leq R_d$$

$$S_d(\gamma_F \cdot \text{actions}) \leq \frac{1}{\gamma_{Rd}} R_d \left(\frac{\text{strength parameters}}{\gamma_m}, \text{geometry} \right)$$

γ_F : Load factor = 1.0

γ_m : Material factor 1.4 on c_u , 1.25 on $\tan(\Phi)$

γ_{Rd} : Model factor

FORMULATION

$$\frac{(1 - e\bar{F})^{c_T} (\beta\bar{V})^{c_T}}{(\bar{N})^a \left[\left(1 - m\bar{F}^k\right)^{k'} - \bar{N} \right]^b} + \frac{(1 - f\bar{F})^{c'_M} (\gamma\bar{M})^{c_M}}{(\bar{N})^c \left[\left(1 - m\bar{F}^k\right)^{k'} - \bar{N} \right]^d} - 1 \leq 0$$

$$\bar{N} = \frac{\gamma_{RD} N_{sd}}{N_{max}}$$

$$\bar{V} = \frac{\gamma_{RD} V_{sd}}{N_{max}}$$

$$\bar{M} = \frac{\gamma_{RD} M_{sd}}{B N_{max}}$$

$$\bar{F} = \left\{ \begin{array}{c} \frac{\gamma_{RD} \rho_u a B}{C_u} \\ \frac{\gamma_{RD} a}{g \tan \phi} \end{array} \right\}$$

	Purely cohesive soil	Purely cohesionless soil
a	0,70	0,92
b	1,29	1,25
c	2,14	0,92
d	1,81	1,25
e	0,21	0,41
f	0,44	0,32
m	0,21	0,96
k	1,22	1,00
K'	1,00	0,39
c_T	2,00	1,14
c_M	2,00	1,01
c'_M	1,00	1,01
β	2,57	2,90
γ	1,85	2,80

EC8 : VALEURS γ_{Rd} PROPOSEES

Medium to dense sand	Loose dry sand	Loose saturated sand	Non sensitive clay	Sensitive clay
1.0	1.15	1.50	1.0	1.15

FONDACTIONS (III)

- Pieux

⇒ Vérifications doivent prendre en compte :

- Interaction inertielle
- Interaction cinématique : obligatoire pour
 - sol D , S_1 , S_2
 - $a_g S > 0.1$
 - Catégorie de structure I ou II

⇒ Dispositions constructives:

- Pieux inclinés déconseillés
- Possibilité de rotule plastique à la liaison avec radier

INTERACTION SOL - STRUCTURE

- **Obligatoire**

- ⇒ Structure sensible aux effets P- δ

- ⇒ Structures massives ou sur fondations profondes

- ⇒ Structures élancées

- ⇒ Structure sur sol mou ($V_{smax} < 100 \text{ m/s}$)

- **Annexe**

OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT (I)

- DÈplacements permanents (*glissement et rotation*) peuvent Ètre admissibles
- MatÈriau de remblai soigneusement compactÈ
- SystÈme de drainage doivent conserver leur fonctionnalitÈ
- SÈcuritÈ vis à vis liquÈfaction impÈrative ($FS > 2$)

OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT (II)

- Méthode de calcul pseudo-statique

$$\Rightarrow k_h = \alpha S/r \quad k_v = \pm 0.33 \text{ à } 0.50 k_h$$

- r dépend de l'amplitude de déplacement tolérée; peut être calculé pour $H > 10\text{m}$
(*annexe*)
- Annexe très détaillée pour calcul des coefficients de poussée (*Mononobe et Okabe*); prise en compte des effets hydrodynamiques

Type d'ouvrage	r
Mur poids avec $d_a = 300\alpha S$ (mm)	2.0
Mur poids avec $d_a = 200\alpha S$ (mm)	1.5
Mur cantilever, mur ancrés ou butonnés, murs sur pieux verticaux, infrastructure et culées de pont	1.0

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma^* (1 \mp k_v) K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

K : coefficient de poussée (Mononobe et Okabe)

E_{ws} : poussée hydrostatique

E_{wd} : poussée hydrodynamique

Sol sec :

$$\gamma^* = \gamma \quad , \quad E_{wd} = 0 \quad , \quad \text{tg}(\theta) = k_h / (1 \pm k_v)$$

Sol saturé perméable :

$$\gamma^* = \gamma - \gamma_w \quad , \quad E_{wd} \neq 0 \quad , \quad \text{tg}(\theta) = (\gamma_d / \gamma') k_h / (1 \pm k_v)$$

Sol saturé imperméable :

$$\gamma^* = \gamma - \gamma_w \quad , \quad E_{wd} = 0 \quad , \quad \text{tg}(\theta) = (\gamma / \gamma') k_h / (1 \pm k_v)$$

OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT (III)

- **Vérification stabilité générale** (*glissement, capacité portante*)
- **Ancrages :**
 - ⇒ Reprise des efforts et accommodation des déplacements du sol
 - ⇒ Allongement par rapport situation statique

$$L = L_s (1 + 1.5\alpha S)$$