

L'Eurocode 7 : « Calcul géotechnique » et les méthodes numériques

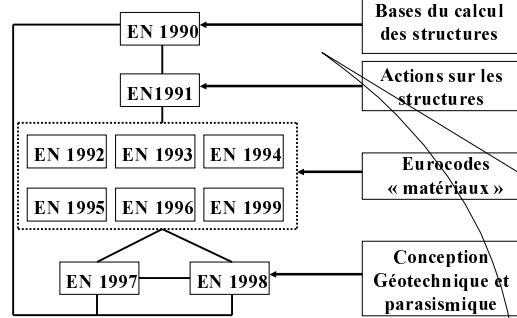
Roger Frank

Centre d'Enseignement et de Recherche en Mécanique des Sols
C.E.R.M.E.S (ENPC-LCPC)
Cité Descartes, Champs-sur-Marne

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

1

Les EUROCODES



CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

2

Structure générale de l'Eurocode 7

EN 1997-1 Partie 1 : Règles générales

EN 1997-2 Partie 2 : Reconnaissance des terrains et essais géotechniques

(ENV 1997-2 Calcul sur la base d'essais de laboratoire et ENV 1997-3 Calcul sur la base d'essais en place)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

3

Échéances prévues - Partie 1

Jan. 2004 : Résultat du vote et disponibilité dans les trois langues du CEN

début 2006 : Publication de l'EN avec l'Annexe Nationale

début 2009 : fin coexistence du 1^{er} paquet

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

4

Examen du texte « Règles générales »

Section 2.4.1 - Généralités sur le calcul

(5) Le modèle de calcul peut être :

- un modèle analytique;
- un modèle semi-empirique;
- un modèle numérique.

(12-13) Les méthodes numériques peuvent être appropriées pour prendre en compte la compatibilité des déformations ou l'interaction sol-structure... (cas des radiers, pieux chargés transversalement, soutènements souples)...

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

5

Section 6 : Fondations superficielles

- distribution des actions
- mécanismes de rupture
- tassements différentiels
- calcul structural (par « modules de réaction », « éléments finis »)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

6

Section 7 : Fondations profondes

- actions sur les pieux
- analyse du frottement négatif
- résistance transversale (« théorie des poutres »)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

7

Section 9 : Ouvrages de soutènement

- valeurs intermédiaires des pressions des terres (« méthodes à ressorts », « éléments finis »)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

8

Section 11 : Stabilité d'ensemble

- stabilité des pentes (« méthodes numériques », « analyse limite », « éléments finis »)
- rupture combinée d'éléments structuraux et du terrain

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

9

Valeur caractéristique et valeur de calcul en géotechnique

Valeur caractéristique X_k : estimation prudente de la valeur affectant l'état limite considéré

Valeur de calcul d'un paramètre : $X_d = X_k / \gamma_M$

et, pour les actions et résistances,

ou $E_d = E \{ X_k / \gamma_M \}$ et $R_d = R \{ X_k / \gamma_M \}$
(= "à la source")

$E_d = \gamma_F \cdot E \{ X_k \}$ et $R_d = R \{ X_k \} / \gamma_R$

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

10

ELU fondamentaux STR/GEO

Approche de calcul	Actions sur/de la structure	Actions et résistances géotechniques
1	B	$\gamma_F (+\gamma_R)$
	C	$\gamma_M (+\gamma_F)$ ou γ_F et γ_R
2	B	γ_F et γ_R
3	B	$\gamma_M (+\gamma_R)$

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

11

Comment utiliser les méthodes numériques ?

- **ELS**
 - utiliser les valeurs caractéristiques de tous les paramètres : actions, modules (raideurs), résistances
- **ELU**
 - utiliser les valeurs caractéristiques des modules (raideurs),
 - le problème se pose pour les actions et les paramètres de résistance

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

12

• Que faire lorsque le modèle est plus compliqué que (E, ν, c, ϕ, ψ) ?

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

13

Calcul par éléments finis d'une fondation superficielle
Bauduin, De Vos, Simpson (LSD 2000)

Mohr-Coulomb $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$
 $\phi = 33^\circ$ $\psi = 3^\circ$ $c = 1 \text{ kPa}$
 $E = 20\,000 \text{ kPa}$ $\nu = 0.35$

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

14

Figure 2: Load-settlement curve, soil at characteristic level

Figure 3: Load-settlement curve, soil at design level

Bauduin, De Vos, Simpson (LSD 2000)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

15

Figure 10: Horizontal displacement as a function of the reduction of the shear strength of the soil (calc n2)

Bauduin, De Vos, Simpson (LSD 2000)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

16

Valeur de calcul Valeur caractéristique

Contrainte initiale

Etape 1 $M_{d1}, A_{d1} \dots$ $C_1 (M_{k1}, A_{k1} \dots)$ [γ_f donne $M_d, A_d \dots$]

Etape 2 $M_{d2}, A_{d2} \dots$ $C_2 (M_{k2}, A_{k2} \dots)$ [γ_f donne $M_d, A_d \dots$]

Etape 3 $M_{d3}, A_{d3} \dots$ $C_3 (M_{k3}, A_{k3} \dots)$ [γ_f donne $M_d, A_d \dots$]

Situation finale

Bauduin, De Vos, Simpson (LSD 2000)

CFMS, Paris, 3 avril 2003 - R. Frank "L'Eurocode 7 et les méthodes numériques"

17