

# Journées Ouvrages d'Art 2018



Point d'information  
sur les évolutions attendues  
dans le cadre de la révision  
des normes Eurocode 8

**D. Davi** – Cerema Méditerranée

Sur la base des éléments préparés et transmis par :

**P. Bisch** – CEN TC250/SC8 (Egis)

**P. Labbé** – CEN TC250/SC8/PT1 (EDF)

**A. Pecker** – CEN TC250/SC8/PT5 (Afnor-CNPS)

<small>INTRANORMES pour : NOEMIE - 24/05/2007</small>	
<small>FA048799</small>	<small>ISSN 0335-3931</small>
<b>norme européenne</b>	<b>NF EN 1998-2</b>
<b>norme française</b>	<b>Décembre 2006</b>
	<small>Indice de classement : P 06-032</small>
	<small>ICS : 91.120.25 ; 93.040</small>
<b>Eurocode 8</b>	
<b>Calcul des structures</b>	
<b>pour leur résistance aux séismes</b>	

# Structure du TC250/SC8

Technical Committee en charge  
de la rédaction des Eurocodes

Scientific Committee en charge  
de la rédaction de l'EC8

Project Teams : Groupes de rédaction  
(experts mandatés par la CEN)

Working Groups : Groupes transversaux pour production d'avis  
et d'approfondissements techniques spécifiques (experts bénévoles)

PT1 : EC8-1 (règles générales et bât. neufs)

PT2 : EC8-1 (bât. neufs – volet matériaux)

PT3 : EC8-3 (constructions existantes)

PT4 : EC8-5 (aspects géotechniques)

PT5 : EC8-4 (silos, réservoirs, tuyauteries,  
tours, mâts, cheminées)

PT6 : EC8-2 (ponts + cohérence globale)

WG1 : Maçonnerie

WG2 : Constr. métalliques et mixtes + alu

WG3 : Structures en bois

WG4 : Action sismique, classification des sites et géotech.

WG5 : Béton

WG6 : Ponts

Task Groups : Groupes transversaux de relecture (experts bénévoles)

TG1 : Méthodes de calcul et réorganisation de l'EC8

TG3 : Cloisons et éléments de façades



# Structure du TC250/SC8

Technical Committee en charge  
de la rédaction des Eurocodes


Scientific Committee en charge  
de la rédaction de l'EC8

 Président du Comité : P. Bisch (Egis)

Project Teams : Groupes de rédaction  
(experts mandatés par la CEN)

Working Groups : Groupes transversaux pour production d'avis  
et d'approfondissements techniques spécifiques (experts bénévoles)


PT1 : EC8-1 (règles générales et bât. neufs)

 Resp. : P. Labbé (EDF)

PT2 : EC8-1 (bât. neufs – volet matériaux)


PT3 : EC8-3 (constructions existantes)

PT4 : EC8-5 (aspects géotechniques)

 Resp. : A. Pecker (CNPS)

PT5 : EC8-4 (silos, réservoirs, tuyauteries,  
tours, mâts, cheminées)

PT6 : EC8-2 (ponts + cohérence globale)

 Membres : D. Davi (Cerema)  
P. Labbé (EDF)

WG1 : Maçonnerie

WG2 : Constr. métalliques et mixtes + alu

WG3 : Structures en bois

WG4 : Action sismique, classification des sites et géotech.

WG5 : Béton

WG6 : Ponts  Animateur : D. Davi (Cerema)

Task Groups : Groupes transversaux de relecture (experts bénévoles)

TG1 : Méthodes de calcul et réorganisation de l'EC8

TG3 : Cloisons et éléments de façades

# Plusieurs évolutions significatives attendues (**objectif de publication : 2022**)

- Structure et articulation des textes
- Spectres (+ zonage compatible)
- Coefficients de comportement
- Aspects géotechniques
- ...






## OBJECTIFS COMMUNS À TOUS LES EUROCODES

- Réduction du nombre de NDPs
- Facilité d'utilisation (« ease of use »)
- Stabilité du texte
- Meilleure cohérence d'ensemble et facilité de parcours
- Couvrir les cas courants (80%)
- Ouvrir les portes pour les autres cas
- Répondre aux besoins des Etats membres
- Importance des verbes (shall, should, may, can)
- Pas de vote négatif

- Shall exprime une exigence qui doit être strictement suivie et pour laquelle aucune déviation n'est admise
- Should exprime un choix fortement recommandé. La clause est sujette à des règles nationales ou à des provisions contractuelles ; des approches alternatives peuvent être utilisées lorsqu'elles sont techniquement justifiées
- May exprime une action autorisée dans le cadre de l'Eurocode
- Can exprime une possibilité ; il est utilisé dans des énoncés de faits et la clarification de concepts

# REORGANISATION DE L'EUROCODE 8

- EN1998-1 
  - Règles générales
  - Bâtiments neufs
- EN1998-2 Ponts
- EN1998-3 Structures existantes
- EN1998-4 Silos, réservoirs, tuyauteries 
- EN1998-5 Ouvrages géotechniques
- EN1998-6 Tours, mâts, cheminées 

Phase 1    Phase 2    Phase 3

PT1		
PT1	PT2	
		PT6
PT3		
		PT5
	PT4	
		PT5



## REORGANISATION DE LA PARTIE 1

- **BASIS of DESIGN (PERFORMANCE REQUIREMENTS AND COMPLIANCE CRITERIA)**
- **SITE CONDITIONS AND SEISMIC ACTION**
- **MODELLING, ANALYSIS AND VERIFICATION**

GENERALITES

- **BUILDINGS**
- **BASE ISOLATION**
- **BUILDINGS WITH ENERGY DISSIPATION SYSTEMS**
- **MATERIAL SECTIONS**

BÂTIMENTS NEUFS

## NOTAS

« Traumatisme post-Aquila » : mise en examen des experts techniques...

- « La nature aléatoire des événements sismiques et la nécessaire optimisation des ressources économiques limitées sont telles que l'atteinte des exigences de performance de base (protection des vies humaines, limitation des dommages, opérabilité des équipements de protection civile) n'est mesurable qu'en terme probabiliste.
- Les actions sismiques sont introduites de manière à répondre aux exigences de performance malgré la variabilité imprévisible du signal sismique d'entrée. Ces actions sont à considérer comme conventionnelles et ne peuvent être rattachées à un événement sismique particulier.



- 4 Etats-Limites définis de manière commune pour toutes les parties de l'Eurocode 8 (neuf et existant) :

- 2 ELU :

- EL de quasi-effondrement (NC : Near Collapse)
- EL d'endommagement significatif (SD : Significant Damage)

- 2 ELS :

- EL de limitation de dommage (DL : Damage Limitation)
- EL d'opérationnalité immédiate (OP : Fully Operational)

- Les catégories d'importance sismiques (I à IV) seront rattachées aux 3 classes de conséquences (CC1, CC2, CC3) de l'Eurocode 0 (**même notion**)

- Séismes associés aux Etats-limites (Bâtiments) :

**Table 7.3 Return periods in years**

Associés à une durée d'utilisation théorique de 50 ans

Limit state	Consequence class			
	CC1	CC2	CC3-a	CC3-b
NC	800	1600	2500	5000
<b>SD</b>	<b>250</b>	<b>475</b>	<b>800</b>	<b>1600</b>
DL	50	60	60	100

**Table 7.4 Performance factors**

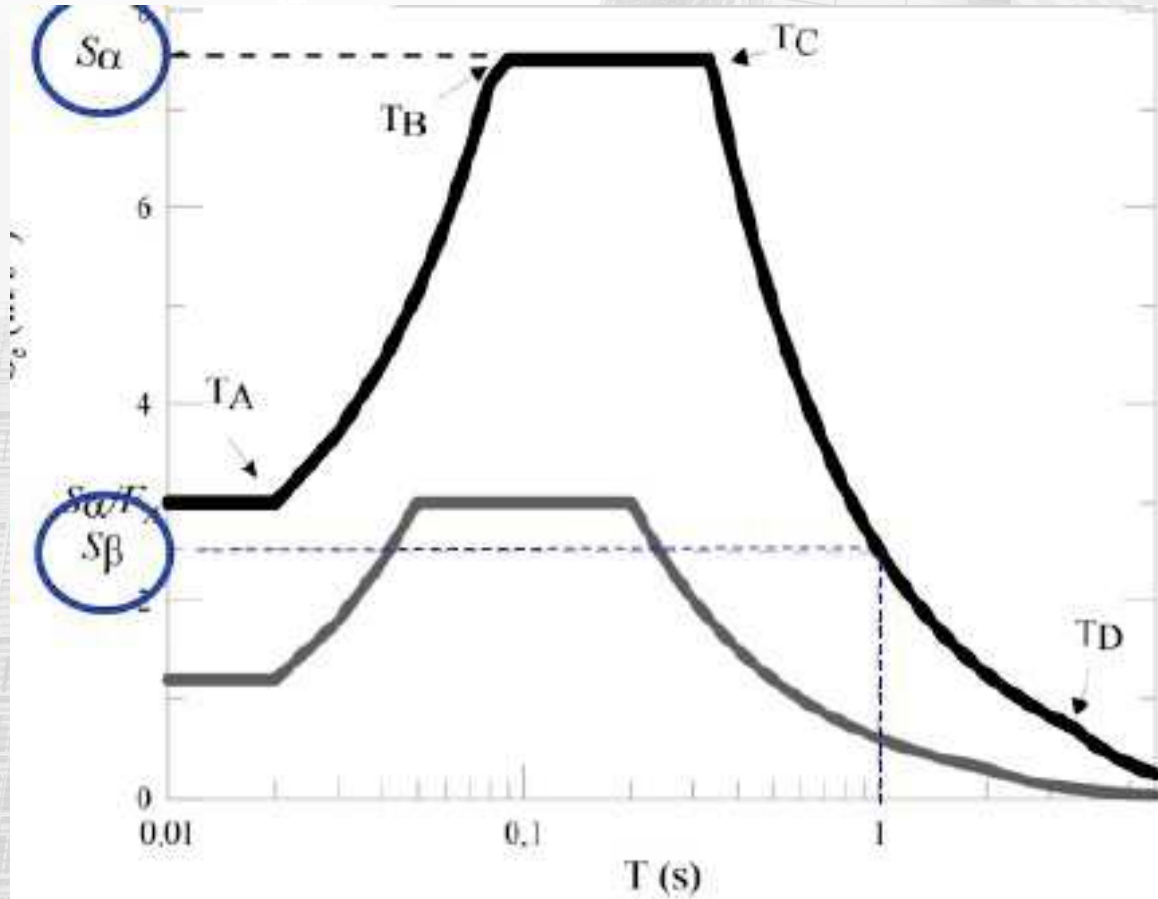
Seul Etat-Limite explicitement à vérifier

Limit state (LS)	Consequence class (IC)			
	CC1	CC2	CC3-a	CC3-b
NC	1,2	1,5	1,75	2,2
<b>SD</b>	<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
DL	0,4	0,5	0,5	0,6



- Redéfinition de l'action sismique de référence :
  - Basée sur la valeur au plateau du spectre (+ valeur à T=1 s)

Suppose en théorie de réviser le zonage national !!



**Site amplification**

↓

$$S_{\alpha} = F_T F_{\alpha} S_{\alpha,RP}$$

$$S_{\beta} = F_T F_{\beta} S_{\beta,RP}$$

↑

**Topography**

- Redéfinition de l'action sismique de référence :
  - Standardisation et harmonisation des niveaux de sismicité  
(+ magnitudes et durées de mouvement fort associées pour prise en compte liquéfaction)

**Table 5.2: Range of  $S_{\alpha,475}$  values to define seismicity levels**

Seismicity level	$S_{\alpha,475} (m/s^2)$	Range of $S_{\beta RP} (m/s^2)$	$M_w$	$D_R(s)$
Very low	< 1,0	< 0,1	4,5	0,5
Low	1,0 – 2,5	$0,1 < S_{\beta RP} < 0,25$	5,0	1,0
Moderate	2,5 – 5,0	$0,25 < S_{\beta RP} < 0,5$	5,5	2,0
High	> 5,0	$0,5 < S_{\beta RP} < 1,5$	6,0	4,0
		$1,5 < S_{\beta RP} < 2,5$	6,5	8,0
		$2,5 < S_{\beta RP} < 5,0$	7,0	16,0
		$S_{\beta RP} > 5,0$	7,5	32,0







- Redéfinition de l'action sismique de référence :
  - Prise en compte du site et de la topographie

Site category	$F_\alpha$		$F_\beta$	
	H and $v_{s,H}$ available	Default value	H and $v_{s,H}$ available	Default value
A	1,0	1,0	1,0	1,0
B	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,25\alpha_s}$	1,20	$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,70\alpha_s}$	1,60
C		1,35		2,25
D		1,50		3,20
E		1,7		3,0
F		1,35		4,0

$$\alpha_s = 1 - 2 \times 10^3 S_{SRP} / v_{s,H}^2$$

$$\left(\frac{v_{s,H}}{800}\right)^{-0,25\alpha_s \frac{H}{30} \left(4 - \frac{H}{10}\right)}$$

Topography description	$F_T$	Simplified sketch
Flat ground surface, slopes and isolated ridges with average slope angle $i < 15^\circ$ or height $< 30$ m	1,0	
Slopes with average slope angle $i > 15^\circ$	1,2	
Ridges with width at the top much smaller than at the base and average slope angle $15^\circ < i < 30^\circ$	1,2	
Ridges with width at the top much smaller than at the base and average slope angle $i > 30^\circ$	1,4	

- Redéfinition de l'action sismique de référence :

- Classification des sites

	Ground class	stiff	medium	soft
Depth class	$v_{S,H}$ range $H_{800}$ range	$800 \text{ m/s} > v_{S,H}$ $\geq 400 \text{ m/s}$	$400 \text{ m/s} > v_{S,H}$ $\geq 250 \text{ m/s}$	$250 \text{ m/s} > v_{S,H}$ $\geq 150 \text{ m/s}$
very shallow	$H_{800} \leq 5 \text{ m}$	A	A	E
shallow	$5 \text{ m} < H_{800} \leq 30 \text{ m}$	B	E	E
intermediate	$30 \text{ m} < H_{800} \leq 100 \text{ m}$	B	C	D
deep	$H_{800} > 100 \text{ m}$	B	F	F

Correspondance toujours possible, sous certaines conditions, avec description qualitative simplifiée et essais géotechniques « standards » (SPT, CPT, pressiomètre...)



## - Méthodes de calcul

- **Approche par les forces**

- ✓ **Méthode des forces latérales** (méthode de Rayleigh)
- ✓ **Méthode multimodale spectrale**

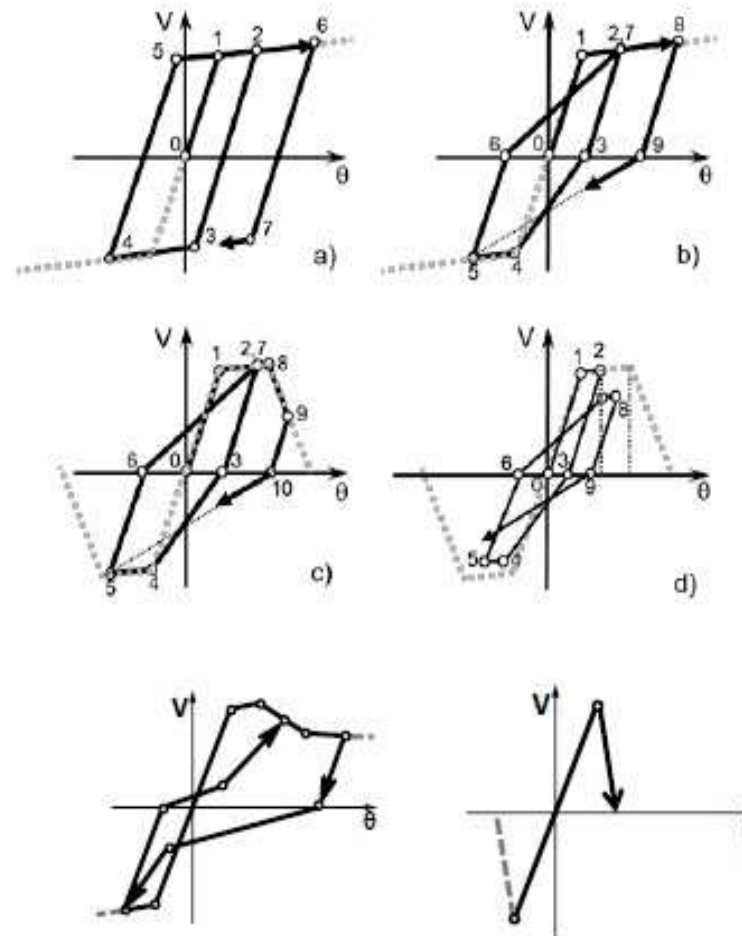
- **Approche par les déplacements**

- ✓ **Poussée progressive**
- ✓ **Analyse chronologique**

- **Méthodes particulières pour les structures équipées de dispositifs dissipatifs**

## - Méthodes de calcul

- Prise en compte de l'endommagement cyclique pour l'évaluation des structures existantes par approches non-linéaires :





- Méthodes de calcul

- Modification du coefficient de comportement :

$$q = q_R \cdot q_S \cdot q_D$$

Lié à la redondance  
structurale (hyperstaticité)

Coefficient de ductilité (capacité de déformation  
+ dissipation d'énergie plastiques)

3 niveaux de ductilité :

- DC1 :  $q_D = 1$

- DC2 : capacité ductile locale

- DC3 : capacité ductile étendue

( $q_D$  fonctions du matériau)

Sur-résistance (origines diverses,  
notamment réponse matériaux à des  
solllicitations dynamiques rapides)

$$q_S = 1,5$$

## - Aspects géotechniques

- Changements significatifs et/ou clarifications ou compléments sur divers aspects :
  - Conception des fondations profondes
  - Interaction sol-structure
  - Ouvrages de soutènement
  - Structures souterraines
  - Introduction des approches « en déplacement »

Même si les approches pseudo-statiques « en force » restent la référence



- Aspects géotechniques

- Valeur d'accélération du sol conventionnelle :

$$a_H = \frac{\beta S_\alpha}{\chi F_A}$$

Accélération à l'origine  
du spectre

$\beta$  : reflète la variabilité spatiale (horizontale + verticale de l'action sismique) :

$$0 \leq \beta \leq 1,0 \quad \text{😊}$$

$\chi$  : reflète l'amplitude du niveau de déplacement résiduel accepté (fonction de l'état-limite et de la classe de conséquence) :

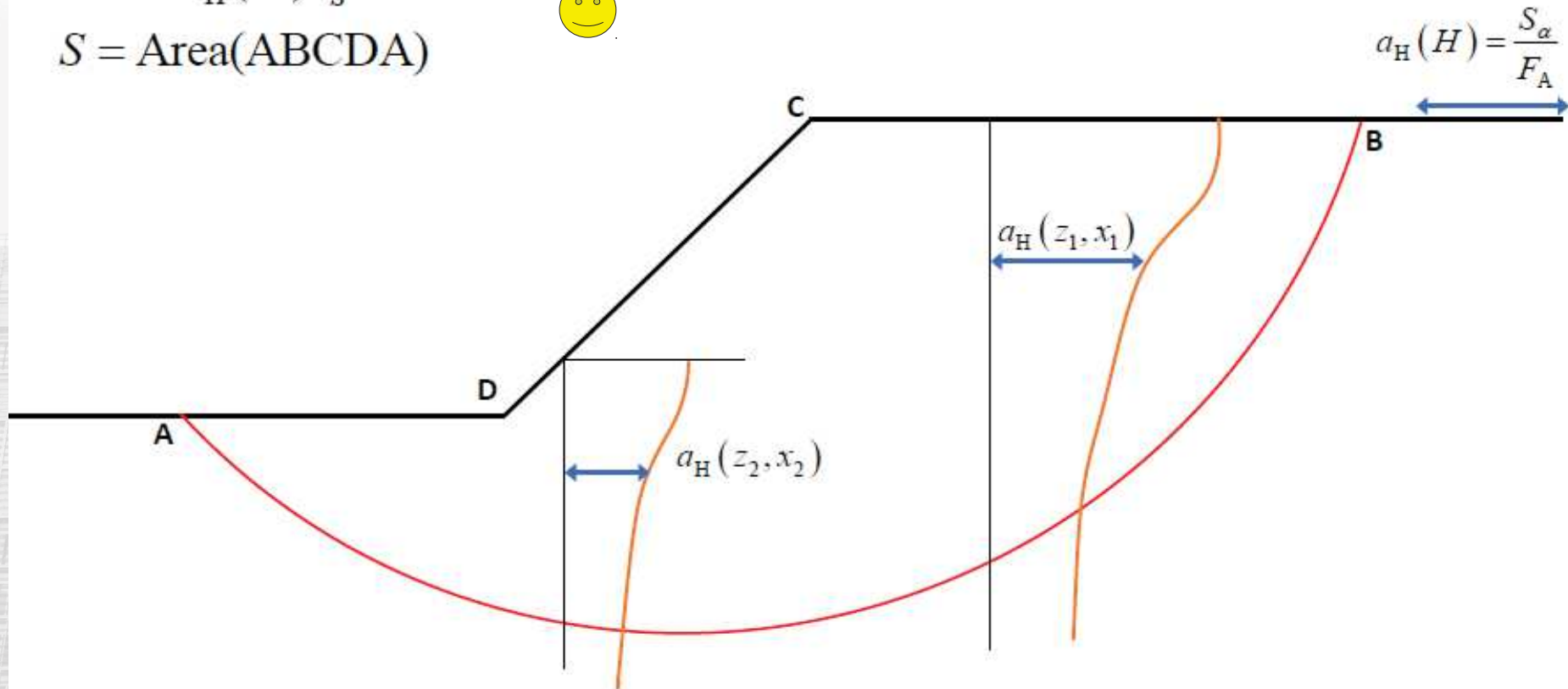
$$\chi \geq 1,0$$

- Aspects géotechniques

- Valeur d'accélération du sol conventionnelle :

$$\beta = \frac{1}{S a_H(H)} \iint_S a_H(z, x) dx dz$$

$$S = \text{Area(ABCD)} \quad \text{😊}$$





## - Aspects géotechniques

- Liquéfaction :

- L'annexe dédiée n'est plus normative pour prendre en compte le fait que l'état de l'art sur le sujet évolue rapidement avec sans cesse de nouvelles corrélations empiriques... 😊

- Le paramètre  $V_s$  n'est plus préconisé pour l'évaluation de la résistance cyclique au cisaillement des sols non drainés

- Le critère LPI (intégration du facteur de sécurité sur la colonne des 20 premiers mètres de sol) devient la référence. 😊

$$LPI = \int_0^{20m} FW(z) dz$$

## - Aspects géotechniques

- Fondations :

- Plastification (rotules plastiques) formellement autorisée dans les pieux (structure et sol)
- l'EC8-5 couvrira tous les aspects (y compris a priori les ratios minimum de ferrailage et les dispositions constructives dans les pieux...)





## - Aspects géotechniques

### • Ouvrages de soutènement :

- Plusieurs types de structures couvertes par le futur EC8-5 : *murs poids, berlinoises, murs ancrés, murs fondés sur pieux, culées de ponts...*
- Définition plus détaillée des ouvrages « déplaçables » et « non-déplaçables » 😊
- Fourniture d'une répartition de pression de poussée/butée pour les états actifs et passifs (la méthode de Mononobe-Okabe jugée trop sécuritaire disparaît) 😊
- La prise en compte de la pression hydrodynamique dans les matériaux de remblai est supprimée 😊
- Introduction d'une chronologie d'endommagement dans la conception (les tirants d'ancrage doivent plastifier en premier...)

## - Aspects géotechniques

- Volonté exprimée par les groupes miroirs d'une annexe supplémentaire :
- Recommandations et approfondissements méthodologiques pour :
  - *Analyses locales de la réponse des sites*
  - *Prise en compte interaction sol-structure*
- Reste à trancher car incompatible a priori avec le statut de norme...



## Conclusions :

- Des modifications qui d'un point de vue technique et scientifique vont dans le bon sens...
- Issues majoritairement d'incohérences ou sources de sur-conservatisme remontées des différents groupes miroirs nationaux (et souvent de manière consensuelle)
- Mais qui vont engendrer une remise en cause assez significative des pratiques (pour la plupart encore peu consolidées) des utilisateurs...

# Merci de votre participation



Denis DAVI

Cerema Méditerranée

Pôle de référence « Réduction des risques sismiques »

[denis.davi@cerema.fr](mailto:denis.davi@cerema.fr)

INTRANORMES pour : NOEMIE - 24/05/2007

FA048799

ISSN 0335-3931

**norme européenne**

**NF EN 1998-2**

Décembre 2006

norme française

Indice de classement : P 06-032

ICS : 91.120.25 ; 93.040

Eurocode 8

**Calcul des structures  
pour leur résistance aux séismes**

