

POINT SUR LA NORMALISATION

Alain Pecker



GEOTECHNIQUE PARASISMIQUE

- Régie

 - ⇒ Eurocode 8 Partie 5

 - Texte voté à l'unanimité (1 abstention)

 - ⇒ Documents d'application nationale

 - Décret définissant le nouveau zonage
 - Arrêté définissant le niveau de protection nominale
 - Annexes Nationales

REPRESENTATION DE L'ACTION SISMIQUE

- Niveau de protection nominale
 - ⇒ Fixé par les Autorités Nationales
- Conditions de sol
- Défini par :
 - ⇒ Accélération maximale sur site rocheux
 - ⇒ Spectre de réponse fonction de classe de terrain

NIVEAU DE PROTECTION NOMINALE

- A priori correspond à période de retour de 475 ans
- Mais libre choix laissé à chaque pays
 - ⇒ Gouverne l'économie des projets

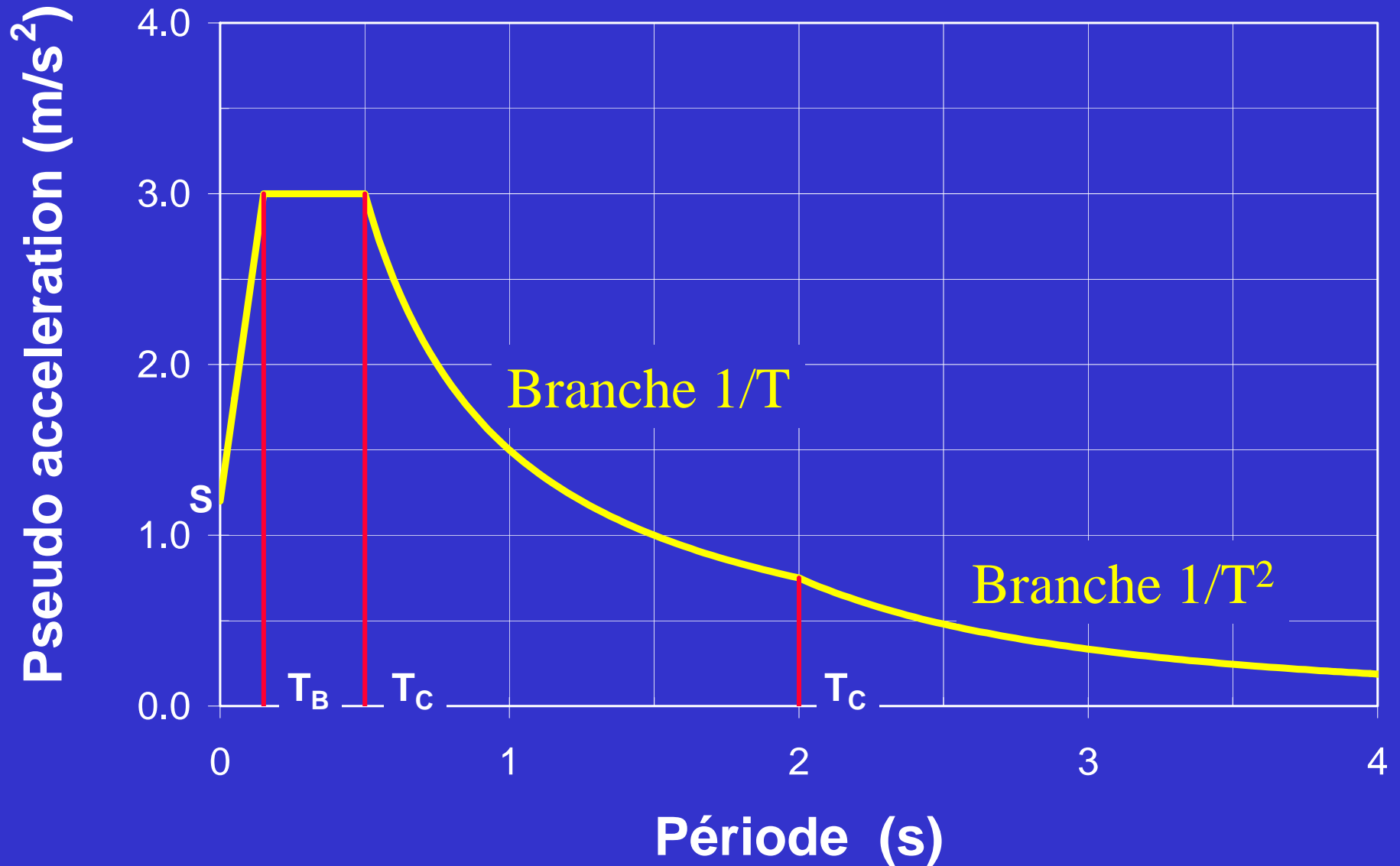
DEMARCHE

- Etude technique : **GEOTER** (*contrôle IRSN et AFPS*)
 - ⇒ Accélérations spectrales
 - Périodes de retour : 100, 475, 975, 1975 ans
 - Périodes : 0, 0.2, 0.5 et 1 seconde
- Traduction réglementaire : **GEPP**
 - ⇒ Echelle retenue : commune

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=10x – 100x 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 – 20m 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			

SPECTRES DE REPONSE ELASTIQUES

FORME SPECTRALE

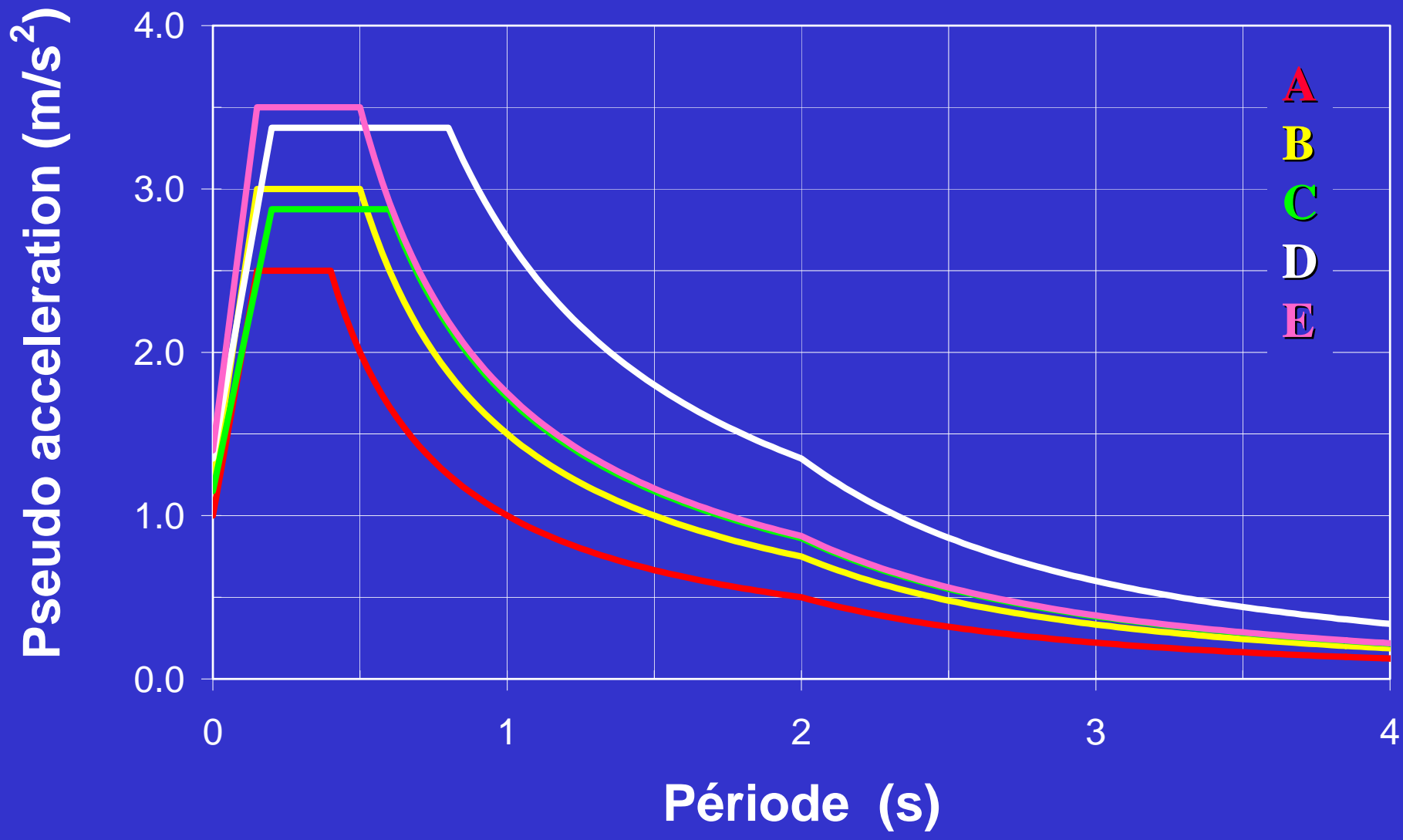


PARAMETRES

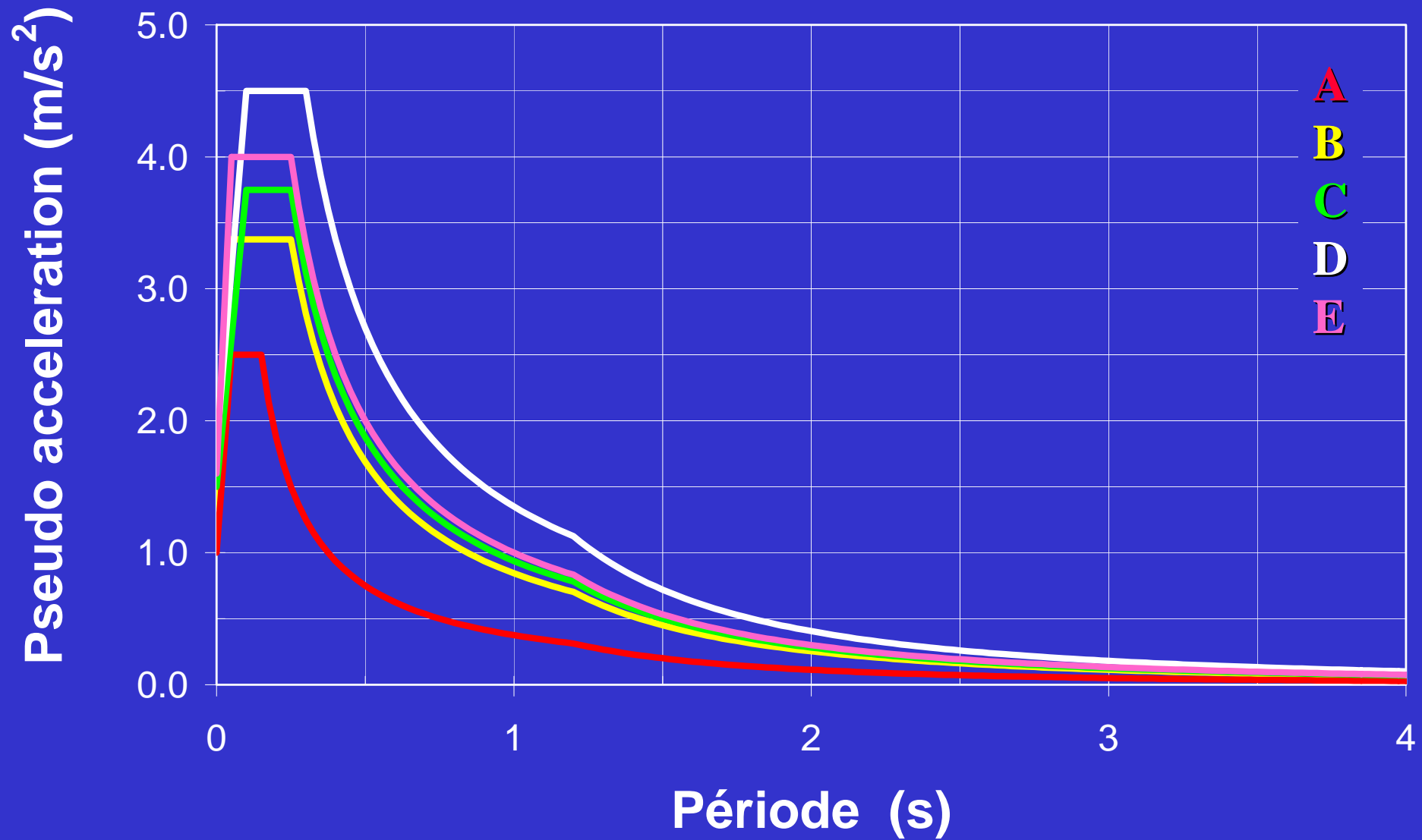
S, T_B, T_C, T_D

- Classification du profil de sol
- Type de séisme :
 - ⇒ Type I : $M_S \geq 5.5$
 - ⇒ Type II : $M_S < 5.5$

TYPE I



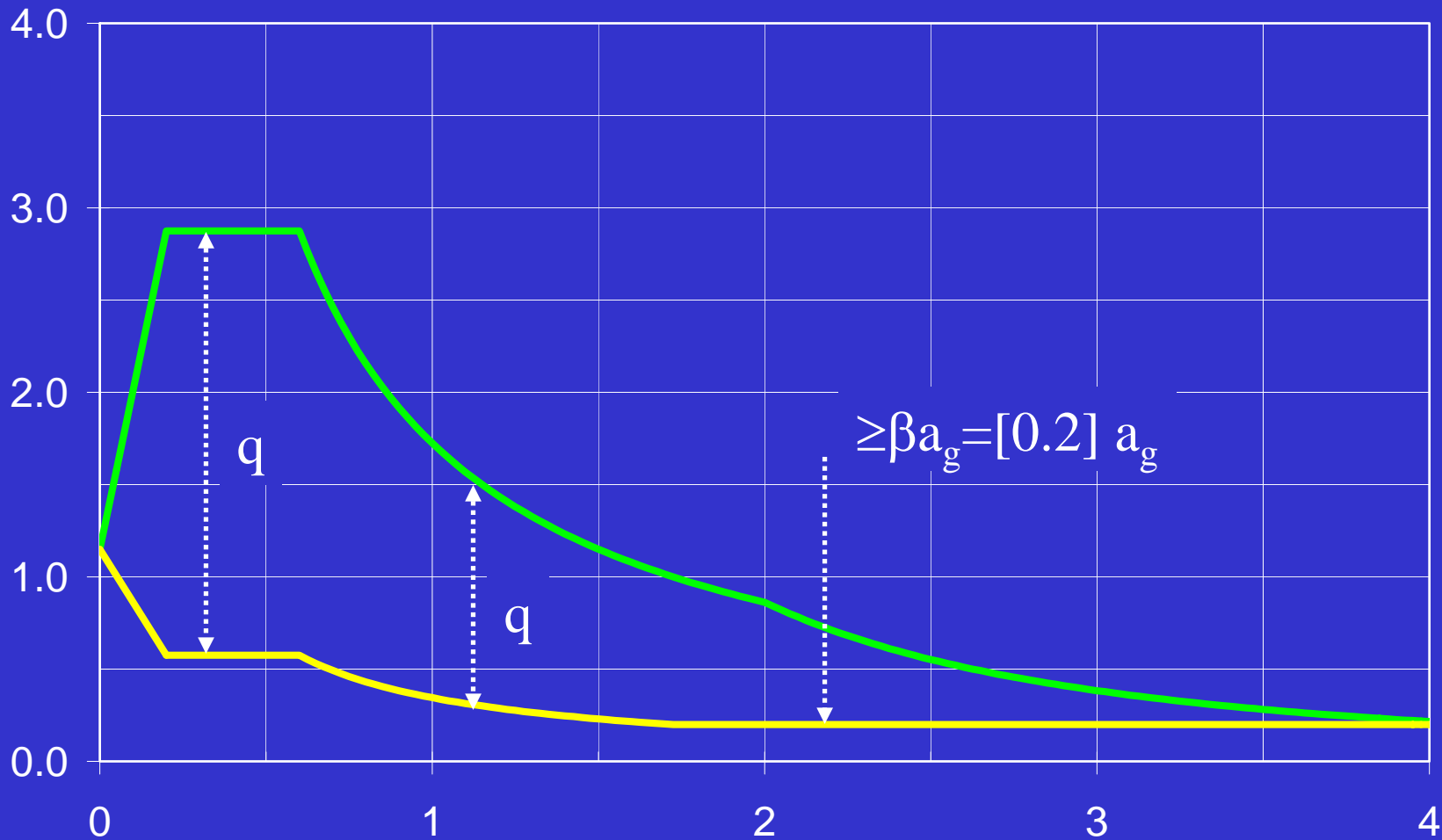
TYPE II



SPECTRES DE DIMENSIONNEMENT

Définis par la donnée du coefficient de comportement q

Pseudo acceleration (m/s²)



Période (s)

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.

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)

(N) : normatif (I) : informatif

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

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 recommandé : 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 IV*)
- Action sismique doit prendre en compte coefficient d'amplification topographique $1.2 \text{ à } 1.4 \leq S_T$
- Analyse pseudo statique avec :

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

⇒ Valable uniquement si perte de résistance négligeable

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

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)

- Déplacements permanents (*glissement et rotation*) peuvent être admissibles
- Matériau de remblai soigneusement compacté
- Système de drainage doivent conserver leur fonctionnalité
- Sécurité vis à vis liquéfaction impérative ($FS > 2$)

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

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

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