

« Journée d'étude Franco-Belge sur le dimensionnement sismique » Bruxelles - 15 mars 2018



Application en France de l'EC8 dans le dimensionnement des fondations profondes. Les points forts du Cahier Technique n°38

Patrick BERTHELOT PBe Conseils
Président du Groupe de Travail du CT 38

Séismes en France



Arette (Béarn)-1967



Séisme de Lambesc (Région d'Aix-en-Provence)-1909

Martinique-2007



Contexte réglementaire français

Le risque sismique existe en France et la puissance publique a estimé nécessaire de le prévenir au moyen d'une réglementation spécifique.

Au sens Français la protection Parasismique est **Réglementaire**.
On ne peut ni y déroger, ni s'y soustraire.

La réglementation parasismique distingue **le risque normal et le risque spécial** :

Le risque normal est associé aux constructions et ouvrages dont seuls les occupants sont soumis au risque en cas de séisme;

Le risque spécial concerne les ouvrages et installations dont la défaillance en cas de séisme pourrait générer un risque non circonscrit à cet ouvrage ou cette installation (type Seveso par exemple).

Contexte réglementaire – Risque normal

Bâtiments à risque normal 2 Décrets + 1 Arrêté

- **Décret n° 2010-1254** 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique

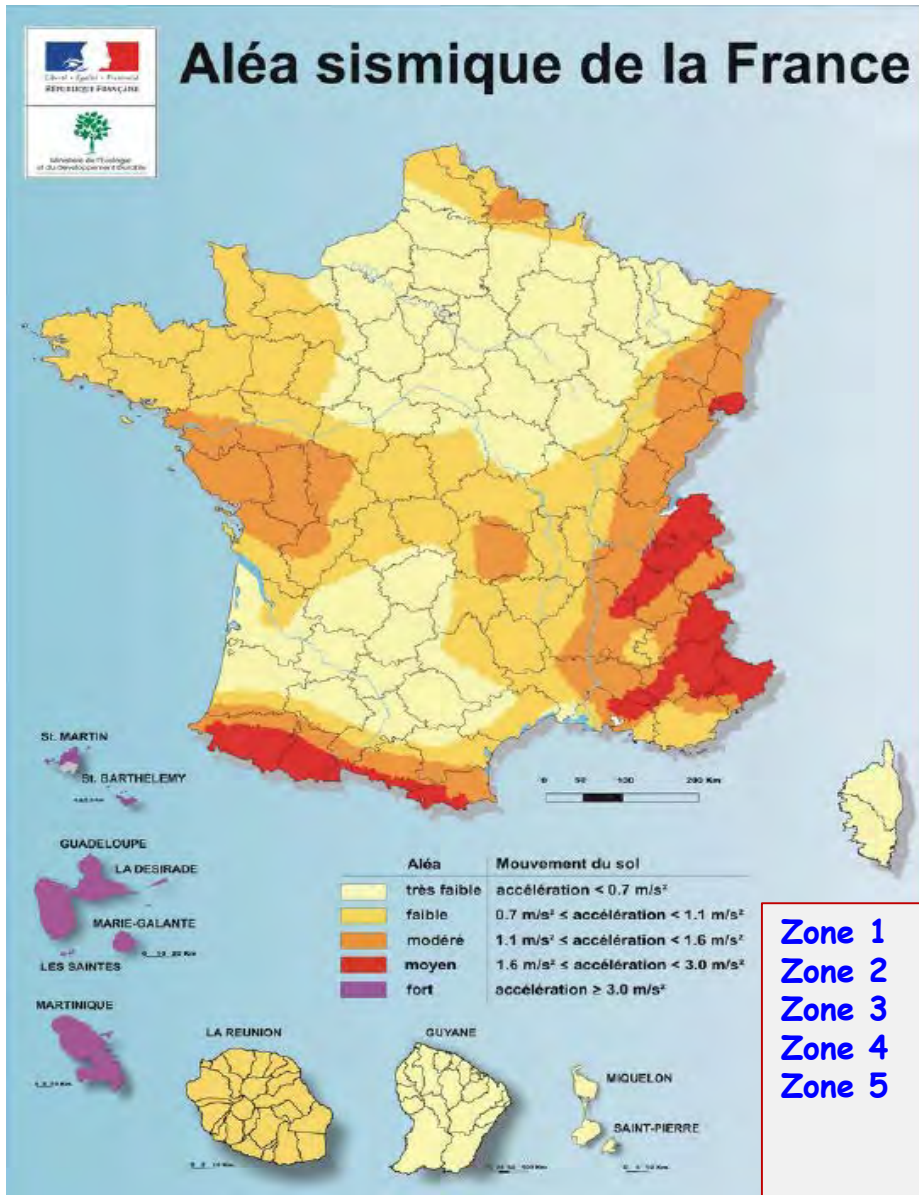
Classe "à risque normal"; catégories d'importance des bâtiments I,II,III,IV ; zones de sismicité 1, 2, 3, 4 et 5

- **Décret n° 2010-1255** 22 octobre 2010 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français (liste des communes)
- **Arrêté du 22 octobre 2010** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »

Plusieurs articles dont

- **Art 4-I Les règles de construction applicables aux bâtiments sont celles des EC8-1, EC8-3, EC8-5 + NA**

Zonage sismique



Zone de sismicité	Catégorie d'ouvrage (nouveaux)			
	I	II	III	IV
1	/	/	/	/
2	/	/	0,84	0,98
3	/	1,10	1,32	1,54
4	/	1,60	1,92	2,24
5	/	3,00	3,60	4,20

Accélération horizontale de calcul $a_g \text{ (m/s}^2\text{)}$
Arrêté du 22 octobre 2010

Zone 1 très faible
 Zone 2 faible
 Zone 3 modéré
 Zone 4 moyen
 Zone 5 fort

$$a_g = \gamma_1 \cdot a_{gr}$$

(les valeurs de a_g ne sont pas directement fournies dans l'Arrêté; seules γ_1 et a_{gr} le sont)
[en fait on devrait écrire a_{hg}]

Application des règles parasismiques

Les règles PS (EC8) sont applicables au sens de l'Arrêté du 22 octobre 2010
Article 3 :

A la construction neuve :

tous les bâtiments de la catégorie II dans les zones 3, 4 et 5

aucune disposition applicable aux bâtiments de la catégorie II en zone 2

« les ouvrages de catégorie II tels que les maisons individuelles, les bâtiments de logements et bureaux dont le dernier plancher accessible par les moyens de secours est situé à moins de 28 m. de hauteur, échappent en zone 2 à l'imposition des règles de construction parasismique »

tous les bâtiments des catégories III, IV dans les zones 2, 3, 4 et 5

		Catégorie de bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4				
	5				

+ Contrôle Technique obligatoire (CCH article R111-38)

L'EC8-5 et le dimensionnement des fondations

Pour les fondations superficielles :

1 page et demi de texte et 3 pages dans l'Annexe F.

Calculs détaillés pour :

- Rupture par glissement
- Rupture par perte de capacité portante
- + Expression générale pour Sols purement cohérents et Sols purement frottants dans Annexe F

EC8-5 fournit méthodologie, formules de calculs et coefficients partiels.

L'EC8-5 et le dimensionnement des fondations

Pour les fondations profondes :

$\frac{3}{4}$ de page au § 5.4.2 (Dia suivante); 1 ligne au § 6 et pas d'Annexe

6 Interaction sol-structure

(2)P Les effets de l'interaction sol-structure sur les pieux doivent être évalués, pour toute les structures, conformément à 5.4.2.

EC8-5 ne fournit pas de méthodologie de dimensionnement, pas de formules de calculs et pas de coefficients partiels.

D'où la création dans le cadre de l'AFPS d'un Groupe de travail pour l'élaboration d'un "Guide pour la conception et le dimensionnement des fondations profondes sous actions sismiques des bâtiments à risque normal".  **Cahier Technique n°38 avril 2017.**

L'EC8-5 et le dimensionnement des fondations profondes

5.4.2 Pieux et puits

(1)P Les pieux et les puits doivent être dimensionnés de façon à résister aux effets des deux types d'action suivants :

- a) *Forces d'inertie* provenant de la superstructure. Ces forces combinées avec les charges statiques donnent les valeurs de calcul N_{Ed} , V_{Ed} et M_{Ed} spécifiées en 5.3.2.
- b) *Forces d'origine cinématique* résultant de la déformation du sol environnant due au passage des ondes sismiques.

(2)P La résistance ultime des pieux aux charges latérales doit être vérifiée conformément aux principes de l'EN 1997-1:2004, 7.7.

(3)P Les analyses visant à déterminer les forces internes le long du pieu, ainsi que la flèche et la rotation en tête de pieu, doivent être fondées sur des modèles discrets ou continus qui peuvent reproduire de manière réaliste (même approchée) :

- la rigidité en flexion du pieu ;
- les réactions du sol le long du pieu, avec prise en compte des effets du chargement cyclique et de l'amplitude des déformations du sol ;
- les effets de l'interaction dynamique entre pieux (également dénommés «effet de groupe» dynamique) ;
- le degré de liberté de rotation en tête du pieu, ou à la liaison entre le pieu et la structure.

NOTE Pour calculer les rigidités des pieux, les expressions présentées dans l'Annexe informative C peuvent servir de guide.

(4)P La résistance latérale des couches de sol sensibles à la liquéfaction ou à une dégradation importante de la résistance doivent être négligées.

(5) Si des pieux inclinés sont utilisés, il convient de les dimensionner pour reprendre en toute sécurité les chargements axiaux ainsi que les moments de flexion.

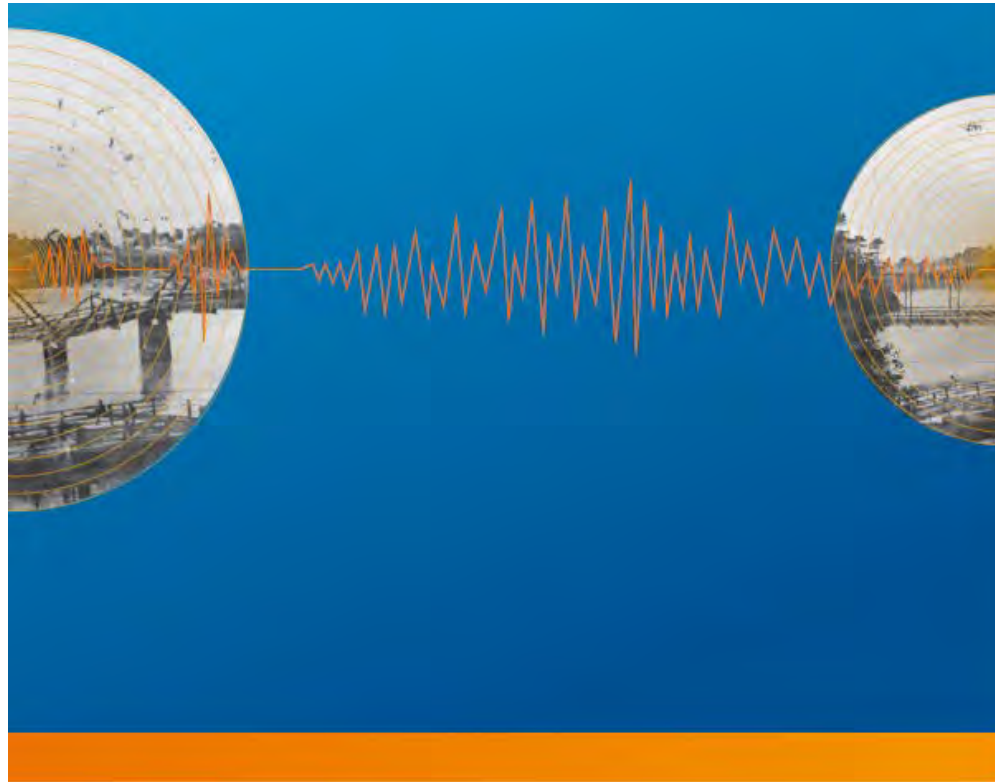
NOTE Les pieux inclinés ne sont pas recommandés pour la transmission des charges latérales au sol.

(6)P Les moments fléchissants qui se développent en raison de l'interaction cinématique doivent être calculés uniquement lorsque toutes les conditions suivantes sont réunies simultanément :

- le profil du sol est de classe D, S_1 ou S_2 et contient des couches consécutives dont la rigidité diffère nettement ;
- la zone est de sismicité modérée ou forte, c'est-à-dire lorsque le produit $a_g \cdot S$ dépasse 0,10 g (c'est-à-dire excède 0,98 m/s²), et la structure supportée est de catégorie d'importance III ou IV.

(7) Les pieux doivent en principe être dimensionnés pour demeurer élastiques mais dans certaines conditions, la formation d'une rotule plastique à leur tête peut être autorisée. Il convient de dimensionner les zones de formation potentielle de rotules plastiques conformément à l'EN 1998-1:2004, 5.8.4.

Le Cahier Technique n° 38



CAHIER TECHNIQUE N°38

Guide pour la conception et le dimensionnement
des fondations profondes sous actions sismiques
des bâtiments à risque normal



Association Française du Génie Parasismique
French Association for Earthquake Engineering

Publication AVRIL 2017

LES INTERVENANTS

- **SOFFONS** (Syndicats des entreprises de fondations spéciales) :
Botte Fondations-Franki Foundation-Keller Fondations-Menard-Soletanche-Spie Fondations
- **ENTREPRISES** : Eiffage - Vinci
- **BET Géotechnique** : Antea - Fondasol - Fugro - IMSM -
Structures Geotechnics - Terrasol -
- **BET** : A-I-A Ingenierie - Arcadis - Geodynamique et structure - Oxand -
Tractebel Engie
- **INSTITUTIONNELS** : Ecole Centrale de Nantes - Edf
- **CONSULTANTS** : Y.Guillon - A.Pecker
- **BUREAUX de CONTRÔLE TECHNIQUE** : Antilles Contrôle (ANCO) - Apave -
Bureau Veritas - Socotec -

PLAN DU GUIDE - TEXTE

- AVANT PROPOS
- CHAPITRE 1 : PREAMBULE (10 pages)
- CHAPITRE 2 : RETOUR D'EXPERIENCE (16 pages)
- CHAPITRE 3 : EFFETS A CONSIDERER POUR LE DIMENSIONNEMENT (9 pages)
- CHAPITRE 4 : PRINCIPES DE CONCEPTION DES PIEUX (17 pages)
- CHAPITRE 5 : LIQUEFACTION ET DEGRADATION CYCLIQUE (6 pages)
- CHAPITRE 6 : DETERMINATION DES EFFETS INERTIELS (15 pages)
- CHAPITRE 7 : CALCULS DES EFFETS CINEMATIQUES (15 pages)
- CHAPITRE 8 : CUMULS DES EFFETS CINEMATIQUES ET DES EFFETS INERTIELS (2 pages)
- CHAPITRE 9 : DIMENSIONNEMENT ET CRITERE DE JUSTIFICATION (2 pages)
- CHAPITRE 10 : DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES DES PIEUX EN BETON ARME (10 pages)
- CHAPITRE 11 : ECRAN A BASE DE PIEUX OU PAROI MOULEE (3 pages)
- CHAPITRE 12 : EXEMPLE D'APPLICATION (33 pages)
- CHAPITRE 13 : SYNTHESE (7 pages)

PLAN DU GUIDE - ANNEXES

➤ ANNEXES A à I (61 pages)

- ANNEXE A : REFERENCES NORMATIVES ET REGLEMENTAIRES
- ANNEXE B : DOCUMENTS DE REFERENCE
- ANNEXE C : CARACTERISTIQUES DES BATIMENTS DCL
- ANNEXE D : LESSLOSS
- ANNEXE E : SYNTHESE DES DIFFERENTES METHODES DE $g(z)$
- ANNEXE F : METHODES AVEC DEGRADATION
- ANNEXE G : METHODE US ARMY
- ANNEXE H : CALCUL D'INTERACTION SOL STRUCTURES (ISS)
- ANNEXE I : EXEMPLE (33 pages)

LES PRINCIPES DU GUIDE

- Permet aux BET Géotechnique / BET de l'Entreprises de Fondations Profondes / BET Structures de se comprendre/d'avoir un langage commun;
- Fait la synthèse et ne déroge *ni aux EC8 ni aux normes d'exécution et de dimensionnement des fondations profondes* (pieux, μ pieux, barrettes, parois)
- Pour le *contexte français* et dans le cadre de *Bâtiments et à Risque normal* le Guide propose des méthodes de dimensionnement adaptées. D'autres plus élaborées restent possibles et certaines comme les calculs d'Interaction Sol Structures (ISS) ont été placés en Annexe H
- *Un calcul est toujours nécessaire (pas de Dispositions forfaitaires)* et des *Dispositions constructives* sont proposées
- Un exemple d'application complet d'un bâtiment R+6 a été traité dans le Guide (cf Chapitre 12 et tous les détails des calculs mis en Annexe I)

LES POINTS FORTS DU GUIDE

- Ce n'est pas qu'un "simple" manuel permettant de calculer une fondation profonde soumis soit à des efforts en tête (inertiel) soit globalement (cinématique)
- C'est un Guide qui permet de comprendre, expliciter et prendre en compte l'interaction entre *sol-fondations profondes-bâtiment*
- Toute l'importance réside dans le dialogue entre "représentants de la structure" et "représentants des sols et fondations".
- Et c'est pourquoi nous avons jugé bon de revenir dans ce Guide sur certaines explications ou considérations liées au domaine de calcul de structures pour dimensionner au mieux les fondations profondes.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 1 : Préambule

1.6 Modélisation de l'interaction « bâtiment-fondations » 3 modélisations (encastree/méthode 1/méthode 2)

a) Modélisation sans interaction avec les fondations : avec structure encastree et/ou appuis rotulés localement bloqués en translations horizontale et verticale. *(non conforme à EC8-5)*

*• Elle ne constitue qu'une première étape de calcul et doit donc se poursuivre par des modélisations de type **b)** et/ou **c)**.*

b) Modélisation avec interaction avec les fondations en prenant en compte les flexibilités globales de l'ensemble des pieux.

• C'est cette modélisation qui a été développée dans le Guide

c) Modélisation avec interaction avec les fondations et interaction Sol-Structure prenant en compte la raideur des liaisons sol/pieux sur toute la longueur de chaque pieu.

• Cette modélisation ISS est développée en Annexe H. Elle permet, entre autre, de prendre en compte l'interaction cinématique (modification du mouvement sismique due à la présence des fondations profondes dans le sol et à l'effet de clouage du sol).

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 3 : Effets à considérer pour le dimensionnement

3.5.1 Combinaisons d'actions apportées en pied de structure

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_{Ed} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

- « G_{kj} » désigne les actions permanentes. niveau EB
- « A_{Ed} » est la valeur de calcul de l'action sismique.
- « $\Psi_{2,i}$ » désigne le pourcentage des valeurs quasi permanentes des actions variables présentes lors du séisme. Les valeurs représentatives des « $\Psi_{2,i}$ » sont données dans le Tableau n° 9.2 et A1.1 de l'EC0.

3.5.2 Combinaisons d'actions en tête de fondations

On doit tenir compte du § 5.3.1 de l'EC8-5 (incidence du dimensionnement de la structure) concernant la clause (1)P « Structure dissipatives » et la clause (2)P « Structure non dissipatives ».

Enfin, le torseur des efforts à retenir pour le calcul des fondations est le suivant :

$$E_{Fd} = E_{F,G} + \gamma_{r,d} \Omega E_{F,E}$$

Effet dû aux actions non sismiques + Effet dû aux actions sismiques

Pour une classe de ductilité DCM, il y a lieu de retenir un coefficient de surcapacité « $\gamma_{Rd} \cdot \Omega$ », calculé par le BET Structures ou forfaitaire tel que défini au § 4.2.2 de ce Guide.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 4 : Principes de conception des pieux

4.2.2 Dimensionnement usuel des fondations en capacité (DCM)

4.2.2.1 Principe

Au sens de la clause (1)P du § 5.3.1 de l'EC8-5, les effets de l'action sur les éléments des fondations doivent être déduits de considérations de dimensionnement en capacité en tenant compte d'éventuelles sur-résistances. A défaut d'un calcul en capacité exact (nécessitant de connaître la résistance de l'élément porté par la fondation), on applique le Tableau n° 8 pour estimer « $\gamma_{Rd} \cdot \Omega$ ».

Tableau n° 8 : Coefficients « Ω » et « γ_{Rd} » pour le calcul de la composante sismique

	Effort vertical		Effort horizontal	
	Ω	γ_{Rd}	Ω	γ_{Rd}
DCM avec diaphragme et $q > 1,5$	1	1,4	1	1,4
DCM sans diaphragme avec $q > 1,5$	$\gamma_{Rd} \cdot \Omega = \text{Max} (1,4 ; q/1,5)$			

Commentaire : La surcapacité ne s'applique que si $q > 1,5$

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 6 : Détermination des effets inertiels

6.1 Préambule

L'objectif de ce chapitre est de présenter toutes les méthodes (Cf. § 6.2 à 6.5 de ce Guide) permettant de calculer les raideurs « K », verticales et horizontales, pour construire les matrices de rigidité, par diamètre de pieu, proposées au § 4.1.3.2.1 de ce Guide, afin de calculer les effets inertiels qui s'appliquent sur les fondations profondes (Cf. § 6.5 de ce Guide) :

- | | | | |
|--------------|-----------------------|--------------|---|
| • K_{VV} : | raideur verticale ; | • K_{MM} : | raideur en rotation ; |
| • K_{HH} : | raideur horizontale ; | • K_{HM} : | raideur couplée (rotation/translation horizontale). |

Dans l'approche de ce Guide, on considère que les raideurs ne dépendent pas des fréquences, mais seulement de la distorsion. Si on tient compte de la fréquence, on se reporte à l'annexe H. Cette simplification est acceptable dans les cas couramment rencontrés (pour les gammes de fréquence comprise entre 1 et 5 Hz) pris en compte dans ce Guide.

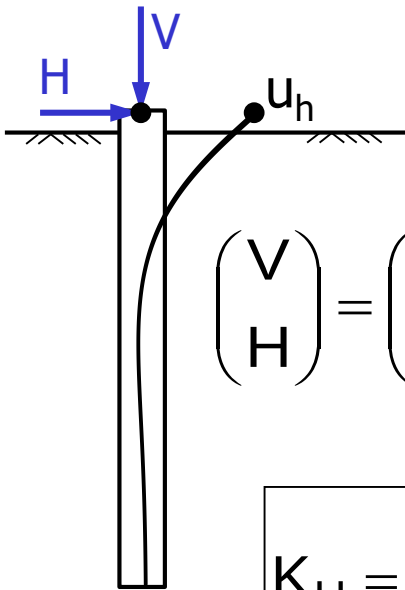
On présente deux méthodes :

- Une approche « élasto-plastique » aux coefficients de réaction (Cf. § 6.2, 6.3, 6.4.1 et 6.4.2 de ce Guide). Avec méthode simplifiée pour monocouche
- L'approche pseudo-élastique (Cf. § 6.4.3 de ce Guide).

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

- Couplage avec le modèle structure : méthode « simplifiée »
Conditions en tête

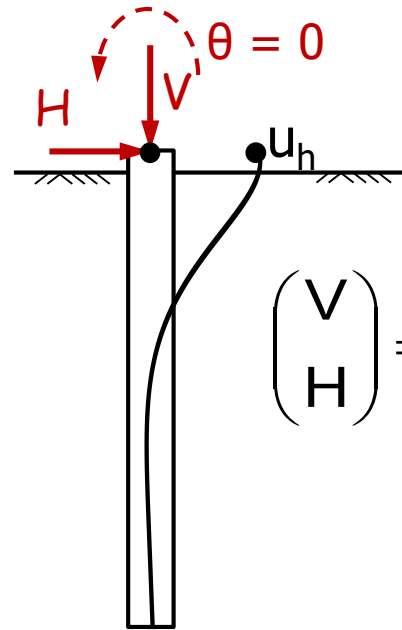
Rotation libre en tête ($M = 0$)



$$\begin{pmatrix} V \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_V & 0 \\ 0 & K_H \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_v \\ u_h \end{pmatrix}$$

$$K_H = K_{HH} - \frac{K_{HM}^2}{K_{MM}}$$

Rotation bloquée en tête ($\theta = 0$)



$$\begin{pmatrix} V \\ H \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} K_V & 0 \\ 0 & K_H \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} u_v \\ u_h \end{pmatrix}$$

$$K_H = K_{HH}$$

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

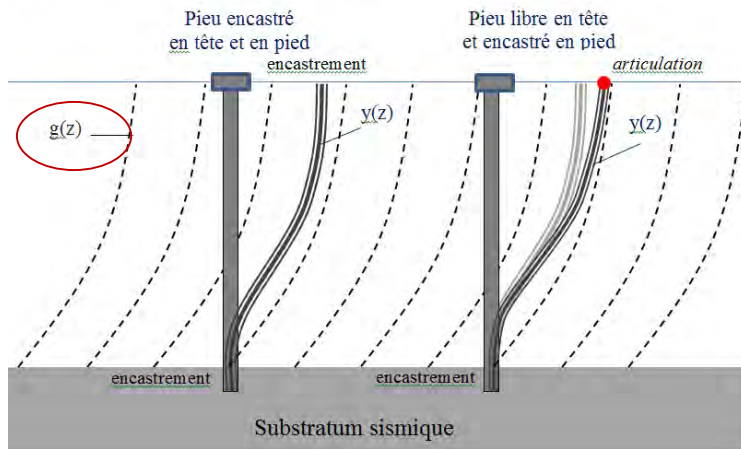
Chapitre 7 Calcul des effets cinématiques

Sous actions sismiques, le sol se déplace horizontalement. En absence de pieu, ce déplacement latéral « $g(z)$ », fonction de la profondeur « z », est appelé « déplacement du sol en champ libre ».

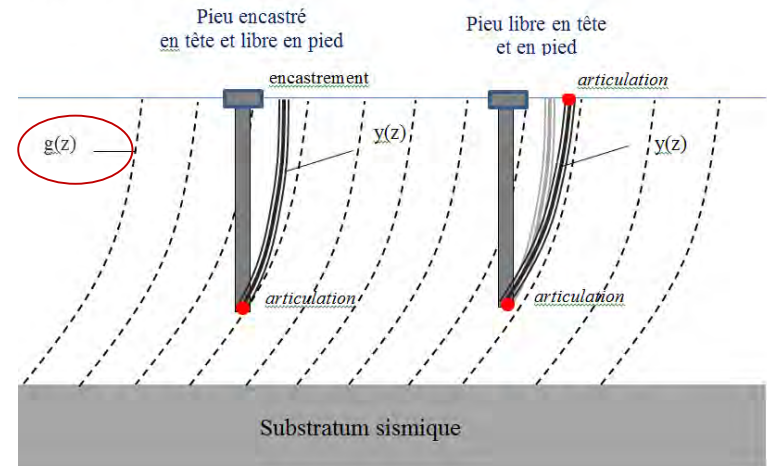
En conséquence pour définir les effets cinématiques sur un pieu, il faut définir :

- La déformation du sol en champ libre « $g(z)$ ». **Méthode de Madera (ou quart de sinusöide si simplification)**
- Les valeurs du coefficient de réaction surfacique « k_c ». $p = k_c \cdot [y(z) - g(z)]$.
- Les conditions en tête de pieu limitées aux deux cas suivants : rotulées ou encastrees dans les mêmes conditions que pour le calcul inertiel.

Comparaison entre un pieu ancré en pied avec encastrement en tête et un pieu ancré en pied et libre en tête.



Comparaison entre un pieu libre en pied avec encastrement en tête et un pieu libre en pied et en tête.



APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 8 Cumul des effets cinématiques et des effets inertiels

Le cumul des effets cinématiques et inertiels peut s'exprimer suivant 2 solutions en fonction du rapport α de la période de la structure à celle du sol :

$$\alpha = T_{\text{structure}} / T_g$$

Avec

$T_{\text{structure}}$: période propre fondamentale de la structure

T_g : période du sol calculée sur la hauteur moyenne des fondations.

- o la période propre de la structure est inférieure ou proche de la période propre du sol ($\alpha \leq 1,2$). Les effets cinématiques et les effets inertiels sont en phase.

$$\Sigma = |I(z)| + |C(z)|$$

- o la période propre de la structure est plus élevée que la période propre du sol ($\alpha > 1,2$) ; A défaut d'une analyse temporelle, on appliquera la somme quadratique des effets inertiels et cinématiques.

$$\Sigma = [I(z)^2 + C(z)^2]^{0,5}$$

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 8 : Cumul des effets cinématiques et des efforts inertiels

Zone 2				Zone 3 à 5				
	I et II	III	IV		I	II	III	IV
A		I	I	A		I	I	I
B		I	I	B		I	I	I
C		I	I	C		I	I	I
D		C+I	C+I	D		I	C+I	C+I
E		C+I	C+I	E		I	C+I	C+I
S1		C+I	C+I	S1		I	C+I	C+I
S2		C+I	C+I	S2		I	C+I	C+I

Efforts
Inertiels seuls

EC8-5 § 5.4.2 (6)P

- Le profil du sol est de classe D, S1 ou S2 et contient des couches consécutives dont la rigidité diffère nettement (Cf. Remarque 1).
- La zone est de sismicité modérée ou forte, c'est-à-dire lorsque le produit « $a_g \cdot S$ » dépasse 0,10 g (0,98 m/s²) et la structure supportée est de catégorie d'importance III ou IV (Cf. Remarque 2).

Remarque 1 : La classe de sol E est définie comme « un profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de V_s de classe C (V_s compris entre 180 et 360 m/s) ou de classe D ($V_s < 180$ m/s) et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec $V_s > 800$ m/s. Ainsi la rigidité entre les couches C et D et le matériau plus raide diffère nettement. Elle fait donc bien partie de la définition proposée par l'EC8-5.

Remarque 2 : Les différentes zones de sismicité (très faible, faible, modérée, moyenne et forte) ainsi que le produit « $a_g \cdot S$ », bien que proposées dans l'EC8-5, ont été définis réglementairement par les Décrets et Arrêté du 22 octobre 2010. Et comme la structure supportée est de catégorie III ou IV, la zone 2 au sens français est à prendre en compte.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 10 : Dispositions constructives pour pieux BA

10.1 Principes généraux

Pour le dimensionnement des bâtiments sur fondations profondes nous avons utilisé :

- EC8-5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques et si besoin les articles rappelés de l'EC8-1 et complété par le Fascicule de documentation FD P 06-031
- Les normes d'exécution NF EN 1536 Pieux forés (90 % du marché français pour les bâtiments); NF EN 12699 Pieux à refoulement; NF EN 14199 Micropieux
- Les normes de dimensionnement NF P94-262 Pieux; NF P94-282 Ecrans et si besoin EC2 et *non l'inverse*
- L'Arrêté du 22/10/2010 et les décrets 2010-1254 et 1255
- CCH et article R 111-38

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 10 : Disposition constructives

En conséquence :

- a/. Le présent Guide précise les dispositions constructives minimales d'armatures non formulées dans l'EC8.
- b/. La prescription « de comportement élastique » d'un pieu est une façon de formuler l'exigence qu'il n'y a pas de rotules plastiques le long du pieu.

Commentaire : Dans certaines conditions, qui nécessiteront une étude spécifique, et comme le prévoit la clause (7) du § 5.4.2 de l'EC8-5, la formation d'une rotule plastique en tête de fondation peut être autorisée. Il convient alors de dimensionner les zones de formation potentielle de rotules plastiques conformément au § 5.8.4 de l'EC8-1.

Dans le présent Guide, qui concerne uniquement les bâtiments à risque normal, nous n'avons ni retenu ni étudié ce cas de rotule plastique. De ce fait, c'est la prescription b) qui est retenue et développée dans ce Guide.

Pas de dispositions forfaitaires

On doit donc toujours faire les calculs définis au chapitre 9 pour dimensionner le pieu vis-à-vis de la résistance des matériaux (STR) en fonction des efforts inertiels et cinématiques.

En plus, on propose de définir des armatures minimales à mettre en œuvre dans des zones particulières quels que soient les résultats des calculs, cela en termes de longueur de la cage et en termes de composition.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 10 : Disposition constructives

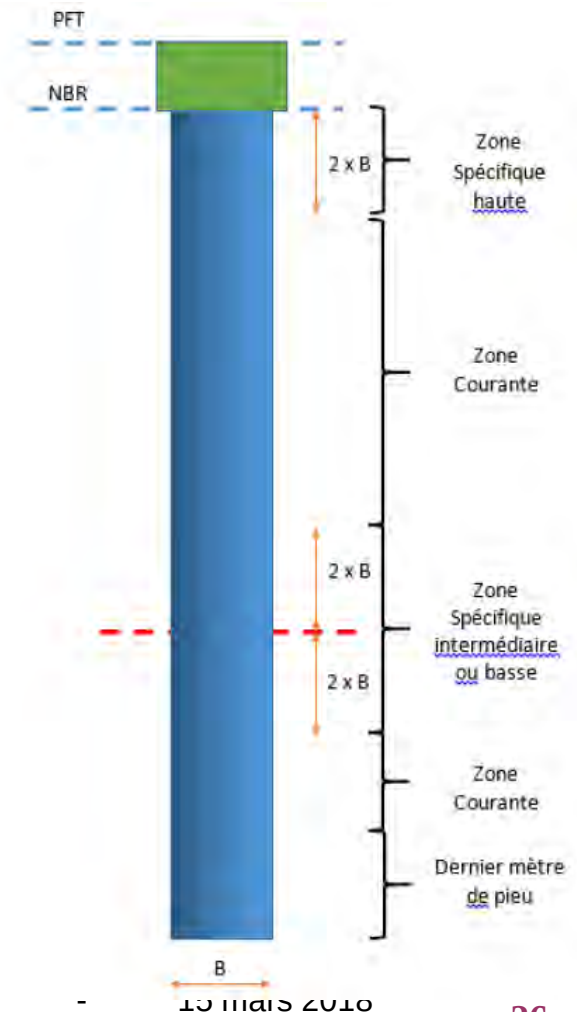
En DCL pas de dispositions constructives
sauf sur 4 m sous NBR

En DCM Zone critique supprimée et
remplacée par des zones spécifiques

Conformément à la clause 1 du § 5.1.2 de l'EC8-1, la définition d'une zone critique est la suivante :

« Zone critique : région d'un élément sismique primaire où apparaissent les combinaisons les plus défavorables des effets (M, N, V, T) des actions et où des rotules plastiques peuvent se produire ».

• Par application de l'exigence d'absence de rotule plastique dans les pieux que nous nous sommes fixés dans ce Guide, il n'y a donc pas de zone critique dans les pieux mais des zones spécifiques.



APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 10 : Disposition constructives

BÂTIMENT DCM : LONGUEUR MINIMALE DES CAGES

Rappel : la longueur moyenne des pieux sous bâtiments est de l'ordre de 15 m.

DES CAGES		Zones sismiques 2 et 3				Zones sismiques 4 et 5			
Catégorie d'importance		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Classe de sol									
A			Min (7 m ; 10.B)*		Toute hauteur		Toute hauteur		
B									
C									
D									
E									
S1									
S2									
				**					

(*) sous NBR (niveau de béton recépé), ou profondeur atteinte par le pieu si celle-ci est inférieure.

(**) après traitement anti-liquéfaction, la classe de sol doit être réévaluée par le Géotechnicien au plus tard en G2 PRO.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 10 : Disposition constructives

BÂTIMENT DCM : Caractéristiques minimales des armatures longitudinales

• Hors zone spécifique haute

Section nominale du pieu : A_c	Section des armatures longitudinales : A_s
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,5 \% \cdot A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$	$A_s = 25 \text{ cm}^2$
$A_c > 1,0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,25 \% \cdot A_c$

• En zone spécifique haute

Section nominale du pieu : A_c	Section des armatures longitudinales : A_s
$A_c \leq 0,5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 1 \% \cdot A_c$
$0,5 \text{ m}^2 < A_c \leq 1,0 \text{ m}^2$	$A_s = 50 \text{ cm}^2$
$A_c > 1,0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0,5 \% \cdot A_c$

BÂTIMENT DCM : Caractéristiques minimales des armatures transversales

Spires autorisées toute hauteur (sauf si calcul en rotule plastique)

• En zone spécifique haute

- Le rapport mécanique en volume des armatures de confinement est égal à $\omega_{wd} = 8 \%$ en zone DCM :
 - $\omega_{wd} = (\text{volume des armatures de confinement} \times f_{yd}) / (\text{volume du noyau fretté en béton} \times f_{cd})$.
 - f_{yd} : valeur de calcul de la limite d'élasticité de l'acier.
 - f_{cd} : valeur de calcul de la résistance à la compression du béton.

L'espacement maximal des armatures transversales d'axe à axe (et de nu à nu si les armatures transversales sont groupées) est de 12 fois le diamètre minimal des barres longitudinales « d_{bl} ». Il sera limité à 250 mm.

APERÇU DE POINTS FORTS DU GUIDE

Chapitre 12 Exemple d'application

L'exemple que nous développons ci-dessous a pour but de mettre en exergue les différentes étapes de calcul que nous avons détaillées dans le texte.

12.1 : Description de l'ouvrage

12.2 : Contexte géotechnique

12.3 : Contexte sismique

12.4 : Définition des hypothèses de calcul

12.5 : Première étape de calcul ou prédimensionnement

12.6 : Deuxième étape de calculs (méthode complète ou simplifiée)

12.7 : Analyse de l'exercice

12.8 : Conclusions de l'exercice