

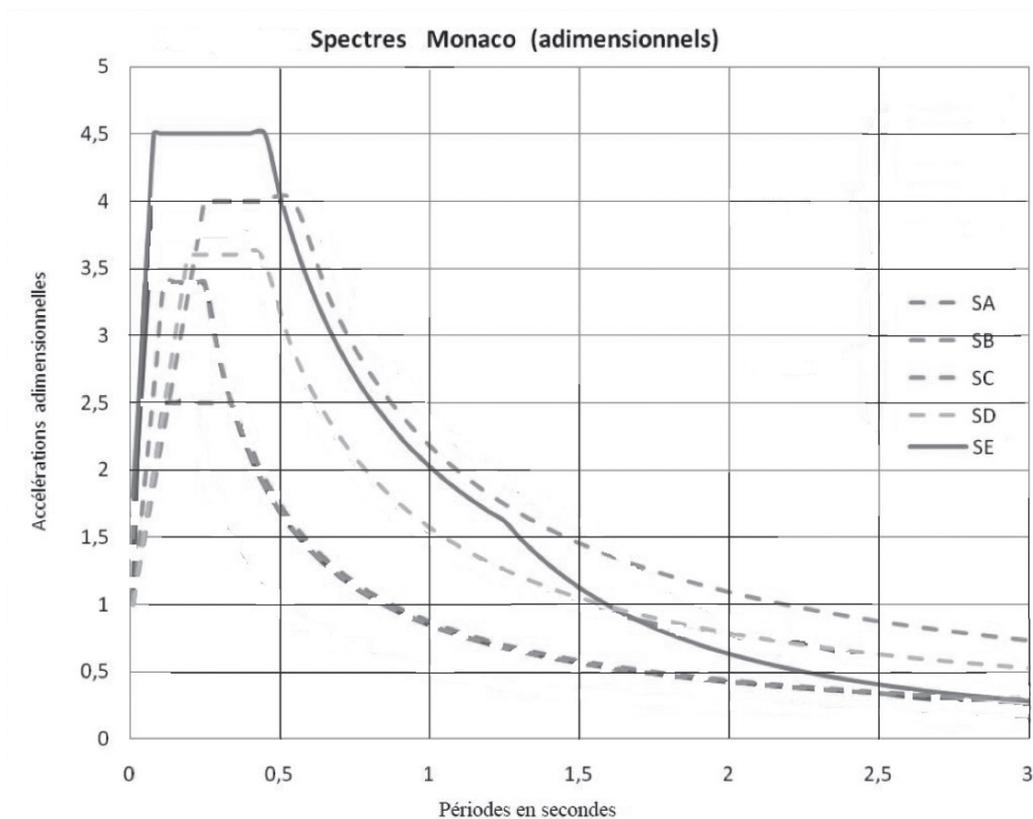
**CLASSIFICATION  
ET  
RÈGLES DE CONSTRUCTION PARASISMIQUE  
APPLICABLES AUX BÂTIMENTS**

**Annexe à l'Arrêté Ministériel n° 2016-556  
du 13 septembre 2016**

**ANNEXE AU « JOURNAL DE MONACO » N° 8.297  
DU 30 SEPTEMBRE 2016**

**ANNEXE I**  
**SPECTRES ELASTIQUES DE CALCUL**  
**PRINCIPAUTE DE MONACO**

**BÂTIMENTS DE CATÉGORIE D'IMPORTANCE II**



**EQUATIONS ANALYTIQUES DES SPECTRES DES COMPOSANTES HORIZONTALES**

Types de site	Branche AB	Branche BC	Branche CD	Branche DE
A	$1 + \frac{T}{T_B} (2,5-1)$	2,5	$\frac{T_C}{T} 2,5$	$\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} 2,5$
B	$1,35 + \frac{T}{T_B} (3,4-1,35)$	3,4	$\frac{T_C}{T} 3,4$	$\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} 3,4$
C	$1,5 + \frac{T}{T_B} (3,75-1,5)$	3,75	$\frac{T_C}{T} 3,75$	$\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} 3,75$
D	$1,6 + \frac{T}{T_B} (4-1,6)$	4	$\frac{T_C}{T} 4$	$\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} 4$
E	$1,8 + \frac{T}{T_B} (4,5-1,8)$	4,5	$\frac{T_C}{T} 4,5$	$\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} 4,5$

Nota :

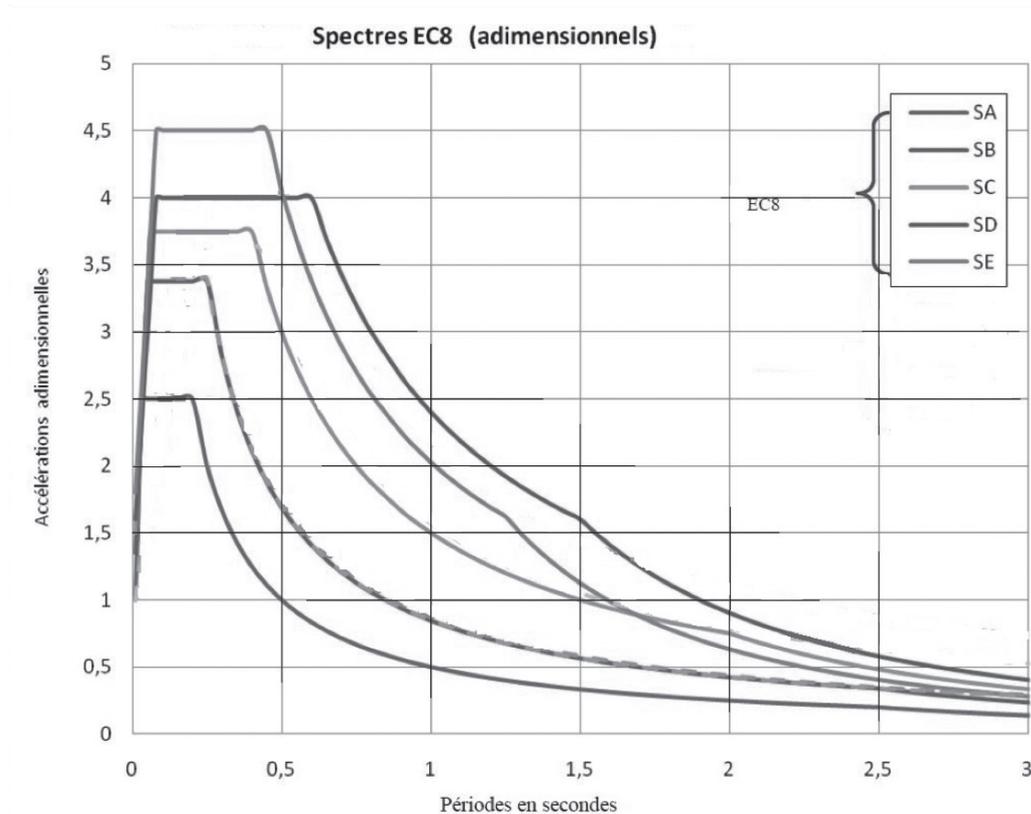
Le territoire de la Principauté de MONACO comporte une seule zone sismique au sens de l'arrêté.

Les spectres de réponse élastique pour le calcul sismique des autres catégories de bâtiment sont déduits de l'application des coefficients d'importance  $\gamma_i$  reportés dans l'article 5 de l'arrêté.

## ANNEXE II

**SPECTRES ELASTIQUES DE CALCUL**  
Selon macro-zonage français EN 1998-1 (EC8)  
**PRINCIPAUTE DE MONACO**

## BÂTIMENTS DE CATÉGORIE D'IMPORTANCE II



CLASSES DE SOL	POUR LA ZONE DE SISMICITE DE MONACO		
	TB	TC	TD
A	0,03	0,2	2,5
B	0,05	0,25	2,5
C	0,06	0,4	2
D	0,1	0,6	1,5
E	0,08	0,45	1,25

(en secondes)

### ANNEXE III

#### À L'ARRÊTÉ MINISTÉRIEL MONÉGASQUE D'APPLICATION DES RÈGLES PARASISMIQUES

Paramètres déterminés au plan national (NDP) : Liste et valeurs pour le territoire de la Principauté de MONACO

Calcul des structures pour leur résistance aux séismes

Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments

Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques

Annexe nationale monégasque aux normes européennes EN 1998-1 et EN 1998-5

#### OBJET

Le présent document complète la norme européenne EN 1998-1:2004 intitulée « Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments ».

L'application de l'Eurocode 8 dans un pays impose que certaines valeurs soient définies par l'autorité nationale. Ces paramètres nationaux font généralement l'objet d'une annexe nationale (ainsi la norme NF EN 1998-1/NA française). On se propose ici de regrouper les paramètres nationaux pour l'application de l'Eurocode 8 à MONACO en annexe de l'arrêté ministériel.

Seuls les paramètres dont les valeurs sont différentes de celles recommandées par le texte européen sont définis. La continuité avec les valeurs utilisées en France a été systématiquement privilégiée.

#### AVANT-PROPOS À L'ANNEXE MONÉGASQUE

La présente Annexe Monégasque définit les conditions de l'application sur le territoire de MONACO de la Norme européenne EN 1998-1:2004 (Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments, avec ses Annexes A à C), ratifiée par le Comité Européen de Normalisation le 23 avril 2004 et mise à disposition en décembre 2004.

La présente Annexe Nationale fournit des « paramètres déterminés au plan national (NDP) » pour certaines clauses suivantes de la Norme européenne EN 1998-1:2004 autorisant un choix national. À défaut, elle fait renvoi à l'Administration monégasque lorsque c'est celle-ci qui fournit ces « paramètres déterminés au plan national » :

- Fournit des informations complémentaires non contradictoires pour faciliter l'application de la norme EN 1998-1:2004.

- Fixe les conditions d'emploi des Annexes informatives A et B de la norme NF EN 1998-1:2005 pour les bâtiments.

Les clauses citées sont celles de la Norme européenne EN 1998-1:2004.

La présente Annexe Monégasque est prévue pour être utilisée avec la norme EN 1998-1:2004 en ce qui concerne les règles générales pour le calcul des constructions (structures) nouvelles de Génie Civil et en ce qui concerne les règles générales et particulières pour les bâtiments neufs, associée aux Normes européennes EN 1990 à EN 1999.

#### ANNEXE MONÉGASQUE - ANNEXE III

La numérotation des clauses suivante est celle de la Norme européenne EN 1998-1:2004.

Les valeurs des paramètres déterminés au niveau national pour l'application de la norme EN 1998-5 à Monaco sont les valeurs recommandées par l'EN 1998-5.

#### CLAUSE 1.1.2 (7)

Le statut de chacune des Annexes informatives A (spectre de réponse élastique) et B (déplacement cible) de la norme européenne EN 1998-1:2004 est informatif.

#### CLAUSE 2.1 (1)

L'action sismique de référence est définie comme étant celle dont la probabilité de dépassement PNCR est de 10 % sur 50 ans, ce qui correspond à une période de retour TNCR de 475 ans.

#### CLAUSE 2.1 (1)

L'action sismique à prendre en compte pour l'exigence de limitation des dommages n'est pas exprimée selon sa probabilité de dépassement PDLR sur 10 ans, ou sa période de retour TDLR ; mais par le coefficient de réduction n défini en 4.4.3.2(2).

#### CLAUSE 3.1.1 (4)

Les investigations de sol permettant la classification du sol sont à faire dans tous les cas.

#### CLAUSE 3.1.2 (1)

La classification des sols et les valeurs du paramètre S sont fixées par l'Administration monégasque.

Les valeurs des paramètres TB, TC et TD sont fixées par l'Administration monégasque.

La géologie profonde n'est pas prise en compte dans la définition de l'action sismique.

CLAUSE 3.2.1 (2)

La valeur d' $a_{gR}$ , à utiliser pour un sol de classe A, est fixée par l'Administration monégasque.

CLAUSE 3.2.1 (4)

Aucune procédure de dimensionnement sismique simplifiée n'est retenue sur le territoire monégasque :

- Les bâtiments en béton relevant de la catégorie d'importance I pourront être conçus en classe de ductilité limitée.

- Les bâtiments en acier ou mixte acier-béton pourront être conçus en classe de ductilité limitée dans les conditions décrites à l'article 6.1.2(1) ci-dessous.

CLAUSE 3.2.2.1 (4)

Le choix de la forme du spectre à utiliser est fixé par l'Administration monégasque.

CLAUSE 3.2.2.1 (6)

Le coefficient d'amplification topographique ST est pris égal à 1 sur le territoire monégasque.

CLAUSE 3.2.2.2 (2)

Les valeurs des paramètres S, TB, TC et TD, à utiliser pour chaque classe de sol et type de spectre de réponse élastique horizontal, sont fixées par l'Administration monégasque.

CLAUSE 3.2.2.3 (1)

Les valeurs des paramètres  $a_{vg}/a_g$ , TB, TC et TD, à utiliser pour chaque classe de sol et type de spectre de réponse vertical, sont fixées par l'Administration monégasque.

CLAUSE 3.2.2.5 (4)

La valeur de  $\beta$  à utiliser pour les bâtiments est de 0,20.

CLAUSE 4.2.3.2 (8)

La possibilité d'inclure des références n'est pas retenue.

CLAUSE 4.2.4 (2)

Pour l'application à MONACO de la Norme européenne EN 1998-1, les valeurs de  $\phi$  (coefficient de corrélation) à utiliser sont celles recommandées du Tableau 4.2, compte tenu toutefois des deux commentaires suivants :

1. Pour l'évaluation des masses à prendre en compte dans le calcul des effets des actions sismiques, les charges d'exploitation, représentées par des charges uniformément réparties de valeur  $\psi E_i Q_{ki}$ , sont appliquées sur l'intégralité de toutes les surfaces concernées en plan comme en élévation.

2. Dans le cas de chemins de roulement, il convient d'adopter :

- Pour la masse propre du pont roulant  $\phi = 1$

- Pour la masse suspendue au pont roulant dans les directions horizontales  $\phi = 0$ ,

- Pour la masse suspendue au pont roulant dans la direction verticale  $\phi = 1$

- Pour la charge verticale suspendue au pont roulant, à défaut d'indications contraires dans les documents et pièces du marché sur les taux de chargement et d'utilisation, il convient d'adopter  $\psi_2 = 0,2$ .

CLAUSE 4.2.5 (5)

Les valeurs de  $\gamma_1$  à utiliser sont fixées par l'Administration monégasque.

CLAUSE 4.3.3.1 (4)

Il n'y a pas de spécifications permettant l'utilisation de méthodes non-linéaires (push-over, temporel) pour le dimensionnement de bâtiments sans appuis ; les méthodes linéaires équivalentes (modale spectrale, forces latérales) sont les seules méthodes découlant de la norme européenne EN 1998-1:2004. Toute méthode non linéaire plus complexe peut, toutefois, venir en complément sur les opérations qui le justifient.

CLAUSE 4.3.3.1 (8)

La simplification est autorisée pour toutes les catégories d'importance dès lors que les critères énoncés sont respectés.

CLAUSE 4.4.2.5 (2)

La valeur pour les coefficients de sur-résistance applicable aux diaphragmes  $\gamma_d$  à utiliser est celle recommandée par l'EC8-1.

CLAUSE 4.4.2.7 (2)

La valeur minimale de largeur des joints sismiques entre blocs, vides de tout matériau, est de 6 cm.

CLAUSE 4.4.3.2 (2)

La valeur du coefficient de réduction  $v$  est prise égale à 0,40, quelle que soit la catégorie d'importance du bâtiment.

CLAUSE 5.2.1 (5)

L'utilisation de classes de ductilité DCM et DCH n'est pas limitée géographiquement.

CLAUSE 5.2.2.2 (10)

La possibilité de bénéficier d'une majoration de 20 % du coefficient de comportement est soumise aux conditions suivantes :

- pour la conception, la période calculée en section fissurée doit être justifiée par une analyse appropriée en partant de la période fondamentale élastique calculée par des méthodes autres que celles simplifiées,
- pour l'exécution, le plan qualité doit notamment demander la vérification systématique de la bonne mise en place des armatures dans les zones critiques. La traçabilité des contrôles effectués devra être assurée.

CLAUSE 5.2.4 (3)

Les valeurs retenues pour les coefficients partiels de matériaux  $\gamma_M$  à utiliser pour estimer la capacité résistante des sections sous l'action sismique de dimensionnement sont celles de la situation accidentelle. On retiendra toutefois  $\gamma_C = 1,30$  pour le béton, compte tenu du caractère cyclique de l'action et du risque d'endommagement.

CLAUSE 5.4.3.5.2 (1)

Les valeurs retenues pour le pourcentage minimal d'armatures d'effort tranchant sont celles de la NF EN 1992-1-1.

CLAUSE 5.4.3.5.2 (4)

Les dispositions ci-dessous permettent de satisfaire aux exigences a), b) et c) :

- les chaînages verticaux, y compris ceux bordant les ouvertures, sont constitués de :
  - 4 HA 12 avec des cadres espacés d'au plus 10 cm sur le premier niveau, ainsi que dans tout étage dont la longueur  $l_w$  du mur est réduite par rapport à celle de l'étage inférieur de plus d'un tiers de la hauteur d'étage  $h_s$  ;
  - 4 HA 10 avec des cadres espacés d'au plus 10 cm à tous les autres niveaux.
- les aciers horizontaux bordant les ouvertures sont de 2 HA 10 ;
- le chaînage horizontal périphérique de chaque plancher est d'au moins 3 cm<sup>2</sup> ;
- les chaînages horizontaux au croisement de chaque mur et de chaque plancher sont d'au moins 1,5 cm<sup>2</sup> et 0,28 L (en cm<sup>2</sup>) avec L distance (m) entre 2 murs adjacents ;
- lorsque le couronnement d'un mur s'écarte de plus de 1 m du diaphragme le plus proche sur tout ou partie de son étendue, un chaînage (éventuellement incliné) équivalent à un chaînage de croisement mur-plancher sera disposé.

CLAUSE 5.8.2 (3)

Les valeurs minimales  $b_{w,min}$  et  $h_{w,min}$  retenues sont celles recommandées par l'EC8-1.

CLAUSE 5.8.2 (5)

La valeur minimale  $\rho_{b,min}$  est de 0,4 % par face conformément aux recommandations de l'EC8-1. Il y a lieu, en outre, de respecter un minimum d'armatures de 3 cm<sup>2</sup>.

CLAUSE 5.11.1.3.2 (3)

Les valeurs retenues sont celles recommandées par l'EC8-1.

CLAUSE 5.11.1.4 (1)

Les valeurs retenues pour  $k_p$  sont celles recommandées par l'EC8-1.

CLAUSE 5.11.1.5 (2)

La valeur retenue pour  $A_p$  est celle recommandée par l'EC8-1.

CLAUSE 5.11.3.4 (7)

La valeur retenue pour  $\rho_{c,min}$  est celle recommandée par l'EC8-1.

CLAUSE 6.1.2 (1)

La valeur maximale retenue pour le coefficient de comportement des structures non dissipatives est 2.

Les conditions d'application de la classe de ductilité DCL sont définies dans le document n° CNC2M-N0035 du 31/01/2013, édicté par le Bureau de Normalisation de la Construction Métallique, BNCM (site bncm.fr, SAINT-AUBIN, France) : « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives » (document CNC2M-N0035 du 31/01/2013).

CLAUSE 6.1.3 (1)

Les coefficients  $\gamma_S = \gamma_M$  retenus sont les suivants, avec les définitions et notations de la NF EN 1993-1-1 :

- résistance des sections transversales, quelle que soit la classe de section :  $\gamma_{M0} = 1,00$
- résistance des barres aux instabilités :  $\gamma_{M1} = 1,00$
- résistance à la rupture des sections transversales en traction :
  - si la barre n'est pas dissipative :  $\gamma_{M2} = 1,15$
  - la barre est dissipative :  $\gamma_{M2} = 1,25$
- résistance des assemblages :
  - résistance des boulons, des soudures et des plaques en pression diamétrale :  $\gamma_{M2} = 1,15$
  - résistance des boulons au glissement :  $\gamma_{M3} = 1,10$ .

## CLAUSE 6.2 (3)

Les valeurs retenues pour  $\gamma_{ov}$  sont les suivantes :

- $\gamma_{ov} = 1,20$  pour les aciers S 235
- $\gamma_{ov} = 1,15$  pour les aciers S 355
- $\gamma_{ov} = 1,05$  pour les aciers S 420 et S 460

## CLAUSE 6.2 (7)

Les conditions relatives à la ténacité des aciers et des soudures sont les suivantes :

1. La qualité d'acier à retenir est fonction de l'épaisseur de la tôle, de la classe de ductilité de la structure en zone sismique et de l'altitude où se trouve cette structure. La température de service de la structure ne nécessite pas d'être définie, mais une distinction est faite entre un bâtiment à la température extérieure et un bâtiment chauffé (tableau 1).

Altitude	Classe de ductilité de la structure selon la NF EN 1998-1	Epaisseur de la tôle (mm)	Qualité d'acier
Structure à la température extérieure			
$H < 500m$	DCL (limitée)	$t \leq 50$	JR
	DCM (moyenne)	$t \leq 30$	J0
		$30 < t \leq 50$	J2
	DCH (haute)	$t \leq 30$	J2
$30 < t \leq 50$		K2, M, N	
$500 \leq H \leq 1000 m$	DCL (limitée)	$t \leq 50$	J0
	DCM (moyenne)	$t \leq 30$	J2
		$30 < t \leq 50$	K2, M, N
	DCH (haute)	$t \leq 30$	K2, M, N
$30 < t \leq 50$		L2, ML, NL	
Structure (chauffée) à température contrôlée ou dans les DOM			
	DCL (limitée)	$t \leq 50$	JR
	DCM (moyenne)	$t \leq 30$	JR
		$30 < t \leq 50$	J0
	DCH (haute)	$t \leq 30$	J0
$30 < t \leq 50$		J2	

Tableau 1 : Qualité d'acier selon la classe de ductilité retenue et l'altitude du bâtiment

2. Toutes les soudures des assemblages de la structure primaire pour les structures à comportement faiblement dissipatif (classe de ductilité DCL) doivent être réalisées avec un métal d'apport ayant une ténacité au moins égale à celle du métal de base et faire l'objet d'une QMOS.

3. Toute soudure « sensible » des structures à comportement dissipatif transmettant des efforts au sein de la zone dissipative d'un élément (par exemple, poutre de portique, barre de triangulation) doit satisfaire la même exigence de ténacité que celle du métal de base. Une soudure est dite « sensible » lorsqu'elle est soumise à des efforts directement impliqués dans la dissipation d'énergie.

4) Les soudures « sensibles » des assemblages des structures dissipatives respectent les exigences suivantes, fonction de la classe de ductilité de la structure (tableau 2) :

Classe de ductilité de la structure	Exigences pour les soudures « sensibles » :
DCM (moyenne)	- Ténacité du métal d'apport au moins égale à celle du métal de base, accompagnée d'une QMOS + R. - En alternative : ténacité du métal d'apport supérieure d'une catégorie à celle du métal de base, accompagnée d'une QMOS.
DCH (haute)	- Ténacité du métal d'apport au moins égale à celle du métal de base, accompagnée d'une QMOS + R
<b>Légende :</b> QMOS : qualification du mode opératoire de soudage ; R : essais de résilience, type Charpy V (cf. NF EN ISO 148) sur des éprouvettes prises dans la soudure et la zone thermiquement affectée par le soudage.	

Tableau 2 : Exigences de ténacité - soudures des assemblages des structures dissipatives

CLAUSE 6.5.5 (7)

Aucune référence externe n'est retenue pour le dimensionnement des assemblages à partir de données expérimentales.

CLAUSE 6.7.4 (2)

La valeur retenue est  $\gamma_{pb} = 0,7 N_{b,Rd}(\bar{\lambda}) / N_{pl,Rd}$   
où  $N_{b,Rd}$  est la résistance de calcul au flambement de la diagonale comprimée, fonction de son élancement réduit  $\lambda$ .

CLAUSE 7.1.2 (1)

La valeur maximale retenue pour le coefficient de comportement des structures non dissipatives est 2.

Les conditions d'application de la classe de ductilité DCL sont définies dans les « Recommandations pour le dimensionnement parasismique des structures en acier et mixtes non ou faiblement dissipatives » publiées par le Bureau de Normalisation de la Construction Métallique, BNCM (site [bncm.fr](http://bncm.fr), SAINT-AUBIN, France) (document CNC2M-N0035 du 31/01/2013).

CLAUSE 7.1.3 (1)

Le coefficient retenu pour la résistance des connecteurs est  $\gamma_v = 1,15$ , avec la définition et notation de la norme NF EN 1994-1-1.

CLAUSE 7.7.2 (4)

Les valeurs retenues pour r sont les suivantes :

- poteaux mixtes à profilés creux remplis de béton :  $r = 0,5$
- poteaux mixtes en profilés I ou H partiellement enrobés de béton entre les semelles en acier :  $r = 0,4$
- poteaux mixtes en profilés I ou H totalement enrobés de béton, avec les épaisseurs maximales d'enrobage spécifiées dans la norme NF EN 1994-1-1, clause 6.7.3.1 (2) :  $r = 0,3$

CLAUSE 8.3 (1)

Il n'y a aucune limitation géographique pour l'utilisation des classes de ductilité DCM et DCH.

Les connaissances scientifiques incluant des résultats expérimentaux probants ne permettent pas de retenir actuellement la ductilité H, sauf pour les panneaux de murs cloués, avec diaphragmes cloués, assemblés par clous et boulons qui peuvent bénéficier d'un coefficient de comportement q limité à 3. Cette limite de 3 se répercute sur la valeur donnée pour le même type de structure dans le Tableau 8.2.

CLAUSE 8.3 (4)

Il y a lieu d'ajouter les compléments suivants :

- ces dispositions ne sont toutefois pas applicables pour des assemblages comportant plus de deux plans de cisaillement ;
- pour les assemblages bois-métal, il convient de s'assurer que la capacité des plats métalliques est suffisante pour éviter tout phénomène de rupture fragile en section nette.

CLAUSE 9.2.1 (1)

Sont considérés comme présentant une robustesse suffisante pour éviter les ruptures fragiles et être montés dans les panneaux sismiques primaires :

- les blocs des groupes de maçonnerie 1 et 4, tels que définis dans la norme NF EN 1996-1-1 tableau 3.1 ;
- les blocs des groupes 2 et 3 comportant une cloison interne porteuse. Cette cloison interne de tous les éléments constitutifs d'un même panneau sismique primaire doit être située sans le même plan vertical.

## CLAUSE 9.2.2 (1)

Les valeurs retenues sont celles recommandées par l'EC8-1.

## CLAUSE 9.2.3 (1)

Les valeurs retenues pour la résistance minimale du mortier  $f_{m,min}$  sont les valeurs recommandées par l'EC8-1.

## CLAUSE 9.3 (2)

La maçonnerie non armée, conforme à l'EC6 uniquement, n'est pas autorisée sur le territoire de MONACO, conformément à la recommandation de l'EC8-1.

## CLAUSE 9.3 (3)

La valeur de  $a_{g,urm}$  à utiliser est de 2 m/s<sup>2</sup>.

## CLAUSE 9.3 (4)

Les limites supérieures des valeurs du coefficient de comportement sont celles recommandées par l'EC8-1.

Les systèmes en maçonnerie pouvant procurer une ductilité améliorée, donnant ainsi droit à des valeurs plus fortes du coefficient de comportement sont justifiés au cas par cas selon les procédures adéquates (avis technique ou similaire).

## CLAUSE 9.5.1 (5)c)

Les valeurs retenues pour les paramètres  $t_{ef,min}$ ,  $(h_{ef}/t_{ef})_{max}$  et  $(l/h)_{min}$  sont les suivantes :

Type de maçonnerie	$t_{ef,min}$ (mm)	$(h_{ef}/t_{ef})_{max}$	$(l/h)_{min}$
Non armée, avec blocs en pierre naturelle	350	9	0,5
Maçonnerie chaînée ou armée (blocs du groupe 1)	150	20	0,4
Maçonnerie chaînée ou armée (blocs des groupes 2, 3 et 4)	200	20	0,4

## CLAUSE 9.5.3 (5)

Il y a lieu de prévoir des chaînages horizontaux au niveau des fondations et en couronnement des combles.

## CLAUSE 9.5.3 (6)

La section transversale des armatures longitudinales des chaînages en couronnement des combles ne doit pas être inférieure à 1,5 cm<sup>2</sup>.

## CLAUSE 9.5.3 (6)

La valeur de 300 mm<sup>2</sup> est portée à 450 mm<sup>2</sup> dans le cas de maçonneries relevant du § 9.7, lorsque  $a_{g,S}$  est supérieur à 2,00 m/s<sup>2</sup> et pour autant qu'il s'agisse de bâtiments de plus d'un étage.

Cette valeur de 300 mm<sup>2</sup> (ainsi que celle de 450 mm<sup>2</sup>) est divisée par deux pour les chaînages de couronnement des combles.

Pour les chaînages horizontaux au niveau des fondations, il y a lieu de se reporter aux clauses du § 5.8.2.

Le diamètre minimum de cintrage des armatures longitudinales des chaînages demandés par la Norme européenne 1998-1:2004 est de 10 fois le diamètre des barres concernées dans le cas d'un béton C25/30 et de 8 fois le diamètre des barres concernées dans le cas de béton C30/35 ou plus. Il est toutefois admis de justifier des valeurs de diamètre de mandrin plus faibles, sans descendre en dessous de 4 diamètres des barres concernées, sur la base d'essais probants de montages représentatifs sous des actions cycliques en traction et compression des barres ou à partir des sollicitations sismiques.

---



---

**CLAUSE 9.6 (3)**

Les valeurs retenues pour  $\gamma_M$  et  $\gamma_S$  sont celles recommandées par l'EC8-1.

Type d'étages	Nb d'étages	0,50 m/s <sup>2</sup>	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
R + C	1	0,16	0,33	0,49	0,65	0,83	0,99
R + T	1	0,31	0,61	0,90	1,21	1,52	1,82
R + E + C	2	0,41	0,82	1,23	1,65	2,05	2,46
R + E + T	2	0,60	1,21	1,81	2,41	3,02	3,62
SS + R + C	2	0,49	0,98	1,47	1,96	2,45	2,94
SS + R + T	2	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15	3,78
SS + R + E + TC	3	0,63	1,25	1,89 ♥	2,51 ♥	3,13 ♥	3,76 ♥
SS + R + E + T	3	0,80	1,59	2,39 ♥	3,19 ♥	3,99 ♥	5,23 ♥

Légende : R=Rez-de-chaussée ; C=Couverture ; T=Toiture terrasse ; E=Etage au-dessus du rez-de-chaussée ; SS=Sous-Sol

**NOTE 1 - LES ÉTAGES SONT À CONSIDÉRER COMME SUIV :**

- un comble non habitable n'est pas à considérer comme un étage. Le fait qu'un comble soit habitable et donc à compter comme un étage, ne fait pas obligation de respecter pour autant la clause 9.7.2 (5) qui impose un écart de masse entre deux étages successifs. Cette clause n'est donc pas à appliquer aux toitures et couvertures qui ne sont pas des planchers terrasses ;

- un sous-sol partiellement enterré du fait de la pente du terrain environnant est à compter comme un étage dès lors que la surface visible de l'extérieur des murs périphériques du sous-sol dépasse plus de 50 % de la surface totale de ces mêmes murs périphériques.

**NOTE 2 - CONDITIONS SUR LA LONGUEUR DES MURS :**

- dans les deux directions la longueur moyenne des murs de contreventement doit être d'au moins 1,50 m, sauf condition plus sévère visée par les repères (♥) ;

- dans les cas repérés par (♥), la longueur moyenne des murs de contreventement dans les deux directions doit être d'au moins 2,50 m. A défaut, cette longueur moyenne des murs de contreventement doit être d'au moins 2,00 m pour autant que l'on mette en œuvre des éléments de maçonnerie dont la résistance est au moins égale à 6 N/mm<sup>2</sup> (voir à ce sujet les normes de produits) dans les 2 étages inférieurs ;

- les murs de contreventement pris en compte dans la hauteur d'un étage doivent, selon la clause 9.7.2 (3) e), exister dans les étages inférieurs. Par contre, certains murs de contreventement d'un étage peuvent ne pas exister dans les étages supérieurs. C'est particulièrement fréquent dans le cas d'un comble habitable et ce cas est traité dans la clause 9.7.2 (5) ;

- un mur de contreventement comportant des ouvertures est à considérer comme une juxtaposition de trumeaux ; ce sont les longueurs de ces trumeaux qui sont à prendre en considération ;

- on peut considérer comme mur sans ouverture, donc pouvant participer comme tel au contreventement (y compris les murs de la clause 9.7.2 (3) b)) :

- un mur comportant une seule ouverture, porte ou fenêtre, bordée par un cadre de cisaillement en béton armé ;

- un mur comportant de très petites ouvertures, d'au plus 0,04 m<sup>2</sup> avec un rapport des côtés compris entre 1 et 2, ces ouvertures étant distantes des bords et des autres ouvertures d'au moins 1 mètre. La présence de ces ouvertures ne conduit à aucun renfort particulier.

**CLAUSE 9.7.2 (2) b)**

La valeur retenue pour  $\lambda_{min}$  des longueurs des côtés en plan du bâtiment est celle recommandée, soit 0,25.

**CLAUSE 9.7.2 (2) c)**

La valeur retenue pour  $P_{max}$  de la surface des parties en saillie ou en retrait par rapport à la forme rectangulaire est celle recommandée par l'EC8-1.

$P_{max}$  est un rapport de surfaces.

**CLAUSE 9.7.2 (5)**

Les valeurs des différences maximales de masse et de raideur entre deux étages adjacents sont les suivantes :

- différence maximale de masse :  $\Delta_{m,max} = 20\%$
- différence maximale de raideur :  $\Delta_{m,max} = 33\%$

**CLAUSE 10.3 (2)**

La valeur retenue pour  $\gamma_x$  est celle recommandée par l'EC8-1.

## ANNEXE IV : ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX

### DIMENSIONNEMENT PARASISMIQUE DES ELEMENTS NON STRUCTURAUX DU CADRE BÂTI

#### Justifications parasismiques pour le bâtiment « à risque normal »

<b>INTRODUCTION</b> .....	12
<b>1 - DOMAINE D'APPLICATION</b> .....	12
<b>1.1 - Éléments non structuraux visés</b> .....	12
1.1.1 - Définition des familles d'éléments non structuraux du cadre bâti.....	12
1.1.2 - Éléments non structuraux (ENS) du cadre bâti nécessitant une prise en compte du séisme.....	14
<b>1.2 - Bâtiments visés</b> .....	15
1.2.1 - Périmètre d'application pour un ENS dans un bâtiment neuf.....	15
1.2.2 - Périmètre d'application pour un bâtiment existant.....	16
<b>2 - PRINCIPES D'ANALYSE DES ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX DU CADRE BÂTI</b> .....	16
<b>2.1 - Objectifs de comportement</b> .....	16
<b>2.2 - Effort inertiel - composante horizontale</b> .....	17
2.2.1 - Calcul de l'effort sismique supporté par l'ENS et ses fixations à partir de l'Eurocode 8.....	17
a) Formulation de l'Eurocode.....	17
b) Coefficient d'importance $\gamma_a$ .....	17
c) Coefficient de comportement $q_a$ .....	18
d) Autres paramètres.....	18
2.2.2 - Calcul de l'effort sismique supporté par l'ENS et ses fixations à partir d'une approche enveloppe.....	20
a) Cas d'utilisation de l'approche enveloppe.....	20
b) Choix des paramètres.....	20
<b>2.3 - Effort inertiel - composante verticale</b> .....	21
<b>2.4 - Compatibilité avec les déformations de la structure</b> .....	22
2.4.1 - Limitation des dommages - déplacements entre étages.....	22

2.4.2 - Sécurité des personnes - déplacement entre étages.....	23
--	----

<b>2.5 - Combinaison des effets de l'action sismique</b> .....	24
--	----

<b>2.6 - Dimensionnement des ancrages et fixations</b> .....	25
--	----

2.6.1 - Effort repris par les fixations de l'ENS.....	25
---	----

2.6.2 - Dimensionnement en capacité des ancrages et des fixations.....	25
--	----

<b>ANNEXE 1 - ORGANIGRAMME GÉNÉRAL</b> .....	26
--	----

<b>ANNEXE 2 - SYNTHÈSE DE LA JUSTIFICATION DE LA MISE EN ŒUVRE D'UN ENS DANS UN BÂTIMENT NEUF ET DANS UN BÂTIMENT EXISTANT</b> .....	27
--	----

### TABLE DES ILLUSTRATIONS

#### *Figures*

Figure 1-1 : Distinction de certains éléments non structuraux du cadre bâti.....	13
--	----

Figure 1-2 : Domaine d'application pour la prise en compte de l'action sismique.....	14
--	----

Figure 2-1 : Principe du coefficient de comportement $q_a$ .....	18
--	----

Figure 2-2 : Influence du niveau de l'ENS sur la valeur de l'effort sismique.....	20
---	----

Figure 2-3 : Influence du rapport $T_a/T_1$ sur la valeur de l'effort sismique.....	20
---	----

Figure 2-4 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme fréquent pour un bâtiment neuf.....	23
---	----

#### *Tableaux*

Tableau 1-1 : Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti au sens de ce guide.....	12
--	----

Tableau 1-2 : Classification des éléments non structuraux visés par les Eurocodes 1 et 8.....	13
---	----

Tableau 1-3 : Définition des éléments non structuraux du cadre bâti visés.....	14 et 15
--	----------

Tableau 1-4 : Périmètre d'application du guide pour un élément non structurel dans un bâtiment neuf.....	15
--	----

Tableau 1-5 : Périmètre d'application du guide pour un élément non structurel dans un bâtiment existant.....	16
--	----

Tableau 2-1 : Accélération de calcul $a_g$ (m/s <sup>2</sup> ) pour un bâtiment neuf.....	19
---	----

Tableau 2-2 : Accélération de calcul $a_g$ (m/s <sup>2</sup> ) pour un bâtiment existant.....	19
---	----

Tableau 2-3 : Coefficient de sol S.....	19
Tableau 2-4 : Coefficient sismique $k_a$ pour $q_a = 1$ .....	21
Tableau 2-5 : Coefficient sismique $k_a$ pour $q_a = 2$ .....	21
Tableau 2-6 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme fréquent.....	23
Tableau 2-7 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme de référence pour un bâtiment neuf.....	23
Tableau 2-8 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme de référence pour un bâtiment existant.....	24

## INTRODUCTION

L'objectif de comportement réglementaire minimum vis-à-vis du risque sismique est d'assurer la protection des vies humaines par le non-effondrement des structures. Les règles parasismiques applicables aux bâtiments relevant de la classe à risque normal s'intéressent au comportement de la structure résistante mais également au dimensionnement des éléments non structuraux. En effet, une prévention parasismique efficace doit considérer les risques induits par ces éléments, à l'intérieur comme à l'extérieur du bâtiment. En cas de séisme, les éléments non structuraux peuvent en effet occasionner des blessures aux occupants ou gêner leur évacuation.

La réglementation parasismique impose, dans certaines zones sismiques et pour certaines catégories de bâtiment, le dimensionnement au séisme des éléments non structuraux dans un bâtiment neuf mais aussi dans un bâtiment existant, à l'occasion de travaux sur la structure mais également à l'occasion d'ajout ou du remplacement d'un de ces éléments.

Ce guide vient donc expliciter le champ et les principes de l'Eurocode 8 dans sa partie dédiée aux éléments non structuraux du cadre bâti afin de proposer une méthode simplifiée pour l'application des clauses réglementaires. Dans un premier temps, sont définis, à partir de la liste de l'Eurocode 8, les éléments non structuraux du cadre bâti devant faire l'objet d'un traitement parasismique. Le guide précise, dans sa seconde partie, les objectifs de comportement, les principes d'analyse et de vérification ainsi que les paramètres à retenir pour l'application de l'Eurocode 8 aux éléments non structuraux du cadre bâti (notés couramment ENS pour simplification dans le présent guide).

## 1 - DOMAINE D'APPLICATION

### 1.1 - Éléments non structuraux visés

#### 1.1.1 - DÉFINITION DES FAMILLES D'ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX DU CADRE BÂTI

Les éléments constitutifs du bâtiment sont distingués suivant la fonction qu'ils assurent :

- les éléments structuraux (murs, planchers...) assurent la stabilité et la résistance du bâtiment sous l'effet des charges (gravité, vent, séisme...),
- les éléments non structuraux (cheminées, cloisons, éléments de façade, plafonds suspendus...) contribuent de façon négligeable à la reprise des efforts dans la structure,
- les équipements techniques se caractérisent par des fonctions annexes au clos et couvert, par exemple en assurant des fonctions de confort ou d'exploitation du bâtiment (chauffage, éclairage, distribution d'eau, ascenseurs...).

#### COMMENTAIRES

À partir des définitions du code civil, les éléments non structuraux peuvent donc être définis comme étant les éléments d'ouvrages ou d'équipements du bâtiment autres que ceux constituant les ouvrages de fondation et d'ossature du bâtiment et autres que les équipements techniques.

Les éléments non structuraux du cadre bâti faisant l'objet de ce guide sont :

Typologies d'éléments non structuraux visés	Familles d'éléments non structuraux visés
Éléments assurant la fonction de clos et couvert	- Éléments de façade (a) - Menuiseries extérieures (b) - Éléments de couverture (c)
Éléments intérieurs surfaciques verticaux et horizontaux	- Cloisons - Doublages - Plafonds suspendus - Planchers surélevés
Autres	- Éléments rapportés n'ayant pas de fonction portante (d) - Souches de cheminées maçonnées (e) - Éléments maçonnés : acrotères, balustres, garde-corps

Tableau 1-1 : Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti au sens de ce guide

(a) Cette famille regroupe tous les éléments de façade et donc les éléments non structuraux suivants : éléments de murs non structurels, bardages rapportés industriels ou translucides, façades légères non porteuses, parois vitrées, isolation rapportée extérieure... Elle est étendue aux éléments de façade inclinés dont l'inclinaison par rapport à la verticale est inférieure à 15°. Les éléments tels que les coffres de volets roulants, les volets battants, grilles de fermeture, barreaudage, enseignes et éléments équivalents ne font pas l'objet de dispositions parasismiques.

(b) Cette famille regroupe toutes les menuiseries extérieures (fenêtres et portes-fenêtres) qu'elles soient montées en applique intérieure, en applique extérieure ou en tunnel (fixation à la structure de la paroi verticale).

(c) Cette famille regroupe les grands et petits éléments de couverture et les isolants supports de couverture. Elle ne comprend pas les éléments de couverture des éléments visés à l'alinéa suivant (d).

(d) Sont notamment visés dans cette famille les auvents, les marquises et les couvertures de vérandas. A contrario, dans la mesure où ils assurent une fonction portante, les balcons, coursives et escaliers ne sont pas à considérer dans cette catégorie mais font partie des éléments structuraux.

(e) Cette famille concerne uniquement les souches et non les conduits de fumée, qui ne font pas partie du domaine d'application défini dans ce guide.

Les équipements techniques ne sont pas considérés comme des éléments non structuraux du cadre bâti et sont donc exclus du présent domaine d'application.

Toutefois, les équipements techniques assurant une fonction de clos et de couvert sont, par destination, à considérer comme des éléments non structuraux du cadre bâti au sens de ce guide.

COMMENTAIRE

Un panneau photovoltaïque intégré en toiture assurant une fonction de clos et de couvert est donc de fait considéré comme un élément non structurel au sens de ce guide, au titre des éléments de couverture.

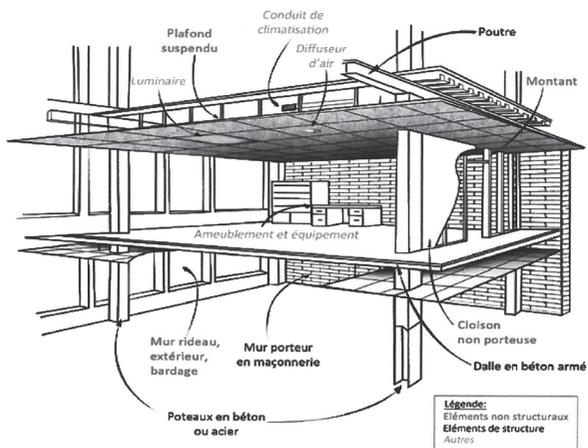


Figure 1-1 : Distinction de certains éléments non structuraux du cadre bâti

COMMENTAIRE

La définition d'« éléments non structuraux du cadre bâti » est volontairement plus restreinte dans ce guide que les définitions apportées par l'Eurocode 8 partie 1 (§ 4.3.5 norme NF EN 1998-1 Septembre 2005) et dans l'Eurocode 1. En effet, l'Eurocode 8 traite également des éléments non structuraux et d'équipements techniques non spécifiques au cadre bâti. Le guide ne vise que le traitement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti. Il est alors nécessaire de distinguer dans ce commentaire les éléments listés par l'Eurocode 8 non retenus au sens de ce guide :

Éléments visés par l'EC 1 et l'EC 8	Éléments non structuraux cadre bâti	Non considérés comme éléments non structuraux du cadre bâti	Commentaires
Cloisons	x		
Faux-plafonds	x		
Façades : bardage, vêtures, murs rideaux, isolation thermique par l'extérieur	x		
Couvertures, toitures	x		
Garde-corps, acrotères	x		Seuls les garde-corps et acrotères maçonnés sont considérés comme des éléments non structuraux du cadre bâti
Cheminées	x		Seules les souches de cheminées maçonnées sont considérées comme des éléments non structuraux du cadre bâti
Menuiseries extérieures	x		
Meubles lourds		x	
Antennes		x	
Signalisations et panneaux d'affichage		x	
Mâts et réservoirs sur poteaux		x	
Clôtures		x	

Tableau 1-2 : Classification des éléments non structuraux visés par les Eurocode 1 et 8

### 1.1.2 - ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX (ENS) DU CADRE BÂTI NÉCESSITANT UNE PRISE EN COMPTE DU SÉISME

La définition du périmètre des ENS nécessitant une analyse de comportement sismique est basée sur l'analyse du risque pour la sécurité des personnes.

Dans la plupart des cas, deux critères sont pris en compte :

- la dimension de référence (sauf mention contraire, il s'agit de la distance verticale entre le point haut de l'ENS hors dispositions de fixation et l'aire de chute potentielle située directement sous l'ENS),

- la masse surfacique de l'élément.

Un diagramme masse/hauteur permet de définir précisément les éléments pour lesquels une analyse sismique est nécessaire. Pour une dimension de référence inférieure à  $h_{lim}$  et une masse inférieure à  $m_{lim}$ , le risque est considéré comme faible et il n'est pas exigé de prendre en compte l'action sismique dans la conception et le dimensionnement de l'élément (région 1). Dans le cas contraire (région 2), si la dimension de référence est supérieure à  $h_{lim}$  ou si la masse surfacique de l'élément est supérieure à  $m_{lim}$ , les éléments doivent faire l'objet d'une prise en compte du risque sismique.

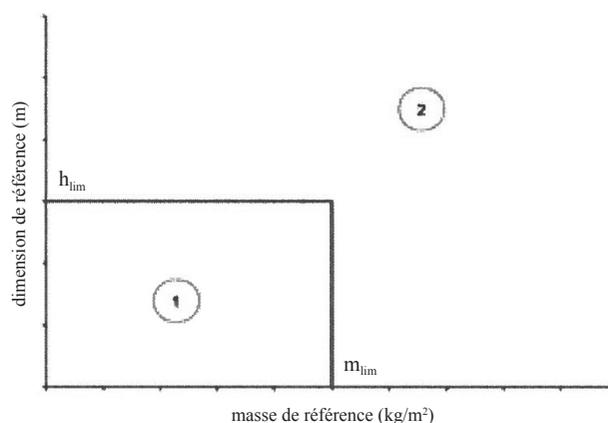


Figure 1-2 : Domaine d'application pour la prise en compte de l'action sismique

Les valeurs  $h_{lim}$  et  $m_{lim}$  dépendent de la famille d'éléments non structuraux et sont précisées si besoin dans le tableau ci-dessous.

Ce tableau 1-3 fournit donc le domaine d'application au sein de chaque famille d'éléments non structuraux définis au sens de ce guide :

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille notamment : - hauteur de référence ( $h_{lim}$ ) - masse de référence ( $m_{lim}$ )
Éléments de façade	Fixation à la structure par liaison mécanique seule : - $h_{lim} = 3,5$ m - $m_{lim} = 25$ kg/m <sup>2</sup> Autre mode de fixation à la structure (collage seul, calé-chevillé...) : - pas de limitation selon la hauteur d'implantation ( $h_{lim} = +\infty$ ) - $m_{lim} = 25$ kg/m <sup>2</sup>
Menuiseries extérieures	Les menuiseries extérieures en tunnel et en applique intérieure ou extérieure ne doivent pas faire l'objet d'une analyse sismique, à l'exception : - des menuiseries dont les remplissages sont de surface supérieure à 4 m <sup>2</sup> ; - des fenêtres juxtaposées.
Éléments de couverture	Pas de limitation en masse ni hauteur : tous les éléments de la famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique.
Cloisons et doublages	- $h_{lim} = 3,5$ m - $m_{lim} = 25$ kg/m <sup>2</sup>
Plafonds suspendus	Plafonds suspendus à l'aide d'une ossature : - $h_{lim} = 3,5$ m - $m_{lim} = 25$ kg/m <sup>2</sup> Plafonds suspendus par système d'accroche non rigide : tous les éléments de cette famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ( $h_{lim} = 0$ ; $m_{lim} = 0$ ).
Planchers surélevés	- $h_{lim} = 1$ m - pas de limitation de masse ( $m_{lim} = +\infty$ )

Familles d'éléments non structuraux du cadre bâti	Domaine d'application par famille notamment : - hauteur de référence ( $h_{lim}$ ) - masse de référence ( $m_{lim}$ )
Éléments rapportés sans fonction portante	- $h_{lim} = 1,5$ m avec $h_{lim}$ , longueur du porte-à-faux - $m_{lim} = 25$ kg/m <sup>2</sup>
Souches de cheminées maçonnées	- $h_{lim} = 1,4$ m avec $h_{lim}$ , hauteur de souche - pas de limitation de masse ( $m_{lim} = +\infty$ )
Acrotères, balustres et garde-corps maçonnés	Pas de limitation en masse ni hauteur : tous les éléments de la famille doivent faire l'objet d'une analyse sismique ( $h_{lim} = 0$ ; $m_{lim} = 0$ ).

Tableau 1-3 : Définition des éléments non structuraux du cadre bâti visés

Un élément non structurel du cadre bâti tel que concerné par le tableau 1-3 ci-dessus peut ne pas faire l'objet d'une analyse parasismique au sens de l'EC8-1 :

- si cet élément se situe à l'aplomb d'une aire de chute à occupation nulle ou quasi nulle (zone non accessible, zone uniquement accessible pour l'entretien, locaux techniques),
- ou si cet élément se situe à l'aplomb d'une aire protégée par un réceptacle ou par un auvent de protection.

### 1.2 - Bâtiments visés

La réglementation parasismique impose des exigences différentes pour le dimensionnement du bâtiment et de ses éléments non structuraux selon la zone sismique concernée (zones de sismicité 1 à 5 définies par les articles R.563-4 et D.563-8-1 du code de l'environnement) et la catégorie d'importance du bâtiment (catégories d'importance I à IV des bâtiments à risque normal définies à l'article 2 de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié).

Le guide vise à définir les exigences prescrites par la réglementation parasismique pour les éléments non structuraux et à fournir les principes permettant leur justification et leur intégration dans un bâtiment neuf mais également dans un bâtiment existant soumis à une action sismique. À ce titre, il peut être utilisé, conformément à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié :

- pour les ENS des bâtiments nouveaux, en application des § 1° et § 2° de l'article 3,
- pour l'ajout ou le remplacement d'éléments non structuraux dans les bâtiments existants, faisant l'objet de travaux structurels « lourds », tels que définis par les conditions particulières du § 3° de l'article 3.

#### COMMENTAIRES

Pour la mise en œuvre d'éléments non structuraux dans un bâtiment lors de travaux visant uniquement à renforcer le niveau parasismique d'un bâtiment, à l'initiative du Maître d'Ouvrage tel que défini dans les conditions générales de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010, le présent référentiel peut également être utilisé.

#### 1.2.1 - PÉRIMÈTRE D'APPLICATION POUR UN ENS DANS UN BÂTIMENT NEUF

L'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010 liste les cas pour lesquels l'application des règles de construction parasismique est exigée pour les bâtiments neufs. Dans ce cas, le dimensionnement des éléments non structuraux est également requis :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
<b>Zone sismique</b>	1				
	2				
	3				
	4			<b>Application des règles PS</b>	
	5				

Tableau 1-4 : Périmètre d'application du guide pour un élément non structurel mis en œuvre dans un bâtiment neuf

Le niveau de l'action sismique que doit supporter le bâtiment est fourni par l'arrêté sous la forme d'une accélération de calcul à déterminer à partir de la zone sismique, du coefficient d'importance du bâtiment et de la classe de sol.

### 1.2.2 - PÉRIMÈTRE D'APPLICATION POUR UN BÂTIMENT EXISTANT

L'application des dispositions parasismiques pour des éléments non structuraux mis en œuvre dans un bâtiment existant est imposée par l'arrêté en cas d'ajout ou de remplacement de ces éléments lors de certains travaux sur la structure, listés dans les conditions particulières de l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010. Il s'agit des cas suivants :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1				
	2				
	3				
	4			Application des règles PS en cas de travaux lourds	
	5				

Tableau 1-5 : Périmètre d'application du guide pour un élément non structural mis en œuvre dans un bâtiment existant

## 2 - PRINCIPES D'ANALYSE DES ÉLÉMENTS NON STRUCTURAUX DU CADRE BÂTI

Cette seconde partie décrit les principes d'analyse et de vérification ainsi que les conditions et paramètres d'application de l'eurocode 8 partie 1, dans sa partie dédiée aux éléments non structuraux (§ 4.3.5 de l'EN 1998-1 septembre 2005). Il propose en outre une formulation de calcul enveloppe de l'effort sismique à partir des formules (4.24) et (4.25) de l'Eurocode 8.

En premier lieu, sont précisés les objectifs de comportement associés au traitement parasismique des éléments non structuraux.

Dans un second temps, le chapitre s'intéresse aux deux phénomènes complémentaires et simultanés agissant sur l'élément non structural pendant le séisme :

- l'effort inertiel, décomposé selon une composante horizontale (§ 2.2) et selon une composante verticale (§2.3),

- l'effort cinématique dû à la déformation différentielle des appuis. La compatibilité de l'ENS avec ces déformations est traitée au §2.4).

Dans un dernier temps sont donnés les principes de dimensionnement des ancrages et fixations de l'ENS.

### 2.1- Objectifs de comportement

Dans le cas de bâtiments neufs ou de bâtiments existants faisant l'objet de travaux structurels, les objectifs de comportement visés sont la sécurité des personnes et la limitation des dommages en cas de séisme de moindre intensité.

#### COMMENTAIRES

a) Le respect de limitation des dommages sur les éléments non structuraux est basé sur la vérification du déplacement inter-étages de la structure du bâtiment. Il n'y a pas de vérification à effectuer sur l'élément non structural à proprement parler mais sur la structure à laquelle est fixé cet élément.

b) La limitation des dommages sur l'ouvrage ne signifie pas l'absence de dommage et ne garantit pas la continuité de fonctionnement (opérationnelle) du bâtiment.

Pour l'ajout ou le remplacement d'un élément non structural dans un bâtiment existant sans autres travaux portant sur la structure du bâtiment, seul l'objectif de sécurité des personnes est visé.

Les mesures préventives spécifiques destinées à garantir la continuité de fonctionnement pour les bâtiments de catégorie d'importance IV ne sont pas visées par le présent guide. Pour ces bâtiments, des dispositions complémentaires devront être définies par le maître d'ouvrage, et pourront également concerner certains équipements techniques identifiés comme indispensables à l'exploitation du bâtiment.

## COMMENTAIRE

Ces objectifs sont notamment induits par les principes de l'Eurocode 8-1 :

**RÉFÉRENCE EUROCODE 8-1 ART. 2.2.2(6)**

(6) P Il doit être vérifié que, sous l'effet de l'action sismique de calcul, le comportement des éléments non structuraux ne présente pas de risque pour les personnes et n'a pas d'effet défavorable sur la réponse des éléments structuraux. Pour les bâtiments, des règles spécifiques sont données en 4.3.5 et 4.3.6.

L'article 4.3.5.2 de l'EC8-1 précise que les effets de l'action sismique de calcul sont à prendre en compte dans le dimensionnement des éléments non structuraux ainsi que de leurs liaisons. Il s'agit des effets d'origine inertielle : ces efforts sont dus à l'accélération des masses de l'ENS.

**RÉFÉRENCE EUROCODE 8-1 ART. 4.3.5.2**

## 4.3.5.2 vérifications

(1) P Les éléments non structuraux, ainsi que leurs liaisons, tirants ou ancrages, doivent être vérifiés pour la situation sismique de calcul (voir 3.2.4).

**NOTE**

Il convient de prendre en compte la transmission locale des efforts dus à l'ancrage des éléments non-structuraux sur la structure, ainsi que leur influence sur le comportement structurel. Les dispositions à prendre pour l'ancrage dans le béton sont données dans l'EN1992-1-1 :2004, 2.7.

**2.2 - Effort inertiel - composante horizontale****2.2.1 - CALCUL DE L'EFFORT SISMIQUE SUPPORTÉ PAR L'ENS ET SES FIXATIONS À PARTIR DE L'EUROCODE 8**

## a) Formulation de l'Eurocode

L'Eurocode 8 fournit une méthode d'évaluation de l'action sismique dans le sens horizontal.

**RÉFÉRENCE EUROCODE 8-1 ART. 4.3.5.2**

(2) Les effets de l'action sismique peuvent être déterminés en appliquant aux éléments non structuraux une force horizontale  $F_a$  définie comme suit :

$$F_a = (S_a \cdot W_a \cdot \gamma_a / q_a) \quad \dots (4.24)$$

avec :

$F_a$  : force sismique horizontale, agissant au centre de gravité de l'élément non structural, dans la direction la plus défavorable ;

$W_a$  : poids de l'élément ;

$S_a$  : coefficient sismique applicable aux éléments non structuraux (voir (3) du présent paragraphe) ;

$\gamma_a$  : coefficient d'importance de l'élément ;

$q_a$  : coefficient de comportement de l'élément ;

(3) Le coefficient sismique  $S_a$  peut être calculé en utilisant l'expression suivante :

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot [3 (1 + z/H), (1 + (1 - T_a/T_1)^2) - 0,5] \quad \dots (4.25)$$

avec :

$\alpha$  : rapport entre l'accélération de calcul au niveau d'un sol de classe A,  $a_g$ , et l'accélération de la pesanteur  $g$  ;

$S$  : paramètre du sol ;

$T_a$  : période fondamentale de vibration de l'élément non structural ;

$T_1$  : période fondamentale de vibration du bâtiment dans la direction appropriée ;

$z$  : hauteur de l'élément non structural au-dessus du niveau d'application de l'action sismique (au-dessus du niveau des fondations ou du sommet d'un soubassement rigide) ;

$H$  : hauteur du bâtiment depuis les fondations ou le sommet d'un soubassement rigide.

La valeur du coefficient sismique  $S_a$  ne peut pas être prise inférieure à  $\alpha \cdot S$ .

Les paragraphes suivants donnent les principes à appliquer pour déterminer les paramètres permettant l'application des formules (4.24) et (4.25) de l'Eurocode 8.

b) Coefficient d'importance  $\gamma_a$ 

Pour les éléments non structuraux des bâtiments couverts par ce guide, la valeur du coefficient d'importance  $\gamma_a$  est prise égale à 1,0.

**RÉFÉRENCE EUROCODE 8-1 ART. 4.3.5.3**

## 4.3.5.3 Coefficients d'importance

(1) P Pour les éléments non structuraux suivants, le coefficient d'importance  $\gamma_a$  ne doit pas être inférieur à 1,5 :

- éléments d'ancrages de machines et d'équipements nécessaires au fonctionnement des réseaux vitaux ;

- réservoirs et récipients contenant des substances toxiques ou explosives, présentant des risques pour la sécurité publique.

(2) Dans tous les autres cas, le coefficient d'importance  $\gamma_a$  d'un élément non structural peut être pris égal à 1,0.

c) Coefficient de comportement  $q_a$ 

Les valeurs maximales du coefficient de comportement à considérer sont données dans l'article 4.3.5.4 de l'Eurocode 8.

**RÉFÉRENCE EUROCODE 8-1 ART. 4.3.5.4**

## 4.3.5.4 Coefficients de comportement

(1) Les valeurs maximales du coefficient de comportement  $q_a$  pour les éléments non structuraux sont indiquées dans le Tableau 4.4.

Type d'élément non structural	$q_a$
Garde-corps ou ornements Signalisations et panneaux d'affichage Cheminées, mâts et réservoirs sur poteaux se comportant en consoles non contreventées sur plus de la moitié de leur hauteur totale	1,0
Murs de façade et intermédiaires Cloisons et façades Cheminées, mâts et réservoirs sur poteaux, se comportant en consoles non contreventées sur moins de la moitié de leur hauteur totale, ou contreventées ou haubanées à la structure au niveau ou au-dessus de leur centre de gravité Éléments de fixations des meubles lourds et des bibliothèques supportés par les planchers Éléments de fixations des faux-plafonds et autres dispositifs légers de fixation	2,0

## COMMENTAIRES

a) Les éléments cités dans ce tableau ne sont pas tous des éléments non structuraux du cadre bâti au sens de ce guide.

b) Les valeurs de  $q_a$  fournies par le tableau 4.4 de l'article 4.3.5.4 de l'EC8-1 sont des valeurs maximales. Il est donc possible de choisir la valeur  $q_a = 1$  dans les calculs, même pour les éléments pour lesquels l'EC8 autoriserait une valeur  $q_a = 2$ .

c) Un coefficient de comportement  $q_a$  supérieur à 1,0 traduit le fait qu'on accepte, pour les éléments concernés et éventuellement leurs fixations, un endommagement sous séisme dès lors que la sécurité des personnes n'est pas menacée. Tel que présenté par l'EC8, il prend également en compte la redondance du système, qui permet une certaine redistribution de l'effort sismique entre fixations. En pratique, ce coefficient permet de limiter la valeur de l'action sismique dès lors qu'une rupture fragile entraînant une chute de l'ENS peut être écartée. Cet endommagement, qui peut être une déformation, un glissement des assemblages, voire une rupture partielle, dissipe une partie de l'énergie apportée par le séisme.

L'effort réellement supporté par l'ENS est alors plus faible que celui que cet ENS aurait eu à subir s'il était resté dans le domaine purement élastique (sans endommagement).

d) La valeur de  $q_a$  à retenir dépend du risque créé par l'endommagement de l'élément sur les personnes. Dans le cas où l'ENS peut s'endommager sans risque pour les personnes (comportement ductile), la valeur retenue est  $q_a = 2,0$ . Par contre, dans le cas où l'ENS a un comportement fragile, le coefficient de comportement est pris égal à  $q_a = 1,0$ .

e) La valeur de  $q_a$  pertinente pour un ENS ou une famille d'ENS (à savoir  $q_a = 1$  ou  $q_a = 2$ ) peut être issue d'essais.

Pour ces essais, le niveau d'excitation à appliquer aux points d'ancrage de l'ENS testé doit représenter l'effort transmis par la structure support. Il doit donc correspondre à l'application de la formule de l'EC8-1 calculée avec  $q_a = 1$  (mais sans tenir compte du terme  $T_a/T_1$  représentant la résonance). Les efforts réellement développés dans l'élément non structural et ses fixations seront intrinsèquement réduits par la ductilité du système et l'endommagement de l'ENS, ce qui conduira, dans le cas des ENS ductiles, à des efforts équivalents à ceux calculés avec la formule EC8-1 pour la valeur  $q_a = 2$ .

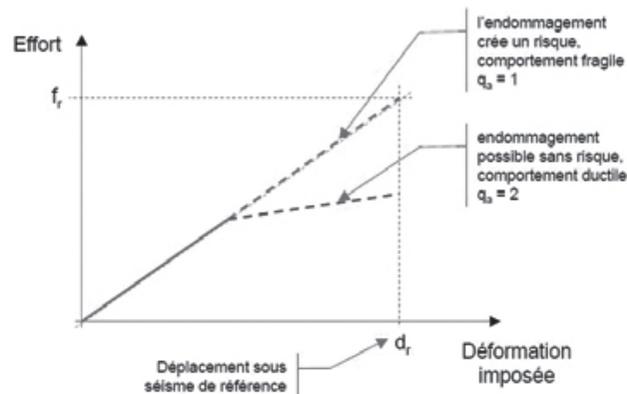


Figure 2-1 : Principe du coefficient de comportement  $q_a$

## d) Autres paramètres

La formule simplifiée proposée par l'Eurocode 8 prend également en compte :

1) L'accélération de calcul  $a_g (= a_{gr} \cdot \gamma_i)$  dépendant de la zone sismique et de la catégorie d'importance du bâtiment, au travers du coefficient sismique  $\alpha = a_g/g$ ,  $g$  étant l'accélération de la pesanteur. L'accélération de calcul est différente selon qu'il s'agit d'un bâtiment neuf ou d'un bâtiment existant : pour un bâtiment existant, l'accélération de calcul nécessaire pour l'application de l'Eurocode 8 est égale à 60 % de celle exigée pour un bâtiment neuf.

Valeurs d'accélération de calcul pour un bâtiment neuf :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	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

Tableau 2-1 : Accélération de calcul  $a_g$  ( $m/s^2$ ) pour un bâtiment neuf

Valeurs d'accélération de calcul pour un bâtiment existant :

		Catégorie d'importance du bâtiment			
		I	II	III	IV
Zone sismique	1	/	/	/	/
	2	/	/	/	0,59
	3	/	0,66	0,80	0,92
	4	/	0,96	1,15	1,34
	5	/	1,8	2,16	2,52

Tableau 2-2 : Accélération de calcul  $a_g$  ( $m/s^2$ ) pour un bâtiment existant

2) Les conditions de sol par l'intermédiaire du coefficient de sol S, dont les valeurs sont données par l'article 4.II.d) de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié :

Classe de sol	S (zone 1 à 4)	S (zone 5)
A	1,00	1,00
B	1,35	1,20
C	1,50	1,15
D	1,60	1,35
E	1,80	1,40

Tableau 2-3 : Coefficient de sol S

3) Le niveau dans le bâtiment auquel se trouve l'ENS, au travers de l'altitude relative  $z/H$  : l'effort est plus important en tête de bâtiment qu'à sa base.

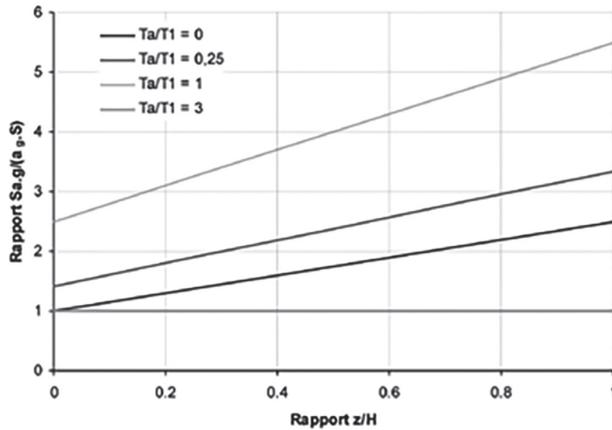


Figure 2-2 : Influence du niveau de l'ENS sur la valeur de l'effort sismique

4) Le rapport des périodes de l'ENS et de la structure pour couvrir l'éventuelle amplification due à une résonance :

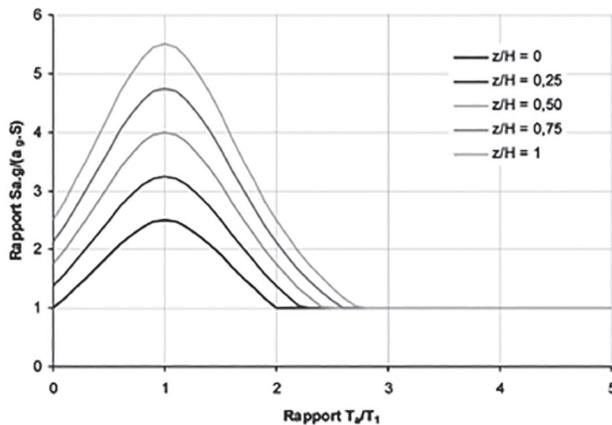


Figure 2-3 : Influence du rapport  $T_a/T_1$  sur la valeur de l'effort sismique

2.2.2 - CALCUL DE L'EFFORT SISMIQUE SUPPORTÉ PAR L'ENS ET SES FIXATIONS À PARTIR D'UNE APPROCHE ENVELOPPE

a) Cas d'utilisation de l'approche enveloppe

La formule de l'EC8 dont les paramètres sont décrits au paragraphe 2.2.1 précédent permet de déterminer l'effort sismique supporté par l'ENS et ses fixations, en fonction des paramètres suivants :

- hauteur d'implantation de l'élément ( $z/H \neq 1$ ),
- classe de sol relative au projet de bâtiment,
- périodes propres du bâtiment et de l'ENS considéré.

Dans ce paragraphe, une approche enveloppe de l'effort sismique supporté par l'ENS et ses fixations est proposée, lorsque l'on souhaite évaluer cet effort indépendamment du bâtiment concerné, de la classe de sol et de la hauteur d'implantation de l'élément.

Si l'un de ces paramètres est connu, l'approche enveloppe peut être conservée, en remplaçant le paramètre connu par sa valeur réelle.

b) Choix des paramètres

Pour une approche enveloppe développée ci-après, les paramètres considérés sont les suivants :

- sol de classe E,
- éléments non structurel situé au sommet du bâtiment :  $z = H$ ,
- résonance entre l'élément non structurel et le bâtiment :  $T_a = T_1$ .

Ainsi, une approche enveloppe de l'action sismique horizontale agissant dans un bâtiment sur un ENS et sur ses fixations peut alors être définie par les formules suivantes :

- Dans les zones de sismicité 2, 3 et 4 :

$$F_a = \frac{1,8 \times a_g / g \times 5,5 \times W_a}{q_a} = k_a \cdot W_a$$

Valeur approchée :  $F_a = \frac{a_g \cdot W_a}{q_a}$

- Dans les zones de sismicité 5 :

$$F_a = \frac{1,4 \times a_g / g \times 5,5 \times W_a}{q_a} = k_a \cdot W_a$$

Valeur approchée :  $F_a = \frac{0,8 a_g \cdot W_a}{q_a}$

avec :

$W_a$  : poids de l'élément non structurel

$q_a$  : coefficient de comportement ( $q_a = 1$  ou  $2$ , voir §2.2.1.c)

$a_g$  : accélération de calcul exprimée en  $m/s^2$  dépendant de la zone sismique et de la catégorie d'importance de l'ouvrage

$k_a$  : coefficient adimensionnel représentant l'influence de  $a_g$  et de  $q_a$  sur l'effort appliqué à l'ENS

Les valeurs du coefficient  $k_a$  peuvent être lues dans les tableaux ci-dessous. Une valeur de  $k_a$  supérieure à 1 signifie que l'intensité de l'effort sismique est supérieure à celle du poids propre.

$q_a = 1$		Catégorie d'importance du bâtiment		
		II	III	IV
Zone sismique	2	/	0,85	0,99
	3	1,11	1,33	1,55
	4	1,61	1,94	2,26
	5	2,35	2,83	3,30

Tableau 2-4 : Coefficient sismique  $k_a$  pour  $q_a = 1$ 

$q_a = 2$		Catégorie d'importance du bâtiment		
		II	III	IV
Zone sismique	2	/	0,42	0,49
	3	0,56	0,67	0,78
	4	0,81	0,97	1,13
	5	1,18	1,41	1,65

Tableau 2-5 : Coefficient sismique  $k_a$  pour  $q_a = 2$ 

### 2.3 - Effort inertiel - composante verticale

La méthode décrite dans l'EC8 n'aborde que l'action horizontale sismique. Pour certains éléments horizontaux (notamment les plafonds suspendus), il est également nécessaire de tenir compte de la direction verticale de l'action sismique, en complément de l'action sismique horizontale.

Cette composante verticale de l'action sismique n'est à considérer que pour les accélérations  $a_{vg}$  supérieure à 2,5 m/s<sup>2</sup>. L'article 4 II c) de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié précise les valeurs  $a_{vg}/a_g$  à adopter pour les zones de sismicité 2 à 5.

#### COMMENTAIRE

En application de la clause de l'art. 4. II.c de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié (valeurs de  $a_{vg}/a_g$ ) et en considérant les cas où  $a_{vg}$  est supérieure à 2,5 m/s<sup>2</sup>, la composante sismique verticale n'est à prendre en compte qu'en zone de sismicité 5 pour des bâtiments de catégorie d'importance III et IV.

Pour son application, il convient de considérer les paramètres suivants :

- l'accélération verticale ( $a_{vg}$ )
- les éléments horizontaux étant, dans la majorité des cas, suspendus en sous-face de planchers, il convient de tenir compte des amplifications possibles (transferts de spectre).

La force sismique  $F_{av}$  appliquée verticalement (force ascendante ou descendante) peut être exprimée sous la forme :

$$F_{av} = \frac{S_{av} W_a \gamma_a}{q_a}$$

$F_{av}$  : force sismique verticale

$S_{av}$  : coefficient sismique applicable aux éléments non structuraux horizontaux, défini comme suit :

$$S_{av} = \frac{a_{vg}}{g} C_{av}$$

avec  $C_{av}$  coefficient d'amplification du spectre de plancher, dépendant en particulier de l'amortissement du sous-système composé par l'élément non structural et ses fixations. Pour les ENS appartenant au cadre bâti, la valeur  $C_{av} = 2$  peut généralement être adoptée.

## COMMENTAIRES

a) Pour la détermination de la force sismique verticale le paramètre de sol  $S$  et l'incidence de la position ( $z/H$ ) ne sont pas à considérer.

b) Par exemple, pour les plafonds suspendus, le coefficient sismique  $S_{av}$  peut s'exprimer sous la forme :

$$S_{av} = \frac{2 a_{vg}}{g}$$

Le coefficient  $C_{av} = 2$  représente la valeur maximale de l'amplification due au spectre de plancher, lorsque le rapport entre la période propre de l'ENS et celle de son support est inférieur à 0,5, ce qui est le cas pour des plafonds suspendus en sous-face de planchers.

On obtient finalement, avec  $\gamma = 1$  et  $q_a = 1$  :

$$F_{av} = 2 \frac{2 a_{vg}}{g} W_a$$

#### 2.4 - Compatibilité avec les déformations de la structure

Les paragraphes suivants traitent plus spécifiquement de la déformation de la structure support (déplacement inter-étages) à partir des dispositions de l'Eurocode 8 partie 1 :

- pour l'exigence de limitation des dommages,
- pour l'exigence de sécurité des personnes.

D'autres justifications aux états-limites peuvent être apportées suivant la nature de l'ENS (par exemple, mise en charge des cloisons par déformation de planchers).

##### 2.4.1-LIMITATION DES DOMMAGES-DÉPLACEMENTS ENTRE ÉTAGES

L'exigence de limitation des dommages est définie comme suit dans l'Eurocode 8 partie 1.

#### RÉFÉRENCE EUROCODE 8 ART. 4.4.3.1

##### 4.4.3 Limitation des dommages

###### 4.4.3.1 Généralités

(1) L'exigence de « limitation des dommages » est considérée comme satisfaite si, pour une action sismique ayant une plus forte probabilité d'occurrence que l'action sismique de calcul correspondant à l'exigence de « non-effondrement » conformément à 2.1(1)P et 3.2.1(3), les déplacements entre étages sont limités conformément à 4.4.3.2.

(2) Des vérifications supplémentaires pour la limitation des dommages peuvent être requises dans le cas de bâtiments importants pour la protection civile ou qui contiennent des équipements sensibles.

Pour le déplacement inter-étages, il s'agit de se référer au paragraphe suivant de l'Eurocode 8-1.

#### RÉFÉRENCE EUROCODE 8 ART. 4.4.3.2 (1)

##### 4.4.3.2 Limitation des déplacements entre étages

(1) Sauf spécification contraire dans les articles 5 à 9, les limites suivantes doivent être respectées :

a) pour les bâtiments ayant des éléments non structuraux composés de matériaux fragiles fixés à la structure :

$$d_{i,v} \leq 0,005 h \quad \dots(4.31)$$

b) pour les bâtiments ayant des éléments non structuraux ductiles :

$$d_{i,v} \leq 0,0075 h \quad \dots(4.32)$$

c) pour les bâtiments ayant des éléments non structuraux fixés de manière à ne pas interférer avec les déformations de la structure ou n'ayant pas d'éléments non structuraux :

$$d_r \leq 0,010 h \quad \dots(4.33)$$

avec :

$d_r$  : déplacement de calcul entre étages défini en 4.4.2.2(2) ;

$h$  : hauteur entre étages ;

$v$  : coefficient de réduction pour prendre en compte une plus petite période de retour de l'action sismique associée à l'exigence de limitation des dommages.

Plus l'élément à protéger est fragile, plus le déplacement entre étages de l'ossature est limité.

La valeur du paramètre  $v$  est fournie par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié :  $v = 0,4$ . Ce paramètre indique que les effets du séisme « fréquent » utilisé pour la limitation des dommages sont supposés être égaux à 40 % des effets du séisme de référence défini par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Le classement en fragile (cas a) ou ductile (cas b) suit la démarche utilisée pour le choix du coefficient  $q_a$  (§2.2.1 c) : si l'ENS est capable de subir un endommagement sous l'effet des déformations imposées sans créer de risque pour les personnes, il relève du cas b. Dans le cas contraire, il relève du cas a. Les ENS dont les fixations ne sont pas soumises à des déformations différentielles entre étages (par exemple des plafonds suspendus) relèvent du cas c. Les valeurs découlant de l'application des formules (4.31), (4.32) et (4.33) de l'Eurocode 8-1 sont présentées dans le tableau et le graphique suivants.

Bâtiment neuf	Déplacement inter-étage sous séisme fréquent (cm)		
	cas a)	cas b)	cas c)
h(m)			
2,0	1,0	1,50	2,00
3,0	1,50	2,25	3,00
4,0	2,00	3,00	4,00
5,0	2,50	3,75	5,00
6,0	3,00	4,50	6,00

Tableau 2-6 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme fréquent

Ces valeurs sont identiques pour la vérification à effectuer en cas de mise en œuvre sur un bâtiment neuf et sur un bâtiment existant.

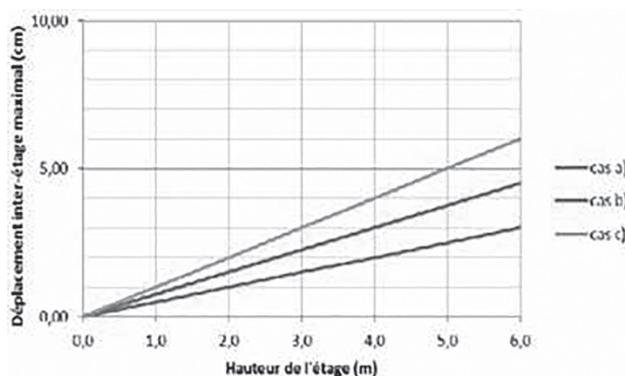


Figure 2-4 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme fréquent pour un bâtiment neuf

#### 2.4.2 - SÉCURITÉ DES PERSONNES - DÉPLACEMENT ENTRE ÉTAGES

La clause 4.3.5.2 de l'Eurocode 8 permet de calculer les efforts dans l'élément non structural et de dimensionner ses fixations à la structure support. Pour des éléments sensibles aux déformations, ceci peut ne pas suffire et des dispositions devront être prises pour éviter la chute des éléments ou d'une partie de ceux-ci lors du séisme. C'est pourquoi il est nécessaire de démontrer que les ENS sont capables, sans effondrement partiel ou global présentant un risque pour les personnes, de supporter les déformations inter-étages pouvant survenir lors du séisme de référence.

Les valeurs données dans l'EC8-1 § 4.4.3.2 concernent l'exigence de limitation des dommages mais pas celle de la sécurité des personnes. Les déformations obtenues par cette clause correspondent donc à un séisme « fréquent » dont les effets sont 2,5 fois plus faibles que ceux du séisme de référence (car  $v = 0,40$ ). Pour la protection des personnes, c'est le séisme de référence qu'il faut envisager. Elles correspondent au cas  $v = 1$ .

Bâtiment neuf	Déplacement inter-étage sous séisme fréquent (cm)	
	cas a)	cas b)
h(m)		
2,0	2,50	3,75
3,0	3,75	5,63
4,0	5,00	7,50
5,0	6,25	9,38
6,0	7,50	11,25

Tableau 2-7 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme de référence pour un bâtiment neuf

Bâtiment existant	Déplacement inter-étage sous séisme fréquent (cm)		
	h(m)	cas a)	cas b)
	2,0	1,50	2,25
	3,0	2,25	3,38
	4,0	3,00	4,50
	5,0	3,75	5,63
	6,0	4,50	6,75

Tableau 2-8 : Valeurs des déplacements inter-étages maximaux sous séisme de référence pour un bâtiment existant

Les valeurs des déplacements inter-étages fournies par ces tableaux 2-7 et 2-8 constituent des valeurs maximales. Des éléments non structuraux du cadre bâti justifiés pour pouvoir supporter ces valeurs de déplacements inter-étages pourront s'affranchir de justifications spécifiques du déplacement inter-étages quel que soit le bâtiment considéré.

#### COMMENTAIRES

a) Un ENS pourra aussi être validé pour des déformations maximales inférieures à celles mentionnées dans les tableaux 2-7 et 2-8. Dans ce cas, cet ENS ne pourra être utilisé dans un bâtiment en zone sismique qu'après avoir démontré que les déplacements inter-étages de ce bâtiment sous séisme de référence sont compatibles avec celles de l'ENS.

b) En l'absence d'autres informations sur les déplacements inter-étages, un ENS installé dans un bâtiment existant doit pouvoir supporter les valeurs maximales définies au tableau 2-8.

#### 2.5 - Combinaison des effets de l'action sismique

La combinaison d'action prenant en compte l'action sismique, à utiliser dans le dimensionnement des ancrages (§ 2.6), est la suivante :

#### RÉFÉRENCES EUROCODE 8-1 ART. 4.3.5.2, 3.2.4 ET EUROCODE 0 ART. 6.4.3.4

(1) P Les éléments non structuraux, ainsi que leurs liaisons, tirants ou ancrages, doivent être vérifiés pour la situation sismique de calcul (voir 3.2.4) :

3.2.4 Combinaisons de l'action sismique avec d'autres actions

(1) P La valeur de calcul  $E_d$  des effets des actions en situation sismique doit être déterminée conformément à l'EN 1990 :2002, 6.4.3.4.

6.4.3.4 Combinaisons d'actions pour les situations de projet sismiques

(1) Il convient d'adopter comme format général des effets des actions :

$$E_d = E \left\{ G_{kj}; P; A_{Ed}; \psi_{2,i} Q_{k,i} \right\} \quad j \geq 1; i \geq 1$$

(expression 6.12a)

(2) La combinaison des actions entre parenthèses { } peut s'exprimer par :

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

(expression 6.12b)

Les éléments non structuraux n'étant généralement pas soumis à des charges d'exploitation, la combinaison d'actions se réduit alors à  $G + A_{E,d}$  dans laquelle  $G$  représente les effets des charges permanentes et  $A_{E,d}$  représente les effets du séisme, engendrés par les actions inertielles et les déformations imposées par la structure.

Chaque composante, verticale ou horizontale, est à considérer indépendamment. Il n'est pas nécessaire de combiner les actions induites par chacune de ces composantes.

---

---

## 2.6- Dimensionnement des ancrages et fixations

---

### 2.6.1- EFFORT REPRIS PAR LES FIXATIONS DE L'ENS

Le choix des fixations de l'ENS est fait de manière à reprendre l'effort calculé au paragraphe 2.5. L'effort sismique peut être réparti sur l'ensemble des fixations présentes, pour autant que cela corresponde à une réalité physique : les résistances des fixations doivent être effectivement mobilisables dans la direction d'étude considérée (attention aux fixations qui ne fonctionnent que dans un sens ou une direction). L'influence des raideurs de l'élément et de ses attaches doit être prise en considération si cela conduit à une autre répartition des efforts sur les fixations. Un coefficient de sécurité peut être adopté pour couvrir de manière forfaitaire l'incertitude liée à la répartition de l'action sismique sur les fixations de l'ENS.

---

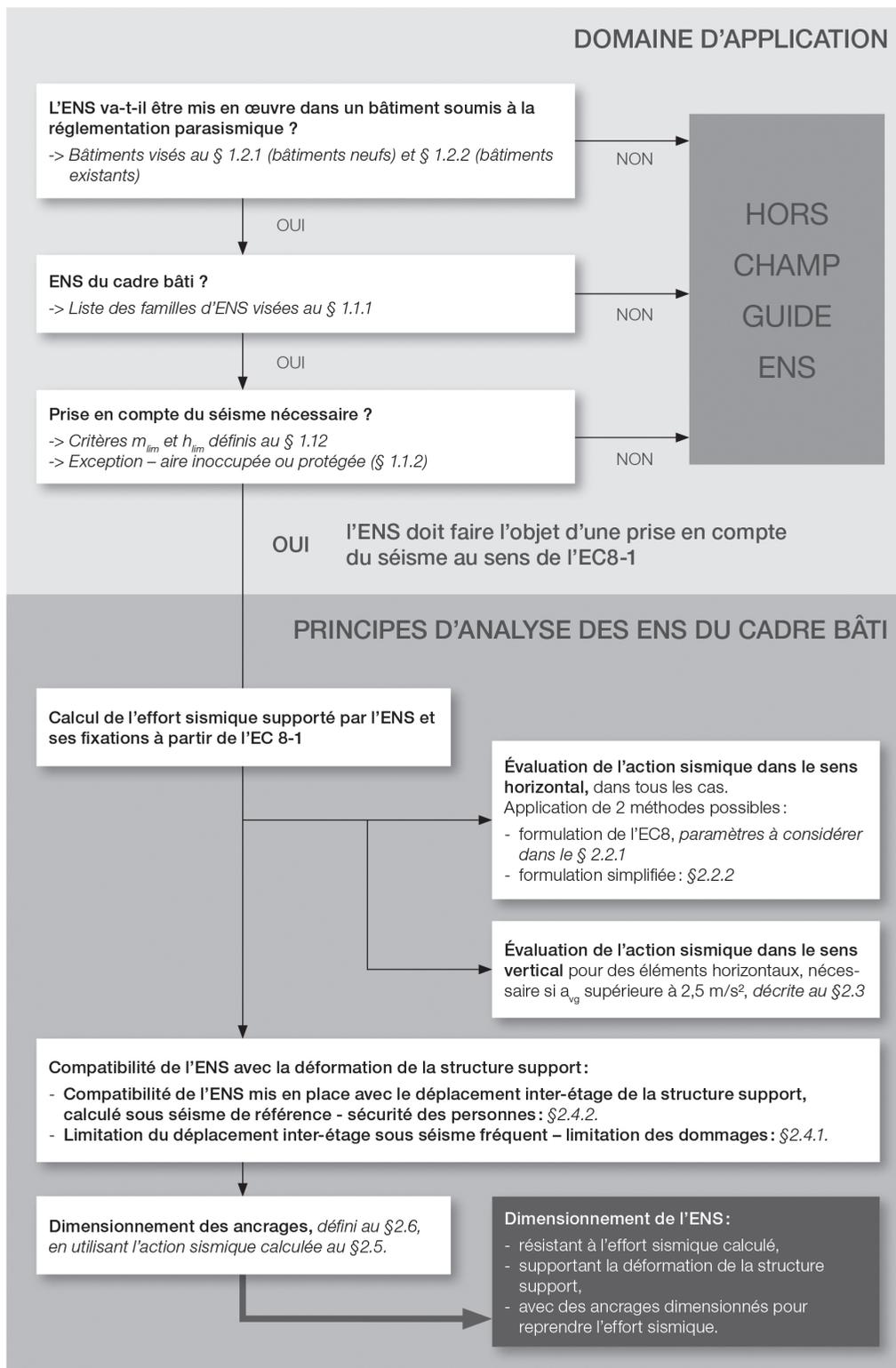
### 2.6.2- DIMENSIONNEMENT EN CAPACITÉ DES ANCRAGES ET DES FIXATIONS

Le choix des fixations de l'ENS est fait de manière à reprendre l'effort calculé précédemment.

Par principe, les éléments de structure dans lesquels les fixations de l'ENS viennent s'ancrer devront être capables de supporter l'effort maximal qui pourra être transmis par ces fixations. La valeur à reprendre est donc la valeur résistante  $R_D$  de la fixation et non l'effort  $E_D$  calculé pour cette fixation. Il s'agit d'un dimensionnement en capacité. Cette disposition vise à se prémunir du risque de chute global de l'ENS par endommagement des ancrages ou de la structure portante, en cas de dépassement de l'action sismique de référence, et à privilégier un endommagement à l'intérieur de l'ENS ou dans sa fixation, là où des dispositions sont prises pour accompagner cet endommagement sans risque pour les personnes.

Cette exigence de dimensionnement en capacité des éléments de structure supportant l'ENS peut être considérée comme satisfaite en utilisant comme effort de dimensionnement la valeur de l'effort  $E_d$  calculée à l'ancrage, dans laquelle la part due au séisme  $A_{Ed}$  a été multipliée par 1,2  $q_a$ .

## ANNEXE 1 - ORGANIGRAMME GÉNÉRAL



---

---

## ANNEXE 2 - SYNTHÈSE DE LA JUSTIFICATION DE LA MISE EN ŒUVRE D'UN ENS DANS UN BÂTIMENT NEUF ET DANS UN BÂTIMENT EXISTANT

---

Le besoin de prise en compte du séisme et par suite son éventuelle analyse au sens de l'Eurocode 8-1 pour un élément non structurel ayant vocation à être mis en œuvre dans un projet de construction neuve ou dans un bâtiment existant faisant l'objet de travaux structurels doit suivre la démarche suivante :

### 1. Le bâtiment appartient-il au périmètre d'application de la réglementation sismique ?

Consulter le périmètre d'application de la réglementation parasismique applicable aux éléments non structurels mis en œuvre dans un bâtiment neuf (§1.2.1 ; Tableau 1.4) ou existant (§1.2.2 ; Tableau 1.5).

### 2. L'ENS mis en place fait-il partie des ENS du cadre bâti pour lesquels l'action sismique doit être prise en compte ?

Consulter la liste des familles d'éléments non structurels du cadre bâti (liste du §1.1.1) puis le § 1.1.2 qui donne les dimensions et masses de référence propres à chaque famille (tableau 1.2), déterminant ainsi les ENS nécessitant une prise en compte du séisme dans leur conception et mise en œuvre.

### 3. Vérification de l'EL de limitation de dommage :

### limitation des déplacements inter-étages de la structure support

Les déplacements inter-étages de la structure support sont à comparer aux limites définies à l'article 4.4.3.2 de l'Eurocode 8 partie 1 (limites qui dépendent de la nature des éléments non structurels présents dans le bâtiment, ces limites étant fournies par le tableau 2.6 du guide).

### 4. Vérification de l'EL ultime (sécurité des personnes) :

a) Vérification de la résistance de l'ENS et vérification/dimensionnement des ancrages

- Évaluation de la demande  $F_a$  pour chaque élément. Cette évaluation doit être faite :

- pour la composante horizontale ; 2 méthodes sont possibles : application de la formule de l'article 4.3.5.2 de l'EC8-1 (détaillée au § 2.2.1) ou application de l'approche enveloppe proposée dans ce guide (décrite au §2.2.2).

- pour la composante verticale, uniquement si  $a_{vg} > 2,5 \text{ m/s}^2$  ; les principes sont détaillés dans le §2.3

- Choix d'un ENS avec résistance  $R$  supérieure à  $F_a$ .

- Dimensionnement des ancrages.

Cela doit amener le concepteur de l'ENS à la définition de dispositions constructives adéquates.

b) Vérification de la compatibilité entre les déplacements inter-étage de la structure support et les valeurs de déformation admissible par l'ENS (tableaux 2-7 ou 2-8).

---

---



*imprimé sur papier PEFC*

IMPRIMERIE GRAPHIC SERVICE  
GS COMMUNICATION S.A.M. MONACO

