

## Quelles sont les masses à prendre en compte pour l'analyse sismique d'un bâtiment ?

*Les actions sismiques sont de nature inertielle et sont donc proportionnelles aux masses. Pour l'analyse sismique d'un bâtiment, l'EN 1998-1 définit les règles permettant de déterminer les masses à prendre en compte dans le modèle de calcul.*

### Masses dans le modèle de calcul

Lors de l'analyse sismique d'un bâtiment, les masses suivantes doivent être incluses dans le modèle de calcul (cf. clause 3.2.4 (2) de l'EN 1998-1 [4]) :

- toutes les masses associées aux charges gravitaires permanentes (masses permanentes) ;
- une fraction des masses associées aux charges gravitaires variables (masses variables).

La fraction des masses variables est notée  $\psi_{Ei}$  dans l'EN 1998-1 et doit être calculée à l'aide de l'équation suivante (cf. clause 4.2.4 (2)P de la NF EN 1998-1) :

$$\psi_{Ei} = \varphi \psi_{2i} \quad (1)$$

dans laquelle :

$i$  est l'indice du cas de charge variable gravitaire  $Q_i$  ;

$\psi_{2i}$  est le coefficient définissant la valeur quasi-permanente de l'action variable  $Q_i$  ;

$\varphi$  est un coefficient de corrélation, devant être pris par défaut égal à 1,0. Dans le cas particulier des charges d'exploitation des catégories A à C (au sens de l'EN 1991-1-1 [1]), des valeurs inférieures à 1,0 peuvent être prises en compte selon le

#### Tableau 1.

Pour les étages intermédiaires, la valeur du coefficient dépend de la corrélation des occupations. Cette notion n'étant pas définie dans la norme, il est par conséquent recommandé d'adopter par défaut la plus défavorable (occupations corrélées) et de n'utiliser la valeur pour les occupations indépendantes uniquement lorsque les documents du marché le mentionnent explicitement.

Catégorie d'action variable	Niveaux	$\varphi$
Catégories A à C	Toit	1,0
	Étages à occupations corrélées	0,8
	Étages à occupations indépendantes	0,5

Tableau 1 : Valeurs de coefficient  $\varphi$  pour les catégories de chargement A à C

Une synthèse des différentes valeurs des paramètres  $\varphi$ ,  $\psi_2$  et  $\psi_E$  à utiliser en fonction du type d'action variable est proposée dans cet article.



*La fraction de masse variable doit être considérée comme uniformément répartie sur l'aire de chargement associée. Les effets éventuels d'une répartition non uniforme sont pris en compte par l'excentricité accidentelle (§ 4.3.2. de l'EN 1998-1)*

## Charges d'exploitation des bâtiments – Catégories A à F, hors bâtiments industriels

Catégories	Étages	$\varphi$	$\psi_2$	$\psi_E$
Catégorie A : Habitation	Étages à occupation corrélées	0,8	0,3	<b>0,24</b>
	Étages à occupations indépendantes	0,5		<b>0,15</b>
Catégorie B : Bureaux	Étages à occupation corrélées	0,8	0,3	<b>0,24</b>
	Étages à occupations indépendantes	0,5		<b>0,15</b>
Catégorie C : Lieux de réunion	Étages à occupation corrélées	0,8	0,6	<b>0,48</b>
	Étages à occupations indépendantes	0,5		<b>0,30</b>
Catégorie D : Commerces	Tous	1,0	0,6	<b>0,60</b>
Catégorie E1 : Stockage	Tous	1,0	0,8	<b>0,80</b>
Catégorie F : Parking	Tous	1,0	0,6	<b>0,60</b>

Tableau 2 : Valeurs des coefficients  $\varphi$ ,  $\psi_2$  et  $\psi_E$  pour les catégories de chargement A à F (hors E2)

Origine des valeurs :

- $\varphi$  : Tableau 4.2 de la NF EN 1998-1
- $\psi_2$  : Tableau A1.1 de la NF EN 1990 et son Annexe Nationale [1]



La catégorie F concerne les aires dédiées au stationnement et à la circulation des véhicules légers (poids inférieur à 30 kN avec au plus 9 personnes à bord).

## Bâtiments industriels (catégorie E2)

Sous-catégories	$\varphi$	$\psi_2$	$\psi_E$
E2-a : Installation et Unités de production	1,0	1,0	<b>1,0</b>
E2-b : Matériels roulants lourds liés à la manutention des produits ou à l'entretien des machines	1,0	0,3	<b>0,3</b>
E2-c : Personnel, approvisionnement en produits, déchets et matériel roulant léger, liés au fonctionnement des machines	1,0	0,6	<b>0,6</b>

Tableau 3 : Valeurs des coefficients  $\varphi$ ,  $\psi_2$  et  $\psi_E$  pour les catégories de chargement E2

Origine des valeurs pour  $\psi_2$  : Tableau A1.1 de l'Annexe Nationale de la NF EN 1990

## Ponts roulants

Type de charge	$\varphi$	$\psi_2$	$\psi_E$
Masse propre du pont roulant (poids $Q_c$ )	1,0	1,0	<b>1,0</b>
Masse soulevée (poids $Q_h$ ) – directions horizontales	0	0,2	<b>0</b>
Masse soulevée (poids $Q_h$ ) – direction verticale	1,0	0,2	<b>0,2</b>

Tableau 4 : Valeurs des coefficients  $\varphi$ ,  $\psi_2$  et  $\psi_E$  pour les ponts roulants

La masse propre du pont roulant doit toujours être prise en compte. La masse soulevée (masse au crochet) n'est jamais « vue » dans les directions horizontales, en raison de la souplesse infinie du câble. Dans la direction verticale, le câble est très raide. Le coefficient  $\psi_2$  pour la charge au crochet peut alors être prise égale à 0,2, sauf indications contraires des documents du marché. La masse au crochet, si elle est intégrée dans le modèle, ne doit l'être que pour la direction verticale.

Dans la plupart des cas pour les bâtiments à risque normal, la direction verticale peut être négligée lors de l'analyse sismique (voir les critères du § 4.3.3.5.2 de [4]).

Origine des valeurs pour  $\varphi$  et  $\psi_2$  : Annexe Nationale de la NF EN 1998-1, clause 4.2.4 (2).

## Toitures

Type de charge	$\varphi$	$\psi_2$	$\psi_E$
Toiture non accessible – Catégorie H	1,0	0	<b>0</b>
Toiture accessible – Catégorie I			
Usage :			
Habitation (cat. A)	1,0	0,3	<b>0,3</b>
Bureaux (cat. B)	1,0	0,3	<b>0,3</b>
Lieux de réunion (cat. C)	1,0	0,6	<b>0,6</b>
Commerces (cat. D)	1,0	0,6	<b>0,6</b>
Stockage (cat. E1)	1,0	0,8	<b>0,8</b>
Stationnement (cat. F)	1,0	0,6	<b>0,6</b>
Neige : altitude < 1000 m	1,0	0	<b>0</b>
altitude $\geq$ 1000 m		0,2	<b>0,2</b>

Tableau 5 : Valeurs des coefficients  $\varphi$ ,  $\psi_2$  et  $\psi_E$  pour les toitures

Les toitures non accessibles sont classées en catégorie H, sur lesquelles seules des charges de maintenance sont appliquées ( $\psi_2 = 0$ ). Les toitures accessibles sont en catégorie I : dans ce cas, on applique les charges relatives aux catégories d'usage de la toiture, par exemple la catégorie A pour la terrasse d'un immeuble d'habitation. On utilise alors les coefficients  $\psi_2$  de ces catégories avec  $\varphi = 1,0$ .

Origine des valeurs :

- $\varphi$  : Tableau 4.2 de la NF EN 1998-1
- $\psi_2$  : Tableau A1.1 de la NF EN 1990 et son Annexe Nationale [1] pour la catégorie H et les catégories A à F
- $\psi_2$  : Clause 4.2 (1) de l'Annexe Nationale de la NF EN 1991-1-3 pour la neige.

## Références

- [1] **NF EN 1990** : Eurocodes structuraux – Bases de calcul des structures. AFNOR. Avril 2003
- [2] **NF EN 1991-1-1** : Eurocode 1 – Actions sur les structures - Partie 1-1 : actions générales – Charges de neige. AFNOR. Avril 2004.
- [3] **NF EN 1991-1-3** : Eurocode 1 – Actions sur les structures - Partie 1-3 : actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments. AFNOR. Mars 2003
- [4] **NF EN 1998-1** : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments. AFNOR. Septembre 2005.
- [5] **NF EN 1998-1/NA** : Eurocode 8 – Calcul des structures pour leur résistance aux séismes – Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments. Annexe Nationale à la NF EN 1998-1. AFNOR – Décembre 2013.