

Mémento Technique

Valeurs limites de calcul et coefficient de sécurité normatifs (Eurocodes)

Résumé :

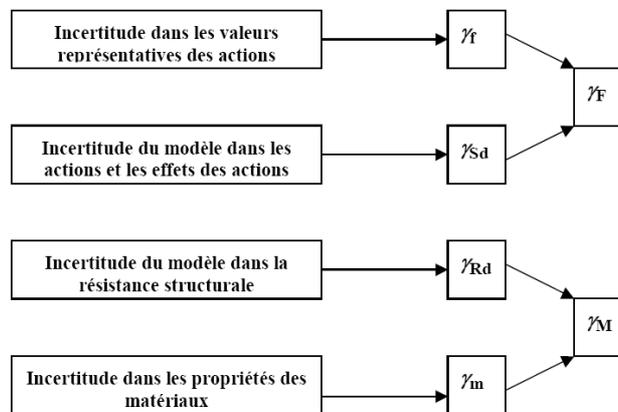
Aspect réglementaire et normatif (Eurocodes) des valeurs limites de calcul des structures aux états limites.

1. Introduction

L'EN 1990 (cf. [1]) distingue deux types de coefficients partiels de sécurité en calcul des structures :

- **Coefficient partiels pour les actions et les combinaisons des actions**
- **Coefficients partiels pour les matériaux et les produits**

La relation entre ces coefficients est illustrée sur le graphe ci-dessous :



Nota: - Les valeurs de chaque coefficient proviennent des EN 1991 à 1999 et sont résumées ci-après.
 - Ce document ne se substitue en aucun cas aux documents normatifs dont il fait référence.

2. Calcul aux états-limites

2.1. Etats-limites

Un état limite est un état particulier au-delà duquel une structure ne satisfait plus aux exigences pour lesquelles elle a été conçue et dimensionnée. L'EN 1990 (cf. [1]) distingue 2 types d'états-limites :

• Etat Limite de Service (ELS)

Correspond à l'utilisation courante et quotidienne de l'ouvrage et qui limite les déformations de la structure. Doivent être classés comme états-limites ultimes ceux qui concernent :

- la sécurité des personnes
- et/ou la sécurité de la structure

• Etat Limite Ultime (ELU)

Correspond à un cas de charge exceptionnel ultime (neige trentenaire, crue centenaire, tempête cinquantenaire...) pour lequel la stabilité de l'ouvrage doit être garantie même en limite de la ruine. Un ELU est atteint lorsque se constate : perte d'équilibre, instabilité, rupture de forme, déformation plastique exagérée. Doivent être classés comme états-limites de service ceux qui concernent :

- le fonctionnement de la structure ou des éléments structuraux en utilisation normale
- le confort des personnes
- l'aspect (déformation, fissuration, ...) de la construction.

2.2. Classification des sections transversales

Quatre classes de sections transversales sont définies allant de 1 (la plus performante) à 4 (la plus fragile) en fonction des critères :

- Elancement des parois
- Résistance de calcul
- Rotation plastique
- Voilement local
- ...

Tableau synthétique de choix de classe ci-contre

CLASSE	MODELE DE COMPORTEMENT	RESISTANCE DE CALCUL	CAPACITE DE ROTATION PLASTIQUE
1		PLASTIQUE sur section complète 	Importante
2		PLASTIQUE sur section complète 	Limitée
3		ELASTIQUE sur section complète 	Aucune
4		ELASTIQUE sur section efficace 	Aucune

2.3. Valeurs limite de déformations

Les valeurs limites de déformations recommandées restent approximatives et sont les suivantes :

- Toitures en général : $f < \ell/200$
- Planchers en général : $f < \ell/250$
- Planchers supportant des poteaux : $f < \ell/400$
- Poteaux de portiques en général : $\Delta < \ell/300$
- Poteaux de portiques avec pont roulant : $\Delta < \ell/500$

2.4. Valeurs de calcul

L'EN 1990 (cf. [1] §6.3.1 à §6.3.5) précise les valeurs de calculs suivantes :

• Actions

$$F_d = \gamma_{F,i} \cdot F_{rep} \quad \text{avec} \quad F_{rep} = \psi \cdot F_k$$

Où ψ est soit 1,00 soit Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 (cf. [1] TA1.1)

• Effets d'actions

$$E_d = E \{ \gamma_{F,i} \cdot F_{rep,i} ; a_d \} \quad i \geq 1 \quad \text{avec} \quad \gamma_{F,i} = \gamma_{Sd} \times \gamma_{f,i}$$

• Propriétés des matériaux

$$X_d = \eta \cdot X_k / \gamma_m$$

Où η est le coefficient de conversion moyen, fonction des effets de volume et d'échelle.

• Données géométriques

$$a_d = a_{nom} \quad \text{ou} \quad a_d = a_{nom} \pm \Delta a \quad \text{selon imprécision ou positions}$$

• Résistance de calcul

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

2.5. Valeurs des coefficients

Sauf spécifications contraires des EN 1991 à 1999 et annexes nationales, les valeurs retenues sont :

	Référence	Etat limite / restriction	Valeur
• Résistance des sections transversales	cf. [3] §6.1	ELU / Section 1,2 ou 3	$\gamma_{M0} = 1,00$
	cf. [3] T5.1	ELU / Section 4, acier non agrée	$\gamma_{M0} = 1,10$
• Résistance des barres aux instabilités (flamb., dévers., voil.)	cf. [3] §6.1	ELU	$\gamma_{M1} = 1,00$
	cf. [3] T5.1	ELU / acier inox	$\gamma_{M1} = 1,10$
• Résistance des sections en traction	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M2} = 1,25$
• Résistance des boulons et rivets	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M2} = 1,25$
• Résistance des axes d'articulations	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M2} = 1,25$
		ELS	$\gamma_{M6,ser} = 1,00$
• Résistance des soudures	cf. [4] T2.1	ELU / + β_w selon métal d'apport, (cf. [4] T2.1)	$\gamma_{M2} = 1,25$
• Résistance des plaques d'appuis en pression diamétrale	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M2} = 1,25$
• Résistance au glissement selon catégorie d'attache	cf. [4] T2.1	ELU / catégorie C (cf. [4] §3.4)	$\gamma_{M3} = 1,25$
		ELS / catégorie B (cf. [4] §3.4)	$\gamma_{M3,ser} = 1,10$
• Résistance en pression diamétrale d'un boulon injecté	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M4} = 1,00$
• Résistance des assemblages dans une poutre à treillis à profils creux	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M5} = 1,00$
• Précontraintes des boulons HR	cf. [4] T2.1	ELU	$\gamma_{M7} = 1,10$
• Résistance du béton	cf. [5] T2.1N	ELU / durable et transitoire	$\gamma_c = 1,50$
		ELU / accidentel	$\gamma_c = 1,20$
• Résistance du béton armé	cf. [5] T2.1N	ELU / durable et transitoire	$\gamma_s = 1,15$
		ELU / accidentel	$\gamma_s = 1,00$
• Résistance acier de précontrainte	cf. [5] T2.1N	Durée de vie sûre / ruine sans conséquences	$\gamma_{Mf} = 1,15$
• Résistance à la fatigue	cf. [6] T3.1	Durée de vie sûre / conséquences ruine importantes	$\gamma_{Mf} = 1,35$

Bibliographie :

- [1] NF EN 1990.- « Eurocodes structuraux - Bases de calcul des structures ».- Norme AFNOR. 2005.
- [2] NF EN 1993-1-1.- « Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - [P1-1] Règles générales et règles pour les bâtiments ».- Norme AFNOR. 2005.
- [3] NF EN 1993-1-4.- « Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - [P1-4] Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables ».- Norme AFNOR. 2007.
- [4] NF EN 1993-1-8.- « Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - [P1-8] Calcul des assemblages ».- Norme AFNOR. 2005.
- [5] NF EN 1992-1-1.- « Eurocode 2 - Calcul des structures en béton - [P1-1] Règles générales et règles pour les bâtiments ».- Norme AFNOR. 2005.
- [6] NF EN 1993-1-9.- « Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - [P1-9] Fatigue ».- Norme AFNOR. 2005.