

EN: Eurocode 5 - Design of timber structures**Part 1-1: General - Common rules and rules for buildings**

FR: Eurocode 5 - Conception et calcul des structures en bois

Partie 1-1: Généralités—Règles communes et règles pour les bâtiments

NL: Eurocode 5: Ontwerp en berekening van houtconstructies

Deel 1-1: Algemeen - Algemene regels en regels voor gebouwen

Introduction et cadre général

L'Eurocode 5 décrit les principes et les exigences pour la sécurité, l'aptitude au service et la durabilité des structures en bois. Elle est fondée sur le concept d'état limite, utilisé conjointement avec une méthode de coefficients partiels.

Pour le calcul des structures à construire, l'Eurocode 5 doit être appliqué de façon conjointe avec l'Eurocode 0 (combinaisons d'actions) et les parties adéquates de l'Eurocode 1.

La partie 1-1 de l'Eurocode 5 décrit l'ensemble des vérifications structurelles à réaliser pour le dimensionnement d'une structure en bois. Elle aborde en outre les vérifications ELS, ELU, la durabilité et les assemblages.

Résumé du contenu

L'Eurocode 5-1-1 est divisé en neuf sections et de deux annexes :

Section 1 Généralités : Domaines d'application, références aux autres normes, symboles, etc.

Section 2 Base de conception et de calcul présente les principes de calcul aux états limites et définit les facteurs de modification relatifs aux classes de durée de chargement et à l'humidité

Section 3 Propriétés des matériaux fournit les valeurs des coefficients de modification k_{mod} et k_{def} et précise les normes en vigueur pour les bois, panneaux, colles et assemblages.

Section 4 Durabilité précise la protection à prendre vis-à-vis de la corrosion pour les assemblages.

Section 5 Base de l'analyse de structure décrit les hypothèses à prendre en compte pour le calcul des assemblages et des sous-systèmes (structures à barres, fermes, arcs, portiques)

Section 6 et 7 Etats limites ultimes et Etats limites de service

Section 8 Assemblages par organes métalliques

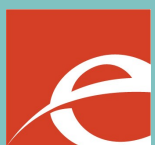
Section 9 Composants et sous-systèmes présente des méthodes de calcul pour les poutres à âme semelle mince collée, les fermes, les diaphragmes de plancher et de mur.

Section 10 Détails structuraux et contrôle

L'**annexe A** (informative) donne des règles complémentaires pour la vérification du cisaillement de bloc des assemblages bois-métal multiples de type tige

Les **annexes B et C** (informative) présente deux méthodes de calcul pour les poutres assemblées mécaniquement et les poteaux reconstitués

	Indicatif NBN	Langue	Prix	Nbr pages
Pour l' EN :	NBN EN 1995-1-1:2006	en,fr,nl,de	54€	34
Pour l' ANB :	NBN EN 1995-1-1-ANB:2012	fr,nl	25€	9



Influence de la durée de chargement et de l'humidité

La durée de chargement et l'humidité affectent les propriétés de résistance et de rigidité des éléments en bois et sont pris en compte dans le calcul relatif à la résistance mécanique et l'aptitude au service à l'aide des facteurs de modification k_{def} (influence sur les déformations) et k_{mod} (influence sur les résistances).

Pour les états limites de service :

$$E_{mean,fin} = E_{mean} / (1 + k_{def})$$

$$G_{mean,fin} = G_{mean} / (1 + k_{def})$$

$$K_{ser,fin} = K_{ser} / (1 + k_{def})$$

Pour les états limites ultimes :

$$R_d = k_{mod} \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Matériau	γ_M
Bois massif	1,3
Bois lamellé collé	1,25
LVL, Contreplaqué, OSB	1,2

Description	
E_{mean}	valeur moyenne du module d'élasticité
G_{mean}	valeur moyenne du module de cisaillement
K_{ser}	module de glissement
R_d	valeur de calcul d'une résistance
R_k	valeur caractéristique d'une résistance
γ_M	coefficient partiel, spécifié dans l'ANB

Matériau	Classe de service	k_{mod}			k_{def}
		Action permanente	Action moyen terme	Action court terme	
Bois massif, lamellé collé, LVL	1				0,6
	2	0,6	0,8	0,9	0,8
Contreplaqué	1				0,8
	2	0,6	0,8	0,9	1
OSB/2	1	0,3	0,65	0,85	2,25
OSB/3	1	0,4	0,7	0,9	1,5
	2	0,3	0,55	0,7	2,25

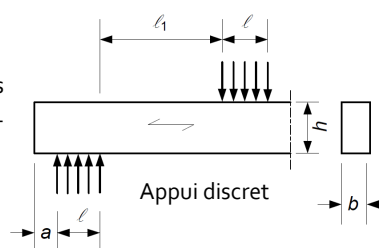
Vérifications aux Etats Limites Ultimes (ELU)

Une structure en bois massif, en bois lamellé collé ou à base de bois de section constante doit être vérifiée aux états limites ultimes adéquats en fonction du type de contraintes auxquelles elle est soumise. Les principales vérifications à effectuer sont détaillées ci-après **pour des éléments à section rectangulaire**. Néanmoins, cette liste n'est pas exhaustive et il y a lieu de se reporter à l'Eurocode 5-1-1 pour une vérification complète.

a. Compression perpendiculaire

La résistance du bois perpendiculairement aux fibres est environ 10 fois plus faible que dans le sens de celle-ci. Cette résistance est donc souvent dimensionnante et se vérifie à l'aide de l'équation suivante :

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad \text{ou} \quad \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$



Description	
$\sigma_{c,90,d}$	valeur de calcul de la contrainte de compression perpendiculaire
$F_{c,90,d}$	valeur de calcul de la charge en compression perpendiculaire
$f_{c,90,d}$	valeur de calcul de la résistante en compression perpendiculaire
A_{ef}	aire de contact efficace en compression perpendiculaire. Elle vaut $b * (1 + 2 * 30mm)$; les « 30mm » ne peuvent dépasser a, l ou $l_1/2$

Matériau	Valeur de $k_{c,90}$	
	Appuis continus	Appuis discrets
Bois massif	1,25	1,5
Bois lamellé collé	1,5	1,75

b. Flexion

Les équations suivantes doivent être satisfaites :

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \text{et} \quad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Description	
$\sigma_{m,y,d}$	valeur de calcul des contraintes de flexion selon les axes y et z (dans le sens des fibres et perpendiculairement aux fibres)
$\sigma_{m,z,d}$	
$f_{m,y,d}$	valeur de calcul de la résistance en flexion selon les axes y et z respectivement
$f_{m,z,d}$	

Matériau	Valeur de k_m	
	Sections rectangulaires	Autres sections
Bois massif, lamellé collé, LVL	0,7	1
Autres produits	1	1



c. Flexion et compression axiale combinées

Il y a lieu de vérifier les équations suivantes :

$$\text{Selon l'axe y : } \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\text{Selon l'axe z : } \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

Description

$\sigma_{c,0,d}$	valeur de calcul de la contrainte de compression axiale
$f_{c,0,d}$	valeur de calcul de la résistance à la compression axiale
Les autres paramètres sont définis au point b.	

d. Cisaillement

Il y a lieu de vérifier les équations suivantes :

$$\text{En cisaillement pur : } \tau_d \leq f_{v,d} \quad \text{où} \quad \tau_d = \frac{1,5 V_d}{b h}$$

$$\text{En cisaillement par flexion : } \tau_{ef,d} \leq f_{v,d} \quad \text{où} \quad \tau_{ef,d} = \frac{1,5 V_d}{k_{cr} b h}$$

Matériau	k_{cr}
Bois massif, lamellé collé	0,67
Autres produits	1

Description

τ_d	valeur de calcul de la contrainte de cisaillement
$\tau_{ef,d}$	valeur de calcul de la contrainte efficace de cisaillement
$f_{v,d}$	valeur de calcul de la résistance au cisaillement
V_d	valeur de calcul de la force de cisaillement
b, h	largeur et hauteur de la section considérée

e. Torsion

Il y a lieu de vérifier l'équation suivante :

$$\tau_{tor,d} \leq k_{shape} f_{v,d}$$

Type de section	k_{shape}
Section circulaire	1,2
Section rectangulaire	$\min(1 + 0,15 h/b; 2)$

Description

τ_{tor}	valeur de calcul de la contrainte de torsion
$f_{v,d}$	valeur de calcul de la résistance au cisaillement
b, h	Largeur et hauteur de la section considérée

f. Flambement d'un poteau (par compression ou par compression et flexion)

$$\text{Si } \lambda_{rel,y} > 0,3, \text{ il faut vérifier : } \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\text{Si } \lambda_{rel,z} > 0,3, \text{ il faut vérifier : } \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\text{avec : } \lambda_{rel,y} = \frac{l_0}{\pi} \sqrt{\frac{b h f_{c,0,k}}{I_y E_{0,05}}} \quad \text{et} \quad k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad \text{et} \quad k_y = \frac{1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2}{2}$$

Si $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ et $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$, pas de flambement possible, se référer aux équations de flexion et compression axiale combinées (c.).

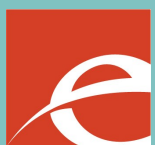
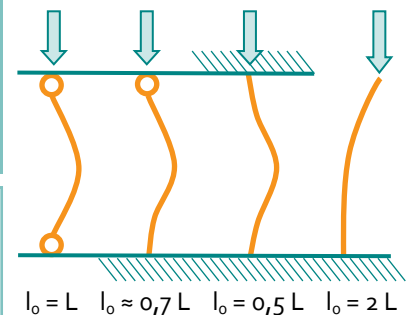
Description

l_0	longueur de flambement
L	hauteur de la colonne
I_y	inertie suivant l'axe y
$f_{c,0,k}$	valeur caractéristique de la résistance à la compression axiale
$E_{0,05}$	module d'élasticité à 5%, parallèle au fil
Les autres paramètres sont définis aux points b et c.	

Matériau

Bois massif	0,2
Lamellé collé, LVL	0,1

Note : Pour les vérifications selon l'axe z, il suffit de remplacer y par z dans toutes les équations ci-dessus.



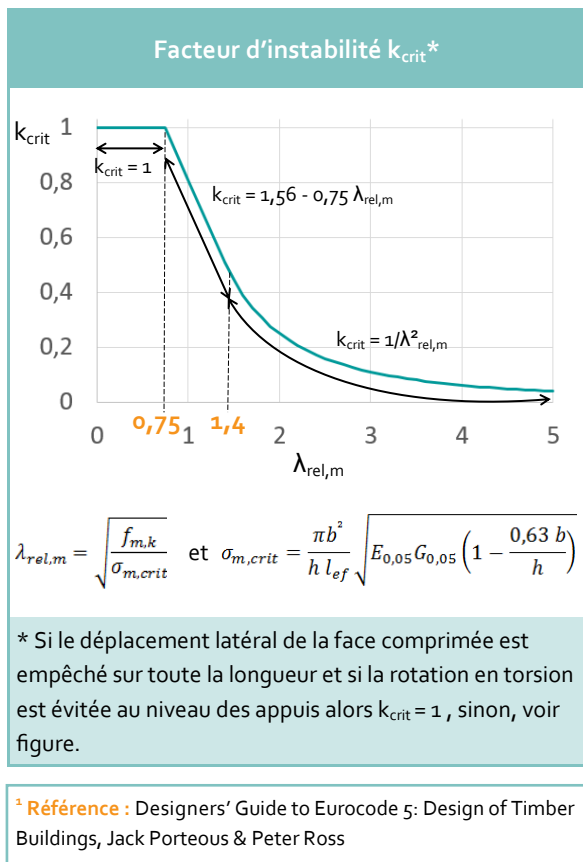
g. Déversement d'une poutre (par compression ou par compression et flexion)

Vérification pour un moment M_y selon l'axe fort y :

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d}$$

Vérification pour un moment M_y et un effort normal $N_{c,i}$:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1$$



Type de poutre	Type de chargement	l_{ef}
Appuis simple	Moment constant	L
	Charge répartie	0,9 L
	Charge concentrée centrée	0,8 L
Porte à faux	Charge répartie	0,5 L
	Charge concentrée à l'extrémité libre	0,8 L

Si la charge est appliquée sur la fibre comprimée de la poutre, l_{ef} doit être augmentée de $2h$ et peut être diminuée de $0,5h$ pour une charge appliquée sur la fibre tendue.

Description	
$\lambda_{rel,m}$	élancement relatif en flexion
$f_{m,k}$	valeur caractéristique de la résistance en flexion
$\sigma_{m,crit}$	contrainte de flexion critique calculée en utilisant les valeurs de rigidité à 5% ¹
$E_{0,05}$	module d'élasticité à 5%, parallèle au fil
$G_{0,05}$	module de cisaillement à 5%, parallèle au fil
l_{ef}	longueur efficace de la poutre (voir ci-dessus)
L	portée de la poutre
b, h	largeur et hauteur de la section considérée

Les autres paramètres sont définis aux points précédents.

Vérifications aux Etats limites de service (ELS)

L'aptitude au service d'une structure en bois regroupe, entre autre, la vérification de la flèche limite pour les poutres et des vibrations pour les planchers. Le critère de flèche est souvent dimensionnant pour les poutres et mérite donc d'être explicité ci-après.

$$w_{fin} = w_{fin,G} + w_{fin,Q_1} + w_{fin,Q_i}$$

$$w_{fin,G} = w_{inst,G} (1 + k_{def}) \quad \text{pour les actions permanentes, G}$$

$$w_{fin,Q_1} = w_{inst,Q_1} (1 + \psi_{2,1} k_{def}) \quad \text{pour l'action variable dominante, } Q_1$$

$$w_{fin,Q_i} = w_{inst,Q_i} (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} k_{def}) \quad \text{pour les action variables d'accompagnement, } Q_i (i > 1)$$

Description	
$w_{inst,...}$	flèches instantanées sous les actions G, Q_1 , Q_i calculées à partir de la <u>combinaison d'action caractéristique</u>
$w_{fin,...}$	flèches finales sous les actions G, Q_1 , Q_i calculées à partir de la <u>combinaison d'action quasi-permanente</u>
w_{creep}	partie de la flèche issue du fluage de la structure en bois

