Sommaire

[Vérification aux eurocodes d’un poteau dans une paroi d’un bâtiment. 2](#_Toc533523023)

[1 Hypothèses de calcul 2](#_Toc533523024)

[2 Détermination des actions 3](#_Toc533523025)

[2.1 Actions provoquées par le poids de la structure. 3](#_Toc533523026)

[Etape 1 : Détermination de la surface de toiture reprise par le poteau et de la largeur de la bande de chargement (fig1). 3](#_Toc533523027)

[Etape 2 : Transformation de la masse en charge 3](#_Toc533523028)

[Etape 3 : Détermination de la charge de structure (G) repris par le poteau 3](#_Toc533523029)

[2.2 Les charges de neige 3](#_Toc533523030)

[Etape 1 : Calcul de la neige au sol 3](#_Toc533523031)

[Etape 2 : Calcul coefficient de forme μi 3](#_Toc533523032)

[Etape 3 : Calcul de la charge de neige sur la toiture terrasse en kN/m² horizontal 4](#_Toc533523033)

[2.3 Les effets du vent. 4](#_Toc533523034)

[3 Les combinaisons d’actions. 4](#_Toc533523035)

[Les combinaisons à l’Etat Limite Ultime (ELU) 4](#_Toc533523036)

[4 Vérification à l’Etat Limite Ultime (ELU). 5](#_Toc533523037)

[4.1 Calcul de la charge reprise par le poteau et section de calcul 5](#_Toc533523038)

[4.2 Contrainte provoquée par les actions σm,y,d . 6](#_Toc533523039)

[4.3 Contrainte de résistance du bois fm,d. 6](#_Toc533523040)

[4.4 Coefficient d’instabilité provenant du déversement kcrit 7](#_Toc533523041)

[4.4.1 Calcul de la contrainte critique σm,crit 7](#_Toc533523042)

[4.4.2 Calcul de l’élancement relatif de flexion λrel,m 7](#_Toc533523043)

[4.4.3 Calcul du coefficient kcrit 7](#_Toc533523044)

[4.5 Contrainte provoquée par les actions, σc,0,d. 8](#_Toc533523045)

[4.6 Contrainte de résistance du bois fc,0,d. 8](#_Toc533523046)

[4.7 Coefficient de flambement kc, 9](#_Toc533523047)

[4.8 Taux de travail des sollicitations composées (compression et flexion) 11](#_Toc533523048)

[5 Vérification à l’Etat Limite de Service (ELS). 11](#_Toc533523049)

[6 Comparaison entre les critères de dimensionnement 12](#_Toc533523050)

[En savoir plus 12](#_Toc533523051)

[TABLEAUX : Vérifications des structures en bois avec les eurocodes 13](#_Toc533523052)

[Tab. 1. Valeurs des charges d’exploitation en fonction du bâtiment (source : NF P 06‑111‑2/A1) 13](#_Toc533523053)

[Carte de France des valeurs des charges de neige (source : NF EN 1991‑1‑3/NA) 14](#_Toc533523054)

[Tab. 2. Coefficients μ*i* pour une toiture sans dispositif de retenue de la neige (source : NF EN 1991‑1‑3) 15](#_Toc533523055)

[Tab. 3. Coefficients partiels de l’action permanente pour un bâtiment courant (Source : NF EN 1990/NA) 15](#_Toc533523056)

[Tab. 4. Coefficients statistiques en fonction des catégories de bâtiment et de l’altitude (Source : NF EN 1990) 15](#_Toc533523057)

[Tab. 5. Valeurs caractéristiques des bois massifs résineux et de peuplier (Source : NF EN 338) 16](#_Toc533523058)

[Tab. 6. Valeurs caractéristiques des bois lamellés (source : NF EN 14080) 16](#_Toc533523059)

[Tab. 7. Valeur coefficient γ*M* (Source : NF EN 1995-1-1) 16](#_Toc533523060)

[Tableau 8 : Valeur de *k*mod du bois massif, du lamellé-collé, du lamibois (LVL) et du contreplaqué (Source : NF EN 1995-1-1) 17](#_Toc533523061)

[Tab. 9. Valeurs limites réglementaires des flèches (Source : NF EN 1995-1-1) 17](#_Toc533523062)

[Tab. 10. Facteur de déformation (*kdef*) selon la classe de service et l’humidité *Hbois* (Source : NF EN 1995-1-1) 18](#_Toc533523063)

Vérification aux eurocodes d’un poteau dans une paroi d’un bâtiment.

Un poteau d’une paroi reçoit les efforts de la toiture et les efforts de vent. Les efforts provenant de la gravité provoquent de la compression avec un risque de flambement et les efforts de vent provoquent de la flexion.

La justification exige des vérifications à l’état limite ultime et à l’état limite de service. La première étape consiste à définir les actions, les charges de structure et les effets du vent. Puis il faut déterminer les combinaisons d’actions. Elles simulent les différentes situations de charge auxquelles le poteau sera soumis au cours de sa vie. Ces combinaisons d’actions permettent de calculer à l’état limite ultime les contraintes de compression axiale en excluant le risque de flambage, les contraintes de flexion et de cisaillement. Pour vérifier l’état limite de service, il faut calculer la déformation instantanée sous charges variables uniquement, car seul le vent provoque de la flexion.

# 1 Hypothèses de calcul

Considérons un bâtiment non chauffé à une altitude de 180 m (zone A1), situé en ville avec une toiture inclinée à 14°, 4 travées de 4 m en longueur et d’une largeur de 10 m. Les poteaux reprennent une surface horizontale de toiture de 20 m² et une largeur de bande de chargement de 4 m (fig 1). Le poteau est en bois lamellé-collé classé GL24h et sa section est de 90 x 315 mm. Le poteau reçoit un renfort au milieu de la hauteur pour le maintenir dans son épaisseur. La toiture est en bac acier de 17 kg/m² supporté par de pannes de 63 x 175 en bois massif classé C24 avec un entraxe projeté (horizontal) de 1,67 m. Le vent exerce une pression sur le long pan de 0,42 kN/m².

**Fig 1 : Vue en plan et vue du long pan sans le bardage**

4 m

8 m

Bande de chargement pour les effets du vent

Poteau de

90 x 315

Travée de 4 m

Lisse de renfort

Surface de toiture pour les charges de structure et de neige

5 m

Pannes de 63 x 175

# 2 Détermination des actions

Les charges de structure et de neige provoquent un effort parallèle à l’axe du poteau. Il sera sollicité en compression. Le vent provoque un effort perpendiculaire à l’axe du poteau. Il sera sollicité en flexion.

## 2.1 Actions provoquées par le poids de la structure.

### Etape 1 : Détermination de la surface de toiture reprise par le poteau et de la largeur de la bande de chargement (fig1).

Les travées ont une longueur de 4 m. Le poteau reprend 1/2 entraxe à gauche et 1/2 entraxe à droite, soit un entraxe complet (4000/2 + 4000/2 = 4000 mm). Pour la toiture, chaque poteau reprend la moitié de la largeur du bâtiment, soit 10/2 = 5 m.

La largeur de la bande de chargement est de 4 m.

La surface de toiture vue en plan (horizontale) est de 4 x 5 = 20 m².

### Etape 2 : Transformation de la masse en charge

Le calcul consiste à transformer la masse du bac acier et des pannes (tableau 5) en action exprimées en kN/ m² horizontal. Par simplification, l’accélération terrestre « g » est pris égale à 10 m/s².

Bac acier :, soit

Panne : ,

soit

### Etape 3 : Détermination de la charge de structure (G) repris par le poteau

La charge totale de structure surfacique est multipliée par la surface de toiture pour obtenir une charge ponctuelle. Le poids du poteau est négligé.

Charges totales :

## 2.2 Les charges de neige

Le Bâtiment à une toiture inclinée à moins de 30°. Le bâtiment est situé en zone A1 à une altitude de 180m (carte de France et tableau 2). Les coefficients d’exposition Ce et thermique Ct sont égaux à 1.

### Etape 1 : Calcul de la neige au sol

### Etape 2 : Calcul coefficient de forme μi

Pour un l’angle inférieur à 30° :

### Etape 3 : Calcul de la charge de neige sur la toiture terrasse en kN/m² horizontal

La formule de calcul de neige sur une toiture est :

La surface de chargement du poteau est de 20 m²,

Remarque : Il n’y a pas de neige exceptionnelle dans la zone A1.

## 2.3 Les effets du vent.

Une étude avec un logiciel apporte les résultats suivants : Valeur moyenne de pression extérieure : 0,42 kN/m², Soit avec une bande de chargement de 4 m, W = 0,42 \*4 = 1,68 kN/m

Le tableau A précise la valeur et la direction de l’effort en fonction du cas de charge.

Tableau A : effort repris par le poteau en fonction du cas de charge

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Cas de charge | Effort sur le poteau | Direction de l’effort |
| G | 4,06 kN | Parallèle à l’axe du poteau |
| S | 7,2 kN | Parallèle à l’axe du poteau |
| W | 1,68 kN/m | perpendiculaire à l’axe du poteau |

# 3 Les combinaisons d’actions.

Une première vérification consiste à confirmer que pendant toute la durée d’exploitation du bâtiment la sécurité des personnes sera assurée. C’est la vérification à l’Etat Limite Ultime ou ELU. Une deuxième vérification permet de contrôler la déformation des poteaux. C’est la vérification à l’Etat Limite de service ou ELS.

### Les combinaisons à l’Etat Limite Ultime (ELU)

Les combinaisons à l’ELU concernent la résistance de la structure (tableaux 3 et 4). Le risque de neige exceptionnelle n’existe pas dans la zone A1.

**Combinaisons pour la résistance de la structure avec des charges descendantes ELU (STR) :**

q1 = 1,35G

q2 =1,35G + 1,5S

q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+

q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S

Remarque :

- La combinaison avec la structure et le vent (1,35G + 1,5 W+) n’est pas nécessaire, car la sollicitation est moins importante que les combinaisons q4 et q5 et la résistance du bois est identique.

- Les sollicitations simples ne seront pas vérifiées pour cet exemple avec les combinaisons 1,35G et 1,35G + 1,5S

# 4 Vérification à l’Etat Limite Ultime (ELU).

La vérification à l’ELU consiste à vérifier le poteau avec l’effort normal (compression axiale avec risque de flambement) et l’effort tranchant (flexion avec risque de déversement). Le poteau est assemblé par ferrure boulonné en pied et moisé boulonné en tête. Le cisaillement au niveau de l’assemblage doit être justifié lors de la vérification de l’assemblage (traité dans un prochain document).

## 4.1 Calcul de la charge reprise par le poteau et section de calcul

Le tableau B précise l’effort normal et tranchant repris par le poteau en fonction de la combinaison d’action

Tableau B : efforts normal et tranchant repris par le poteau en fonction de la combinaison d’action

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Combinaison à l’ELU | Effort normal en kN (G et S) | Effort tranchant en kN/m (W) | Sollicitations |
| q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+ |  | 0,6\*1,5\* 1,68 =1,512 | Flexion + Compression |
| q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S |  | 1,5\* 1,68 =2,52 | Flexion + Compression |

Le bois lamellé-collé est séché avant le collage des lames, puis il est raboté. L’humidité du bois est voisine de 12%, il n’est donc pas nécessaire de diminuer la section.

La sollicitation composée (flexion et compression) est provoquée par les combinaisons q4 et q5. Les contraintes de flexion et de compression sont provoquées par les actions calculées aux ELU, états limites ultimes. La somme des deux rapports (contrainte de flexion divisée par la contrainte de résistance et contrainte de compression divisée par la contrainte de résistance) doivent rester inférieure à 1. Le taux de travail de la flexion est majorer par le coefficient kcrit (risque de déversement) et le taux de travail de la compression est majorer par le coefficient par le coefficient kc (risque de flambement). Le taux de travail de la flexion peut être élevé au carré lorsque le moment de flexion est portée par l'axe y et le risque de flambement est lié à l'axe z.

Le taux de travail est :

Avec :

σc,0,d : Contrainte de compression axiale provoquée par les actions en N/mm².

fc,0,d : Contrainte de résistance de compression axiale en N/mm².

kc,z : Coefficient d’instabilité lié au risque de flambement autour de l'axe z.

σm,y,d : Contrainte de flexion provoquée par les actions en N/mm² avec un moment de flexion porté par l’axe y.

fm,d : Contrainte de résistance de flexion calculée en N/mm².

kcrit : Coefficient d’instabilité provenant du déversement.

z

b

y

h

**Repère de la section adopté par l’Eurocode**

## 4.2 Contrainte provoquée par les actions σm,y,d .

La contrainte de flexion provoquée par la charge est calculée par la formule :

Mf,y : moment de flexion maximum, pour un élément sur deux appuis avec une charge uniformément répartie, Mf,y = qL2/8

L = 8000 mm, distance entre appuis, soit la hauteur libre du poteau.

IG,y/V : module d’inertie, bh2/6 pour une section rectangulaire avec le repère de l’eurocode.

La formule devient :

Tableau C : contrainte de flexion subit par le poteau en fonction de la combinaison d’action

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Combinaison à l’ELU | Effort perpendiculaire au poteau en kN/m ou N/mm (provoqué par le vent W) | contrainte de flexion axiale en N/mm² |
| q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+ | 0,6\*1,5\* 1,68 =1,512 |  |
| q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S | 1,5\* 1,68=2,52 |  |

## 4.3 Contrainte de résistance du bois fm,d.

La contrainte de résistance du bois dépend de la contrainte caractéristique, de la classe de service (humidité du bois), de la charge de plus courte durée de la combinaison d’action, de l’effet système et de la plus grande dimension de la section.

* fm,k = 24 N/mm², contrainte caractéristique de résistance en flexion (tableau 6).
* kmod = 1,1 pour les deux combinaisons, coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée (le vent) et de la classe de service (tableau 8).
* γM = 1,25, coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau (tableau 7).
* ksys= 1; le coefficient d’effet système est égale à 1,1 si plusieurs éléments porteurs de même nature et de même fonction avec un entraxe inférieur à 1,2 m (solives, fermes) sont sollicités par un même type de chargement réparti uniformément et avec un système capable de reporter les efforts sur les pièces adjacentes.
* kh = 1,08 Coefficient de hauteur. Le coefficient kh majore les résistances pour les hauteurs < 600 mm pour le bois lamellé-collé.

si h ≥ 600 mm kh = 1

si h < 600 mm kh = min (1,1 ;(600/h)0,1)

soit kh = min (1,1 ;(600/315)0,1) = 1,07, avec h la hauteur de la pièce en mm

## 4.4 Coefficient d’instabilité provenant du déversement kcrit

Le déversement est un flambement latéral de la membrure comprimée. Il peut apparaitre lorsque les appuis sont limités en torsion (sabots, encastrement dans un mur,…) et si l’élancement est important c'est-à-dire lorsque le rapport hauteur/ épaisseur est élevé et lorsque la membrure comprimée n’est pas maintenue. Le calcul du coefficient kcrit s’effectue à partir de la contrainte critique de flexion σm,crit et de l’élancement relatif de flexion λrel,m.

### 4.4.1 Calcul de la contrainte critique σm,crit

La contrainte critique de flexion est définie par la formule :

* E0,05= 9600 N/mm², module axial au 5ième pourcentile ou caractéristique (voir le tableau 6).
* h = 315 mm, hauteur de la pièce.
* b = 90 mm, épaisseur de la pièce.
* l = 8000 mm, longueur de la pièce
* Δl = 2×h = 630 mm, lorsque la pièce est chargée sur sa fibre comprimée lef est augmentée de la valeur 2h. Si la pièce est chargée sur sa partie tendue lef est diminuée de 0,5h.
* klef, coefficient fonction du type d’appui et du chargement, klef = 0,9 ;

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Type d’appui | Type de chargement | Coefficient |
| Appuis simples | Charge répartie | 0,9 |
| Charge concentrée | 0,8 |
| Porte à faux | Charge répartie | 0,5 |
| Charge concentrée | 0,8 |

### 4.4.2 Calcul de l’élancement relatif de flexion λrel,m

L’élancement relatif de flexion est défini par la formule

* σm,crit = 24,6 N/mm², contrainte critique de flexion.
* fm,k = 24 N/mm², contrainte de flexion caractéristique (voir le tableau 6).

### 4.4.3 Calcul du coefficient kcrit

Si kcrit = 1, pas de déversement

Si kcrit = 1,56 – 0,75 λrel,m

Si kcrit = 1/ λ²rel,m

λrel,m = 0,66

donc kcrit = 1,56 – 0,75 × 0,99 = 0,82

Remarque : Si le déplacement latéral de la face comprimée est évité sur toute sa longueur (entretoises rigides ou panneaux fixés comme un voile travaillant), le coefficient kcrit peut être pris égal à 1.

## 4.5 Contrainte provoquée par les actions, σc,0,d.

La contrainte de compression axiale est définie par la formule : , avec

* N : effort normal provoquant de la compression en Newton,
* A = 90 x 315, aire de la pièce en mm²

Le tableau D précise la valeur de la contrainte de compression axiale en fonction de l’effort normal.

Tableau D : contrainte de compression axiale repris par le poteau en fonction de la combinaison d’action

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Combinaison à l’ELU | Effort normal en kN (provoqué par G et S) | contrainte de compression axiale en N/mm² |
| q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+ |  |  |
| q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S |  |  |

## 4.6 Contrainte de résistance du bois fc,0,d.

La contrainte de résistance du bois dépend de la contrainte caractéristique, de la classe de service (humidité du bois), de la charge de plus courte durée de la combinaison d’action.

* fc,0,k = 24 N/mm², contrainte caractéristique de résistance en compression axiale pour un résineux classé GL24h (tableau 6).
* kmod = coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée de la combinaison d’actions et de la classe de service (tableau 8)
* γM = 1,25, coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau (tableau 7).

Le tableau E précise la valeur de la contrainte de résistance en compression axiale en fonction de la combinaison d’action.

Tableau E : Valeur de la contrainte de résistance en compression axiale en fonction de la combinaison d’action

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Combinaison à l’ELU | Durée de la charge | Coefficient kmod | Contrainte de résistance en compression axiale en N/mm² |
| q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+ | Instantanée | 1,1 |  |
| q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S |

## 4.7 Coefficient de flambement kc,

z

b

y

h

***Etape 1 : Sélection de l’élancement mécanique du poteau par rapport aux axes z et y.***

La figure 2 défini le repère choisi pour travailler avec l’Eurocode.

**Repère de la section adopté par l’Eurocode**

Le poteau reçoit un renfort au milieu de la hauteur pour renforcer son épaisseur, la longueur de flambement est divisée par deux pour la faible inertie, soit l’axe de rotation z. Pour que ce renfort soit efficace, les efforts d’anti flambement doivent être reportés jusqu’à une zone stabilisée (travée de stabilité par exemple).

**Renfort de l’épaisseur du poteau**

F

x

F

x

L’élancement mécanique est défini par la formule : et avec

, longueur de flambement en mm.

m = 1, influence des assemblages des extrémités sur la longueur de flambement

*lg,y* : longueur libre du poteau par rapport à l’axe y, soit 8000 mm

, longueur de flambement en mm.

m = 1

*lg,z* : longueur libre du poteau par rapport à l’axe z, soit avec le renfort au milieu de la hauteur 8000/2 = 4000 mm

, avec le repère défini par l’Eurocode,

et

L’élancement devient pour l’axe z :

L’élancement devient pour l’axe y :

Le risque de flambement est le plus grand pour l’élancement le plus important. Les calculs seront réalisés par rapport à l’axe z.

***Etape 2 : Vérification du risque de flambement avec le calcul de l’élancement relatif du poteau par rapport à l’axe z.***

L’élancement relatif est défini par la formule : , avec

* fc,0,k = 24 N/mm², contrainte caractéristique de résistance en compression axiale (tableau 6).
* E0,05 = 9400 N/mm², module axiale au 5ième pourcentile ou caractéristique (tableau 6).

Lorsque l’élancement relatif, λrel, max > 0,3 il ya un risque de flambage.

***Etape 3 : Calcul du coefficient d’instabilité lié au flambage par rapport à axe z.***

Pour définir le coefficient d’instabilité il faut calculer un coefficient intermédiaire :

, avec

βc = 0,1 pour le bois lamellé-collé, LVL et Bois Massif Reconstitué (défaut de rectitude < à 1/500 de la portée). Pour du bois massif, βc serait égale à 0,2 (défaut de rectitude < à 1/300 de la portée).

Le coefficient d’instabilité est défini par la formule :

## 4.8 Taux de travail des sollicitations composées (compression et flexion)

Le taux de travail est :

Le Tableau F précise le taux de travail pour une contrainte de flexion et de compression subit par le poteau en fonction de la combinaison d’action.

Tableau F : Taux de travail pour une contrainte de flexion et de compression.

|  |  |
| --- | --- |
| Combinaison à l’ELU | Taux de travail |
| q4 =1,35 G + 1,5 S + 0,6 \* 1,5 W+ |  |
| q5 =1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S |  |

Remarque : si l’on néglige la compression le taux de travail devient , ce qui est supérieure à 0,64. Il est donc dimensionnant à l’ELU.

Le critère est vérifié car les taux de travail des sollicitations sont inférieurs à 1.

# 5 Vérification à l’Etat Limite de Service (ELS).

L’état limite de service est vérifié lorsque les déformations ne dépassent pas une valeur limite réglementaire. Les vérifications à l’ELS concernent la déformation sous charge variable uniquement car seul le vent provoque de la flexion. La déformation instantanée sous charge variable est provoquée par le vent.

Le taux de déformation est , avec :

- Uinst(Q) : Flèche instantanée provoquée par le vent.

- Winst(Q) : Flèche instantanée limite réglementaire sous charge variable.

La flèche instantanée est calculée avec la charge perpendiculaire au rampant q = 1,68 kN/m (voir le paragraphe 2.3 Les effets du vent). La solive a une charge symétrique et uniforme, la flèche est définie par la formule :

Avec

* qinst(Q) = 1,68 kN/m = 1,68 N/mm, charge linéique provoquée par les actions variables.
* L = 8000 mm, distance entre appuis du poteau.
* E0,mean = 11,6 kN/mm² = 11500 N/mm², module moyen axial précisé dans le tableau 5.
* I : moment quadratique en mm4, pour une section rectangulaire sur chant, I = bh3/12
* h = 315 mm, hauteur de la pièce.
* b = 90 mm, épaisseur de la pièce.

La formule devient :

La valeur limite réglementaire Winst(Q) est définie dans le tableau 9. Elle est de L/200 = 8000/200 = 40 mm.

*Remarque : La valeur limite de flèche horizontale est de L/200 pour les éléments individuels soumis au vent. Pour les autres applications, elles sont identiques aux valeurs limites verticales des éléments structuraux.*

Le taux de déformation est de :

Le critère est vérifié

# 6 Comparaison entre les critères de dimensionnement

Le tableau G fait la synthèse des critères vérifié.

Tableau G : synthèse des critères vérifié.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Critère vérifié** | **Combinaison** | **Taux de travail ou de déformation maximum** |
| Contrainte de flexion et compression (ELU) | 1,35 G + 1,5 W+ + 0,5 \* 1,5 S | 0,64 |
| Contrainte de flexion en négligeant la compression (ELU) | 1,5 W+ | 0,73 |
| Flèche instantanée sous charge variable (ELS) | 1,5 W+ | 0,83 |

Le critère dimensionnant est la flèche instantanée sous charge variable à l’ELS.

# En savoir plus

Construction bois : l'Eurocode 5 par l'exemple - Le dimensionnement des barres et des assemblages en 30 applications. Yves Benoit – Editions Eyrolles - Collection Eurocode

Calcul des structures en bois : Guide d'application de l' Eurocodes 5 (structures bois) et de l'Eurocode 8 (séismes). Yves Benoit, Bernard Legrand, Vincent Tastet – Editions Eyrolles - Collection Eurocode

# TABLEAUX : Vérifications des structures en bois avec les eurocodes

## Tab. 1. Valeurs des charges d’exploitation en fonction du bâtiment (source : NF P 06‑111‑2/A1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Catégorie** | **Charge uniformément répartie** ***qk*** (kN/m²) | **Charge concentrée *Qk*** (kN) |
| ***A − Logement*** |  |  |
| − Plancher | 1,5 | 2 |
| − Escalier | 2,5 | 2 |
| − Balcon | 3,5 | 2 |
| ***B − Bureau*** |  |  |
| − Bureau | 2,5 | 4 |
| ***C − Locaux publics*** |  |  |
| − C1 Locaux avec table (école, restaurant, etc.) | 2,5 | 3 |
| − C2 Locaux avec sièges fixes (théâtre, cinéma, etc.) | 4 | 4 |
| − C3 Locaux sans obstacles à la circulation (musée, salles d’exposition) | 4 | 4 |
| − C4 Locaux pour activités physiques (dancing, salles de gymnastique, etc.) | 5 | 7 |
| − C5 Locaux susceptibles d’être surpeuplés (salles de concert, terrasses, etc.) | 5 | 4,5 |
| ***D − Commerces*** |  |  |
| − D1 Commerces de détail courants | 5 | 5 |
| − D2 Grands magasins | 5 | 7 |
| ***E − Aires de stockage et locaux industriels*** |  |  |
| − E1 Surfaces de stockage (Entrepôts, bibliothèques,…) | 7,5 | 7 |
| − E2 Usage industriel | *cf*. CCTP | |
| ***H − Toitures*** |  |  |
| − Si pente ≤ 15 % + étanchéité | 0,8 (1) | 1,5 |
| − Autres toitures | 0 | 1,5 |
| ***I − Toitures accessibles*** |  | |
| − Pour les usages des catégories A à D | charges identiques à la catégorie de l’usage | |
| − Si aménagement paysager | ≥ 3 | − |
| *(1) qk sur une surface rectangulaire (A × B) de 10 m² telle que A/B ≤ 2.* | | |

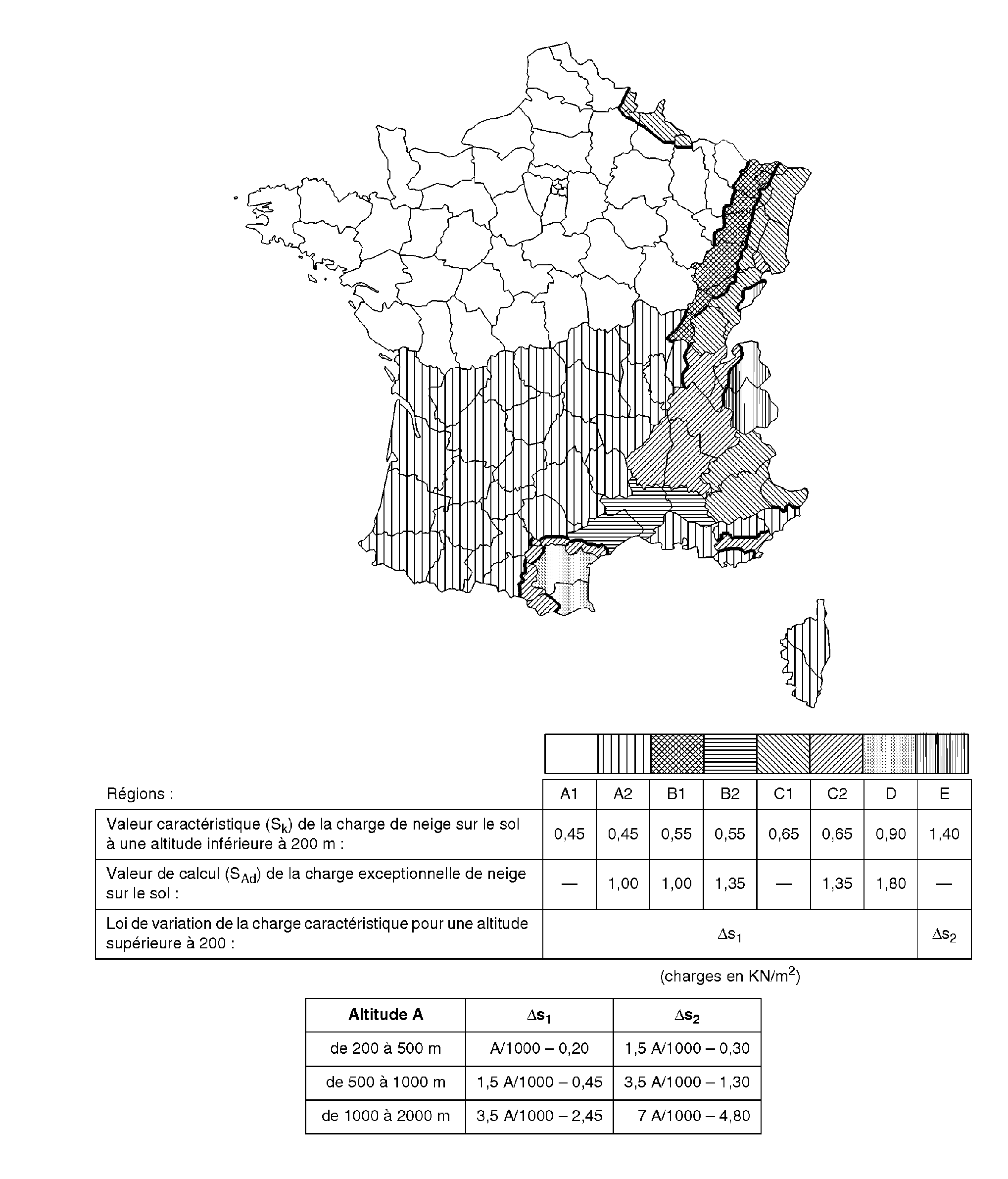
Les vérifications sont effectuées avec la charge uniformément répartie qk puis avec la charge concentrée Qk..

Pour les locaux de catégories A, B, C3 et D1, la charge uniformément répartie *qk* est minorée par le coefficient α*A* =0,77 + *A*0 / *A* ≤ 1 avec *A*0 = 3,5 m² lorsque l’élément étudié reprend une surface supérieur à 15,2 m².

La charges des équipements importants sont précisés dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) de l’opération de construction.

Les charges d’exploitation de la catégorie H sont des charges d’entretien ; elles ne doivent pas être cumulées avec les actions de la neige ou du vent, mais sont prises en compte lors de la vérification de la déformation à l’état limite de service.

## Carte de France des valeurs des charges de neige (source : NF EN 1991‑1‑3/NA)



|  |
| --- |
| Valeurs caractéristiques (*Sk*) de la charge de neige sur un sol à une altitude inférieure à 200 m. |
| Valeurs de la charge de neige exceptionnelle (*SAd*) sur un sol |
| Augmentation de la charge lorsque l’altitude est supérieure à 200 m. |

*Remarques*

*− La valeur de charge neige accidentelle est indépendante de l’altitude.*

*− La valeur totale de neige est obtenue en ajoutant la valeur caractéristique de la charge de neige sur le sol.*

## Tab. 2. Coefficients μ*i* pour une toiture sans dispositif de retenue de la neige (source : NF EN 1991‑1‑3)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Angle α du toit (degré)** | **0 < α ≤ 30** | **30 < α ≤ 60** | **α ≥ 60** |
| μ1 (toiture à 1 ou 2 versants) | 0,8 | 0,8 (60 − α) / 30 | 0 |
| μ2 (toiture à versants multiples) | 0,8 + (0,8α / 30) | 1,6 |

*Remarques*

*− Si des éléments (barre à neige, acrotères…) empêchent la neige de glisser, μ1 est pris égal à 0,8.*

*− Les accumulations de neige sont définies dans les annexes des normes NF EN 1991‑1‑3*

## Tab. 3. Coefficients partiels de l’action permanente pour un bâtiment courant (Source : NF EN 1990/NA)

|  |  |
| --- | --- |
| **Type d’action** | **Coefficient partiel** |
| ***Permanente*** : |  |
| − (STR) : γ*G*, sup | 1,35 |
| − (STR) : γ*G*, inf | 1 |
| − (EQU) : γ*G*, inf | 0,9 |
| ***Variable*** (STR) : γ*Q* | 1,5 |

## Tab. 4. Coefficients statistiques en fonction des catégories de bâtiment et de l’altitude (Source : NF EN 1990)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Action variable d’accompagnement Ψ0** | **Combinaison accidentelle (incendie) Ψ1** | **Fluage et combinaison accidentelle Ψ2** |
| ***Charges d’exploitation des bâtiments*** | | | |
| Catégorie A : Habitations résidentielles | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Catégorie B : Bureaux | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Catégorie C : Lieux de réunion | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Catégorie D : Commerce | 0,7 | 0,7 | 0,6 |
| Catégorie E : Stockage | 1 | 0,9 | 0,8 |
| Catégorie H : Toits | 0 | 0 | 0 |
| ***Charges de neige*** | | | |
| Altitude > 1 000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| Altitude ≤ 1 000 m | 0,5 | 0,3 | 0 |
| ***Action du vent*** | | | |
|  | 0,6 | 0,2 | 0 |

## Tab. 5. Valeurs caractéristiques des bois massifs résineux et de peuplier (Source : NF EN 338)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Symbole** | **Désignation** | **Unité** | **C14** | **C16** | **C18** | **C22** | **C24** | **C27** | **C30** | **C35** | **C40** |
| *fm,k* | Contrainte de flexion | N/mm² | 14 | 16 | 18 | 22 | 24 | 27 | 30 | 35 | 40 |
| *ft*,0,*k* | Contrainte de traction axiale | 8 | 10 | 11 | 13 | 14 | 16 | 18 | 21 | 24 |
| *ft*,90,*k* | Contrainte de traction perpendiculaire | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| *fc*,0,*k* | Contrainte de compression axiale | 16 | 17 | 18 | 20 | 21 | 22 | 23 | 25 | 26 |
| *fc*,90,*k* | Contrainte de compression perpendiculaire | 2,0 | 2,2 | 2,2 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,8 | 2,9 |
| *fv,k* | Contrainte de cisaillement | 3 | 3,2 | 3,4 | 3,8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| *E*0,*mean* | Module moyen axial | kN/mm² | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 11,5 | 12 | 13 | 14 |
| *E*0,05 | Module axial au 5e pourcentile | 4,7 | 5,4 | 6,0 | 6,7 | 7,4 | 7,7 | 8,0 | 8,7 | 9,4 |
| *E*90,*mean* | Module moyen transversal | 0,23 | 0,27 | 0,30 | 0,33 | 0,37 | 0,38 | 0,40 | 0,43 | 0,47 |
| *Gmean* | Module de cisaillement | 0,44 | 0,50 | 0,56 | 0,63 | 0,69 | 0,72 | 0,75 | 0,81 | 0,88 |
| ρ*k* | Masse volumique caractéristique | kg/m³ | 290 | 310 | 320 | 340 | 350 | 370 | 380 | 400 | 420 |
| ρ*meam* | Masse volumique moyenne | 350 | 370 | 380 | 410 | 420 | 450 | 460 | 480 | 500 |

## Tab. 6. Valeurs caractéristiques des bois lamellés (source : NF EN 14080)



## Tab. 7. Valeur coefficient γ*M* (Source : NF EN 1995-1-1)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Éléments considérés** | | **γ*M*** |
| Matériaux | Bois | 1,3 |
| Lamellé-collé | 1,25 |
| Lamibois (LVL), OSB | 1,2 |
| Panneaux de particules et de fibres | 1,3 |
| Assemblages | | 1,3 |
| Combinaisons accidentelles | | 1 |

## Tableau 8 : Valeur de *k*mod du bois massif, du lamellé-collé, du lamibois (LVL) et du contreplaqué (Source : NF EN 1995-1-1)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Durée de chargement | | Classe de service | | |
| Classe de durée | Exemple | 1  Hbois < 13%  (local chauffé) | 2  13%<Hbois < 20%  (sous abris) | 3  Hbois > 20 %  (extérieur) |
| permanente (>10 ans) | Charge de structure | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| long terme (6mois à 10 ans) | Stockage | 0,7 | 0,7 | 0,55 |
| moyen terme (1 semaine à 6mois) | Charges d’exploitation  Neige  Altitude >1000m | 0,8 | 0,8 | 0,65 |
| court terme (<1semaine) | Neige  Altitude ≤1000m | 0,9 | 0,9 | 0,7 |
| Instantanée | Vent  Situation accidentelle  Neige exceptionnelle | 1,1 | 1,1 | 0,9 |

## Tab. 9. Valeurs limites réglementaires des flèches (Source : NF EN 1995-1-1)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Bâtiments courants** | | | **Bâtiments agricoles et similaires** | | |
| ***Winst*(*Q*)** | ***Wnet,fin*** | ***Wfin*** | ***Winst*(*Q*)** | ***Wnet,fin*** | ***Wfin*** |
| **Chevrons** | ‑ | *L*/150 | *L*/125 | ‑ | *L*/150 | *L*/100 |
| **Éléments structuraux** | *L*/300 | *L*/200 | *L*/125 | *L*/200 | *L*/150 | *L*/100 |

*Remarques*

*− La valeur limite des consoles et porte-à-faux est doublée. Elle est toujours supérieure à 5 mm.*

*− Les panneaux de planchers et supports de toiture ont une valeur limite de flèche nette finale (Wnet,fin) de L/250.*

*− La valeur limite de flèche horizontale est de L/200 pour les éléments individuels soumis au vent. Pour les autres applications, elles sont identiques aux valeurs limites verticales des éléments structuraux.*

## Tab. 10. Facteur de déformation (*kdef*) selon la classe de service et l’humidité *Hbois* (Source : NF EN 1995-1-1)

| **Matériau** | | | **Classe de service** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***1***  ***Hbois < 13 %*** | ***2***  ***13 % < Hbois < 20 %*** | ***3***  ***Hbois > 20 %*** |
| ***Essence*** | ***Type*** | ***Classe de service (1)*** | ***(local chauffé)*** | ***(sous abri)*** | ***(extérieur)*** |
| **Bois massif** | − | − | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| **Lamellé-collé** | − | − | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| **Lamibois (LVL)** | − | − | 0,60 | 0,80 | 2,00 |
| **Contreplaqué** | 1 | 1 | 0,80 | Sans objet | Sans objet |
| 2 | 2 | 0,80 | 1,00 | Sans objet |
| 3 | 3 | 0,80 | 1,00 | 2,50 |
| **OSB** | OSB/2 | 1 | 2,25 | Sans objet | Sans objet |
| OSB/3/4 | 2 | 1,50 | 2,25 | Sans objet |
| **Panneau de particules** | P4 | 1 | 2,25 | Sans objet | Sans objet |
| P5 | 2 | 2,25 | 3,00 | Sans objet |
| P6 | 1 (2) | 1,50 | Sans objet | Sans objet |
| P7 | 2 (2) | 1,50 | 2,25 | Sans objet |
| **Panneau de fibre dur** | HB.LA | 1 | 2,25 | Sans objet | Sans objet |
| HB.HLA | 2 | 2,25 | 3 | Sans objet |
| **Panneau de fibre semi-dur** | MHB.LA | 1 | 2,25 | Sans objet | Sans objet |
| MHB.HLS | 2 | 1,50 | 2,25 | Sans objet |
| **Panneau de fibre MDF** | MDF.LA | 1 | 2,25 | Sans objet | Sans objet |
| MDF.HLS | 2 | 1,50 | 2,25 | Sans objet |
| *(1) On distingue 3 classes de service, numérotées 1, 2 et 3 :*   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Classe de service** | **Utilisation du bois** | **Humidité d’équilibre du bois** | | **1** | Dans un local chauffé | < 13 % pendant la majorité de l’année, valeur qui peut être dépassée pendant quelques semaines par an | | **2** | Dans un local non chauffé | Comprise entre 13 et 20 % pendant la majorité de l’année, valeur peut être dépassée pendant quelques semaines par an | | **3** | À l’extérieur | > 20 % pendant la majorité de l’année |   *(2)**Sous contrainte élevée.* | | | | | |