

## Contraintes admissibles dans le bois à 12% d'humidité

Classe Visuelle	Contraintes admissibles						Modules d'élasticité		
	$\sigma_f$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)	$\sigma_t$ (MPa)	$\sigma'$ (MPa)	$\sigma'_t$ (MPa)	$\tau$ (MPa)	$E_F$ (MPa)	$E_G$ (MPa)	$m_v$ (kg/m <sup>3</sup> )
	Flexion	Traction		Compression		Cisaillement			
<b>Résineux : Sapin, Epicéa, Douglas, Pins</b>									
	6.20	3.50	0.10	7.00	1.80	0.70	7000	440	350
	7.00	4.40	0.10	7.50	2.00	0.80	8000	500	370
Résineux ST-III (C18)	8.00	5.00	0.13	8.50	2.10	0.90	8000	500	380
	10.00	6.00	0.20	9.00	2.20	1.10	9000	550	410
Résineux ST-II (C24)	11.00	6.50	0.20	9.50	2.30	1.10	10000	600	420
	12.00	7.00	0.20	10.00	2.50	1.20	10500	650	450
Résineux ST-I (C30)	13.20	8.00	0.20	10.50	2.50	1.30	11000	700	460
	15.40	9.20	0.20	11.00	2.60	1.50	13000	800	480
	17.60	10.50	0.20	11.40	2.80	1.70	14000	880	500
<b>Peuplier, Epicéa de Sitka</b>									
Peuplier ST-III (C18)	8.00	5.00	0.13	8.50	2.10	0.90	8000	500	380
Peuplier ST-II (C24)	11.00	6.50	0.20	9.00	2.30	1.10	10000	600	420
<b>Feuillus</b>									
Feuillus 1 (D30)	13.20	7.90	0.30	10.10	3.50	1.30	10000	600	640
Feuillus 2 (D35)	15.40	9.20	0.30	11.00	3.70	1.50	10000	650	670
	17.60	10.50	0.30	11.40	3.90	1.70	11000	700	700
	22.00	13.20	0.30	12.70	4.30	2.00	14000	880	780
	26.40	15.80	0.30	14.10	4.60	2.30	17000	1060	840
	30.80	18.50	0.40	14.90	4.90	2.60	20000	1250	1080
<b>Bois lamellé-collé homogène (h) ou combiné (c)</b>									
BLC GL24 h	11.40	7.90	0.20	11.40	2.60	1.30	11600	720	440
BLC GL28 h	13.30	9.30	0.20	12.60	2.80	1.50	12600	780	480
BLC GL32 h	15.20	10.70	0.20	13.80	3.20	1.80	13700	850	520
BLC GL36 h	17.10	12.40	0.30	14.90	3.40	2.00	14700	910	560
BLC GL24 c	11.40	6.70	0.20	10.00	2.20	1.00	11600	590	420
BLC GL28 c	13.30	7.90	0.20	11.40	2.60	1.30	12600	720	460
BLC GL32 c	15.20	9.30	0.20	12.60	2.80	1.50	13700	780	500
BLC GL36 c	17.10	10.70	0.20	13.80	3.20	1.80	14700	850	540

**-1- Modes de sollicitations**

<p>Simple cisaillement</p> <p><math>e = \text{épaisseur la plus petite}</math></p>	<p>Cisaillement mixte</p> <p><math>0,7.e &lt; a &lt; 1,5.e</math></p>	<p>Double cisaillement</p> <p><math>1,5.e &lt; a'</math></p>
--	---	--

**-2- Diamètre des pointes: d**

Épaisseur e en mm	$e \leq 30$	$e > 30$
Bois tendre, bois frais de sciage,	$d \leq e / 7$	$d \leq e / 9$
Bois dur, bois sec,	$d \leq e / 9$	$d \leq e / 11$

**-3- Dimensions de pointes à utiliser:**

L	60	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200
d	2,7	3	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,4	7
Kg o/oo	2,75	3,8	5,55	8	12	17	22				

**-4- Effort supporté par pointe: f**

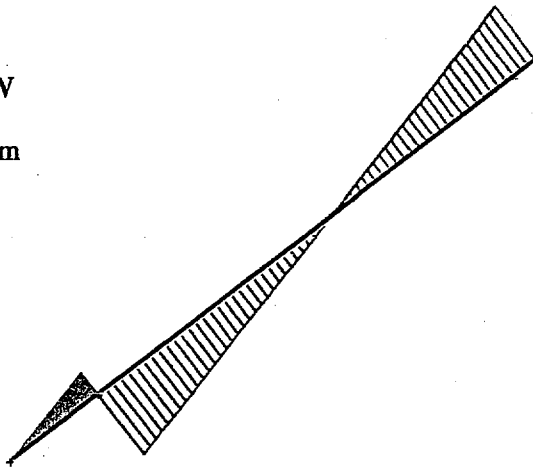
Mode de sollicitation	Résineux	Chêne	Unités
Cisaillement simple	$f = 25.d.V\sqrt{e}$	Multiplier par 1,3 les valeurs précédentes	d en mm
Cisaillement mixte	$f = 41.D.V\sqrt{e}$		e en mm
Cisaillement double	$f = 63.d.V\sqrt{e}$		f en N

**-5- Plan de clouage**

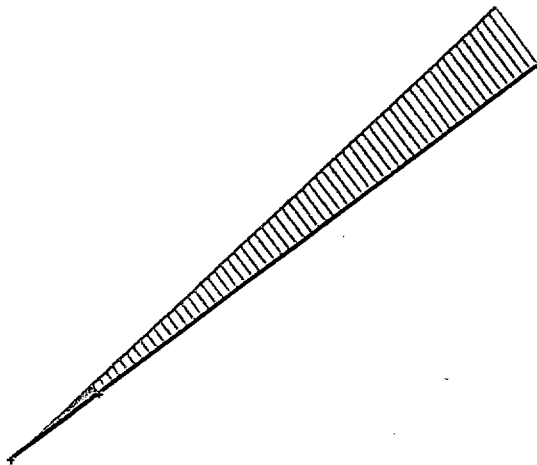
$a \geq 12.d$        $b \geq 5.d$        $c \geq 10.d$        $g \geq 5.d$

**DOCUMENT RESSOURCE DR4**

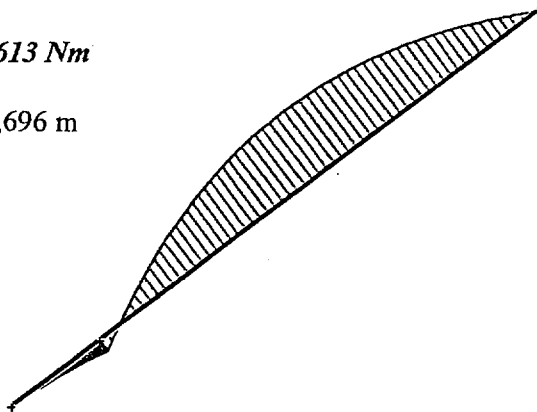
Effort tranchant maximum:  $T_{y_{maxi}} = 1164 \text{ N}$   
pour  $x = 0,476\text{m}$



Effort normal maximum:  $N_{maxi} = 1994 \text{ N}$



Moment fléchissant maximum:  $M_{fz_{maxi}} = 613 \text{ Nm}$   
pour  $x = 1,696 \text{ m}$



Flèche maximum perpendiculaire au rampant:  $f_{maxi} = 6,44 \text{ mm}$

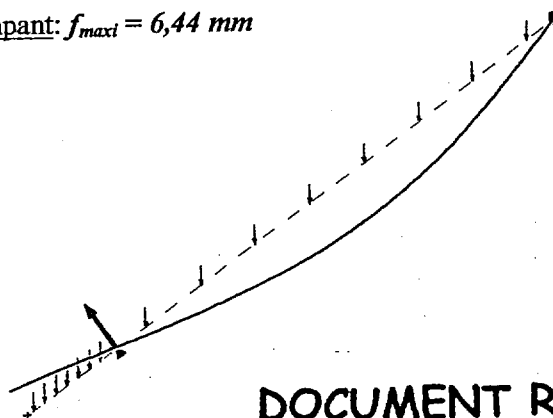


Figure 1

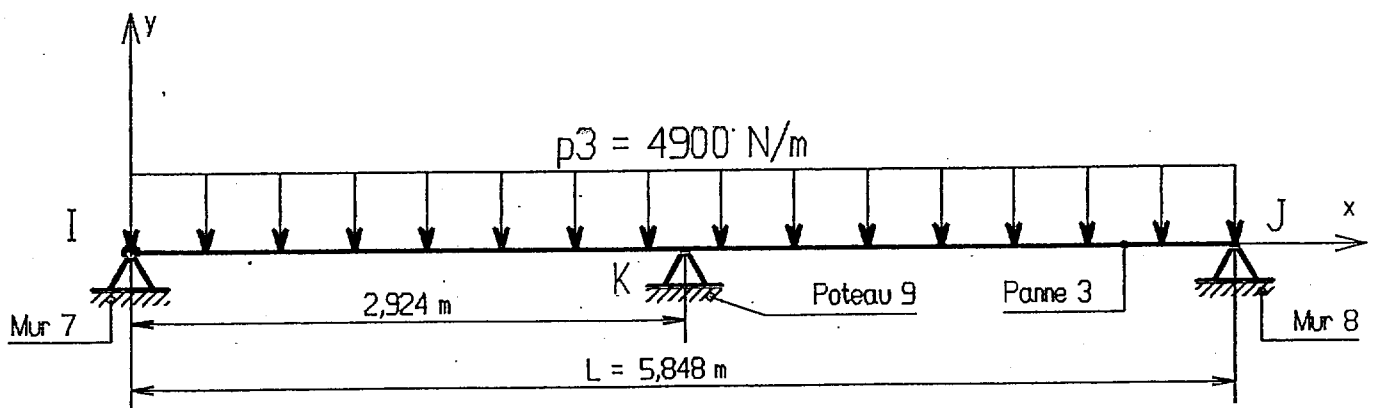
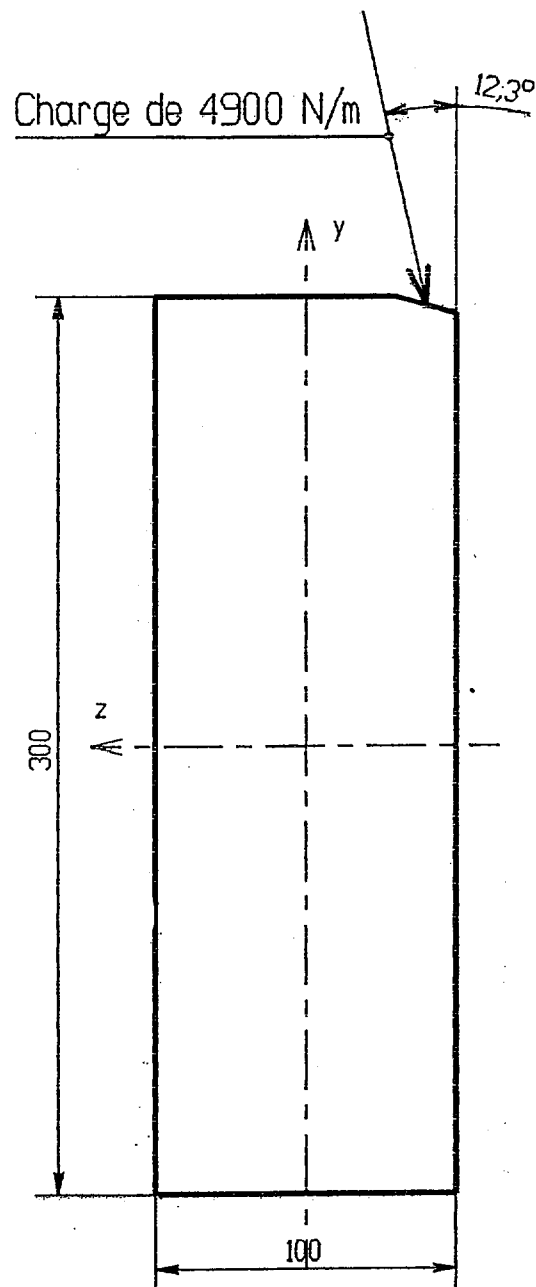
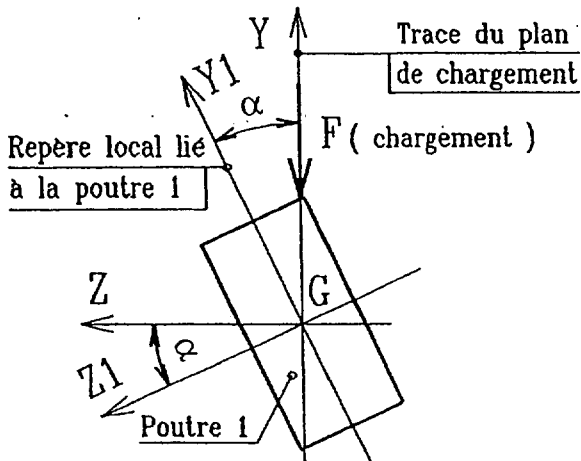


Figure 2

# FLEXION DÉVIÉE

## -1- Hypothèses de flexion déviée.



- Le chargement est modélisé dans le plan  $(\vec{GX}, \vec{GY})$  passant par l'axe moyen de la poutre 1.
- Le repère global  $(\vec{GX}, \vec{GY}, \vec{GZ})$  est lié au référentiel fixe (le sol par exemple).
- Le repère local  $(\vec{GX}_1, \vec{GY}_1, \vec{GZ}_1)$  est lié à la poutre 1
- Poutre 1 de section rectangulaire, de base  $b$  et de hauteur  $h$ .

## -2- Première méthode de calcul ( principe de superposition ).

- Détermination des efforts tranchants  $T_{Y1}$ , des moments fléchissants  $M_{fZ1}$ , des contraintes normales  $\sigma_{x1(\text{chant})}$  et tangentielle  $\tau_{Y1X1(\text{chant})1}$ , de la flèche  $f_{Y1}$ , et de leurs maxima, pour la poutre 1 sur chant, chargée de  $F_{Y1} = F \cdot \cos \alpha$ .

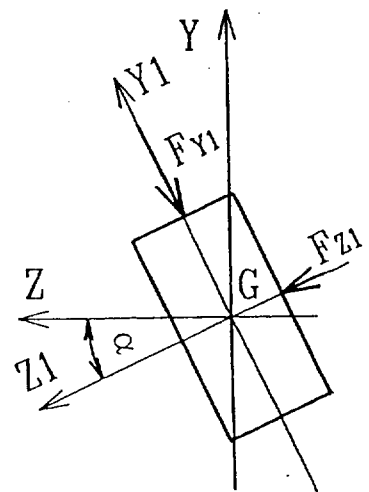
- Détermination des efforts tranchants  $T_{Z1}$ , des moments fléchissants  $M_{fY1}$ , des contraintes normales  $\sigma_{x1(\text{plat})}$  et tangentielle  $\tau_{Y1X1(\text{plat})}$ , de la flèche  $f_{Z1}$ , et de leurs maxima, pour la poutre 1 à plat, chargée de  $F_{Z1} = F \cdot \sin \alpha$ .

- Vérifier ou calculer les dimensions de la section,

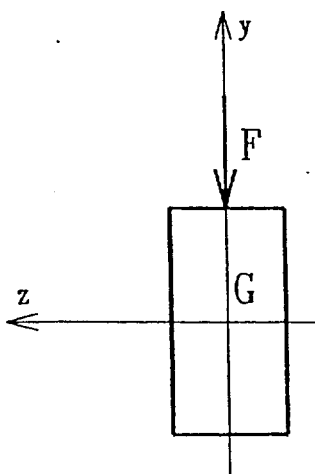
- aux contraintes normales  $\sigma_{X1\text{maxi}} = \sigma_{X1(\text{chant})\text{maxi}} + \sigma_{X1(\text{plat})\text{maxi}}$

- aux contraintes tangentielles  $\tau_{X1\text{maxi}} = \sqrt{\tau_{Y1X1(\text{chant})\text{maxi}}^2 + \tau_{Y1X1(\text{plat})\text{maxi}}^2}$

- aux déformations  $f_{\text{maxi}} = \sqrt{f_{Y1\text{maxi}}^2 + f_{Z1\text{maxi}}^2}$



## -3- Deuxième méthode de calcul ( à partir d'une étude en flexion simple ).



- Le modèle de base, est la poutre 1 placée sur chant et chargée dans le plan  $(G_x, G_y)$  par  $F$ .
- Déterminer pour ce modèle, en flexion simple, les efforts tranchants  $T_y$ , les moments fléchissants  $M_{fz}$ , les contraintes normales  $\sigma_x$  et tangentielles  $\tau_{yx}$ , la flèche  $f$  et leurs maxima.

- Vérification aux contraintes normales,

$$\sigma_{X1\text{maxi}} = \sigma_{x\text{maxi}} ((\cos \alpha + (h / b) \cdot \sin \alpha) ) .$$

- Vérification aux contraintes tangentielles,

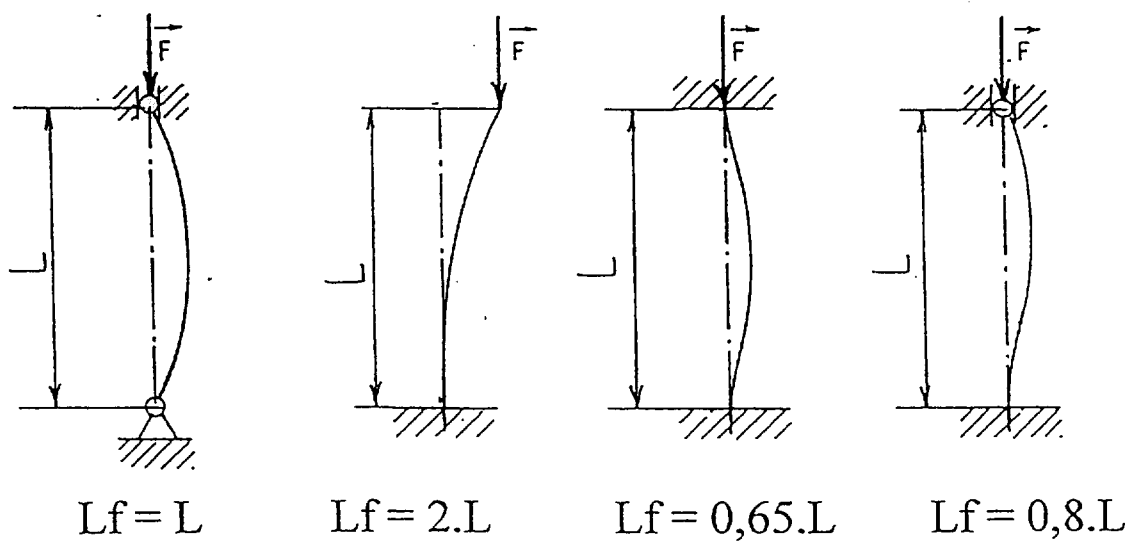
$$\tau_{X1\text{maxi}} = ( 3 \cdot T_{y\text{maxi}} ) / ( 2 \cdot S ) .$$

- Vérification aux déformations,

$$f_{\text{maxi}} = f_{y\text{maxi}} \cdot \sqrt{\cos^2 \alpha + (h^4 / b^4) \cdot \sin^2 \alpha}$$

**\*\* METHODE DE VERIFICATION DES POUTRES AU FLAMBAGE \*\***

**- Longueur de flambage.**



**- Elancement.**

- L'élancement est noté  $\lambda = \frac{L_f}{i}$  où  $i$  est le rayon de giration tel que  $i^2 = \frac{I}{S}$

**- Domaine d'étude pour les pièces en bois.**

-  $\lambda < 37,5$  calcul en compression simple.

-  $37,5 < \lambda < 120$  , on définit la contrainte admissible par:

$$\sigma_{adm} = \sigma' \cdot (1,45 - 0,012 \cdot \lambda) \quad \text{pour } 37,5 < \lambda < 75$$

$$\sigma_{adm} = \sigma' \cdot \frac{3100}{\lambda^2} \quad \text{pour } 75 < \lambda < 120$$

-  $120 < \lambda < 180$  , on vérifie que la force  $F$  appliquée à la poutre n'atteint pas la limite de rupture, on compare cette force  $F$  à la force critique d'Euler,

$$2,75 \cdot F < F_c = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{L_f^2}$$

# ASSEMBLAGES BOULONNES

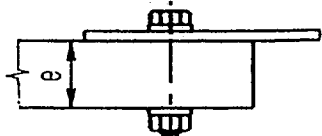
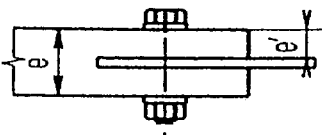
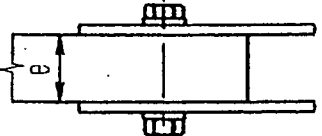
## -1- Diamètres normalisés des boulons utilisés en charpente.

12 mm , 14 mm , 16 mm , 18 mm , 20 mm , 22 mm , 24 mm et 27 mm

## -2- Assemblages boulonnés de pièces en bois ( liaison pivot, sans reprise de moment ).

### - 2.1. Modes de sollicitations , diamètre des boulons $d$ et effort de base $f$ repris par boulon.

Unités:     $e$  en cm     $d$  en cm    et     $f$  en DaN

Modes de sollicitation	Diamètre des boulons	Effort pour les résineux	Effort pour les feuillus
<u>Une plaque extérieure</u> 	$e \leq 5.d$	$f = 100.d.Ve$	$f = 130.d.Ve$
<u>Plaque d'axe ou en âme</u> 	$e \leq 8.d$ $e' \geq 45mm$	$f = 200.d.Ve$	$f = 260.d.Ve$
<u>Deux plaques extérieures</u> 	$e \leq 10.d$	$f = 250.d.Ve$	$f = 325.d.Ve$

### - 2.2. Valeur de l'effort admissible par boulon: coefficients réducteurs dus:

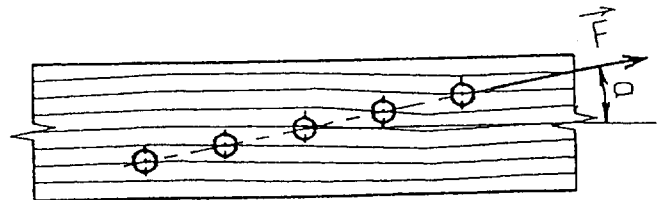
- au nombre  $n$  de boulons alignés suivant le support de l'effort:

- $n \leq 4$                        $K_n = 1$
- $4 < n \leq 8$                  $K_n = 0,9$
- $8 < n$                          $K_n = 0,8$

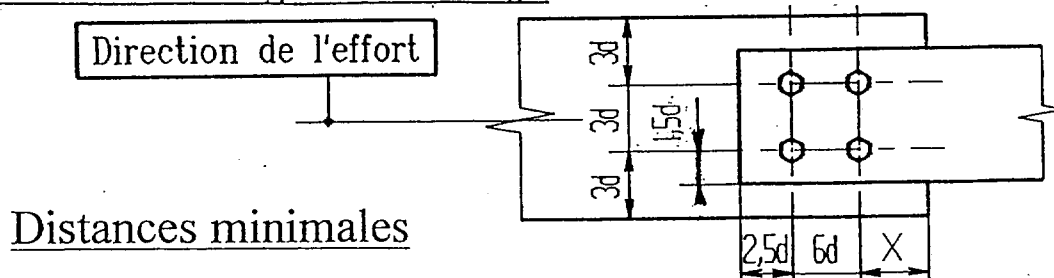
$$F_{adm.} = K_a \cdot K_n \cdot f$$

- à l'inclinaison  $a$  de l'effort par rapport aux fibres:

- $0 < a \leq 30^\circ$                $K_a = 1$
- $30^\circ < a \leq 60^\circ$          $K_a = 0,9$
- $60^\circ < a \leq 90^\circ$          $K_a = 0,8$



### - 2.3. Répartition des boulons, plan de boulonnage:



## HUMIDITE DU BOIS - FLUAGE

### Influence de l'humidité:

L'humidité à prendre en compte est le taux hygroscopique H du bois dans l'ambiance où ils se trouvent après la mise en œuvre.

➤ Résineux et feuillus massifs:

- Flexion et traction axiale:  $C_H = 1,24 - 0,02 \times H$
- Autres contraintes:  $C_H = 1,48 - 0,04 \times H$

➤ Bois lamellé collé:

- Pas de prise en compte:  $C_H = 1$

### Coefficient de fluage $\theta$ :

Le fluage caractérise l'augmentation de la déformation qui peut intervenir sous contrainte ou charge maintenue constante. Il s'applique aux charges permanentes ou à celles assimilées comme permanentes (3 mois consécutifs pour la neige, 20% de la charge d'exploitation etc.).

➤ Si  $\sigma_{f\infty} \leq 0,20 \times (\sigma_f \times C_H \times C)$

- $\theta = 1$

➤ Si  $\sigma_{f\infty} \geq 0,20 \times (\sigma_f \times C_H \times C)$

- $$\theta = 1 + \frac{(12 + \Delta H) \times (H' + \Delta H)}{204} \times \left( \frac{\sigma_{f\infty} - 0,20 \times (\sigma_f \times C_H \times C)}{\sigma_f \times C_H \times C} \right)$$

- $\sigma_{f\infty}$  : Contrainte normale de flexion sous charge de longue durée.
- $H'$  : Humidité du bois lors de sa mise en œuvre.
- $\Delta H$  : Différence entre le maximum et le minimum des humidités atteintes après la mise en œuvre, jusqu'à la stabilisation complète des déformations du bois.