


---

## RESISTANCE DES STRUCTURES BOIS

---

# DOSSIER TECHNIQUE -AIDE MEMOIRE



VERSION 11/2013




---

Cours destiné aux étudiants de BTS SCBH (Lycée Haroun Tazieff) et de licence professionnelle bois (IUT de Mont de Marsan et IUT de Génie Civil de Talence).

---

# AIDE MEMOIRE - VERIFICATIONS EC5

## PROCEDURE POUR REALISER UN CALCUL DE STRUCTURE

### 1- MODELISATION

#### GEOMETRIE

- **Ligne d'épure** (nœuds, barres)
- Dimensions
  - . portée, hauteur ect...
  - . entraxe, bande de chargement
  - . angle

Généralement "fibre neutre", pour charpente par connecteurs voir DTU 31.3

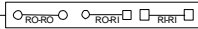
Une barre est un élément entre deux nœuds  
Attention aux unités, m, mm...

#### LIAISONS

##### - Liaisons aux appuis extérieurs



##### - Liaisons intérieures, relaxations entre barres



On construira ce que l'on aura modélisé !  
Conséquences de la modélisation

Comprendre le fonctionnement de la structure

#### HYPOTHESES SUR LES MATERIAUX

- Catégorie de résistance (CII, DII, GLII)
- Section (bxh)
- Humidité
- Classe de service
- Durée d'application de la charge

#### CHARGEMENTS ET COMBINAISONS

##### - Chargements G, Q, S, W (EC1) (Vent, WGP, WGD, WP et éventuellement WDP et WDD)

- **Combinaisons : (EC5)**
  - . ELU, pour les contraintes structures et équilibre statique
  - . ELS, pour les déformations instantanées et différées

**ELU**  
1,35G+1,5Q  
1,35G+1,6S  
1,35G+1,5W  
1,35G+1,35Q+1,35S+1,35W  
0,9G+1,5W

**ELS**  
G+Q  
G+S  
G+W  
G+0,9Q+0,9S  
G+ph2Q



- Bien comprendre ce que chaque combinaison apporte comme vérification

Voir règlement EC5 et règlement spécifique

### 2- CALCUL (STATIQUE et RDM)

Pb "simple", calcul manuel  
(charpente non assemblée, structure isostatique)

Pb "complexe", calcul logiciel

#### ETUDE STATIQUE, actions aux appuis

##### - Rappels :

- . PFS
- . Somme des forces à un nœud = 0
- . Méthodes graphiques
- . Techniques (Ritter ...)

$$\sum \text{des forces } /Ox = 0$$

$$\sum \text{des forces } /Oy = 0$$

$$\sum \text{des moments des forces } /Oz = 0$$

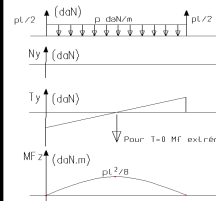


##### - "Trucs"

- . Choisir le bon isolement (ex : poteaux pendulaires)
- . Egalités de forme, de chargement

Repère global X,Y, Z (structure) et repère local x,y,z (barres)

#### RDM - SOLLICITATIONS



##### - Rappels :

- . N, T, MF
- . N = - ∑ des forces à gauche /Ox = 0
- . T = - ∑ des forces à gauche /Oy = 0
- . Mf = - ∑ des moments des forces à gauche /Oz = 0

SOLLICITATIONS DANS LES BARRES .... pour calcul contraintes  
SOLLICITATIONS AUX NOEUDS .... pour calculs assemblages

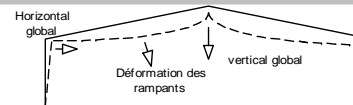
#### RDM - CONTRAINTES

Lister ce qui sera vérifié (faire des choix pertinents), Calculer les contraintes

$$\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v} \quad \sigma_{c,0,d} = \frac{N}{S} \quad \sigma_{t,0,d} = \frac{N}{S} \quad \tau_d = \frac{1,5T}{S} \quad \sigma_{c,90,d} = \frac{F}{S_{comp}}$$

#### RDM - DEFORMATIONS

Lister ce qui sera vérifié (faire des choix pertinents), déterminer les déformations



#### CALCUL DES EFFORTS SUR LES ELEMENTS D'ASSEMBLAGES

Etude statique : recherche des efforts sur les éléments d'assemblages (boulons, pointes, vis, connecteurs ...)

### 3- VERIFICATION REGLEMENTAIRE (EC5)

#### VERIFICATIONS DES CONTRAINTES (ELU)

$$\sigma_d \leq f_d \Rightarrow f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M} \quad \text{ou en \%}$$

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d} \cdot k_{fs} \cdot k_{is} \cdot k_{crit}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d} \cdot k_h} \leq 1 \quad \frac{\tau_d}{k_v \cdot f_{v,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \right) + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

#### VERIFICATIONS DES DEFORMATIONS (ELS)

$$U_{inst} \leq U_{valeur \cdot limite \cdot (inst)} \Rightarrow U_{inst}$$

$$U_{fin} \leq U_{valeur \cdot limite \cdot (fin)}$$

Tableau 4.1 : Valeurs limites pour les flèches verticales

Type d'ouvrage	U <sub>fin</sub>	U <sub>inst</sub>
Consoles, porte-à-faux	l/100	l/150
Toitures non accessibles	l/200	l/250
Toitures accessibles	l/250	l/300
Planchers courants	l/250	l/300
Planchers ou toitures supportant des matériaux fragiles ou rigides	l/250	l/350

Exemple

Consulter les règlements spécifiques et cours

#### VERIFICATIONS DES ASSEMBLAGES

$$\text{Effort}_{ELU} \leq R_d \Rightarrow R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M}$$

- Recherche de l'effort ultime
- Choix d'une solution technologique d'assemblage
- Conditions particulières de vérification
- Vérifier EFFORT repris par l'assemblage < RESISTANCE de l'assemblage
- Positionner les assembleurs, conditions de pince

Bien comprendre le fonctionnement de l'assemblage

## Valeurs caractéristiques du BM (résineux) selon EN338

Caractéristiques	Symbole	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
<b>Propriétés de résistance en N/mm<sup>2</sup></b>										
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2	2.2	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9
Cisaillement	$f_{v,k}$	3	3.2	3.4	3.8	4	4	4	4	4
<b>Propriétés de rigidité en kN/mm<sup>2</sup></b>										
Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,0.5}$	4.7	5.4	6	6.7	7.4	8	8	8.7	9.4
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0.23	0.27	0.3	0.33	0.37	0.4	0.4	0.43	0.47
Module moyen de cisaillement	$G_{moy}$	0.44	0.5	0.56	0.63	0.69	0.75	0.75	0.81	0.88
<b>Masse volumique en Kg/m<sup>3</sup></b>										
Masse volumique au fractile de 5%	$\rho_k$	290	310	320	340	350	370	380	400	420
Masse volumique moyenne	$\rho_{moy}$	350	370	380	410	420	450	460	480	500

## Valeurs caractéristiques du BM (feuillus) selon EN338

Caractéristiques	Symbole	D30	D35	D40	D50	D60	D70
<b>Propriétés de résistance en N/mm<sup>2</sup></b>							
Flexion	$f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	8	8.4	8.8	9.7	10.5	13.5
Cisaillement	$f_{v,k}$	4	4	4	4	4.5	5
<b>Propriétés de rigidité en kN/mm<sup>2</sup></b>							
Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	10	10	11	14	17	20
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,0.5}$	8	8.7	9.4	11.8	14.3	16.8
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0.64	0.69	0.75	0.93	1.13	1.33
Module moyen de cisaillement	$G_{moy}$	0.6	0.65	0.7	0.88	1.06	1.25
<b>Masse volumique en Kg/m<sup>3</sup></b>							
Masse volumique au fractile de 5%	$\rho_k$	530	560	590	650	700	900
Masse volumique moyenne	$\rho_{moy}$	650	680	720	790	847	1090

### Valeurs caractéristiques du BLC selon EN1194

Caractéristiques		Symbole	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
Propriétés de résistance en N/mm <sup>2</sup>										
Flexion	$f_{m,k}$		24	28	32	36	24	28	32	36
Traction axiale	$f_{t,0,k}$		16.5	19.5	22.5	26	14	16.5	19.5	22.5
Traction transversale	$f_{t,90,k}$		0.4	0.45	0.5	0.6	0.35	0.4	0.45	0.5
Compression axiale	$f_{c,0,k}$		24	26.5	29	31	21	24	26.5	29
Compression transversale	$f_{c,90,k}$		2.7	3	3.3	3.6	2.4	2.7	3	3.3
Cisaillement	$f_{v,k}$		2.7	3.2	3.8	4.3	2.2	2.7	3.2	3.8
Propriétés de rigidité en KN/mm <sup>2</sup>										
Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$		11.6	12.6	13.7	14.7	11.6	12.6	13.7	14.7
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,0.5}$		9.4	10.2	11.1	11.9	9.4	10.2	11.1	11.9
Module moyen d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$		0.39	0.42	0.46	0.49	0.32	0.39	0.42	0.46
Module moyen de cisaillement	$G_{moy}$		0.72	0.78	0.85	0.91	0.59	0.72	0.78	0.85
Masse volumique en Kg/m <sup>3</sup>										
Masse volumique au fractile de 5%	$\rho_k$		380	410	430	450	350	380	410	430
Masse volumique moyenne	$\rho_{moy}$		440	480	520	560	420	460	500	540

### Valeur du coefficient $K_{mod}$

Matériau	Classe de durée de charge	Classe de service		
		1	2	3
<b>BM, LC, CP, LVL</b>	Permanente	0.6	0.6	0.5
	Long terme	0.7	0.7	0.55
	Moyen terme	0.8	0.8	0.65
	Court terme	0.9	0.9	0.7
	Instantanée	1.1	1.1	0.9

Nota : lorsque dans une combinaison, on a des charges de durée variable, on prend le  **$k_{mod}$  de la plus faible durée.**

### Classes de service

<b>Classe 1</b>	<b>Milieu protégé</b> Taux d'humidité de l'air < 65% Taux d'humidité du bois H% < 13%
<b>Classe 2</b>	<b>Milieu extérieur non exposé</b> Taux d'humidité de l'air < 85% Taux d'humidité du bois 13 % < H% < 20%
<b>Classe 3</b>	<b>Milieu extérieur exposé</b> Humidité du bois > le plus souvent à 20% Liaisons avec le sol, l'eau

### Classes de durée de charge

Classe de durée de charge	Ordre de grandeur de la durée cumulée de l'application d'une action	Exemple d'action
Permanente	> 10 ans	poids propre
Long terme	six mois à 10 ans	stockage
Moyen terme	une semaine à six mois	charges d'exploitation, neige*
Court terme	< une semaine	Neige, charges d'entretien
Instantanée		vent, action accidentelle

\* neige au dessus de 1000m

### Coefficients partiels normaux propriétés des matériaux $\gamma_M$

ETATS LIMITES ULTIMES			
MATERIAUX	Bois		1.3
	Lamellé collé		1.25
	LVL, OSB, PP		1.2
ASSEMBLAGES	Rupture du bois		1.3
Situations accidentelles			1.0
ETATS LIMITES DE SERVICES			1.0

Résistances projet,  $f_d$ , cas usuels

$f_d = f_k \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$	CHARGE APPLIQUEE LE MOINS LONGTEMPS DANS LA COMBINAISON ETUDIEE - classes service 1 et 2																			
	G					Q					S					W				
	C18	C24	C30	GL24	GL28	C18	C24	C30	GL24	GL28	C18	C24	C30	GL24	GL28	C18	C24	C30	GL24	GL28
$f_{m,d}$	8.3	11.1	13.8	11.5	13.4	11.1	14.8	18.5	15.4	17.9	12.5	16.6	20.8	17.3	20.2	15.2	20.3	25.4	21.1	24.6
$f_{t,0,d}$	5.1	6.5	8.3	7.9	9.4	6.8	8.6	11.1	10.6	12.5	7.6	9.7	12.5	11.9	14.0	9.3	11.8	15.2	14.5	17.2
$f_{c,0,d}$	8.3	9.7	10.6	11.5	12.7	11.1	12.9	14.2	15.4	17.0	12.5	14.5	15.9	17.3	19.1	15.2	17.8	19.5	21.1	23.3
$f_{c,90,d}$	1.0	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	1.9	1.5	1.7	1.9	1.9	2.2	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6
$f_{v,d}$	1.6	1.8	1.8	1.3	1.5	2.1	2.5	2.5	1.7	2.0	2.4	2.8	2.8	1.9	2.3	2.9	3.4	3.4	2.4	2.8

### Valeurs de Kdef (fluage)

MATERIAU / CLASSE DE DUREE DE CHARGE		Classe de service		
		1	2	3
<b>Bois massif (1),</b>	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
<b>Lamellé collé</b>	EN 14080	0,60	0,80	2,00
<b>LVL</b>	EN 14374	0,60	0,80	2,00
<b>Contreplaqué</b>	EN 636			
	Partie 1	0.80		
	Partie 2	0.80	1,00	
	Partie 3	0.80	1,00	2,50
<b>OSB</b>	EN 300			
	OSB/2	2,25		
	OSB /3 /4	1,50	2,25	
<b>PP</b>	EN 312			...
	Partie 4	2,25		...
	Partie 5	2,25	3,00	...
	Partie 6	1,50		...

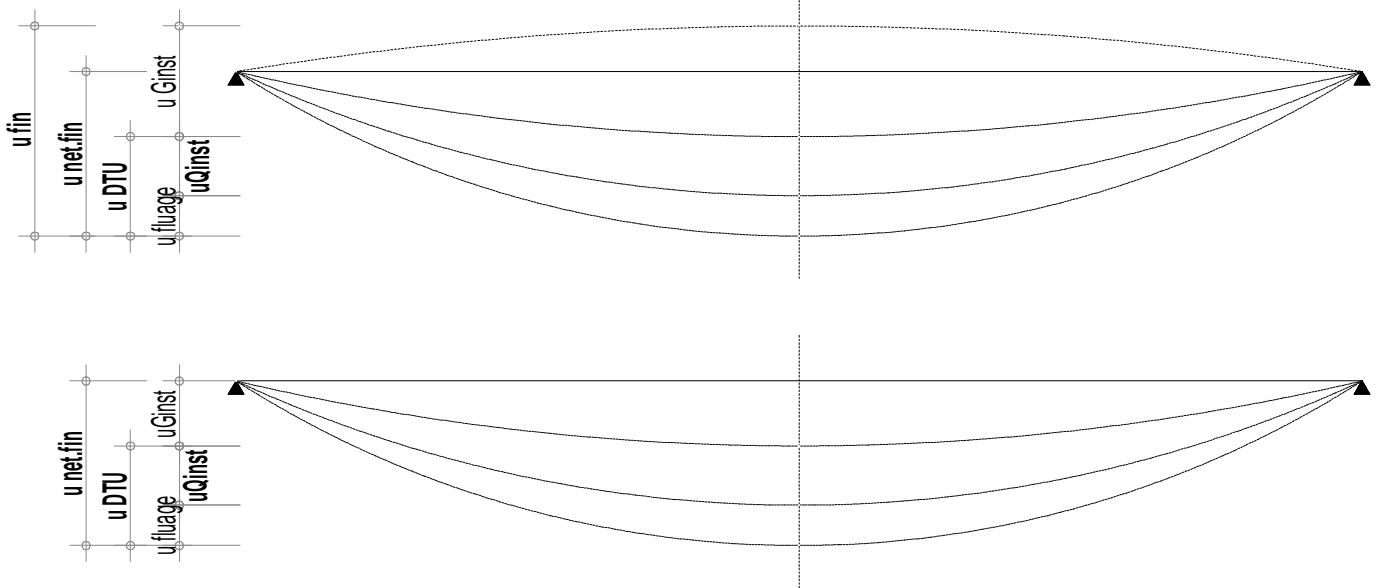
(1) - Pour les BM placés à une humidité > à 30% Kdef est augmenté de 1,00

(2)- Pour les bois dont l'humidité de mise en œuvre est > à 20% et séchant sous charge, on ajoutera 1 à kdef de la classe de service 2.

### $\Psi_0$ et $\Psi_2$

Tableau des valeurs $\Psi_0$ et $\Psi_2$		
CHARGES D'EXPLOITATION BATIMENTS		
	$\Psi_0$	$\Psi_2$
A Habitations, résidentiels	0.7	0.3
B Bureaux	0.7	0.3
C Lieux de réunion	0.7	0.6
D Commerce	0.7	0.6
E Stockage	1.0	0.8
G Circulation véhicules < 30kN	0.7	0.6
F Circulation véhicules >à 30kN et >à 160kN	0.7	0.3
H Toîts	0.0	0
<b>Neige</b>	Altitude H > 1000 m	0.7
	Altitude H ≤ 1000 m	0.5
<b>Charges dues au vent</b>		0.6

## RAPPEL SCHEMAS DES FLECHES ET DEFORMATIONS



<b>Valeurs limites pour les déplacements verticaux et horizontaux</b>						
	<b>Bâtiments courants</b>			<b>Bâtiments agricoles et similaires</b>		
	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}$	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}$
Chevrans	-	$L/150$	$L/150$	-	$L/150$	$L/150$
Éléments structuraux	$L/300$	$L/200$	$L/125$	$L/200$	$L/150$	$L/100$

**Consoles et porte à faux :** La valeur limite sera doublée. Si la valeur limite calculée est  $< 5$  mm on pourra prendre 5 mm comme valeur limite de vérification

**Panneaux de planchers ou supports de toiture :**  $W_{net,fin} < L/250$

**Flèche horizontale :**  $L/200$  pour les éléments individuels soumis au vent.

**Dispositif de contreventement**  $L/500$

### A l'ELS on vérifie :

- la déformation instantanée,  $u_{Qinst}$  OU  $W_{inst}$
- la déformation net,fin  $u_{net,fin}$  OU  $W_{net,fin}$
- la déformation second oeuvre  $u_{DTU}$  OU  $W_2$

### Chargement pour déterminer :

- la déformation instantanée,  $u_{Qinst}$  OU  $W_{inst}$   $p = Q$
- la déformation net,fin  $u_{net,fin}$  OU  $W_{net,fin}$   $p = (1 + k_{def}) G + (1 + k_{def} \cdot \psi_2) Q$
- la déformation second oeuvre  $u_{DTU}$  OU  $W_2$   $p = (k_{def}) G + (1 + k_{def} \cdot \psi_2) Q$

## RAPPEL EXPRESSION DES CONTRAINTES

Compression axiale	Traction axiale	Flexion	Cisaillement longitudinal	Compression transversale	Traction Transversale
$\sigma_{c,o,d}$	$\sigma_{t,o,d}$	$\sigma_{m,d}$	$\tau_d$	$\sigma_{c,90,d}$	$\sigma_{t,90,d}$
$\sigma_{c,o,d} = \frac{N}{S}$	$\sigma_{t,o,d} = \frac{N}{S}$	$\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}$	$\tau_d = \frac{kT}{S_{cis}}$	$\sigma_{c,o,d} = \frac{F}{S_{comp}}$	VOIR FENDAGE
		$I/v = bh^2/6$ , section rectangulaire $I/v = \pi D^3/32$ , section circulaire	$k=1,5$ section rectangulaire $k=4/3$ section circulaire	$S_{comp}$ surface comprimée	

$N$  effort normal

$T$  effort tranchant (la lettre  $V$  est aussi employée pour désigner l'effort tranchant)

$MF$  moment fléchissant

# Vérifications des contraintes ELU

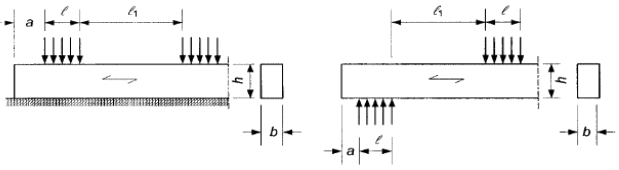
Pièces soumises à du <b>CISAILLEMENT</b>		
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$	$\tau = \frac{1,5T}{k_{cr} \cdot b \cdot h_e}$ <p><u>On ne négligera pas</u>  <math>k_{cr}</math> coefficient de réduction de section</p>	$\tau_d \leq f_{v,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_v$ <p><u>On ne négligera pas</u> <math>k_v</math> coefficient d'entaille (si la pièce est entaillée).</p>

Pièces soumises à de la <b>COMPRESSION AXIALE</b>		
		poteaux, contrefiche, lien...
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V = 0$		
$N \neq 0$	$\sigma_{c,0} = \frac{N}{S}$	$\sigma_{c,0} \leq f_{c,0,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_{c,you z}$ <p><u>On ne négligera pas</u> <math>k_{c,you z}</math> coefficient de flambement</p>
$M_f = 0$		

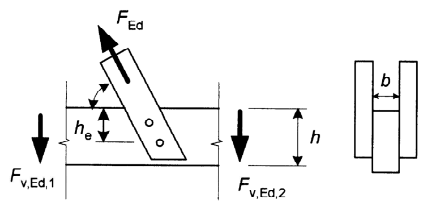
Pièces soumises à de la <b>TRACTION AXIALE</b>		
		contrefiche, entrain non fléchi...
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V = 0$		
$N \neq 0$	$\sigma_{t,0} = \frac{N}{S}$	$\sigma_{t,0} \leq f_{t,0,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_h$ <p><u>On peut négliger</u> <math>k_h</math> coefficient de hauteur.</p>
$M_f = 0$		

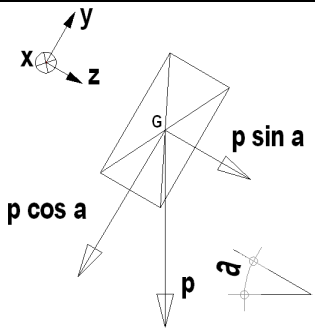
Pièces soumises à de la <b>FLEXION SIMPLE</b>		
		pannes, solives, poutres...
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$		Voir pièces soumises à du CISAILLEMENT
$N = 0$		
$M_f \neq 0$	$\sigma_m = \frac{M_f}{I/v}$ <p>Rappel <math>I/v = \frac{bh^2}{6}</math></p>	$\sigma_{m,d} \leq f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}$ <p><u>On peut négliger</u> <math>k_h</math> coefficient de hauteur.  <u>On peut négliger</u> <math>k_{ls}</math> coefficient d'effet système.  <u>On ne négligera pas</u> <math>k_{crit}</math> coefficient de déversement.</p>



Pièces soumises à de la <b>COMPRESSION TRANSVERSALE</b>		
compression sur appuis...		
EFFORTS	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
Effort à l'appui, F	$\sigma_{c,90} = \frac{F}{S_{comprimée}}$	$\sigma_{c,90} \leq f_{c,90,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot k_{c,90}$ <p><u>On ne négligera pas</u> <math>k_{c,90}</math> facteur de plastification de l'appui</p> <p>Pour des éléments reposant sur des appuis continus, fig (a) :  <math>k_{c,90} = 1,25</math> pour le bois résineux massif  <math>k_{c,90} = 1,5</math> pour le bois résineux lamellé collé</p> <p>Pour des éléments reposant sur des appuis discrets, fig (b):  <math>k_{c,90} = 1,5</math> pour le bois résineux massif  <math>k_{c,90} = 1,75</math> pour le bois résineux lamellé collé</p>  <p style="text-align: center;">(a) (b)</p>

Pièces soumises à de la <b>COMPRESSION OBLIQUE</b>		
compression sur appuis (exercée par un effort F inclinée d'un angle $\alpha$ )		
EFFORTS	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
Effort à l'appui, F	$\sigma_{c,\alpha} = \frac{F}{S_{comprimée}}$	$\sigma_{c,\alpha} \leq f_{c,\alpha,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ <p>Rappel : <math display="block">f_{c,\alpha,k} = \frac{f_{c,0,k}}{\frac{f_{c,0,k}}{f_{c,90,k}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}</math></p>

Pièces soumises à du <b>FENDAGE</b>	
	
EFFORTS	VERIFICATIONS EC5
Effort tranchant $F_{v,Ed} \perp$ à la pièce.  Voir schéma ci-dessus	$F_{V,d} \leq F_{90,Rk} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$ $F_{90,Rk} = 14bw \sqrt{\frac{h_e}{1 - \frac{h_e}{h}}}$ $w = \begin{cases} \max \left( \left( \frac{w_{pl}}{100} \right)^{0.35}, 1 \right) & \rightarrow \text{Pour Plaque métalliques} \\ 1 & \rightarrow \text{Pour autres assemblages} \end{cases}$ <p><math>w_{pl}</math> : largeur plaque // au fil du bois</p>

$F_{90,Rk}$ Résistance caractéristique au fendage.		
Pièces soumises à de la <b>FLEXION COMPOSEE</b>		
 <p>pannes déversées (sans reprise d'effort sur axe faible)</p>		
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$	$\tau = \frac{1,5T}{k_{cr} \cdot b \cdot h}$ $T = \sqrt{(T_{\text{axe faible}})^2 + (T_{\text{axe fort}})^2}$ <p>On ne négligera pas <math>k_{cr}</math> coefficient de réduction de section</p>	$\tau_d \leq f_{v,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$
$N = 0$		
$M_f \neq 0$	<p>Selon axe fort</p> $\sigma_{1,m} = \frac{M_f}{I/v} \quad I/v = \frac{bh^2}{6}$ <p>Selon axe faible</p> $\sigma_{2,m} = \frac{M_f}{I/v} \quad I/v = \frac{b^2h}{6}$	$\frac{\sigma_{1,m} + k_m \sigma_{2,m}}{f_{m,d}} \leq 1$ $\frac{k_m \sigma_{1,m} + \sigma_{2,m}}{f_{m,d}} \leq 1$ <p><math>k_m</math> coefficient de manque d'homogénéité  <math>k_m = 0.7</math> pour BM et GL avec une section rectangulaire.  <math>k_m = 1</math> pour les autres matériaux et autres sections</p> <p>Nota : <math>f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math></p>

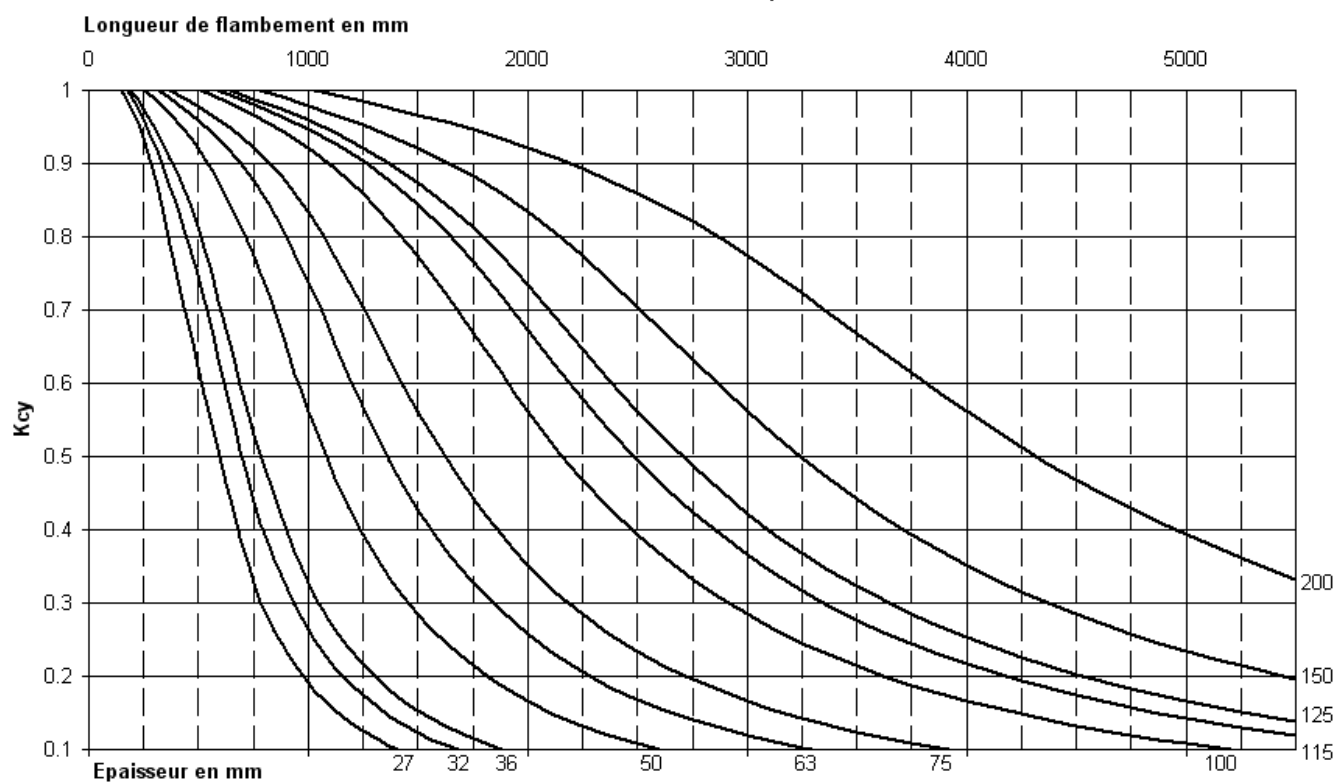
Pièces soumises à de la <b>FLEXION + TRACTION AXIALE</b>		
		Entrait...
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$		Voir pièces soumises à du CISAILEMENT
$N \neq 0$	$\sigma_{t,0} = \frac{N}{S}$	$\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1$ <p><math>k_{cz}, k_{cy}</math> coefficients de flambement</p> <p>Nota : <math>f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math>      <math>f_{t,0,d} = f_{t,0,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math></p>
$M_f \neq 0$	$\sigma_m = \frac{M_f}{I/v}$ <p>Rappel <math>I/v = \frac{bh^2}{6}</math></p>	

Pièces soumises à de la <b>FLEXION (solicitation principale) + COMPRESSION AXIALE</b>		
arbas, arêtiers, pannes fléchies et comprimées...		
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$		Voir pièces soumises à du CISAILEMENT
$N \neq 0$	$\sigma_{c,0} = \frac{N}{S}$	<p><u>SANS D'INSTABILITE DE DEVERSEMENT ET FLAMBEMENT (*)</u></p> $\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$ <p>(*) le règlement EC5 propose la vérification <math>\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} + \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 \leq 1</math>, cette vérification ne sera pas appliquée dans le cadre du cours SCBH.</p> <p><u>AVEC INSTABILITE DE DEVERSEMENT ET FLAMBEMENT</u></p> <p>Flambement axe fort <math>\frac{\sigma_m}{f_{m,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d} \cdot k_{c,y}} \leq 1</math></p> <p>Flambement axe faible <math>\left( \frac{\sigma_m}{f_{m,d} \cdot k_{crit}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d} \cdot k_{c,z}} \leq 1</math></p> <p><math>k_{crit}</math> coefficient de déversement.  <math>k_{cz}, k_{cy}</math> coefficients de flambement</p> <p>Nota : <math>f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math>      <math>f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math></p>
$M_f \neq 0$	$\sigma_m = \frac{M_f}{I/v}$  Rappel $I/v = \frac{bh^2}{6}$	

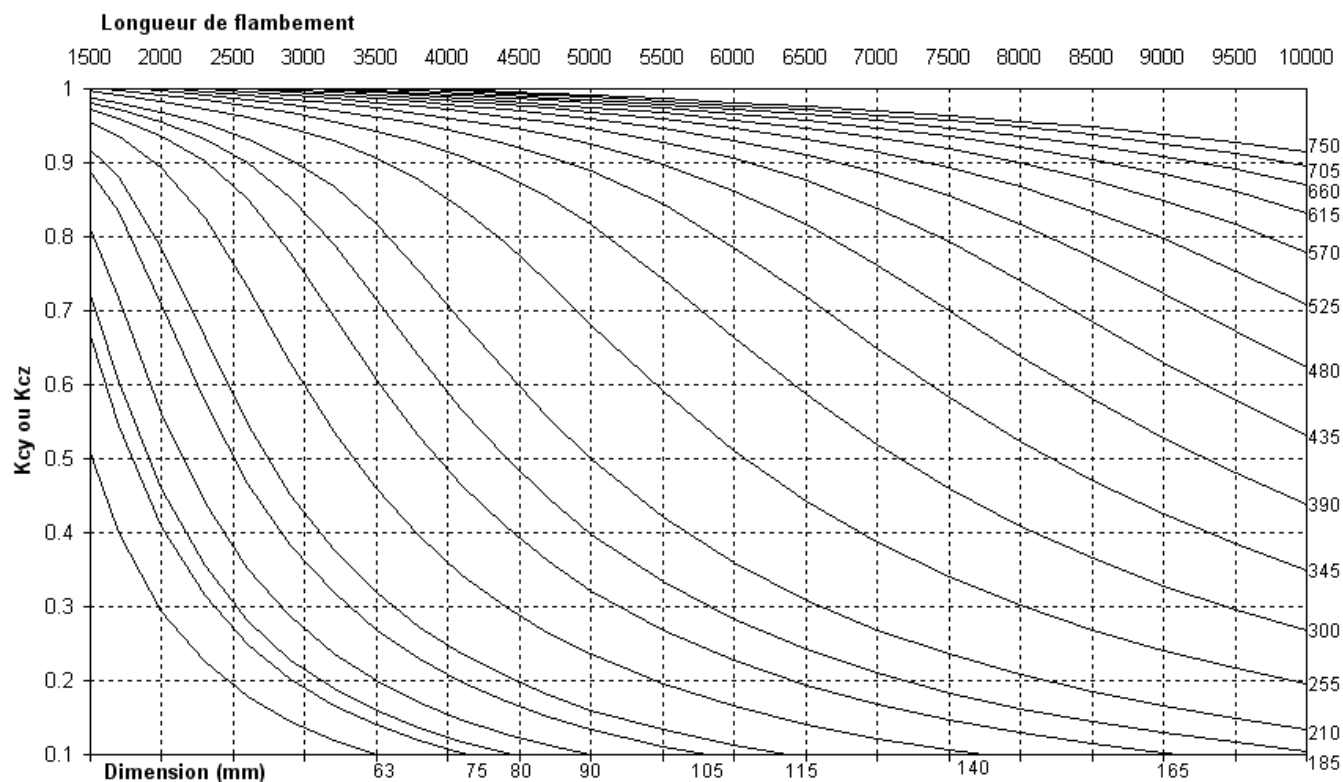
Pièces soumises à de la <b>COMPRESSION AXIALE (solicitation principale) + FLEXION</b>		
Poteaux comprimés et fléchis...		
EFFORTS INTERNES	CONTRAINTES	VERIFICATIONS EC5
$T \text{ ou } V \neq 0$		Voir pièces soumises à du CISAILEMENT
$N \neq 0$	$\sigma_{c,0} = \frac{N}{S}$	<p><u>SANS INSTABILITE DE FLAMBEMENT</u> <math>k_{cz}, k_{cy} = 1</math></p> $\frac{\sigma_m}{f_{m,d}} + \left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 \leq 1$ <p><u>AVEC D'INSTABILITE DE FLAMBEMENT</u> <math>k_{cz}, k_{cy} &lt; 1</math></p> $\frac{\sigma_m}{f_{m,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d} \cdot k_{c,y \text{ ou } z}} \leq 1$ <p><math>k_{cz}, k_{cy}</math> coefficients de flambement</p> <p>Nota : <math>f_{m,d} = f_{m,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math>      <math>f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}</math></p>
$M_f \neq 0$	$\sigma_m = \frac{M_f}{I/v}$  Rappel $I/v = \frac{bh^2}{6}$	

## $k_{cy}$ $k_{cz}$ COEFFICIENT DE FLAMBEMENT

Détermination de  $K_{cy}$  ou  $k_{cz}$  pour du bois massif C24  
en fonction de l'épaisseur

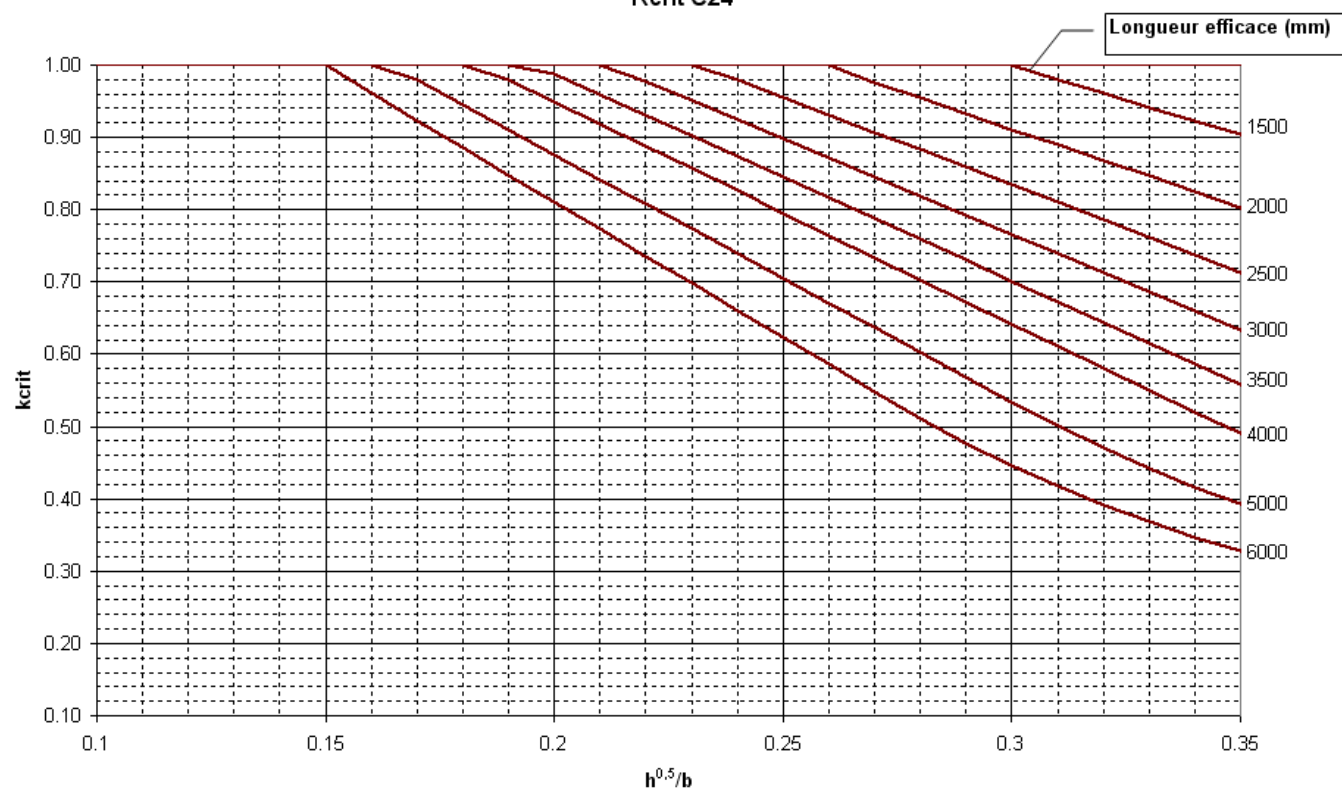


Détermination de  $K_{cy}$  ou  $K_{cz}$  pour du bois lamellé collé GL28h

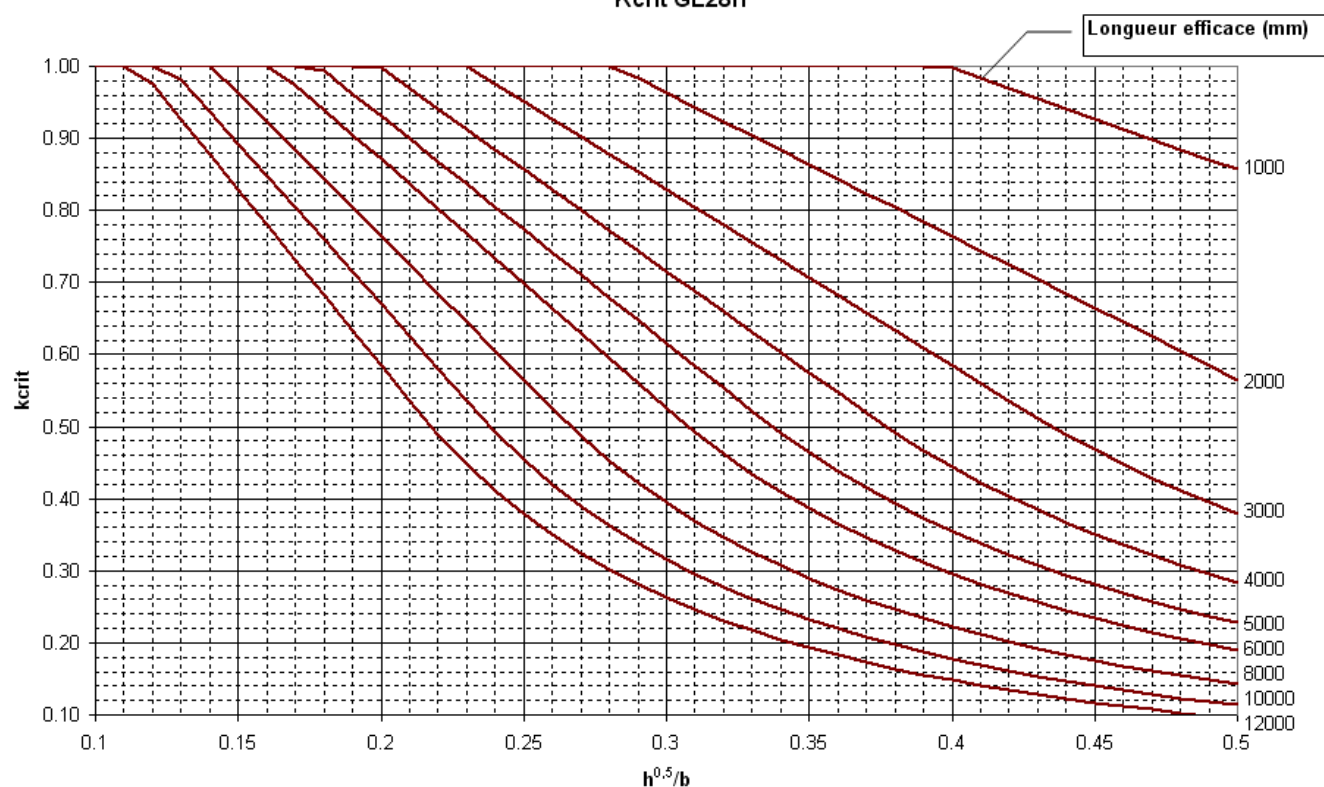


## $k_{crit}$ COEFFICIENT DE DEVERSEMENT

Kcrit C24



Kcrit GL28h



## $k_{cr}$ COEFFICIENT DE REDUCTION DE SECTION POUR LE CISAILLEMENT

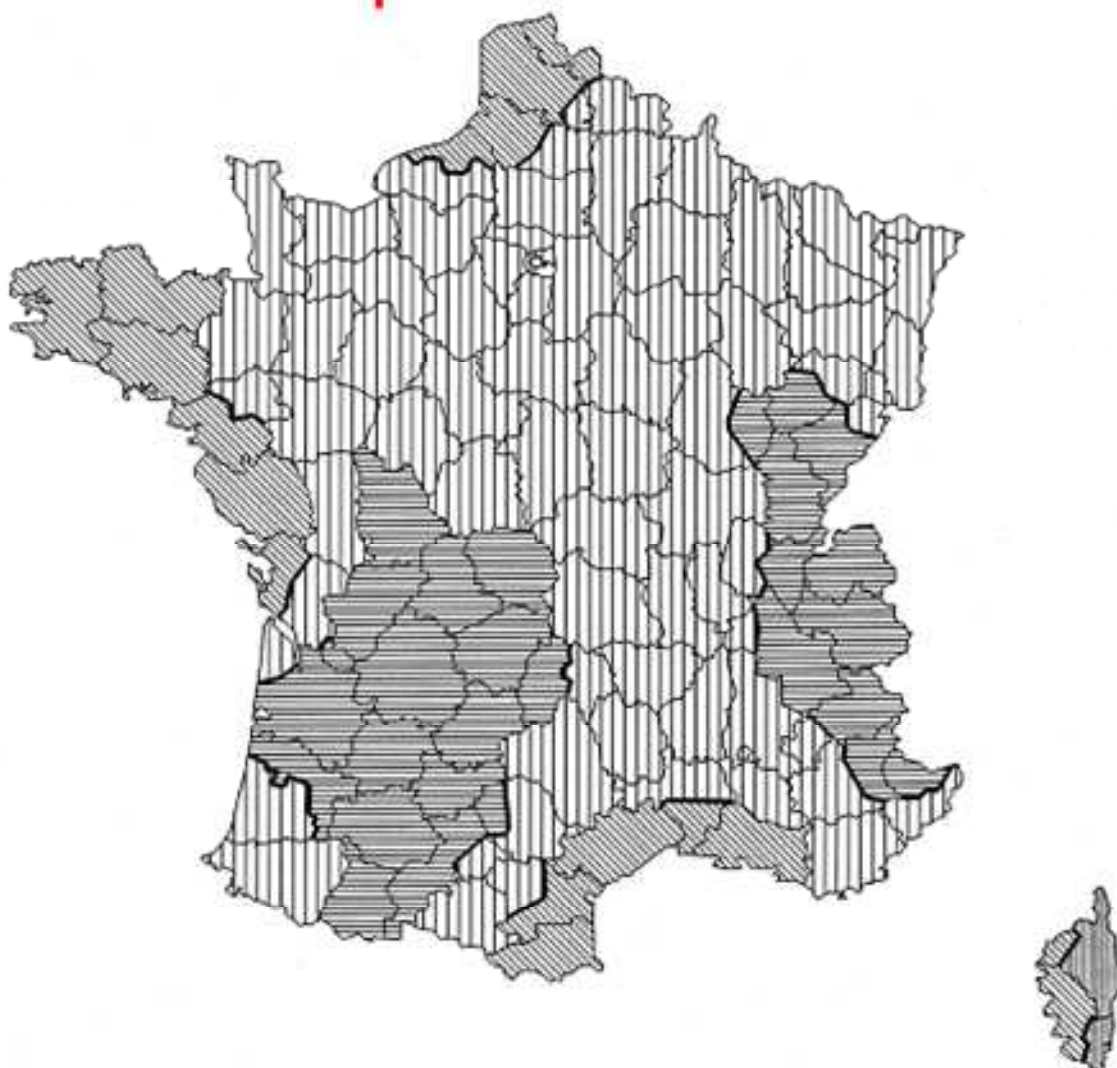
$k_{cr}$	CLASSE DE SERVICE 1		CLASSE DE SERVICE 2		CLASSE DE SERVICE 3
BM	$h < 150\text{mm}$	1	$h < 150\text{mm}$	1	0.67
	$h \geq 150\text{mm}$	0.67	$h \geq 150\text{mm}$	0.67	
BLC (GL GT)	1		$G/(G+\Sigma Q) < 0.7$	1	
			$G/(G+\Sigma Q) > 0.7$	0.67	

\* autres matériaux,  $k_{cr} = 1$

**CHARGEMENT W**

Pression du vent sur les parois :

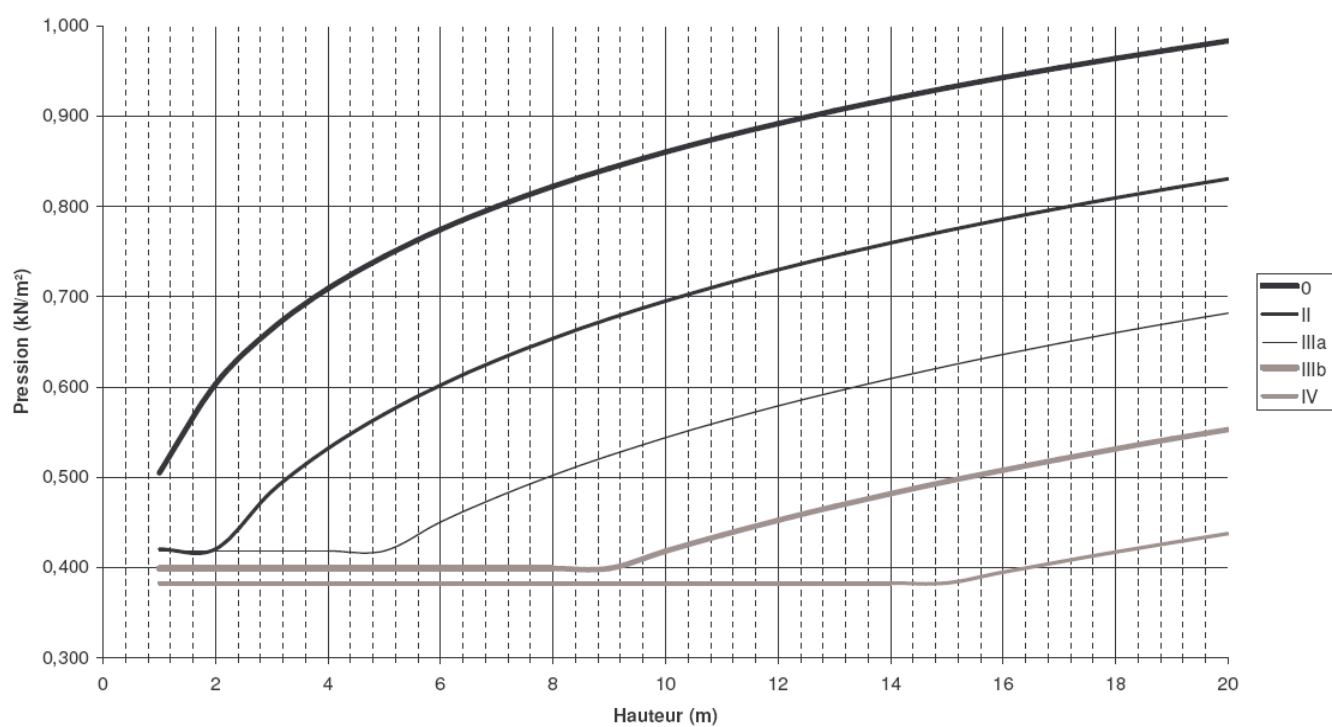
$$W = q_{p(z)} \times (C_{pe} - C_{pi})$$



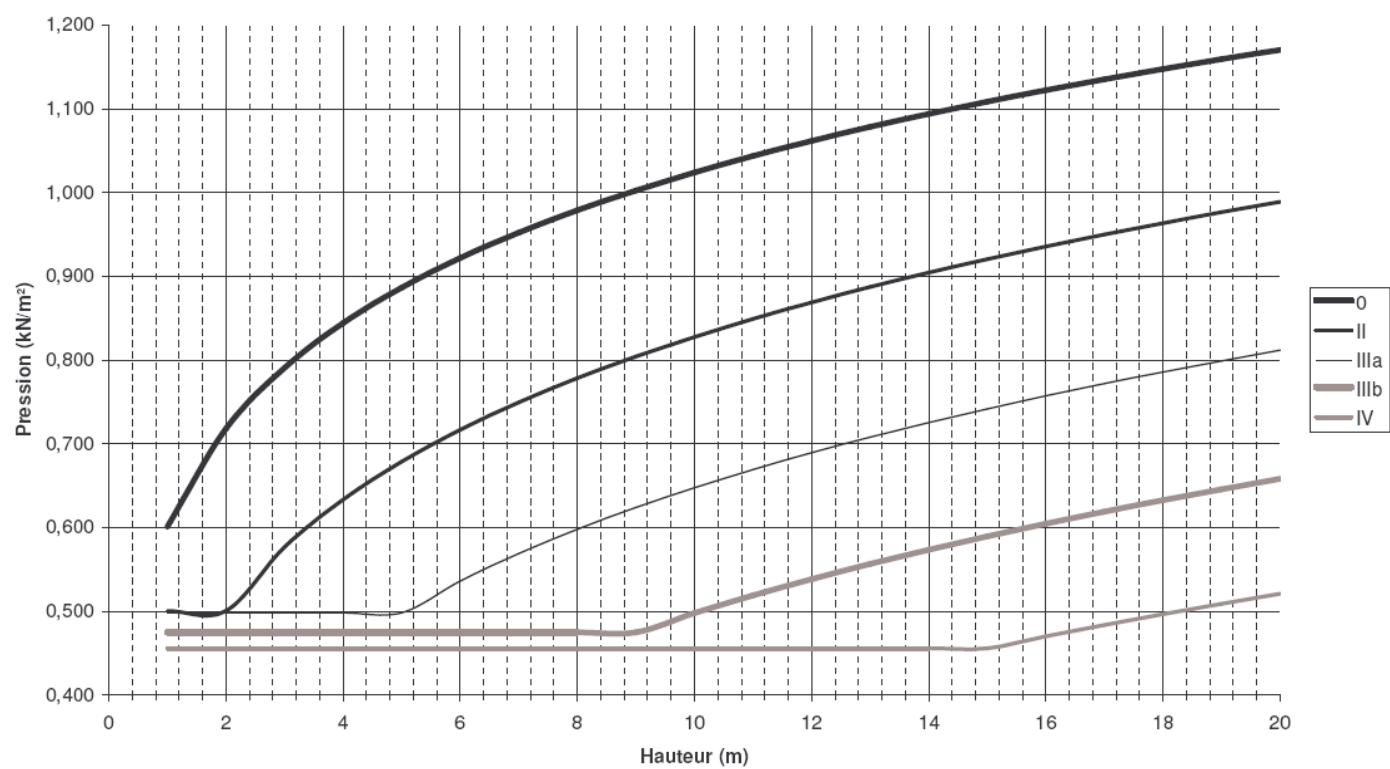
Régions :	1	2	3	4
Valeur de base de la vitesse de référence du vent $v_{b,0}$ [m/s]	22	24	26	28

Catégorie de rugosité du terrain	
0	Mer ou zone côtière exposée au vent ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, ...) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur
IIIa	Campagne avec des haies, bocage, vignoble, habitat dispersé
IIIb	Zones habitées ou industrielles, bocage dense, vergers
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m, forêts

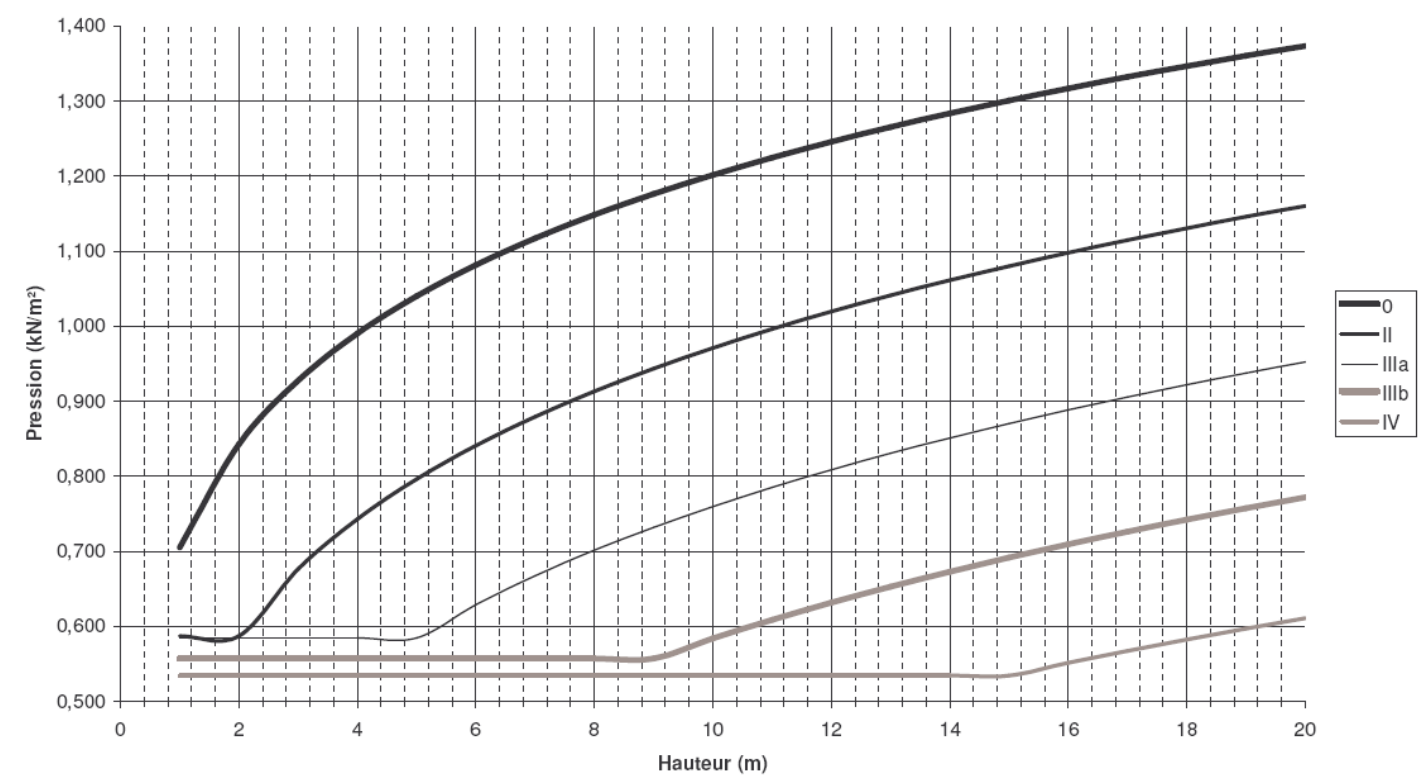
## PRESSION DYNAMIQUE DE POINTE ZONE 1



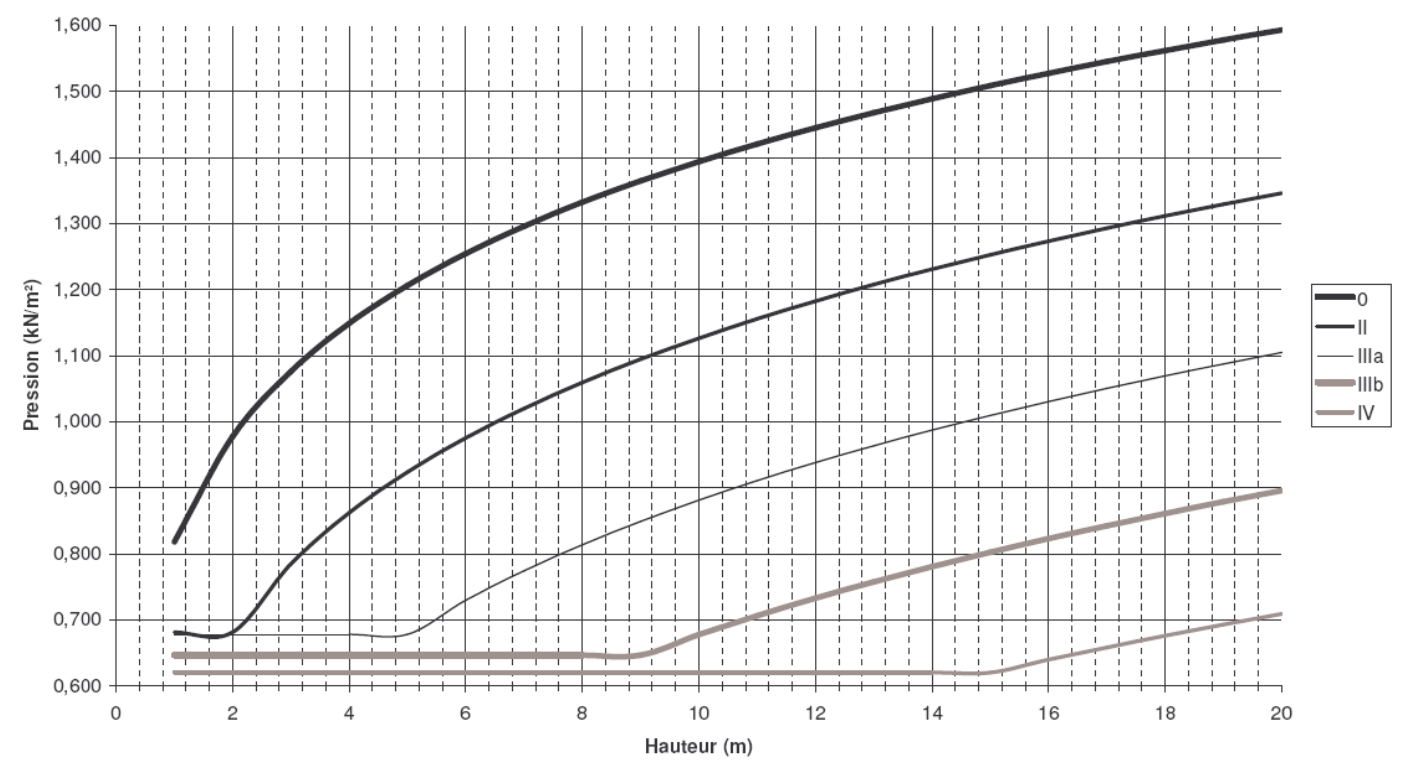
## PRESSION DYNAMIQUE DE POINTE ZONE 2



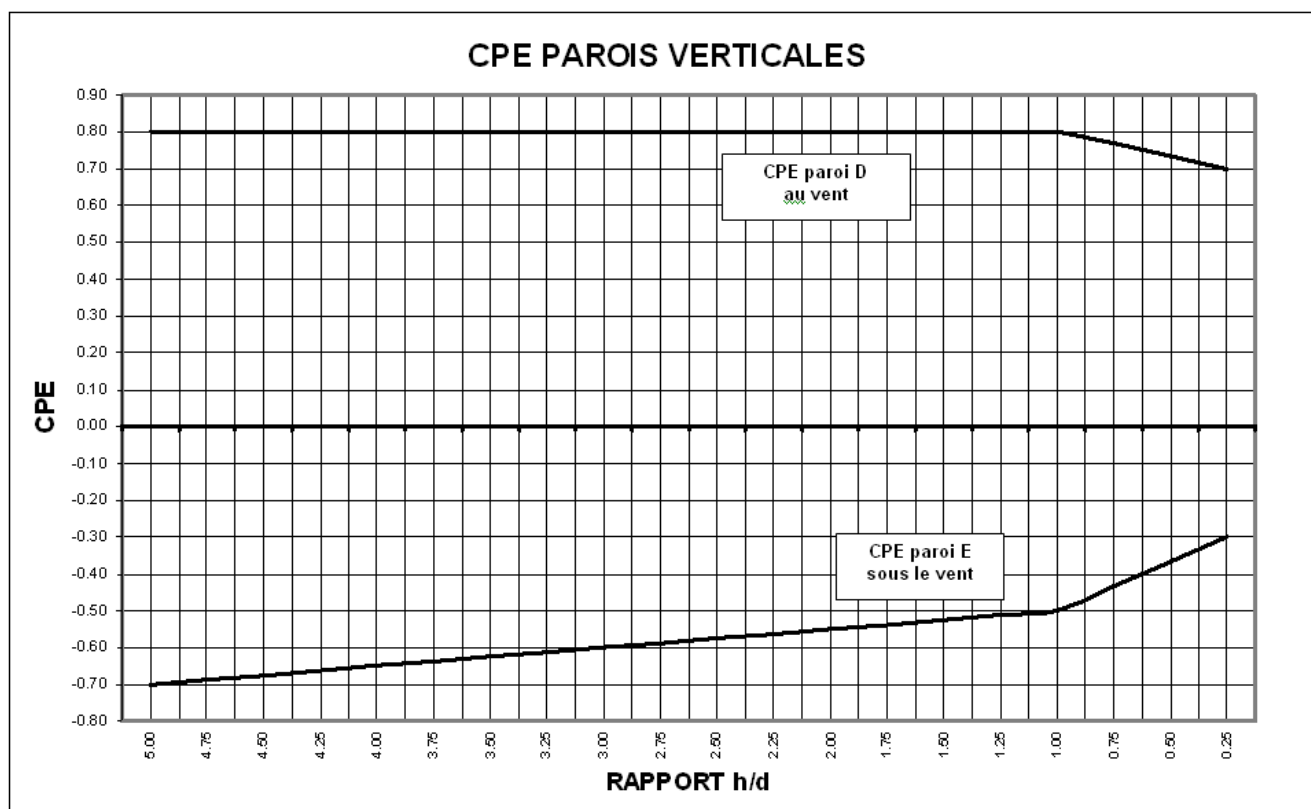
PRESSION DYNAMIQUE DE POINTE ZONE 3



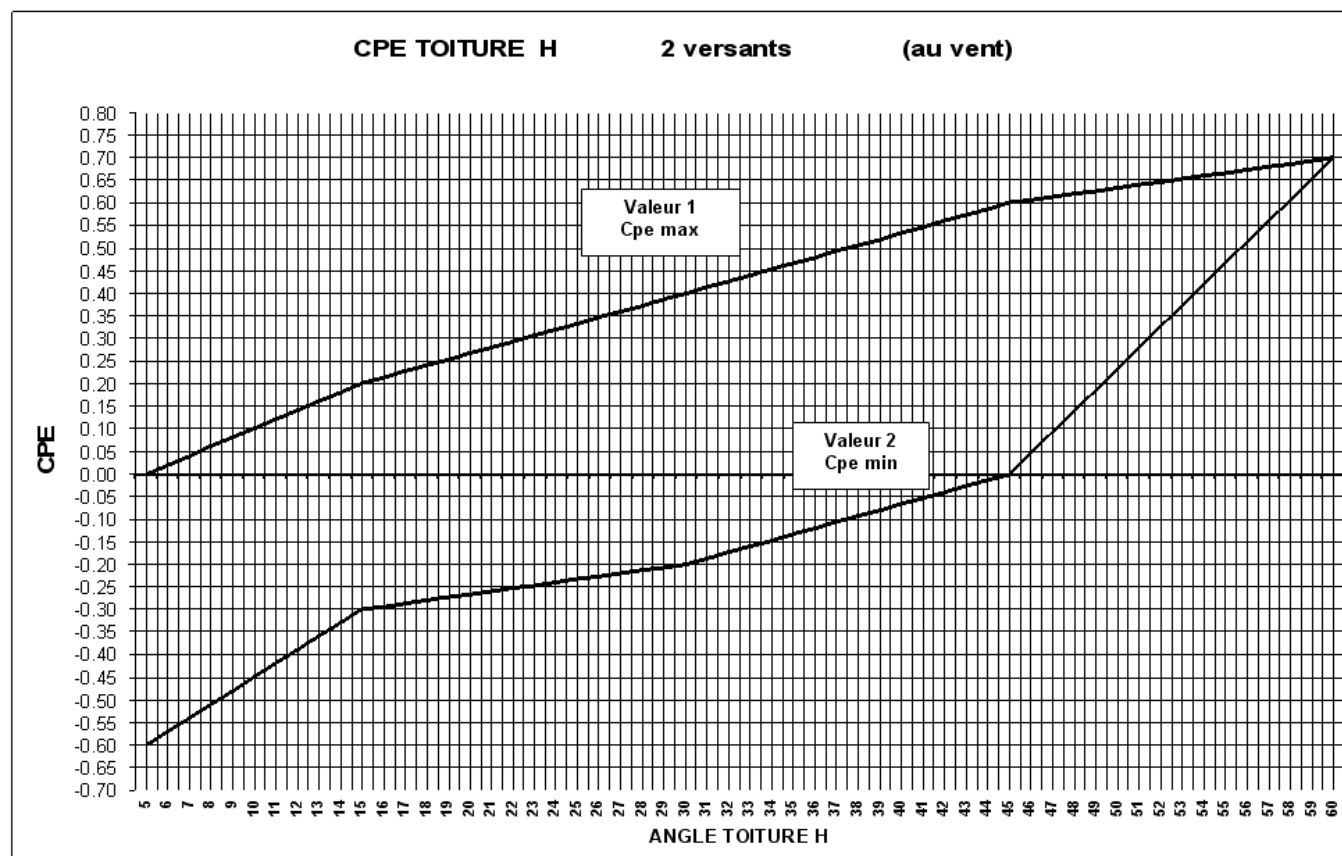
PRESSION DYNAMIQUE DE POINTE ZONE 4

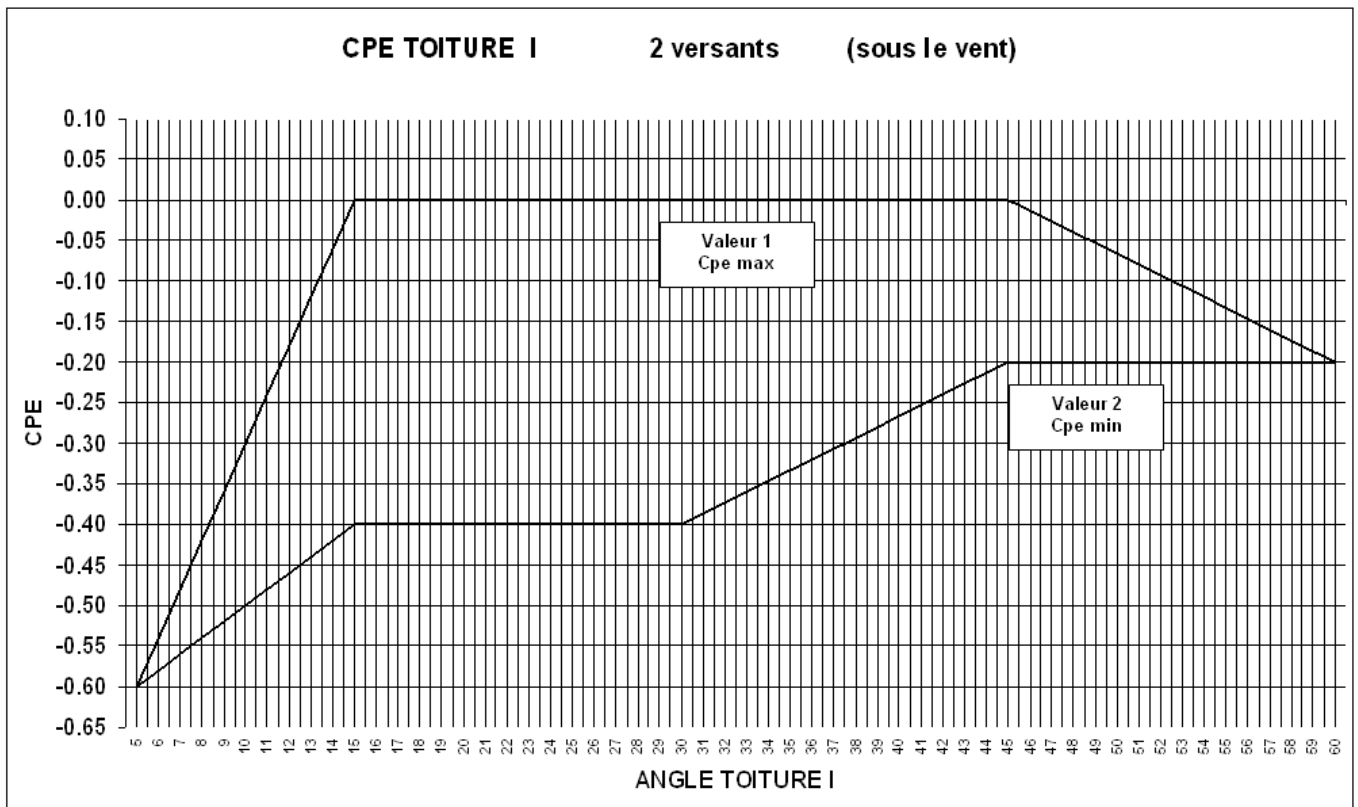






$h$ , hauteur de la paroi verticale       $d$ , dimension // au vent





## Cpi Coefficient de pression intérieure

Les coefficients de pression intérieure donnent l'effet du vent sur les surfaces intérieures des bâtiments.

Ils peuvent être positifs : le vent presse la paroi, on retiendra la valeur **+0.2**

Ils peuvent être négatifs : le vent aspire la paroi, on retiendra la valeur **- 0.3**

## BATIMENTS PARTIELLEMENT OUVERTS

Lorsque une face du bâtiment est fortement ouverte, C<sub>Pi</sub> devient :

### **0,75 Cpe de la façade ouverte**

(les ouvertures représentent 2 fois la surface des ouvertures des autres faces)

### **0.90 Cpe de la façade ouverte**

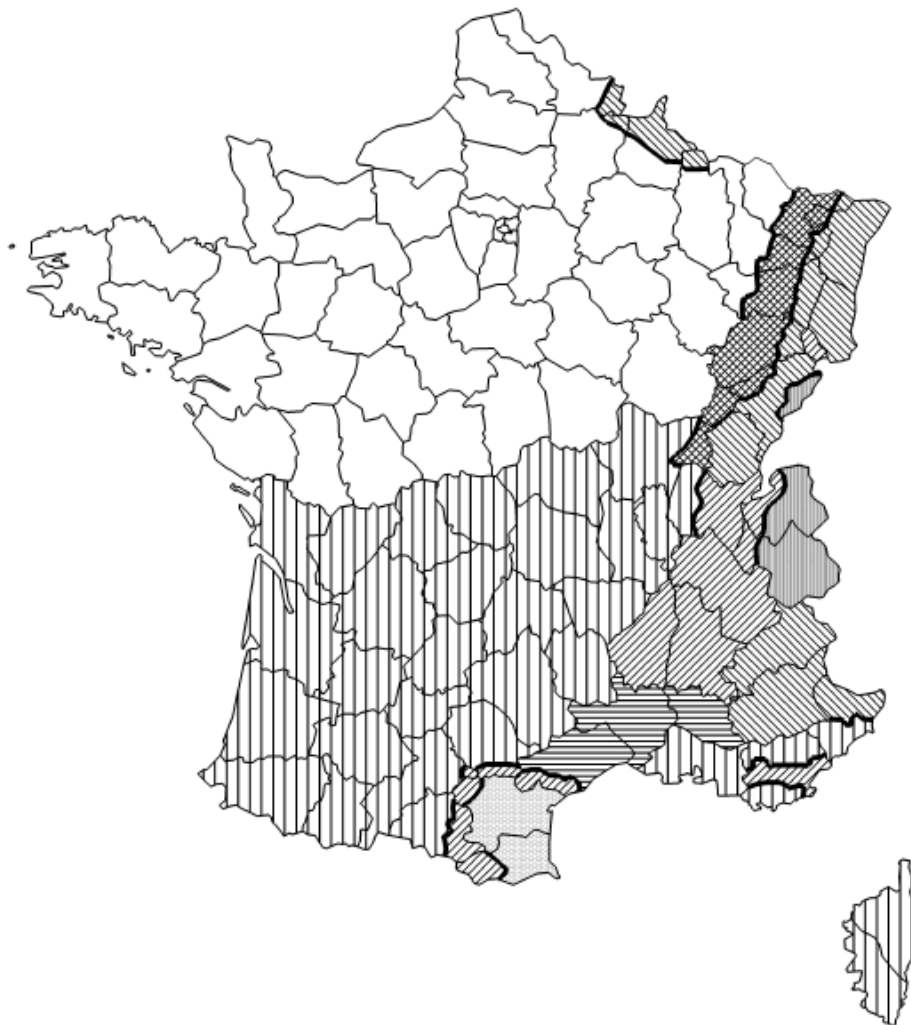
(les ouvertures représentent 3 fois la surface des ouvertures des autres faces)

## CHARGEMENT S

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k + S_1$$

- ⇒  $S_k$  : valeur de la charge de neige, en kN/m<sup>2</sup>
- ⇒  $\mu_i$  : coefficient de forme ;
- ⇒  $C_e$  : coefficient d'exposition, qui prend en général la valeur 1,0 ;
- ⇒  $C_t$  : coefficient thermique, qui prend en général la valeur 1,0 ;
- ⇒  $S_1$  : majoration pour faibles pentes.

### $S_k$ CHARGE DE NEIGE SUR LE SOL (kN/m<sup>2</sup>)



Régions :	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	E
Valeur caractéristique ( $S_k$ ) de la charge de neige sur le sol à une altitude inférieure à 200 m :	0,45	0,45	0,55	0,55	0,65	0,65	0,90	1,40
Valeur de calcul ( $S_{Ad}$ ) de la charge exceptionnelle de neige sur le sol :	—	1,00	1,00	1,35	—	1,35	1,80	—
Loi de variation de la charge caractéristique pour une altitude supérieure à 200 :	$\Delta s_1$						$\Delta s_2$	

(charges en kN/m<sup>2</sup>)

## **Majoration due à l'altitude :**

On rajoute à  $S_k$ , la surcharge pour altitude ci-dessous

Altitude $A$ [en mètres]	$\Delta s_1(A)$ [en kN/m <sup>2</sup> ]	$\Delta s_2(A)$ [en kN/m <sup>2</sup> ]
entre 0 et 200	0	0
entre 200 et 500	$0,10 \frac{A-200}{100}$	$0,15 \frac{A-200}{100}$
entre 500 et 1000	$0,30 + 0,15 \frac{A-500}{100}$	$0,45 + 0,35 \frac{A-500}{100}$
entre 1000 et 2000	$1,05 + 0,35 \frac{A-1000}{100}$	$2,20 + 0,70 \frac{A-1000}{100}$

$\Delta S_1$  pour toutes les zones sauf E  
 $\Delta S_2$  pour la zone E

### **S<sub>1</sub> MAJORATION POUR FAIBLE PENTE**

- ⇒ Cette majoration est égale à :
- 0,20 kN/m<sup>2</sup> lorsque la pente nominale du fil de l'eau de la partie enneigée de toiture (noues ...) est inférieure ou égale à 3 % ;
  - 0,10 kN/m<sup>2</sup> lorsque cette pente est comprise entre 3 % et 5 %.
- ⇒ cette majoration agit localement, dans toutes les directions, sur une largeur de 2 m autour de la partie de toiture visée ci-dessus.

Département	Région(s)	Département	Région(s)	Département	Région(s)
01 Ain	A2 / C2	32 Gers	A2	64 Pyrénées-Atlantiques	A2
02 Aisne	A1 / C1	33 Gironde	A2	65 Hautes-Pyrénées	A2
03 Allier	A2	34 Hérault	B2 / C2	66 Pyrénées-Orientales	C2 / D
04 Alpes-de-Haute-Provence	C1	35 Ille-et-Vilaine	A1	67 Bas-Rhin	B1 / C1
05 Hautes-Alpes	C1	36 Indre	A1	68 Haut-Rhin	C1
06 Alpes-Maritimes	A2 / C1	37 Indre-et-Loire	A1	69 Rhône	A2
07 Ardèche	C2	38 Isère	C2	70 Haute-Saône	B1 / C1
08 Ardennes	A1 / C1	39 Jura	B1 / C1	71 Saône-et-Loire	A2 / B1
09 Ariège	A2 / C2	40 Landes	A2	72 Sarthe	A1
10 Aube	A1	41 Loir-et-Cher	A1	73 Savoie	C2 / E
11 Aude	C2 / D	42 Loire	A2	74 Haute-Savoie	C2 / E
12 Aveyron	A2	43 Haute-Loire	A2	75 Paris	A1
13 Bouches-du-Rhône	A2	44 Loire-Atlantique	A1	76 Seine-Maritime	A1
14 Calvados	A1	45 Loiret	A1	77 Seine-et-Marne	A1
15 Cantal	A2	46 Lot	A2	78 Yvelines	A1
16 Charente	A2	47 Lot-et-Garonne	A2	79 Deux-Sèvres	A1
17 Charente-Maritime	A2	48 Lozère	A2	80 Somme	A1
18 Cher	A1	49 Maine-et-Loire	A1	81 Tarn	A2 / C2
19 Corrèze	A2	50 Manche	A1	82 Tarn-et-Garonne	A2
2B Haute-Corse	A2	51 Marne	A1	83 Var	A2 / C2
2A Corse-du-Sud	A2	52 Haute-Marne	A1	84 Vaucluse	B2 / C2
21 Côte d'Or	A1	53 Mayenne	A1	85 Vendée	A1
22 Côtes-d'Armor	A1	54 Meurthe-et-Moselle	A1 / B1 / C1	86 Vienne	A1
23 Creuse	A2	55 Meuse	A1 / C1	87 Haute-Vienne	A2
24 Dordogne	A2	56 Morbihan	A1	88 Vosges	A1 / B1 / C1
25 Doubs	B1 / C1 / E	57 Moselle	A1 / B1 / C1	89 Yonne	A1
26 Drôme	C2	58 Nièvre	A1	90 Territoire de Belfort	C2
27 Eure	A1	59 Nord	A1 / C1	91 Essonne	A1
28 Eure-et-Loir	A1	60 Oise	A1	92 Hauts-de-Seine	A1
29 Finistère	A1	61 Orne	A1	93 Seine-Saint-Denis	A1
30 Gard	B2	62 Pas-de-Calais	A1	94 Val-de-Marne	A1
31 Haute-Garonne	A2 / C2	63 Puy-de-Dôme	A2	95 Val-d'Oise	A1

# PRE DIMENSIONNEMENT MURS A OSSATURE BOIS (avec 1.5W)

RESISTANCE MURS A OSSATURE BOIS en daN - (Effort horizontal en tête)										
OSB 9 mm - AGRAFES DE 40mm - ENTRAXE 150 mm										
	HAUTEUR MUR									
	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,10	3,20	
LONGUEUR PARTIE PLEINE	0,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,60	90	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,80	160	154	148	142	137	132	128	124	120
	1,00	250	240	231	222	214	207	200	194	188
	1,20	360	346	332	320	309	298	288	279	270
	1,40	360	346	332	320	309	298	288	279	270
	1,60	360	346	332	320	309	298	288	279	270
	1,80	450	346	332	320	309	298	288	279	270
	2,00	520	499	480	462	446	430	416	403	390
	2,20	610	586	563	542	523	505	488	472	458
	2,40	720	691	665	640	617	596	576	557	540
	2,60	720	691	665	640	617	596	576	557	540
	2,80	720	691	665	640	617	596	576	557	540
	3,00	810	691	665	640	617	596	576	557	540
	3,20	880	845	812	782	754	728	704	681	660
	3,40	970	931	895	862	831	803	776	751	728
	3,60	1080	1037	997	960	926	894	864	836	810
	3,80	1080	1037	997	960	926	894	864	836	810
	4,00	1080	1037	997	960	926	894	864	836	810
	4,20	1170	1037	997	960	926	894	864	836	810
	4,40	1240	1190	1145	1102	1063	1026	992	960	930
	4,60	1330	1277	1228	1182	1140	1101	1064	1030	998
	4,80	1440	1382	1329	1280	1234	1192	1152	1115	1080
	5,00	1440	1382	1329	1280	1234	1192	1152	1115	1080
	5,20	1440	1382	1329	1280	1234	1192	1152	1115	1080
	5,40	1530	1382	1329	1280	1234	1192	1152	1115	1080
	5,60	1600	1536	1477	1422	1371	1324	1280	1239	1200
	5,80	1690	1622	1560	1502	1449	1399	1352	1308	1268
	6,00	1800	1728	1662	1600	1543	1490	1440	1394	1350
	6,20	1800	1728	1662	1600	1543	1490	1440	1394	1350
	6,40	1800	1728	1662	1600	1543	1490	1440	1394	1350
	6,60	1890	1728	1662	1600	1543	1490	1440	1394	1350
	6,80	1960	1882	1809	1742	1680	1622	1568	1517	1470
	7,00	2050	1968	1892	1822	1757	1697	1640	1587	1538
	7,20	2160	2074	1994	1920	1851	1788	1728	1672	1620
	7,40	2160	2074	1994	1920	1851	1788	1728	1672	1620
	7,60	2160	2074	1994	1920	1851	1788	1728	1672	1620
	7,80	2250	2074	1994	1920	1851	1788	1728	1672	1620
	8,00	2320	2227	2142	2062	1989	1920	1856	1796	1740
	8,20	2410	2314	2225	2142	2066	1994	1928	1866	1808
	8,40	2520	2419	2326	2240	2160	2086	2016	1951	1890
	8,60	2520	2419	2326	2240	2160	2086	2016	1951	1890
	8,80	2520	2419	2326	2240	2160	2086	2016	1951	1890
	9,00	2610	2419	2326	2240	2160	2086	2016	1951	1890
	9,20	2680	2573	2474	2382	2297	2218	2144	2075	1890
	9,40	2770	2659	2557	2462	2374	2292	2216	2145	2078
	9,60	2880	2765	2658	2560	2469	2383	2304	2230	2160
	9,80	2880	2765	2658	2560	2469	2383	2304	2230	2160
	10,00	2880	2765	2658	2560	2469	2383	2304	2230	2160
	10,20	2880	2765	2658	2560	2469	2383	2304	2230	2160
	10,40	3040	2918	2806	2702	2606	2516	2432	2354	2160

COEF D'EQUIVALENCE	
entraxe de 125 mm	1,20
entraxe de 100 mm	1,50
entraxe de 75 mm	2,00
pointes de 2,1x45	0,68
pointes de 2,1x55	0,83
pointes de 2,7x55	0,92
pointes de 3,1x75	1,08
OSB 12mm, 13mm	1,06

VENT Pression pondérée	daN/m²
bord de mer	120
rase campagne	100
lotissement	80

Prédimensionnement

## VERIFICATIONS DES ASSEMBLAGES

$$E_d \leq R_d$$

$E_d$  = effort à reprendre par l'assemblage

$R_d$  = Résistance de l'assemblage

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot R_k}{\gamma_M} \cdot n_{\text{ef}} \cdot n_{\text{pc}}$$

- $\gamma_M = 1,3$  pour les assemblages
- $R_k$  = résistance caractéristique d'un plan cisailé (voir formules, COACH, logiciel, abaques...)
- $n_{\text{pc}}$ , nb de plans cisailés par tige
- $n_{\text{ef}}$ , nb efficace, selon le nb de tiges en ligne (boulons, vis, pointes...)

nb efficace dans le cas des boulons

// au fil du bois

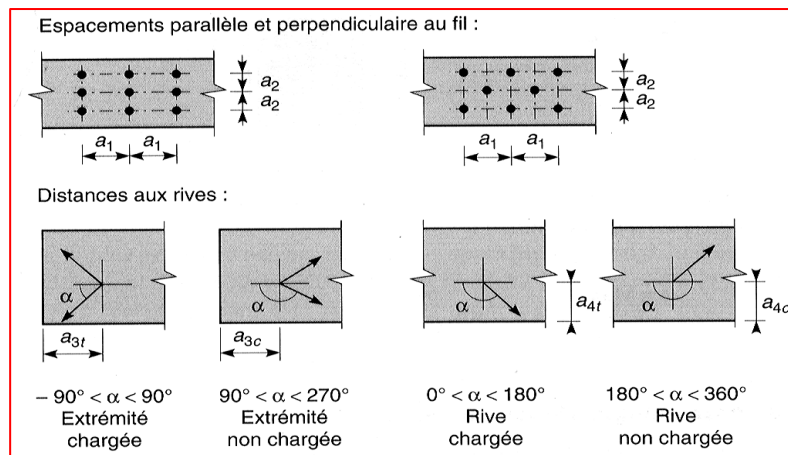
$$n_{\text{ef}} = \min \left\{ n, n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \right\}$$

avec  $n$  = nb de boulons dans une file // au fil

⊥ au fil du bois,

$$n_{\text{ef}} = n$$

Positionnement



**Le tableau ci-dessous permet un positionnement sécuritaire, (non optimisé)**

		a1	a2	a3		a4	
				a3t chargé	a3c non chargé	a4t chargé	a4c non chargé
BOULONS		5d	4d	7d / 80 mm	7d	5d	3d
BROCHES		5d	3d	7d / 80 mm	7d	5d	3d
POINTES		10d	5d	15d	10d	7d	5d
VIS	$\varnothing \leq 6$	10d	5d	15d	10d	7d	5d
	$\varnothing > 6$	5d	4d	7d / 80 mm	7d	5d	3d

## POUR EFFECTUER RAPIDEMENT UN PREDIMENSIONNEMENT D'ASSEMBLAGE PAR BOULON

EFFORT RK PAR PLAN CISAILLE				
<b>BOIS/BOIS</b>		EP PIECE LA PLUS EPAISSE		
		EN NB DE FOIS LA PLUS MINCE		
		1	1.25	1.5
<b>EP LA PLUS MINCE</b>	60	6.5	7.4	8.4
	70	7.5	8.7	9.8
	80	8.7	9.9	11.1
	90	9.8	11.2	11.8
	100	10.8	12.3	12.3
	110	11.9	13	13
	120	13	13.7	13.7

**RAPPEL :**

$$R_d = \frac{k_{\text{mod}} \cdot R_k}{\gamma_M} \cdot n_{\text{ef}} \cdot n_{\text{pc}}$$

$R_k$ , résistance d'un plan cisailé

$n_{\text{pc}}$ , nb de plan cisailé par boulon

$n_{\text{ef}}$ , nb efficace de boulons dans l'assemblage

$k_{\text{mod}}$  selon la combinaison d'actions

Gamma M, toujours 1,3

Coef de passage selon ø boulon	
ø16	0.85
ø18	1.00
ø20	1.10
ø22	1.15
Coef de passage selon catégorie de bois	
C18	0.90
C24	1.00
GL24	1.05

**Exemple :**  $R_k$  boulon ø16 C18 ep moise 75

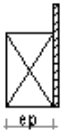
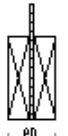
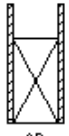
$R_k$ , C24 ø18 ep moise 75 = 1,2kN

Coef passage C24 à C18 = 0,9

Coef de passage ø18 à ø16 = 0,85

$R_k$  boulon ø16 C18 ep moise 75 =

$12 \times 0,9 \times 0,85 = 9,1$  kN (par plan cisailé)

EFFORT RK PAR PLAN CISAILLE				
<b>BOIS/METAL</b>				
		ep	ep	ep
<b>EP BOIS</b>	60	6.8	8.9	8.5
	70	8.0	10.4	9.9
	80	9.0	11.9	11.4
	90	10.2	13.5	12.8
	100	11.4	14.1	14.1
	110	12.5	14.2	15.6
	120	13.7	14.3	15.8

Positionnement	
a1	5d
a2	4d
a3	7d
a4t	5d
a4c	3d

a1 réel / a1 mini	nb efficace					
	nb de boulons en ligne					
	2	3	4	5	6	7
1.00	1.47	2.12	2.74	3.35	3.95	4.54
1.25	1.55	2.24	2.90	3.54	4.18	4.80
1.50	1.63	2.34	3.03	3.71	4.37	5.02
1.75	1.69	2.43	3.15	3.86	4.54	5.22
2.00	1.75	2.52	3.26	3.99	4.70	5.40
2.25	1.80	2.59	3.36	4.11	4.84	5.56
2.50	1.85	2.66	3.45	4.22	4.97	5.71
2.75	1.89	2.73	3.53	4.32	5.09	5.84
3.00	1.93	2.79	3.61	4.41	5.20	5.97
3.25	1.97	2.84	3.68	4.50	5.30	6.09



**SECTIONS USUELLES** Tableau des sections standardisées en bois massif résineux  
(longueurs de 2 à 6 m de 300 mm en 300mm)

Epaisseur mm	Largeur mm											
	27	40	63	75	100	115	125	150	160	175	200	225
15												
18												
22												
27												
32												
38					✓		✓	✓				
50					✓		✓	✓		✓	✓	✓
63					✓		✓	✓		✓		
75								✓		✓	✓	✓
100											✓	
115												
125												
150												
200												
225												

✓ Sections standardisées dans le cadre du projet de norme européenne

**Tableau des sections usuelles en pin maritime (longueurs de 2 à 6 m de 500 mm en 500mm)**

	80	100	110	150	160	180	200	220
40			✓					
60					✓			
65	✓					✓		
70	✓					✓		
80		✓		✓			✓	✓
100				✓				✓
120								
200							✓	

(Débit sur liste jusqu'à des sections de 300 x 300 mm)  
**Tableau des sections « possibles » en bois massif selon CNDB**

**Bois de structures calibrés**  
(charpente industrielle)

36	x	72
36	x	97
36	x	112
36	x	122
36	x	147
36	x	172
36	x	197
36	x	222

	50	65	75	100
75				
100				
115				
125				
150				
165				
175				
200				
225				
250				
280				
300				
350				

Poteaux
80 x 80
100 x 100
120 x 120
140 x 140
160 x 160
180 x 180
200 x 200
220 x 220
240 x 240
260 x 260

## SECTIONS USUELLES BLC

Épaisseurs des poutres en bois lamellé collé mm	85	110	135	160	180
---	----	-----	-----	-----	-----

Nb de lamelles	Épaisseurs lamelles <b>rabotées</b> (brutes) en mm				Nb de lamelles	Épaisseurs lamelles <b>rabotées</b> (brutes) en mm			
	26 (32)	32 (38)	38 (44)	44 (50)		26 (32)	32 (38)	38 (44)	44 (50)
2	52	64	76	88	27	702	864	1026	1188
3	78	96	114	132	28	728	896	1064	1232
4	104	128	152	176	29	754	928	1102	1276
5	130	160	190	220	30	780	960	1140	1320
6	156	192	228	264	31	806	992	1178	1364
7	182	224	266	308	32	832	1024	1216	1408
8	208	256	304	352	33	858	1056	1254	1452
9	234	288	342	396	34	884	1088	1292	1496
10	260	320	380	440	35	910	1120	1330	1540
11	286	352	418	484	36	936	1152	1368	1584
12	312	384	456	528	37	962	1184	1406	1628
13	338	416	494	572	38	988	1216	1444	1672
14	364	448	532	616	39	1014	1248	1482	1716
15	390	480	570	660	40	1040	1280	1520	1760
16	416	512	608	704	41	1066	1312	1558	1804
17	442	544	646	748	42	1092	1344	1596	1848
18	468	576	684	792	43	1118	1376	1634	1892
19	494	608	722	836	44	1144	1408	1672	1936
20	520	640	760	880	45	1170	1440	1710	1980
21	546	672	798	924	46	1196	1472	1748	2024
22	572	704	836	968	47	1222	1504	1786	2068
23	598	736	874	1012	48	1248	1536	1824	2112
24	624	768	912	1056	49	1274	1568	1862	2156
25	650	800	950	1100	50	1300	1600	1900	2200
26	676	832	988	1144	51	1326	1632	1938	2244

## BOIS CONTRECOLLÉ DUO/TRIO

ÉPICÉA DU NORD VISIBLE

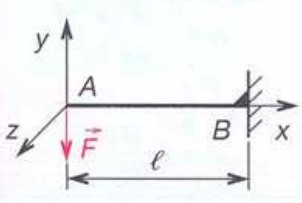
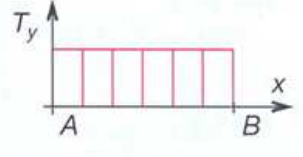
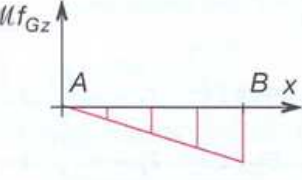
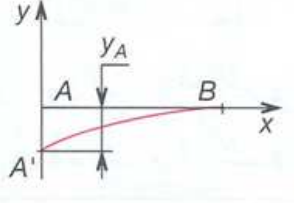
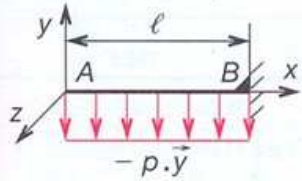
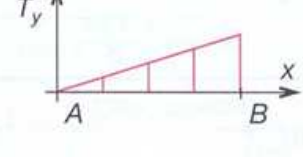
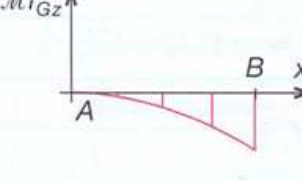
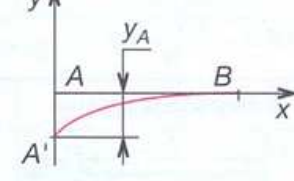
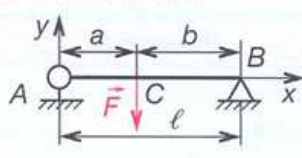
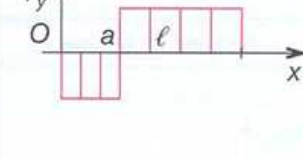
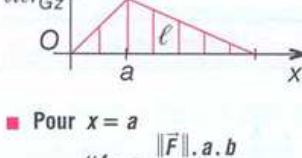
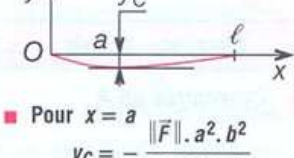
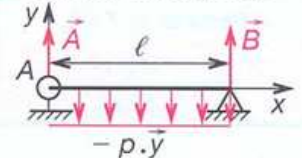
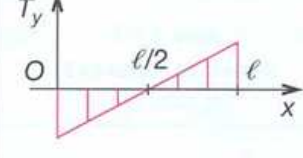
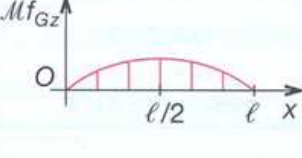
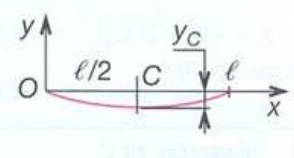
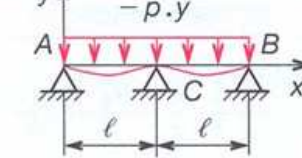
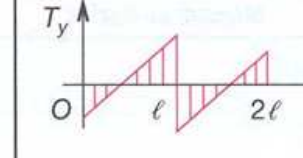
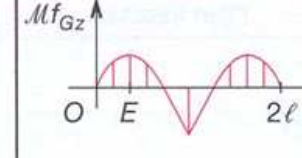
Sections en mm

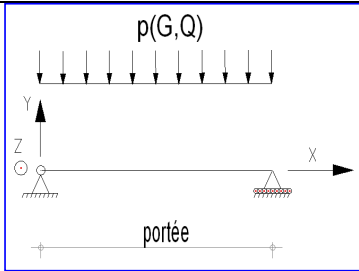
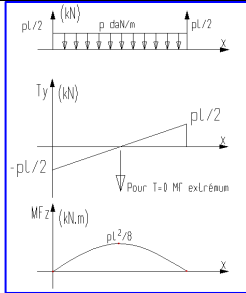
	largeur						
	80 DUO	100 DUO	120 DUO/TRIO	140 DUO	160 QUATTRO	180 TRIO	200 TRIO
100							
120			TRIO				
140			TRIO				
160							
180							
200							
220			TRIO				QUATTRO
240							QUATTRO
260			TRIO				
280			TRIO	QUATTRO*			QUATTRO*

## FORMULAIRE

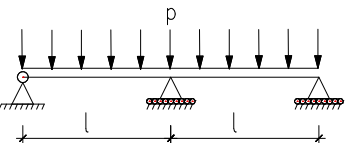
VTASTET-LHT-SCBH-LPRO

26/37

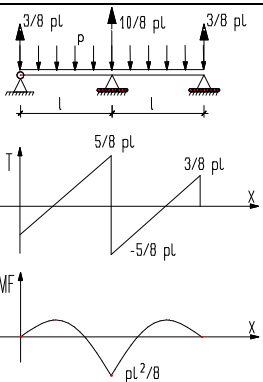
<p><b>■ Concentrée en A</b></p>  $\begin{cases} \vec{B} = -\vec{F} = \ \vec{F}\  \cdot \vec{y} \\ (\text{avec } F < 0) \\ \vec{M}_B = -\ \vec{F}\  \cdot \ell \cdot \vec{z} \end{cases}$	 <p>Avec <math>F &lt; 0</math>  <math>T_y = +\ \vec{F}\ </math>  constant entre A et B</p>	 <p>Avec <math>F &lt; 0</math>  Moment de flexion en B :  <math>Mf_{Gz} = -\ \vec{F}\  \cdot \ell</math></p>	 <p>Flèche en A : <math>F &lt; 0</math>  <math>y_A = -\frac{\ \vec{F}\  \cdot \ell^3}{3 E \cdot I_{Gz}}</math></p>
<p><b>■ Uniformément répartie</b></p>  <p><math>p</math> : coefficient de charge (N/m)  <math>\vec{B} = p \cdot \ell \cdot \vec{y}</math>  <math>\vec{M}_B = -\frac{p \cdot \ell^2}{2} \cdot \vec{z}</math></p>	 <p>Effort tranchant max en B :  <math>T_{y \max} = p \cdot \ell</math></p>	 <p>Moment de flexion en B :  <math>Mf_{Gz} = -\frac{p \cdot \ell^2}{2}</math></p>	 <p>Flèche en A :  <math>y_A = -\frac{p \cdot \ell^4}{8 E \cdot I_{Gz}}</math></p>
<p><b>■ Concentrée en C</b></p>  $\begin{cases} \vec{A} = \frac{\ \vec{F}\  \cdot b}{\ell} \cdot \vec{y}; \vec{M}_A = \vec{0} \\ \vec{B} = \frac{\ \vec{F}\  \cdot a}{\ell} \cdot \vec{y}; \vec{M}_B = \vec{0} \end{cases}$	 <p>De A à C : <math>T_y = -\frac{\ \vec{F}\ }{\ell} \cdot b</math>  De C à B : <math>T_y = +\frac{\ \vec{F}\ }{\ell} \cdot a</math></p>	 <p>■ Pour <math>x = a</math>  <math>Mf_{Gz} = \frac{\ \vec{F}\  \cdot a \cdot b}{\ell}</math>  ■ Si <math>a = \frac{\ell}{2}</math>  <math>Mf_{Gz} = \frac{\ \vec{F}\  \cdot \ell}{4}</math></p>	 <p>■ Pour <math>x = a</math>  <math>y_C = -\frac{\ \vec{F}\  \cdot a^2 \cdot b^2}{3 E \cdot I_{Gz} \cdot \ell}</math>  ■ Si <math>a = \frac{\ell}{2}</math>  <math>y_C = -\frac{\ \vec{F}\  \cdot \ell^3}{48 E \cdot I_{Gz}}</math></p>
<p><b>■ Uniformément répartie</b></p>  $\begin{cases} \vec{A} = \vec{B} = \frac{p \cdot \ell}{2} \cdot \vec{y}; \vec{M}_A = \vec{0} \\ \vec{M}_B = \vec{0} \end{cases}$	 <p><math>T_y = +px - \frac{p \cdot \ell}{2}</math>  En A : <math>T_y = -\frac{p \cdot \ell}{2}</math>      En B : <math>T_y = \frac{p \cdot \ell}{2}</math></p>	 <p><math>Mf_{Gz}</math> est maximal pour <math>x = \frac{\ell}{2}</math>  <math>Mf_{Gz/\max} = \frac{p \cdot \ell^2}{8}</math></p>	 <p>Flèche en C : <math>x_C = \frac{\ell}{2}</math>  <math>y_C = -\frac{5 p \cdot \ell^4}{384 E \cdot I_{Gz}}</math></p>
 $\begin{cases} \vec{A} = \vec{B} = 0,375 p \cdot \ell \cdot \vec{y} \\ \vec{C} = 1,250 p \cdot \ell \cdot \vec{y} \\ \vec{M}_A = \vec{M}_B = \vec{M}_C = \vec{0} \end{cases}$	 <p><math>0 &lt; x &lt; \ell</math> : <math>T_y = px - 0,375 p \cdot \ell</math>  <math>\ell &lt; x &lt; 2\ell</math> : <math>T_y = px - 1,625 p \cdot \ell</math></p>	 <p><math>0 &lt; x &lt; \ell</math> : <math>Mf_{Gz} = 0,07 p \cdot \ell^2</math>  <math>Mf_{Gz} = -0,125 p \cdot \ell^2</math>  <math>\ell &lt; x &lt; 2\ell</math> : <math>Mf_{Gz} = 0,07 p \cdot \ell^2</math></p>	<p>Flèche pour <math>x_E = 0,42 \ell</math></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <math>f_E = 1/184 \frac{p \cdot \ell^4}{E \cdot I_{Gz}}</math> </div>

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA		DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
		Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m  G en kN/m² Q en kN/m²	G x m      en kN/m Pp      en kN/m  Q x m      en kN/m  <b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 Q  <b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.Q)
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHE	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
	Appuis, pl/2 T Tranchant, pl/2 MF Fléchissant pl²/8	Contrainte de cisaillement $\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}$ Contrainte de flexion $\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}$ Contrainte de compression sur appui $\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}$	<b>Rappel</b> $u = \frac{5pl^4}{384EI}$ à l/2  Déformation sous G Déformation sous Q  <i>Kdef et Ψ2</i>  <b>U<sub>net,fin</sub> sous</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.Q)
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
Forme générale $f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$ Résistance au cisaillement (T) $\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v$ Résistance à la contrainte normale (MF) $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}$ Résistance à la compression sur appui $\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}$		Condition générale <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / 200</b>  Condition particulière <b>U<sub>2 (second œuvre)</sub> &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)	
NOTA			

**PHASE 1 : MODELISATION**

SCHEMA	DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
	Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m  G en kN/m <sup>2</sup> Q en kN/m <sup>2</sup>	G x m en kN/m Pp en kN/m  Q x m en kN/m  <b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 Q  <b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.Q)

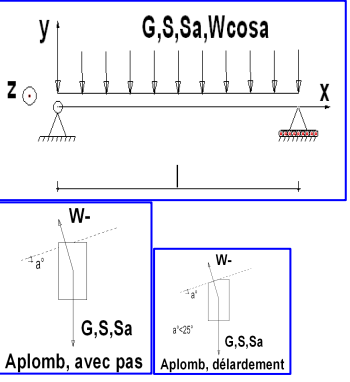
**PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS**

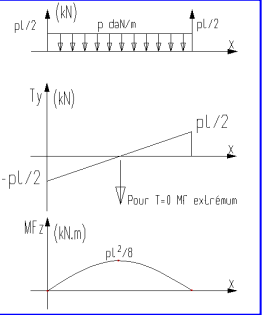
GRAPHE	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
	<b>Appuis,</b> 3/8pl et 10/8pl  <b>T</b> Tranchant, Extrémité 3/8pl Milieu 5/8 pl  <b>MF</b> Fléchissant pl <sup>2</sup> /8	Contrainte de cisaillement $\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}$ Contrainte de flexion $\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}$ Contrainte de compression sur appui $\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}$	<b>Rappel</b> $u = \frac{pl^4}{184EI}$ à l/2  Déformation sous G Déformation sous Q  Kdef et Ψ2  <b>U<sub>net,fin</sub></b> SOUS (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.Q)

**PHASE 3 : VERIFICATION**

ELU - VERIFICATION RESISTANCE	ELS - VERIFICATION DEFORMATION
<b>Forme générale</b> $f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$ Résistance au cisaillement (T) $\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v$ Résistance à la contrainte normale (MF) $\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}$ Résistance à la compression sur appui $\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}$	Condition générale <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / 200</b>  Condition particulière <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)

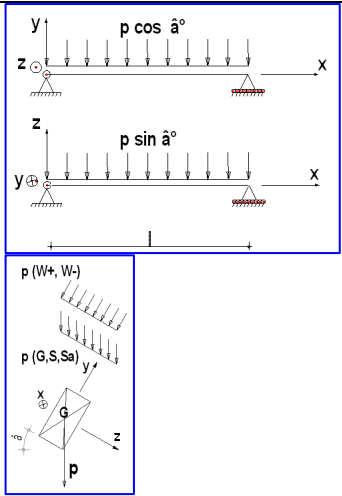
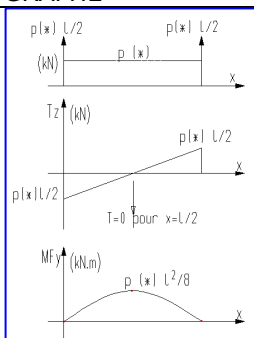
**NOTA**

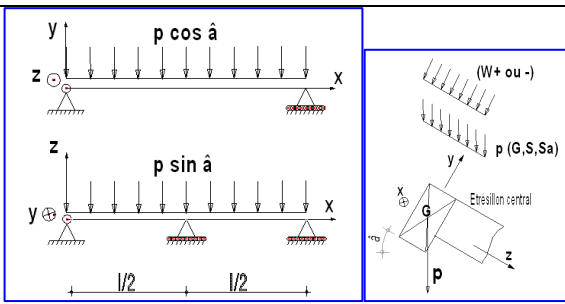
<b>PHASE 1 : MODELISATION</b>		
SCHEMA	DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
	<p>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m</p> <p>G en kN/m<sup>2</sup> S en kN/m<sup>2</sup> Sa en kN/m<sup>2</sup> W- en kN/m<sup>2</sup> W+ en kN/m<sup>2</sup></p>	<p>G x m en kN/m Pp en kN/m S x m en kN/m W- x m x cos â en kN/m W+ x m x cos â en kN/m</p> <p><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S 1.35 G (couverture lourde) G + Sa 1.35 G + 1.5 W+</p> <p><b>ELS inst</b> W- <b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.S) (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.W+)</p>

<b>PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS</b>			
GRAPHES	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
	<p>Appuis, p.l/2 T Tranchant, p.l/2 MF Fléchissant p.l<sup>2</sup>/8</p>	<p>Contrainte de cisaillement <math>\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math></p> <p>Contrainte de flexion <math>\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}</math></p> <p>Contrainte de compression sur appui <math>\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}</math></p>	<p><b>Rappel</b> <math>u = \frac{5pl^4}{384EI}</math> à l/2</p> <p>Déformation sous G Déformation sous S Déformation sous W- ou W+</p> <p><i>Kdef et Ψ2</i></p> <p><b>Uinst</b> sous W+ ou W-</p> <p><b>Unet,fin</b> sous (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.S) (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.W+)</p>

<b>PHASE 3 : VERIFICATION</b>	
ELU - VERIFICATION RESISTANCE	ELS - VERIFICATION DEFORMATION
<p><b>Forme générale</b> <math>f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}</math></p> <p>Résistance au cisaillement (T) <math>\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v</math></p> <p>Résistance à la contrainte normale (MF) <math>\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}</math></p> <p>Résistance à la compression sur appui <math>\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}</math></p>	<p>Condition générale INST <b>Uinst &lt; portée l / 300</b></p> <p>Condition générale NET,FIN <b>Unet,fin &lt; portée l / 200</b></p> <p>Condition particulière <b>Unet,fin &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</p>

<b>NOTA</b>

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA	DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER	
<div></div>	<div>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m</div> <div>G en kN/m² S en kN/m² Sa en kN/m² W- ou W+ en kN/m²</div>	<div>G x m en kN/m Pp en kN/m S x m en kN/m <b>Sur axe fort : p cos α et</b> <b>Sur axe faible : p sin α</b></div> <div>W- ou W+ x m en kN/m <b>Sur axe fort seulement</b></div> <div><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S ou 1.35 G G + Sa <b>(sur axe fort et axe faible)</b></div> <div><b>ELS inst</b> W- <b>(sur axe fort)</b></div> <div><b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.S) <b>(sur axe fort et axe faible)</b></div>	
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHE	APPUIS – N – T - MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
<div></div> <div>sur axe fort, p cos α sur axe faible, p sin α</div>	<div>Appuis, pl/2 T Tranchant, pl/2 MF Fléchissant pl²/8</div> <div>On distinguera : T1 pour axe fort et T2 axe faible</div> <div>Mf1 axe fort et MF2 axe faible.</div>	<div>Contrainte de cisaillement</div> <div><math display="block">\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math><math display="block">T = (T1^2 + T2^2)^{0.5}</math></div> <div>Contrainte de flexion</div> <div><math display="block">\sigma_{m,dy} (axe.fort) = \frac{Mf1}{I/v}</math><math display="block">I_{(axe.fort)} = \frac{bh^3}{12}</math><math display="block">\sigma_{m,dz} (axe.faible) = \frac{Mf2}{I/v}</math><math display="block">I_{(axe.faible)} = \frac{hb^3}{12}</math></div>	<div>Rappel <math>u = \frac{5pl^4}{384EI}</math> à l/2</div> <div>(axe fort) Déformation sous G cos α Déformation sous S cos α (axe faible) Déformation sous G sin α Déformation sous S sin α (axe fort) Déformation sous W-</div> <div>Kdef et Ψ2</div> <div>Uinst sous W- Unet,fin sous : (axe fort) (1+kdef)G cos α+ (1+kdef.Ψ2.Sc cos α) (axe faible) (1+kdef)G sin α+ (1+kdef.Ψ2.S sin α)</div> <div>calcul de la déformation totale (u axe fort²+u axe faible²)<sup>0.5</sup></div>
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
<div>Forme générale <math>f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}</math></div> <div>Résistance au cisaillement (T) <math display="block">\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v</math></div> <div>Résistance à la contrainte normale (MF) <math display="block">\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot kh} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot kh} \leq 1</math></div> <div><math display="block">k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot kh} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot kh} \leq 1</math> (kh, coef de hauteur selon h)</div>		<div>Condition générale INST <b>Uinst &lt; portée l / 300</b></div> <div>Condition générale NET,FIN <b>Unet,fin &lt; portée l / 200</b></div> <div>Condition particulière <b>Unet,fin &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</div>	
NOTA			

<b>PHASE 1 : MODELISATION</b>		
SCHEMA	DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
	<p>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m</p> <p>G en kN/m<sup>2</sup> S en kN/m<sup>2</sup> Sa en kN/m<sup>2</sup> W- ou W+ en kN/m<sup>2</sup></p>	<p>G x m en kN/m Pp en kN/m S x m en kN/m <b>Sur axe fort : p cos α</b> <b>Sur axe faible : p sin α</b></p> <p>W- ou W+ x m en kN/m <b>Sur axe fort : p</b> <b>Sur axe faible : 0</b></p> <p><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S ou 1.35 G toiture lourde G + Sa <b>(sur axe fort et axe faible)</b></p> <p><b>ELS inst</b> W- <b>(sur axe fort)</b></p> <p><b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.S) <b>(sur axe fort et axe faible)</b></p>

PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS				
GRAPHE		APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
<p>axe fort.                      Axe faible</p> <div></div> <p>Effort sur entretoise = 10/8 p l/2 sin α</p> <p>On distinguera : T1 pour axe fort et T2 axe faible Mf1 axe fort et Mf2 axe faible..</p>			<p>Contrainte de cisaillement</p> <div><math display="block">\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math><math display="block">T = (T1^2 + T2^2)^{0.5}</math></div> <p>Contrainte de flexion</p> <div><math display="block">\sigma_{m,d,y} (axe.fort) = \frac{Mf1}{I/v}</math><math display="block">I_{(axe.fort)} = \frac{bh^3}{12}</math><math display="block">\sigma_{m,d,z} (axe.faible) = \frac{Mf2}{I/v}</math><math display="block">I_{(axe.faible)} = \frac{hb^3}{12}</math></div> <p>Contrainte de compression sur appui</p> <div><math display="block">\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}</math></div>	<p><b>Rappel</b> <math>u = \frac{5pl^4}{384EI}</math> à l/2</p> <p>(sur axe fort) Déformation sous G cos α Déformation sous S cos α Déformation sous W-</p> <p>(sur axe faible) Déformation = 0</p> <p>Kdef et Ψ2</p> <p><b>Uinst</b> sous W- <b>Unet,fin</b> sous : (axe fort) (1+kdef)G cos α + (1+kdef.Ψ2.Sc cos α)</p>

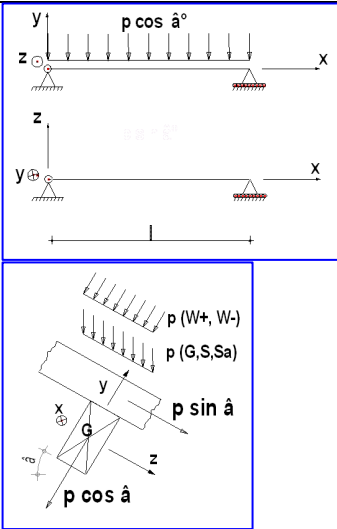
<b>PHASE 3 : VERIFICATION</b>	
ELU - VERIFICATION RESISTANCE	ELS - VERIFICATION DEFORMATION
<p><b>Forme générale</b></p> $f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$ <p>Résistance au cisaillement (T)</p> $\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v$ <p>Résistance à la contrainte normale (MF)</p> $\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot kh} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot kh} \leq 1$ $k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot kh} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot kh} \leq 1$ <p>(kh, coef de hauteur selon h)</p>	<p>Condition générale INST <b>Uinst &lt; portée l / 300</b></p> <p>Condition générale NET,FIN <b>Unet,fin &lt; portée l / 200</b></p> <p>Condition particulière <b>Unet,fin &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</p>

<b>NOTA</b>

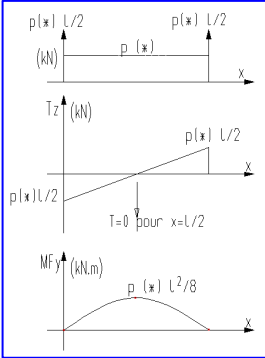


# FT6 PANNE DEVERSEE AVEC REPRISE SUR AXE FAIBLE PAR CHEVRON

## PHASE 1 : MODELISATION

SCHEMA	DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
	<p>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m</p> <p>G en kN/m<sup>2</sup> S en kN/m<sup>2</sup> Sa en kN/m<sup>2</sup> W- ou W+ en kN/m<sup>2</sup></p>	<p>G x m en kN/m Pp en kN/m S x m en kN/m <b>Sur axe fort : <math>p \cos \hat{\alpha}</math></b> <b>Sur axe faible : 0</b></p> <p>W- ou W+ x m en kN/m <b>Sur axe fort : p</b> <b>Sur axe faible : 0</b></p> <p><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S ou 1.35 G + Sa</p> <p><b>ELS inst</b> W-</p> <p><b>ELS net,fin</b> (1+kdef)G + (1+kdef.Ψ2.S)</p>

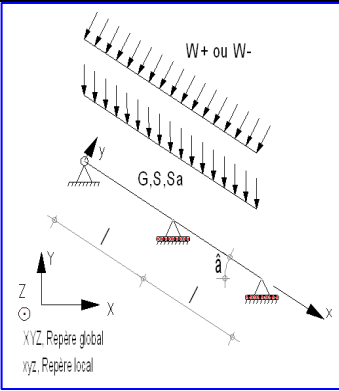
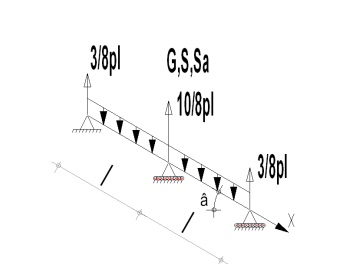
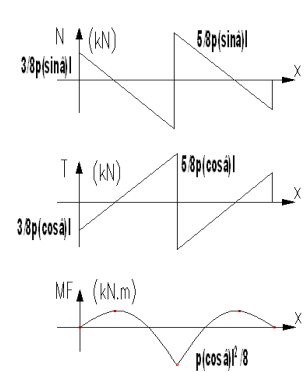
## PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS

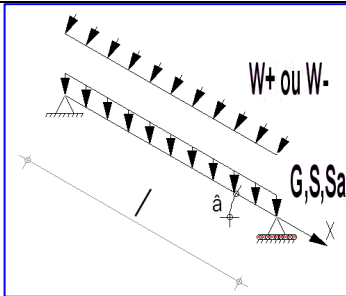
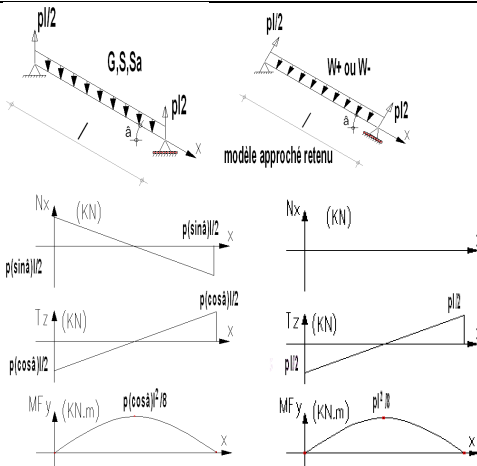
GRAPHE	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
 <p>sur axe fort, <math>p \cos \hat{\alpha}</math></p>	<p>Appuis, pl/2 T Tranchant, pl/2 MF Fléchissant pl<sup>2</sup>/8</p> <p>On distinguera : T1 pour axe fort et T2 axe faible</p> <p>Mf1 axe fort et MF2 axe faible.</p>	<p>Contrainte de cisaillement <math>\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math></p> <p>Contrainte de flexion <math>\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}</math></p> <p>Contrainte de compression sur appui <math>\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}</math></p>	<p><b>Rappel</b> <math>u = \frac{5pl^4}{384EI}</math> à l/2</p> <p>(sur axe fort) Déformation sous G cos α Déformation sous S cos α Déformation sous W-</p> <p>(sur axe faible) Déformation = 0</p> <p>Kdef et Ψ2</p> <p>U<sub>inst</sub> sous W- U<sub>net,fin</sub> sous (axe fort) (1+kdef)G cos α+ (1+kdef.Ψ2.Sc cos α)</p>

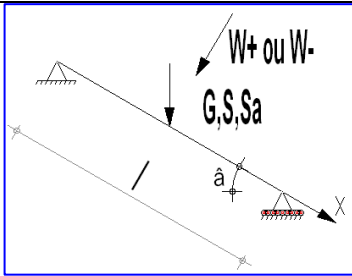
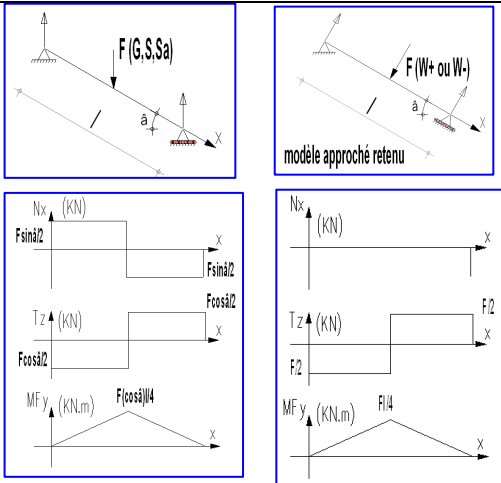
## PHASE 3 : VERIFICATION

ELU - VERIFICATION RESISTANCE	ELS - VERIFICATION DEFORMATION
<p>Forme générale <math>f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}</math></p> <p>Résistance au cisaillement (T) <math>\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v</math></p> <p>Résistance à la contrainte normale (MF) <math>\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{Is} \cdot k_{crit}</math> (kh, coef de hauteur selon h)</p>	<p>Condition générale INST <b>U<sub>inst</sub> &lt; portée l / 300</b></p> <p>Condition générale NET,FIN <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / 200</b></p> <p>Condition particulière <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</p>

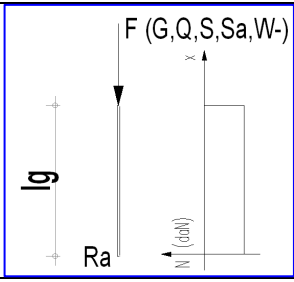
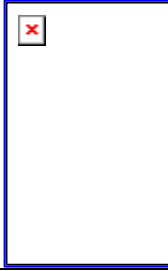
## NOTA

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA		DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
<div></div> <p>Dans les cas les plus usuels pour les chevrons, on négligera les effets du vent pour la résistance. On le prendra en compte pour la déformation.</p>		<p>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l Entraxe m</p> <p>G en kN/m<sup>2</sup> S en kN/m<sup>2</sup> Sa en kN/m<sup>2</sup> W+ ou W- en kN/m<sup>2</sup></p>	<p>G x m en kN/m Pp en kN/m S x m en kN/m</p> <p>W+ x m en kN/m</p> <p><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S ou 1.35 G toiture lourde G + Sa</p> <p><b>ELS inst</b> W+</p> <p><b>ELS net,fin</b> (1+kdef)Gcosâ+ (1+kdef.Ψ<sup>2</sup>.Scosâ) (1+kdef)Gcos â+ (1+kdef.Ψ<sup>2</sup>.W+)</p>
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHE	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
<div></div>	<div></div>	<p>Contrainte de cisaillement</p> <div><math display="block">\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math></div> <p>Contrainte de flexion</p> <div><math display="block">\sigma_{m,d} = \frac{Mf}{I/v}</math></div>	<p><b>Rappel</b> <math>u = \frac{pl^4}{184EI}</math></p> <p>Déformation sous G cos â Déformation sous S cos â Déformation sous W+</p> <p><i>Kdef et Ψ<sup>2</sup></i></p> <p><b>U<sub>inst</sub></b> sous W- <b>U<sub>net,fin</sub></b> (1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ<sup>2</sup>.Scos â) (1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ<sup>2</sup>.W+)</p>
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
<p>Forme générale <math>f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}</math></p> <p>Résistance au cisaillement (T) <math>\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v</math></p> <p>Résistance à la contrainte normale (MF) <math>\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}</math></p> <p>kh, coef de hauteur selon h</p>		<p>Condition générale INST <b>U<sub>inst</sub> &lt; portée l / 300</b></p> <p>Condition générale NET,FIN <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / 200</b></p> <p>Condition particulière <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</p>	
NOTA			

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA		DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
		<div>Classe de service</div> <div>Catégorie de résistance</div> <div>Hauteur h</div> <div>Largeur b</div> <div>Portée l</div> <div>Entraxe m</div> <div>G en kN/m²</div> <div>S en kN/m²</div> <div>Sa en kN/m²</div> <div>W- ou W+ en kN/m²</div>	<div>G x m en kN/m</div> <div>Pp en kN/m</div> <div>S x m en kN/m</div> <div>W- ou W+ x m en kN/m</div> <div><b>ELU</b></div> <div>1.35 G + 1.5 S</div> <div>ou 1.35 G toiture lourde</div> <div>G + Sa</div> <div>1.35 G + 1.5 W+</div> <div><b>ELS inst</b></div> <div>W+ ou W-</div> <div><b>ELS net,fin</b></div> <div>(1+kdef)Gcosâ+ (1+kdef.Ψ2.Scôsâ)</div> <div>(1+kdef)Gcos â+ (1+kdef.Ψ2.W+)</div>
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHES	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
		<div>Contrainte de cisaillement</div> <div><math display="block">\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}</math></div> <div>Contrainte de traction ou de compression</div> <div>à l/2, contrainte = 0</div> <div>Contrainte de flexion</div> <div><math display="block">\sigma_{m,d,y} = \frac{Mf}{I/v}</math></div> <div>Contrainte de compression sur appui</div> <div><math display="block">\sigma_{c,o,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}</math></div>	<div><b>Rappel</b> <math>u = \frac{5pl^4}{384EI}</math> à l/2</div> <div>Déformation sous G cos â</div> <div>Déformation sous S cos â</div> <div>Déformation sous W- ou W+</div> <div>Kdef et Ψ2</div> <div><b>Uinst</b> sous W-</div> <div><b>Unet,fin</b> sous : (axe fort)</div> <div>(1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ2.Scôsâ)</div> <div>â)</div> <div>(1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ2.W+)</div>
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
<div>Forme générale</div> <div><math display="block">f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}</math></div> <div>Résistance au cisaillement (T)</div> <div><math display="block">\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v</math></div> <div>Résistance à la contrainte normale (MF)</div> <div><math display="block">\sigma_{m,d} \leq f_{m,d} \cdot k_h \cdot k_{ls} \cdot k_{crit}</math></div> <div>(kh, coef de hauteur selon h)</div>		<div>Condition générale INST</div> <div><b>Uinst &lt; portée l / 300</b></div> <div>Condition générale NET,FIN</div> <div><b>Unet,fin &lt; portée l / 200</b></div> <div>Condition particulière</div> <div><b>Unet,fin &lt; portée l / x</b></div> <div>(x, selon DTU)</div>	
NOTA			

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA		DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
		<p>Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Portée l</p> <p>G en kN S en kN Sa en kN W- ou W+ en kN</p>	<p>G en kN Pp calculé comme ci-dessous, charge répartie S en kN</p> <p>W- ou W+ en kN</p> <p><b>ELU</b> 1.35 G + 1.5 S ou 1.35 G toiture lourde G + Sa 1.35 G + 1.5 W+</p> <p><b>ELS inst</b> W+ ou W-</p> <p><b>ELS net,fin</b> (1+kdef)Gcosâ+ (1+kdef.Ψ2.Scosâ) (1+kdef)Gcos â+ (1+kdef.Ψ2.W+)</p>
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHES	APPUI – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
	<p>modèle approché retenu</p>	<p>Contrainte de cisaillement</p> $\tau_d = \frac{1,5T}{S_{cis}}$ <p>Contrainte de traction ou de compression</p> $\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{S} \quad \sigma_{t,0,d} = \frac{N}{S}$ <p>Contrainte de flexion</p> $\sigma_{m,d} = \frac{M_f}{I/v}$ <p>Contrainte de compression sur appui</p> $\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{sur.appui}}{S_{comp}}$	<p><b>Rappel</b> <math>u = \frac{pl^3}{48EI}</math> à l/2</p> <p>Déformation sous G cos â Déformation sous S cos â Déformation sous W- ou W+</p> <p><i>Kdef et Ψ2</i></p> <p>u<sub>inst</sub> sous W- ou W+</p> <p>u<sub>net,fin</sub> sous : (axe fort) (1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ2.Scos â) (1+kdef)G cos â+ (1+kdef.Ψ2.W+)</p>
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
<p><b>Forme générale</b></p> $f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$ <p>Résistance au cisaillement (T)</p> $\tau_d \leq f_{v,d} \cdot k_v$ <p>Résistance à la contrainte normale (N+MF) (N en compression)</p> $\left( \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot k_h \cdot k_{crit}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad \text{et} \quad \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot k_h \cdot k_{crit}} \leq 1$ <p>Résistance à la contrainte normale (N+MF) (N en traction)</p> $\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d} \cdot k_h} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} \cdot k_h} \leq 1$ <p>(kh, coef de hauteur selon h)</p>		<p>Condition générale INST <b>U<sub>inst</sub> &lt; portée l / 300</b></p> <p>Condition générale NET,FIN <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / 200</b></p> <p>Condition particulière <b>U<sub>net,fin</sub> &lt; portée l / x</b> (x, selon DTU)</p>	
NOTA :			

FT10	POTEAU COMPRIME	
------	-----------------	--

PHASE 1 : MODELISATION			
SCHEMA		DONNEES	COMBINAISONS A VERIFIER
		Classe de service Catégorie de résistance Hauteur h Largeur b Hauteur lg  G en kN Q en kN S et Sa en kN W+ ou W- en kN	ELU 1.35 G <i>toiture lourde</i> 1.35 G + 1.5 Q 1.35 G + 1.5 S G + Sa G + W- 1.35 G + 1.5 W+  ELS <b>SANS OBJET</b>
PHASE 2 : STATIQUE – SOLLICITATIONS – CONTRAINTES - DEFORMATIONS			
GRAPHE	APPUIS – N – T – MF	CONTRAINTES	DEFORMATIONS
	Appuis, F <b>N</b> Normal compression F <b>T</b> Tranchant, 0 <b>MF</b> Fléchissant 0	Contrainte de compression $\sigma_{c,0,d} = \frac{N}{S}$	SANS OBJET
PHASE 3 : VERIFICATION			
ELU - VERIFICATION RESISTANCE		ELS - VERIFICATION DEFORMATION	
Forme générale $f_d = \frac{k_{mod} \cdot f_k}{\gamma_M}$ Résistance à la contrainte normale (N) $\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \cdot k_{c,y}$ Kcy, coefficient de flambement		SANS OBJET	
NOTA :			