

# ETUDE D'UNE CONSTRUCTION

**SOUS-EPREUVE U4.1**

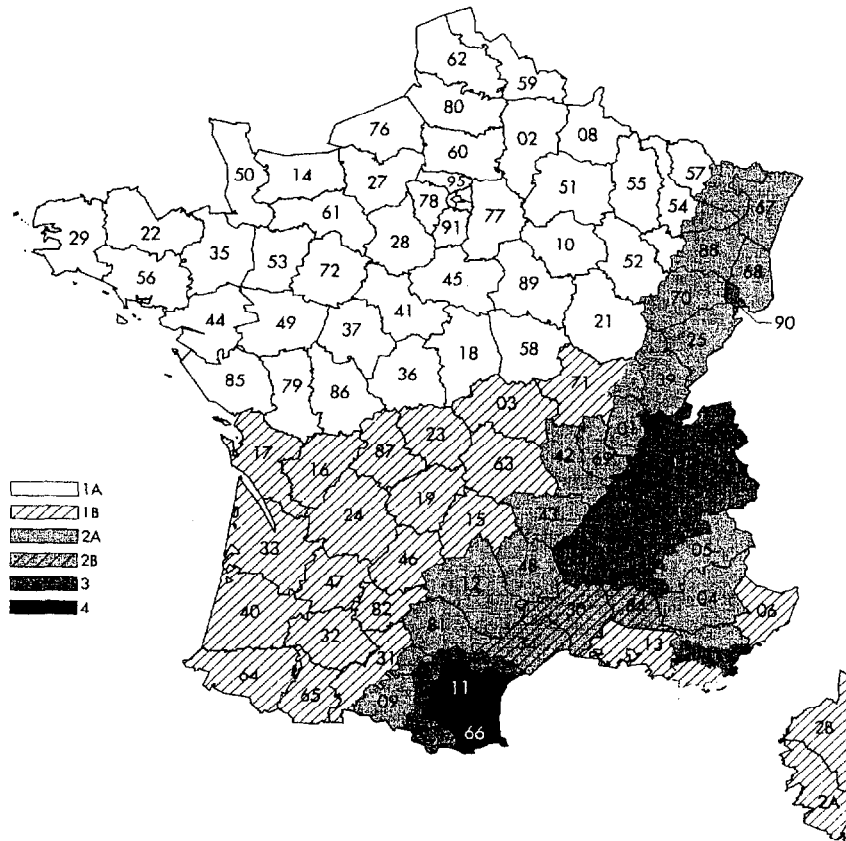
**ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL**

**CHAMBRE FUNERAIRE**

## *DOSSIER RESSOURCE*

Document ressource DR1 :	charges de neige
Document ressource DR2 :	charges de vent
Document ressource DR3 :	extrait du CB71
Document ressource DR4 :	ferme courante sur magasin, définition du modèle
Documents ressources DR5 ET DR6 :	extrait du DTU 31.3
Document ressource DR7 :	KERTO, présentation et caractéristiques
Document ressource DR8 :	Poutres en I, présentation et performances
Document ressource DR9 :	Chevilles de fixation

# CHARGES DE NEIGE



	Zones					
	1A	1B	2A	2B	3	4
"Charge normale", $P_{no}$ (kN / m <sup>2</sup> )	0,35	0,35	0,45	0,45	0,55	0,8
"charge extrême", $P'_{no}$ (kN / m <sup>2</sup> )	0,6	0,6	0,75	0,75	0,9	1,3

### PRISE EN COMPTE DE L'ALTITUDE :

Au-delà de 200 m d'altitude et quelle que soit la région considérée, la loi de variation des charges en fonction de  $P_{no}$  ou de  $P'_{no}$  et de l'altitude  $A$  est donnée par le tableau ci-dessous :

ALTITUDE	$P_n$	$P'_n$
$200 \text{ m} \leq A \leq 500 \text{ m}$	$P_{no} + \frac{A-200}{1000} \text{ kN / m}^2$	$P'_{no} + \frac{A-200}{600} \text{ kN / m}^2$
$500 \text{ m} \leq A \leq 1500 \text{ m}$	$P_{no} + 0,3 + \frac{A-500}{400} \text{ kN / m}^2$	$P'_{no} + 0,5 + \frac{A-500}{240} \text{ kN / m}^2$
$1500 \text{ m} \leq A \leq 2000 \text{ m}$	$P_{no} + 2,8 + \frac{A-1500}{250} \text{ kN / m}^2$	$P'_{no} + 4,67 + \frac{A-1500}{150} \text{ kN / m}^2$

### PRISE EN COMPTE DE LA PENTE DES VERSANTS :

Les charges de neige par mètre carré de projection horizontale restent égales aux valeurs fixées précédemment quand l'inclinaison de la surface du toit sur l'horizontale ne dépasse pas 25°.

Ces charges sont réduites de 2 % par degré d'inclinaison supplémentaire sur toute partie de couverture dont l'inclinaison dépasse 25°, lorsque rien ne s'oppose au glissement de la neige sur le versant considéré.

# CHARGES DE VENT

## par application des règles simplifiées

Caractéristiques retenues du bâtiment :

- longueur,  $a = 23,8$  m
- largeur,  $b = 13$  m
- hauteur,  $h = 2,6$  m
- flèche,  $f = 3,75$  m
- angle,  $\alpha = 30^\circ$
- zone 2, site normal
- construction constituée d'un bloc unique à base rectangulaire, on étudie l'effet du vent sur le magasin sans tenir compte de l'autre partie constituée de la chambre funéraire et de la partie famille.

Les valeurs sont données en  $\text{kN} / \text{m}^2$ .

Le signe positif indique une pression due au vent sur la paroi considérée.

Le signe négatif indique une aspiration due au vent sur la paroi considérée.

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats des charges dues au vent sur le magasin. Les débords de toiture n'ont pas été pris en compte et leurs effets négligés.

Cas n° 1 : vent pignon	Surpression intérieure		Dépression intérieure	
	Valeur normale	Valeur extrême	Valeur normale	Valeur extrême
pression sur toiture	- 0,38	- 0,66	- 0,1	- 0,17
pression sur pignon au vent	0,25	0,43	0,55	0,95
pression sur pignon sous le vent	- 0,4	- 0,69	- 0,1	- 0,17
pression sur long pan sous le vent	- 0,38	- 0,66	- 0,1	- 0,17
Cas n° 2 : vent long pan	Surpression intérieure		Dépression intérieure	
	Valeur normale	Valeur extrême	Valeur normale	Valeur extrême
pression sur toiture au vent	- 0,29	- 0,5	0	0
pression sur toiture sous le vent	- 0,36	- 0,62	- 0,07	- 0,12
pression sur pignon sous le vent	- 0,4	- 0,69	- 0,1	- 0,17
pression sur long pan au vent	0,24	0,41	0,52	0,91
pression sur long pan sous le vent	- 0,38	- 0,66	- 0,1	- 0,17

# EXTRAIT DU CB 71

⇒ VALEURS DES CONTRAINTES ADMISSIBLES A CONSIDERER :

Selon la norme EN 338 (septembre 2000) et pour H % = 12 %		C18 ou ST III	C22	C24 ou ST II	Unité
$E_f$	Module longitudinal d'élasticité en flexion	8 000	9 000	10 000	Mpa
$\overline{\sigma}_f$	Contrainte admissible de flexion	8	10	11	Mpa
$\overline{\sigma}'$	Contrainte admissible de compression	8,5	9	9,5	Mpa
$\overline{\sigma}$	Contrainte admissible de traction	5	6	6,5	Mpa
$\overline{\tau}$	Contrainte admissible de cisaillement longitudinal	0,9	1,1	1,1	Mpa
$m_v$	Masse volumique	380	410	420	Kg/m <sup>3</sup>

→ Extrait du DTU 31.3, modifications des contraintes admissibles :

§ 4.1.3 : Les modifications de contraintes et limites élastiques en flexion, définies dans la norme NF P 21-701 (CB 71) pour des hauteurs de flexion différentes de 15 cm, ne sont pas applicables.

Aucune correction des contraintes admissibles et des modules d'élasticité instantanés en fonction de l'humidité ne doit être appliquée lorsque les conditions d'exploitation de l'ouvrage ne conduisent pas l'humidité du bois à dépasser 18 %.

⇒ COEFFICIENT DE FLUAGE EN FLEXION :

$\overline{\sigma}_f$  la contrainte admissible en flexion ;  $\frac{\overline{\sigma}_f}{5}$  la limite forfaitaire du fluage en flexion ;

$\sigma_{roo}$  la contrainte réelle à laquelle sera soumis l'ouvrage sous l'action des charges et surcharges maximales de longues durée qui pourront être appliquées ;

H l'humidité du bois lors de sa mise en service ;

$\Delta H$  la différence entre le maximum et le minimum des humidités atteintes après la mise en œuvre et jusqu'à la stabilisation complète des déformations du bois ;

Le coefficient de fluage est fixé forfaitairement pour toutes les essences :

1. pour  $\sigma_{roo} \leq \frac{\overline{\sigma}_f}{5}$  à  $\theta = 1$

2. pour  $\frac{\overline{\sigma}_f}{5} \leq \sigma_{roo} \leq \overline{\sigma}_f$   $\theta = 1 + \frac{\frac{H + \Delta H}{12}}{1 + \frac{\Delta H - 5}{12 + \Delta H}} \times \frac{\sigma_{roo} - 0,2 \overline{\sigma}_f}{\overline{\sigma}_f}$

⇒ PIECES SOUMISES A LA COMPRESSION SIMPLE AXIALE (§ 4,931 → 4,934 des règles CB 71) :

4,931-2 Élancement. - L'élancement  $\lambda$  est le rapport de la longueur de flambage  $L_f$  au rayon de giration  $i$  relatif au moment d'inertie I (de la section transversale A de la pièce).

Pour le plan où l'on étudie le flambement, on a :  $\lambda = \frac{L_f}{i}$  avec  $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$

On envisage successivement le flambement dans les deux plans principaux de la section de la pièce.

4,932 Risques de flambement

On admet qu'il n'y a pas de risques de flambement pour les pièces d'élancement inférieur ou égal à 37,5.

Au-delà de cette valeur d'élancement une vérification au flambement est nécessaire.

4,934 Vérification des pièces soumises à la compression simple avec risque de flambement

4,934-1 Pièces simples - On applique les prescriptions ci-après si l'élancement des pièces reste compris entre 37,5 et 120  
37,5 <  $\lambda$  < 120

quant aux pièces dont l'élancement est supérieur à 120, elles sont étudiées suivant les prescriptions énumérées en R-IV-4, I.

On multiplie la contrainte due à l'effort normal (déterminée en application des prescriptions définies en R-IV-4,91) par le coefficient

$K = \frac{1}{k}$  et on vérifie que ce produit est inférieur à la contrainte admissible. Les valeurs de k sont données en fonction de  $\lambda$  par les

expressions suivantes :

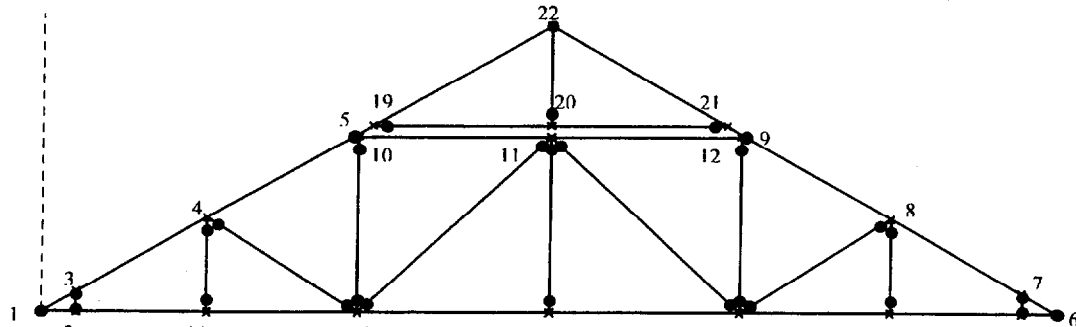
pour 37,5 <  $\lambda$  < 75,  $k = 1,45 - 1,20 \frac{\lambda}{100}$  et pour 75 <  $\lambda$  < 120,  $k = \frac{3100}{\lambda^2}$

# Fermette courante sur magasin, définition du modèle

↳ Données générales :

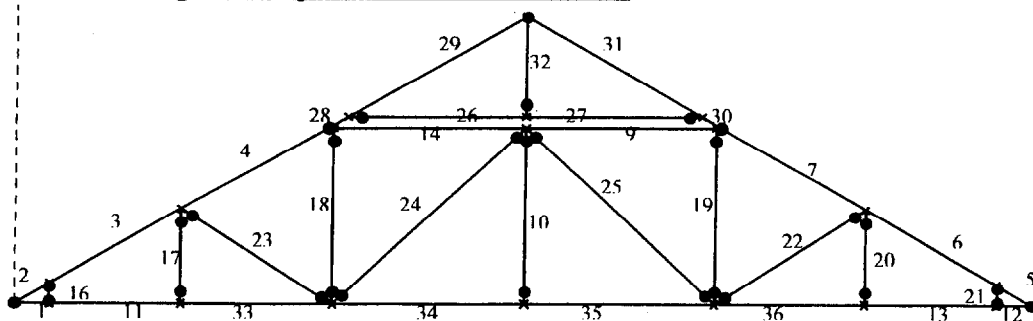
- Matériau : résineux C22
- Sections : arbalétriers de 122 x 36, entrants de 112 x 36, diagonales de 60 x 36 sauf les barres 24 et 25 en 72 x 36
- humidité en situation : H % = 15 %
- liaisons extérieures (appuis) : pivot au nœud 2 et appui simple au nœud 15

↳ Modélisation géométrique, définition des nœuds (coordonnées en mètre) :



Noeud	x	y	Noeud	x	y	Noeud	x	y	Noeud	x	y
1	0.000	0.000	2	0.459	0.000	3	0.459	0.265	4	2.209	1.276
5	4.136	2.388	6	13.498	0.000	7	13.039	0.265	8	11.289	1.276
9	9.362	2.388	10	4.209	2.388	11	6.749	2.388	12	9.289	2.388
13	6.749	0.000	14	2.209	0.000	15	13.039	0.000	16	11.289	0.000
17	4.209	0.000	18	9.289	0.000	19	4.392	2.536	20	6.749	2.536
21	9.106	2.536	22	6.749	3.897						

↳ Modélisation géométrique, définition des barres :



Barre	Ori	→ Ext	Barre	Ori	→ Ext	Barre	Ori	→ Ext	Barre	Ori	→ Ext
1	1	2	10	13	11	19	18	12	28	5	19
2	1	3	11	2	14	20	16	8	29	19	22
3	3	4	12	15	6	21	15	7	30	9	21
4	4	5	13	16	15	22	18	8	31	21	22
5	6	7	14	10	11	23	17	4	32	20	22
6	7	8	15	12	9	24	17	11	33	14	17
7	8	9	16	2	3	25	18	11	34	17	13
8	5	10	17	14	4	26	19	20	35	13	18
9	11	12	18	17	10	27	20	21	36	18	16

# Fermette courante sur magasin, efforts dans les barres

↪ Efforts dans les barres en kN et kN.m :

Les combinaisons 1, 2, 2<sub>bis</sub>, 3, 4 et 5 correspondent à la définition du DTU 31.3.

Barre	Section	CAS de CHARGE											
		1		2		2 <sub>bis</sub>		3		4		5	
		N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>	N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>	N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>	N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>	N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>	N <sub>maxi</sub>	M <sub>f max</sub>
2	122x36	-4,67	0,73	-3,61	0,553	-5,41	0,816	-3,85	0,593	-6,59	1,09	0,29	0,09
3	122x36	-5,88	0,73	-4,52	0,553	-6,75	0,816	-4,83	0,593	-8,54	1,09	0,81	0,09
4	122x36	-5,59	0,25	-4,53	0,34	-6,76	0,246	-4,59	0,192	-7,62	0,328	1,02	0,114
28	122x36	-3,31	0,33	-3,51	0,41	-3,41	0,343	-2,65	0,262	-4,54	0,44	1,08	0,16
29	122x36	-1,46	0,33	-1,47	0,6	-1,45	0,343	-1,16	0,262	-1,99	0,44	0,44	0,16

↪ Extrait du DTU 31.3, définition des combinaisons à envisager :

Cas de charge	Combinaison d'actions	Vérfications correspondantes de sécurité et de rigidité
1	charges permanentes + charges d'exploitation + charge de neige	Contraintes admissibles dans les éléments. Efforts admissibles dans les assemblages et appuis. Déplacement (globaux et locaux) et flèches relatives limites (Cf note 1)
1 bis	(pour les ouvrages porteurs de planchers) : charges permanentes + charges d'exploitation majorées de 20 %	Contraintes admissibles dans les éléments. Efforts admissibles dans les assemblages et appuis.
2	charges permanentes + charges d'entretien (sur barre d'arbalétriers)	Contraintes admissibles multipliées par 1,4
2 bis	charges permanentes + neige normale + charges d'entretien (sur barres d'entrait)	Contraintes admissibles multipliées par 1,4
3	charges permanentes + charges d'exploitation éventuellement dissymétriques + demi-neige normale dissymétrique + vent normale perpendiculaire au faîtage	Contraintes admissibles dans les éléments. Efforts admissibles (assemblages et appuis) Déplacements limites (globaux et locaux) et flèches (Cf note 1) relatives limites
4	charges permanentes majorées à 10 % + charges d'exploitation majorées de 50 % + charge de neige extrême	Limites élastiques conventionnelles dans les éléments, assemblages et appuis (Cf note 2)
5	charges permanentes minorées de 10 % + vent en soulèvement (extrême) majoré de 10 %	Vérification aux limites élastiques pour les appuis ancrages, barres et assemblages si ce cas de charge conduit à une inversion d'une réaction d'appui
6	sollicitations sismiques éventuelles	Limites élastiques conventionnelles dans les éléments, assemblages et appuis

(note 1) On appelle flèche le plus grand déplacement calculé (compté perpendiculairement) entre la déformée de l'élément considéré et la ligne droite joignant ses appuis.  
(note 2) Ce cas n'est à vérifier que s'il conduit à une charge totale excédant 1,5 fois celle du cas de charge 1.

↪ Extrait de la norme NF P 06-001, définition des charges d'entretien :

Dans le cas des couvertures sur charpente, les charges d'entretien sont conventionnellement assimilées à deux charges concentrées de 1 kN appliquées au 1/3 et aux 2/3 des portées.

Lorsque les portées sont inférieures à 3 m, les deux charges sont placées à 1 m d'intervalle dans les conditions les plus défavorables en ne tenant pas compte, dans le cas de continuité, de la charge extérieure de la portée considérée.

COMMENTAIRE :

Cela revient, pour les éléments de portée  $\leq 2$  m à appliquer une charge concentrée de 1 kN au milieu de la portée. Ces charges d'entretien correspondent au poids des personnes susceptibles d'accéder à la toiture.

# Extrait du DTU 31.3

## 5.2 Justifications

### 5.2.1 barres

#### a) calcul des barres

Les barres comprimées avec risque de flambement doivent être vérifiées conformément au paragraphe 4.9.34 de la norme NF P 21-701 (Référence DTU Règles CB 71) sauf prescriptions particulières indiquées ci-après.

Les barres soumises à une flexion composée doivent être vérifiées à l'aide des formules suivantes :

$$\text{Flexion + traction} = \frac{\text{contrainte de traction}}{\text{Contrainte admissible de traction}} + \frac{\text{contrainte de flexion}}{\text{contrainte admissible de flexion}} \leq 1$$

$$\text{Flexion + compression} = \frac{\text{Contrainte de compression}}{\text{Contrainte admissible compression} \times K} + \frac{\text{Contrainte de flexion}}{\text{Contrainte admissible flexion}} \leq 1$$

en considérant successivement le flambement selon le plan de ferme et perpendiculairement à celui-ci.

#### b) calcul du coefficient de flambement K

Ce coefficient est calculé selon la norme NF P 21-701 (Référence Règles CB 71) § 4,932 à 4,934.

#### c) longueurs de flambement

Pour la vérification selon le plan de la ferme des barres périphériques de fermes totalement triangulées (continues sur au moins deux travées et recevant une charge uniformément répartie génératrice de flexion), on doit prendre une longueur de flambement égale à 0,8 fois la longueur d'épure de la barre.

Pour la vérification (dans le plan de ferme ou dans un plan perpendiculaire) des barres internes comprimées, la longueur totale de la barre est retenue.

Pour ce qui concerne le flambement perpendiculaire au plan de ferme des barres périphériques comprimées (arbalétriers notamment), la longueur de flambement ( $L_f$ ) est définie comme suit, lorsque l'antiflambement est assuré par des dispositifs de type A, B ou C :

$L_f = c \times e$  où :

$e$  est l'entraxe des fermes ; et

$c = 0,9$  pour les fermes n'excédant pas 9 m de portée ;

$c = 1,1$  pour les fermes ayant une portée au moins égale à 11 m ;

$c$  est la portée en décimètres pour les valeurs intermédiaires.

On entend ici par « portée », la plus grande distance entre deux appuis consécutifs (pris en compte dans le calcul) de la ferme étudiée.

Dans le cas où la couverture est portée par des pannes ou pannelettes fixées sur les fermes et distantes d'au moins 600 mm (aux axes), la valeur de «  $e$  » est prise comme la distance entre axes de ces pannes.

Lorsque l'antiflambement est assuré par des panneaux supports de couverture cloués directement sur les fermes,  $L_f$  est égal à :

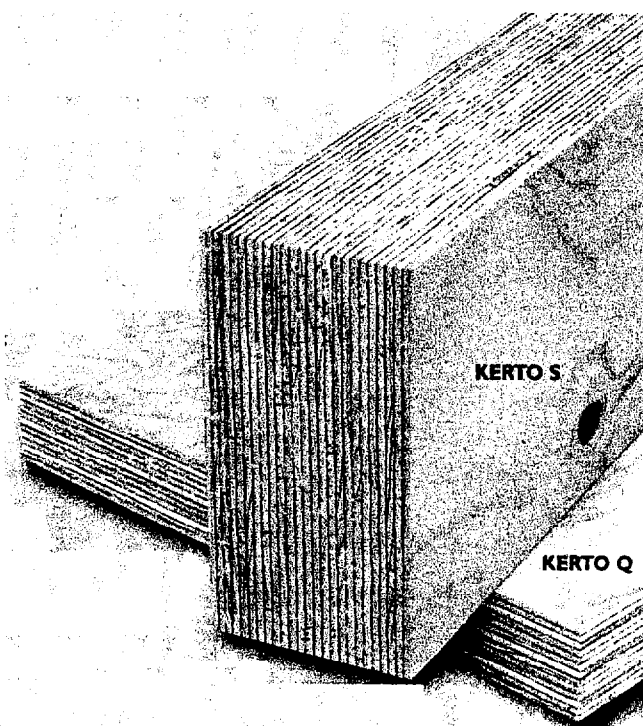
$1,1 \times d$  où :

$d$  est la distance entre points de fixation sur l'arbalétrier.

# KERTO : présentation, calcul

## ↳ Présentation :

Le KERTO est un lamibois de placage d'épicéa obtenu par déroulage. Ces placages de 3 mm d'épaisseur sont collés à chaud, sous haute pression avec une résine phénolique résistante aux intempéries avec des joints scarfés décalés.. Les fibres sont disposées dans le sens longitudinal.



Masse volumique moyenne (à 10 % d'humidité) : 510 kg / m<sup>3</sup>

## ↳ Dimensions standard :

KERTO TYPE	Epaisseur (mm)	Largeur (mm)								
		200	225	260	300	360	400	450	500	600
S-Q	21	nous consulter								
S-Q	27	●	●							
S-Q	33	●	●	●						
S	36	●	●	●	●	●				
S-Q	39	●	●	●	●					
S-Q	45	●	●	●	●	●				
S-Q	51	●	●	●	●	●	●			
S-Q	57	●	●	●	●	●	●	●		
S-Q	63	●	●	●	●	●	●	●	●	
Q	69	●	●	●	●	●	●	●	●	●
S	75	●	●	●	●	●	●	●	●	●
S	90	nous consulter								

## ⇒ Caractéristiques mécaniques :

Contraintes admissibles (MPa)	KERTO-S	KERTO-Q
Flexion statique à chant	20,0	15,0
Flexion statique à plat	23,0	18,0
Compression axiale <sup>(3)</sup>	17,5	13,0
Compression // aux faces	2,5	5,0
Compression ⊥ aux faces	2,5	2,5
Traction axiale	17,5	13,0
Traction ⊥	0,4	2,4
Cisaillement à chant	2,9	2,9
Cisaillement à plat	2,0	0,8
Modules apparents (MPa)	KERTO-S	KERTO-Q
Flexion à chant	13 500	10 000
Flexion à plat	13 500	10 000
Cisaillement	560	560



# Poutre en I : présentation, calcul

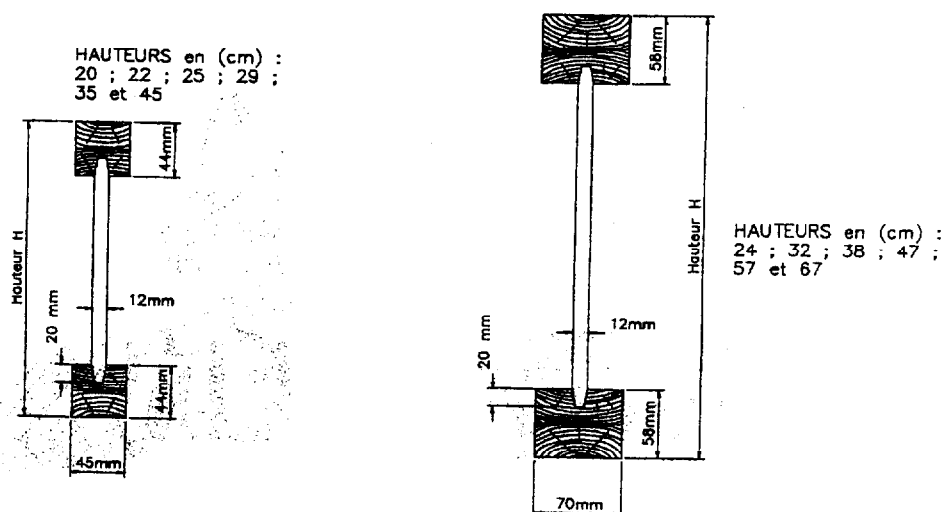
## ↳ Présentation :

C'est une poutre composite bois constituée de deux membrures en bi-lâme et d'une âme en panneaux de particules orientées type OSB 4.

Les membrures sont les parties les plus sollicitées. Elles ont une section de 45 x 44 mm ou 70 x 58 mm.

Le collage de l'âme aux membrures est assuré par une colle résorcine insensible aux intempéries et aux agressions chimiques.

Plusieurs hauteurs sont disponibles en longueur jusqu'à 12 mètres.



## ↳ Performances :

Charges admissibles en flexion en daN / m (pour les toitures) :

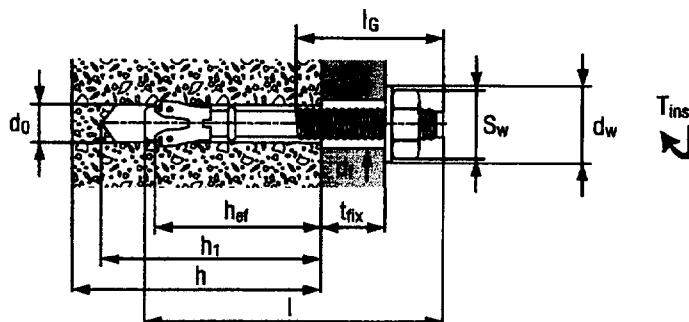
B (cm)	H (cm)	es (cm)	Portées en mètres																		
			3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12
4.5	20	4.4	172	110	74	52	37	27	21	16	12	9	7	6	4	3	2	2	1	1	0
4.5	22	4.4	216	139	94	66	48	35	27	21	16	12	10	8	6	5	4	3	2	1	1
4.5	25	4.4	255	186	128	91	66	49	37	29	23	18	14	11	9	7	6	5	4	3	2
4.5	29	4.4	308	225	171	129	95	71	55	42	33	27	21	17	14	11	9	8	6	5	4
4.5	35	4.4	390	286	218	171	138	112	86	68	54	43	35	29	24	20	16	14	11	9	8
4.5	45	4.4	539	395	301	237	191	157	131	111	95	80	66	54	45	38	32	27	23	20	17
7	24	5.8	322	275	199	142	104	78	60	46	36	29	23	18	15	12	10	8	6	5	4
7	32	5.8	451	386	337	279	207	158	122	96	77	62	51	42	34	29	24	20	17	14	12
7	38	5.8	548	469	409	363	305	234	183	145	117	95	78	64	54	45	38	32	27	23	20
7	47	5.8	691	592	517	459	393	323	271	230	190	156	129	108	90	77	65	56	48	41	36
7	57	5.8	848	726	634	563	494	407	341	289	249	216	189	166	142	121	103	89	77	67	58
7	67	5.8	1003	858	750	666	598	495	415	352	302	262	230	202	180	160	144	130	113	98	86

NB : Ces charges sont données pour une flèche limitée au  $1/300^{\text{ème}}$  et en supposant que 70 % de la charge est permanente au maximum.

# CHEVILLES DE FIXATION

## 1) La cheville HSA

↳ Description :  
 C'est une cheville auto-expansive en acier zingué avec une capacité de charge élevée.



↳ Caractéristiques mécaniques :

### Charges de service $R_{ds}$ (en daN)

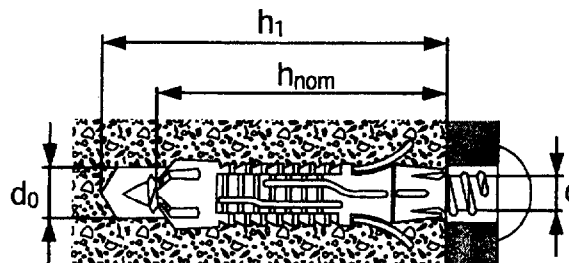
#### Implantation maximum

Pleine masse'		HSA					
		M6	M8	M10	M12	M16	M20
Traction (daN)	non fissuré	198	397	397	709	1389	1984
Cisaillement (daN)	non fissuré	259	467	705	1014	1895	2964

\* Pleine masse suivant Guide d'A.T.E. 001. Distance au bord  $\geq 10 h_{ef}$

## 2) La cheville HUD

↳ Description :  
 C'est une cheville en polyamide PA6 pour usage universel.



↳ Caractéristiques mécaniques :

Charges données selon l'angle entre l'axe de la cheville et la direction de l'effort

### Charges (en daN)

Traction (angle 0° à 60°)					Cisaillement (angle 60° à 90°)				
HUD-1	Béton $\geq 25$ MPa	Béton cellulaire $\geq 5$ MPa	Brique pleine	Plaque de plâtre	HUD-1	Béton $\geq 25$ MPa	Béton cellulaire $\geq 5$ MPa	Brique pleine	Plaque de plâtre
Ø 5	30	10	17	6	Ø 5	40	13	24	9
Ø 6	55	15	35	8	Ø 6	90	18	30	14
Ø 8	85	30	60	10	Ø 8	125	30	44	-
Ø 10	140	40	80	15	Ø 10	220	-	-	-
Ø 12	200	50	100	-	Ø 12	300	-	-	-
Ø 14	300	60	100	-	Ø 14	560	-	-	-