

**ETUDE D'UNE CONSTRUCTION****SOUS EPREUVE U4.1****ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL****DUREE : 3 heures, coefficient : 2**

Ce dossier comprend :

- Texte de l'épreuve : pages 1/5 à 5/5
- Dossier technique : Documents techniques DT1 à DT4
- Documents réponses : 1 page en deux exemplaires
- Dossier ressource : Documents ressources DR1 à DR6

**Temps conseillé :**

Lecture du sujet	:	10 minutes
Partie n°1	:	60
Partie n°2	:	30
Partie n°3	:	60
Partie n°4	:	20

**Barème proposé :**

Partie n°1	:	6 points
Partie n°2	:	5 points
Partie n°3	:	6 points
Partie n°4	:	3 points

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

**ETUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

**GARAGE**

Ce dossier comprend :

- |                      |   |                                |
|----------------------|---|--------------------------------|
| - Texte de l'épreuve | : | pages 1/5 à 5/5                |
| - Dossier technique  | : | Documents techniques DT1 à DT4 |
| - Documents réponses | : | 1 page en deux exemplaires     |
| - Dossier ressource  | : | Documents ressources DR1 à DR6 |

**Temps conseillé :**

Lecture du sujet	:	10 minutes
Partie n°1	:	60
Partie n°2	:	30
Partie n°3	:	60
Partie n°4	:	20

**Barème proposé :**

Partie n°1	:	6 points
Partie n°2	:	5 points
Partie n°3	:	6 points
Partie n°4	:	3 points

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

## TEXTE DE L'ÉPREUVE

### Présentation de l'ouvrage.

L'objet de l'épreuve est l'étude de la structure d'un garage composé de deux façades ossature bois et d'une charpente en bois lamellé collé représentée sur les documents techniques DT1 à DT4.

La composition de la toiture est la suivante (de l'extérieur vers l'intérieur):

- Bacs acier laqués posés sur lambourdes 40/80 en bois massif
- Lattes montantes 27/40
- Sous-couverture phonique épaisseur 18 mm (panneau de fibres sous le contre lattage)
- SAPI SOL S150/205

La structure principale de la charpente est composée de poutres en bois lamellé-collé (BLC) de section variable d'épaisseur 135 mm posant d'une part sur un poteau en béton armé, de 250/400, intégré à la maçonnerie et encastré au sol et d'autre part sur un poteau pendulaire en bois LC de section 135/260. Le contreventement en toiture est réalisé entre les files 2 et 3 par des pièces BLC de 95/165 (non représentées).

La paroi à ossature bois file 4 (DT1) est composée de poteaux BLC 140/230 habillés par du SAPI SOL S86/205. La stabilité de cette file dans son propre plan est assurée par l'encastrement du poteau béton.

La paroi ossature bois de long pan file E est composée de poteaux BLC (140/195 et 135/260) habillés par un SAPI SOL S86/205 et d'éléments de contreventement BLC 95/165 disposés selon le document DT4.

Le bois lamellé-collé utilisé sera du GL24h.

### **1-Étude du portique (Poutre + poteau pendulaire).**

#### **1-1 : Chargement sur le portique BLC file 2 .**

##### ❖ Hypothèses :

- Les charges permanentes sur toiture sont les suivantes :
  - SAPI SOL S150 /205 : 0,186 KN/m<sup>2</sup>
  - Contre lattage 27/40 entraxe 0,50 m Poids volumique = 4,10 kN/m<sup>3</sup>  
(Suivant rampant)
  - Sous-couverture phonique : négligeable
  - Lambourdes 40/80 entraxe 1,40 m Poids volumique = 4,10 kN/m<sup>3</sup>
  - Bac acier laqué : 0,07 KN/ m<sup>2</sup>
  - Poids propre de la poutre BLC : 0,09 KN/ m<sup>2</sup>

- Situation du bâtiment : Zone 2A pour la neige, altitude 800 m
- Le résultat de l'étude des charges de neige est donné dans le document ressource DR1
- Charges de vent données en  $\text{KN/m}^2$  sur DR1
- Entraxe des poutres : **5 mètres**      Portée : 12,8 mètres
- Pente toiture :  $15^\circ$
- Section poutre BLC GL24h : épaisseur 135 mm (Voir document technique DT3)
  - Hauteur au niveau de la file F : 200 mm ;
  - Hauteur au niveau de la file D : 1270 mm ;
  - Hauteur au niveau de la file A : 690 mm.

○ **Travail demandé :**

Déterminer la charge répartie linéairement en  $\text{kN/m}$  correspondant aux actions suivantes : (calculs sur feuille de copie et représentations chiffrées sur document réponse).

1-1.1 Charges permanentes :  $G$  (poids propre des poteaux non pris en compte).

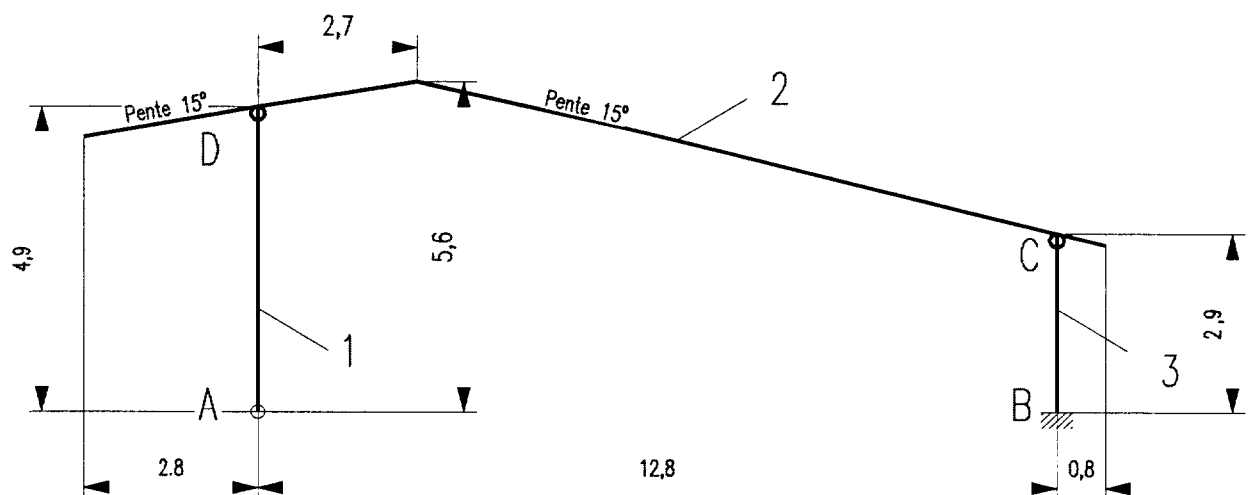
1-1.2 Charges de neige :  $S_1$  (en plein : cas I) et  $S_4$  (demi-neige sur le versant sous le vent : cas IV ).

1-1.3 Charges de vent :  $W$  (voir document ressource DR1)

**1-2 : Etude statique du portique (Poutre BLC + poteau pendulaire).**

❖ **Hypothèses :**

- Le poteau **1** BLC 135/260 est pendulaire (articulé aux deux extrémités).
- La poutre **2** BLC est articulée sur les poteaux.
- Le poteau béton **3** est encastré au sol.
- Les assemblages articulés sont modélisés par des liaisons pivots.



❖ Travail demandé :

1-2.1 Vérifier que le modèle d'étude proposé est isostatique

1-2.2 Déterminer les actions de liaison en A et en C sous les deux cas de charge G et W, en rédigeant votre démarche de calcul (Solide isolé, bilan des actions). Pour le cas de charge du vent W, établir les équations de la statique sans les résoudre.

1-2.3 Présenter vos résultats sous forme de tableau :

Nom de la liaison	A		C	
	Sur Ax	Sur Ay	Sur Ax	Sur Ay
G				
W	-	-	-	-

## 2-Vérification de la section de la poutre BLC.

### 2-1 Vérification de la section de la poutre BLC.

❖ Hypothèses :

- Les sollicitations N, T,  $M_f$  de la poutre sont données sur le document ressource DR2 pour la combinaison d'actions suivante :  $1,35 G + 1,5 S_1$
- Classe de service : 2
- Classe de durée de charge : moyen terme pour la neige
- Le coefficient  $K_{crit}$  sera pris égal à 1 (Poutre maintenue aux appuis et en zone comprimée)

❖ Travail demandé : (voir documents ressources DR2, DR3, DR4 et DR5).

- 2-1.1. Quel est l'élément le plus sollicité en flexion, donner la valeur de  $M_{fz}$  ?
- 2-1.2. Vérifier dans cette section, la poutre aux contraintes normales (flexion et traction).
- 2-1.3. Quel est l'élément le plus sollicité au cisaillement, donner la valeur de  $T_y$  (ou  $V_y$ ).
- 2-1.4. Vérifier la section de la poutre au cisaillement longitudinal.

### 2-2 Vérification de la liaison poutre en bois lamellé-collé/ poteau béton.

❖ Hypothèses :

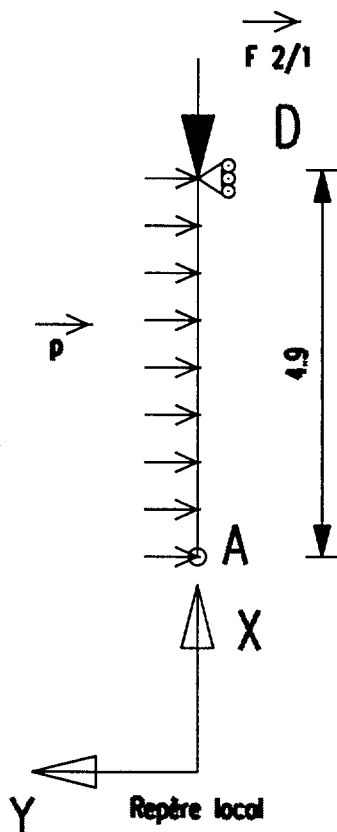
- L'effort à reprendre est 96540 N sur  $O_y$  (Axes globaux) appliqué au niveau du contact bois-béton.
- Reprise de l'effort vertical par contact BLC/béton.
- Classe de service : 2.
- Classe de durée de charge : moyen terme pour la neige.

❖ Travail demandé : (voir documents ressources DR5 et DR6).

Vérifier que la surface d'appui est suffisante entre la poutre BLC et le poteau béton.

**Hypothèses :**

- La modélisation est donnée ci-dessous
- Combinaison utilisée : **1,35 G + 1,50 S<sub>2</sub> + 0,90 W**
- Classe de service : 2
- Classe de durée de charge : court terme pour le vent
- Le coefficient  $K_{crit}$  sera pris égal à 1 (Poutre maintenue latéralement par le bardage)



$$F_{2/1} = 28\,000 \text{ N}$$

$$p = 1,1 \text{ kN/m}$$

Actions aux appuis données en repère local:

$$\text{En A : } X_A = 28\,000 \text{ N}$$

$$Y_A = 2695 \text{ N}$$

$$\text{En D : } X_D = 0 \text{ N}$$

$$Y_D = 2695 \text{ N}$$

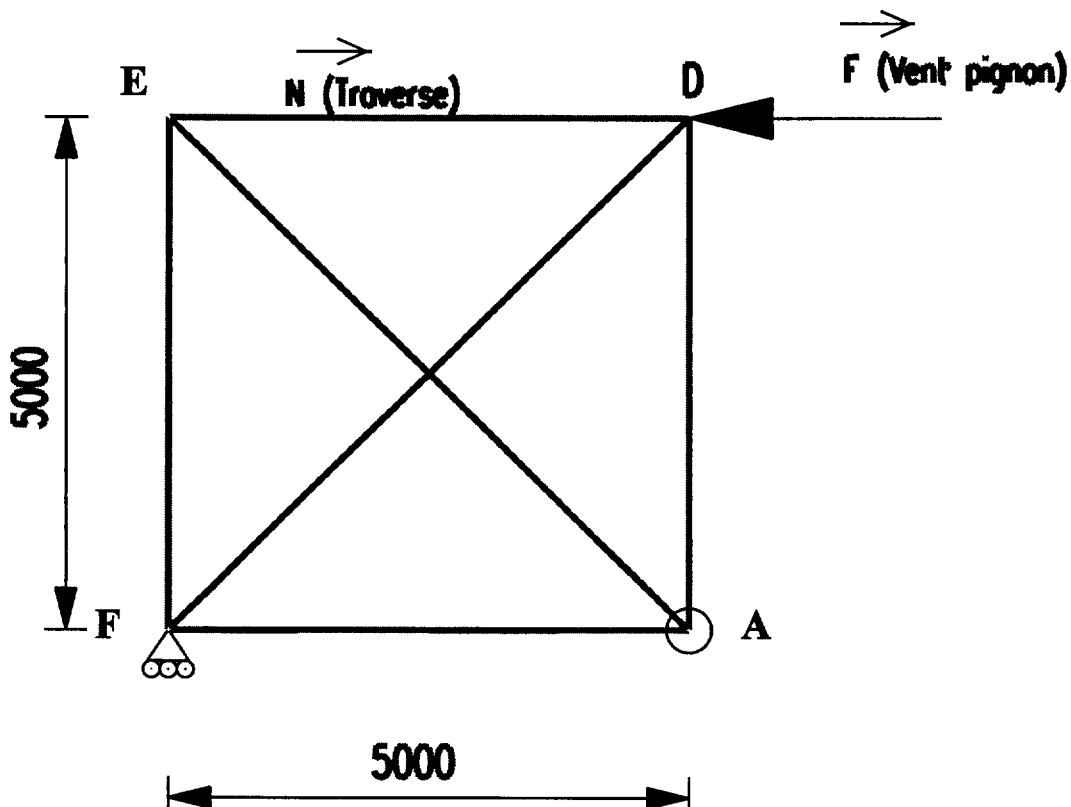
**Travail demandé : A l'aide des documents DR3 et DR4**

- 3-1** Tracer les diagrammes des efforts normaux, efforts tranchants et moments fléchissants dans ce poteau.
- 3-2** A quelles sollicitations ce poteau est-il soumis?
- 3-3** Vérifier la section du poteau aux ELU en prenant en compte le flambage (voir documents ressource DR3 et DR4).

#### 4-Etude du contreventement.DT4

##### ❖ Hypothèses :

- La pression exercée par le vent en pignon est de  $0.6 \text{ KN/m}^2$
- Tous les noeuds sont assimilés à des articulations (Liaisons pivots parfaites)
- Le poids propre des éléments est négligé
- La travée de contreventement est définie dans le schéma ci-dessous :
- L'effort normal dans la traverse haute  $N = 0.5 \times F$



##### ❖ Travail demandé :

- 4-1 Déterminer par la méthode de votre choix les efforts dans les barres de contreventement DF et AE (prendre  $F = 12600 \text{ N}$ )
- 4-2 La valeur maximum autorisée en compression dans les barres de contreventement est de  $9000 \text{ N}$ , conclure ?

# **ETUDE D'UNE CONSTRUCTION**

**SOUS EPREUVE U4.1**

**ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL**

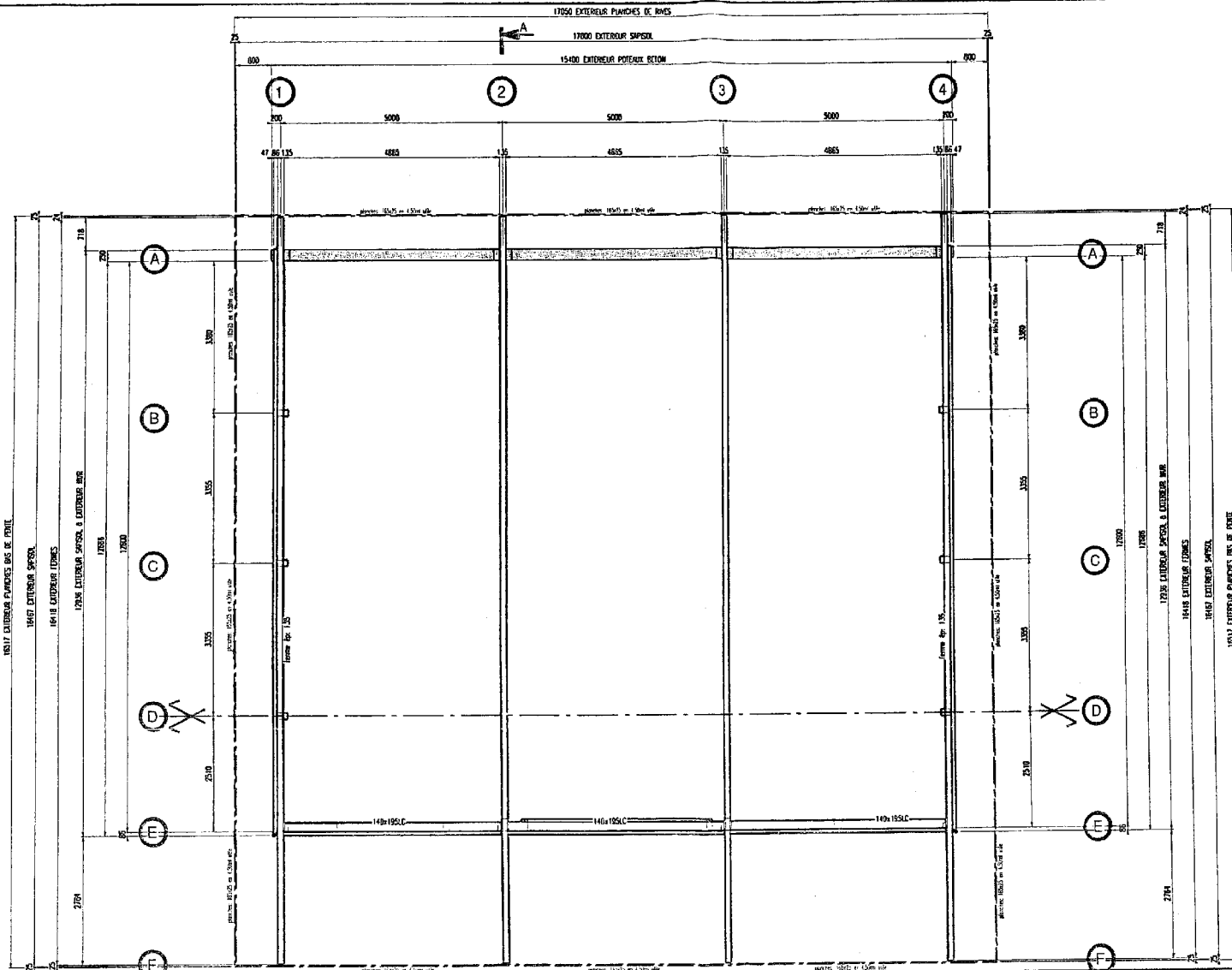
**GARAGE**

## **DOSSIER TECHNIQUE**

- Document technique DT1 : PERSPECTIVE STRUCTURE BOIS
- Document technique DT2 : VUE EN PLAN CHARPENTE
- Document technique DT3 : ELEVATION PIGNON FILE 4
- Document technique DT4 : ELEVATION FILE E







①

②



DT2

CONSTRUCTION D'UN GARAGE  
VUE EN PLAN CHARPENTE

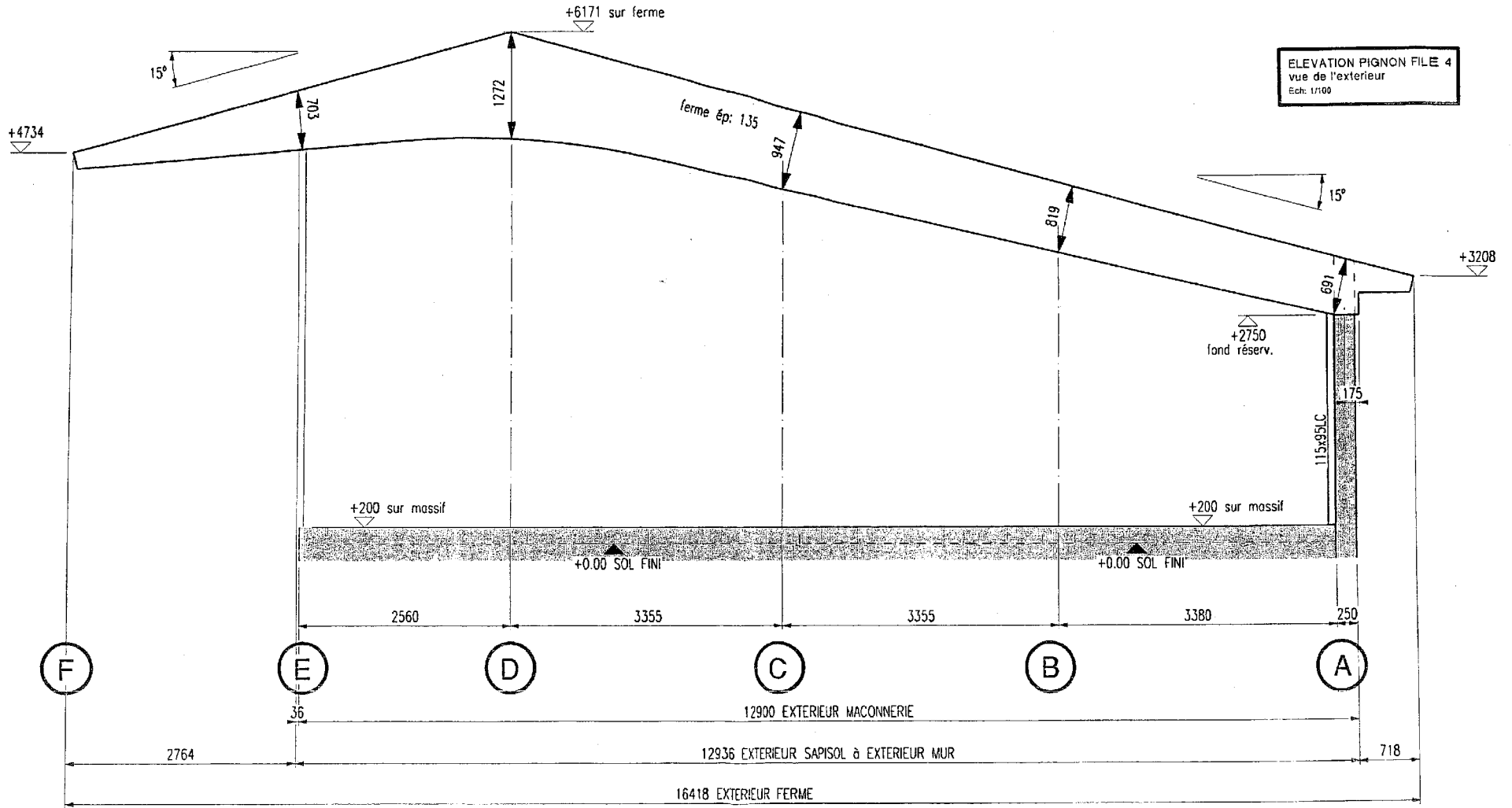
Echelle:  
1:100




BTS SCBH

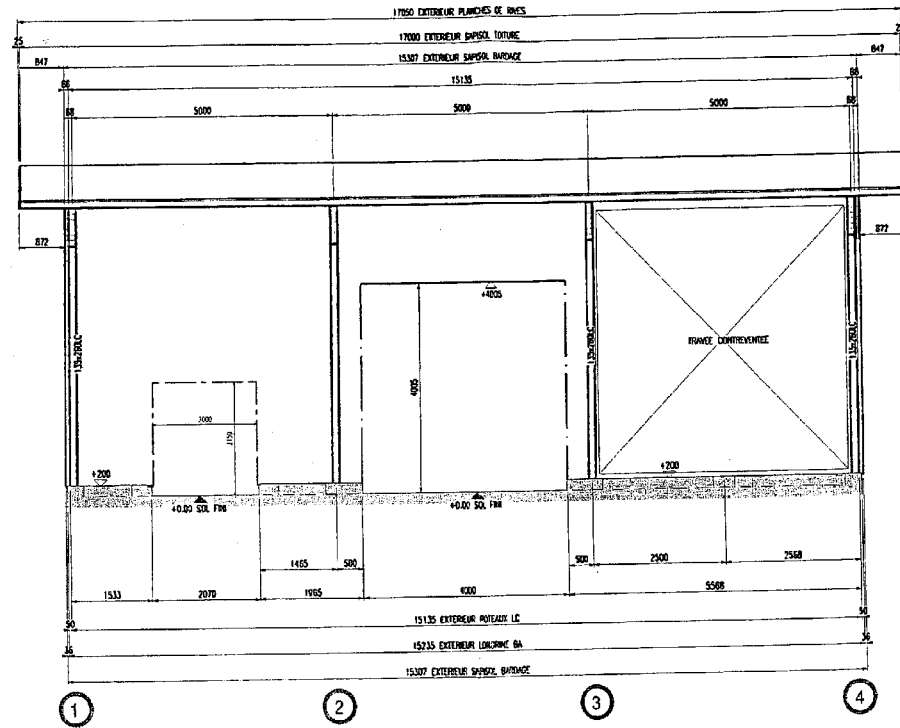
Format A3


ELEVATION PIGNON FILE 4  
 vue de l'extérieur  
 Ech: 1/100



DT3	CONSTRUCTION D'UN GARAGE ELEVATION PIGNON FILE 4	Echelle: 1:50
	BTS SCBH	 Form. A3

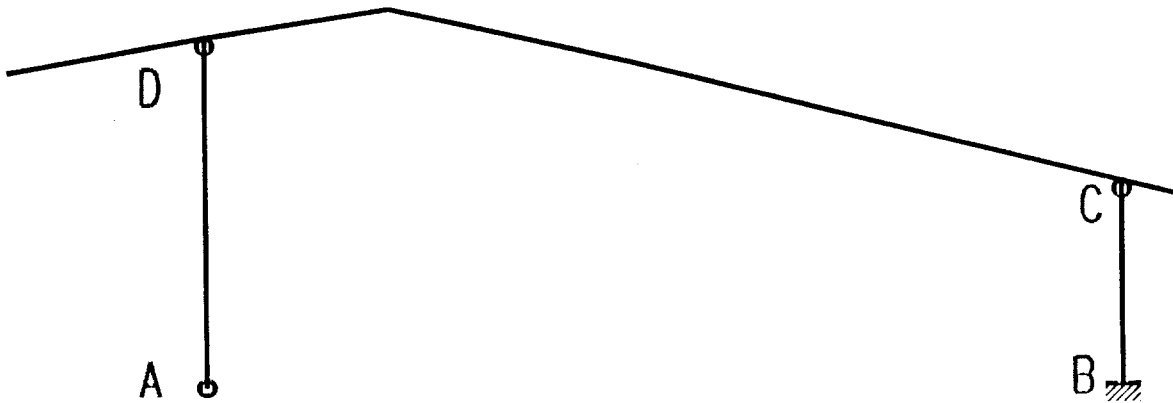
ELEVATION LONGPAN FILE E  
 vue de l'extérieur  
 Ech: 1/100



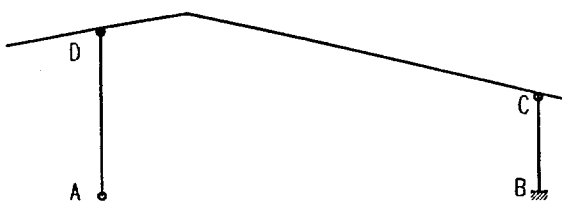
DT4	CONSTRUCTION D'UN GARAGE ELEVATION FILE E	Echelle: 1:100
	BTS SCBH	 Format A3

# DOCUMENT REPONSE : CHARGEMENTS

## 1-1.1 Charges permanentes : $G$



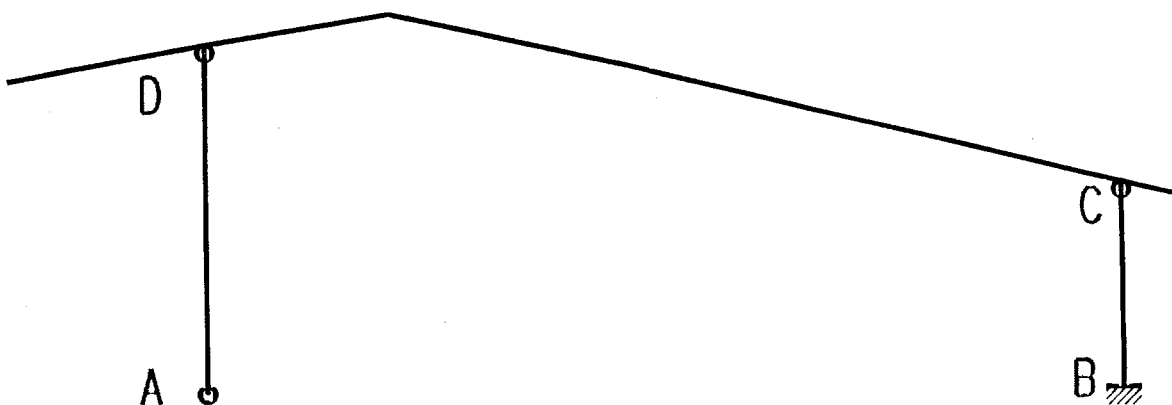
## 1-1.2 Charges de neige : $S_1$



## Charges de neige $S_4$



## 1-1.3 Charges de vent : $W$ (voir document ressource DR1)



# **ETUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

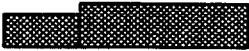

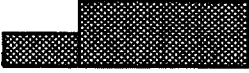

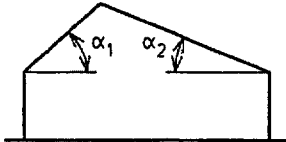
**GARAGE**

## **DOSSIER RESSOURCE**

- DR1 : Charges de neige et de vent sur le portique.
- DR2 : Efforts intérieurs du portique (Poutre + Poteau pendulaire).
- DR3 et DR4: Flexion et/ou compression axiale.
- DR5 : Données générales RDM.
  - Valeurs caractéristiques du BLC.
  - Valeur de  $K_{mod}$ .
  - Valeur de  $\gamma_M$ .
- DR6 : Compression transversale.

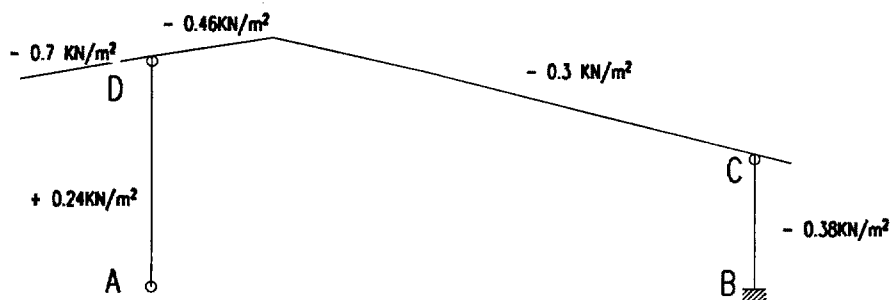
## DOCUMENT RESSOURCE : DR1

Charges de neige prises en compte pour le calcul du portique :

: 2 versants plans - $\alpha_1$ et $\alpha_2$ -				
		Cas	kN/m	kN/m
(I)		(I)	7,600	7,600
(II)		(II)	3,800	
(III)		(III)	7,600	7,600
(IV)		(IV)		3,800
		(I) (III)	Pas de combinaison avec le vent	

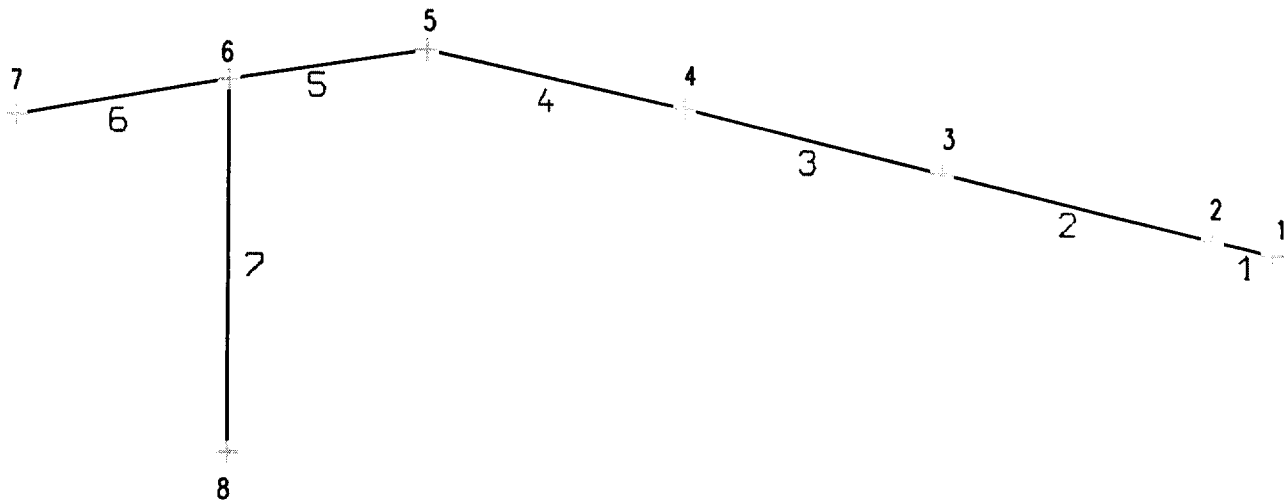
Charges de vent prises en compte pour le calcul du portique :

Charges unitaires de vent (Question 1-1.3)



## DOCUMENT RESSOURCE : DR2

Résultats : Combinaison = 1.35 G + 1.50 S<sub>i</sub>



Actions de liaison [ N N.m ] :

Nœud 2 → Rx = 0,0 Ry = 96.541,6 Mz = 0,0

Nœud 8 → Rx = 0,0 Ry = 132.848,6 Mz = 0,0

Efforts intérieurs [ N N.m ] :

N = Effort normal T = Effort tranchant M<sub>f</sub> = Moment fléchissant

ELE	Origine	N <sub>o</sub>	T <sub>o</sub>	M <sub>fo</sub>	Hauteur h mm
	extrémité	N <sub>e</sub>	T <sub>e</sub>	M <sub>fe</sub>	
1	1	0,0	0,0	0,0	200
	2	517,1	-10520,8	4257,3	691
2	2	-20417,8	83256,8	4257,3	691
	3	-8784,8	35821,5	-210719,4	819
3	3	-8888,2	35796,0	-210719,4	819
	4	2464,9	-9927,1	-255531,4	947
4	4	2238,7	-9980,6	-255531,4	947
	5	12675,6	-56510,3	-141470,5	1270
5	5	-9097,5	-57195,4	-141470,5	1270
	6	-14743,9	-92693,8	52519,7	700
6	6	6610,4	37382,0	52519,7	700
	7	0,0	0,0	0,0	200
7	8	-132848,6	0,0	0,0	260
	6	-131821,1	0,0	0,0	260

Nota : largeur b = 135 mm



## Document ressource DR3 : Flexion et/ou compression axiale

### ➤ Résistance de calcul en compression $f_{c,0,d}$

$$\Rightarrow f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M}$$

$f_{c,0,k}$  = résistance caractéristique en compression axiale

### ➤ Résistance de calcul en flexion $f_{m,d}$

$$\Rightarrow f_{m,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} \times k_h$$

$\Rightarrow f_{m,k}$  : résistance caractéristique en flexion

➤  $k_{mod}$  = Document ressource DR4 → Tableau 1.5

➤  $\gamma_M$  = Document ressource DR4 → Tableau 1.6

➤ Coefficient  $k_h$  pour du bois lamellé collé :  $k_h = \min \left[ \left( \frac{600}{h} \right)^{0,1}; 1,10 \right]$

<b>h</b>	<b>600</b>	<b>595</b>	<b>590</b>	<b>585</b>	<b>580</b>	<b>575</b>	<b>570</b>	<b>565</b>	<b>560</b>	<b>555</b>	<b>550</b>	<b>545</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,000	1,001	1,002	1,003	1,003	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009	1,010
<b>h</b>	<b>540</b>	<b>535</b>	<b>530</b>	<b>525</b>	<b>520</b>	<b>515</b>	<b>510</b>	<b>505</b>	<b>500</b>	<b>495</b>	<b>490</b>	<b>485</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,011	1,012	1,012	1,013	1,014	1,015	1,016	1,017	1,018	1,019	1,020	1,022
<b>h</b>	<b>480</b>	<b>475</b>	<b>470</b>	<b>465</b>	<b>460</b>	<b>455</b>	<b>450</b>	<b>445</b>	<b>440</b>	<b>435</b>	<b>430</b>	<b>425</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,023	1,024	1,025	1,026	1,027	1,028	1,029	1,030	1,032	1,033	1,034	1,035
<b>h</b>	<b>420</b>	<b>415</b>	<b>410</b>	<b>405</b>	<b>400</b>	<b>395</b>	<b>390</b>	<b>385</b>	<b>380</b>	<b>375</b>	<b>370</b>	<b>365</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,036	1,038	1,039	1,040	1,041	1,043	1,044	1,045	1,047	1,048	1,050	1,051
<b>h</b>	<b>360</b>	<b>355</b>	<b>350</b>	<b>345</b>	<b>340</b>	<b>335</b>	<b>330</b>	<b>325</b>	<b>320</b>	<b>315</b>	<b>310</b>	<b>305</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,052	1,054	1,055	1,057	1,058	1,060	1,062	1,063	1,065	1,067	1,068	1,070
<b>h</b>	<b>300</b>	<b>295</b>	<b>290</b>	<b>285</b>	<b>280</b>	<b>275</b>	<b>270</b>	<b>265</b>	<b>260</b>	<b>255</b>	<b>250</b>	<b>245</b>
<b><math>k_h</math></b>	1,072	1,074	1,075	1,077	1,079	1,081	1,083	1,085	1,087	1,089	1,091	1,094

### Flambement : Procédure pour calculer $k_{c,y}$

➤ élancement  $\lambda_{maxi} = \frac{l_f}{i_{mini}}$

➤  $l_f$  → longueur de flambement (Poutre bi-articulée :  $l_f = L$ )

➤  $i$  → rayon de giration :  $i_{mini} = \sqrt{\frac{I_{mini}}{S}}$     **S** : section    **I** : Moment quadratique

## Document ressource DR4 : Flexion et/ou compression axiale

➤ (élancement relatif)  $\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$  avec  $f_{c,0,k}$ , contrainte caractéristique en compression

➤ **CAS 1** :  $\lambda_{rel} \leq 0,30$  → pas de flambement  $k_{c,y} = 1$

➤ **CAS 2** :  $\lambda_{rel} > 0,30$  → flambement

$k_{cy}$	0	1	2	3	$\lambda_{rel}$ :
0.05	1.000	0.726	0.226	0.104	⇒ Colonne 0 : de 0,05 à 1,00 ;
0.10	1.000	0.684	0.216	0.101	
0.15	1.000	0.641	0.206	0.098	
0.20	1.000	0.600	0.197	0.095	
0.25	1.000	0.562	0.189	0.092	⇒ Colonne 1 : de 1,05 à 2,00 ;
0.30	1.000	0.526	0.181	0.089	⇒ Colonne 2 : de 2,05 à 3,00 ;
0.35	0.994	0.493	0.173	0.087	⇒ Colonne 3 : de 3,05 à 4,00.
0.40	0.988	0.462	0.166	0.084	
0.45	0.982	0.434	0.160	0.082	
0.50	0.974	0.408	0.154	0.079	
0.55	0.966	0.384	0.148	0.077	
0.60	0.956	0.362	0.142	0.075	
0.65	0.945	0.342	0.137	0.073	
0.70	0.931	0.323	0.132	0.071	
0.75	0.915	0.306	0.127	0.069	
0.80	0.895	0.290	0.123	0.067	
0.85	0.871	0.275	0.119	0.066	
0.90	0.841	0.261	0.115	0.064	
0.95	0.807	0.249	0.111	0.063	
1.00	0.768	0.237	0.107	0.061	

### ➤ Sollicitations composées : Flexion + compression

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

⇒  $k_{c,y}$  = coefficient de flambement selon l'axe y.

⇒  $k_h$  = Coefficient de hauteur (Tableau DR3-1)

⇒  $k_{crit}$  = Coefficient d'instabilité (déversement)

⇒  $f_{c,0,d}$  = résistance de calcul à la compression axiale

⇒  $\sigma_{c,0,d}$  = contrainte de compression selon x

⇒  $f_{m,z,d}$  = résistance de calcul à la flexion (valeur de calcul selon z)

⇒  $\sigma_{m,z,d}$  = contrainte de flexion selon z

## Document ressource DR5 : Données générales RDM

Tableau 1.2 : Valeurs caractéristiques du BLC selon EN1194

Caractéristiques		Symbole	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h	GL24c	GL28c	GL32c	GL36c
<b>Propriétés de résistance en N/mm<sup>2</sup></b>										
Flexion	$f_{m,k}$		24,0	28,0	32,0	36,0	24,0	28,0	32,0	36,0
Traction axiale	$f_{t,0,k}$		16,5	19,5	22,5	26,0	14,0	16,5	19,5	22,5
Traction transversale	$f_{t,90,k}$		0,40	0,45	0,50	0,60	0,35	0,40	0,45	0,50
Compression axiale	$f_{c,0,k}$		24,0	26,5	29,0	31,0	21,0	24,0	26,5	29,0
Compression transversale	$f_{c,90,k}$		2,70	3,00	3,30	3,60	2,40	2,70	3,00	3,30
Cisaillement	$f_{v,k}$		2,70	3,20	3,80	4,30	2,20	2,70	3,20	3,80
<b>Propriétés de rigidité en kN/mm<sup>2</sup></b>										
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%	$E_{0,0.5}$		9,40	10,2	11,1	11,9	9,40	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
<b>Masse volumique en Kg/m<sup>3</sup></b>										
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

Tableau 1.5 : Valeur du coefficient  $k_{mod}$ 

Matériau	Classe de durée de charge	Classe de service		
		1	2	3
BM, LC, CP, LVL	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 charge de plus faible durée.

Tableau 1.6 : Coefficients partiels normaux propriétés des matériaux  $\gamma_M$ 

ETATS LIMITES ULTIMES		
MATERIAUX	Bois	1,30
	Lamellé collé	1,25
	LVL, OSB, PP	1,20
ASSEMBLAGES		1,30
ETATS LIMITES DE SERVICES		1,00

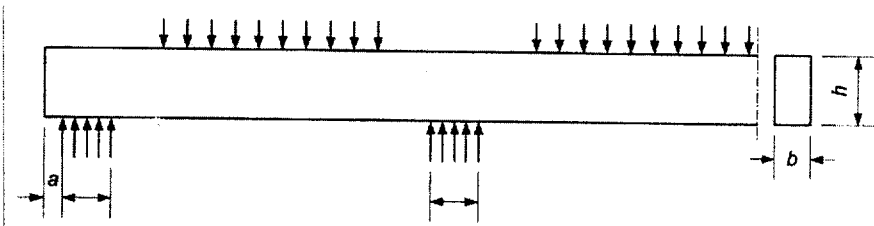
# Document ressource DR6 :

## Compression transversale, perpendiculaire aux fibres

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} f_{c,90,d}} \leq 1$$

$$\text{avec } f_{c,90,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M}$$

$k_{c,90}$  sera calculer de la manière suivante :



**appui extérieur (si  $a \leq h/3$ )**  $k_{c,90} = \left(2.38 - \frac{l}{250}\right) \left(1 + \frac{h}{12l}\right)$

**appui intérieur**  $k_{c,90} = \left(2.38 - \frac{l}{250}\right) \left(1 + \frac{h}{6l}\right)$

$l$  est la longueur d'appui (longueur en contact en mm)