

# 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  | : | DT1 à DT4           |
| - Dossier ressource  | : | Documents DR1 à DR3 |

**Temps conseillé :**

Lecture du sujet	:	10 minutes
Partie n°1	:	70
Partie n°2	:	70
Partie n°3	:	30

**Barème proposé :**

Partie n°1	:	8 points
Partie n°2	:	8 points
Partie n°3	:	4 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

**SALLE COMMUNALE**

Ce dossier comprend :

- |                      |   |                     |
|----------------------|---|---------------------|
| - Texte de l'épreuve | : | Pages 1/5 à 5/5     |
| - Dossier technique  | : | DT1 à DT4           |
| - Dossier ressource  | : | Documents DR1 à DR3 |

**Temps conseillé :**

Lecture du sujet	:	10 minutes
Partie n°1	:	70
Partie n°2	:	70
Partie n°3	:	30

**Barème proposé :**

Partie n°1	:	8 points
Partie n°2	:	8 points
Partie n°3	:	4 points

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

## TEXTE DE L'ÉPREUVE

Le support de l'étude est le dossier partiel d'une salle communale. Cette salle est décrite dans le dossier technique sur les documents DT1 à DT4 et des extraits du CCTP sont donnés dans le document ressource DR3.

Cette structure comprend :

- une toiture à deux pentes
- des portiques courants pour les files 2 à 7 en bois lamellé collé (BLC) reposant sur une maçonnerie (voir document technique DT4).
- un pignon plein maçonné en file 1 de la façade nord (voir document technique DT1).
- un pignon mixte sur la façade sud, de la maçonnerie en partie basse et du bois en partie haute (voir document technique DT3).
- des longs pans mixtes sur les façades est et ouest, de la maçonnerie en partie basse et du bois en partie haute (voir document technique DT1).

L'étude porte sur la charpente et aborde trois thèmes :

- une panne courante en flexion simple,
- le portique des files 2 à 7,
- la poutre de contreventement en toiture des files 6-7 et 2-3.

### ❖ 1 : PANNE EN FLEXION SIMPLE.

#### ➤ Objectifs :

Pour cette étude de la panne en flexion simple il faudra déterminer :

- les chargements,
- les efforts internes,
- la contrainte de flexion et la contrainte de cisaillement,
- les déplacements instantanés, différés et finaux.

Les vérifications demandées à l'EC5 porteront sur la contrainte de flexion et les déplacements.

#### ➤ hypothèses

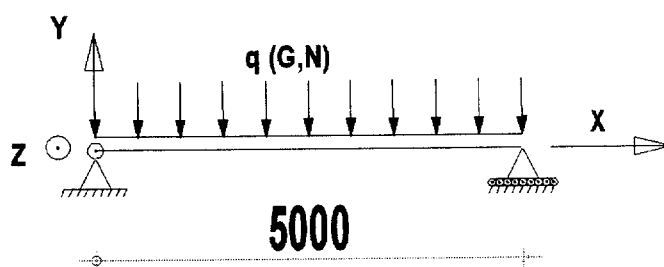
Les pannes sont posées à l'aplomb.

Chargement permanent G :	Tuiles	0,45 kN/m <sup>2</sup>
	Liteaux et contre liteaux	0,03 kN/m <sup>2</sup>
	Panneau de particules de 14 mm	0,08 kN/m <sup>2</sup>
	Chevrons	0,06 kN/m <sup>2</sup>
	Plafond de type acoustished	0,10 kN/m <sup>2</sup>

Chargement neige S : 0,41 kN/m<sup>2</sup> projetée horizontalement

Entraxe des pannes (bande de chargement) 1.85 m

Panne de section 280 x 100 (mm), bois massif, C24, mise en œuvre à 15% d'humidité, classe de service 2.



#### ➤ Travail demandé :

##### ☞ 1.1. Etude des chargements

- 11a Déterminer la valeur de la charge permanente G en kN/m sur la panne (le poids propre de la panne sera pris en compte)
- 11b Déterminer la valeur de la charge de neige S en kN/m sur la panne
- 11c Déterminer la valeur de la charge pour la combinaison  $q = 1.35 G + 1.5 S$

### ☞ 1.2. Etude des sollicitations et des contraintes :

**Nota :** si vous n'avez pas de réponse à la partie 1.1, prendre  $q = 3 \text{ kN/m}$ .

- 12a Déterminer la valeur des actions aux liaisons (appuis).
- 12b Donner la position et déterminer l'effort tranchant maximum ( $V_{y_{\max}}$  ou  $T_{y_{\max}}$ ).
- 12c Donner la position et la valeur du moment fléchissant maximum ( $M_{fz_{\max}}$ ).
- 12c Déterminer la contrainte normale (due à  $M_{fz_{\max}}$ ).
- 12d Déterminer la contrainte de cisaillement longitudinal (due à  $V_{y_{\max}}$  ou  $T_{y_{\max}}$ ).

### ☞ 13. Vérification de la panne aux contraintes normales :

**Nota 1:** si vous n'avez pas de réponse à la question 12c, prendre la contrainte normale maximale  $7.5 \text{ Mpa}$ .

**Nota 2 :** Il n'y a pas d'effet de système,  $k_{is} = 1$  et le coefficient d'instabilité au déversement  $k_{crit}$  a été calculé et vaut  $0.96$ .

- Vérifier la panne à la contrainte de flexion aux états limites ultimes (ELU) de l'EC5 (Eurocode du bois 5), voir document ressource DR2.

### ☞ 1.4. Vérification de la panne aux déformations aux états limites de service (ELS) de l'EC5: (voir document ressource DR2).

**Nota :** si vous n'avez pas de réponse à la partie 11, prendre  $G = 1,4 \text{ kN/m}$  et  $S = 0,8 \text{ kN/m}$ .

- 14a Déterminer la valeur de la déformation instantanée ( $u_{inst}$ ).
- 14b Déterminer la valeur de la déformation finale ( $u_{net,fin}$ ).
- 14c Vérifier que les valeurs de la déformation instantanée et la déformation finale respectent la norme.

## ❖ 2 : ETUDE D'UN PORTIQUE COURANT :

### ➤ Objectifs :

Dans cette deuxième partie, on vous propose l'étude du comportement mécanique du portique. Dans un premier temps, pour un des cas de charges « charges permanentes et neige » il s'agira de déterminer des efforts caractéristiques dans la jambe de force AF et dans l'arbalétrier DC, puis dans un deuxième temps vous interpréterez un listage informatique pour un autre cas de charge « charges permanentes et vent ».

### ➤ Hypothèses : (voir la figure suivante)

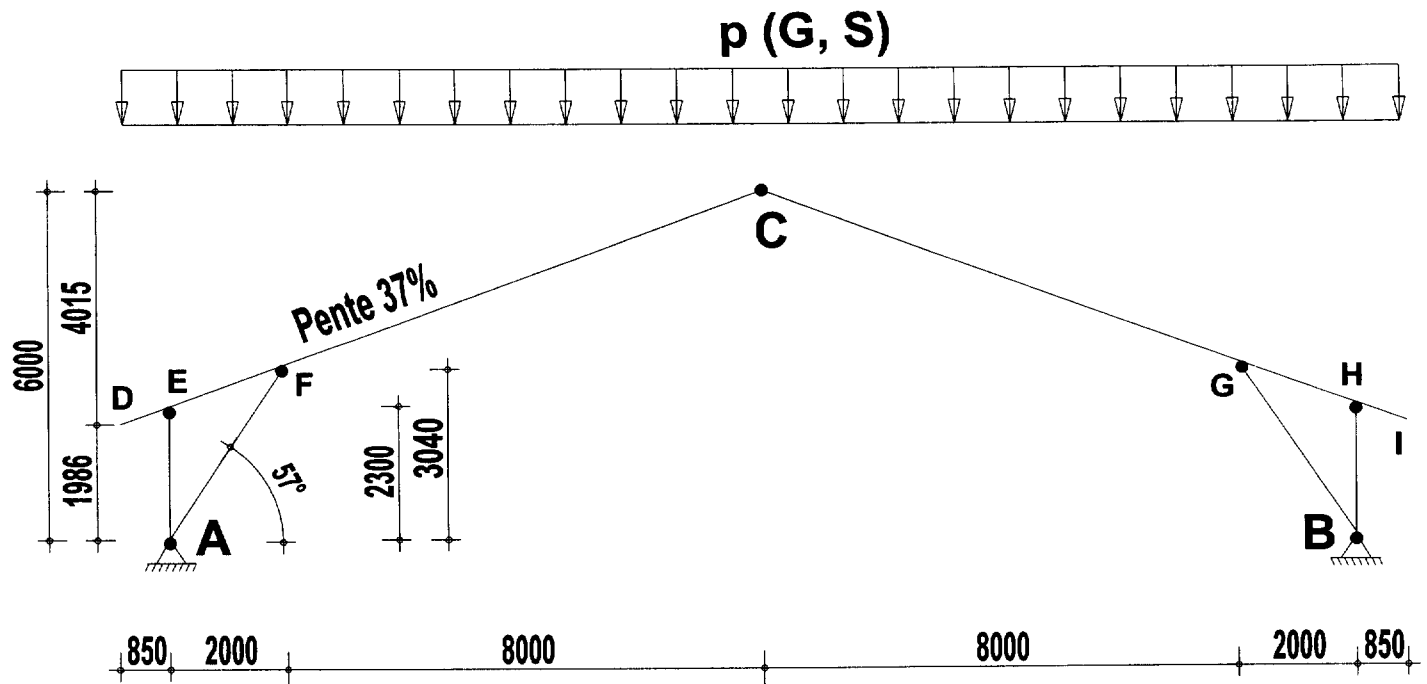
On envisage d'étudier un portique constitué de :

- Arbalétrier de section  $500\text{mm} \times 115 \text{ mm}$  en GL28h.
- Poteau de section 2 fois  $300\text{mm} \times 85\text{mm}$  en GL28h.
- Jambe de force de section 2 fois  $400\text{mm} \times 85\text{mm}$  en GL28h.

et avec la modélisation ci-dessous :

- Liaison pivot pour l'assemblage du sol avec la structure en A et B.
- Liaison pivot pour l'assemblage entre les arbalétriers en C.
- Liaison pivot pour l'assemblage d'un poteau sur un arbalétrier en E et H, pour l'assemblage de la jambe de force avec un arbalétrier en F et G, et pour l'assemblage d'une jambe de force sur un poteau en A et B.

Le chargement **1.35 G + 1.5 S** a été calculé, sa valeur **p** est de **8,5 kN/m en projection horizontale**.



(le système est isostatique, symétrique en forme et en chargement, les cotes sont en mm)

### ➤ Travail demandé :

#### ☞ 2.1. Analyse de la structure (sous le cas de charge 1.35 G + 1.5 S),

- 21a Déterminer le support (direction) de l'action de la jambe de force AF sur l'arbalétrier.
- 21b Déterminer le support (direction) de l'action du poteau AE sur l'arbalétrier.
- 21c Expliquer pourquoi l'action de contact en C de l'arbalétrier CGHI sur l'arbalétrier DEFC est horizontale pour ce type de chargement.
- 21d Déterminer les actions de contact sur l'arbalétrier DEFC, aux liaisons F, E et C.
- 21e Déterminer l'effort normal, l'effort tranchant et le moment fléchissant dans l'arbalétrier au point F.
- 21f Déterminer la contrainte due à l'effort normal dans l'arbalétrier (au point F)  $\sigma_{c,0,d}$  et la contrainte due au moment fléchissant dans l'arbalétrier (au point F)  $\sigma_{m,0,d}$ .

#### ☞ 2.2. Analyse de la structure (sous le cas de charge 1 G + 1.5 W),

A partir du listage informatique du document ressource DR3 qui donne les sollicitations dans le portique sous la combinaison 1 G + 1.5 W, déterminer :

- 22a La position et la valeur de l'effort tranchant maximum pour l'arbalétrier.
- 22b La valeur de la contrainte maximum due à l'effort tranchant pour l'arbalétrier.
- 22c Les actions aux appuis en A (les valeurs seront données dans un repère global au portique).
- 22d L'effort maximum à reprendre par l'assemblage « jambe de force – arbalétrier ».
- 22e L'effort maximum à reprendre par l'assemblage « poteau – arbalétrier ».

❖ **3 : CONTREVENTEMENT DE TOITURE.**➤ **Objectif :**

On se propose d'étudier les actions aux appuis de cette poutre au vent, les efforts internes dans les membrures et les actions dans les barres K.

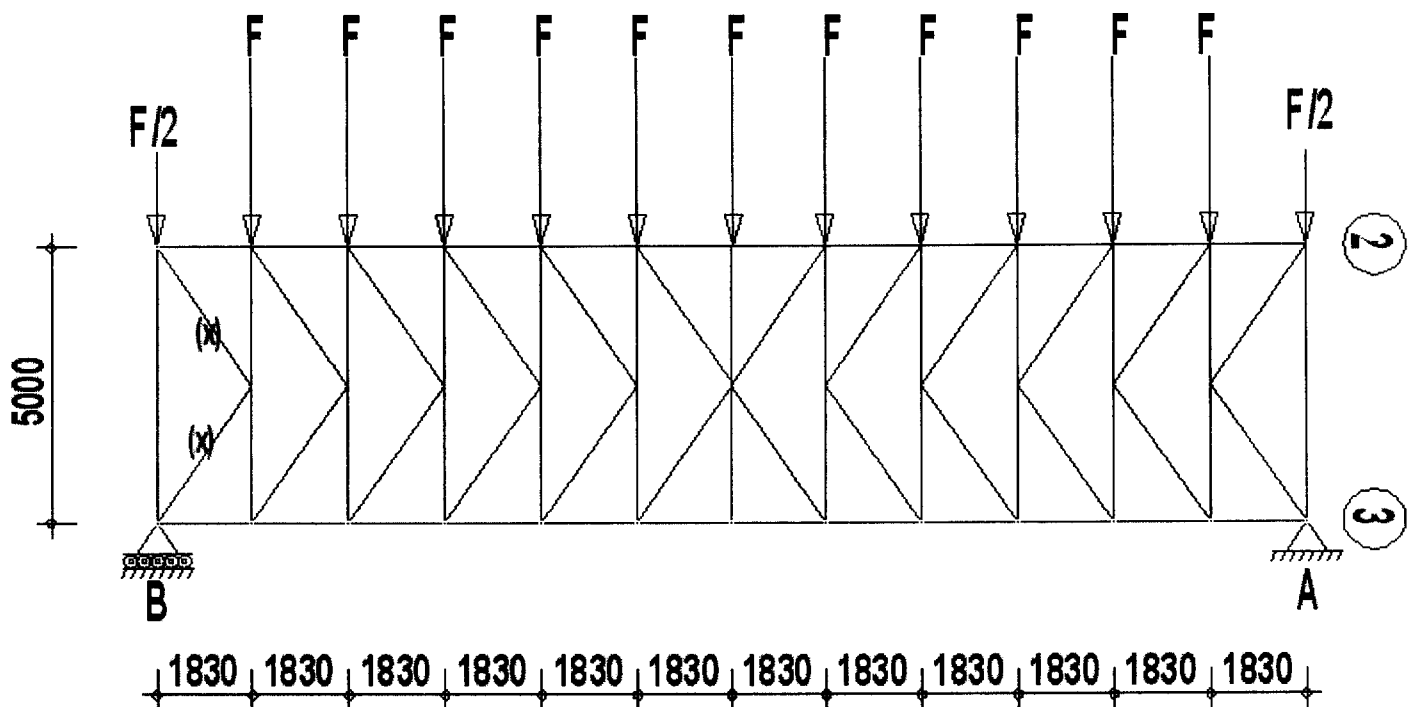
➤ **Hypothèses :**

Ce bâtiment est stabilisé par deux poutres au vent en toiture situées entre les files 2-3 et les files 6-7. La reprise des efforts de la poutre au vent est assurée par les ensembles menuisés situés sur les longs pans.

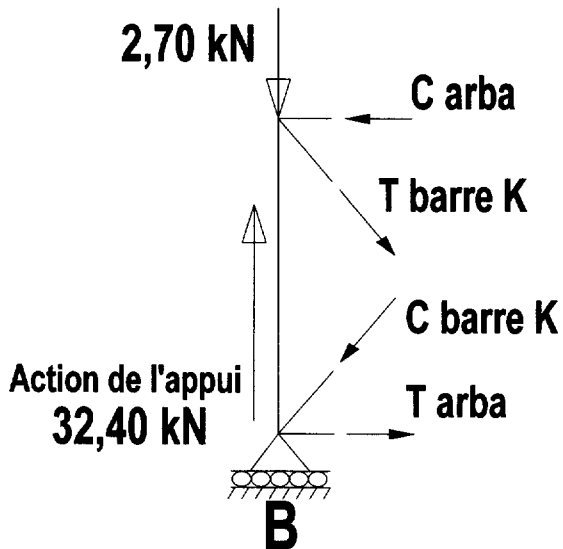
L'étude portera exclusivement sur les poutres au vent en toiture. Elles sont composées de deux membrures constituées par les arbalétriers des portiques, des pannes et des barres situés entre les pannes que nous nommerons « barres K ».

➤ **Travail demandé :**

- ☞ 3.1. Déterminer à partir de la modélisation de la poutre au vent proposée ci-dessus, les actions aux appuis en A et en B. ( $F$  vaut  $5,40 \text{ kN}$ )



L'analyse du fonctionnement de la poutre au vent a montré que l'effort normal maximum dans les barres K est situé au niveau du repère (x) du schéma ci-dessus.



L'analyse du fonctionnement a permis de déterminer que (voir schéma ci-contre) :

- Les arbalétriers sont soumis l'un à un effort de compression et l'autre à un effort de traction, de plus l'effort de traction est égal à l'effort de compression.
- Les barres K sont soumises l'une à un effort de traction et l'autre à un effort de compression, de plus l'effort de traction est égal à l'effort de compression.

- Déterminer les efforts normaux dans les barres K.

☞ 3.3. Selon la modélisation proposée ci-dessus, la poutre au vent définie précédemment. se comporte comme une poutre sur deux appuis.

- 33a Déduire de l'étude précédente la nature de l'effort interne du au vent seulement dans les arbalétriers de la file 2 et dans ceux des arbalétriers de la file 3.
- 33b Donner la valeur numérique de cet effort interne en faisant les hypothèses qui conviennent.

# ETUDE D'UNE CONSTRUCTION

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

**SALLE COMMUNALE**

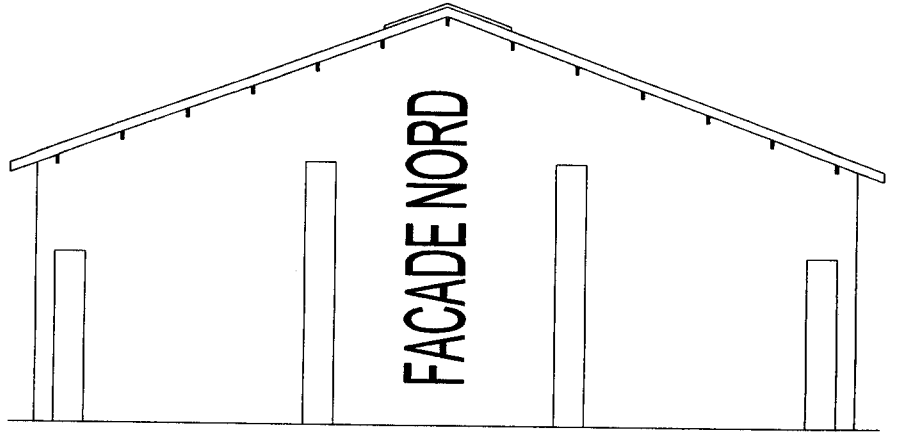
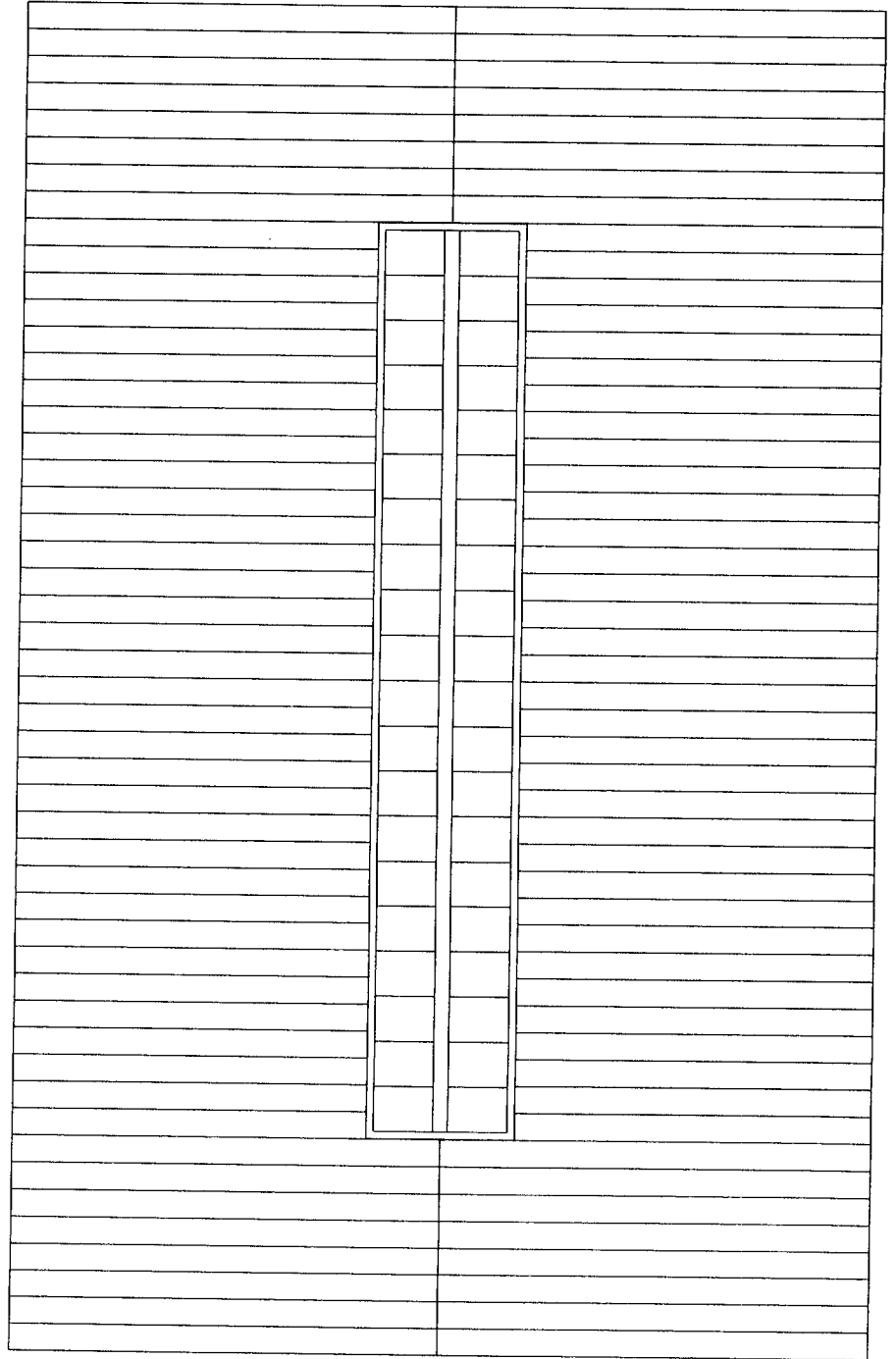
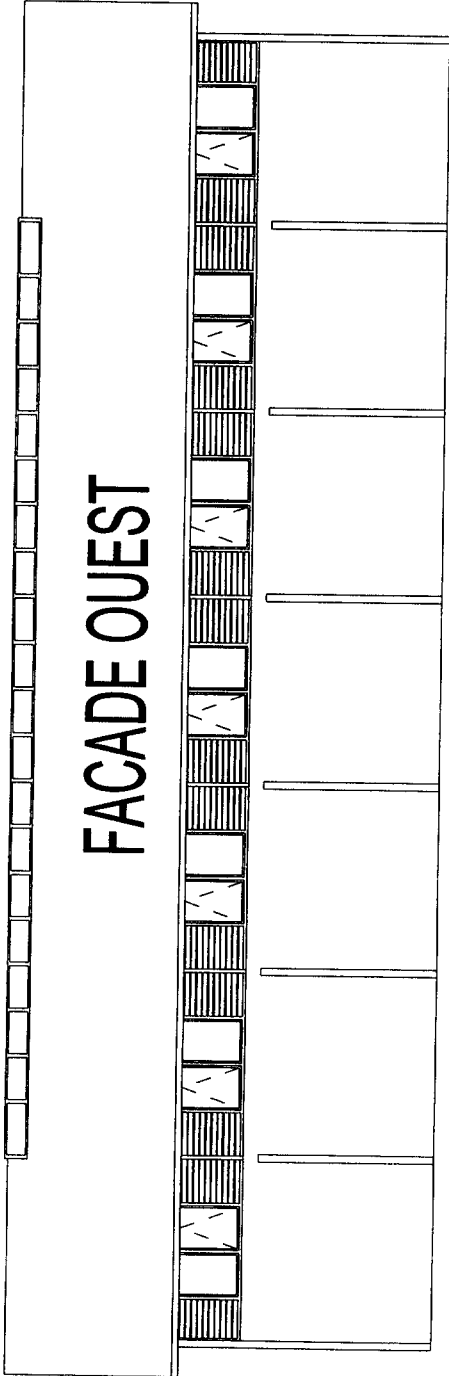
## DOSSIER TECHNIQUE

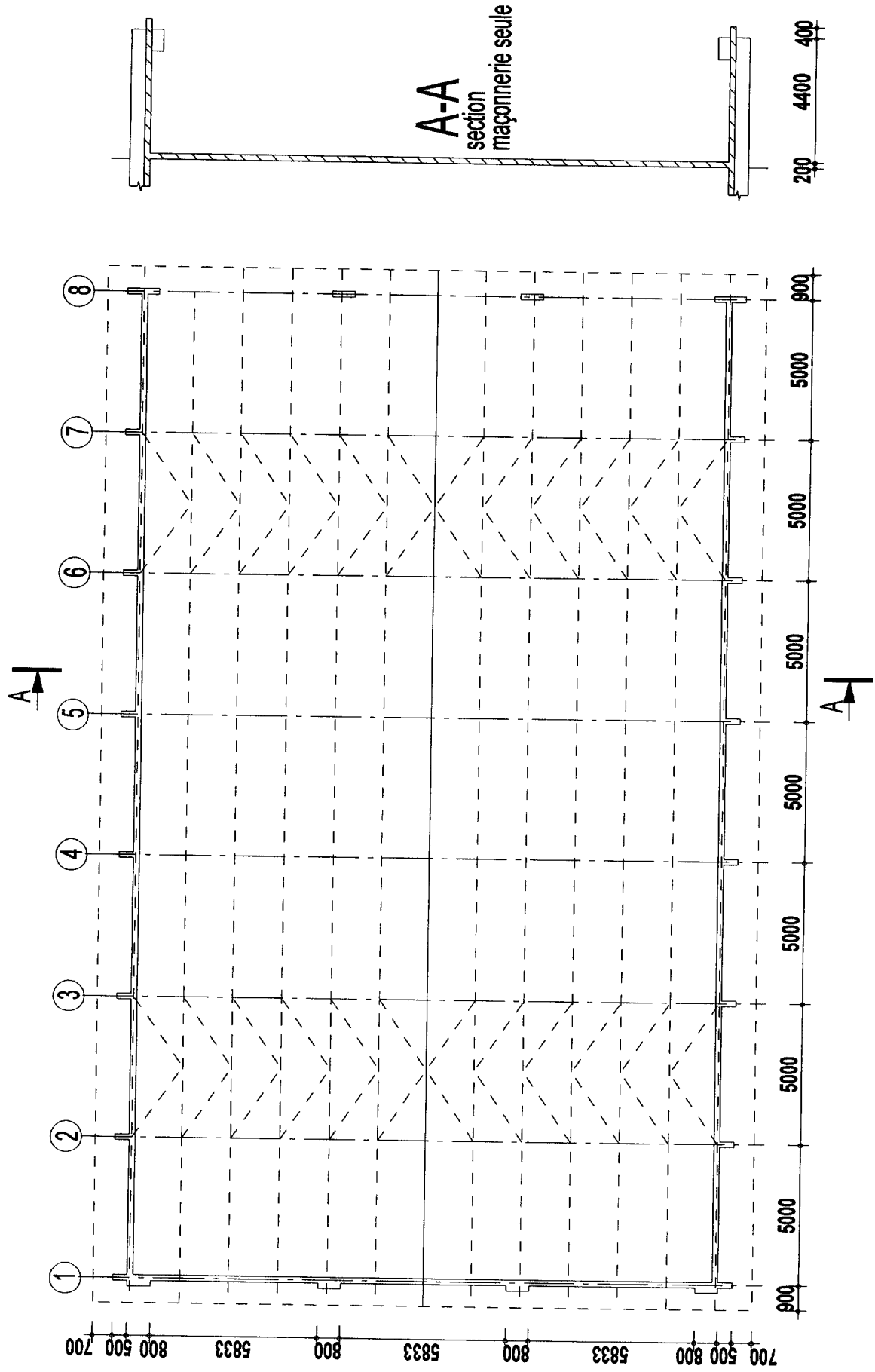
- Document technique DT1 : Vue en plan de la toiture, façades Ouest et Nord.
- Document technique DT2 : Vue en plan et coupe de la structure béton.
- Document technique DT3 : Façade Sud et élévation de la structure béton.
- Document technique DT4 : Coupe sur portique courant.



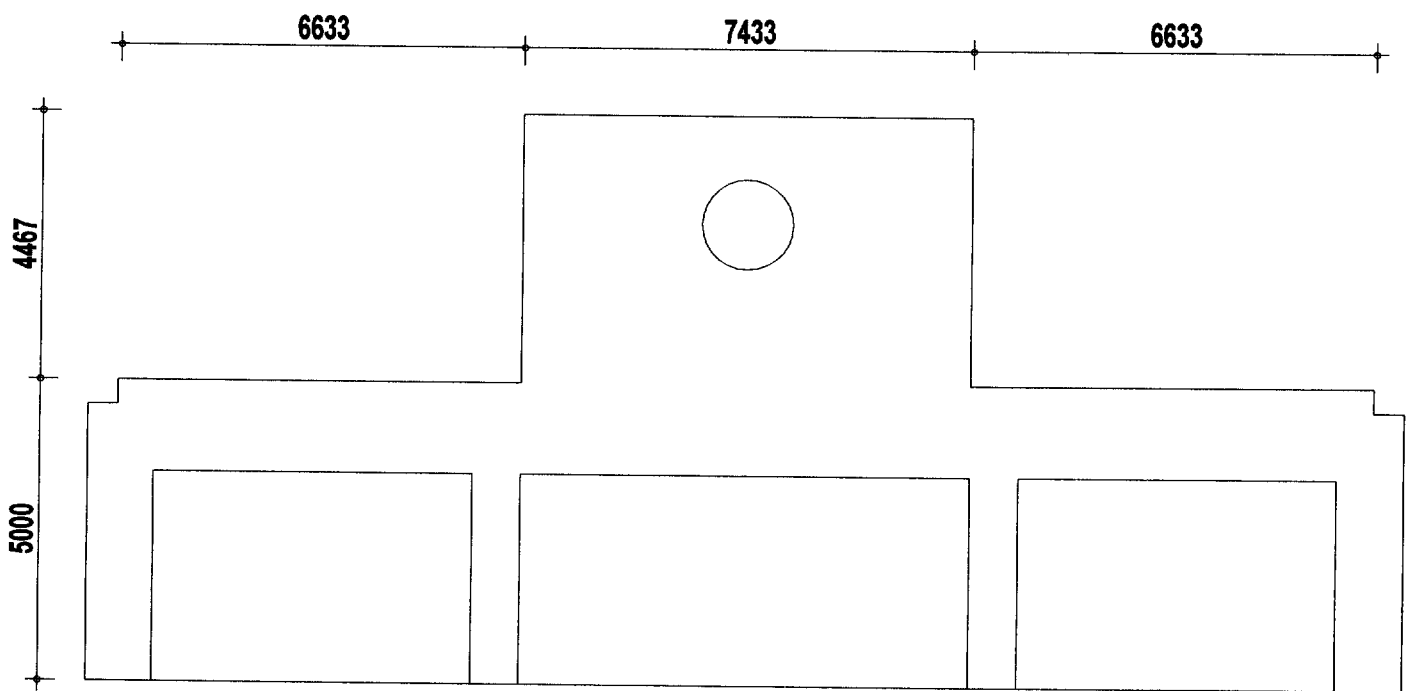
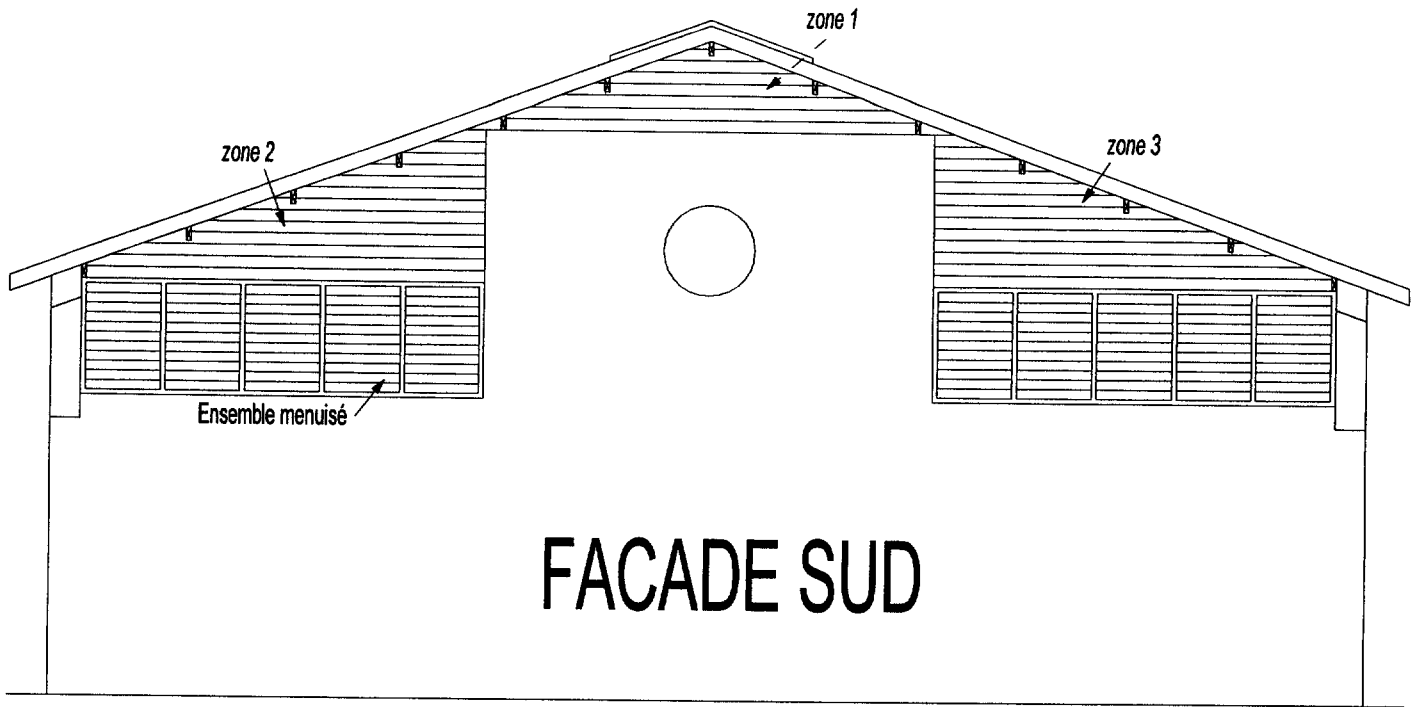
DT 1

éch 1/200





# DT 2 éch 1/200



**ELEVATION STRUCTURE BETON FACADE SUD**

**DT 3**

**éch 1/125**

A-A

*pente 37%*

2140

400

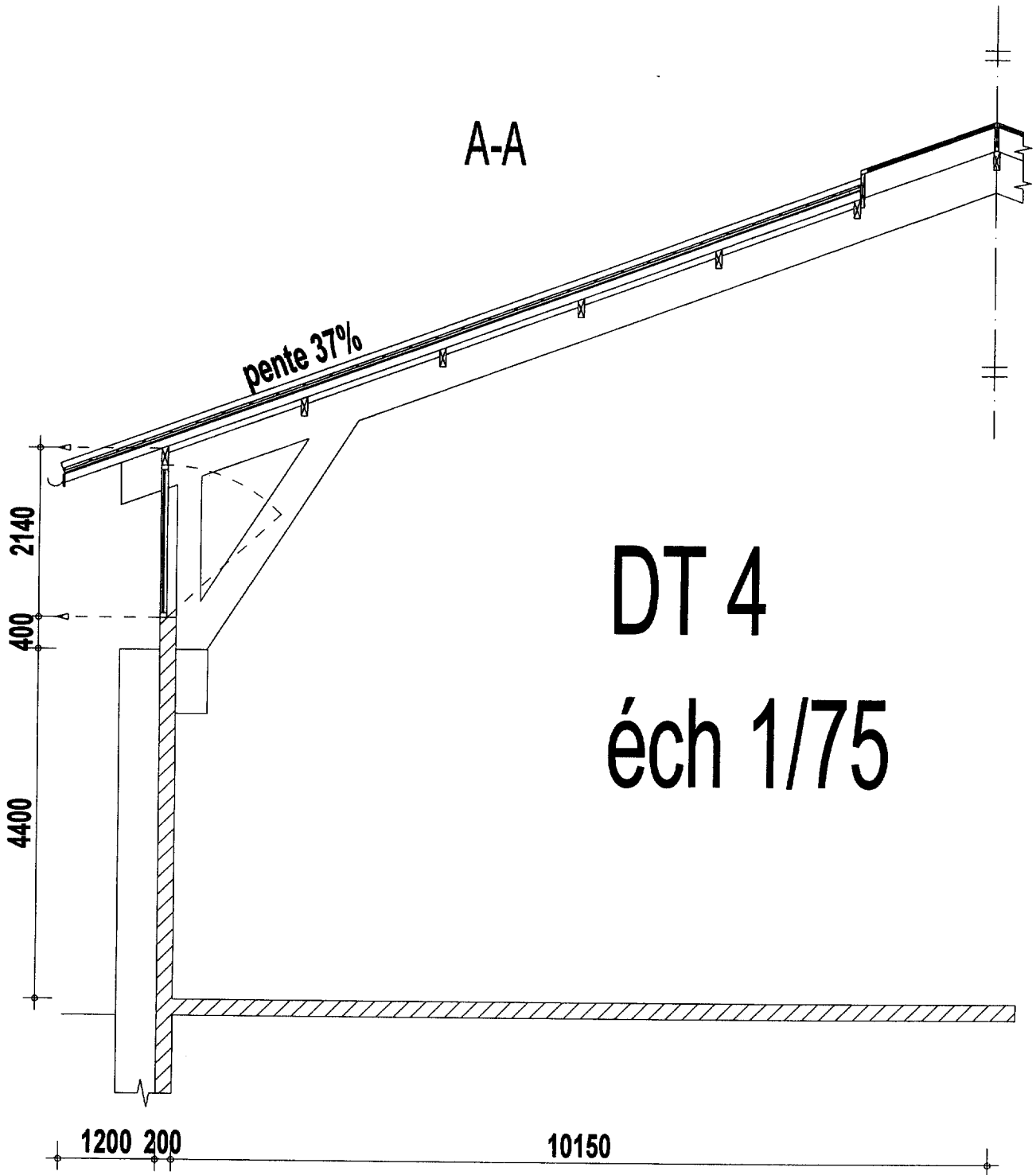
4400

1200 200

10150

DT 4

éch 1/75



# ETUDE D'UNE CONSTRUCTION

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

**SALLE COMMUNALE**

## DOSSIER RESSOURCE

➤ **Document Ressource DR1 :**

- Valeurs caractéristiques du bois massif (résineux)
- Vérification de la contrainte de flexion
- Coefficient de hauteur  $K_h$
- Classes de service

➤ **Document Ressource DR2 :**

- Classes de durée de charge
- Coefficient  $k_{mod}$
- Coefficients partiels normaux propriétés des matériaux
- Vérification de la déformation due à la flexion
- Coefficient  $k_{def}$
- Valeurs limites pour les flèches verticales

➤ **Document Ressource DR3 :**

- Extraits des sollicitations sous G+1.5W
- Extraits du CCTP

**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	23	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	$f_{v,k}$		1.7	1.8	2	2.4	2.5	2.8	3	3.4	3.8
<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 moyenne	$\rho_{moy}$		350	370	380	410	420	450	460	480	500

**Vérification de la contrainte de flexion**

$$\sigma_{m,d} \leq \frac{k_{mod} \cdot f_{m,k}}{\gamma_M} \cdot k_h \cdot k_{is} \cdot k_{crit}$$

- $k_{mod}$  = coefficient modificatif  
 $f_{m,k}$  = résistance caractéristique en flexion  
 $\gamma_M$  = coefficient partiel normal du matériau  
 $k_h$  = Coefficient de hauteur  
 $k_{is}$  = Coefficient d'effet de système  
 $k_{crit}$  = Coefficient d'instabilité (déversement)

**Coefficient  $k_h$** 

$k_h$  BM si  $h \geq 150$  mm       $k_h = 1$   
 si  $h < 150$  mm       $k_h = \min(1,3 ; (150/h)^{0.2})$

**Classes de service**

<b>Classe 1</b>	<b>Milieu protégé</b> Taux d'humidité de l'air < 65% Taux d'humidité du bois $H\% < 12\%$
<b>Classe 2</b>	<b>Milieu extérieur non exposé</b> Taux d'humidité de l'air < 85% Taux d'humidité du bois $12\% < H\% < 20\%$
<b>Classe 3</b>	<b>Milieu extérieur exposé</b> 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
Court terme	< une semaine	neige et vent
Instantanée		Vent, action accidentelle

**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 plus faible durée.

**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
ETATS LIMITES DE SERVICES		1.0

**Vérification de la déformation due à la flexion**

A l'ELS, On calcule la déformation instantanée pour les charges variables, sous S  
On vérifie la déformation instantanée

A l'ELS, On calcule la déformation net,fin sous  $(1 + k_{def}) G + (1 + k_{def} \psi_2) S$   
On vérifie la déformation net,fin

Rappel, flèche pour une poutre sur deux appuis avec chargement réparti,

$$u = \frac{5pl^4}{384EI}$$

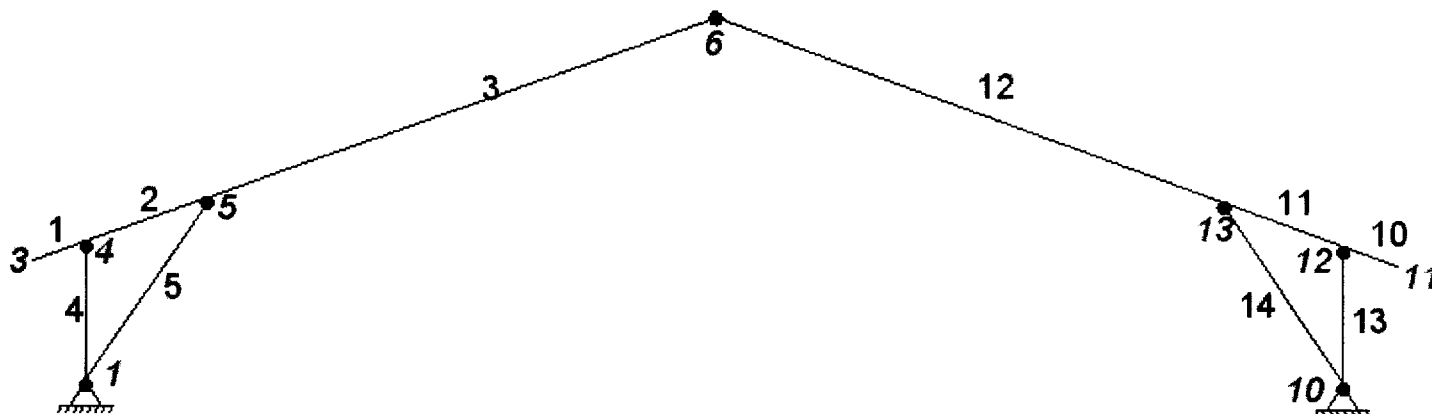
**Valeurs de  $K_{def}$** 

MATERIAU / CLASSE DE DUREE DE CHARGE		Classe de service		
		1	2	3
Bois massif	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00

Nota : Dans notre cas  $\psi_2 = 0$  (altitude < 1000 m)

## Valeurs limites pour les déplacements verticaux et horizontaux

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}$	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	$W_{fin}$
Chevrons	-	L/ 150	L/ 150	-	L/ 150	L/ 150
Éléments structuraux	L/ 300	L/ 250	L/ 125	L/ 200	L/ 150	L/ 100

Extraits sollicitations sous G + 1.5 W

SOLLICITATIONS SOUS G + 1.5 W											
Elt.	Orig.	Extr.	N Orig.	N Extr.	N Max	Vz Orig.	Vz Extr.	Vz Max	My Orig.	My Extr.	My Max
			daN	daN	daN	daN	daN	daN	daNm	daNm	daNm
1	3	4	0	159.1	159.1	0	59.0	59.0	-0	26.8	26.8
2	4	5	684.5	1059.3	1059.3	1479.0	1617.6	1617.6	26.8	3328.5	3328.5
3	5	6	-2045.0	-545.9	-2045.0	-667.3	-113.1	-667.3	3328.5	-0	3328.5
4	1	4	1514.1	1514.1	1514.1	0	0	0	0	0	0
5	1	5	-3854.5	-3854.5	-3854.5	0	0	0	0	0	0
10	11	12	0	159.1	159.1	0	140.6	140.6	-0	63.7	63.7
11	12	13	360.2	735.0	735.0	684.0	1014.5	1014.5	63.7	1874.8	1874.8
12	13	6	-1839.9	-340.8	-1839.9	-880.8	441.2	-880.8	1874.8	-0	1874.8
13	10	12	579.5	579.5	579.5	-0	-0	-0	-0	-0	-0
14	10	13	-3197.2	-3197.2	-3197.2	0	0	0	0	0	0

Les efforts sont exprimés dans ce tableau en daN ou daN.m

Description technique de la construction (extraits du CCTP)**Charpente**

- 1- chevrons en bois massif, C18, de section 100 x 75
- 2- pannes en bois massif C24, de section 280 x 100
- 3- pièces de contreventement en bois massif C24 de section 150 x 100
- 4- portique en bois lamellé collé, GL28h, selon plan d'architecte, constitués d'arbalétriers, poteaux, jambes de force, tirants y compris ferrures nécessaires. (sur files 2 à 7)
- 5- charpente assemblée support de pannes, potelets sous les pannes pour support des clins de pignon (file 8) en zone 1,2 et 3.
- 6- charpente par ferme traditionnelle (arbalétrier, poinçon, contrefiche, entrait) sur file 8 en zone 1.
- 7- pannes directement sur arase pignon (file 1)