

**Épreuve technico-économique**

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

DUREE : 4 heures, coefficient : 4

**LOGEMENTS MILLAS**

- Sujet : pages 1/7 à 7/7

LIVRET TECHNIQUE :

- LT 1 : Façades Nord et Sud
- LT 2 : Façade Est + Coupes
- LT 3 : Plans RDC et étage
- LT 4 : Coupes CC et plan de charpente
- LT 5 : Ouvrages en béton – Solivage R+1
- LT 6 : Descriptif
- LT 7 : Annexe Neige
- LT 8 : Annexe sabot Simpson
- LT 9 : Aspects réglementaires
- LT 10: Annexe Thermique

LIVRET REPONSE :

- LR 1 : Accumulation de neige
- LR 2 : Stabilité
- LR 3 : Isolation thermique par l'extérieur

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

**AUCUN DOCUMENT AUTORISE**

**Épreuve technico-économique**

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

DUREE : 4 heures, coefficient : 4

**LOGEMENTS MILLAS**

**LIVRET TECHNIQUE :**

- LT 1 : Façades Nord et Sud
- LT 2 : Façade Est + Coupes
- LT 3 : Plans RDC et étage
- LT 4 : Coupes CC et plan de charpente
- LT 5 : Ouvrages en béton – Solivage R+1
- LT 6 : Descriptif
- LT 7 : Annexe Neige
- LT 8 : Annexe sabot Simpson
- LT 9 : Aspects réglementaires
- LT 10: Annexe Thermique

**Épreuve technico-économique**

Unité U42

Analyse, dimensionnement et choix de composants

DUREE : 4 heures, coefficient : 4

**LOGEMENTS MILLAS**

**LIVRET REPONSE :**

- LR 1 : Accumulation de neige
- LR 2 : Stabilité
- LR 3 : Isolation thermique par l'extérieur

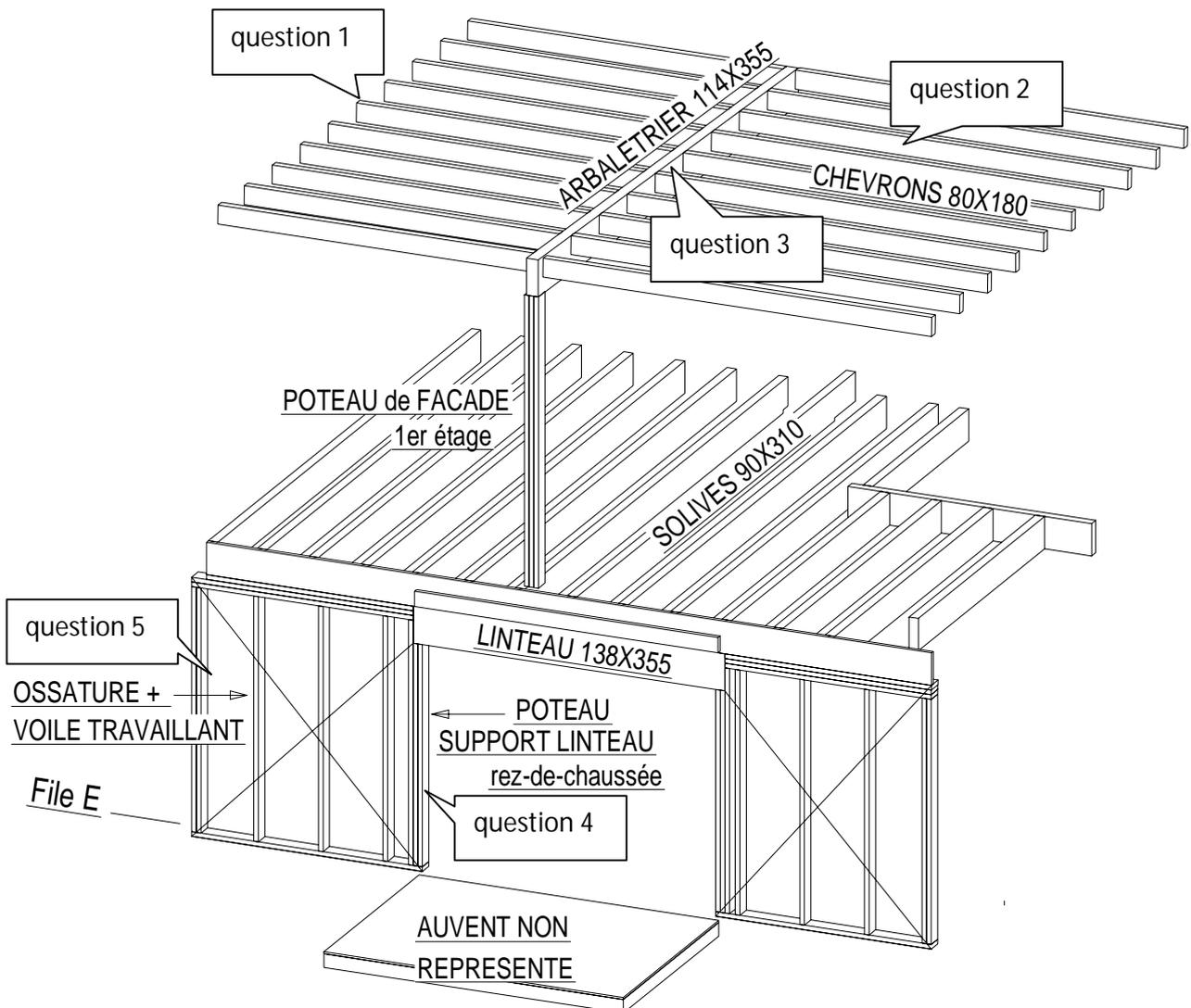
## PRESENTATION

La construction d'un collège dans les Pyrénées Orientales comprend 2 logements de fonction.

La structure de ces logements se compose d'un plancher bas et de refends en béton armé. Le plancher haut du rez-de-chaussée ainsi que le plancher haut du R+1 est en structure bois. L'ensemble des murs porteurs est en ossature bois.

Compte tenu de la symétrie du plan de construction, l'étude portera sur le logement Ouest exclusivement (entre les files 1 et 3).

### - Présentation de l'ordre du questionnement - (pour les 5 premières questions)



## - Questionnement -

### 1- Chargements sur la toiture:

Objectif : L'assemblage des chevrons (C24 ; 80x180) s'effectue par des sabots métalliques fixés d'un côté sur l'arbalétrier central (GL24 ; 114x355) et de l'autre côté sur des muralières (C24 ; 45x220).

Après recherche des chargements, vous devez valider le choix d'un sabot en précisant sa référence et la nature du clouage sur les éléments porteurs.

Documents utiles à la question 1 : livret technique : LT4 + LT6 + LT7 + LT8 + LT9  
livret réponse : LR1

rq : la neige accidentelle ne sera pas traitée

#### 1.1-Charges permanentes :

- 1.1.1- à partir du descriptif du plancher haut du R+1, déterminer la charge du complexe de couverture et plafond par m<sup>2</sup> (sauf chevrons).
- 1.1.2- déterminer le poids linéique du chevron.
- 1.1.3- en déduire la charge permanente par mètre de chevron.

#### 1.2-Neige :

*Hypothèses* : la hauteur d'acrotère est de 450mm. La construction est en région D et à une altitude inférieure à 200m.

- 1.2.1- déterminer la charge de neige sur la toiture.
- 1.2.2- au vu de la pente de la couverture, indiquer par une surface hachurée sur le plan partiel de toiture (sans calcul), la zone dans laquelle se situe le chevron à étudier vis-à-vis du risque d'accumulation.
- 1.2.3- déterminer la valeur du coefficient de forme  $\mu_2$  de cette accumulation
- 1.2.4- en négligeant l'effet de l'accumulation contre l'acrotère, calculer la charge de neige par mètre de chevron.
- 1.2.5- hachurer sur la vue partielle en perspective du bâtiment (Livret réponse 1/2) les autres zones de la couverture qui sont plus exposées que la zone R+1 au risque d'accumulation ? Préciser le type d'accumulation (ou le coefficient  $\mu$ ) qui serait à étudier.

#### 1.3- Sabot à aile extérieure (SAE) :

*Hypothèse* : Le modèle mécanique du chevron dans cette situation correspond à une poutre sur deux appuis uniformément chargée.

*Donnée* : Pour ce calcul, on prendra  $g = 0,56 \text{ kN/m}$  et  $s = 0,58 \text{ kN/m}$

- 1.3.1- à partir des charges ci-dessus, calculer l'action pondérée ELU appliquée sur un sabot pour le chevron le plus long.
- 1.3.2- compte tenu de la section des chevrons et de la combinaison d'action, rechercher la résistance caractéristique du sabot permettant la transmission de l'action de liaison, puis déterminer sa résistance de calcul (ou design)  $R_d$ .  
Conclure en indiquant la référence du sabot. Préciser si le clouage retenu est total ou partiel.

## 2- Optimisation des chevrons en C24

Objectif : Les chevrons (80x180) de la toiture sont en 2 longueurs (3800 et 3050mm). Il y a 40 chevrons de 3050mm de long sur les 2 logements. Vous êtes chargé d'étudier une solution de réduction de section des chevrons.

documents utiles à la question 2 : livret technique : LT4 + LT6 + LT9

*Données* : Pour le calcul de la flèche  $W_2$ , la valeur pondérée ELS est  $q = 1,1 \text{ kN/m}$ .

La valeur de la flèche pour ce cas de chargement est  $f = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$

2.1- Pour quelle raison est-il plus pertinent de chercher à réduire la largeur de la section ?

2.2- Le critère dimensionnant pour les 2 chevrons est la flèche  $W_{lim2} = L/400$ . La charge répartie à retenir pour ce calcul distingue les éléments des charges permanentes selon leur fragilité.

2.2.1- la section de 80x180 est-elle convenable pour une portée de 3800mm ?

2.2.2- une largeur de section de 45mm pour une portée de 3050mm convient-elle ?

2.2.3- déterminer le volume de bois économisé.

## 3- Arbalétrier

Objectif : L'arbalétrier de classe de résistance GL24, de section 114x355, supporte les chevrons de toiture. Il repose sur deux appuis et est en classe de service 2. Pour valider sa section vous devez rédiger la vérification réglementaire selon la réglementation aux Eurocodes.

*Données* : Pour cette partie on retiendra les valeurs de chargement suivantes :

charges permanentes :  $g = 0,9 \text{ kN/m}^2$

(complexe de couverture + chevrons + arbalétrier)

neige en projection horizontale :  $s = 0,92 \text{ kN/m}^2$  (site normal)

rq : la neige accidentelle ne sera pas traitée

documents utiles à la question 3 : livret technique : LT4 + LT6 + LT9

3.1- modélisation mécanique :

3.1.1- montrer que la largeur de la bande de chargement de l'arbalétrier est proche de 3,5m. Conserver la valeur de 3,5m pour la suite de cette question.

3.1.2- représenter le modèle mécanique de l'arbalétrier : géométrie, section, portée, matériau, appuis, chargement.

3.2- vérification ELU sous l'action des charges permanentes et de la neige

3.2.1- chargement sous la combinaison étudiée : justifier la classe de service 2, montrer que le chargement ELU est proche de 9,1kN/m.

Conserver la valeur de 9,1kN/m pour la suite de cette question. (hyp :  $k_{crit} = 1$ )

3.2.2- rédiger la vérification vis-à-vis des contraintes normales

3.2.3- rédiger la vérification vis-à-vis des contraintes tangentes

### 3.3- vérification ELS sous l'action des charges permanentes et de la neige

3.3.1- ELS instantané : rédiger la vérification vis-à-vis de la déformation instantanée sous charges variables.

3.3.1.1 déterminer le chargement sous la combinaison étudiée

3.3.1.2 calculer la flèche instantanée sous charges variables  $W_{ins(Q)}$

3.3.1.3 calculer la flèche limite instantanée sous charges variables  $W_{lim,ins(Q)}$  et conclure.

3.3.2- ELS net,fin : rédiger la vérification vis-à-vis de la déformation nette finale.

3.2.1 déterminer le chargement sous la combinaison étudiée

3.2.2- calculer la flèche nette finale  $W_{net,fin}$

3.2.3- calculer la flèche limite nette finale  $W_{lim,net,fin}$  et conclure.

### 3.4- utilité d'une contreflèche :

On donne les taux de travail suivant :

Critère	Taux de travail
Contrainte de flexion	84%
Contrainte de Cisaillement	49%
Flèche instantanée sous charge variable	46%
Flèche nette finale	85%

3.4.1- Quel est l'intérêt d'une contreflèche sur un élément tel que cet arbalétrier ?

3.4.2- Serait-elle utile dans ce cas de chargement ? Justifier votre réponse.

## 4- Poteau support du linteau

Objectif : Au rez-de-chaussée, le poteau support de linteau, reprend une grande partie des charges de la construction. Cet élément étant un élément important de la structure, il est nécessaire d'effectuer les vérifications de résistance.

*Hypothèses* : Ce poteau est réalisé à partir de 3 montants en 45x145 jumelés. La densité de clouage permet d'effectuer l'hypothèse suivante : 3 montants cloués se comportent comme une section homogène de 135x145.

L'action pondérée ELU de compression sur le poteau est de 20kN. Les liaisons d'extrémité correspondent à des articulations. Il a une hauteur libre de 2200 mm.

documents utiles à la question 5 : voir perspective de présentation p°1/7  
livret réponse : LR2

### 4.1- analyse du risque de flambement :

Pour chaque direction (autour de l'axe y et autour de l'axe z), préciser le risque de flambement et la longueur de flambement correspondante.

### 4.2- rédiger la vérification réglementaire en compression avec risque de flambement.

## 5- Stabilité :

Les actions horizontales à étudier sont de deux ordres :

- l'action du vent
- l'action sismique

Pour ce bâtiment, compte tenu de la nature et de la disposition des porteurs, les panneaux en rez-de-chaussée de la file E sont les plus sollicités.

Données : L'étude de l'action du vent donne une force horizontale de 1540 daN sous la combinaison aux états limites ultimes ( $G + 1,5.W$ ).

La prise en compte du risque sismique sur la construction s'effectue par la méthode des forces latérales. L'action horizontale à prendre en compte est 1630 daN sous la combinaison accidentelle ( $G + \varphi.\psi_2.Q$ ).

La fixation des panneaux OSB sur l'ossature est réalisée par des agrafes crantées espacées de 150 mm en périphérie du panneau et de 300 mm sur le montant intermédiaire.

La résistance caractéristique au cisaillement d'une agrafe est de 830 N pour l'ensemble des deux tiges.

documents utiles à la question 6 : livret technique : LT9  
livret réponse : LR2

- 5.1- en comparant l'action ultime du vent à l'action accidentelle du séisme, montrer que, pour ce projet, l'action du vent est plus défavorable que l'action sismique
- 5.2- identifier et repérer sur le plan du mur (document LR2) les panneaux qui participent à la reprise de l'action horizontale.
- 5.3- déterminer la résistance caractéristique horizontale de chaque panneau.
- 5.4- analyser les résultats et conclure.

## 6- Refend béton

La conception architecturale a retenu pour la structure une mixité de matériaux bois et béton ( $\lambda_{\text{béton}} = 1,75 \text{ W/m.}^\circ\text{K}$ ). La taille et les chargements sur la structure ne nécessitent pas le choix de refends en béton. A votre avis, existe-t-il d'autres critères en faveur de cette mixité de matériaux ?

Formulez chacune de vos réponses aux 5 affirmations ci-dessous en répondant par OUI ou par NON et en rédigeant une justification.

### Par rapport à l'ossature bois...

- 6.1- Les voiles béton sont avantageux pour l'isolation thermique
- 6.2- Les voiles béton sont avantageux pour l'inertie thermique
- 6.3- Les voiles béton sont avantageux pour la rapidité d'exécution par rapport à l'ossature bois
- 6.4- Les voiles béton sont avantageux pour le confort d'été
- 6.5- Les voiles béton sont avantageux pour l'isolation acoustique par rapport aux bruits aériens

### 7- Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) :

Le CCTP mentionne dans la composition de la paroi extérieure à ossature bois une résistance thermique minimale **pour la paroi** de 5 m<sup>2</sup>.K/W.

documents utiles à la question 8 : livret technique : LT6 + LT10  
livret réponse : LR3

- 7.1- Quel est le coefficient de transmission surfacique  $U_{\text{moyen}}$  correspondant à l'exigence du CCTP ?
- 7.2- Déduire de la valeur précédente la valeur du coefficient de transmission surfacique  $U_{\text{isolant}}$  au travers de l'isolant. Calculer  $R_{\text{isolant}}$ .
- 7.3- Montrer que la résistance thermique  $R_{\text{th1}}$  au travers de l'isolant en l'absence de l'ITE est proche de 4,5 m<sup>2</sup>.K/W
- 7.4- Déterminer l'épaisseur minimale d'isolant permettant de respecter l'exigence. (en l'absence de résultat à la question 7.2- prendre une valeur de  $R_{\text{isolant}} = 5,9$  m<sup>2</sup>.K/W pour la résistance de la paroi avec ITE)
- 7.5- A partir de l'extrait de documentation de PAVATEX, choisir une épaisseur commerciale appropriée.

### 8- Menuiserie :

Les performances minimales requises pour ce marché sont :

- classement minimum des menuiseries: A4 E7 V3A,
- coefficient thermique des menuiseries :  $U_w \leq 1,60$  W/(m<sup>2</sup>.K),
- coefficient thermique des vitrages :  $U_g \leq 1,30$  W/(m<sup>2</sup>.K),
- facteur solaire du verre :  $S_g = 0,55$  (verre de sécurité) et  $S_g = 0.60$  (autres verres)
- transmission lumineuse du verre :  $T_l > 0,78$

Choix d'une menuiserie : vous disposez de 2 références respectant le cahier des charges :

Menuiserie	$U_w$ (W/(m <sup>2</sup> .K))	$U_g$ (W/(m <sup>2</sup> .K))
A	1,55	1,1
B	1,48	1,2

- 8.1- Que représente le coefficient de transmission thermique  $U_g$  ?
- 8.2- Que représente le coefficient de transmission thermique  $U_w$  ?
- 8.3- Indiquer la menuiserie la plus performante en justifiant votre réponse.

Facteur solaire (Sg) : ce coefficient indique la proportion d'énergie incidente transmise à l'intérieur de la pièce.

8.4- Un facteur solaire important est-il souhaitable en hiver ? Pourquoi ?

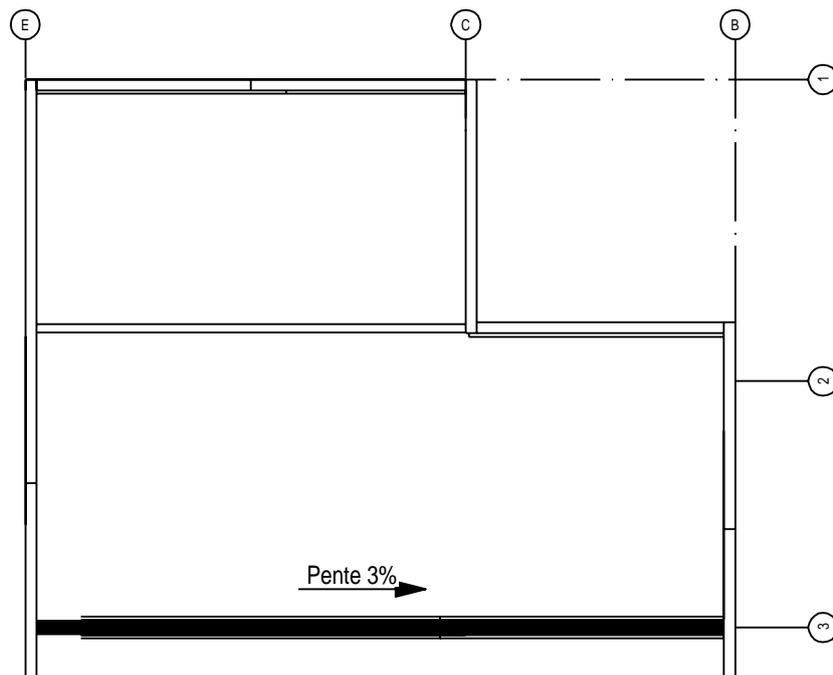
8.5- Un facteur solaire important est-il souhaitable en été ? Pourquoi ?

Facteur de transmission lumineuse (TL) : ce coefficient indique la proportion de rayonnement visible traversant le vitrage.

8.6- Pour quelle raison l'architecte demande-t-il une valeur minimale

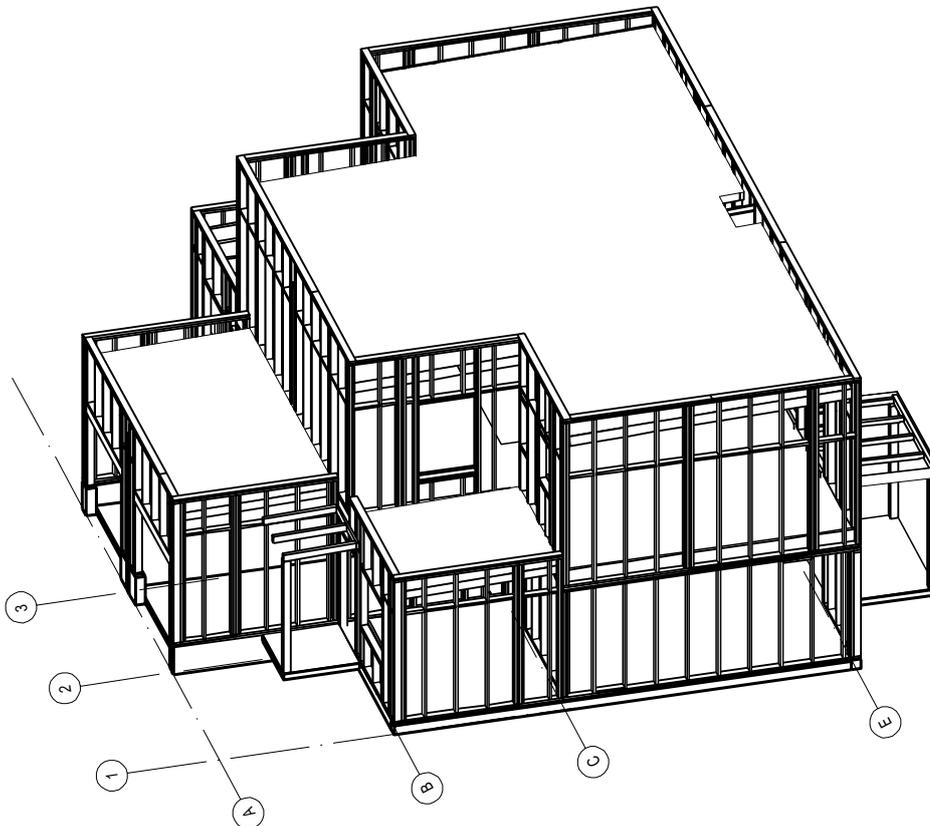
8.7- Sur quel poste énergétique compte-t-il agir par le biais de ce critère ?

## 1.2.2 repérage de la zone d'accumulation maximale:

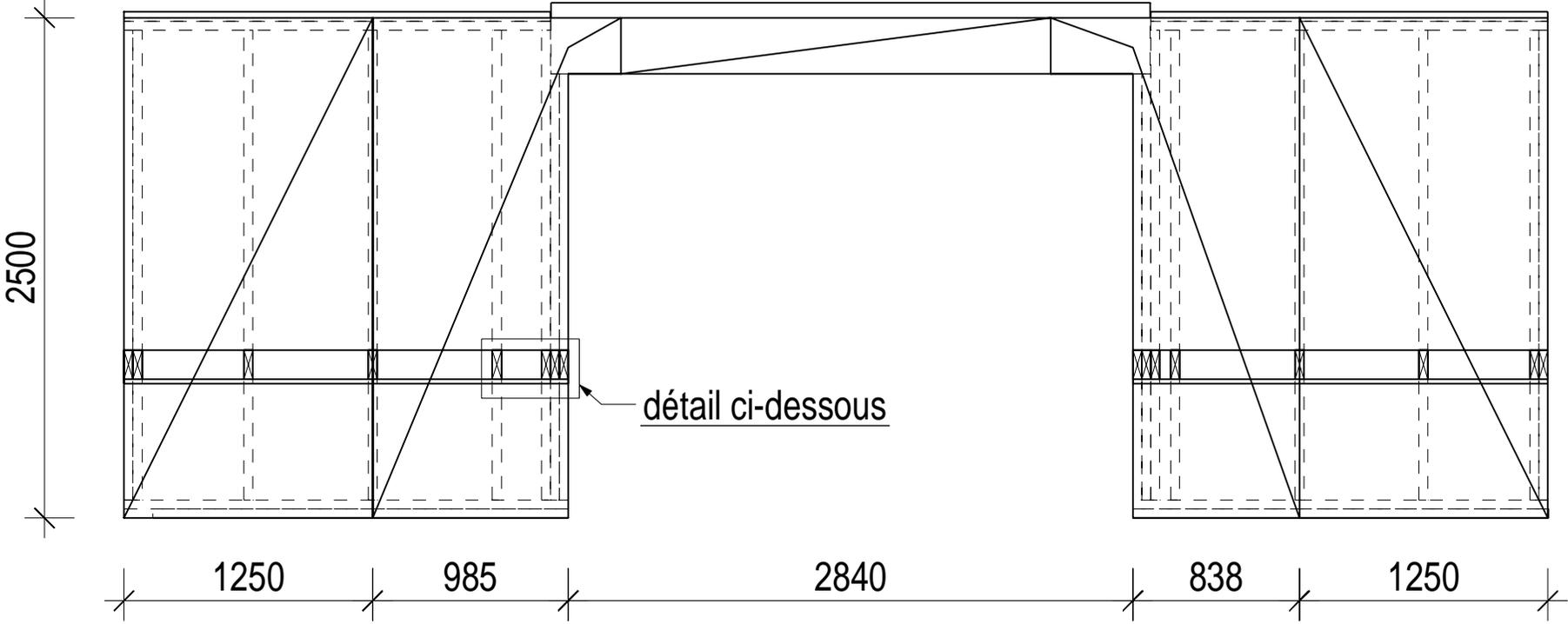


PLAN TOITURE R+1 (partiel) Ech: 1/100

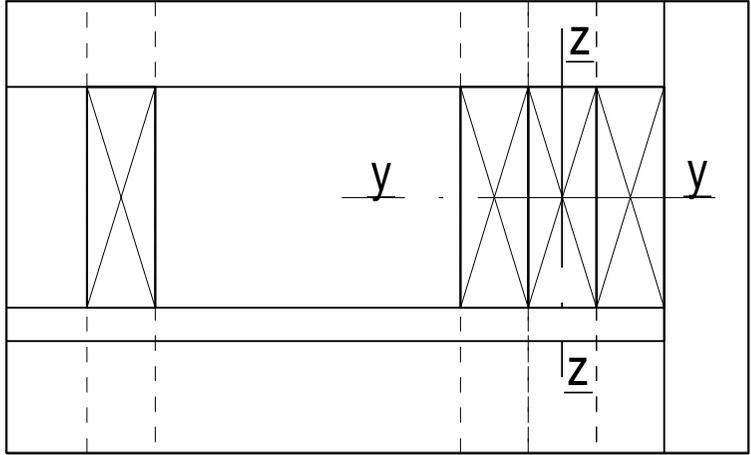
## 1.2.5 repérage des autres zones d'accumulation:



5- Poteau support du linteau et 6.2 Identification des panneaux: éch: 1/33

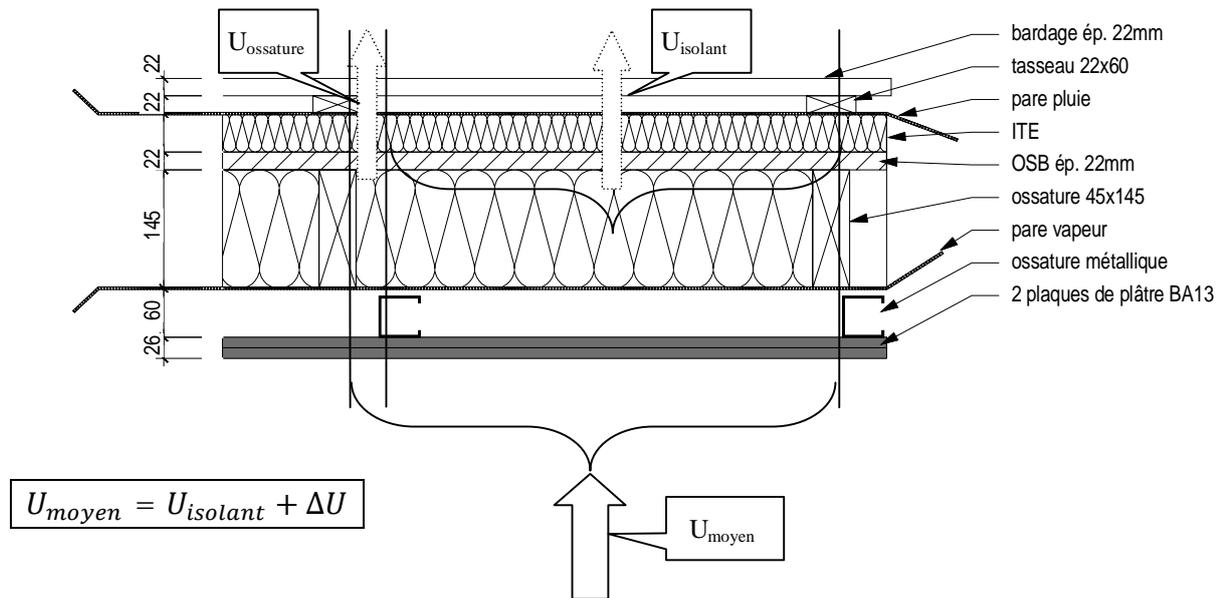


détail: indication du repère local pour le poteau support linteau  
éch: 1/5



## 7.2- Calcul du coefficient $U_{isolant}$ :

Calcul du coefficient  $U_{moyen}$  d'une paroi :



1- valeur de la majoration  $\Delta U$  pour cette paroi :  $\Delta U =$  \_\_\_\_\_

2- donc  $U_{isolant} =$  \_\_\_\_\_ ; donc  $R_{isolant} =$  \_\_\_\_\_

## 7.3- Calcul de la résistance thermique $R_{th1}$ au travers de l'isolant en l'absence de l'ITE

N°	Désignation	épaisseur (m)	conductivité (W/m.K)	résistance ( $m^2.K/W$ )
1	Rsi			
2	2 Plaques BA13			
3	Lame d'air non ventilée			
4	Pare vapeur			
5	Laine minérale			
6				
7				
8				
9				
10				
				$R_{th1} =$

à compléter

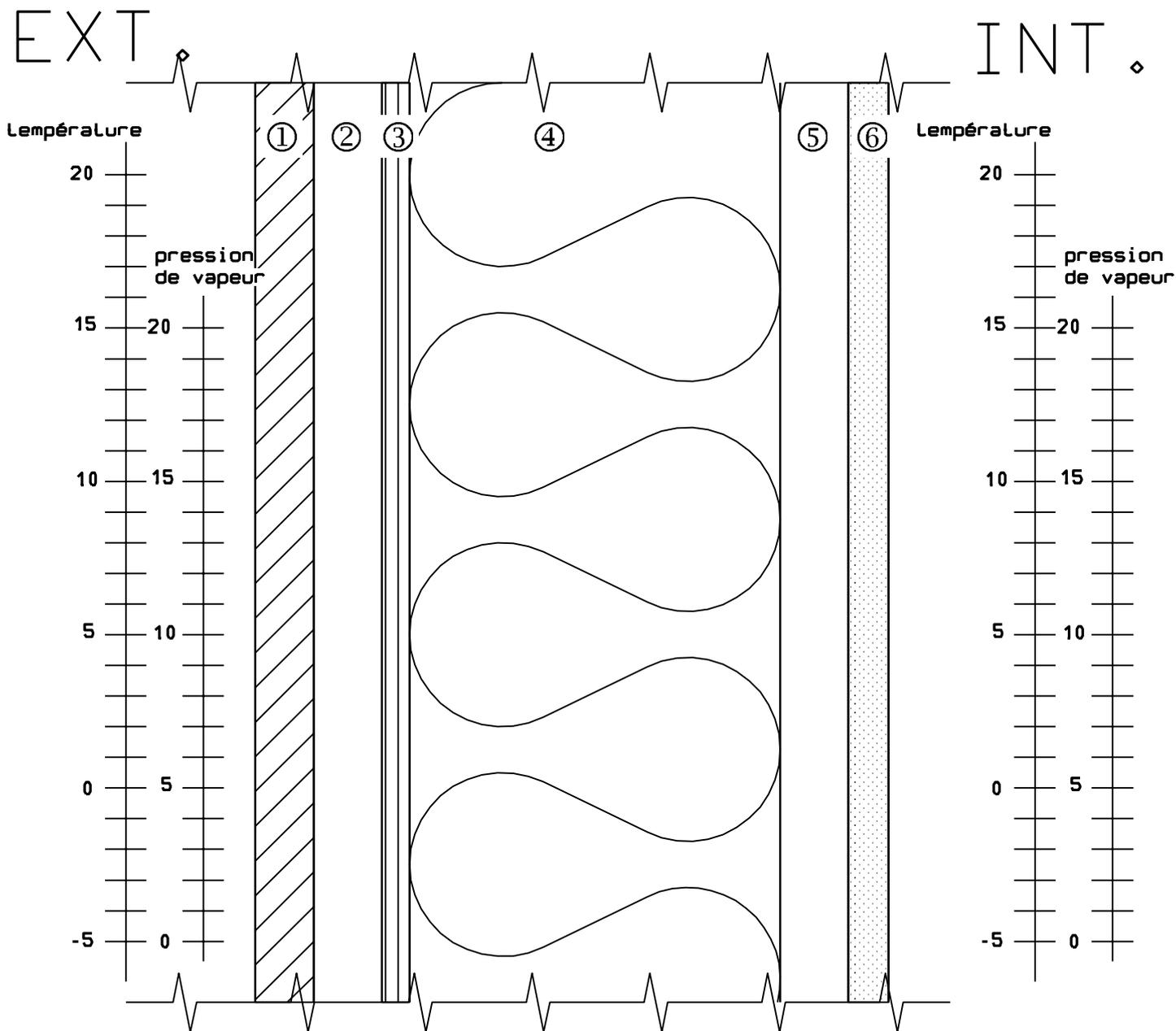
## 7.4- Déterminer l'épaisseur minimale d'isolant :

L'ITE doit apporter un complément d'isolation de  $R =$  \_\_\_\_\_

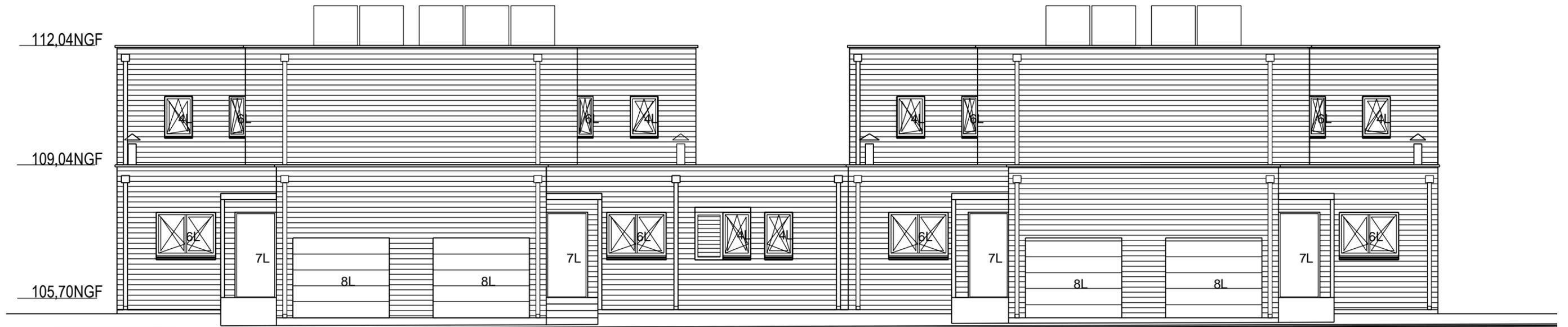
Calcul de l'épaisseur d'isolant correspondante :  $e =$  \_\_\_\_\_

Indiquer une épaisseur commerciale appropriée :  $e =$  \_\_\_\_\_

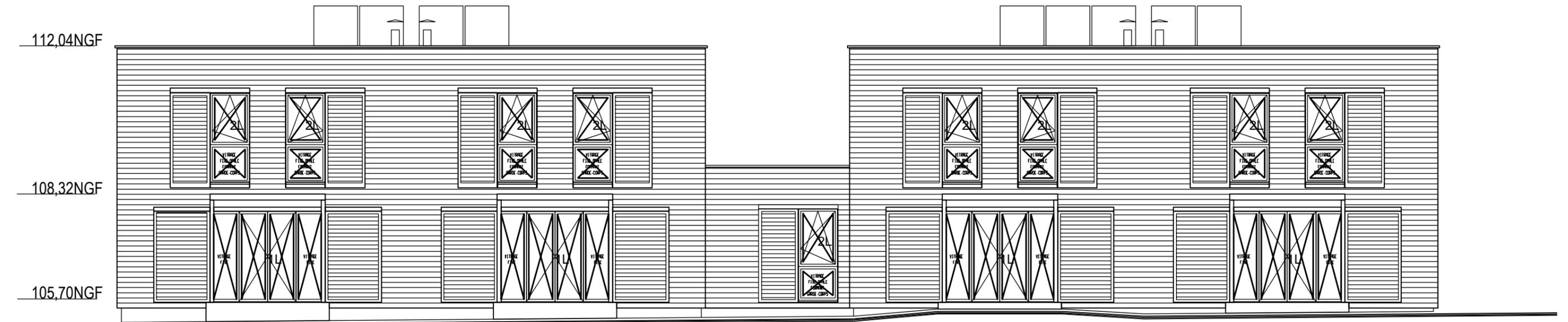
# Evolution des températures et des pressions.



- ① bardage
- ② lame d'air ventilée
- ③ OSB voile travaillant
- ④ isolant laine minérale
- ⑤ lame d'air non ventilée
- ⑥ plaque de plâtre

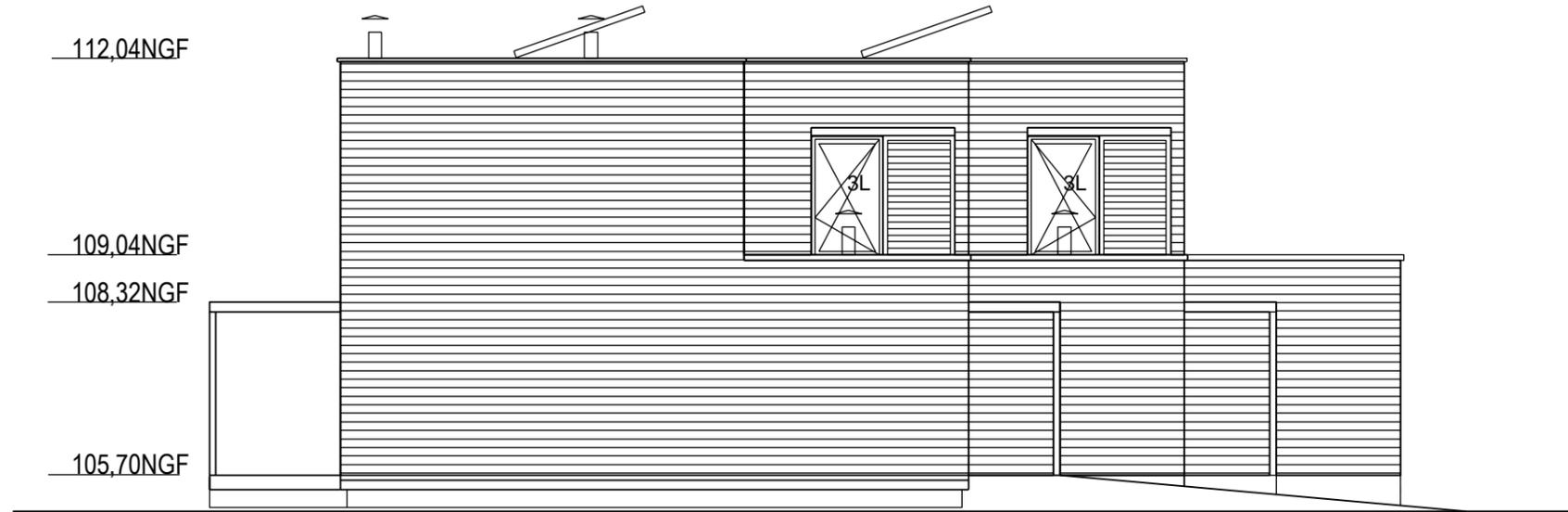


FACADE NORD



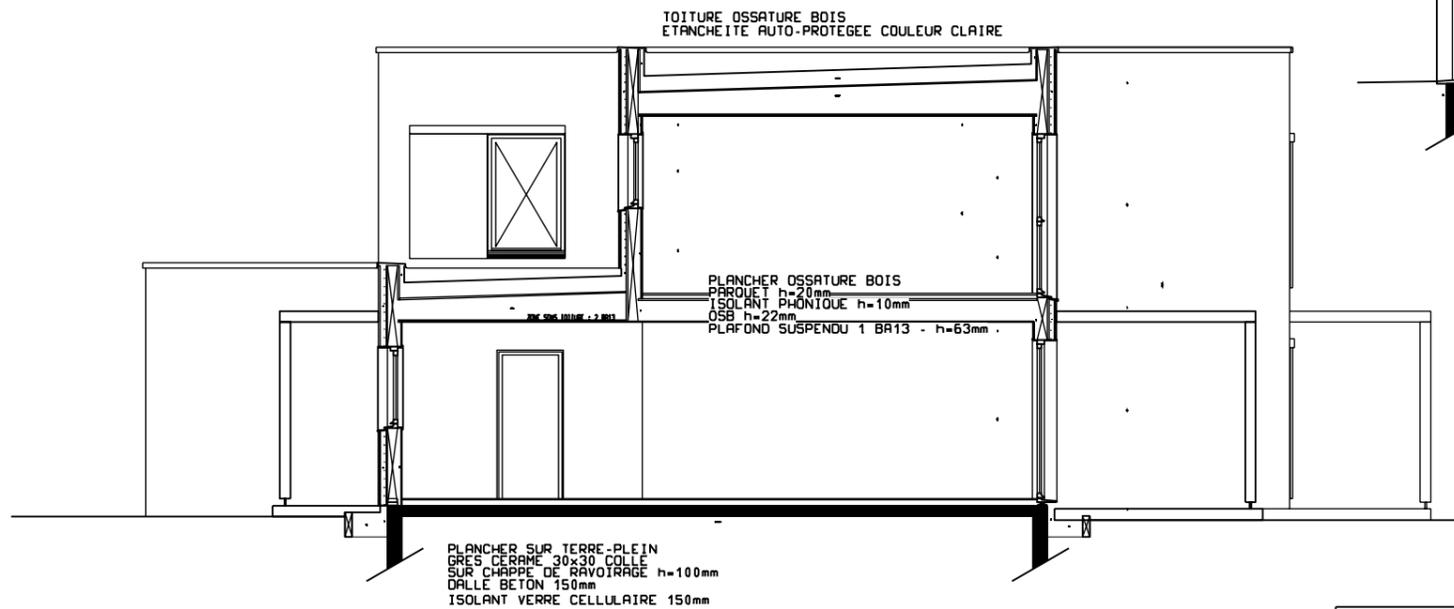
FACADE SUD

Logements MILLAS  <b>Façades Nord et Sud</b>	BTS SCBH	
	Sous-épreuve U-4.2	
	éch: 1/100	LT 1

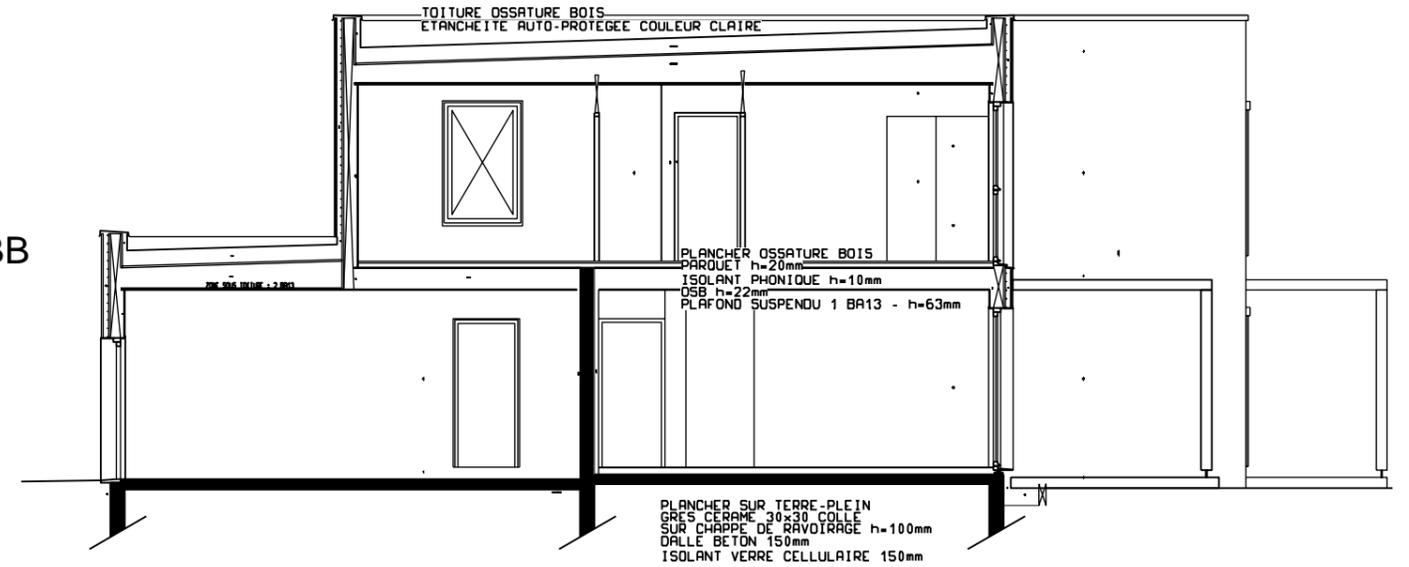


FACADE EST

COUPE AA



COUPE BB

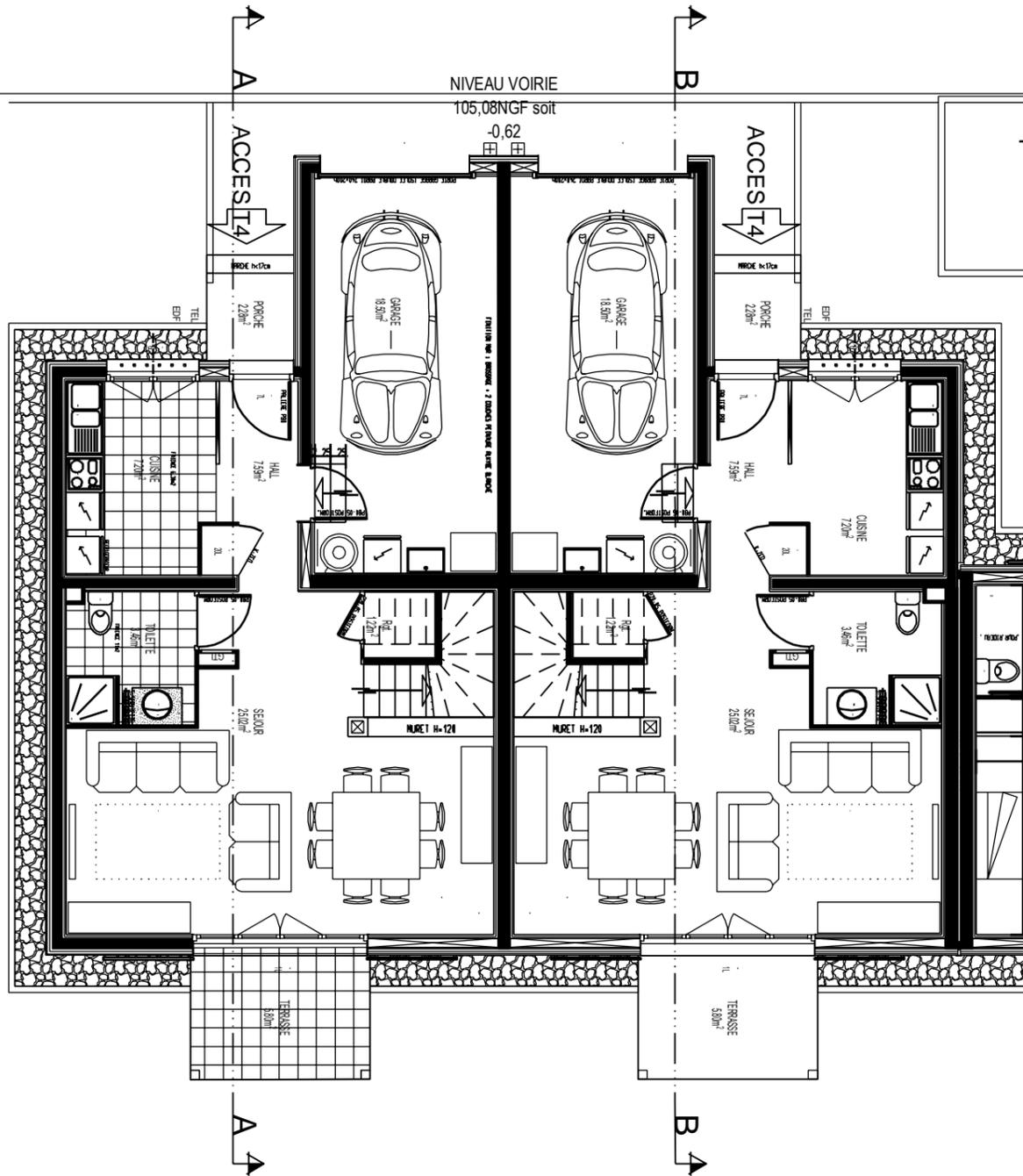


Logements MILLAS	BTS SCBH	
	Sous-épreuve U-4.2	
	éch: 1/100	LT 2

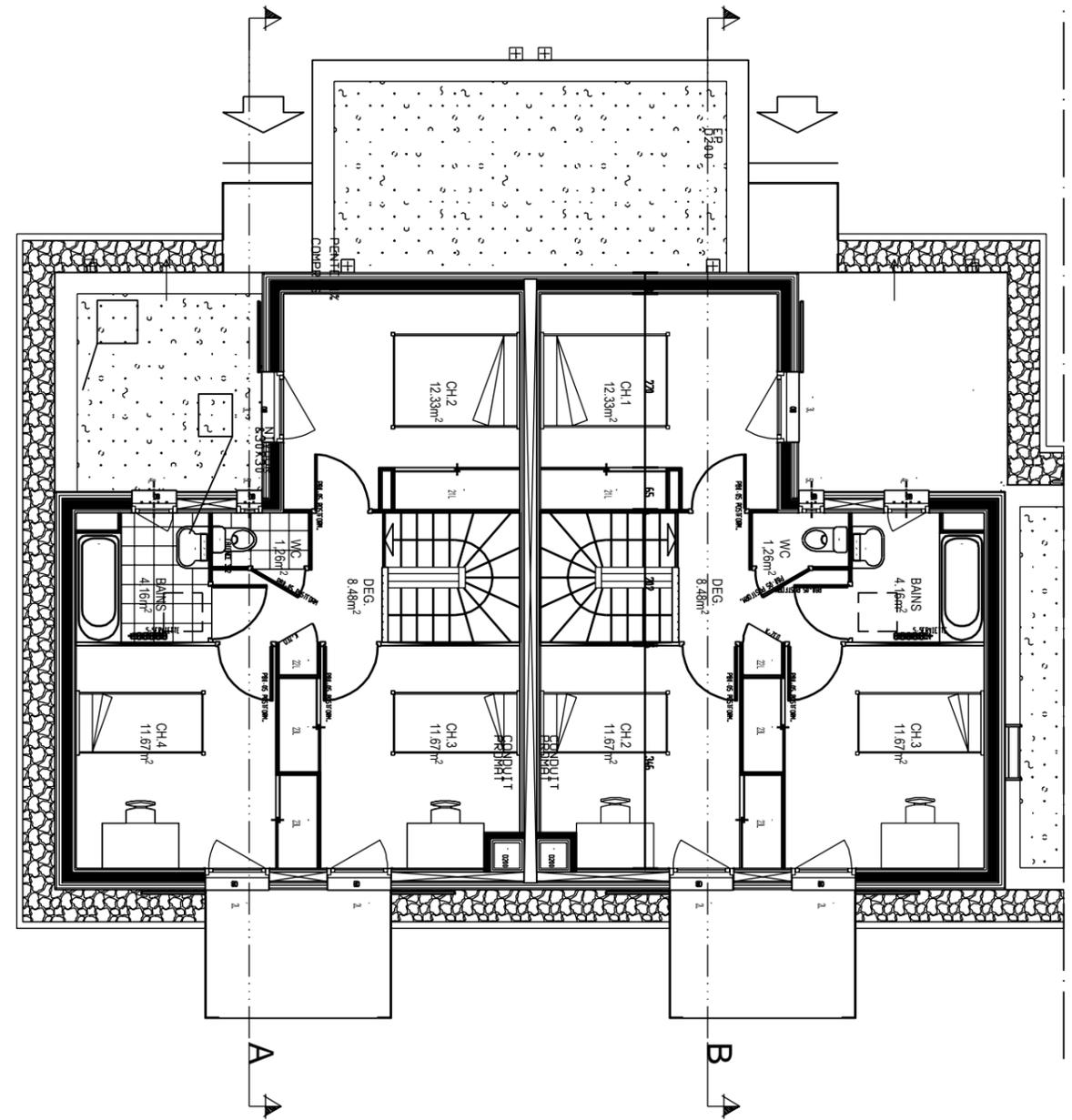
Façade Est - Coupes

# LOGEMENT OUEST

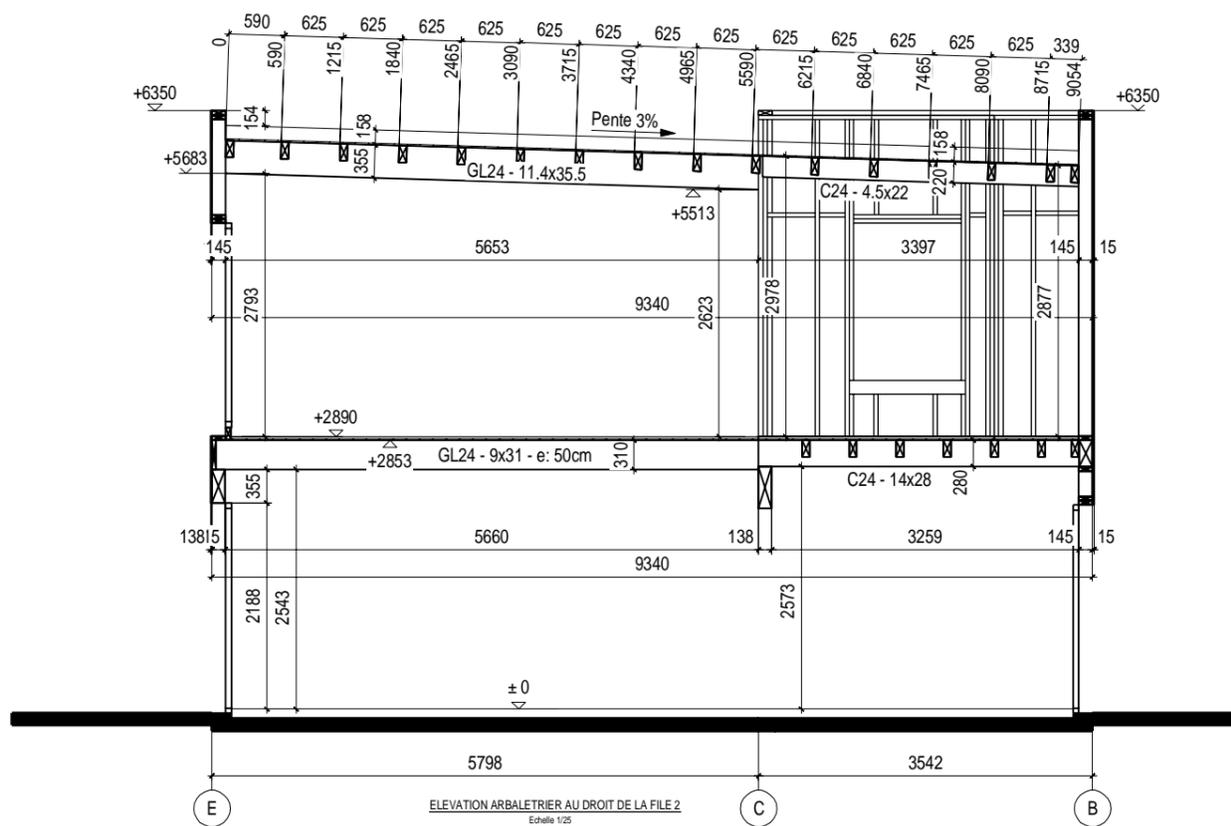
## REZ DE CHAUSSEE



## 1er ETAGE

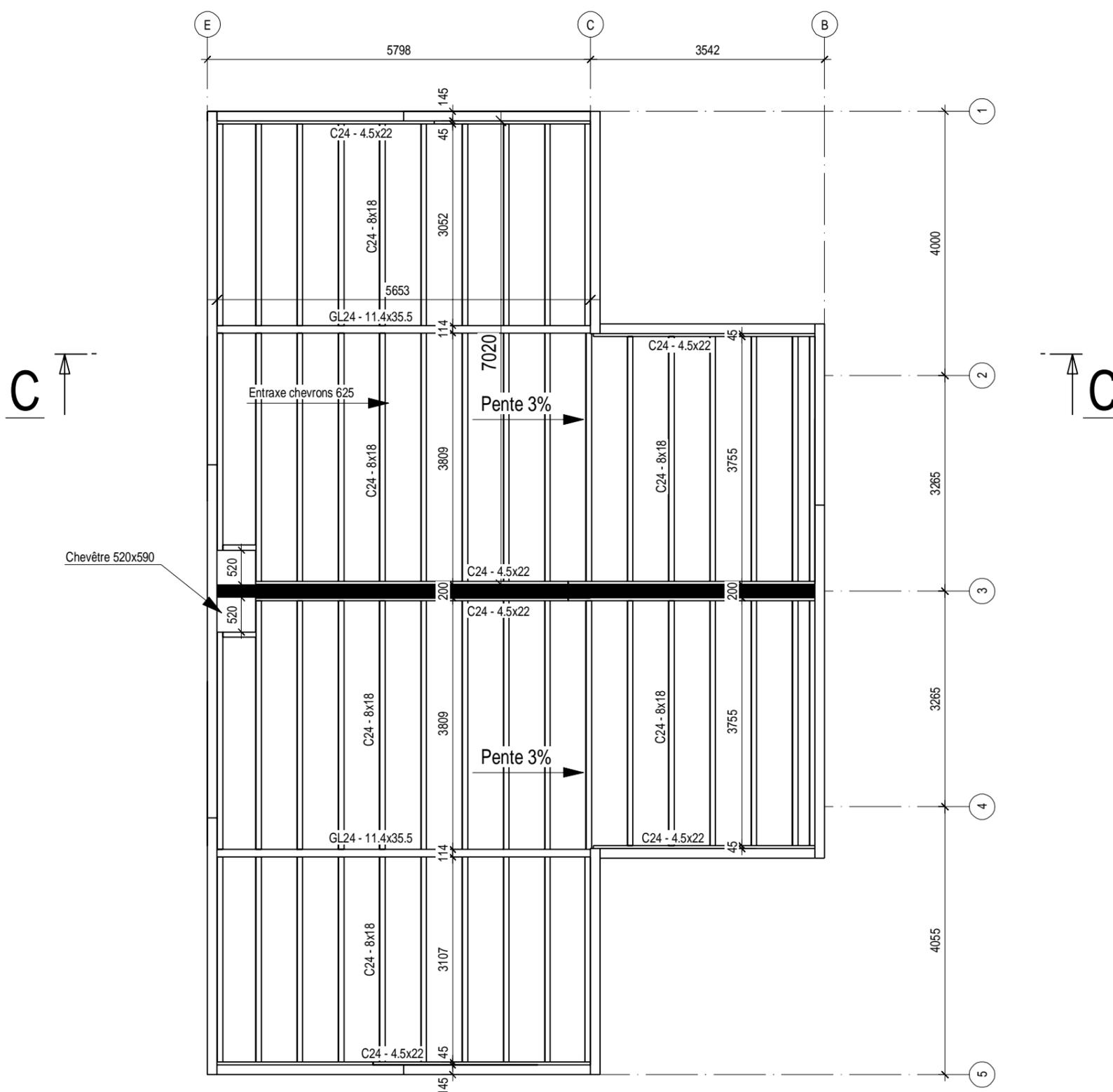


Logements MILLAS	BTS SCBH	
Plans RDC et Etage	Sous-épreuve U-4.2	
	éch: 1/100	LT 3



COUPE CC  
Echelle 1/50

PLAN CHARPENTE R+1  
Echelle 1/50



Logements MILLAS		BTS SCBH	
<h1>Coupe CC</h1> <h2>Plan de Charpente</h2>		Sous-épreuve U-4.2	
		éch: 1/75	LT 4



## DESCRIPTIF DES PAROIS

### Plancher ossature bois

#### 1- Plancher Haut RdC

Fourniture et mise en œuvre de plancher en bois.

Caractéristiques : Plancher intérieur recevant du parquet.

1- Parquet + isolant phonique,

*(poids surfacique : 12 daN/m<sup>2</sup>)*

2- OSB classe 3 de 22mm d'épaisseur,

*(poids volumique 700 daN/m<sup>3</sup>)*

3- Structure bois avec poutres solives en bois en bois lamellé collé de type GL24h ou en bois massif de type C24 selon la portée.

Essence de bois : sapin traité.

Finition : raboté 4 faces

Traitement : fongicide - insecticide / autoclave teinté marron, label CTB B+

4- Isolation acoustique sous plancher intérieur en laine minérale de 100mm d'épaisseur.

*(poids volumique : 30 daN/m<sup>3</sup>)*

5- Plafond en plaque de plâtre + ossature + ventilation et électricité

*(poids surfacique : 30 daN/m<sup>2</sup>)*

#### 2- Plancher Haut R+1

Fourniture et mise en œuvre de plancher toiture terrasse en bois.

Caractéristiques : Plancher toiture terrasse recevant une étanchéité (pente de toit 3%):

1- Étanchéité : complexe prévus au lot Etanchéité ,

*(poids surfacique 7 daN/m<sup>2</sup>)*

2- OSB classe 3 de 22mm d'épaisseur,

*(poids volumique 700 daN/m<sup>3</sup>)*

3- Structure bois avec poutres en GL24h, chevrons et entretoises en bois massif de type C24.

Essence de bois : sapin traité.

Finition : raboté 4 faces

Traitement : fongicide - insecticide / autoclave teinté marron, label CTB B+

4- Remplissage en laine de bois de 250 mm d'épaisseur,

*(poids volumique : 130 daN/m<sup>3</sup>)*

5- pare vapeur

6- Isolation thermique sous toiture en laine minérale de 100 mm d'épaisseur avec pare vapeur

*(poids volumique : 40 daN/m<sup>3</sup>)*

7- Plafond en plaque de plâtre + ossature + ventilation et électricité

*(poids surfacique : 20 daN/m<sup>2</sup>)*

### 3- Mur extérieur

Réalisation de mur en bois, compris acrotères et retombées en sous face de dalle

#### Caractéristiques :

Fourniture et mise en œuvre de murs en bois extérieur, comprenant :

- 1- Bardage bois ép. 22mm
- 2- tasseaux 22x60
- 3- pare pluie
- 4- Isolant Thermique Extérieur (ITE) en laine de bois, **épaisseur à déterminer**
- 5- OSB classe 4 de 22mm d'épaisseur, y compris tous les retours d'acrotères pour la fixation de l'étanchéité
- 6- Structure bois (épaisseur 145 mm) avec poteaux, montants, poutres et lisses et entretoises ;

Dimensions :section 45×145, espacement 600mm.

Bois massif de type C24 classe 2 pour les poteaux, montants, poutres, lisses et entretoises (lisse basse traitée classe 4)

Essence de bois : sapin traité

Finition : raboté 4 faces

Écran anti-capillarité (feutre bitumineux type 36S) sur les relevés maçonnés en partie basse des ossatures bois.

7- Remplissage entre ossature en laine de bois (145mm d'épaisseur)

8- Pare vapeur côté doublage intérieur

9- Doublage intérieur sur ossature métallique ménageant un vide technique de 60 mm entre le pare vapeur et les plaques de plâtre (2 x BA13)

Performances minimales requises :

- résistance thermique minimale : 5 m<sup>2</sup>.K/W

## Détermination des actions dues à la neige

### 1 Valeurs caractéristiques de la neige au sol

- $s_k$  : charge caractéristique de neige sur le sol à l'emplacement considéré (kN /m<sup>2</sup>).
- A : altitude du site, au-dessus du niveau de la mer, où la construction est prévue ou existe.
- $s_{ad}$  : charge accidentelle de neige au sol.
- s : charge de neige sur une toiture
- $\mu$  : coefficient de forme : caractéristique de la forme de la toiture
- $C_t$  : coefficient thermique : caractéristique de la réduction du poids de la neige en fonction du flux de chaleur au travers de la toiture.
- $C_e$  : coefficient d'exposition : fonction de l'exposition au vent de le toiture

La charge de neige sur le sol  $s_k$  par unité de surface horizontale est fonction de la localisation géographique et de l'altitude du lieu considéré.

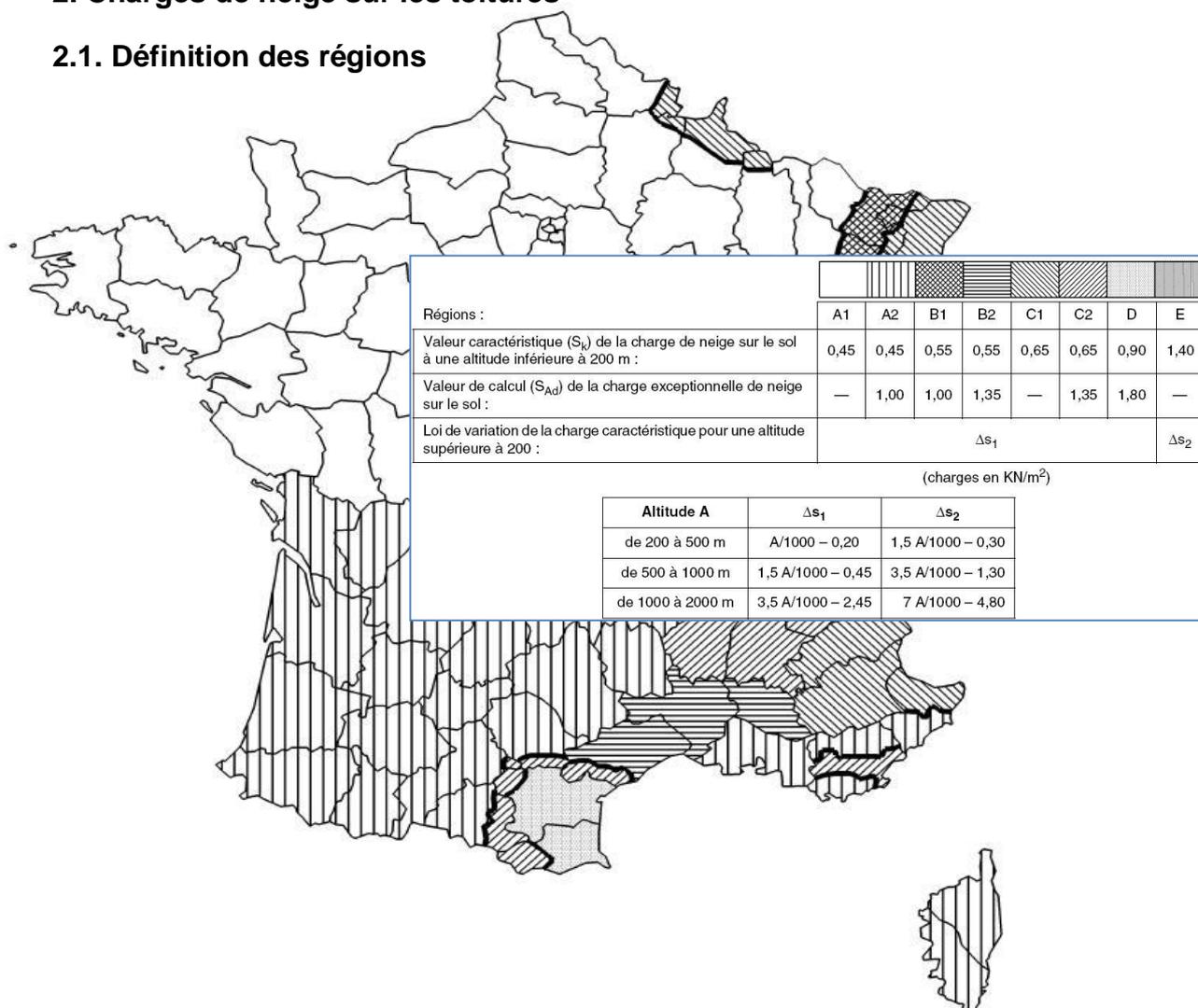
Pour la zone E : 
$$s_k = s_0 + \Delta s_2$$

Pour toutes les autres zones : 
$$s_k = s_0 + \Delta s_1$$

La charge accidentelle  $s_{Ad}$  ne dépend pas de l'altitude.

### 2. Charges de neige sur les toitures

#### 2.1. Définition des régions



## 2.2. Définition de la charge sur toiture

### Situations de projet durables et transitoires :

La charge de neige normale à considérer avec et sans accumulation est :

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

### Situations de projet accidentelles

La charge de neige accidentelle à considérer avec et sans accumulation est :

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad}$$

## 2.3. Coefficient d'exposition $C_e$

Topographie	$C_e$
Lorsque les conditions d'abri quasi permanentes de la toiture, dues aux bâtiments voisins, conduisent à empêcher pratiquement le déplacement de la neige par le vent.	1,25
Dans tous les autres cas.	1,0

## 2.4. Coefficient d'exposition thermique $C_t$

Il convient d'utiliser le coefficient thermique  $C_t$  pour prendre en compte la réduction des charges de neige sur les toitures dotées d'une transmittance thermique élevée (plus de 1 W/m<sup>2</sup>) en raison de la fonte sous l'effet de la chaleur.

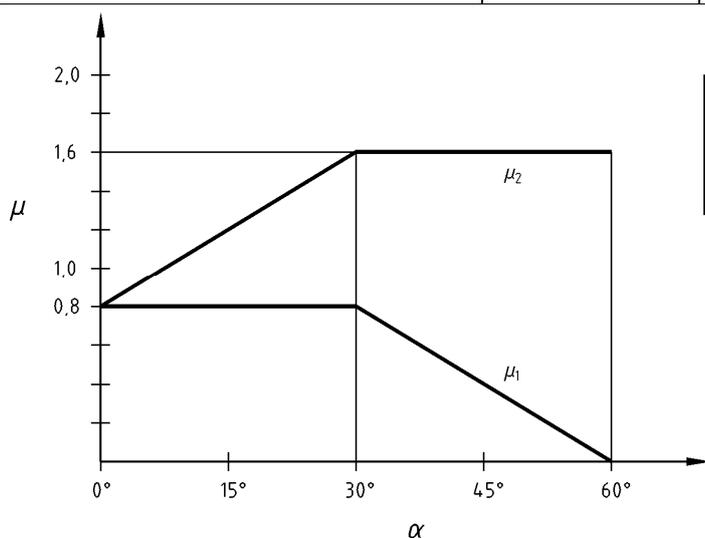
Pour tous les autres cas :  $C_t = 1$

## 2.5. Coefficients de forme des toitures

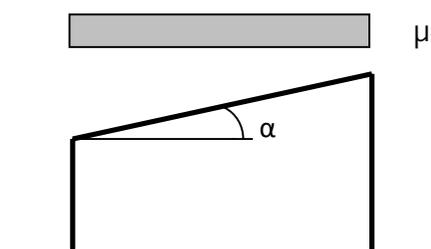
### 2.5.1. Généralités

Le tableau suivant précise les valeurs  $\mu_1$  et  $\mu_2$  en fonction de la pente du toit.

$\alpha$ (angle du toit avec l'horizontale)	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0
$\mu_2$	$0,8 + 0,8 \alpha / 30$	1,6	-



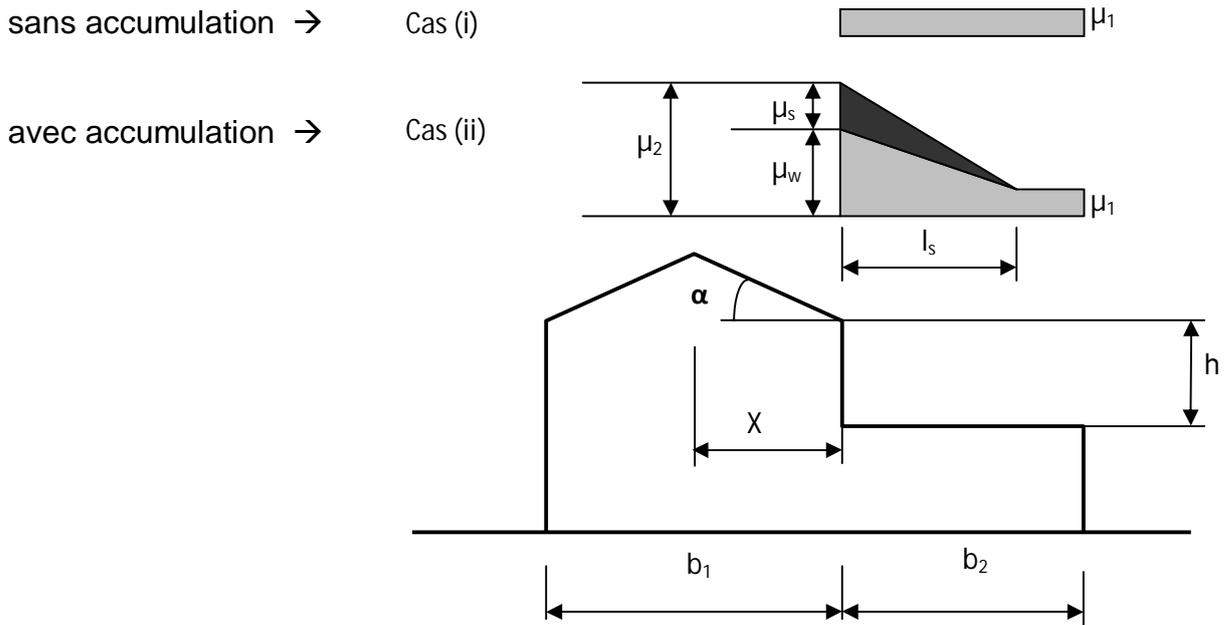
Les valeurs données s'appliquent lorsque la neige n'est pas empêchée de glisser de la toiture.



### 2.5.2. Toitures à un seul versant

Il convient d'utiliser la disposition de charge de la figure suivante, aussi bien pour les cas de charge avec accumulation que sans accumulation.

2.5.3. Toitures adossées à des constructions plus élevées ou très proches d'elles



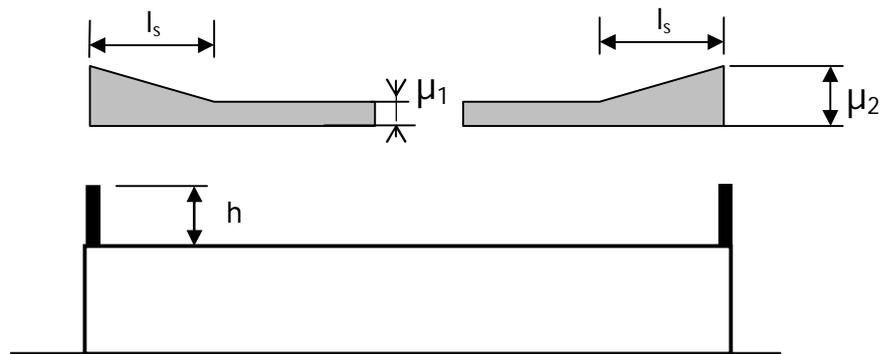
- $\mu_1 = 0,8$  (en supposant que la toiture basse est horizontale)
- $\mu_2 = \mu_s + \mu_w$ 
  - $\mu_s$  est le coefficient de forme pour la neige qui a glissé de la construction voisine
  - $\mu_w$  est le coefficient de forme pour la charge de neige due au vent.
  - $l_s = 2h$  avec  $5m \leq l_s \leq 15m$

**3. Effets locaux**

**3.1. cas de 2 acrotères :**

Il convient d'adopter les valeurs suivantes pour des toitures quasi horizontales :

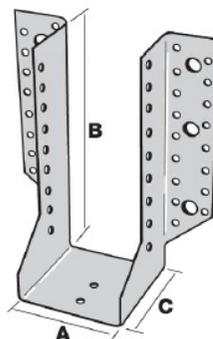
- $\mu_1 = 0,8$                        $\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k$  avec la limitation :  $0,8 \leq \mu_2 \leq 1,6$
- $\gamma$  est le poids volumique de la neige :  $\gamma = 2kN/m^3$
- $l_s = 2 \cdot h$  avec la limitation  $5m \leq l_s \leq 15m$



**3.2. Majoration de la charge de neige sur zone à faible pente.**

Lorsque la toiture présente des zones de faible pente (inférieure ou égale à 5%), il y a lieu, pour tenir compte de l'augmentation de la densité de la neige résultant des difficultés d'évacuation de l'eau, de majorer la charge de neige S sur la toiture de :

pente nominale du fil de l'eau	pente ≤ 3%	3% ≤ pente ≤ 5%
majoration de la charge de neige	s = 0,2 kN/m <sup>2</sup>	s = 0,1 kN/m <sup>2</sup>



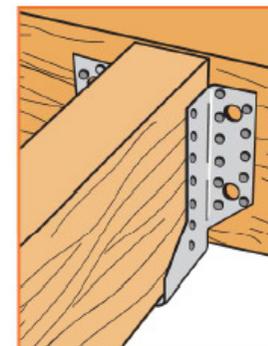
**FIXATION BOIS/BOIS - CLOUAGE TOTAL**

Larg.	Bois porté		MODELE	Dimensions en mm				Fixations		Valeurs caractéristiques [kN] BOIS/BOIS Classe C24			
	Hauteur			A	B	C	Ep.	Porteur	Porté	Descendante	Ascendante	Latérale	Traction
	Min.	Max.						Nbre - Pointes annelées	Nbre - Pointes annelées				
80	75	90	SAE200/80/2	80	60	84	2	8 - Ø4,0 x 50	5 - Ø4,0 x 50	5,6	5,3	1,4	3,9
	95	127,5	SAE250/80/2	80	85	84	2	12 - Ø4,0 x 50	7 - Ø4,0 x 50	9,9	9,4	2,1	5,9
	125	165	SAEL300/80/2	80	110	84	2	16 - Ø4,0 x 50	8 - Ø4,0 x 50	17,9	14,6	3,4	7,8
	145	195	SAEL340/80/2	80	130	84	2	20 - Ø4,0 x 50	10 - Ø4,0 x 50	24,2	20,7	4,8	9,8
	165	225	SAE380/80/2	80	150	84	2	22 - Ø4,0 x 50	12 - Ø4,0 x 50	30,0	24,0	5,1	10,8
	195	270	SAE440/80/2	80	180	84	2	28 - Ø4,0 x 50	15 - Ø4,0 x 50	37,7	33,2	7,3	13,7
	225	315	SAE500/80/2	80	210	84	2	34 - Ø4,0 x 50	18 - Ø4,0 x 50	44,3	39,9	9,5	16,7

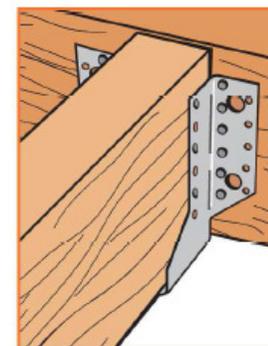
**FIXATION BOIS/BOIS - CLOUAGE PARTIEL**

Larg.	Bois porté		MODELE	Dimensions en mm				Fixations		Valeurs caractéristiques [kN] BOIS/BOIS Classe C24			
	Hauteur			A	B	C	Ep.	Porteur	Porté	Descendante	Ascendante	Latérale	Traction
	Min.	Max.						Nbre - Pointes annelées	Nbre - Pointes annelées				
80	75	90	SAE200/80/2	80	60	84	2	4 - Ø4,0 x 50	3 - Ø4,0 x 50	3,6	2,8	0,7	2,0
	95	127,5	SAE250/80/2	80	85	84	2	6 - Ø4,0 x 50	4 - Ø4,0 x 50	6,3	3,9	1,1	2,9
	125	165	SAEL300/80/2	80	110	84	2	8 - Ø4,0 x 50	4 - Ø4,0 x 50	10,7	7,1	1,8	3,9
	145	195	SAEL340/80/2	80	130	84	2	10 - Ø4,0 x 50	6 - Ø4,0 x 50	13,7	10,0	2,5	4,9
	165	225	SAE380/80/2	80	150	84	2	12 - Ø4,0 x 50	6 - Ø4,0 x 50	17,5	13,3	3,2	5,9
	195	270	SAE440/80/2	80	180	84	2	14 - Ø4,0 x 50	8 - Ø4,0 x 50	22,2	16,8	3,8	6,9
	225	315	SAE500/80/2	80	210	84	2	18 - Ø4,0 x 50	10 - Ø4,0 x 50	26,6	22,2	4,3	8,8

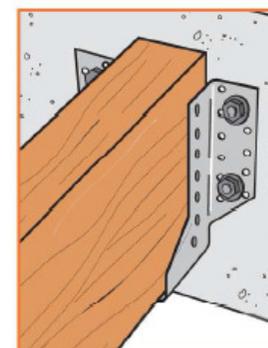
Exemples de mise en oeuvre



Fixation sur support BOIS  
**Clouage total**



Fixation sur support BOIS  
**Clouage partiel**



Fixation sur support rigide  
BÉTON ou ACIER



**ASPECTS REGLEMENTAIRES:**

- 1- COMBINAISONS D' ACTIONS :
- 2- CALCUL DES DEFORMATIONS
- 3- VALEURS CARACTERISTIQUES DES BOIS
- 4- RESISTANCE DE CALCUL DU MATERIAU.
- 5- CALCUL DES CONTRAINTES
- 6- VERIFICATION DU CONTREVENTEMENT PAR PANNEAUX

**1- COMBINAISONS D' ACTIONS :**

ELU :	ELS :
$1,35.G + 1,5.Q_1 + \psi_{0,2}.1,5.Q_2$ ou $G + 1,5.Q_1 + \psi_{0,2}.1,5.Q_2$	instantanée : $G + Q_1 + \psi_{0,2}Q_2$
	différée: $G + \psi_{2,i}Q_i$

Facteurs  $\psi_i$ 

Action Variable	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
<b>CHARGES D'EXPLOITATION DES BATIMENTS</b>			
Catégorie A : Habitations résidentiels	0.7	0.5	0.3
Catégorie B : Bureaux	0.7	0.5	0.3
Catégorie C : Lieux de réunion	0.7	0.7	0.6
Catégorie D : Commerce	0.7	0.7	0.6
Catégorie E : Stockage	1	0.9	0.8
Catégorie H : toits	0	0	0
<b>CHARGES DE NEIGE</b>			
Altitude > 1000 m	0.7	0.5	0.2
Altitude ≤ 1000 m	0.5	0.2	0
<b>ACTION DU VENT</b>			
	0.6	0.2	0

## 2- CALCUL DES DEFORMATIONS

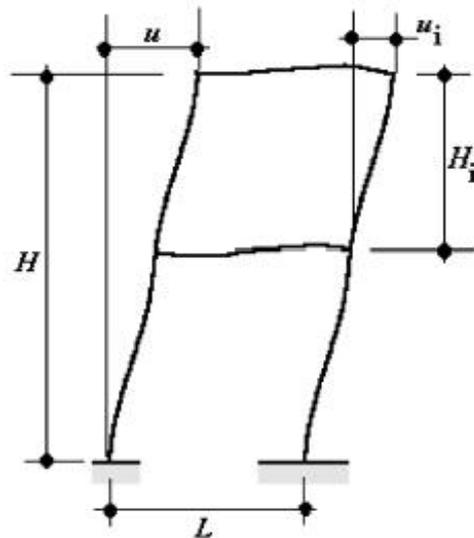
### 2.1-Valeurs limites pour les flèches verticales et horizontales

	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/ 125	-	L/ 150	L/ 100
Éléments structuraux	L/ 300	L/ 200	L/ 125	L/ 200	L/ 150	L/ 100

**Consoles et porte à faux :** La valeur limite sera doublée. La valeur limite minimum est 5 mm.

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

**Flèche horizontale :** L/200 pour les éléments individuels soumis au vent. Pour les autres applications, elles sont identiques aux valeurs limites verticales des éléments structuraux.



### 2.2- Valeur de $K_{def}$ (fluage)

MATÉRIAU / CLASSE DE DUREE DE CHARGE		Classe de service		
		1 Hbois < 12% (local chauffé)	2 12% < Hbois < 20% (sous abris)	3 Hbois > 20 % (extérieur)
<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

(1) – Pour les BM placés à une humidité > à 25%  $K_{def}$  est augmenté de 1,00

### 2.3- Valeurs limites à respecter :

- 1).  $\frac{W_{inst}(Q)}{W_{limite\ instantanée}} \leq 1$
- 2).  $\frac{W_{net,fin}}{W_{limite\ nette\ finale}} \leq 1$
- 3).  $\frac{W_{fin}}{W_{limite\ finale}} \leq 1$

### 3-VALEURS CARACTERISTIQUES DES BOIS

Symbole	Désignation	Unité	C24	GL24h
$f_{m,k}$	Contrainte de flexion	N/mm <sup>2</sup>	24	24
$f_{t,0,k}$	Contrainte de traction axiale	N/mm <sup>2</sup>	14	16,5
$f_{t,90,k}$	Contrainte de traction perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	0.4	0,40
$f_{c,0,k}$	Contrainte de compression axiale	N/mm <sup>2</sup>	21	24
$f_{c,90,k}$	Contrainte de compression perpendiculaire	N/mm <sup>2</sup>	2.5	2,7
$f_{v,k}$	Contrainte de Cisaillement	N/mm <sup>2</sup>	4.0	2,7
$E_{0,mean}$	Module moyen axial	kN/mm <sup>2</sup>	11	11,6
$E_{0,05}$	Module axial au 5 <sup>ème</sup> pourcentile	kN/mm <sup>2</sup>	7.4	9,4
$E_{90,mean}$	Module moyen transversal	kN/mm <sup>2</sup>	0.37	0,39
$G_{mean}$	Module de cisaillement	kN/mm <sup>2</sup>	0.69	0,75
$\rho_k$	Masse volumique caractéristique	kg/m <sup>3</sup>	350	380
$\rho_{meam}$	Masse volumique moyenne	kg/m <sup>3</sup>	420	440

### 4- RESISTANCE DE CALCUL DU MATERIAU.

#### 4.1- Valeur du facteur modificatif $k_{mod}$ du bois massif et du lamellé-collé

Durée de chargement	Classe de service		
	1 Hbois < 12% (local chauffé)	2 12%<Hbois < 20% (sous abris)	3 Hbois > 20 % (extérieur)
permanente (>10 ans, charge de structure)	0,6	0,6	0,5
long terme (6mois à 10 ans, stockage)	0,7	0,7	0,55
moyen terme (1 semaine à 6mois, charges d'exploitation)	0,8	0,8	0,65
court terme (neige < 1000m)	0,9	0,9	0,7
Instantanée (vent, accidentelle)	1,1	1,1	0,9

#### 4.2- Valeur du coefficient partiel $\gamma_M$

ETATS LIMITES ULTIMES		
combinaisons fondamentales		
MATERIAUX	Bois	1.3
	Lamellé collé	1.25
	Lamibois (LVL), OSB	1.2
ASSEMBLAGES (Cf. page xx)		1.3
combinaisons accidentelles		
		1.0
ETATS LIMITES DE SERVICES		
		1.0

#### 4.3- Coefficient de hauteur $K_h$ :

**pour du bois massif**      si  $h \geq 150$  mm       $K_h = 1$   
    si  $h \leq 150$  mm       $K_h = \min(1,3 ; (150/h)^{0.2})$

**pour du BLC**                    si  $h \geq 600$  mm       $K_h = 1$   
    si  $h \leq 600$  mm       $K_h = \min(1,1 ; (600/h)^{0.1})$

## 5- CALCUL DES CONTRAINTES

### 5.1-Compression axiale:

$$\psi = \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y \text{ ou } z} \cdot f_{c,0,d}} \quad \text{avec } \psi \leq 1$$

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

avec :  $f_{c,0,k}$  : résistance en compression axiale (MPa)

$k_{\text{mod}}$  : facteur modificatif

$\gamma_M$  : coefficient partiel

Etude du flambement :

$$\lambda_{\text{rel},y \text{ ou } z} = \frac{\lambda_{y \text{ ou } z}}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

si  $\lambda_{\text{rel},y} \leq 0,3$  alors  $k_{c,y} = 1$

avec :  $\lambda_{\text{rel},y}$  : Elancement relatif suivant l'axe y

$\lambda_y$  : Elancement mécanique suivant l'axe y

$f_{c,0,k}$  : Contrainte caractéristique de résistance en compression axiale en MPa

$E_{0,05}$  : Module axiale au 5<sup>ème</sup> percentile en MPa

**Valeurs des coefficients de flambement :**  $k_{c,y}$  (ou  $k_{c,z}$ ) en fonction de l'élancement relatif  $\lambda_{\text{rel},y}$  (ou  $\lambda_{\text{rel},z}$ ) pour le bois massif et le bois lamellé-collé.

( exemple de lecture du tableau ci-dessous : pour BM pour  $\lambda_{\text{rel},y} = 2.45 \rightarrow k_{c,y} = 0,15$ )

*K<sub>cy</sub> (flambement BM) selon  
lambda relatif*

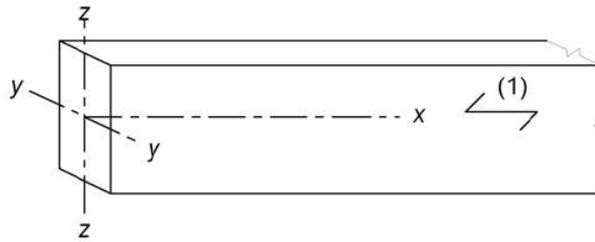
K <sub>cy</sub>	0	1	2	3
0.05	1.000	0.652	0.215	0.101
0.10	1.000	0.615	0.206	0.098
0.15	1.000	0.579	0.197	0.095
0.20	1.000	0.545	0.188	0.092
0.25	1.000	0.512	0.181	0.089
0.30	1.000	0.482	0.173	0.087
0.35	0.989	0.453	0.166	0.084
0.40	0.977	0.427	0.160	0.082
0.45	0.964	0.402	0.154	0.079
0.50	0.950	0.379	0.148	0.077
0.55	0.935	0.358	0.142	0.075
0.60	0.918	0.339	0.137	0.073
0.65	0.899	0.321	0.132	0.071
0.70	0.877	0.304	0.128	0.069
0.75	0.853	0.288	0.123	0.068
0.80	0.825	0.274	0.119	0.066
0.85	0.795	0.260	0.115	0.064
0.90	0.762	0.248	0.111	0.063
0.95	0.726	0.236	0.108	0.061
1.00	0.689	0.225	0.104	0.060

*K<sub>cy</sub> Flambement LC selon  
lambda relatif*

K <sub>cy</sub>	0	1	2	3
0.05	1.000	0.726	0.226	0.104
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
0.30	1.000	0.526	0.181	0.089
0.35	0.994	0.493	0.173	0.087
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

**5.2-Flexion :**

Axes y et z de la section :



**5.2.1- Contrainte normale :**

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

- avec  $f_{m,d}$  : résistance en flexion (MPa)  
 $f_{m,k}$  : résistance caractéristique en flexion axiale (MPa)  
 $k_{mod}$  : facteur modificatif  
 $\gamma_M$  : Coefficient partiel  
 $k_h$  : coefficient de hauteur  
 $k_{sys}$  : coefficient d'effet système  
 $k_{sys} = 1,1$  pour les solives et les fermettes

Flexion simple sans risque de déversement :

$$\psi = \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

**5.2.2- Contrainte tangente :**

$$\tau_d = \frac{3.V}{2.A_{ef}}$$

- avec :  $V$  : effort tranchant en N  
 $A_{ef} = b_{ef} \cdot h = k_{cr} \cdot b \cdot h$

tableau des valeurs du coefficient  $k_{cr}$  :

Classe de service	1	2	3
bois massif		$k_{cr}$ <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">← 1 →</div> <div style="margin-right: 10px;">150</div> <div style="margin-right: 10px;">← 0,67 →</div> <div style="margin-right: 10px;">hauteur</div> </div>	↑ 0,67 ↓
bois lamellé collé	1	$k_{cr}$ <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="margin-right: 10px;">← 1 →</div> <div style="margin-right: 10px;">2,33</div> <div style="margin-right: 10px;">← 0,67 →</div> <div style="margin-right: 10px;"><math>G/\Sigma_i Q_i</math></div> </div> <p style="text-align: right;">(*)</p>	0,67
autre cas		← 1 →	↓

(\*)  $\frac{G}{Q} = 2,33 \Leftrightarrow \frac{G}{G+Q} = 0,7$

Exemples :  
 Bois massif – h=180 et classe de service 2 →  $k_{cr} = 0,67$   
 BLC – G=2kN/m - S=3kN/m et classe de service 2 →  $G/(G+S) = 2/5 = 0,4 \rightarrow k_{cr} = 1$

$$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$$

- avec  $f_{v,k}$  : résistance de cisaillement en MPa  
 $k_{mod}$  : facteur modificatif  
 $\gamma_M$  : coefficient partiel

## 6- VERIFICATION DU CONTREVENTEMENT PAR PANNEAUX

On doit vérifier :  $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$

avec :

- $F_{v,Ed}$  : Effort horizontal agissant sur le mur
- $F_{v,Rd}$  : Capacité résistante du mur

Détermination de la capacité résistante du mur :  $F_{v,Rd}$

Un mur est composé de plusieurs panneaux. Tous les panneaux percés d'ouverture ou dont la largeur est inférieure au quart de leur hauteur sont négligés dans le calcul de la résistance au contreventement.

La capacité résistante est la somme de résistance de chaque panneau participant à la

reprise des efforts horizontaux :  $F_{v,Rd} = \sum_{i=1}^n F_{i,v,Rd}$

Capacité résistante d'un panneau i :  $F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} \cdot b_i \cdot c_i}{s}$

avec :

- $F_{f,Rd}$  : résistance au cisaillement de l'assemblage par pointes, vis ou agrafe ( $F_{v,Rd}$  de la tige)
- $b_i$  : largeur du panneau
- $c_i = \min \begin{cases} 1 \\ b_i \\ b_0 \end{cases}$  avec  $b_0 = h/2$

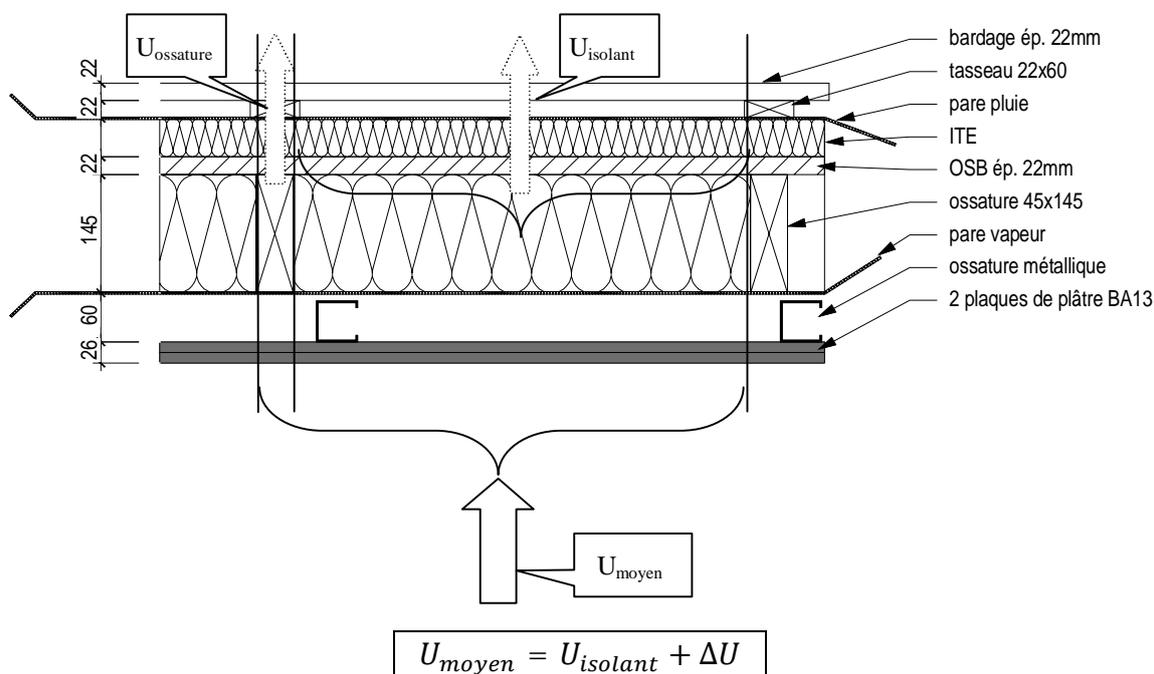
s : distance entre organes d'assemblage

## Annexe Thermique

### Conductivité thermique des composants du mur extérieur à ossature bois :

composants	Epaisseur (e en mm)	Conductivité ( $\lambda$ en W/m.°K)
Plaque de plâtre	13	0,25
Lame d'air non ventilée	60	
Montant d'ossature	45x145	0,13
Laine de bois Pavaflex	145	0,038
OSB	22	0,2
Isolant Thermique Extérieur (ITE) Pavatherm	à déterminer	0,041
Lame d'air ventilée	22	
Bardage extérieur	22	0,13

### Calcul du coefficient $U_{moyen}$ d'une paroi :



### Valeurs réglementaires de la majoration $\Delta U$ pour les murs à ossature bois

<u>Murs extérieurs:</u>		$\psi$ (W/(m.K))		$\Delta U$ (W/(m².K))			
		Montant 36 mm	Montant 50 mm	Entraxe 400 mm		Entraxe 600 mm	
				Montant 36 mm	Montant 50 mm	Montant 36 mm	Montant 50 mm
	Isolation entre montants	0,03	0,04	0,08	0,10	0,05	0,07
	Isolation entre montants + isolation complémentaire <sup>(1)</sup>	0,02	0,02	0,05	0,05	0,03	0,03

(1) Résistance minimum de l'isolation complémentaire extérieure ou intérieure = 0,75 m².K/W.

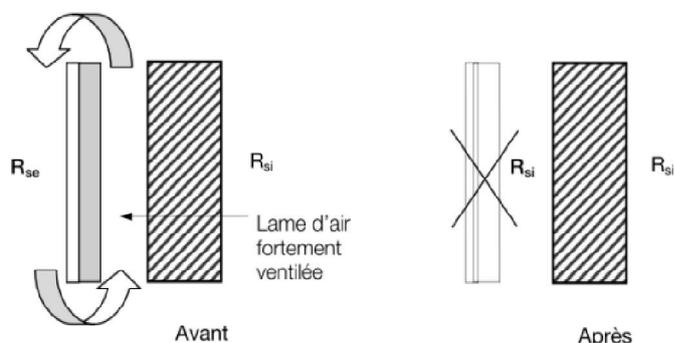
### Résistance thermique d'une lame d'air non ventilée :

L'évolution de la résistance thermique d'une lame d'air non ventilée n'est pas une fonction linéaire de l'épaisseur.

La résistance thermique se détermine à l'aide du tableau ci-contre.

Epaisseur de la lame d'air en mm	Résistance thermique R (m <sup>2</sup> .K)/W		
	Flux ascendant	Flux horizontal	Flux descendant
0	0.00	0.00	0.00
5	0.11	0.11	0.11
7	0.13	0.13	0.13
10	0.15	0.15	0.15
15	0.16	0.17	0.17
25	0.16	0.18	0.19
50	0.16	0.18	0.21
100	0.16	0.18	0.22
300	0.16	0.18	0.23

### lame d'air ventilée extérieure (cas du bardage bois)



### Valeurs des résistances thermiques superficielles:

		Pari en contact avec: - l'extérieur - un passage ouvert - un local ouvert			Pari en contact avec : - un volume non chauffé - un comble - un vide sanitaire		
		$R_{si}$ m <sup>2</sup> .K/W	$R_{se}$ m <sup>2</sup> .K/W	$R_{si} + R_{se}$ m <sup>2</sup> .K/W	$R_{si}$ m <sup>2</sup> .K/W	$R_{se}$ m <sup>2</sup> .K/W	$R_{si} + R_{se}$ m <sup>2</sup> .K/W
<b>Paroi verticale</b> ou faisant avec le plan horizontal un angle supérieur à 60°		0.13	0.04	0.17	0.13	0.13	0.26
<b>Paroi horizontale</b> ou faisant avec le plan horizontal un angle inférieur ou égal à 30°	<b>flux ascendant:</b> 	0.10	0.04	0.14	0.10	0.10	0.20
	<b>flux descendant:</b> 	0.17	0.04	0.21	0.17	0.17	0.34

(1) Un local est dit ouvert si le rapport de la surface totale des ses ouvertures permanentes sur l'extérieur, à son volume, est égal ou supérieur à 0.005 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>.

**pavatex**

**PAVATHERM** *Panneau isolant performant en fibres de bois*



- Panneau isolant universel et multifonctionnel résistant à la compression
- Hautes performances d'isolation contre les déperditions calorifiques en hiver et la chaleur estivale
- Constructions testées pour la résistance au feu et l'isolation phonique

**Conditionnement**

Épais. [mm]	Poids [kg/m <sup>2</sup> ]	Dimensions [cm]	Surface utile [cm]	Nbre de panneaux	Par palette [m <sup>2</sup> ]	Par palette [kg]	Chants
40	4,60	102 x 60	102 x 60	112	68,54	333	Droits
60	6,90	102 x 60	102 x 60	72	44,06	322	Droits
80	9,20	102 x 60	102 x 60	48	29,38	288	Droits
100	11,50	102 x 60	102 x 60	40	24,48	300	Droits
120	13,80	102 x 60	102 x 60	32	19,58	288	Droits
140	16,10	102 x 60	100,5 x 58,5	32	19,58	333	A mi-bois <sup>1)</sup>
160	18,40	102 x 60	100,5 x 58,5	28	17,14	333	A mi-bois <sup>1)</sup>
180*	20,70	102 x 60	100,5 x 58,5	24	14,69	322	A mi-bois <sup>1)</sup>
200*	23,00	102 x 60	100,5 x 58,5	20	12,24	300	A mi-bois <sup>1)</sup>

\* sur demande

**Domaine d'application**



**Caractéristiques techniques**

Densité $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	110
Conductivité thermique (EN 13171) $\lambda_p$ [W/(mK)]	0,038
Capacité thermique spécifique C [J/(kgK)]	2100
Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur $\mu$	3
Classe de comportement au feu (EN 13501-1)	classe E
Contrainte de compression avec écrasement 10 % [kPa]	50
Résistance à la traction perpendiculaire au panneau [kPa]	2,5
Code déchets selon le Catalogue européen des déchets (CED)	030105; 170604
Code d'identification	WF-EN13171-T4-C5(10Y)50-TR2.5-WS2,0-MU5-AF100

**Description du produit**

Le panneau isolant en fibres de bois PAVATHERM est un isolant universel pour toiture, mur, façade et plancher. Les propriétés d'isolation et d'accumulation thermique et le format maniable des panneaux sont des conditions idéales pour une mise en œuvre dans de nombreuses constructions. Le profil à mi-bois des panneaux dont l'épaisseur est supérieure à 140 mm évite la création de pont thermique.

**Composition**

Voir Fiche de Données de Sécurité sur le site [www.pavatex.com](http://www.pavatex.com)

Un rapport d'expertise relative à la biodégradabilité du panneau PAVATHERM est disponible .

**Stockage**

A stocker au sec et à l'abri des dommages. Mise en œuvre uniquement à l'état sec. Empiler au maximum 4 palettes l'une sur l'autre.

