

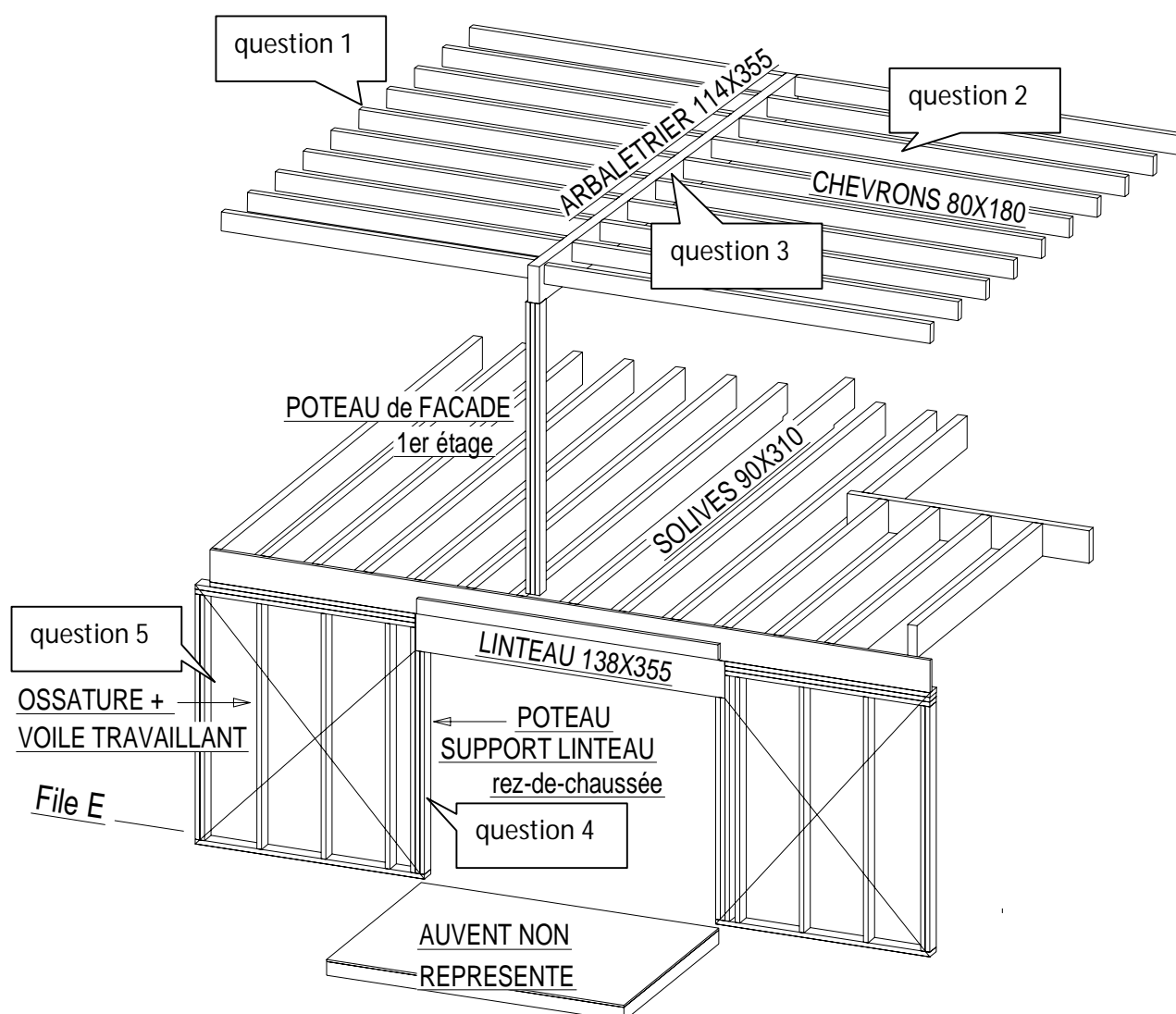
PRESENTATION

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 m² (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 μ_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 μ) 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 nécessitaient 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 $5 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

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

7.1- Quel est le coefficient de transmission surfacique U_{moyen} correspondant à l'exigence du CCTP ?

7.2- Déduire de la valeur précédente la valeur du coefficient de transmission surfacique U_{isolant} au travers de l'isolant. Calculer R_{isolant} .

7.3- Montrer que la résistance thermique R_{th1} au travers de l'isolant en l'absence de l'ITE est proche de $4,5 \text{ m}^2.\text{K/W}$

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 $R_{\text{isolant}} = 5,9 \text{ m}^2.\text{K/W}$ 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 : $U_w \leq 1,60 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$,
- coefficient thermique des vitrages : $U_g \leq 1,30 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$,
- 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 ($\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$)	U_g ($\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$)
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 (S_g) : 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 ?