

---

# ÉCOCONCEPTION D'UN HABITAT INSOLITE

---

Le client est un camping situé dans un parc naturel en montagne. Il souhaite développer l'éco-tourisme et veut proposer des chalets habitables toute l'année.

Dans le cadre d'un marché privé, en 2019, vous aurez la charge de la validation des choix techniques pour le lot structure bois, isolation et menuiseries extérieures en phase projet.

Le client et le parc naturel régional souhaitent créer un projet dont l'impact environnemental est réduit à son minimum.

Les logements comprennent une salle de bain, une cuisine ouverte sur une pièce de vie et une mezzanine accueillant la zone nuit. Les clients doivent pouvoir profiter du panorama extérieur toute l'année, il faudra donc de grandes ouvertures dans la pièce de vie.

## Parti pris architectural :



La Maitrise d'œuvre a décidé de traduire la demande du client en respectant les contraintes suivantes :

- Minimisation des fondations ;
- Structure légère, démontable et recyclable ;
- Performance thermiques optimisées
- Prise en compte du site et de l'environnement immédiat (orientation du terrain etc.) ;
- Utilisation de matériaux biosourcés et/ou à faible impact environnemental.
- Création d'une identité visuelle originale se démarquant des produits de la concurrence.

La forme retenue est donc un habitat de plan octogonal.

## Description de l'ouvrage :

Catégorie d'habitation : A ouvrage d'habitation.

L'emprise au sol est un octogone s'inscrivant dans un cercle de 6,6 m de diamètre.

Pente de la toiture 75%.

Il se compose :

- De pieux métalliques vissés ;
- D'un solivage bois ;
- D'une structure principale porteuse sur poteau ;
- De mur en ossature bois non porteurs ;
- D'une mezzanine ;
- D'une charpente autoportante.

## Situation de la construction

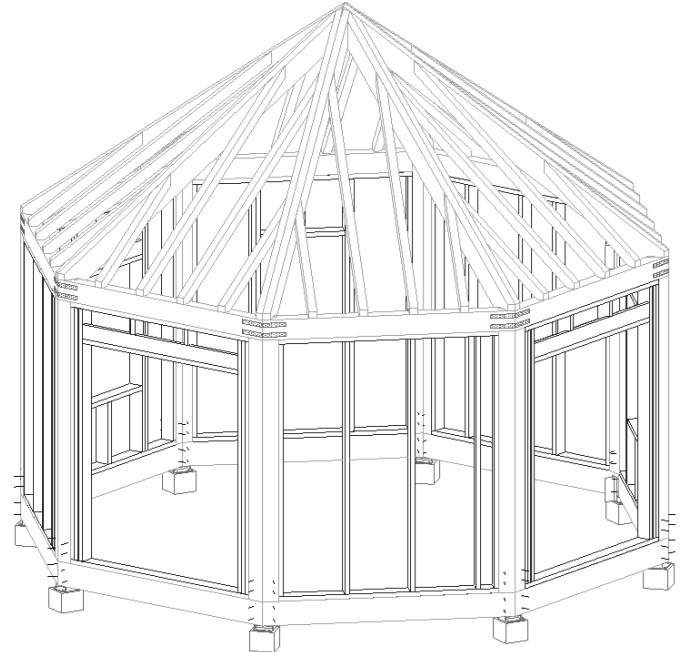
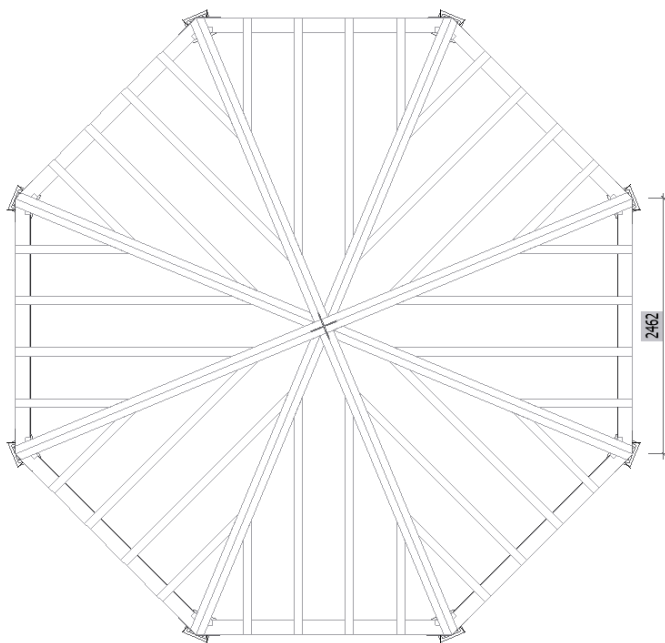
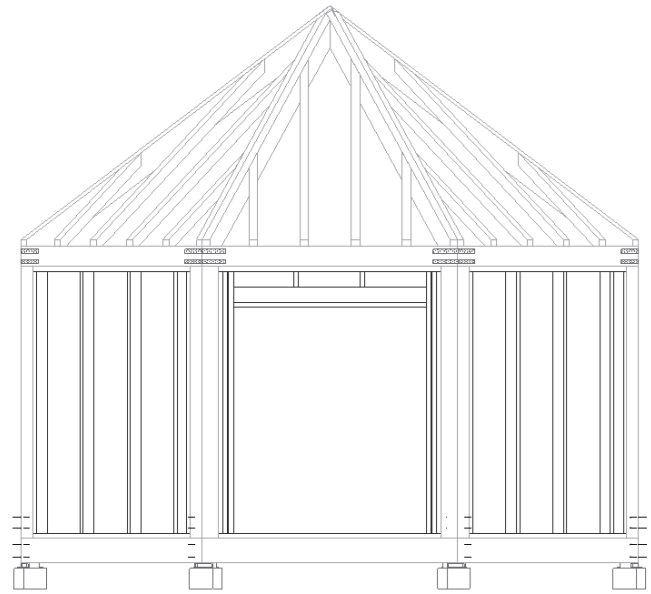
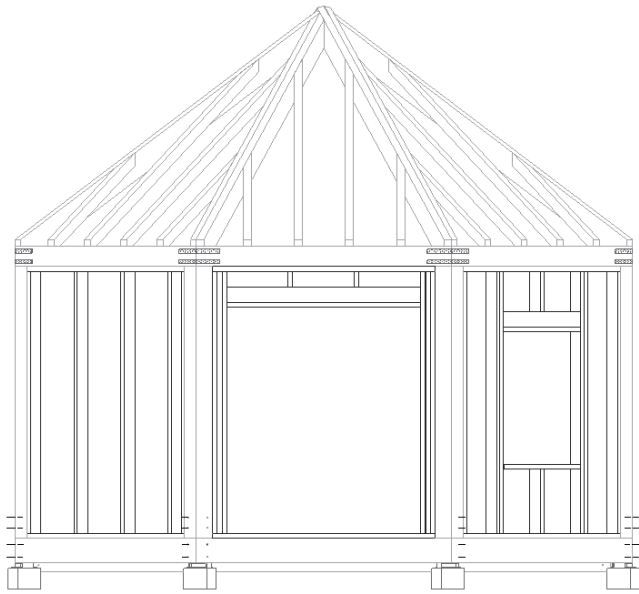
Le site se trouve à 890 m d'altitude en zone de neige C2, exposition normale aux vents.

Pente de la toiture 75%.

## Contexte réglementaire :

- Eurocode 0 et 1 ;
- Eurocode 3 et 5 ;
- RT 2012.

## Plans de structures



Porte entrée H800X2000

L1020xH1230 all. 710

Fenêtre selon conception

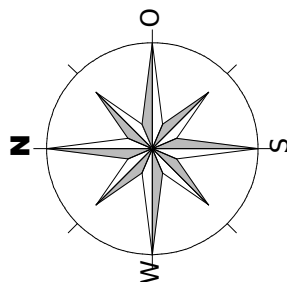
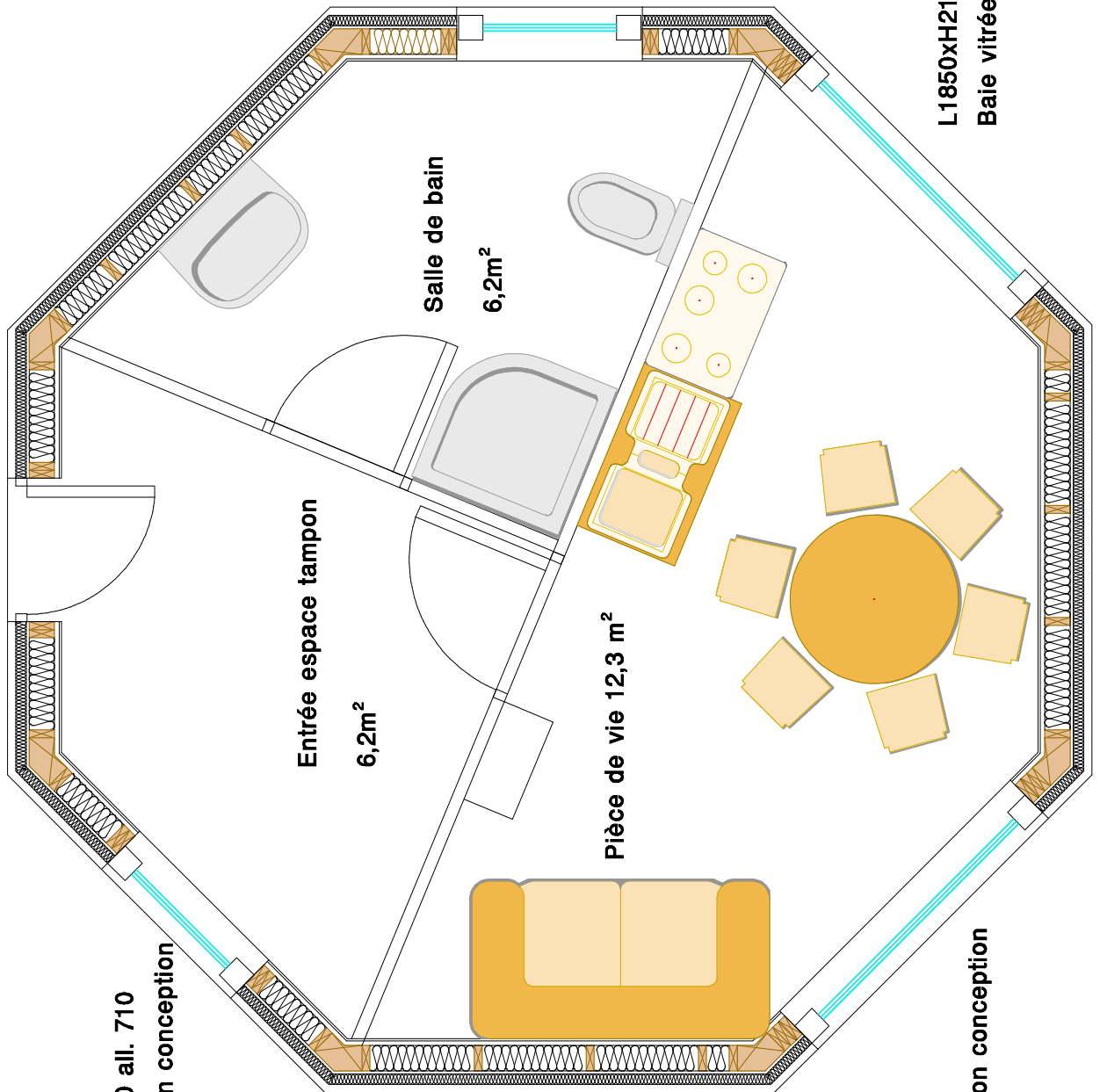
L1020xH1230 all. 710  
Fenêtre selon conception

L1850xH2185

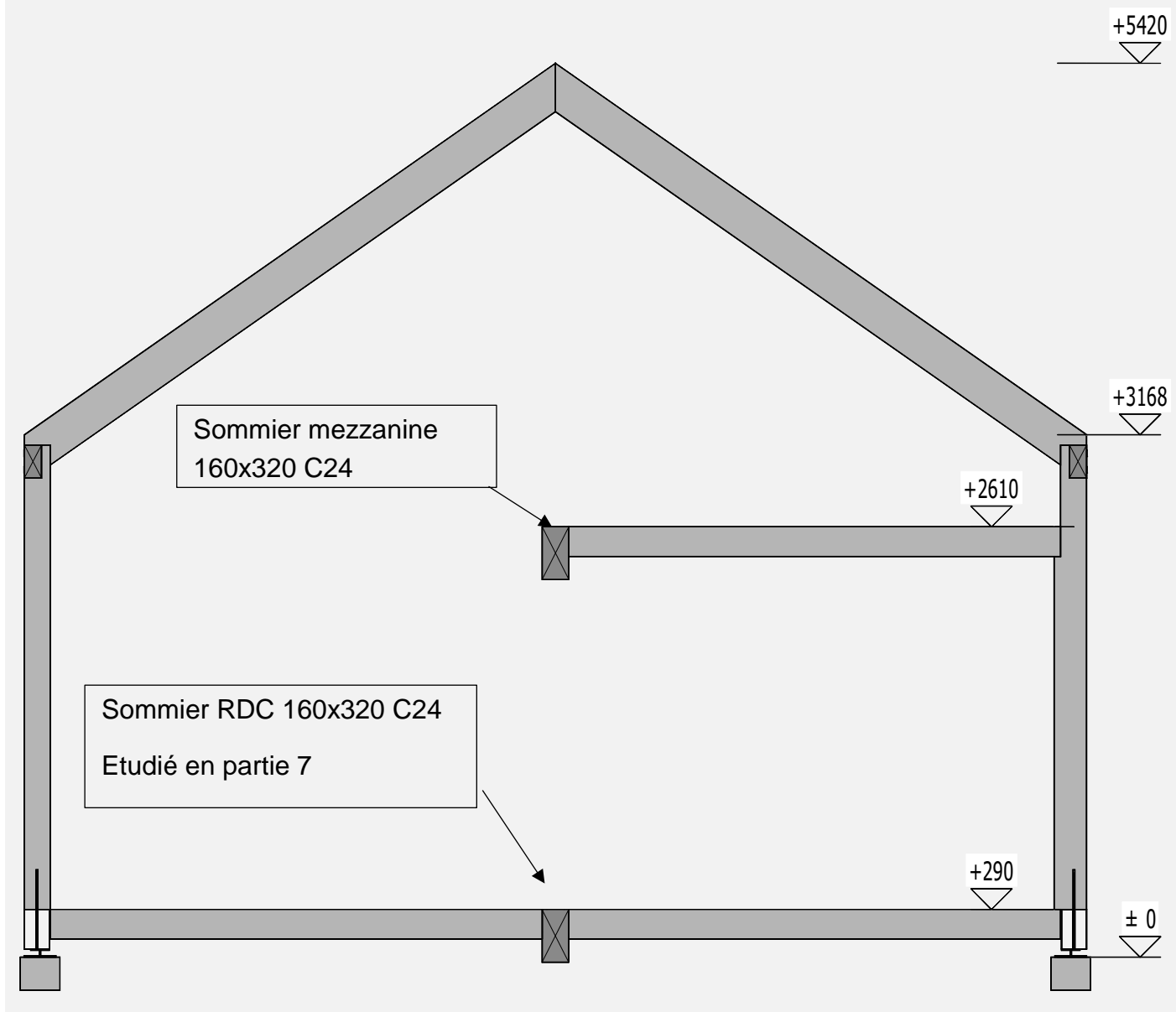
Baie vitrée selon conception

L1850xH2185

Baie vitrée selon conception



## Coupe et altimétrie



## 1. Valider le parti pris architectural – Compacité (15 min)

### Documents utilisés :

- DR 1

### Données :

Le coefficient de forme ou de compacité est un coefficient permettant de quantifier et d'évaluer l'optimisation du volume habitable par rapport aux surfaces de parois extérieures.

**Il se calcule comme le rapport entre la surface des parois extérieures et le volume de l'espace habitable. Pour un volume équivalent, plus ce coefficient est faible, moins grandes sont les déperditions.**

La démarche d'éco-conception demande l'implication de tous les acteurs de la construction et d'avoir une vision globale du projet.

L'architecte a fait le choix d'une forme insolite avec un plan octogonal. L'objectif de cette partie est de vérifier la pertinence de ce parti pris architectural sur les performances thermiques du bâtiment.

- 1.1. **Remplir** le DR1 puis en **déduire** les coefficients de compacité de trois types de conception.
- 1.2. A partir des résultats du DR1 sur la compacité du bâtiment, **expliquer** si le parti pris architectural est pertinent vis-à-vis des performances thermiques.

## 2. Valider la composition du mur (30 min)

### Documents utilisés :

- DR 2, DR 3
- DT 1, DT 2, DT 13, DT 15

### Données :

On prendra  $\lambda_{bois} = 0,13 \text{ W/m} \cdot \text{K}$

L'objectif de cette partie est de valider la composition du complexe de murs d'un point de vue thermique et hygrothermique.

- 2.1. Sur le document DR 2, **déterminer** le  $U$  moyen de la couche ossature/isolation, noté  $U_p$ .  
En **déduire** sa résistance  $R$ .

Pour la suite on prendra pour valeur  $R = 3,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

- 2.2. Sur le document DR 3, **remplir** le tableau pour déterminer  $U$  de la paroi.
- 2.3. A partir des résultats précédents, **valider** la résistance thermique du mur par rapport aux exigences du CCTP.

Le document DT 3 présente les résultats d'une étude hygrothermique de la paroi pour trois panneaux de contreventement différents.

2.4. **Analyser** le document et **choisir** le panneau le plus pertinent vis-à-vis de la gestion du transfert de vapeur d'eau. **Expliquer** votre choix.

### 3. Valider le choix des menuiseries (20 min)

#### Documents utilisés :

- DR 4
- DT 4, DT 5

#### Données :

L'ensoleillement direct correspond à l'écart entre la courbe des masques solaires lointains et la courbe de zénith solaire.

L'objectif de cette partie est de valider le choix des menuiseries en accord avec la conception bioclimatique du projet.

Le document DT 5 présente la courbe du soleil à l'emplacement de la construction au 21 décembre et au 21 juin.

Le document DR 4 présente les reliefs (masques solaires lointains) à l'emplacement de la construction.

3.1. À l'aide du DT 5, **tracer** de deux couleurs différentes, sur le DR 4 les courbes du soleil au 21 juin et au 21 décembre par rapport au lieu de construction.

3.2. Sur le DR 4, **hachurer** l'ensoleillement direct au 21 décembre.

3.3. **Conclure** à partir de la question précédente sur l'ensoleillement direct de la construction au 21 décembre.

3.4. On présente dans le DT 4, deux types de menuiseries très performantes. À l'aide des réponses à la question **choisir** la menuiserie la plus adaptée au regard des performances thermiques et de l'ensoleillement. **Argumenter** votre choix.

### 4. Calcul des charges (20 min)

#### Documents utilisés :

- DT 6, DT 7, DT 13

#### Données :

La forme octogonale sera assimilée à une toiture rectangulaire 4 pans pour l'étude de la neige. Le site se trouve à 890 m d'altitude en zone de neige C2, exposition normale aux vents.

On **ne négligera pas** les charges de poids des chevrons et chevrons de compensations.

On **négligera** les charges de poids propre des contre-lattes et du frein-vapeur.

L'objectif de cette partie est de déterminer les hypothèses de charges en vue de les renseigner dans un logiciel de simulation mécanique.

- 4.1. **Calculer** la charge de neige au sol  $s_k$ . **En déduire** la charge neige en rampant sur la toiture  $s$ .
- 4.2. **Calculer** la charge de poids propre du complexe de toiture.

## 5. Dimensionnement du feuillard (50 min)

### Documents utilisés :

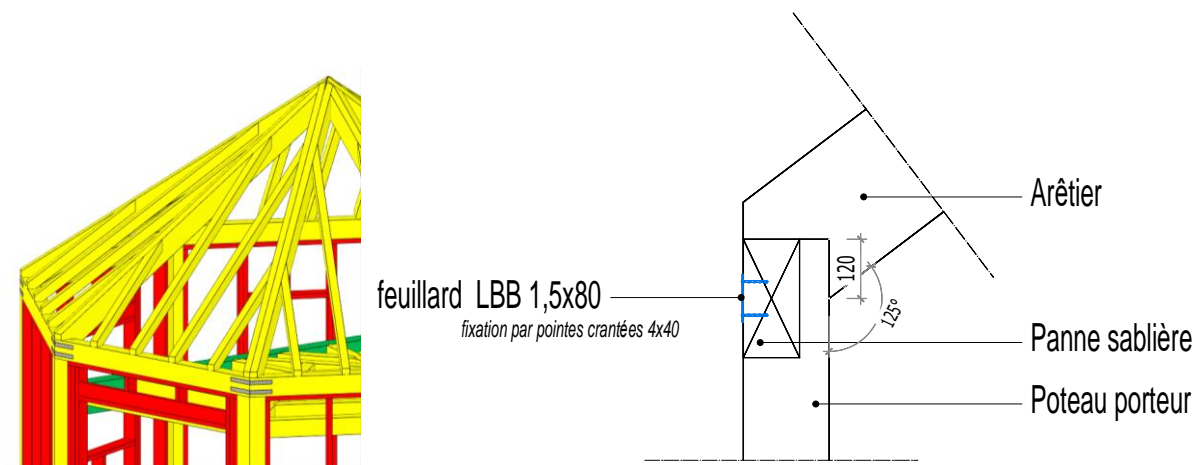
- DT 8, DT 9, DT 10, DT 11 et DT 15
- DR 5

### Données :

L'arêtier renvoie des efforts en tête de mur qui sont repris par un ceinturage réalisé à chaque poteau par deux feuillards LBB 1,5 x 40 sur la hauteur de la panne sablière.

Le dimensionnement se fera sous la combinaison ELU 2  $Ed_2 = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S$

L'objectif de cette partie est de vérifier le dimensionnement de ces feuillards.



- 5.1. **Proposer** une modélisation (liaisons, charges, repère d'étude, longueurs) isostatique de l'arêtier 5.
- 5.2. À l'aide de la note de calcul fournie dans le DT 9, **déterminer** les efforts (vertical et horizontal) renvoyés par l'arêtier en tête de mur. **Donner** ceux que l'on considérera pour le dimensionnement du feuillard.
- 5.3. Sur le DR 5, et à l'aide du DT14, **déterminer** graphiquement la direction des efforts dans les feuillards.
- 5.4. **Déterminer** par une méthode de votre choix les efforts repris par les feuillards.
- 5.5. **Déterminer** comment travaillent les feuillards (sollicitations).

On prendra dans la suite des questions  $F_{Ed, feuillard} = 5,80 \text{ kN}$



5.6. À l'aide du DT10, **calculer** la résistance du système en traction  $R_{ax,d}$ .

5.7. **Calculer** la résistance en cisaillement  $R_{V,d}$  des pointes.

On fixe le clouage à 2 files de 10 pointes par feuillard.

5.8. **Calculer** la résistance du système feuillard et pointe  $R_{1,d}$ . **Conclure** sur le choix du nombre feuillard.

## 6. Dimensionnement d'un assemblage

(40 min)

### Documents utilisés :

- DR 6
- DT 7, DT 11 et DT 13

### Données :

Pour cette étude on considéra que le repos horizontal reprendra tous les efforts verticaux et que l'appui vertical reprendra tous les efforts horizontaux.

On rappelle que les efforts en pieds d'arbalétriers sous la combinaison ELU 2  $Ed_2 = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S$

- Verticalement : 6,00 kN
- Horizontalement : 4,39 kN

L'objectif de cette partie est de réaliser la vérification réglementaire de l'assemblage bois-bois.

6.1. **Nommer** dans le tableau du DR 6, la nature des sollicitations subies par le poteau et l'arbalétrier au niveau des zones de contacts repérées sur la coupe verticale à l'axe de l'arêtier.

On se propose de ne faire que la vérification de la compression perpendiculaire sur le poteau.

6.2. **Déterminer** la surface de contact entre l'arêtier et le poteau. En **déduire** la contrainte en compression.

6.3. **Calculer** la résistance maximale admissible en compression  $f_{c,d}$ .

6.4. **Calculer** le taux de travail en compression  $\eta_c$ . **Conclure** sur la validation de cet assemblage à l'Eurocode.

## 7. Étude du sommier porteur du RDC

(50 min)

### Documents utilisés :

- DT 7, DT 11, DT 12 et DT15

### Données :

Pour modéliser le chargement du sommier on fera la simplification suivante :

- La vérification se fait sous la combinaison ELU2  $Ed_2 = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

Pour la suite on prendra :

- Charge d'exploitation  $G = 150 \text{ daN/m}^2$
- Charge de poids propre  $Q = 50 \text{ daN/m}^2$

Par simplification on considérera une bande de chargement de 2,2 m de large.

Cette partie a pour but de vérifier le dimensionnement des sommiers porteurs.

7.1. **Calculer** la charge linéaire appliquée sur le sommier.

Pour la suite on prendra une charge de 650 daN/m

7.2. **Tracer** les diagrammes des efforts internes. **Repérer** les valeurs remarquables.

7.3. **Expliquer** à quel type de sollicitation est soumis le sommier du R+1.

7.4. DIMENSIONNEMENT À L'ELU

7.4.1. **Calculer** la contrainte normale de flexion.

7.4.2. **Calculer** la contrainte tangentielle de cisaillement longitudinal.

7.4.3. **Déterminer** la classe de service du sommier. **Justifier** votre réponse. En **déduire**  $k_{mod}$  pour la combinaison considérée.

On prendra pour hypothèse  $k_{crit} = 1$ .

7.4.4. **Justifier**, au regard de la conception, pourquoi est-ce qu'on peut faire cette hypothèse ?

7.4.5. **Calculer** la résistance de calcul en flexion.

7.4.6. **Calculer** la résistance de calcul en cisaillement.

7.4.7. **En déduire** le taux de travail en flexion  $\eta_m$  et en cisaillement  $\eta_v$ . **Conclure** sur le dimensionnement à l'ELU.

7.5. DIMENSIONNEMENT À L'ELS

7.5.1. **Calculer** la déformation instantanée sous charge variable  $u_{inst}(Q)$ .

7.5.2. **Déterminer**  $k_{def}$ .

7.5.3. **Calculer** la flèche nette finale  $u_{net,fin}$ . On prendra  $u_{inst}(G) = 5,3 \text{ mm}$

7.5.4. **Calculer** les flèches limites instantanée  $w_{inst,q}$  et nette finale  $w_{net,fin}$ . **En déduire** les taux de travaux  $\eta_{inst,q}$  et  $\eta_{net,fin}$ .

7.5.5. **Conclure** sur le dimensionnement à l'ELS puis sur le dimensionnement global du sommier porteur.