

PRÉSENTATION DU PROJET

Le projet concerne la réalisation d'une salle polyvalente intercommunale sur un terrain libre de toute construction.

L'architecture du projet se compose d'une salle principale (définie sur les documents 1 et 2), d'une salle de rangement et d'un pavillon vestiaire (non représentés sur les documents).

La structure des bâtiments est en béton armé, la charpente de la salle principale (pannes et structure porteuse) est en bois lamellé collé, la charpente du pavillon vestiaire et de la salle de rangement sont de type charpente traditionnelle.

La charpente de la salle principale sera étudiée à partir de deux avant-projets permettant de choisir une solution, les fermes du premier sont à trois articulations et celles du deuxième avec jambes de force et poteaux.

DESCRIPTIF SOMMAIRE DE LA SALLE PRINCIPALE

CHARPENTE :

La structure de la charpente se compose de :

⇒ File 2 à file 6 :

- Fermes à trois articulations en bois lamellé collé pour le premier avant projet ;
- Fermes du type portique en bois lamellé collé composées d'arbalétriers, poteaux, jambes de force moisées, avec platines et goussets pour le deuxième avant projet.

⇒ Files pignon 1 et 7 : les pannes reposent sur le pignon en béton armé.

COUVERTURE

La couverture est en tuiles canal à emboîtement double posées sur double litelage. La pose et la pente de la toiture de 37 % sont conformes au D.T.U. 40.21.

PLAFOND

Entre les pannes, un plafond assurera l'isolation phonique et thermique, ainsi que l'habillage.

DONNÉES COMPLÉMENTAIRES :⇒ **Matériaux utilisés :**

Toutes les caractéristiques mécaniques des matériaux utilisés nécessaires à la présente étude sont données sur le document 3.

- Classe de résistance : Bois Lamellé GL 28h ;
- Humidité stabilisée : $H = 12\%$; Humidité à la mise en œuvre = 15% ; $\Delta H = 5\%$;
- Masse volumique : $500 \text{ kg} \cdot \text{m}^3$.

⇒ **Charges et surcharges :**

- Neige : $0.55 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ de projection horizontale;
- Couverture + liteaux : $0.55 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ réel ;
- Voligeage : $0.10 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ réel ;
- Plafond : $0.15 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$ réel.

⇒ **Sollicitations du premier genre : d'après les règles du D.T.U. CB 71.**

$$\text{➤ } (S1) = [(G) + 1,2 \cdot (P)]$$

$$\text{➤ } (S2) = [(G) + \gamma_p \times (P) + (P_c)]$$

Signification des symboles utilisés :

- ☐ (G) : charges permanentes ;
- ☐ (P) : surcharge d'exploitation ;
- ☐ (P_c) : surcharge climatique normale ;
- ☐ γ_p : prend la valeur la plus défavorable 0 ou 1.

⇒ **Flèches admissibles :**

- Pannes : $l / 300$;
- Structure : $l / 400$.

⇒ **Sections des pièces de charpente pour l'arc à trois articulations :**

- Pannes : $100 \times 280 \text{ (mm)}$;
- Arbalétriers : $135 \times 750 \text{ (mm)}$.

⇒ **Sections des pièces de charpente pour le portique avec jambes de force et poteaux :**

- Pannes : $100 \times 280 \text{ (mm)}$;
- Arbalétriers : $135 \times 600 \text{ (mm)}$;
- Poteaux : $135 \times 260 \text{ (mm)}$;
- Jambe de force : $(2 \text{ fois } 70) \times 305 \text{ (mm)}$.

TRAVAIL DEMANDE

Les trois parties sont indépendantes.

1^{ère} PARTIE : ÉTUDE D'UNE PANNE COURANTE

Le modèle mécanique proposé pour l'étude d'une panne courante placée à l'aplomb (verticalement) est proposé sur la figure 1 du document 4.

Questions : / 6points

1.1 Déterminer le taux de charge pondéré q supposé uniforme, s'exerçant sur une des pannes courantes. Préciser le pourcentage de charges permanentes par rapport à la charge pondérée q ;

Pour la suite on prendra $q = 2800 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ (valeur arrondie).

1.2 Donner la valeur des actions de liaison en A et B sur la panne 1 ;

1.3 Donner les positions et les intensités de l'effort tranchant et du moment fléchissant maximum ;

1.4 Vérifier la section aux différentes contraintes ;

1.5 Vérifier que le fluage doit être pris en compte pour la vérification de la panne 1 aux déformations (voir document 5) ;

1.6 Vérifier la condition de déformation en prenant pour coefficient de fluage $\theta = 1.24$. On rappelle l'expression de la flèche maximum pour un tel modèle :

$$f_{\max i} = \frac{5 \times p \times l^4}{374 \times E_f \times I_{Gz}}$$

2^{ème} PARTIE : ÉTUDE DU PREMIER AVANT PROJET

Hypothèses de travail :

- ⇒ Toutes les liaisons sont supposées parfaites ;
- ⇒ Les assemblages en C et D des arbalétriers 3 et 4 avec les poteaux 5 et 6 fixés aux murs sont modélisées par des liaisons pivots ;
- ⇒ L'assemblage des arbalétriers 3 et 4 au faîte E est modélisé par une liaison pivot ;
- ⇒ Un modèle d'arc à trois articulations sera donc retenu (figure 2 du document 4) ;
- ⇒ Le taux de charge pondéré du premier genre sur une panne courante est de $2800 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$;
- ⇒ On admettra une répartition uniforme des charges des pannes 1 sur les arbalétriers.

Questions : / 6 points

2.1 Déterminer le taux de charge moyen sur la ferme en projection horizontale.

Pour la suite on prendra une charge de $8500 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ (valeur arrondie) ;

2.2 Montrer que ce modèle d'étude est isostatique, sans mobilité ;

2.3 Déterminer les actions de contact aux liaisons C et D ; Pour la suite on prendra :

$$\overrightarrow{C_{5 \rightarrow 3}} = 123\,480(\text{N})\hat{i}/x + 91\,375(\text{N})\hat{j}/y \quad \text{et} \quad \overrightarrow{E_{4 \rightarrow 3}} = -123\,480(\text{N})\hat{i}/x$$

2.4 Déterminer les expressions et tracer les diagrammes des efforts normaux, des efforts tranchants et des moments fléchissants le long de cet arbalétrier 3.

2.6 Vérifier la section aux contraintes normales et aux contraintes tangentielles (pour le cisaillement, on prendra comme hauteur utile la moitié de la hauteur de la poutre).

3^{ème} PARTIE : ÉTUDE DU DEUXIÈME AVANT-PROJET**Hypothèses de travail :**

- ⇒ Le modèle d'étude du portique est représenté sur la figure 3 du document 4 ;
- ⇒ Les assemblages de par leur conception ne peuvent pas reprendre de moment et seront donc modélisés par des liaisons pivots ;
- ⇒ Le poteau 5 est lié au mur 0 en F et sur l'arbalétrier 3 en C ;
- ⇒ La jambe de force 7 est liée au poteau 5 en F et à l'arbalétrier 3 en G (par moisage).
- ⇒ Toutes les liaisons sont supposées parfaites ;
- ⇒ Le taux de charge pondéré est de $8500 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ de longueur projetée horizontalement ;
- ⇒ Le modèle d'étude du portique est symétrique par rapport à un axe vertical, alors l'action de liaison au faîte entre les deux arbalétriers est horizontale.
- ⇒ On se limitera, pour la recherche des actions de liaison à l'étude du demi portique gauche (dessiné en gras sur la figure 3 du document 4).

Questions : / 8 points

- 3.1 **Montrer** que le modèle d'étude du portique complet est isostatique, sans mobilité.
- 3.2 **Déterminer** les actions de liaisons en E et en F sur le demi portique de gauche.
- 3.3 **Déterminer** la valeur de l'effort normal dans la jambe de force 7.
- 3.4 **Vérifier** la section de cette jambe de force 7 au flambage (voir document 5), elle est supposée bi-articulée et l'effort normal à prendre en compte est de 124 900 N.
- 3.5 **Définir** l'assemblage boulonné (voir Document 6) de la liaison entre la jambe de force moisée 7 et l'arbalétrier 3, pour cela:
 - 3.5.1 Calculer le diamètre des boulons et leur nombre,
 - 3.5.2 Proposer un schéma de boulonnage.