

TEXTE DE L'ÉPREUVE

Présentation du thème :

Le support de l'épreuve est le dossier partiel d'un ensemble funéraire. L'étude porte uniquement sur la charpente qui s'appuie sur une structure en béton.

L'ensemble se décompose de la façon suivante (voir document technique DT1) :

- une chambre funéraire (ou funérarium),
- un magasin d'articles funéraires attenant à la chambre,
- une salle dite de "regroupement" de la famille, en pignon de la chambre.

Descriptif du rez-de-chaussée (voir documents technique DT1 et DT3) :

- maçonnerie d'agglos de 20,
- mise en place de bois avec clous dans les chaînages horizontaux pour accrochage des fermettes,
- poteaux béton armé et poutres de liaison,
- poteaux béton armé Ø 25 pour le porche du magasin,
- poteaux béton armé Ø 20 à l'intérieur du magasin,
- dans le magasin, le mur de refend reposant sur les 3 poteaux Ø 20 sera monté jusqu'au faitage afin de permettre l'ancrage de la charpente du vide du magasin,
- les pignons sont réalisés en agglos de 20 avec une arase béton,
- en combles entre les deux bâtiments, la maçonnerie montera jusque sous la toiture (mur coupe-feu).

Descriptif de la charpente et de la couverture (voir documents technique DT2 et DT4) :

- charpente avec fermettes en sapin traité d'entraxe 600mm sur la majorité du bâtiment,
- réalisation de débords de toiture en pignon et en long pan de 300mm,
- façon de pénétration entre le funérarium et le magasin,
- dans la partie ouverte sur magasin, la charpente sera réalisée en fermes traditionnelles ou en poutres en I,
- au dessus de l'ensemble vitré du hall / accueil, il sera posé 1 ou 2 fers IPN ou similaire pour soutenir les entrants de fermettes. Ces fers reposant sur les deux retours en maçonnerie de briques de Vaugirard, une platine sera placée sous ces fers et fixée proprement dans la maçonnerie,
- bandeaux, planches de rive, frisette en PVC avec grilles de ventilation, sous toiture pour complément d'étanchéité avec contre-lattage,
- tuiles béton ton nuancé y compris coupe, etc ...
- tuiles de rive, faîtières avec cloisons, embouts, tuiles chatières, tuiles à douille Ø 150 pour VMC,
- gouttières zinc trapézoïdales, descentes carrées et dauphins.

Descriptif de l'isolation (voir document technique DT2) :

→ sur les murs :

- funérarium : doublage complexe isolant et placo type label rock 100 + 10,
- magasin, bureaux et partie famille : doublage placomur 100 + 10,
- magasin : isolation de laine de roche semi-rigide de 100 mm collée sur le mur de refend formant le vide,

→ sur les plafonds : pour l'ensemble funéraire en rez-de-chaussée, constitués d'une plaque de placoplâtre BA 13 sur rails galvanisés avec isolation laine de roche de 250 mm dont une couche pare-vapeur,

Première partie : Etude d'une ferme courante sur le magasin (voir document technique DT4)

1.1. Définition des charges et des combinaisons à considérer

- 1.1.1. Evaluer les charges permanentes sur les fermes à partir des données ci-dessous et les représenter sur un schéma (vous exprimerez les résultats en charges linéaires) :
- ↳ Données spécifiques :
 - poids de la tuile : $0,45 \text{ kN / m}^2$,
 - plaque de plâtre : $0,09 \text{ kN / m}^2$ et par cm d'épaisseur,
 - poids de la laine de roche : $0,2 \text{ kN / m}^3$.
- 1.1.2. Quels cas de charges proposez-vous d'étudier pour prendre en compte les charges d'entretien ? Représenter les solutions sur différents schémas (voir document ressource DR5).
- ↳ Données spécifiques :
 - poids d'un intervenant : 1 kN .
- 1.1.3. Evaluer la charge de neige normale (se reporter au document ressource DR1), vous exprimerez le résultat en charge linéaire suivant le rampant.
- ↳ Données spécifiques :
 - région de neige : 1A,
 - altitude du site : 314 m ,
 - angle de toiture : 30° .

1.2. Vérification du dimensionnement de la ferme

On s'intéresse dans cette partie à la vérification du dimensionnement d'une ferme courante sur la partie magasin (voir document technique DT4). Vous disposez des données suivantes :

- Un extrait du CB 71 définissant les contraintes admissibles → document ressource DR3.
- La définition du modèle retenu pour les calculs et données générales → document ressource DR4.
- Les efforts maxi dans les barres composant l'arbalétrier de gauche et pour chaque combinaison envisagée → document ressource DR5.

- 1.2.1. Déterminer les contraintes admissibles en flexion, traction et compression de l'arbalétrier de gauche (voir document ressource DR3).
- 1.2.2. Pour une vérification en 1^{er} genre (valeurs admissibles), préciser le numéro de barre, le numéro de cas de charges (appelé aussi combinaison) et le couple de valeurs N et M_f que vous retenez pour l'arbalétrier de gauche.
- 1.2.3. Pour une vérification en 2^{ème} genre (limites élastiques), préciser le numéro de barre, le numéro de cas de charges (appelé aussi combinaison) et le couple de valeurs N et M_f que vous retenez pour l'arbalétrier de gauche.
- 1.2.4. Pour une vérification sous charges d'entretien (valeurs admissibles $\times 1,4$), préciser le numéro de barre, le numéro de cas de charges (appelé aussi combinaison) et le couple de valeurs N et M_f que vous retenez pour l'arbalétrier de gauche.

Pour la suite de la question 1.2, on retiendra les valeurs suivantes : pour la barre **3** :

$$N_{\text{maxi}} = - 5,88 \text{ kN} \quad \text{et} \quad M_{f\text{maxi}} = 0,73 \text{ kN.m}$$

Ces valeurs correspondent à une combinaison du 1^{er} genre.

- 1.2.5. Faire une vérification en contrainte de la section de la barre **3** en flexion composée (voir documents ressource DR3 et DR6 et le document technique DT4).

Deuxième partie : Etude des pannes sur la partie ouverte du magasin

Le plafond de la partie ouverte du magasin est réalisé directement sous le rampant de la toiture. Celle-ci est composée de chevrons qui s'appuient sur des pannes (voir descriptif de l'architecte précisé en début de sujet dans la présentation du thème et le document technique DT2).

La 2^{ème} partie de l'épreuve consiste à dimensionner différents systèmes possibles qui aideront au choix ultérieur des pannes.

Définition des données nécessaires au calcul :

- > portée : $L = 7 \text{ m}$,
- > charge permanente due à la couverture et au plafond : $0,59 \text{ kN / m}^2$,
- > charge de neige : $P_n = 0,36 \text{ kN / m}^2$ (en longueur réelle de rampant),
- > entraxe des pannes suivant le rampant : $e = 1835 \text{ mm}$ (3 pannes par rampant + une panne faitière)
- > pente : $57,8 \%$ (angle de toiture, $\alpha = 30^\circ$),
- > pannes d'aplomb sur deux appuis chargées dans leur plan moyen
- > le KERTO a le même comportement que le bois lamellé collé vis à vis des coefficients de hauteur et d'humidité.

2.1. Réalisation des pannes avec des poutres en KERTO (voir document ressource DR 7)

Vous modéliserez la panne par une poutre sur deux appuis avec une charge répartie verticale correspondante à la combinaison $G + P_n$ à partir des valeurs suivantes :

$$q_G = 1,2 \text{ kN / m} \quad (\text{poids de la couverture, du plafond et poids propre de la poutre})$$

$$q_{Pn} = 0,67 \text{ kN / m}$$

- 2.1.1. Faire un croquis du modèle retenu et préciser les valeurs de la portée et de la charge répartie à appliquer.
- 2.1.2. Vérification en résistance (à la contrainte normale de flexion) : déterminer la hauteur h_1 nécessaire pour une poutre en KERTO de base $b = 75 \text{ mm}$.
- 2.1.3. Vérification en déformation avec un coefficient de fluage $\theta = 1$ ($\bar{f}_{adm} = \frac{L}{300}$) : déterminer la hauteur h_2 nécessaire pour une poutre en KERTO de base $b = 75 \text{ mm}$.
- 2.1.4. A partir des résultats obtenus précédemment, proposez une section adaptée et justifiez votre réponse.

2.2. Réalisation des pannes avec des poutres en I (voir document ressource DR 8)

- 2.2.1. Dimensionner la poutre en I à partir de la combinaison $G + P_n$. Vous vous appuyerez sur la définition et les niveaux de performance de ce type de poutre donnés sur le document ressource DR 8.
- 2.2.2. Vérifier la longueur minimale d'appui.
 - ↳ Données spécifiques :
 - la poutre repose sur deux appuis dont la longueur est de 50 mm minimum
 - la contrainte admissible en compression transversale : $\sigma'_t = 2,2 \text{ Mpa}$

Troisième partie : Etude des assemblages des poutres de la partie ouverte sur magasin

On retient finalement la solution avec des poutres en KERTO de 75 x 400 mm.

Elles peuvent être fixées dans les pignons maçonnés soit par scellement soit par l'intermédiaire de boîtiers métalliques.

Vous êtes chargé de définir la solution par boîtiers métalliques à partir des données suivantes :

- > Boîtiers utilisés, référence GSAE 660/80 de chez Simpson (voir caractéristiques ci-dessous données pour mémoire)

REFERENCE	Dimensions (en mm)				Percages	
	A	B	C	Ep	ailles	flancs
Données pour les références du type GSAE/3 :						
GSAE660/80/3	80	290	110	3	44 Ø5 + 6 Ø13	20 Ø5

REFERENCE	CHARGES ADMISSIBLES en kN		Fixations par clouage	
	Cisaillement	Soulèvement	ailles	flancs
Données pour les références du type GSAE/3 :				
GSAE660/80/3	21	21	44 Ø 4,2 x 50	20 Ø 4,2 x 50

Ces charges admissibles correspondent à des bois de classe C18 ou C22.

> Modélisation mécanique selon schéma ci-contre et à partir des hypothèses suivantes :

- la fixation des boîtiers dans le pignon est assurée par 4 chevilles dont le diamètre est à définir (sur les 6 prévues au maximum),
- le modèle plan est retenu du fait de la symétrie et chaque couple de chevilles est modélisé par une liaison pivot respectivement en A et B.
- l'arase du pignon est en béton armé avec une résistance ≥ 25 Mpa,
- l'action de la poutre en KERTO sur le boîtier est modélisée par une charge ponctuelle verticale descendante d'intensité 6,6 kN au point C.

Questions :

- 3.1. On émet l'hypothèse que l'effort de cisaillement est repris à part égale par les 4 chevilles.
Etudier l'équilibre statique du boîtier et déterminer les actions de liaison en A et B sur le boîtier.
- 3.2. En déduire l'effort de cisaillement repris par chaque cheville et l'effort d'arrachement exercé sur une cheville supérieure.
- 3.3. Pour cette question, on retiendra les valeurs suivantes qui prennent en compte un coefficient de sécurité :
 - effort de cisaillement sur une cheville = 3 kN
 - effort d'arrachement sur une cheville = 2,4 kN

Le document ressource n° 9 vous donne les caractéristiques techniques et mécaniques de deux types de chevilles, la cheville HSA et la cheville HUD.

Proposer une cheville adaptée et justifier votre réponse.

