

Hangar métallique

Un bâtiment de deux étages est construit avec des poutres métalliques porteuses **IPER**. L'implantation est de **10 poteaux** porteurs par étage.

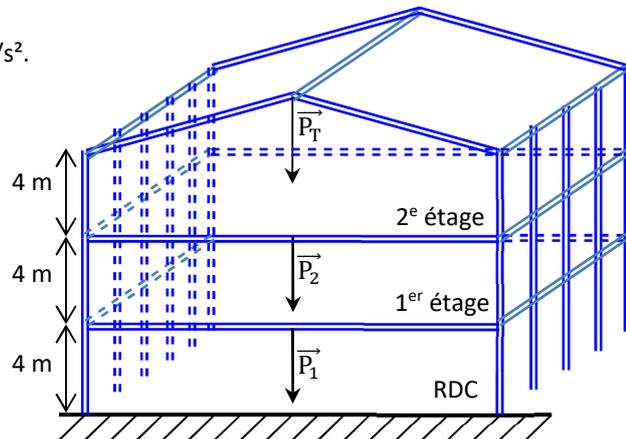
La toiture représente une charge P_T de **500 000 N** qui repose sur les 10 poteaux du 2^e étage.

Le plancher du 2^e étage et sa charge représentent une charge P_2 de **1 200 000 N** qui repose sur les 10 poteaux du 1^{er} étage.

Le plancher du 1^{er} étage et sa charge représentent une charge P_1 de **1 500 000 N** qui repose sur les 10 poteaux du RDC.

La limite élastique des poutres est $Re_{IPER} = 215 \text{ MPa}$

Le coefficient de sécurité est $cs = 10$. On prend $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Étude de la structure verticale

Hypothèse - le poids des poutres et poteaux porteurs est négligé devant les autres charges (P_1 , P_2 et P_T).

Question 1 - En tenant compte du coefficient de sécurité, calculer $R_{pe} = \sigma_{max}$

Question 2 - Calculer la section S minimale des poteaux du 2^e étage. Choisir la dimension des poutres IPER.

Question 3 - Calculer la section S minimale des poteaux du 1^{er} étage. Attention, les poteaux du 1^{er} étage supportent la charge du 2^e étage ainsi que de la toiture. Choisir la dimension des poutres IPER.

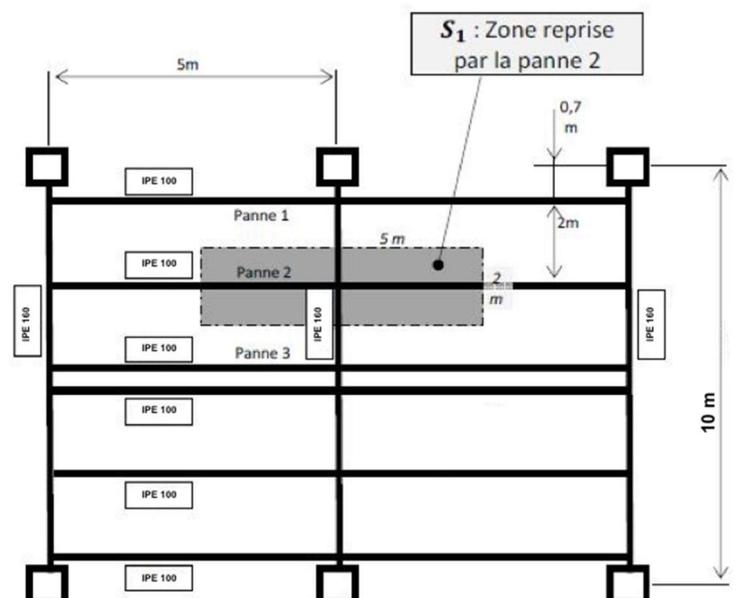
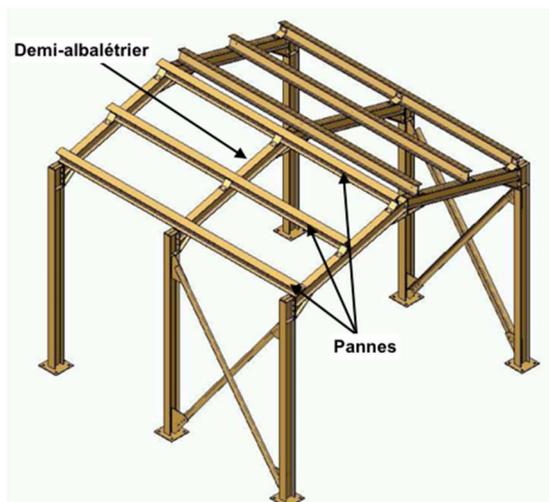
Question 4 - Calculer la section S minimale des poteaux du RDC. Choisir la dimension des poutres IPER.

Question 5 - Calculer les poids des poteaux du 2^e et du 1^{er} étage. L'hypothèse est-elle acceptable ?

Étude de la structure horizontale

La structure supportant la toiture est composée de « demi-arbalétriers » réalisés en **IPER 160**.

Ces demi-arbalétriers supportent 3 « pannes » réalisés en **IPER 100**.



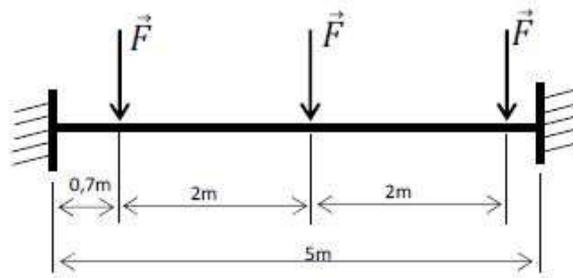
Objectif - On veut vérifier la résistance et la déformation du demi-arbalétrier central.

Données :

Les pannes supportent la couverture et le chargement climatique (celui étudié sera le poids de la neige).

- La zone « supportée » par la panne 2 est S_1 et a pour dimensions : 5 m x 2 m.
- Chargement dû à la neige $qn = 2 \text{ kN/m}^2$.
- Poids de la couverture : $qt = 400 \text{ N/m}^2$.

Le demi-arbalétrier étudié est modélisé par une poutre horizontale. La force \vec{F} modélise l'action des pannes 1, 2 et 3.



Question 6 - Calculer la surface S_1 en m^2 .

Question 7 - Calculer, pour la surface S_1 , le poids de la neige + couverture, en N, qu'on nommera F_C .

Question 8 - A l'aide de la documentation technique sur les poutres IPE, calculer le poids F_p de la panne pour la surface S_1 .

Question 9 - Déduire des deux questions précédentes la valeur de l'action F .

Les charges sur le demi-arbalétrier ont été simulées sur un logiciel de RDM dont les résultats sont présentés en annexe.

Question 10 - A partir des résultats de la simulation, identifier le point de la poutre avec son abscisse x (en m) où la valeur absolue du moment fléchissant est la plus grande. Relever cette valeur $M_{fz_{max}}$, en N.m.

Question 11 - Sachant que la contrainte σ en flexion se calcule par la relation donnée ci-dessous, déterminer la contrainte maximale que subit la poutre. Attention, il faut convertir M_{fz} en N.mm et I_y/V_y en mm^3 .

$$\sigma_{max} = \frac{M_{fz_{max}}}{I_y/V_y}$$

Question 12 - Sachant que la poutre est en acier dont la limite élastique est de 450 MPa, déterminer le coefficient de sécurité.

Question 13 - A partir des résultats de la simulation (en ligne sur le site de Saint Erembert), relever la déformation maximale, appelée flèche.

Question 14 - La norme imposant une déformation maximum est-elle respectée ?

Normes sur les flèches maximales des poutres d'ouvrages métalliques

Élément d'ouvrage	δ_{max}
Toitures en général (accessible uniquement pour l'entretien)	L/200
Toitures normalement accessibles	L/250
Planchers en général (sans équipement particulier)	L/250
Planchers et toitures supportant des matériaux fragiles (cloisons en plâtre)	L/250
Planchers supportant des poteaux	L/400

