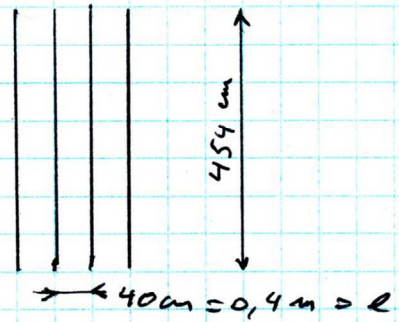
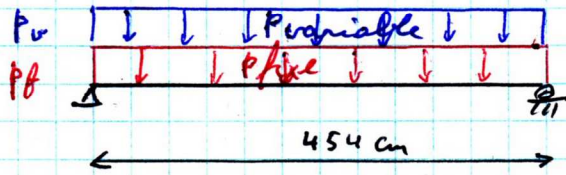


# Exercice 1. Poutre bois (anisotrope)

$$\sigma = 10 \text{ N/mm}^2$$
$$E = 8000 \text{ N/mm}^2$$

(1)

## 1) Schéma statique.



## 2) charge variable.

$$q_v = 1 \text{ kN/m}^2 \text{ (vent ou entation ou neige)}$$

$$\Rightarrow p_v = q_v \cdot e = 1 \cdot 0,4 = 0,4 \text{ kN/m}$$

## 3) charges fixes. (Voir remarque page 2 !)

### 3.1. Panneaux OSB

$$\bullet \gamma \approx 6,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\bullet \text{ en } 24 \text{ mm d'épaisseur} \Rightarrow q = 6,5 \cdot 0,024 = 0,16 \text{ kN/m}^2$$

$$\bullet p = 0,16 \cdot 0,4 = 0,064 \text{ kN/m}$$

### 3.2. Poutres en résineux

$$\bullet \gamma \approx 5 \text{ kN/m}^3$$

$$\bullet \text{ Essayons avec des } 38 \times 225 \text{ mm} \Rightarrow p = 0,038 \times 0,225 \times 5 = 0,04275 \text{ kN/m}$$

### 3.3 Isolation cellulosique

$$\bullet \gamma \approx 0,4 \text{ kN/m}^3$$

$$\bullet \text{ en } 225 \text{ mm d'épaisseur} \Rightarrow q = 0,4 \cdot 0,225 = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

$$\bullet p = 0,09 \cdot 0,4 = 0,036 \text{ kN/m}$$

### 3.4 Isolation de liège

$$\bullet \gamma \approx 1,05 \text{ kN/m}^3$$

$$\bullet \text{ en } 3 \text{ mm d'épaisseur} \Rightarrow q = 1,05 \cdot 0,003 = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ kN/m}^2$$

$$\bullet p = 3,15 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ kN/m}$$

### 3.5 Total charges fixes

$$p_f = 0,064 + 0,04275 + 0,036 + 0,00126 = 0,144 \text{ kN/m}$$

#### 4) Calcul à la résistance (ELU)

- charges fixes :  $p_f = 0,144 \text{ kN/m}$  Coefficient 1,35
- charges variables :  $p_v = 0,4 \text{ kN/m}$  Coefficient 1,5
- $\Rightarrow p_{sd} = 0,144 \cdot 1,35 + 0,4 \cdot 1,5 = 0,7944 \text{ kN/m} \approx 0,8 \text{ kN/m}$

$$M_{sd} = \frac{p_{sd} \cdot l^2}{8} = \frac{0,8 \cdot 4,54^2}{8} = 2,0612 \text{ kNm} = 2,0612 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\text{Poutre } 38 \times 225 \text{ mm} \Rightarrow I_{\text{tr}} = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{38 \cdot 225^3}{6} = 320625 \text{ mm}^3$$

$$M_{rd} = \sigma_{\text{tr}} \cdot \left( \frac{I_{\text{tr}}}{l_{\text{tr}}} \right) = 10 \cdot 320625 = 3206250 \text{ Nmm} = 3,20625 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{rd} > M_{sd} \quad \text{OK.}$$

#### 5) Calcul à la rigidité (ELS) Coeff de fluage bois = 1,8

$$p_{sd} = 0,144 \cdot 1,8 + 0,4 \cdot 1 = 0,659 \text{ kN/m} = 0,659 \text{ N/mm}$$

$$f_{\text{max}} = \frac{4,54}{300} = 0,01513 \text{ m} \approx 15,13 \text{ mm}$$

$\rightarrow 1/300$  poutre

$$\text{Poutre } 38 \times 225 \text{ mm} \Rightarrow I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{38 \cdot 225^3}{12} = 36,07 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$f_d = \frac{5 p l^4}{384 E I} = \frac{5 \cdot 0,659 \cdot 4540^4}{384 \cdot 8000 \cdot 36,07 \cdot 10^6} = 12,63 \text{ mm} \approx 14 \text{ mm}$$

$$f_d < f_{\text{max}} \quad \text{OK.}$$

Remarque importante : dans le cas d'une planche en bois, on peut prendre en première approximation la valeur de  $0,5 \text{ kN/m}^2$  comme charge fixe, comprenant les panneaux, l'isolation et le poids propre des poutres cherchées. Le calcul donne alors :

#### 3) Charges fixes $0,5 \text{ kN/m}^2$

$$\Rightarrow p_f = 0,5 \cdot 0,4 = 0,2 \text{ kN/m}$$

#### 4) ELU

$$\Rightarrow p_{sd} = 0,2 \cdot 1,35 + 0,4 \cdot 1,5 = 0,87 \text{ kN/m}$$

$$M_{sd} = \frac{0,87 \cdot 4,54^2}{8} = 2,24 \text{ kNm} = 2,24 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\text{Poutre } 38 \times 225 \text{ mm} \Rightarrow I_{\text{tr}} = 320625 \text{ mm}^3$$

$$\cdot M_{rd} = 10 \cdot 320625 = 3,206 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{rd} > M_{sd} \quad \text{OK.}$$

5) ELS

Coefficient de fluage du bois = 1,8

$$\cdot p_{1k} = 0,2 \cdot 1,8 + 0,4 \cdot 1 = 0,76 \text{ kN/m}$$

$$\cdot f_{max} = \frac{4,54}{300} = 0,01513 \text{ m} = 15,13 \text{ mm}$$

$$\cdot \text{Poutre } 38 \times 225 \text{ mm} \Rightarrow I = \frac{38 \cdot 225^3}{12} = 36,07 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\cdot f_d = \frac{5 \cdot 0,76 \cdot 4540^4}{384 \cdot 8000 \cdot 36,07 \cdot 10^6} = 14,57 \text{ mm}$$

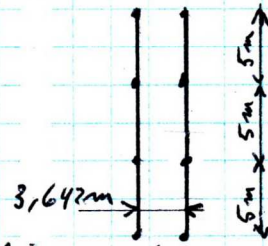
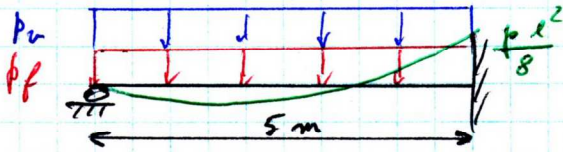
$$f_d < f_{max} \quad \text{OK.}$$

# Exercice 2 . Pontre acier

$$\sigma = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

## 1) Schéma statique



On assimile la pontre continue à une pontre rotulée/encastrée.

## 2) Charge variable

$$q_0 = 1 \text{ kN/m}^2 \quad (\text{vent ou attraction ou neige})$$

$$\Rightarrow p_v = 1 \cdot \frac{3,642}{2} = 1,821 \text{ kN/m}$$

## 3) Charges fixes. (Voir remarque page 5 !)

### 3.1. Tôle profilé acier.

$$\cdot q = 0,04 \text{ kN/m}^2$$

$$\Rightarrow p = 0,04 \cdot 1,821 = 0,07284 \text{ kN/m}$$

### 3.2. Poutrelle acier.

• Essayons avec une HEA 100

$$\left\{ \begin{array}{l} p = 0,167 \text{ kN/m} \\ I/v = 73 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \end{array} \right. \quad I = 349 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$\cdot p = 0,167 \text{ kN/m}$$

### 3.3. Total charges fixes.

$$\cdot p_f = 0,07284 + 0,167 \approx 0,240 \text{ kN/m}$$

## 4) Calcul à la résistance (ELU)

$$\cdot \text{charges fixes : } p_f = 0,240 \text{ kN/m} \quad \text{Coefficient } 1,35$$

$$\cdot \text{charges variables : } p_v = 1,821 \text{ kN/m} \quad \text{Coefficient } 1,5$$

$$\Rightarrow p_{sd} = 0,240 \cdot 1,35 + 1,821 \cdot 1,5 = 3,0555 \text{ kN/m}$$

$$\cdot M_{sd} = \frac{p_{sd} \cdot l^2}{8} = \frac{3,0555 \cdot 5^2}{8} = 9,548 \text{ kNm} = 9,548 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\cdot M_{rd} = \sigma_{acier} \cdot \left( \frac{I}{v} \right)_{poutrelle} = 235 \cdot 73 \cdot 10^3 = 17,155 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{rd} > M_{sd} \quad \text{OK.}$$

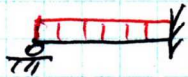
5) Calcul à la rigidité (ELS) ! pas de coeff de fluage pour l'acier ! (5)

$$\Rightarrow \cdot p_{sd} \text{ (non majoré!)} = 0,240 + 1,821 = 2,061 \text{ kN/m} = 2,061 \text{ N/mm}$$

$$\cdot f_{\max} = \frac{5}{300} = 0,01666... = 16,6 \text{ mm}$$

$\rightarrow 1/300^{\circ}$  flèche

$$\cdot f_d = \frac{p l^4}{185 EI} = \frac{2,061 \cdot 5000^4}{185 \cdot 210000 \cdot 349 \cdot 10^4} = 9,5 \text{ mm}$$



$$f_d < f_{\max} \quad \text{OK.}$$

Remarque importante: dans le cas de poutres en acier, le poids propre de la poutre à calculer n'est pas négligeable devant les charges appliquées. Il faut donc en tenir compte. Si on constate que  $\pi_{rd} < \pi_{sd}$  ou  $f_d > f_{\max}$ , il faut choisir une section de poutre plus grande, et refaire le calcul en tenant compte de l'augmentation du poids propre.