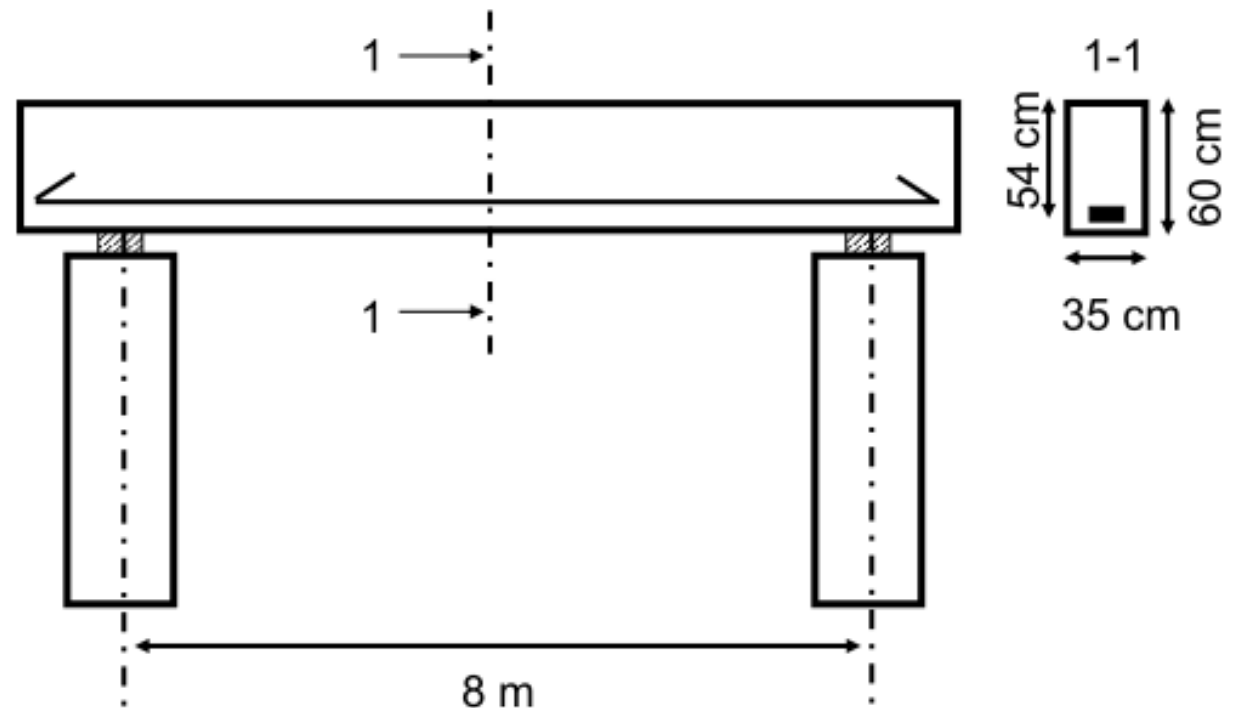
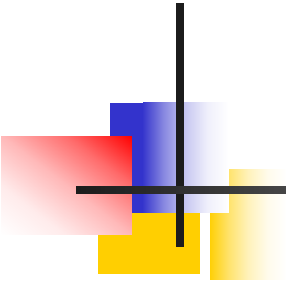


Exercice 7

Calculer la section d'acier à l'ELU puis à l'ELS au niveau de la section médiane de la poutre uniformément chargée schématisée ci-dessous :

- Charges permanentes y compris poids propre: $g = 12,5 \text{ kN/ml}$
- Charges d'exploitation: $q = 17,2 \text{ kN/ml}$
- Béton: $f_{c28} = 25 \text{ MPa}$
- Acier: FeE 400 HA
- Fissuration préjudiciable





Calcul d'armatures à l'ELU

Charge répartie sur la poutre en ELU : $g.1,35 + q.1,5 =$
 $12,5.1,35 + 17,2.1,5 = 42,675 \text{ KN/ml}$

Moment de flexion maximal en ELU :

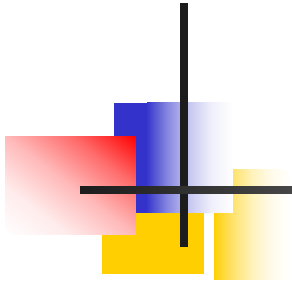
$$M_u = \frac{q.l^2}{8} = \frac{42,675 \cdot (8)^2}{8} = 341,4 \text{ KN.m}$$

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{1,5} = \frac{0,85 \cdot 25}{1,5} = 14,16 \text{ MPa}$$

$$f_{su} = \frac{f_e}{1,15} = \frac{400}{1,15} = 348 \text{ MPa}$$

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 \cdot 25 = 2,1 \text{ MPa}$$

$$\mu_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_{bu}} = \frac{0,3414}{0,35 \cdot 0,542 \cdot 14,16} = 0,236 > 0,186 \Rightarrow \text{Pivot B}$$



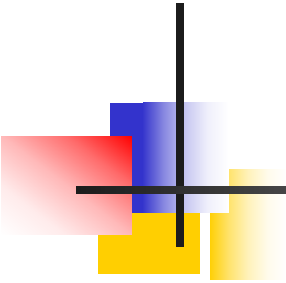
$\mu_u < \mu_L = 0,392 \Rightarrow$ La section ne nécessite pas d'armatures comprimées

$$Z_u = d. (1 - 0,4 \alpha) = 0,54. (1 - 0,4.0,34) = 0,466 \text{ m}$$

$$A_u = \frac{M_u}{Z. \sigma_{st}} = \frac{0,3414. 10^9}{466.348} = 2105 \text{ mm}^2 = 21,05 \text{ cm}^2$$

Condition de non fragilité

$$\begin{aligned} A_s &\geq A_{min} = 0,23 . b . d . \frac{f_{tj}}{f_e} = 0,23. 35. 54. \frac{2,1}{400} \\ &= 2,28 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$



Calcul d'armatures à l'ELS

Charge répartie sur la poutre en ELS : $g + q = 12,5 + 17,2 = 29,7 \text{ KN/ml}$

Moment de flexion maximal en ELS : $M_{\text{ser}} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{29,7 \cdot (8)^2}{8} = 237,6 \text{ KN.m}$

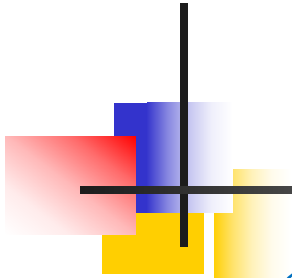
$$\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{c28} = 0,6 \cdot 25 = \mathbf{15 \text{ MPa}}$$

$$\frac{2}{3} f_e = 266,67 \text{ MPa}$$

$$\overline{\sigma}_s = \xi = \min \left\{ \begin{array}{l} \max (0,5 f_e; 110 \sqrt{\eta \cdot f_{tj}} = \max (200 ; 110 \sqrt{1,6 \cdot 2,1} (\text{MPa})) \end{array} \right.$$

$$\overline{\sigma}_s = \mathbf{201,63 \text{ MPa}}$$

$$\overline{\alpha} = \frac{15 \cdot \overline{\sigma}_{bc}}{\overline{\sigma}_s + 15 \cdot \overline{\sigma}_{bc}} = 0,527$$



$$M_{rb} = \frac{\bar{\alpha}}{2} \cdot \left(1 - \frac{\bar{\alpha}}{3}\right) \cdot \bar{\sigma}_{bc} \cdot b \cdot d^2 = \frac{0,527}{2} \cdot \left(1 - \frac{0,527}{3}\right) \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 0,35 \cdot 0,54^2 = 332,53 \text{ KN.m}$$

$M_{ser} \leq M_{rb} \Rightarrow$ Pas besoin d'armatures comprimées

$$\mu = \frac{M_{ser}}{\bar{\sigma}_s \cdot b \cdot d^2} = \frac{237,6 \cdot 10^{-3}}{201,63 \cdot 0,35 \cdot 0,54^2} = 0,0115$$

A partir du graphe : $\frac{Z}{d} = 0,845$ d'où $Z = 0,456 \text{ m}$

Ou bien $Z = d \left(1 - \frac{\alpha}{3}\right) = 0,54 \left(1 - \frac{0,527}{3}\right) = 0,445 \text{ m}$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{Z \cdot \bar{\sigma}_s} = \frac{237,6 \cdot 10^{-3}}{0,456 \cdot 201,63} = 0,00258 \text{ m}^2 = 25,8 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \sup (A_{ELU}, A_{ser}) = 25,8 \text{ cm}^2$$