

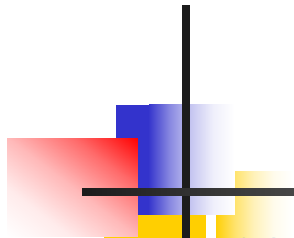
## Exercice 2

---

Une section droite de poutre de dimensions  $18 \times 40 \text{ cm}^2$  subit les moments de flexion  $M_u = 44\,100 \text{ N.m.}$  et  $M_s = 30\,000 \text{ N.m.}$  L'enrobage est de  $5 \text{ cm.}$  La limite élastique de l'acier est de  $400 \text{ MPa.}$  La résistance caractéristique du béton  $f_{c_{28}}$  est de  $22 \text{ MPa.}$

Sachant que la fissuration est peu préjudiciable, quelle est la section d'acier nécessaire?

# Solution



A l'E.L.U

$$f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{1,5} = \frac{0,85 \cdot 22}{1,5} = 12,47 \text{ MPa}$$

$$f_{su} = \frac{f_e}{1,15} = \frac{400}{1,15} = 347,83 \text{ MPa}$$

- Moment réduit  $\mu_u = \frac{M_u}{b \cdot d^2 \cdot f_{bu}}$   $d = 0,35 \text{ m}$

$$\mu_u = \frac{44\,100 \cdot 10^3}{180 \cdot (350)^2 \cdot 12,47} = 0,1604$$

$$\mu_u < 0,186 \Rightarrow \text{Pivot A}$$

- Paramètres de déformation:  
 $\alpha = 0,2198$   
 $\epsilon_{st} = 10 \text{ ‰}$   
 $\epsilon_{bc} = 2,82 \text{ ‰}$   
 $y_u = 0,0769 \text{ m}$   
 $Z = 0,3192 \text{ m}$

- Section d'acier:

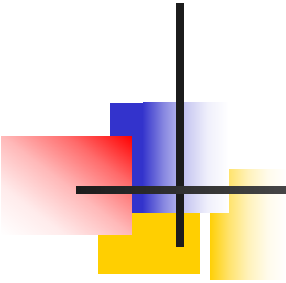
$$A_{st} = \frac{N_{st}}{\sigma_{st}} = \frac{M_u}{Z \cdot \sigma_{st}} = \frac{44\,100 \cdot 10^3}{319,2 \cdot 347,83} = 397,2 \text{ mm}^2 = 3,97 \text{ cm}^2$$

- Condition de non fragilité :

$$f_{t28} = 0,6 + 0,06 \cdot f_{c28} = 0,6 + 0,06 \cdot 22 = 1,92 \text{ MPa}$$

$$A_s \geq A_{min} = 0,23 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{tj}}{f_e}$$

$$A_{min} = 0,23 \cdot 18 \cdot 35 \cdot 1,92 / 400 = 0,6955 \text{ cm}^2 < 3,97 \text{ cm}^2$$



## A l'E.L.S

La fissuration est peu préjudiciable, d'où:  $\overline{\sigma}_s = 347,83 \text{ MPa}$

$$\overline{\sigma}_{bc} = 0,6 f_{c28} = 0,6 \cdot 22 = 13,2 \text{ MPa}$$

$$\overline{\alpha} = \frac{15 \cdot \overline{\sigma}_{bc}}{\overline{\sigma}_s + 15 \cdot \overline{\sigma}_{bc}} = 0,363$$

$$\begin{aligned} M_{rb} &= \frac{\overline{\alpha}}{2} \cdot \left(1 - \frac{\overline{\alpha}}{3}\right) \cdot \overline{\sigma}_{bc} \cdot b \cdot d^2 = \frac{0,363}{2} \cdot \left(1 - \frac{0,363}{3}\right) \cdot 13,2 \cdot 180 \cdot 350^2 = 46\,435\,275,81 \text{ N.mm} \\ &= 46\,435,3 \text{ N.m} \end{aligned}$$

$M_{ser} < M_{rb} \Rightarrow$  la section ne nécessite pas d'armatures comprimées

$$Z = d \left(1 - \frac{\overline{\alpha}}{3}\right) = 350 \left(1 - \frac{0,363}{3}\right) = 307,63 \text{ mm}$$

$$A_{ser} = \frac{M_{ser}}{Z \cdot \sigma_s} = \frac{30\,000 \cdot 10^3}{307,63 \cdot 347,83} = 280,37 \text{ mm}^2 = 2,80 \text{ cm}^2$$