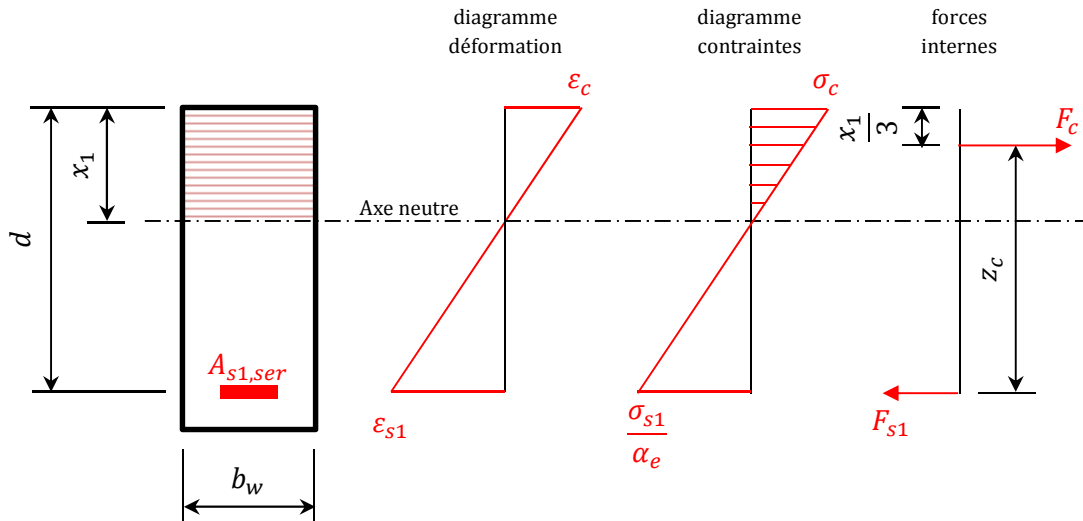


## 4.2 - FLEXION SIMPLE - ELS

(dimensionnement par limitation de la contrainte des aciers tendus)



$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{c,eff}} \quad \alpha_e = 15 \text{ (valeur recommandée)}$$

$$\bar{\sigma}_c = k_1 \times f_{ck} \quad \text{avec} \quad \begin{array}{ll} k_1 = 1 & \text{si classe d'exposition X0 ou XC} \\ k_1 = 0.6 & \text{si classe d'exposition XD, XS ou XF} \end{array}$$

$$\bar{\sigma}_s = k_3 \times f_{yk} \quad \text{avec} \quad k_3 = 0.8$$

$$x_1 = \alpha_1 \times d$$

$$z_c = d - \frac{x_1}{3} = d \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right)$$

$$F_c = \frac{1}{2} \times b_w \times x_1 \times \sigma_c = \frac{1}{2} \times b_w \times \alpha_1 \times d \times \sigma_c$$

$$F_{s1} = A_{s1,ser} \times \sigma_{s1}$$

**Equations d'équilibre :**

$$M_{ser} = F_c \times z_c = \frac{1}{2} \times b_w \times \alpha_1 \times d \times \sigma_c \times d \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right) = \frac{1}{2} \times b_w \times d^2 \times \sigma_c \times \alpha_1 \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right)$$

$$M_{ser} = F_{s1} \times z_c = A_{s1,ser} \times \sigma_{s1} \times z_c$$

$$\rightarrow A_{s1,ser} = \frac{M_{ser}}{\sigma_{s1} \times z_c}$$

**Calcul du moment résistant :**

$$\sigma_c = \bar{\sigma}_c$$

$$\sigma_{s1} = \bar{\sigma}_s$$

$$\bar{\alpha}_1 = \frac{\bar{x}_1}{d} = \frac{\bar{\sigma}_c}{\bar{\sigma}_s/\alpha_e + \bar{\sigma}_c}$$

$$M_{rc} = \frac{1}{2} \times b_w \times d^2 \times \bar{\sigma}_c \times \bar{\alpha}_1 \times \left(1 - \frac{\bar{\alpha}_1}{3}\right)$$

si  $M_{ser} > M_{rc}$                      $\rightarrow$     Aciers comprimés

si  $M_{ser} \leq M_{rc}$                      $\rightarrow$     Pas d'aciers comprimés

**Cas sans aciers comprimés  $M_{ser} \leq M_{rc}$  :**

$$\sigma_c \leq \bar{\sigma}_c$$

$$\sigma_{s1} = \bar{\sigma}_s$$

$$M_{ser} = \frac{1}{2} \times b_w \times d^2 \times \sigma_c \times \alpha_1 \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right)$$

$$\sigma_c = \frac{\bar{\sigma}_s/\alpha_e \times \alpha_1}{1 - \alpha_1}$$

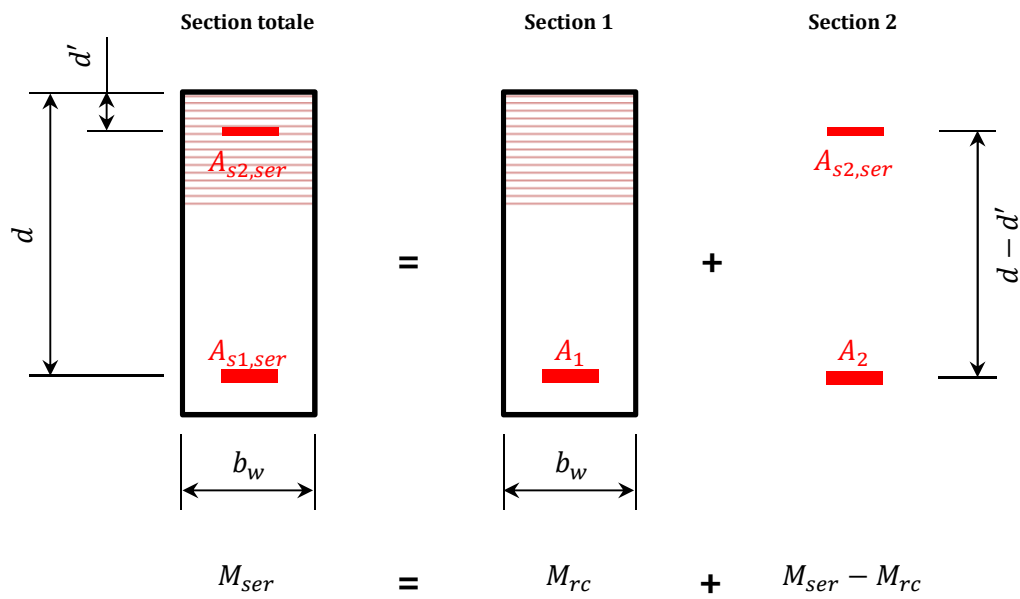
$$M_{ser} = \frac{1}{2} \times b_w \times d^2 \times \alpha_1^2 \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right) \times \frac{\bar{\sigma}_s/\alpha_e}{1 - \alpha_1}$$

$\rightarrow$  Equation du 3<sup>eme</sup> degré en  $\alpha_1$  avec  $0 < \alpha_1 < 1$

$$z_c = d \times \left(1 - \frac{\alpha_1}{3}\right)$$

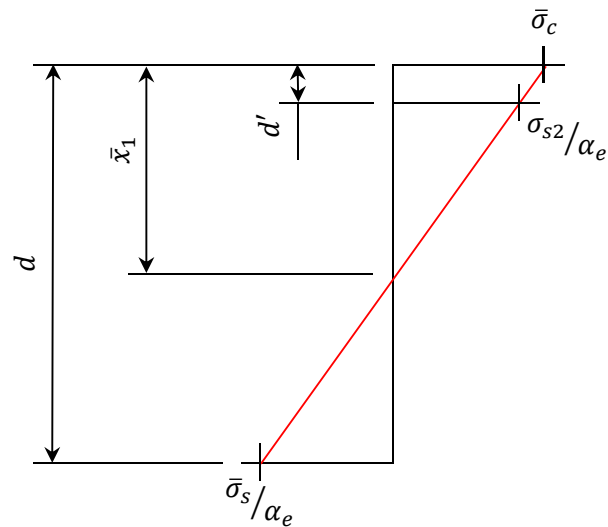
$$A_{s1,ser} = \frac{M_{ser}}{\sigma_{s1} \times z_c}$$

Cas avec aciers comprimés  $M_{ser} > M_{rc}$  :



Calcul de  $A_{s2,ser}$  :

$$M_{ser} - M_{rc} = A_{s2,ser} \times \sigma_{s2} \times (d - d')$$



$$\sigma_{s2} = \alpha_e \times \bar{\sigma}_c \times \frac{\bar{\alpha}_1 - \frac{d'}{d}}{\bar{\alpha}_1}$$

$$A_{s2,ser} = \frac{M_{ser} - M_{rc}}{(d - d') \times \sigma_{s2}}$$

**Calcul de  $A_{s1,ser}$  :**

$$A_{s1,ser} = A_1 + A_2$$

$$A_1 = \frac{M_{rc}}{\sigma_{s1} \times z_c} \quad \text{avec} \quad \sigma_{s1} = \bar{\sigma}_s$$

$$z_c = d \times \left(1 - \frac{\bar{\alpha}_1}{3}\right)$$

$$M_{ser} - M_{rc} = A_{s2,ser} \times \sigma_{s2} \times (d - d') = A_2 \times \sigma_{s1} \times (d - d')$$

$$A_{s2,ser} \times \sigma_{s2} = A_2 \times \sigma_{s1}$$

$$A_2 = A_{s2,ser} \times \frac{\sigma_{s2}}{\sigma_{s1}}$$

$$A_{s1,ser} = \frac{M_{rc}}{\sigma_{s1} \times z_c} + A_{s2,ser} \times \frac{\sigma_{s2}}{\sigma_{s1}}$$

## Flexion simple - ELS

### Section rectangulaire

(dimensionnement par limitation de la contrainte des aciers tendus)

Béton	Acier	Dimensions	Sollicitations
$f_{ck}$	$f_{yk}$	$b_w$	$M_{ser}$
Classe d'exposition	$\alpha_e$	$d$	
		$d'$	

