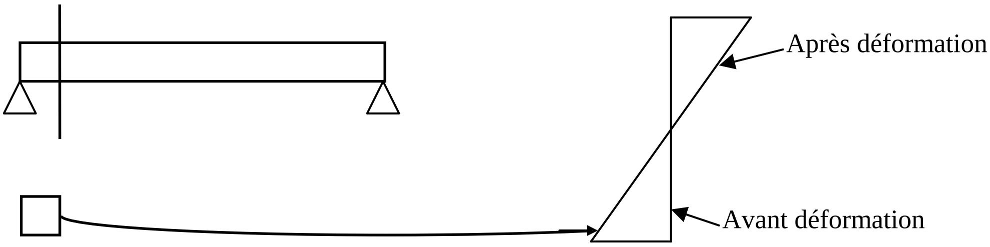
Chapitre V

Les hypothèses de calcul

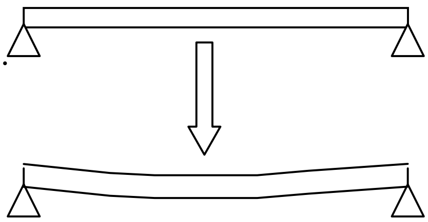
Chapitre V : Les hypothèses de calcul

I- Hypothèses à L'E .L .U :

***Hypothèse* (1) :** toute section plane avant déformation reste plane déformation.



***Hypothèse* (2) :** Il n 'est y a pas de glissement relatif entre le béton et l'acier . la déformation de deux matériaux et la même. Il résulte de cette hypothèse que les déformations des fibres sont proportionnelles à leurs distances par rapport à l'axe neutre .

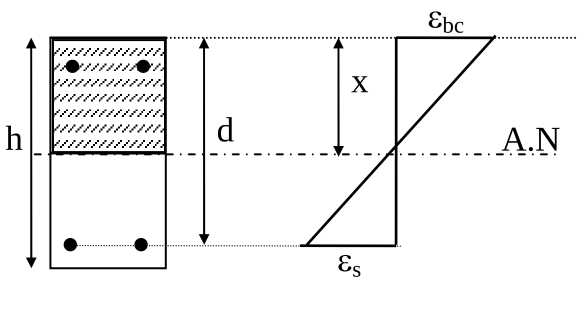


ε_{bc} : la déformation du béton à la compression

ε_s : la déformation des l'aciers tendue .

x : la distance de l'axe neutre .

d : la distance du centre de gravité aux armatures tendues.



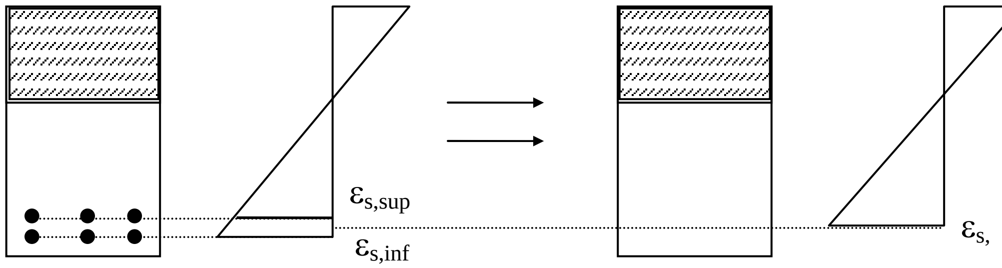
$$\alpha = \frac{x}{d} = \frac{\varepsilon_{bc}}{\varepsilon_{bc} + \varepsilon_s}$$

$$\Rightarrow \qquad \varepsilon_s = \frac{1-\alpha}{\alpha} . \varepsilon_{bc}$$

ou $$\varepsilon_{bc} = \frac{\alpha}{1-\alpha} . \varepsilon_s$$

***Hypothèse* (3) :** la résistance du béton tendu est négligée.

Hypothèse (4) : On suppose concentré en leur centre de gravité la section d'un groupe de plusieurs barres tendues ou comprimées, si l'erreur commise sur les déformations unitaires ne dépassent pas 15% .

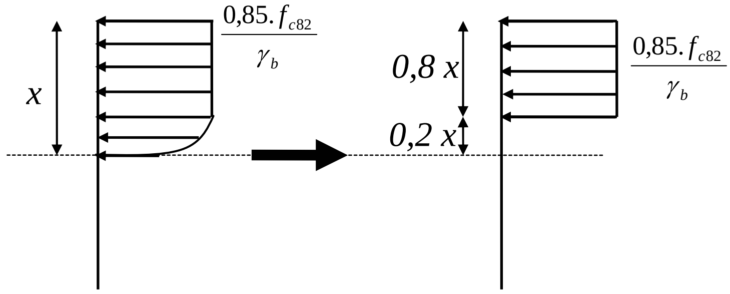


$$\frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s.\sup}}{\varepsilon_{s.\sup}} \leq 15\,\% \qquad \frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s.\inf}}{\varepsilon_{s.\inf}} \leq 15\,\%$$

Hypothèse (5) : le diagramme contrainte-déformation du béton pouvant être utilisé dans tout les cas sera le diagramme parabole-rectangle. Lorsque la section n'est pas entièrement comprimée, On peut utiliser le diagramme rectangulaire simplifié définit comme suit :

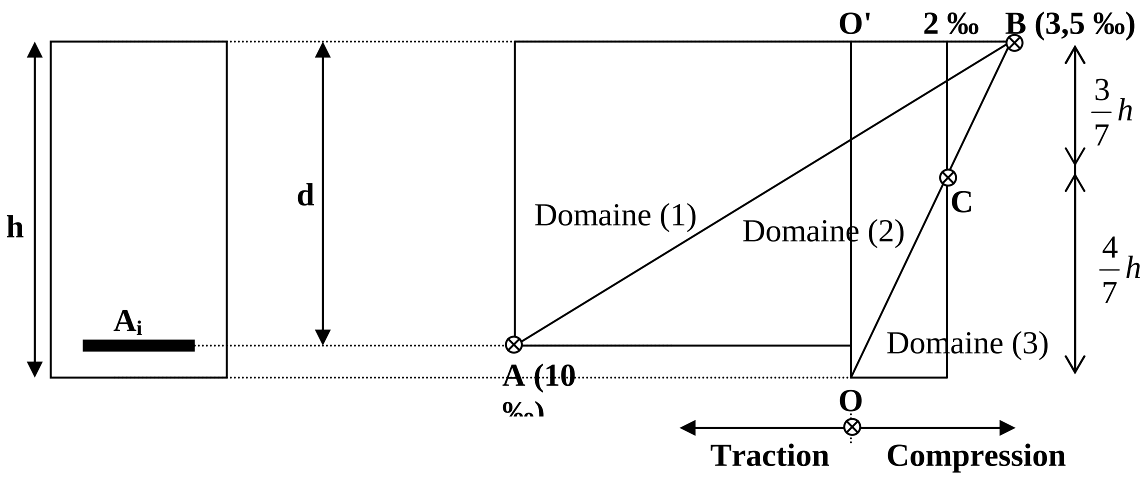
sur une distance de *0,2.x* à partir de l'axe neutre, la contrainte sera considérée comme nulle.

Sur la distance qui reste, la contrainte sera égale à $\dfrac{0{,}85.f_{c82}}{\gamma_b}$



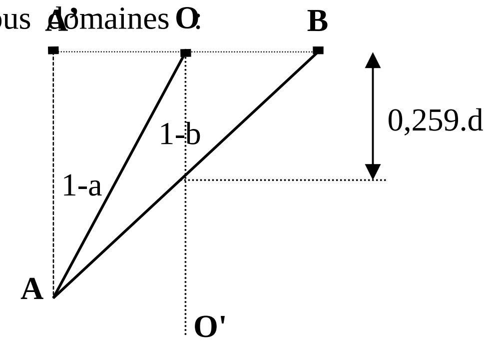
Hypothèse (6) : le raccourcissement unitaire du béton est limité de 3,5% en compression et l'allongement unitaire des aciers sera limité à 10%.

<u>Règle des 3 pivots :</u> Le diagramme de déformation d'une section à l'état limite ultime de résistance représenté par une droite doit obligatoirement passé par l'un des pivots A - B - C, dont la position sera définit sur la figure ci après. Cette règle se fixe comme objectif pour utilisé au mieux le béton et l'acier .

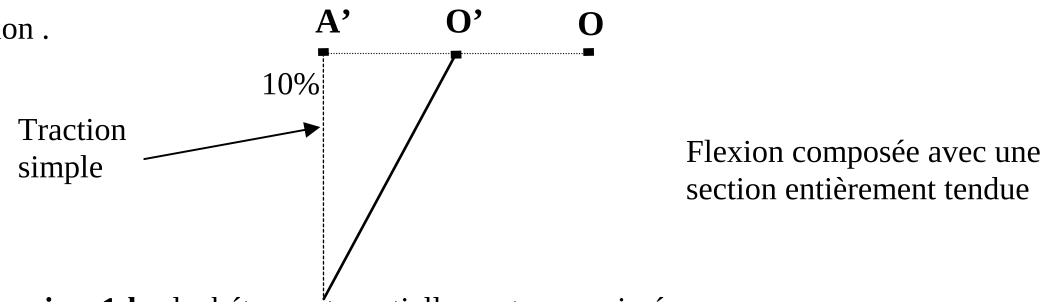


Ce diagramme sera devisé en 3 domaines

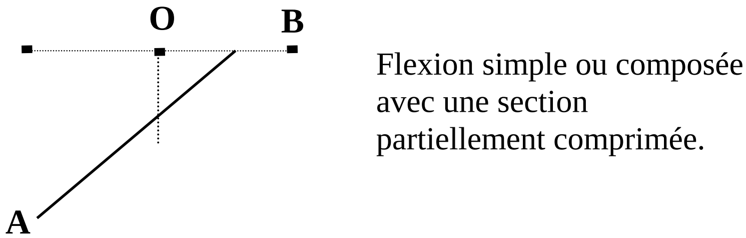
Le domaine(1) : les diagrammes passent par le pivot A qui correspond à un allongement maximum de 10%, les armature tendue supposées concentré en leur centre de gravité .on distingue deux sous domaines :



le sous domaine 1-a : le béton est toujours tendue et ne participe pas à la résistance de la section .



Le sous domaine 1-b : le béton est partiellement comprimé.

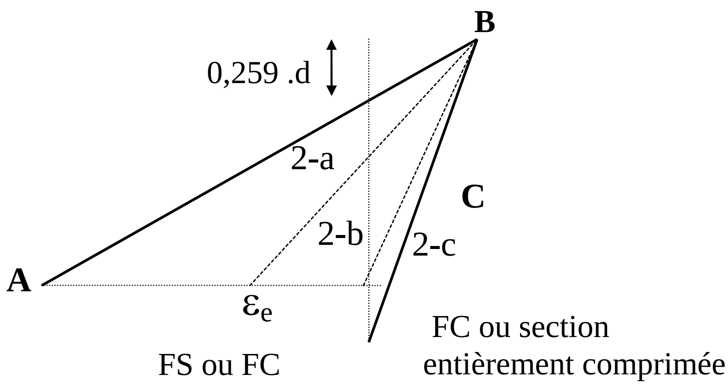


le domaine (1) sera décrit par la condition suivant :

$$0 < \alpha = \frac{x}{d} \leq \frac{\varepsilon_{bc}}{\varepsilon_{bc} + \varepsilon_{st}} = \frac{3{,}5}{3{,}5 + 10} = 0{,}259$$

$0 < \alpha < 0{,}259 \quad \Rightarrow \quad 0 < x = \alpha.d < 0{,}259.d$

Le domaine(2) : les diagrammes passent par le pivot **B** qui correspond à un raccourcissement de **3,5%** de la fibre la plus comprimée. On distingue 3 sous domaines.



Sous domaine 2-a : l'allongement des armatures est supérieure à l'allongement élastique (ε_{es}) donc les armatures sont plastifiée .

Sous domaine 2-b : L'allongement des armatures tendues est inférieure à l'allongement étatique (ε_{es}) et la contrainte dans les aciers sera inférieure à f_e/γ_s.

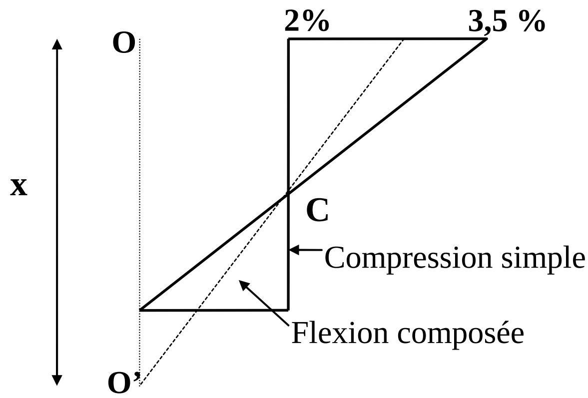
Sous domaine 2-c : les armatures seront comprimées et le domaine(2) sera d'écrit par la condition :

$$0{,}259 \leq \alpha \leq \frac{h}{d}$$

. ***Le domaine(3) :***les diagrammes passent par le pivot qui correspond à un raccourcissement de **2%** de la fibre du béton située à $\frac{3}{7}h$ de la fibre supérieure. La section est entièrement comprimée .

le domaine (3) se d'écrit par la condition :

$\alpha \leq h/d$.



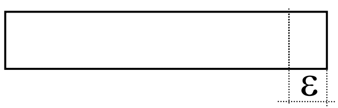
II- Hypothèses à l'E .L .S (durabilité de la structure) :

Hypothèse (1) **:** les sections droites planes avant déformation restent planes après déformation

$\rightarrow$et Il n'est y a pas de glissement relatif entre le béton et l'acier .

Hypothèse (2) **:** le béton tendue est négligé.

Hypothèse (3) : le béton et l'acier seront considéré comme des matériaux linéaires élastiques, donc on leur applique la loi de HOOKE $\Leftrightarrow$ $\boldsymbol{\sigma = E \cdot \varepsilon}$



$$\left.\begin{aligned}\sigma_b &= E_b.\varepsilon_b \\ \sigma_a &= E_a.\varepsilon_a\end{aligned}\right\rangle \Rightarrow \varepsilon_s = \varepsilon_b \Rightarrow \frac{\sigma_b}{E_b} = \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\sigma_s = \sigma_b \cdot \frac{E_s}{E_b}$ On a : $\frac{E_s}{E_b} = n$ n : coefficient d'équivalence.

$n = \frac{E_s}{E_b}$

$\longrightarrow$ 200000 MPa

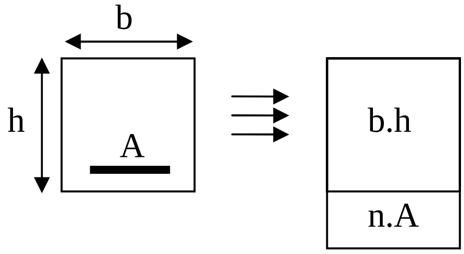
$\searrow$ $3700\sqrt[3]{f_{cj}}$ MPa

$\searrow$ $11000\sqrt[3]{f_{cj}}$ MPa

donc : $\boldsymbol{n} = \mathbf{15}$

-**Homogénéisation de la section :** pour pouvoir appliquer au béton armé qui est un matériau hétérogène les règles de RDM pour les corps homogènes, Il sera nécessaire d'homogénéiser la section de béton armé. Une section d'acier travaille

n fois plus qu'une même section de béton. Donc une section d'acier $\Leftrightarrow$ ***n*** fois qu'une section de béton. Pour homogénéiser la section de béton armé, on remplace la section d'acier par ***n*** fois sa section de béton.



Hypothèse(4) : On ne tient pas conte du fluage de béton et du retrait.

Hypothèse(5) : On suppose concentré on leur centre de gravité un ensemble de plusieurs barres.

III- Hypothèses à l'E .L .S de compression du béton : La contrainte de compression du béton est limitée à $\mathbf{0{,}6.f_{c\,28}}$.

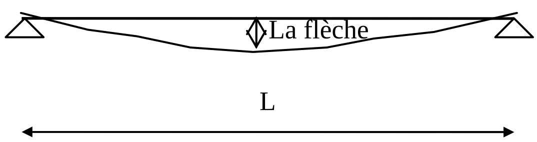
$$\sigma_b \le 0{,}6\ f_{c28}.$$

Ce risque n'existe que dans le cas ou le pourcentage d'armature est élevé.

$$A / bd \ \ge\ 2\%.$$

IV- Hypothèse à l' E .L .S de déformation :

La flèche d'une poutre ne doit pas dépassée.



$$\frac{L}{500} \quad \text{si} \quad L \le 5\,\text{m}$$

$$\frac{L}{1000} + 0{,}5\text{cm} \quad \text{si} \quad L > 5\,\text{m}$$

L est exprimée en cm.

V- Hypothèse à l' E .L .S d'ouverture des fissures :

1°-*Si la fissuration est peu préjudiciable :* Aucune vérification n'est demandé et la contrainte dans les aciers n'est pas limitée. La fissuration est considérée comme peu préjudiciable, lorsque l'élément à vérifier est situé dans les locaux ouverts.

2°. Si la fissuration est préjudiciable : la fissuration considérée comme préjudiciable si les éléments sont exposés aux intempérie (pluie, neige, vent...) ou bien en contact avec l'eau. La contrainte de traction dans les armatures tendues sera limitée à la valeur suivante :

$$\sigma_{st} \leq \min\left(\frac{2}{3}.fe\ ;\ 110\sqrt{\eta.f_{t28}}\right)$$

f_e : limite élastique.

η : coefficient de fissuration. $\Rightarrow$ *η = 1 pour R..L et η = 1,6 pour H.AL*

f_{t28} : la contrainte du béton à la traction à 28 j.

3°. Si la fissuration est très préjudiciable : la fissuration sera considérée comme très préjudiciable si l'élément est soumis à un milieu agressif. La contrainte de traction des armatures tendues sera limitée par la valeur suivante :

$$\sigma_{st} \leq \min\left(\frac{1}{2}.fe\ ;\ 90\sqrt{\eta.f_{t28}}\right)$$

- Application :

Soit des barres utilisées dans une construction qui se trouve dans un milieu agressif, de nuance FeE400 le béton aune résistance de f_{c28} = 25 MPa.

- Calculez les contraintes limites à l'E.L.S?

- Solution

- Contrainte limite du béton : $\overline{\sigma_{bc}}$ = 0,6 . f_{c28} = 0,6 . 25 = 15 MPa.

- Contrainte limite de l'acier : - fissuration très préjudiciable.

$$\text{D'ou : } \sigma_{st} \leq \min\left(\frac{1}{2}.fe\ ;\ 90\sqrt{\eta.f_{t28}}\right)$$

f_{t28} = 0,6 + 0,06 . f_{c28} = 0,6 + 0,06 . 25 = 2,1 MPa.

$$\sigma_{st} \leq \min\left(\frac{1}{2}.fe\ ;\ 90\sqrt{\eta.f_{t28}}\right) \Leftrightarrow \sigma_{st} \leq \min\left(\frac{1}{2}.400\ ;\ 90\sqrt{1{,}6.\,2{,}1}\right)$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{st} \leq \min(200\ ;\ 164{,}97)$$

$$\Leftrightarrow \sigma_{st} = 164{,}97 \text{ MPa}$$