

CHAPITRE II : Prescriptions réglementaires

1- Réglementation :

Jusqu'en 1980, le béton armé était calculé par la méthode des contraintes admissibles. Ces contraintes admissibles étaient définies sur la base de rupture ou de limite élastique des matériaux en suite on multipliant par un coefficient de sécurité. On cherche aujourd'hui, à prendre en compte tous les facteurs d'insécurité séparément :

- La résistance intrinsèque des matériaux.
- La valeur la plus probable des charges permanentes et variables
- L'aspect favorable et défavorable des actions.
- Les défauts géométriques et de leurs position.

Nous calculons maintenant les structures en BA à l'aide des règlements aux états limites.

2- Définition états limites :

1. Etat limite ultime (E.L.U) : Il correspond à la valeur maximale de la capacité portante de la construction et dont le déplacement entraîne la ruine de la construction.

Exemple :

a- Etat limite ultime d'équilibre statique de l'ouvrage : c'est la perte de la stabilité d'une partie ou de l'ensemble de la construction (le renversement).

b- Etat limite ultime de résistance de l'un des matériaux de construction : c'est la perte de résistance soit du béton soit de l'acier.

c- Etat limite ultime de stabilité de forme (flambement) : les pièces élancées soumises à des efforts de compression subissent des déformations importantes et deviennent instable.

2. Etat limite de service (E.L.S) :

il constitue des limites au-delà des quelles les conditions normales d'exploitation ne sont plus satisfaites sans qu'il y est ruine.

Exemple :

a- Etat limite de service de compression de béton : cette limitation a pour but d'empêcher la formation des fissures.

b- Etat limite de service d'ouverture des fissures : il consiste à assurer que les armatures sont convenablement disposées dans la section et les contraintes ne dépassent pas la valeur limite.

c- Etat limite de service de déformation : il consiste à vérifier que les déformations sont inférieures à des déformations limites.

2-1 Actions et sollicitations :

1- Les actions : On appelle actions, les forces et les charges appliquées aux déformations imposées. On distingue trois types d'actions :

- actions permanentes.
- actions variables (d'exploitations).
- actions accidentelles.

a- actions permanentes (G) :

Ce sont des actions continues dans l'intensité est constante ou très peu variable dans le temps. Exemple : le poids propre.

b- actions variables (Q) :

Ce sont des actions dans l'intensité varie fréquemment et d'une façon importante dans le temps. La durée d'application est très faible par rapport aux durées de vie de constructions. Les valeurs de ces charges sont fixées par le règlement, en fonction des conditions d'exploitation de la construction.

c- actions accidentelles (F_A) :

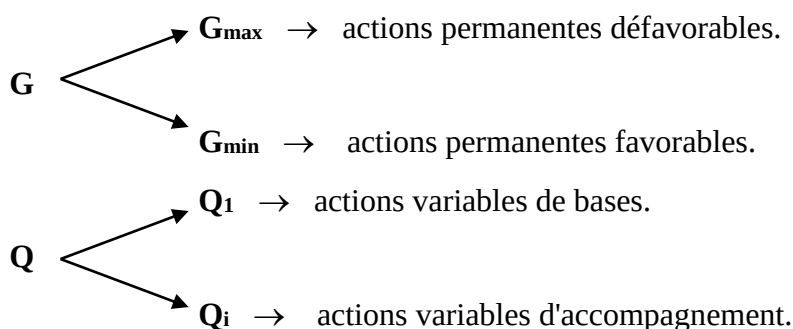
Ce sont des actions provenant de phénomènes se produisant rarement avec une faible durée d'application. Exemple : Vent, séisme...

2- Les sollicitations :

Ce sont les efforts normaux et tranchants et les moments fléchissant et de torsions qui sont calculés à partir des actions en utilisant les procédés de la RDM.

3-Les combinaisons d'actions :

Pour déterminer les sollicitations, on utilise les combinaisons d'actions proposées par le CBA:



a- Etats limites ultimes : (E.L.U)

$$1,35 \cdot G_{\max} + G_{\min} + \gamma_{Q1} \cdot Q_1 + \sum_{i=1}^n 1,3 \gamma_{Qi} \cdot Q_i$$

γ_{Q1} : coefficient multiplicateur = 1,5 dans le cas général.

Généralement la combinaison s'écrit : $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$

Lorsque nous introduisons les actions accidentelles elle s'écrit :

$$G_{\max} + G_{\min} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \cdot Q_i + F_A$$

Avec : F_A : action accidentelle.

b- Etats limites de services : (E.L.S)

$$G_{\max} + G_{\min} + Q_1 + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} \cdot Q_i$$

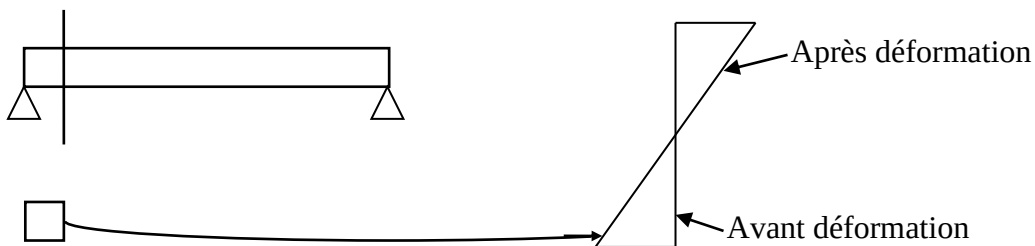
γ_{Q1} : coefficient multiplicateur

Généralement la combinaison s'écrit : $G + Q$

2-3 Hypothèses fondamentales du béton armé:

I- Hypothèses à L'E.L.U :

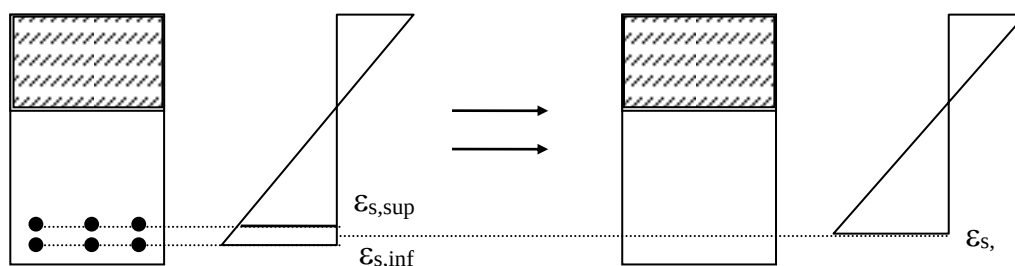
Hypothèse (1) : toute section plane avant déformation reste plane après déformation.



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

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.



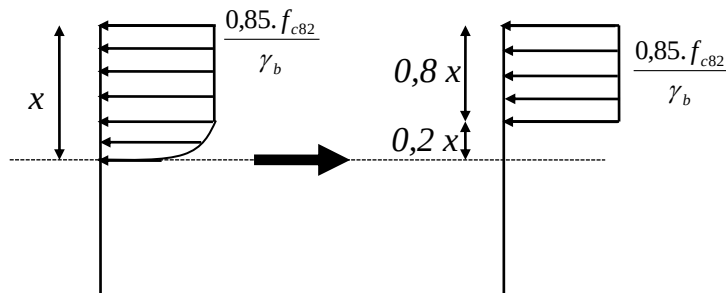
$$\frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s,\text{sup}}}{\varepsilon_{s,\text{sup}}} \leq 15\%$$

$$\frac{\varepsilon_s - \varepsilon_{s,\text{inf}}}{\varepsilon_{s,\text{inf}}} \leq 15\%$$

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 défini comme suit :

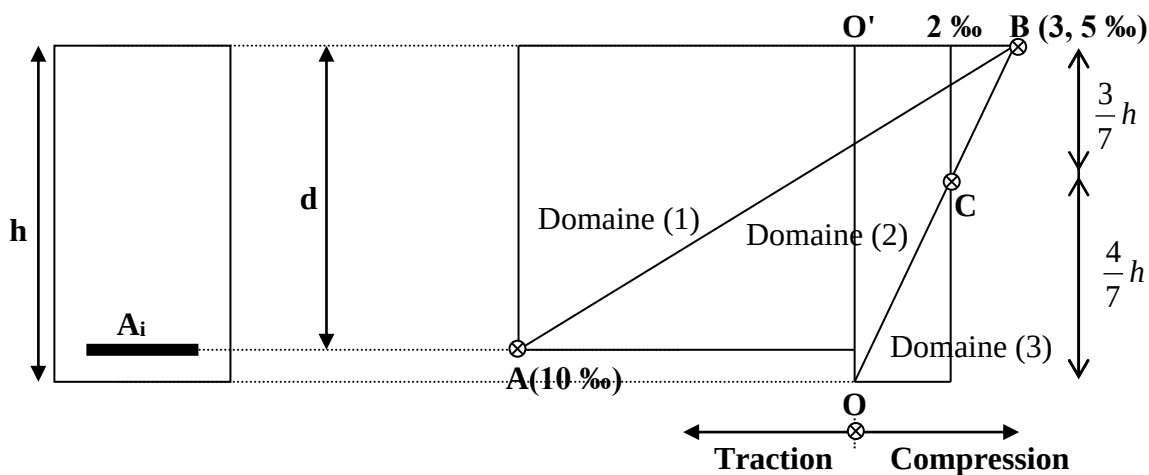
sur une distance de $0,2.x$ à partir de l'axe neutre, la contrainte sera considérée comme nulle.

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



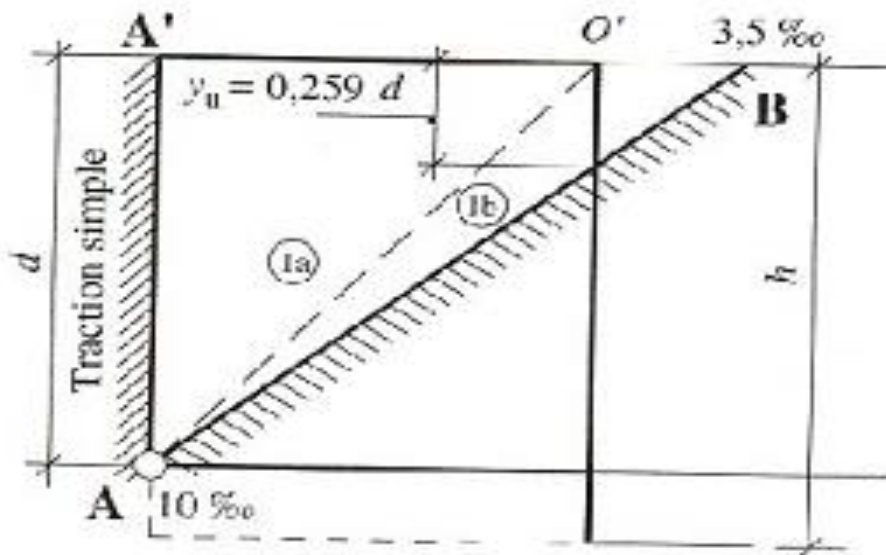
Hypothèse (6) : le raccourcissement unitaire du béton est limité de 3,5‰ en compression et l'allongement unitaire des aciers sera limité à 10‰.

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



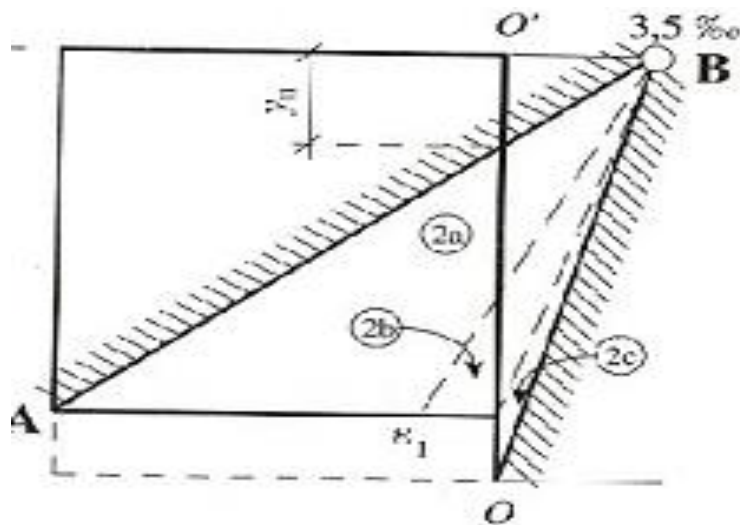
Ce diagramme sera divisé en 3 domaines

Le domaine(1) : les diagrammes passent par le pivot A qui correspond à un allongement maximum de 10‰, les armatures tendues supposées concentrées en leur centre de gravité. Il s'agit des pièces en B.A. soumises à la traction simple ou à la flexion simple ou composée. Les positions possibles de l'axe neutre $Y_u \leq 0.259d$.



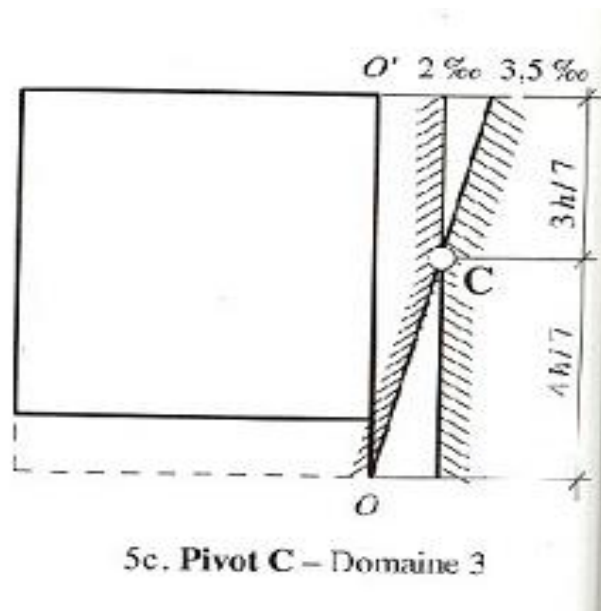
5a. Pivot A – Domaine 1

Le domaine(2) : les diagrammes passent par le pivot **B** qui correspond à un raccourcissement de 3,5‰ de la fibre la plus comprimée, il s'agit des pièces en B.A soumises à la flexion simple ou composée. Les positions possibles de l'axe neutre $0,259d \leq Y_u \leq h$



5b. Pivot B – Domaine 2

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. Les positions possibles de l'axe neutre $Y_u \geq h$



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

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

→ et il n'y a pas de glissement relatif entre le béton et l'acier.

Hypothèse (2) : le béton tendu est négligé.

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

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

Hypothèse (5) : On suppose concentré au 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 $0,6 \cdot f_{c28}$.

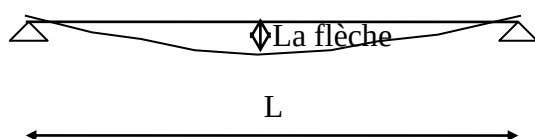
$$\sigma_b \leq 0,6 f_{c28}.$$

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

$$A / b d \geq 2\%.$$

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

La flèche d'une poutre ne doit pas dépasser.



$$\begin{aligned} & \frac{L}{500} \quad \text{si} \quad L \leq 5 \text{ m} \\ & \frac{L}{1000} + 0,5 \text{ cm} \quad \text{si} \quad L > 5 \text{ m} \end{aligned}$$

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 demandée 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 à l'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 :

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

f_e : limite élastique.

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

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