

CHAPITRE 2/ Règles de calcul

1/ Introduction :

Les règles de calcul sont conçues de façon à garantir la **sécurité** (absence de risque) et la **pérennité** (durabilité) des structures. Ils précisent le niveau maximal des actions pouvant s'exercer sur un ouvrage pendant sa durée de vie (par majoration des sollicitations).

La probabilité d'occurrence (apparition) simultanée d'actions indépendantes peut être très variable selon leur nature. Il est donc nécessaire de définir les combinaisons d'actions.

2/ Règles CCBA 68 :

Basé sur la contrainte admissible et en limitant la contrainte effective par rapport à la contrainte de ruine avec un coefficient de sécurité S :

$$\sigma < \bar{\sigma} = \frac{\sigma_r}{S}$$

3/ Règles BAEL :

Cette règle basée sur la théorie des états limites consiste à définir les phénomènes qu'on veut l'éviter.

Un état limite est un état au delà duquel l'ouvrage ou un de ses éléments ne satisfait plus aux conditions pour lesquelles il a été construit.

3-a/ 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'ait ruine ; à savoir :

- **L'Etat limite d'ouverture de fissures** : risque d'ouverture de fissures par traction excessive dans les aciers.
- **L'Etat limite de compression du béton** : on limite volontairement la contrainte de compression à une valeur raisonnable.
- **L'Etat limite de déformation** : flèche maximale.

NB : L'état limite de service atteint remet en cause l'aptitude au service de la structure (fissures, fuites, désordres divers). En revanche, la sécurité (c'est à dire sa résistance) n'est pas remise en cause.

3-b/ Etat limite ultime (E.L.U) :

Correspond à la valeur de la capacité portante de la structure et dont le dépassement entraîne la ruine de l'ouvrage ; à savoir :

- Etat limite d'équilibre statique (perte de la stabilité)
- Etat limite de la résistance de l'un des matériaux (résistance du béton ou de l'acier)
- Etat limite de la stabilité de forme (risque de flambement pour les pièces élancées comprimées).

4/ Règles CBA 93 :

Règles techniques algériennes qui substituent les règles en vigueur en donnant des recommandations spéciales de notre pays.

5/ ACTIONS ET SOLLICITATIONS.

5-1/ Les actions :

Les actions résultent de l'application directe des charges ou de déformations accidentelles (retrait, fluage, dilatation) lorsqu'elles sont bloquées. On distingue :

➤ Actions permanentes : G

D'intensité constante ou très peu variable dans le temps, on cite : poids propre, poids des superstructures, poussées des remblais, etc... Pressions de liquides dont les niveaux varient peu, déformations permanentes (Tassements) inévitables, ect ---

➤ Actions variables : Q

Ont une intensité qui varie de façon importante dans le temps. Elles comprennent : charges d'exploitation, charges climatiques, actions dues à la température, charges appliquées en cours d'exécution...

➤ Actions accidentelles :

Elles résultent de phénomènes se produisant rarement et de façon instantanée. Ex : les séismes, les chocs, les explosions, etc. action du feu, ect ---

5-2/ Les sollicitations :

Sont les éléments de réductions du torseur des forces extérieures (effort normal, effort tranchant, moment fléchissant, etc...), Calculées par les méthodes RDM

5-3/ Combinaisons des actions :

Les sollicitations sont calculées après combinaisons des actions suivant les deux états limites. Les combinaisons sont d'après le CBA :

➤ Combinaison à l'ELU :

En situation transitoire, la combinaison de base est :

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

G_{max} : Charges permanentes défavorables à la structure ;

G_{min} : Charges permanentes favorables à la structure ;

Q_1 : Actions variables de base ;

Q_i : Actions variables d'accompagnement ;

γ_{Q1} : Coefficient de sécurité généralement égal à 1,5 ; (1,35 pour la température)

γ_{Qi} : Coefficient *pendant* dépendant de la nature des actions considérées définis à l'annexe du BAEL

Cas usuel : $1,35 G + 1,5 Q$

En situation accidentelle, la combinaison est :

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

F_A : Action accidentelle.

➤ **Combinaison à l'ELS :**

La combinaison de base :

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

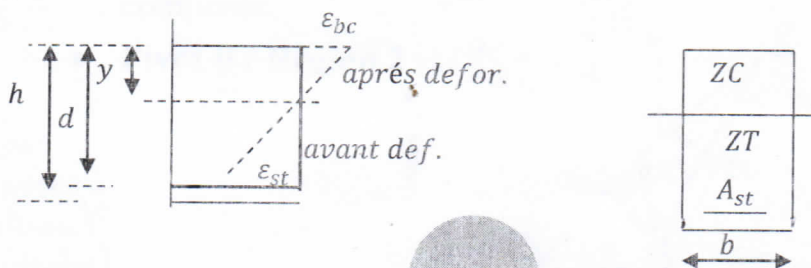
Cas fréquent : $G + Q$

Hypothèses de calcul relatives aux états limites.

1- **Hypothèses communes :**

a- Au cours de la déformation, les sections droites planes restent planes (principe Navier-Bernoulli).

avant déformation après déformation $\frac{l_1 - l_0}{l_0}$ allonge. Unit.



L'existence d'une fibre tendue et d'une fibre comprimée impose une fibre neutre.

b- La résistance du béton à la traction est négligée.

c- Par adhérence, les déformations relatives de l'acier et du béton au contact (à la même fibre) sont les mêmes :

$$\varepsilon_{st} = \varepsilon_{bc} = k(d - y), \text{ posons } \alpha = \frac{y}{d} = \frac{\varepsilon_{bc}}{\varepsilon_{bc} + \varepsilon_{st}}$$

$$\text{D'où } \varepsilon_{bc} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \varepsilon_{st} \text{ et } \varepsilon_{st} = \frac{1-\alpha}{\alpha} \varepsilon_{bc}$$

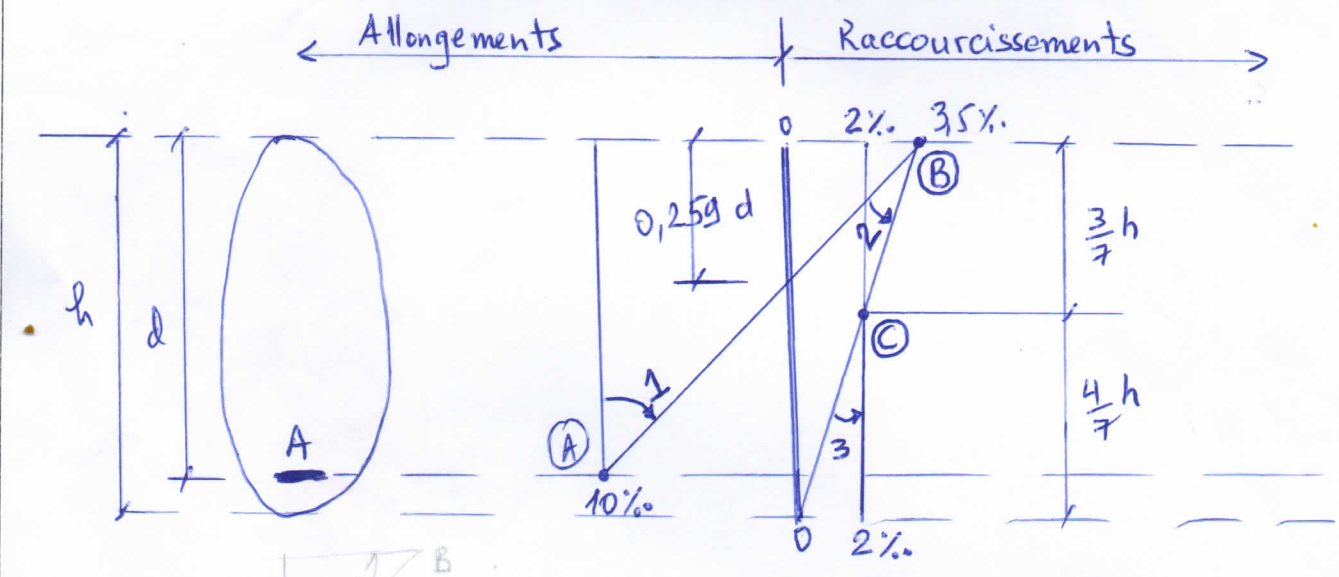
2- Hypothèses supplémentaires pour l'ELU :

d- Le raccourcissement relatif du béton est limité à :

$$\varepsilon_{bc} = 3,5\text{‰ en flexion et } 2\text{‰ en compression simple.}$$

e- L'allongement relatif de l'acier est limité à 10‰ ;

Le dimensionnement à l'ELU est conduit en supposant que le diagramme des déformations passe par l'un des 03 pivots définis ci-après :



Traction simple
10
Flexion composée avec section entièrement tendue.

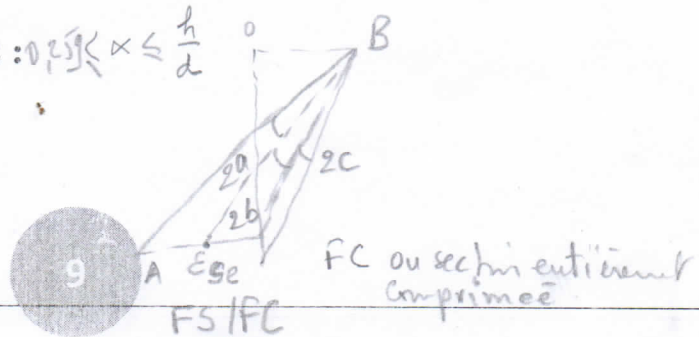
- **Pivot A / Région 1 :** $0 < \alpha = \frac{y}{d} < 0,259$

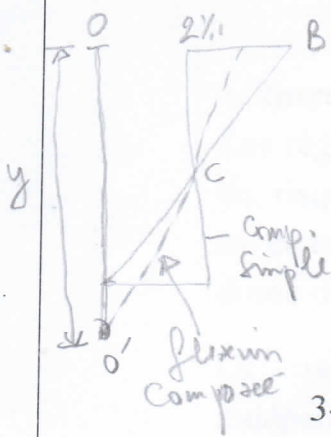
Allongement de l'acier le plus tendu est $10 \cdot 10^{-3}$;

Pièces soumises à la traction simple ou à la flexion simple ou composée.

- **Pivot B / Région 2 :** $0,259 \leq \alpha \leq \frac{h}{d}$

Flexion simple ou composée avec section partiellement comprimée (tendue)





Raccourcissement de la fibre de béton le plus comprimée est 3,5‰ ;

Pièces à la flexion simple ou composée.

- **Pivot C / Région 3 :** $\alpha \leq h/d$

Raccourcissement de la fibre de béton à la distance $3h/7$ de la fibre la plus comprimée est 2.0‰ ;

Pièces soumises à la flexion composée ou à la compression simple.

3- Hypothèses supplémentaires pour l'ELS :

d- les limites imposées sont telles que les matériaux restent dans leur domaine élastique : $\sigma = E\varepsilon = E \frac{\Delta l}{l}$ (diag.def. et cont. homothétique)

e- le coefficient d'équivalence est défini par convention :

$$n = \frac{E_s}{E_b} = 15 ;$$

$$E_b \cong 310^4 \div 10^4 \text{MPa (inst. et diff)} \rightarrow n \cong 7 \div 20 \text{MPa.}$$