

Chapitre 04 : Equilibre des sections droites en B A soumises à un effort normal centré de Compression :

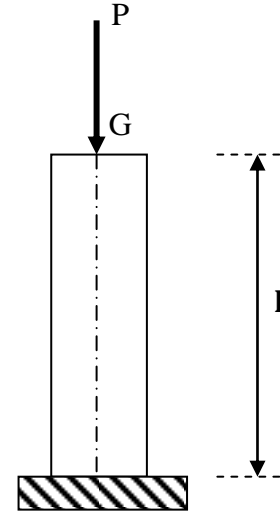
4.1. Introduction:

• Un élément en b.a. est soumis à la compression simple si l'ensemble des forces extérieures agissant d'un même côté d'une section se réduit à une force normale unique (perpendiculaire à la surface) appliquée au niveau de son CDG, rentrant dans la section.

Exemple :

Poteaux courts.

Poteaux centraux de bâtiment et dont le contreventement est assuré par des refends (voiles en b.a.).



• Lorsqu'une pièce rectiligne **assez longue** (dont l'une des dimensions de sa section transversale est faible par rapport à sa longueur) est soumise à **un effort de compression**, on constate les faits suivants :

- Quand l'effort est **assez faible**, l'axe de la pièce reste rectiligne et celle-ci va subir un **raccourcissement** élastique proportionnel à l'effort appliqué.
- Par contre, si N augmente et pour une certaine valeur de cet effort de compression, la pièce **s'incurve** brusquement et se **rompe** sous une charge inférieure à celle qui aurait donné naissance à la ruine de la pièce en compression.

Le phénomène décrit précédemment est appelé **flambement**.

4.2. Longueur libre, Longueur de flambement, L'élancement :

a/- Longueur libre :

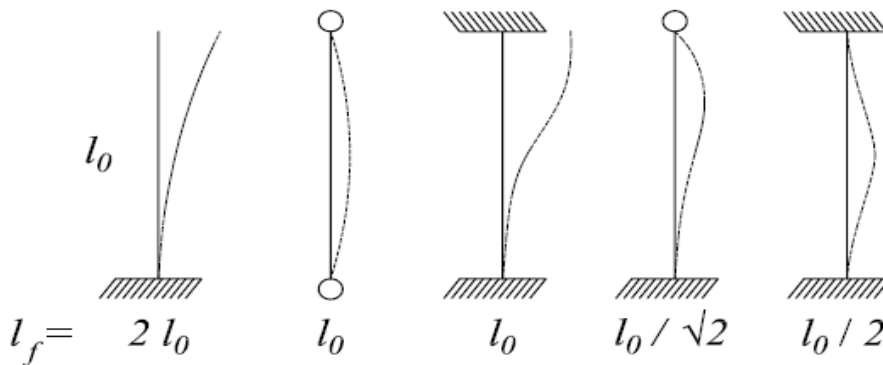
La longueur libre d'un poteau, L_0 , est prise égale à :

- 1- La distance entre face supérieure de deux planchers consécutifs, (dans le cas d'un bâtiment à plusieurs étages)
- 2- La distance entre la jonction du poteau avec sa fondation et la face supérieure du 1^{er} plancher.

b/- Longueur de flambement L_f :

La longueur de flambement L_f dépend du type de liaison présente aux extrémités de l'élément considéré. (Théorie élémentaire du flambement)

Cas des Poteaux isolés :



Cas des poteaux dans des bâtiments à étages multiples :

On considère le cas d'un bâtiment contreventé par des refends et comportant des poteaux dont la continuité des sections de béton et d'armatures est assurée.

La longueur de flambement L_f dans ce cas est prise égale à :

- **0,7 L_0** si les extrémités du poteau sont :
 - Soit encastrées dans un massif de fondation
 - Ou assemblées à des poutres de plancher ayant au moins la même raideur (E.I) que le poteau et le traversant de part en part dans le sens du flambement.
- **L_0** dans les autres cas. (ex. poteau de rive)

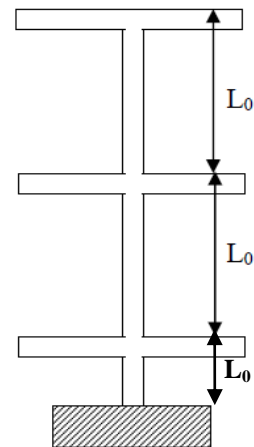
c/- Elancement d'un poteau λ :

On appelle élancement λ d'un poteau le rapport de la longueur de flambement et le rayon de giration i de la section droite du béton seul.

$$\lambda = \frac{L_f}{i} \quad \text{où} \quad i = \sqrt{\frac{I}{B}}$$

I : moment d'inertie,

B : section du béton seul



Valeur de λ pour trois formes de section classiques :

Section	$I_{mini} [m^4]$	$B [m^2]$	$i [m]$	$\lambda < 50$ si
carré $a \times a$	$a^4/12$	a^2	$a/\sqrt{12} = \sqrt{B/12}$	$l_f/a < 14.4$
rectangulaire $a \times b$	$a^3b/12$	ab	$a/\sqrt{12}$	$l_f/a < 14.4$
circulaire D	$\pi D^4/64$	$\pi D^2/4$	$D/4 = \sqrt{B/4\pi}$	$l_f/D < 12.5$

4.3. Justification à L'E.L.U.S.F :

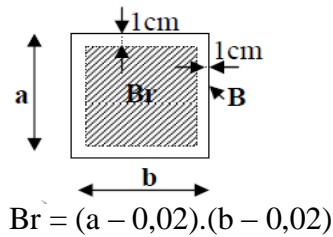
La justification des poteaux n'est réalisée qu'aux E.L.U. On doit vérifier:

$$N_u \leq N_{ultim} = \alpha \left[\frac{f_{c28} \times Br}{0.9\gamma_b} + \frac{A_s \times f_e}{\gamma_s} \right]$$

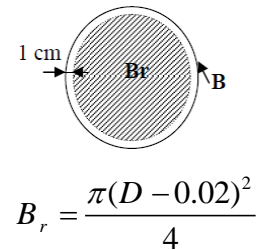
A_s : section des armatures longitudinales prises en compte dans le calcul

B_r : section réduite du poteau. Elle est obtenue en déduisant 1cm aux dimensions réelles de la section sur sa périphérie

Section rectangulaire



Section circulaire



$$\gamma_b = 1,5 \quad \gamma_s = 1,15$$

On tient compte du flambement en minorant la valeur de l'effort normal résistant par un coefficient α dépendant de l'élançement.

$$\begin{cases} \alpha = \frac{0.85}{1 + 0.2 \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2} & \text{Si } \lambda \leq 50 \\ \alpha = 0,6 \left[\frac{50}{\lambda} \right]^2 & \text{Si } 50 \leq \lambda \leq 70 \end{cases}$$

Remarque :

1- Si plus de la moitié des charges est appliquée avant 90 jours α sera divisé par 1,1 $\Rightarrow \alpha / 1,1$

2- Lorsque la majorité des charges est appliquée avant 28 jours, on prend la contrainte du béton f_{cj} et α sera divisé par 1,2 $\Rightarrow \alpha / 1,2$

3- Si $\lambda \leq 35$: A_s à prendre en compte, représente l'aire de toute les armatures longitudinales à disposer sur tout le périmètre de la section considérée.

Si par contre $\lambda > 35$: pour une section carrée ou proche d'un carré ($0,9 \leq a/b \leq 1,1$) seule la section A_s des aciers disposés dans les angles sera prise en compte et pour une section rectangulaire ($a/b > 1,1$) seule la section A_s des aciers disposés de façon à augmenter efficacement la rigidité du poteau dans le sens où le moment d'inertie est le plus faible.

4.4. Détermination des armatures :

4.4.1. Armatures longitudinales :

$$N_u \leq \alpha \left[\frac{f_{c28} \times Br}{0.9\gamma_b} + \frac{A_s \times f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$D'o\grave{u} : A_{scal} \geq \left[\frac{N_u}{\alpha} - \frac{f_{c28} Br}{0.9\gamma_b} \right] * \frac{\gamma_s}{f_e}$$

Pourcentage minimum d'armatures :

Le B.A.E.L exige : $A_{smin} = \text{Max} (4U/100 ; 0,2 (B/100))$

Avec : U : périmètre de la section du béton en (cm).

B : aire de la section du béton en (cm²).

Pourcentage d'armatures maximum :

Le B.A.E.L exige : $A_{smax} = 5 \% B$

Alors pour les armatures longitudinales nous avons trois cas :

1- $A_{min} < A_{scalul e} < A_{max} \Rightarrow$ On ferraille avec $A_{scalul e}$.

2- $A_{scalul e} < A_{min} \Rightarrow$ On ferraille avec A_{min} avec $\varnothing_{min} = 12 \text{ mm}$.

3- $A_{scalul e} > A_{max} \Rightarrow$ On augmente la section du béton B et on recalcule un nouveau A_s .

4.4.2. Armatures transversales :

Elles n'ont aucun rôle de résistance, elles sont disposées perpendiculairement à l'axe longitudinal de la pièce et entourant les armatures principales formant une ceinture (empêcher le flambement des armatures longitudinales).

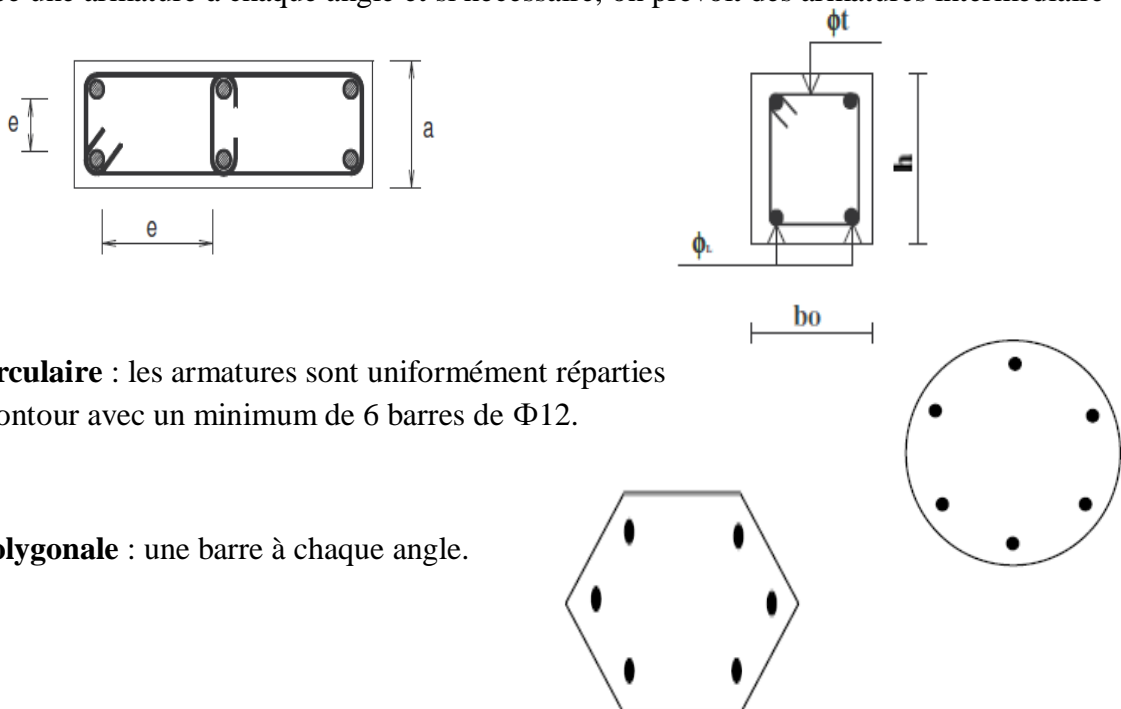
Le diamètre : $\Phi_t \geq \frac{\Phi_{lmin}}{3}$

L'espace : $S_t \leq \min(15\Phi_{lmin} ; 40 \text{ cm} ; a + 10 \text{ cm})$

Où a est la plus petite dimension de la section ou son diamètre.

4.4.3. Dispositions constructives :

- **Section rectangulaire :** dans une section rectangulaire ou carrée nécessite d'avoir (4 - 6) barres ou plus, on place une armature à chaque angle et si nécessaire, on prévoit des armatures intermédiaire



- **Section circulaire :** les armatures sont uniformément réparties sur tout le contour avec un minimum de 6 barres de $\Phi 12$.

- **Section polygonale :** une barre à chaque angle.