

Chapitre VI : La Compression simple

1- Définition :

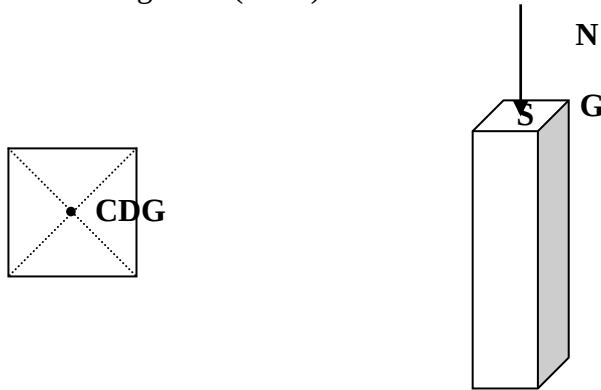
Une pièce en béton armé est soumise à la compression simple lorsque les forces agissantes sur une section droite se réduisent à un effort normal N de compression appliqué au centre de gravité de la section.

2-Compression centrée :

Pratiquement, les charges transmises aux poteaux ne sont jamais parfaitement centrées (imperfections d'exécution, moments transmis par les poutres, dissymétrie de chargement etc...)

Pour avoir une compression centrée il vérifie les conditions suivantes :

- ❖ Il faut que le centre de gravité (CDG) soit centré.

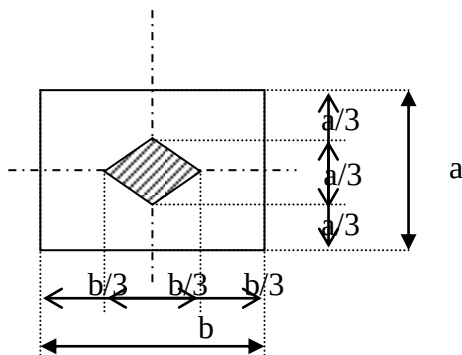


- ❖ Il faut que la force soit appliquée dans le noyau central : l'excentricité de l'effort normal est faible (inférieure à la moitié de la dimension du noyau central).

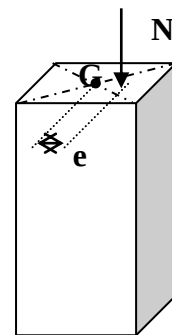
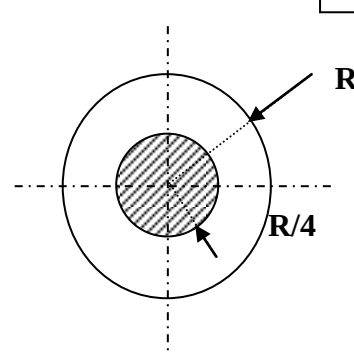
$$e_{\max} = \frac{\text{Dimension du noyau central}}{2}$$

- Définition du noyau central :

Rectangulaire :



Circulaire :



- ❖ l'imperfection géométrique du poteau est estimée au plus égale à $\max(1\text{cm}, \ell_0/500)$ avec ℓ_0 = la longueur libre du poteau.

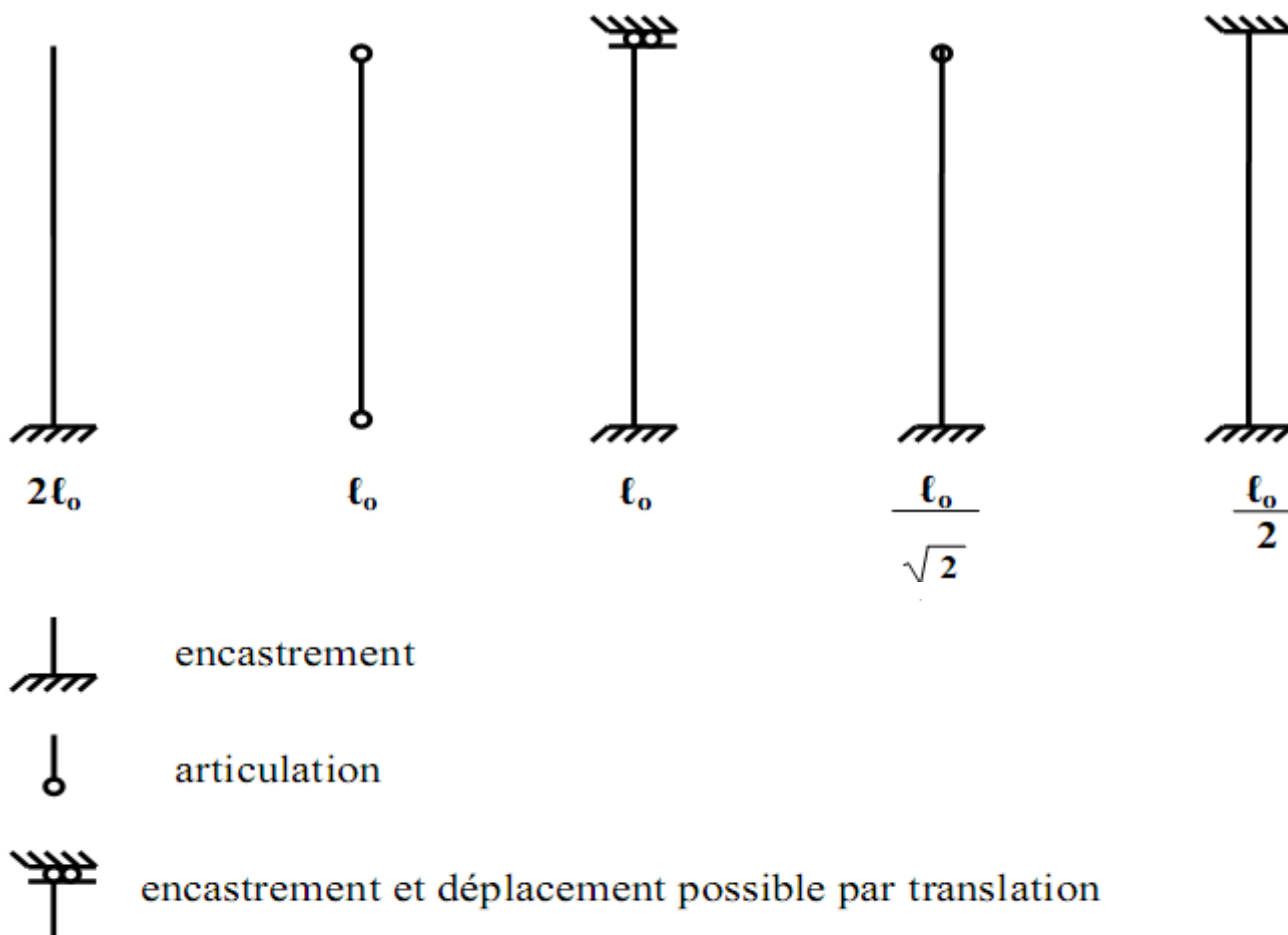
❖ - L'élancement est limité à $\lambda \leq 70$. l'élancement mécanique " λ " du poteau est inférieur ou égal à 70.

3-Longueur de flambement et élancement:

a) Longueur de flambement

✓ Cas d'un poteau isolé :

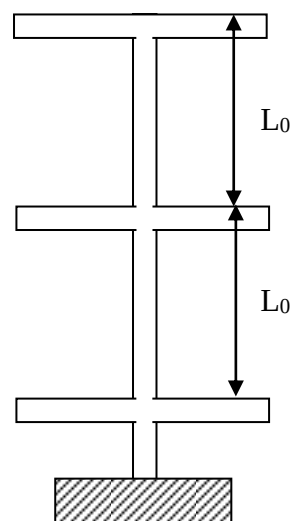
La longueur de flambement dépend des liaisons d'extrémité :



✓ Cas des poteaux dans des bâtiments à étages multiples :

$$L_f = 0,7 \cdot L_0 :$$

- Si le poteau est encasté dans un massif de fondation ou bien assemblé à des poutres de plancher ayant au moins la même raideur ($E.I$) dans le sens de flambement...
- ou dans le cas de poteaux d'étages multiples.



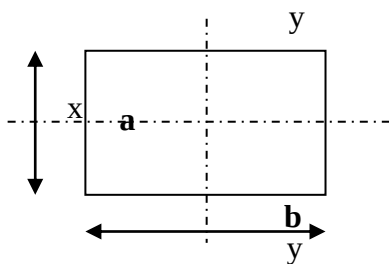
a) L'élancement λ :

On appelle élancement d'un poteau λ , le rapport longueur de flambement l_f au rayon de giration (i) de la section droite du béton seule.

$$\lambda = \frac{L_f}{i_{\min}}$$

- Définition du rayon de giration : $i_{xx} = \sqrt{\frac{I_{xx}}{B}}$ avec : B : la section du poteau.

1- Section rectangulaire:

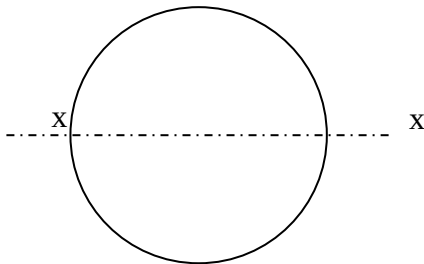


$$I_{xx} = \frac{b.a^3}{12} \quad ; \quad I_{yy} = \frac{a.b^3}{12}$$

$$a < b \Rightarrow I_{xx} < I_{yy} \Rightarrow i_{xx} < i_{yy}$$

$$\text{d'où : } i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{xx}}{B}}$$

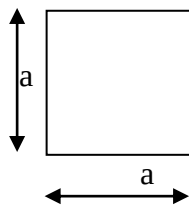
2- Section circulaire:



$$I_{xx} = \frac{\pi.D^4}{64}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{\frac{\pi.D^4}{64}}{\frac{\pi.D^2}{4}}} = \sqrt{\frac{D^2}{16}} \quad \text{d'où : } i_x = \frac{D}{4}$$

3- Section carrée:



$$i_{\min} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

4-Détermination des armatures longitudinales pour L'E.L.U :

La justification se fait à l'ELU. La section de béton étant entièrement comprimée, le diagramme des déformations passe par le Pivot C ($\sigma_{bc} = \sigma_{sc} = 2 \text{ ‰}$).

La contrainte du béton sera donc prise égale à

$\frac{0,85.f_{c82}}{\gamma_b}$ et celle de l'acier la contrainte correspondant à un raccourcissement 2 ‰ de appelons σ_s .

Dans les conditions d'équilibre nous avons :

Remarque : si $A < 0 \rightarrow A = 0$

En pratique (A) sera égale à la valeur déterminée par l'état limite ultime de stabilité de forme, ou par la valeur minimale $A = A_{\min}$

5-Détermination des armatures longitudinales pour L'E.L.U de stabilité de forme :

L'étude du flambement suivant les prescriptions de l'article A4.4 du BAEL étant compliquée, on a été amené, dans le cas des poteaux soumis à une "compression centrée", à considérer des règles forfaitaires simples.

La combinaison d'action à l'E.L.U permet de déterminer la sollicitation normale N_u . On considère que cette sollicitation rester inférieure à :

$$N_u \leq \alpha \cdot \left(Br \cdot \frac{f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A_{sc} \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right)$$

N_u : Effort normal ultime de compression.

A_{sc} : La section de l'acier.

α : coefficient fonction de l'élancement mécanique λ du poteau (coefficient de sécurité au flambement)

$$\text{- Si } \lambda \leq 50 : \quad \alpha = \frac{0,85}{1 + 0,2 \cdot \left(\frac{\lambda}{35} \right)^2}$$

$$\text{- Si } 50 \leq \lambda \leq 70 : \quad \alpha = 0,6 \cdot \left(\frac{50}{\lambda} \right)^2$$

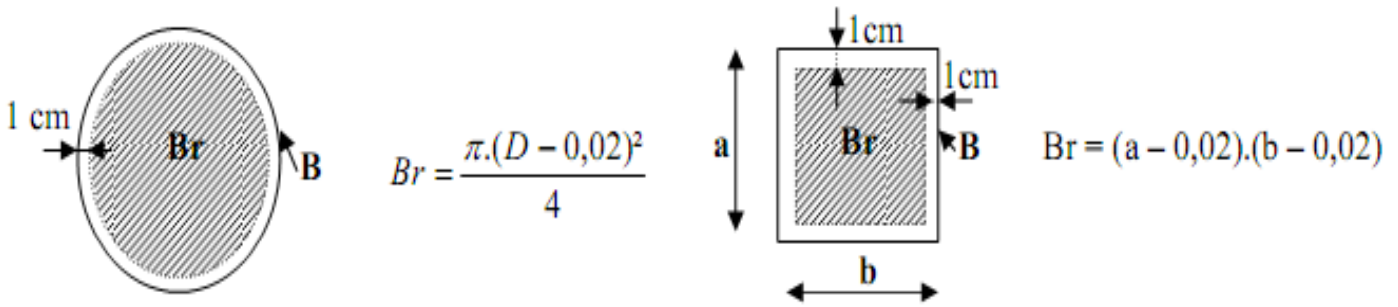
Remarque : 1- Si la moitié de la charge est appliquée avant 90 jours α sera divisé par 1,1 $\Rightarrow \frac{\alpha}{1,1}$.

2- Lorsque la majorité de la charge est appliquée avant 28 jours, on prend la contrainte du béton f_{cj} (au lieu de f_{c28}) et en même temps α sera divisé par 1,2 $\Rightarrow \frac{\alpha}{1,2}$.

$$\overline{N}_u = \frac{\alpha}{k} \left[\frac{B_r \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} + A \frac{f_e}{\gamma_s} \right]$$

$$k = \begin{cases} 1.1 & \text{si plus de la moitié des charges est appliquée avant 90 jours .} \\ 1.2 & \text{si la majeure partie des charges est appliquée avant 28 jours, et on} \\ & \text{prend la contrainte } f_{cj} \text{ au lieu de } f_{c28}. \\ 1 & \text{dans les autres cas} \end{cases}$$

Br : La section réduite en éliminant 1 cm de chaque bordure.



Armatures longitudinales :

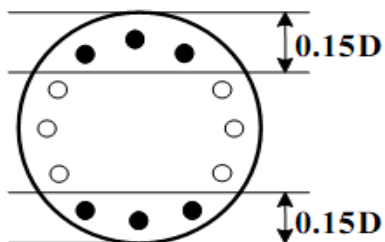
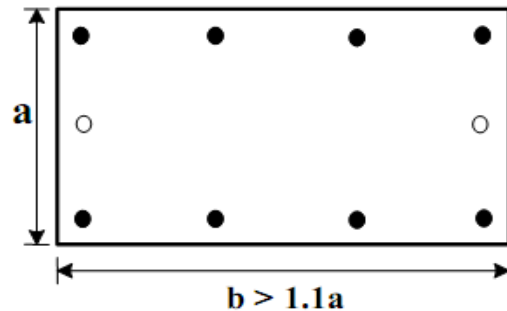
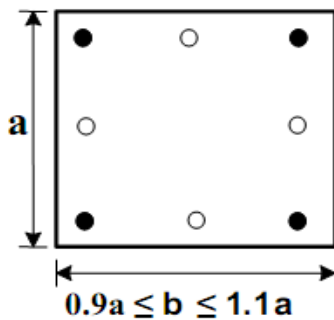
$$Nu \leq \alpha \cdot \left(Br \cdot \frac{f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} + A_{sc} \cdot \frac{f_e}{\gamma_s} \right)$$

d'où :

$$A_{sc} \geq \left(\frac{Nu}{\alpha} - \frac{Br \cdot f_{c28}}{0,9 \cdot \gamma_b} \right) \cdot \frac{\gamma_s}{f_e}$$

$$A \geq \left[\frac{kN_u}{\alpha} - \frac{B_r \cdot f_{c28}}{0,9 \gamma_b} \right] \frac{\gamma_s}{f_e}$$

- Si $\lambda \leq 35$: A_{sc} représente l'aire de toutes les armatures longitudinales à disposer sur tout le périmètre de la section considérée.
- Si $\lambda > 35$: A_{sc} représente l'aire des armatures qui augmentent efficacement la rigidité dans le sens où le moment d'inertie est le plus faible.



- Barres prises en compte dans les calculs
- Barres non prises en compte

Armatures minimales :

On doit respecter les conditions suivantes :

- Un élément insuffisamment armé est faible.
- Un élément trop armé est irréalisable correctement.

$$A_{\min} \leq A \leq A_{\max}$$

$$\text{avec } \begin{cases} A_{\min} = \max \begin{cases} 4 \text{ cm}^2 / \text{m de périmètre} \\ 0.2 \frac{B}{100} \end{cases} \\ A_{\max} = 5 \frac{B}{100} \end{cases}$$

6- Armatures transversales :

Les armatures transversales n'ont aucun rôle de résistance, le rôle principal c'est de maintenir les armatures longitudinales, et d'empêcher ainsi leur flambement.

Le choix des armatures transversales se fait à partir de dispositions forfaitaires.

Le diamètre sera: $\phi_t = \frac{\phi_l}{3}$

❖ Espacement S_t :

$$S_t \leq \min (40\text{cm}; a+10\text{cm}; 15\phi_{l\min})$$

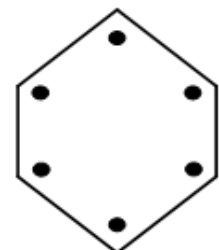
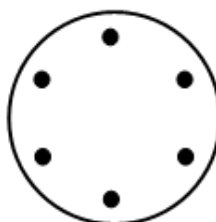
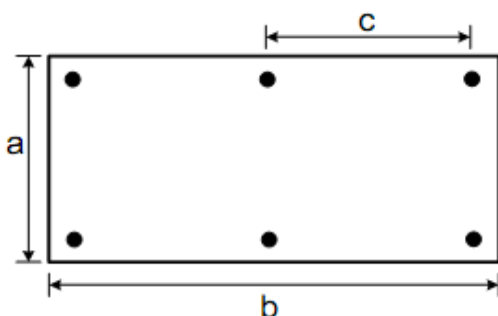
a : plus petite dimension transversale de la section

$\phi_{l\min}$: diamètre minimaux des armatures transversales.

7- Dispositions des armatures longitudinales

Les armatures doivent être réparties le long des parois.

- pour les sections rectangulaires ($a < b$) la distance maximale " c " de deux barres voisines doit respecter la condition : $c \leq \min [(a+10 \text{ cm}) ; 40 \text{ cm}]$
- pour les sections circulaires, on place au moins 6 barres régulièrement espacées
- pour les sections polygonales, on place au moins une barre dans chaque angle.



Pour le prédimensionnement le R.P.A2003 exige :

Pour un poteau rectangulaire:

$\text{Min} (a , b) \geq 25 \text{ cm}$	en zones I et IIa.
$\text{Min} (a , b) \geq 30 \text{ cm}$	en zones IIb et III.
$\text{Min} (a , b) \geq h_e / 20$	h_e : la hauteur entre nu d'étage.
$\frac{1}{4} \leq \frac{b}{a} \leq 4$	

Pour un poteau circulaire:

$D \geq 25 \text{ cm}$	en zones I.
$D \geq 30 \text{ cm}$	en zones IIa.
$D \geq 35 \text{ cm}$	en zones IIb et III.
$D \geq h_e / 15$	h_e : la hauteur entre nu d'étage.