

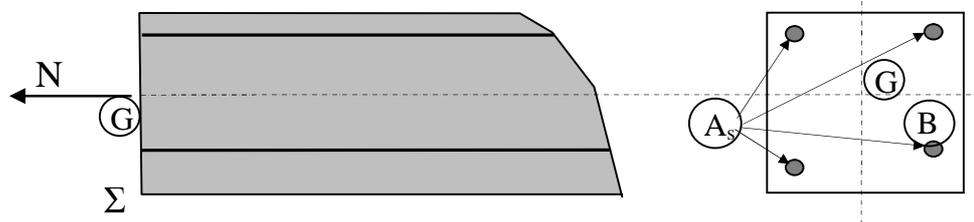
CHAPITRE - 5

LA TRACTION SIMPLE -TIRANTS

5.1-Introduction

Une pièce en béton armé est sollicitée en traction simple lorsque les forces agissant à gauche d'une section (Σ) se ramènent au centre de gravité de la section à une force unique (N) (effort normal) perpendiculaire à (Σ) et dirigée vers la gauche.

Le béton tendu était négligé, le centre de gravité de la section droite est confondu avec celui de la section des armatures.



Remarque :

Les tirants en béton armé sont relativement rares; il est en effet préférable de les réaliser en béton précontraint qui permet de bien meilleures performances notamment :

- Une bonne résistance à la corrosion → meilleure longévité.
- Faible allongement sous charge.
- Le béton comprimé sous l'effet de la précontrainte est efficace sous charge de service.

5.2 – Dimensionnement des armatures

Le dimensionnement d'un tirant se réduit à la détermination de la quantité d'armature à placer dans la section droite de béton toute en connaissant :

- La section B du béton.
- L'effort normal à l'ELU
- L'effort normal à l'ELS

5.2.1 – Condition de résistance à l'ELU

La totalité des efforts de traction est supportée par les armatures de section A_s qui subissent toutes la même contrainte (en raison de la symétrie). L'ELU est atteint au pivot

(A) puisque seuls les aciers sont pris en compte. La contrainte dans l'acier est donc:

$$\sigma_{su} = \frac{f_e}{\gamma_s}$$

Etant donné l'effort de traction ultime (N_u), la section d'armature s'écrit :

$$A_{su} \geq \frac{N_u}{f_e / \gamma_s}$$

5.2.2 – Condition de résistance à l'ELS

La résistance à l'ELS n'est considérée que pour le cas d'une fissuration préjudiciable ou très préjudiciable. Dans ce cas l'ouverture des fissures doit être limitée en limitant la contrainte dans les armatures.

5.2.2.1 - Contrainte limite des aciers tendus ($\bar{\sigma}_s$).

a) fissuration préjudiciable

Cas des pièces exposées aux intempéries ou à des condensations

$$\bar{\sigma}_s \geq \min \begin{cases} 2/3 \times f_e \\ 110 \sqrt{\eta \times f_{ij}} \end{cases} \quad (MPa) \quad \text{Avec} \quad \eta = \begin{cases} 1 \rightarrow \text{ronds lisses} \\ 1.3 \rightarrow \text{H.A. } \phi < 6\text{mm} \\ 1.6 \rightarrow \text{H.A. } \phi \geq 6\text{mm} \end{cases}$$

b) fissuration très préjudiciable

Cas des pièces placées en atmosphère agressive ou des éléments devant assurer une étanchéité.

$$\bar{\sigma}_s \geq \min \begin{cases} \frac{f_e}{2} \\ 90 \sqrt{\eta \times f_{ij}} \end{cases} \quad (MPa)$$

5.2.2.2 - Calcul aux ELS

Comme précédemment la totalité de l'effort de traction étant supportée par les armatures de section (A_s) qui subissent une contrainte ne dépassant pas la contrainte limite admissible ($\bar{\sigma}_s$). Connaissant N_{ser} la section d'armature A_s s'écrit :

$$A_s \geq \frac{N_{ser}}{\bar{\sigma}_s}$$

Remarque : En raison de risque de corrosion des armatures il est judicieux de toujours considérer un tirant comme étant soumis au minimum aux conditions de la fissuration préjudiciable.

5.2.3 - Condition de non fragilité

Le règlement impose que la sollicitation provoquant la fissuration du béton ne doit pas entraîner le dépassement de la limite d'élasticité (f_e) dans l'acier

$$A_s \times f_e \geq B \times f_{t28} \Rightarrow A_s \geq A_{s \min} = \frac{B \times f_{t28}}{f_e}$$

5.2.4 – Dispositions constructives

Les armatures utilisées auront un diamètre au moins égal à 6mm valeur portée à 8mm dans le cas de la fissuration très préjudiciable

La section de béton doit être suffisante pour assurer l'enrobage des armatures et permettre les éventuelles jonctions par recouvrement. Cette section de béton doit aussi satisfaire à la condition de non fragilité.

5.2.5 – Résumé

La formule générale de dimensionnement s'écrit donc :

$$A_s \geq \text{Max} \left\{ \frac{N_u}{f_e / \gamma_s}; \frac{N_{ser}}{\sigma_s}; \frac{B \times f_{t28}}{f_e} \right\}$$

5.3 Armatures transversales

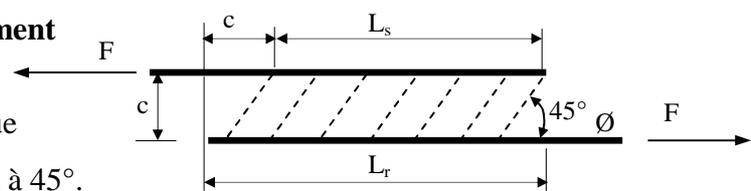
4.3.1 – en zone de recouvrement

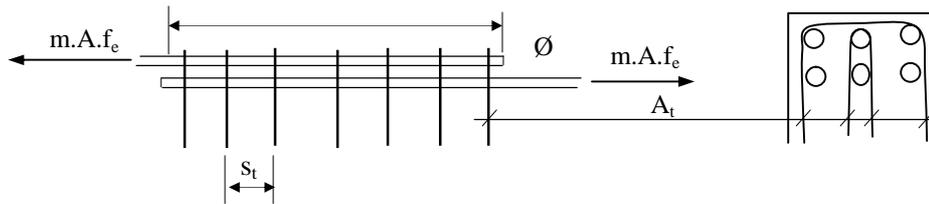
On admet que la transmission de l'effort d'une barre à l'autre s'effectue par compression des bielles inclinées à 45°.

Cette transmission n'est donc effective que sur la longueur $L_s = L_r - c$

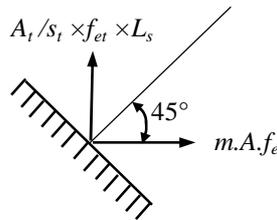
Pour les barres rectilignes

$$\begin{aligned} L_r &= L_s + c & \text{si } c \geq 5\emptyset \\ L_r &= L_s & \text{si } c < 5\emptyset \end{aligned}$$





Du fait de la transmission à 45°, l'effort transversal et l'effort longitudinal sont égaux, il faut donc que la somme des sections ΣA_t rencontrées sur la longueur L_s soit telle que



Or sur la longueur L_s on a: $\Sigma A_t = L_s \times A_t / s_t$

D'où, pour m barres de même diamètre en recouvrement de part et d'autre du même plan

$$\left. \begin{aligned} \frac{A_t}{s_t} L_s f_{et} &= m \times A \times f_e \\ L_s &= \frac{\phi f_e}{4 \tau_s} \\ A &= \frac{\phi^2 \pi}{4} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{A_t}{s_t} f_{et} = m \times \pi \times \phi \times \tau_s \Rightarrow \boxed{\frac{A_t}{s_t} = \frac{m \times \pi \times \phi \times \tau_s}{f_{et}}}$$

Les armatures transversales ainsi déterminées doivent être distribuées sur toute la longueur L_T (et non L_s seulement ; or $L_T = L_s$ que si $c \leq 5 \times \phi$)

5.3.2 – En zone courante

$$\boxed{s_t \leq a}$$

a = plus petite dimension transversale du tirant

5.4 – Applications Numériques

Exercice1 : Soit un tirant qui doit supporter les efforts de traction simple suivants :

Sous charges permanentes $N_G = 0,33$ MN et d'exploitation $N_Q = 0,57$ MN.

Calculer les sections d'armatures nécessaires dans les deux cas suivants :

1. Le tirant est réalisé avec du béton de $f_{c28} = 30$ MPa armé par des aciers HA $f_e E400$, en fissuration préjudiciable. La section du tirant est carrée de côté 40cm
2. Le tirant est réalisé avec du béton de $f_{c28} = 30$ MPa armé par des aciers HA $f_e E500$, en fissuration très préjudiciable. La section du tirant est carrée de côté non fixé mais si possible voisin de 50 cm.

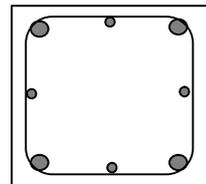
Corrigé :

$$N_u = 1,35 \times N_G + 1,5 \times N_Q = 1,35 \times 0,33 + 1,5 \times 0,57 = 1,3 \text{ MN}$$

$$N_{ser} = N_G + N_Q = 0,33 + 0,57 = 0,9 \text{ MN}$$

- Cas 1 fissuration préjudiciable

$$\bar{\sigma}_s \geq \min \left\{ \frac{2/3 \times f_e}{110 \sqrt{\eta \times f_{ij}}} \text{ (MPa)} = \min \left\{ \frac{2/3 \times 400}{110 \sqrt{1,6 \times 2,4}} = 215,5 \text{ MPa} \right. \right.$$



$$A_s \geq \text{Max} \left\{ \frac{1,3}{400/1,15}; \frac{0,9}{215,5}; \frac{0,16 \times 2,4}{400} \right\}$$

$$A_s \geq \text{Max}(37,37; 41,76; 9,6) \text{ (cm}^2\text{)} = 41,76 \text{ cm}^2$$

Soit (4 HA32 dans les coins et 4 HA20 au milieu des faces).

- Cas2: Fissuration très préjudiciable

$$\bar{\sigma}_s \geq \min \left\{ \frac{f_e}{2}; \frac{f_e}{90 \sqrt{\eta \times f_{ij}}} \text{ (MPa)} \right. = 176,36 \text{ MPa}$$

$$A_s \geq \text{Max} \left\{ \frac{1,3}{500/1,15}; \frac{0,9}{176,36} \right\}$$

$$A_s \geq \text{Max}(29,9; 51) \text{ (cm}^2\text{)} = 51 \text{ cm}^2$$

$$\text{Condition de non fragilité : } B = a^2 \leq \frac{A_s \times f_e}{f_{t28}} \Rightarrow a \leq \sqrt{\frac{51 \times 10^{-4} \times 500}{2,4}} \Rightarrow a \leq 1,03 \text{ m}$$

Le tirant aura donc une section carrée de côté 50cm armé par une section d'armature $A_s = 51 \text{ cm}^2$ soit (4 HA32 dans les coins et 4 HA25 au milieu des faces).

Exercice 2

Soit un bâtiment constitué d'un RDC plus 4 étages et ayant la coupe présentée sur le schéma ci-dessous. Les charges permanentes indiquées sur le schéma comportent toutes les actions y compris le poids propre du plancher. On donne: $f_e=400MPa$, $f_{c28}=25 MPa$. Calculez le tirant T1 de section carré ($25\times 25 cm^2$).

