

Université de Btma

- chahid Mostefa Benboulaïd -

Faculté de Technologie

Département de Génie Civil

- Module Structure Mixte - Acier - Btm.

Master 1 -

Cours - Plates Mixtes

I - Rappel = Dans les plates mixtes, acier-béton, le problème à éviter est le glissement entre le béton et l'acier. En liant ces deux composants, les glissements possibles sont fortement diminués ou carrément annulés. Ainsi le béton est essentiellement sollicité en compression. L'élément en acier est tendu de son côté à éviter les risques d'instabilité. En conclusion, les deux matériaux travaillent dans leur domaine respectif de façon optimale.

Exemple

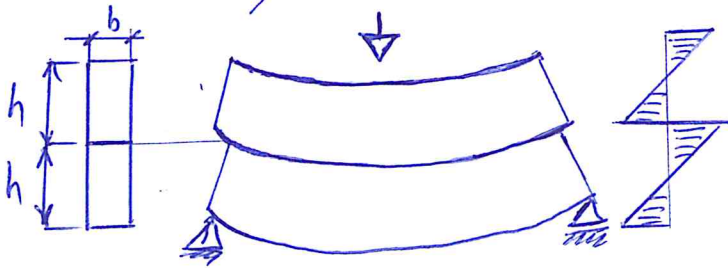


Fig - 1

$$I_1 = 2 \frac{bh^3}{12}$$

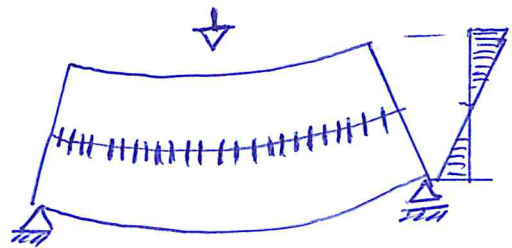


Fig - 2

$$I_2 = 4 I_1$$

- Si on compare les 02 schemas on constate =

1^{er} schema - on double l'inertie en doublant l'épaisseur du matériau.

2^e schema - structure mixte l'inertie vaut 4 fois l'inertie d'un seul élément.

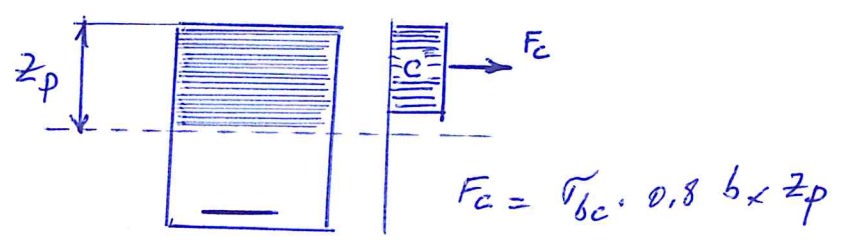
L'avantage de structure mixte acier-béton, est de

peuvent avoir de grandes pontes avec des struches relativement légères.

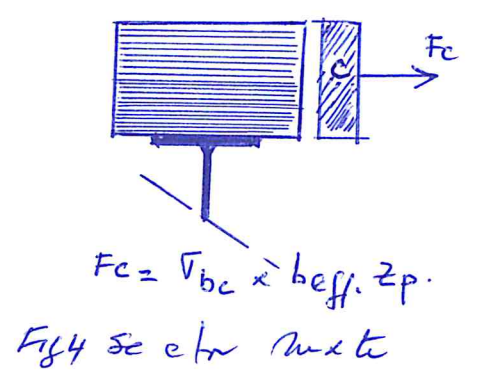
- II - Fondements Théoriques.

2.1 - Hypothèses fondamentales.

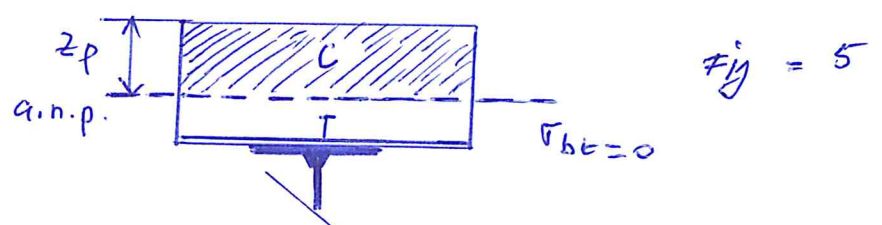
- 1- La connexion acier-béton est complète, cela veut dire qu'il n'y a pas de glissement à l'interface acier-béton. Ainsi, les sections planes restent planes avant et après déformation. (Navier).
- 2- Le béton résiste sur toute sa hauteur comprimée. à une contrainte $\sigma_{bc} = 0,85 \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$, avec $\gamma_c = 1,5$



- Fig 3. Section en B.A.



3- Le béton tendu est négligé



4- Le béton dans les ondes est négligé

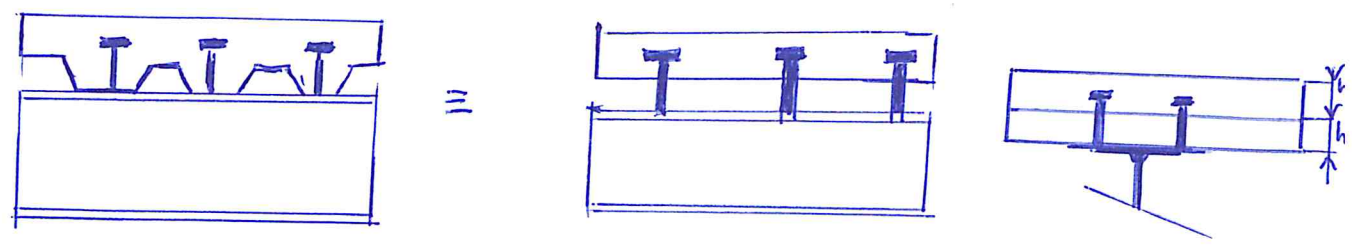
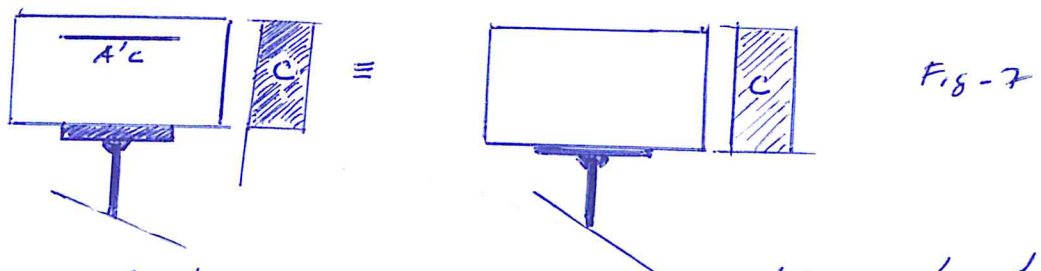


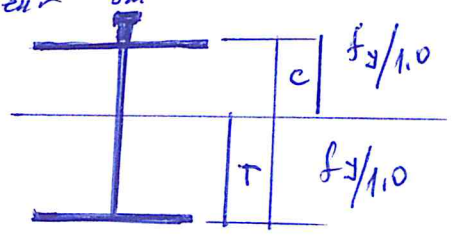
Fig - 6

5. Les armatures en compression sont négligées.



6. En fonction de la position de la fibre neutre, l'acier peut être soit en traction ou en compression. S'il n'y a pas d'instabilité, l'élément en acier peut résister en traction et en compression à la valeur suivante =

$$\frac{f_{yk}}{\gamma_s}, \text{ avec } \gamma_s = 1.10$$



7. Les coefficients de sécurité selon l'Eurocode: Fig-8

- Acier de structure = $\gamma_a = 1.10$
- Béton = $\gamma_c = 1.5$
- Armatures = $\gamma_s = 1.15$
- Sacs collébois = $\gamma_{ap} = 1.10$
- Connecteurs = $\gamma_v = 1.25$

III - Détermination des Efforts dans les fibres transversales

3-1 - Largeur efficace de la poutre

Il est important de déterminer la largeur efficace de la table de compression au milieu de la travée et aux appuis d'extrémité. Elle est importante car elle résulte de ce qu'on appelle le "Trainage de cisaillement" introduisant une distribution non uniforme des contraintes dans la dalle.

Dans le cas de bâtiments, il est admissible d'admettre une largeur partielle constante tout le long de la poutre.

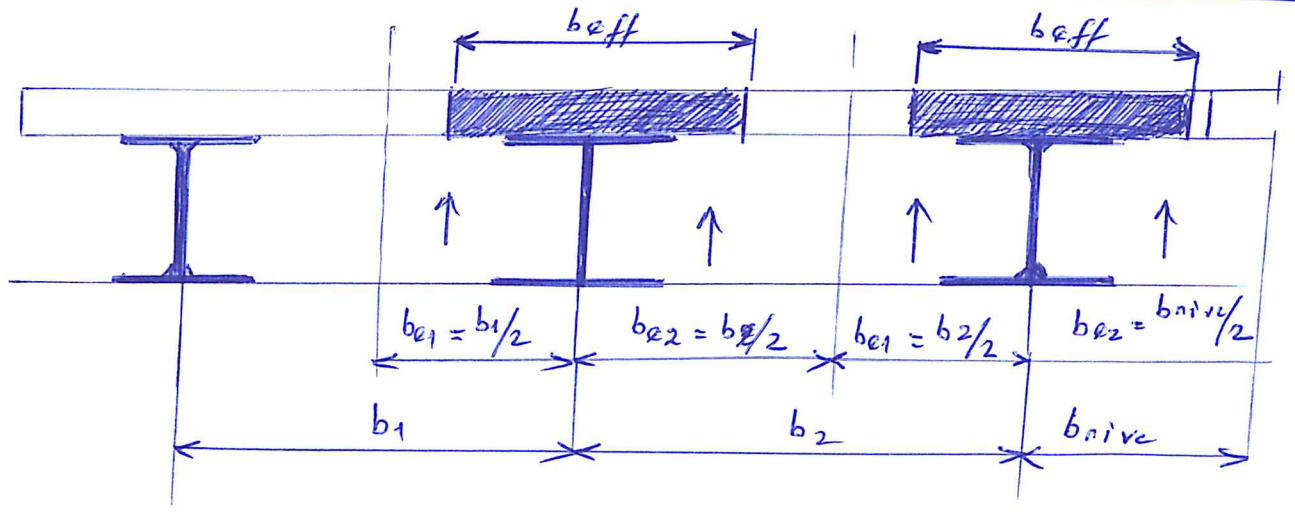


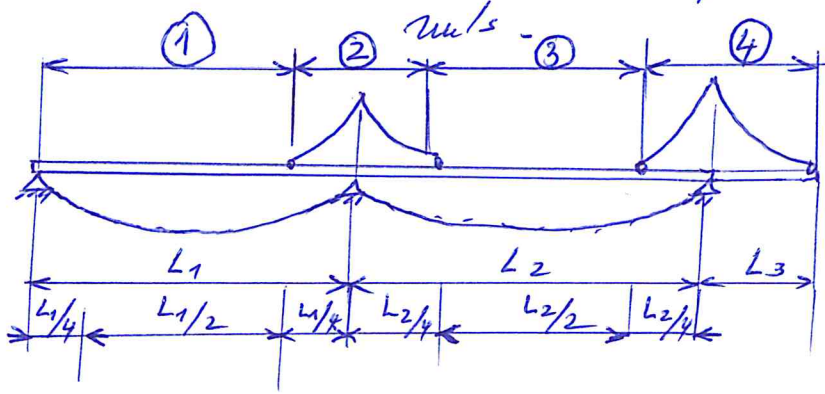
Fig - 9 -

- La largeur efficace est donc : $b_{eff} = \min\left(\frac{L}{8}, b_{e1}\right) + \min\left(\frac{L}{8}, b_{e2}\right)$

- En résumé : $b_{eff} = b_{e1} + b_{e2}$

Avec $b_{ei} = \min\left(\frac{L_i}{8}, b_i\right)$

où L_i = distance entre point de moments



1. $L_0 = 0.85 L_1$ pour $b_{eff, 1}$
2. $L_0 = 0.25 (L_1 + L_2)$ pour $b_{eff, 2}$
3. $L_0 = 0.70 L_2$ pour $b_{eff, 1}$.
4. $L_0 = 2 L_3$ pour $b_{eff, 2}$.

3.2 - Evaluation des efforts à l'ELU

- Si le pont subit un moment positif, la distribution des efforts à l'ELU se résume ainsi :

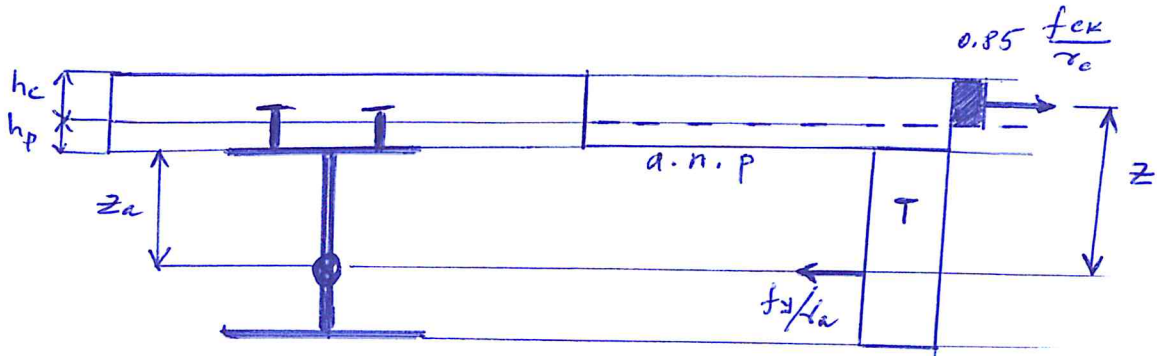
- Compression dans la dalle : $F_{comp} = 0.85 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \cdot b_{eff} \cdot h_c$

- une traction dans le profilé :

$$F_{trac} = \frac{L_1}{\gamma_a} \cdot A_a$$

Dans le comportement des poutres flexibles, trois situations peuvent se présenter.

a. situation 1 = Béton complètement comprimé et l'acier complètement tendu.



- L'équilibre des forces nous donne =

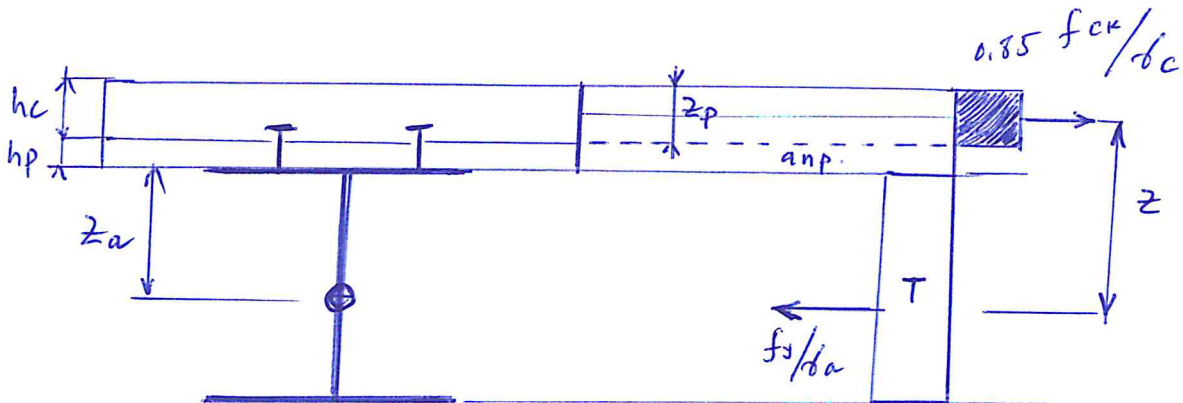
$$F_{comp} = F_{trac}$$

$$D'u = M_{c,rd} = M_{pl,rd} = F_{comp} \cdot z = F_{trac} \cdot z$$

$$\text{avec } z = z_a + h_p + \frac{h_c}{2}$$

- Ici, on utilise complètement le béton et l'acier - mais en pratique ce cas est extrêmement rare.

- situation 2 = Axe neutre plastique dans la dalle avec l'acier complètement tendu.



- Dans ce cas - on a = $F_{comp} > F_{trac}$ et $F_{comp,red} = F_{trac}$

on peut dire que la résistance à la compression est importante, alors une partie de la dalle est nécessaire pour équilibrer la traction. Dans ce cas, on n'a pas besoin de tout le béton present.

L'axe neutre plastique tombe dans la dalle à

à une distance z_p de la fibre supérieure du béton.

$$z_p = \frac{F_{\text{trac}}}{0.85 \frac{f_{ck}}{\gamma_c} b_{\text{eff}}} < h_c$$

Le moment vaut =

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = F_{\text{trac}} \cdot z$$

$$\text{avec } z = z_a + h_p + h_c - \frac{z_p}{2}$$

- Situation 3 = Axe neutre plastique dans le béton

La résistance est importante. Tout le béton et une partie de la poutre est donc soumise à la compression et l'axe neutre plastique se situe dans le béton.

Dans ce cas on a $F_{\text{trac}} > F_{\text{comp}}$.

Il faut également signaler - que deux cas possibles peuvent se présenter :

1- Axe neutre dans la semelle supérieure de la poutre.
une partie de la semelle est mobilisée en compression pour équilibrer l'effort de traction dans la section.

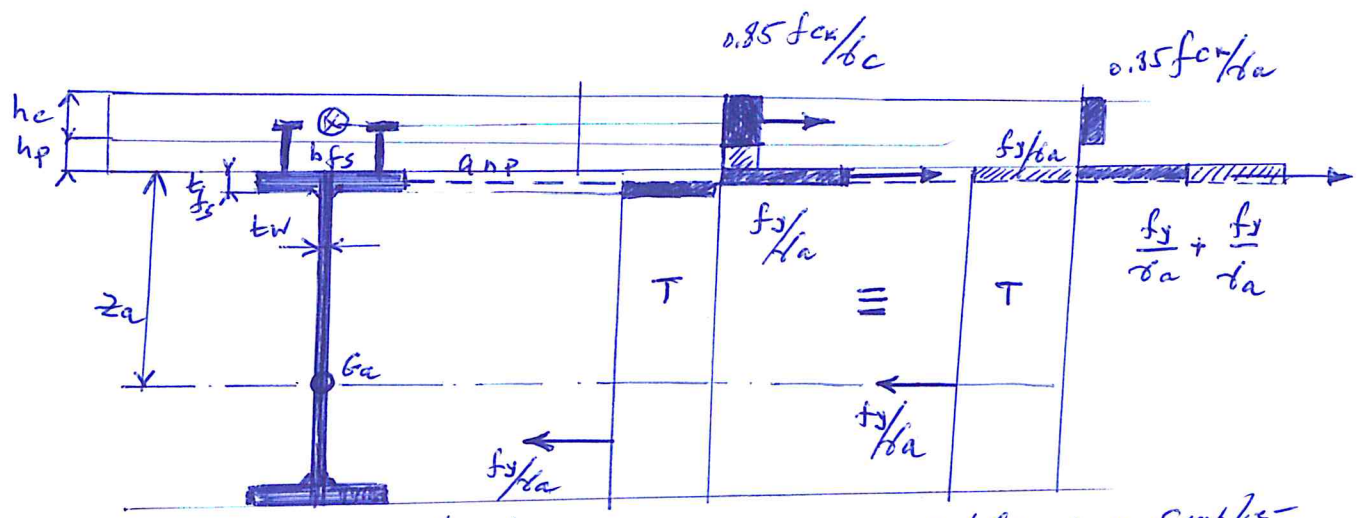
$$\text{si } F_{\text{trac}} - F_{\text{comp}} \leq 2 \left(\frac{f_y}{\gamma_s} \right) b_{fs} \cdot t_{fs}$$

$$\text{Alors } z_p = \frac{F_{\text{trac}} - F_{\text{comp}}}{2 \frac{f_y}{\gamma_s} b_{fs}} < t_{fs}$$

où z_p = représente la distance entre l'axe neutre plastique et la fibre supérieure de la semelle en acier.

Le moment est donc =

$$M_{c,rd} = M_{pl,rd} = F_{\text{comp}} \left(z_a + h_p + \frac{h_c}{2} \right) + (F_{\text{trac}} - F_{\text{comp}}) \left(z_a - \frac{z_p}{2} \right)$$



- Distribution des contraintes à l'ELU

- schéma pour simplifier les calculs.

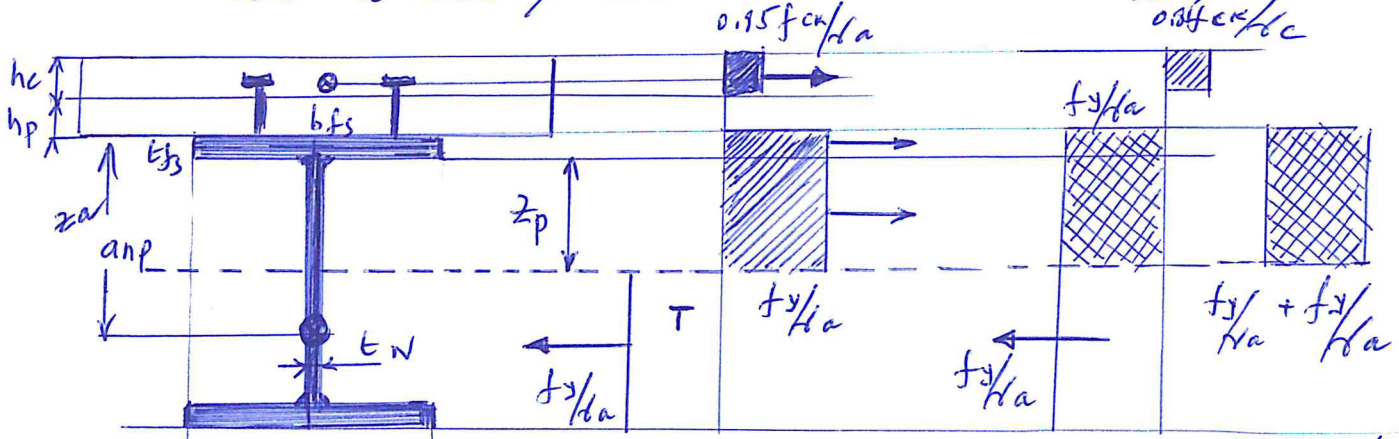
- Si $z_p = t_s \Rightarrow$ la semelle supérieure est complètement comprimée. Dans ce cas il faut s'assurer que la semelle soit de classe 1 ou 2, de sorte à pouvoir calculer le moment plastique.

Ceci, dans tous les cas est valide par le fait que la semelle supérieure est attachée à la dalle par des connecteurs. Ceci évite bien entendu d'avoir à calculer la semelle par compression. Il faudra procéder à un calcul élastique de la résistance à la flexion.

Maintenant, si la semelle est de classe 3 ou 4, il y aura vite fait et il sera impossible de procéder par des calculs simplifiés. Il faudra dans ce cas procéder à un calcul élastique de la résistance à la flexion.

2. Axe neutre plastique dans l'âme de la poutrelle

Ceci a lieu quand: $F_{rac} - F_{comp} > 2 \frac{f_y}{b_a} b_{fs} t_s$



- Distribution des contraintes à l'ELU

- schéma simplifié par le calcul pratique.

Dans ce cas - le bras de levier est :

$$z_p = \frac{F_{trac} - F_{comp} - 2 \frac{f_y b_{fs}}{\gamma_a}}{2 \frac{f_y}{\gamma_a} t_w} < z_a - t_{fs}$$

Alors le moment vent :

$$M_{e,rd} = M_{pl,rd} = F_{comp} \left(z_a + h_p + \frac{h_c}{2} \right) + 2 \frac{f_y b_{fs} \cdot t_{fs}}{\gamma_a} \left(z_a - \frac{t_{fs}}{2} \right) - 2 \frac{f_y}{\gamma_a} t_w z_p \left(z_a - \frac{t_{fs}}{2} - \frac{t_{fs}}{2} \right)$$

Comme l'âme est comprimée en partie, il faut s'assurer qu'elle est de classe 1 et 2 pour pouvoir procéder à un calcul plastique. La classification se fait par l'acier seul. Si l'âme est de classe 3 ou 4, il faut faire un calcul élastique.