

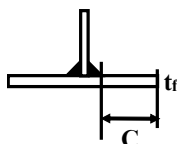
Résistance à la flexion d'une poutre de plancher mixte - Section sous moment négatif

Cet article fait suite à d'autres textes déjà publiés sur métalétech, que nous vous invitons à consulter pour une meilleure compréhension de celui-ci:

- [Construction mixte acier-béton- Calcul des poutres de planchers #1 : largeur participante de la dalle à prendre en compte pour le calcul des poutres mixtes.](#)
- [Constructions mixtes – Calcul des poutres de planchers #2 : Résistance à la flexion d'une poutre de plancher mixte – Section sous moment positif](#)
- [Constructions mixtes – Calcul des poutres de plancher mixte#3: Section sous moment positif - Exemple d'application](#)

Hypothèses - Limitations

- La section mixte est soumise à un moment négatif, c'est un moment qui comprime la fibre inférieure. On retient l'hypothèse qu'à l'ELU le béton est complètement fissuré et on ne considère que les armatures pour résister aux contraintes de traction au niveau de la dalle ;
- L'hypothèse d'une connexion complète est retenue pour le calcul de la résistance plastique de la section mixte fissurée ;
- Pour le calcul du moment plastique on se limite aux cas de semelles inférieures de la poutrelle métallique de classe 1 ou 2 (semelles comprimées non attachées par des connecteurs). Ceci consiste à vérifier que l'élançement $C/t_f \leq 10\varepsilon$ avec $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$



(C : largeur de l'aile prise à partir du pied de cordon de soudure pour les PRS ou le pied du congé de raccordement pour les profilés laminés) ;

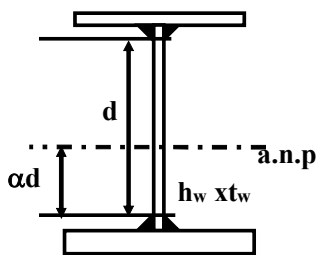
- L'âme doit être aussi de classe 1 ou 2. Deux situations peuvent se présenter :
 - a) l'âme est complètement comprimée, dans ce cas l'élançement d/t_w doit être inférieur à 38ε avec $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$
 - b) l'âme est partiellement comprimée, dans ce cas il faut s'assurer que celle-ci est de classe 1 ou 2 en appliquant les critères suivants :

Âme de classe 1 lorsque $\alpha \geq 0,5$ $d/t_w < 396\varepsilon/(13\alpha - 1)$

$\alpha < 0,5$ $d/t_w < 36\varepsilon/\alpha$

Âme de classe 2 lorsque $\alpha \geq 0,5$ $d/t_w < 456\varepsilon/(13\alpha - 1)$

$\alpha < 0,5$ $d/t_w < 41,5\varepsilon/\alpha$



- Pour les matériaux on se limite à S460 pour l'acier et à des classes C60/75 ou LC60/75 pour le béton, sans être inférieures à C20/25 ou LC20/25 ;
- Les armatures possèdent une ductilité de classe B ou C selon l'EN1992-1-1 tableau C1. De plus, l'aire minimale d'armature selon l'EN1994-1-1 est respectée (la détermination de l'aire minimale d'armature fera l'objet d'un prochain article).

Section mixte sous moment négatif

Une section mixte sous moment de flexion négatif résiste au niveau du profilé en acier et des barres d'armature comprises à l'intérieur de la largeur efficace $b_{eff,2}$ de dalle (sur appui intermédiaire), sous réserve que ces barres soient convenablement ancrées (pour rappel, elles doivent être également à ductilité élevée pour ne pas remettre en cause le calcul d'un moment de résistance plastique). En effet, dans une configuration normale de section mixte, la dalle est fissurée sur toute son épaisseur, et l'axe neutre plastique se trouve dans le profilé ; deux cas sont envisagés, selon que l'axe neutre se trouve dans la semelle ou dans l'âme. On désigne par A_s l'aire totale des armatures participantes et par h_s la cote de la nappe d'armatures par rapport à la face supérieure de la dalle (enrobage + diamètre des armatures/2). Dans le cas d'une double nappe d'armature, on peut adopter pour h_s la cote du centre de gravité des nappes.

Nous allons adopter la même démarche pour le calcul de la résistance sous moments positif. Deux points à noter:

- 1) L'effort maximal de compression que le profilé est capable de supporter est égale à :

$$F_a = A_a \times f_y / \gamma_a$$

- 2) L'effort maximal de traction que les armatures sont capables de supporter est égale à :

$$F_s = A_s \times f_{sk} / \gamma_s$$

Dans ces expressions :

A_a : l'aire de la section transversale de la poutre métallique

γ_a : Coefficient partiel de sécurité = 1,0

A_s : l'aire de la section des armatures à l'intérieur de la largeur efficace

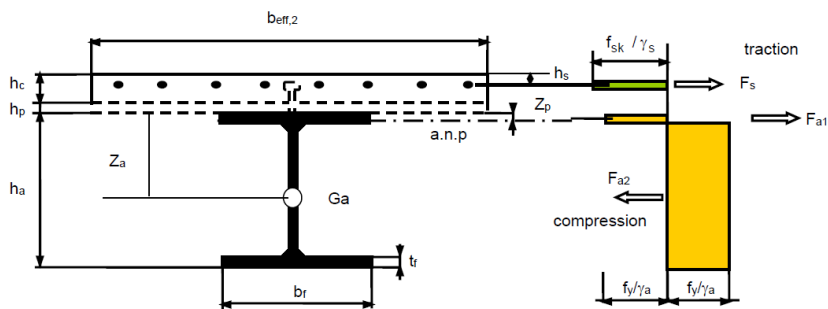
γ_s : Coefficient partiel de sécurité = 1,15

Situation 1 : axe neutre plastique dans la semelle supérieure

Cette situation est à appliquer lorsque :

$$F_a - F_s \leq 2 \times f_y / \gamma_a \times b_{fs} \times t_{fs}$$

(b_{fs} et t_{fs} sont les dimensions de la semelle supérieure du profilé) l'axe neutre plastique est dans la semelle supérieure à une distance Z_p de la face supérieure de la semelle supérieure.



Distribution plastique des contraintes avec axe neutre dans la semelle (flexion négative) :

$$Z_p = (F_a - F_s) / (2 \times f_y / \gamma_a \times b_{fs})$$

Le moment plastique est à calculer avec l'expression :

$$M_{pl,Rd} = F_s \times (Z_a + h_c + h_p - h_s) + (F_a - F_s) \times (Z_a - Z_p/2)$$

Situation 2 : axe neutre plastique dans l'âme

Cette situation est à appliquer lorsque :

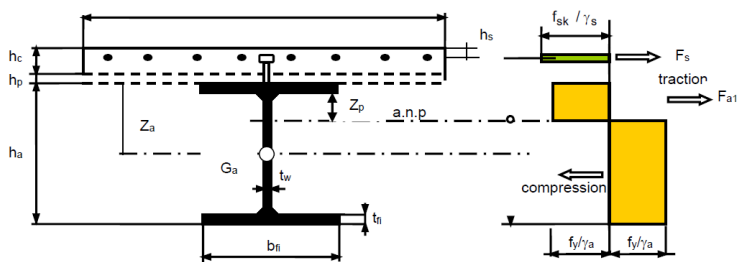
$$F_a - F_s > 2 \times f_y / \gamma_a \times b_{fs} \times t_{fs}$$

La position de l'axe neutre plastique à partir de la fibre inférieure de la semelle supérieure est donnée par l'expression (on néglige l'aire du congé de raccordement) :

$$Z_p = (F_a - F_s - 2 \times f_y / \gamma_a \times b_{fs} \times t_{fs}) / (2 \times f_y / \gamma_a \times t_w)$$

avec t_w : épaisseur de l'âme

Le résultat doit être $Z_p < Z_a - t_{fs}$, si ce n'est pas le cas, alors il faut revoir la conception de la poutre.



Le moment plastique est à calculer avec l'expression :

$$M_{pl,Rd} = F_s \times (Z_a + h_c + h_p - h_s) + 2 \times f_y / \gamma_a \times b_{fs} \times t_{fs} \times (Z_a - t_{fs}/2) + 2 \times f_y / \gamma_a \times t_w \times Z_p \times (Z_a - t_{fs}/2 - Z_p/2)$$

Exemple d'application

Afin d'assimiler ces développements, un exemple d'application sera donné prochainement dans une autre publication de métalétech.