

CHAPITRE 4

Eléments tendus

4.1 Introduction

En général, les éléments tendus sont fabriqués avec des profilés laminés à chaud, typiquement des cornières ou des canaux : dans d'autres cas, les profilés formés à froid peuvent être utilisés de manière pratique.

La capacité de charge des éléments tendus est essentiellement régie par :

- ◆ La répartition des contraintes résiduelles dues au processus de fabrication ;
- ◆ les détails d'assemblage des extrémités de l'élément.

La capacité de charge au niveau de la zone d'assemblage dépend de la section nette (Figure 4.1). Lorsque le mécanisme de transfert de la force est analysé en correspondance avec le centroïde de la section transversale, la section effective (ou nette) correspond à la section brute réduite de manière appropriée pour la présence de trous. Dans le cas de trous décalés, la section effective doit être considérée comme étant le minimum entre la section effective évaluée par référence à une section droite et celle associée à une ligne multi-linéaire appropriée traversant les trous.

La section transversale effective (nette) doit être évaluée conformément aux dispositions des normes. La conception des éléments soumis à une force de traction peut être basée sur le choix d'un élément dont la section transversale est supérieure à la surface minimale A_{\min} , qui peut être évaluée sur la base de la charge de traction nominale N , comme :

$$A_{\min} = \frac{N}{f_d}$$

Où, f_d est la limite de résistance à la traction de calcul.

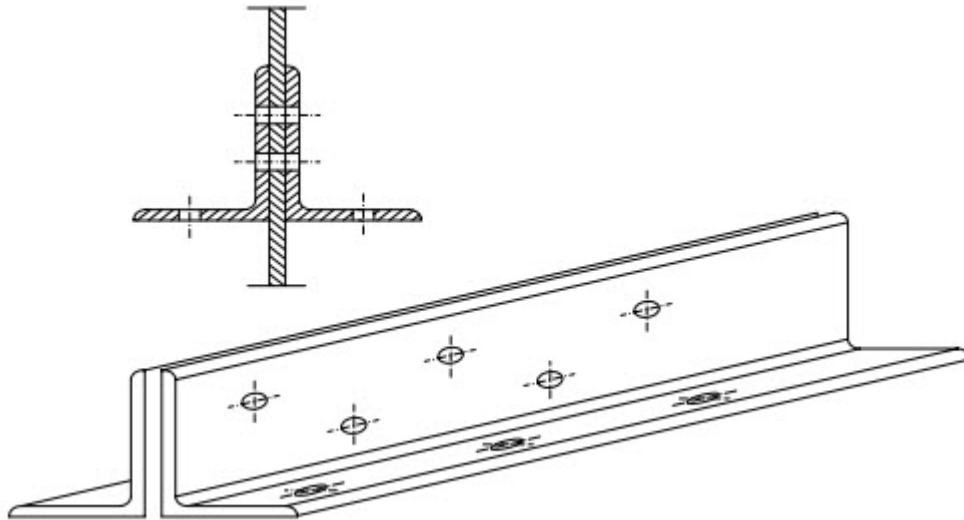


Figure 4.1 Détail d'assemblage d'un élément en traction.

5.2 Calcul selon l'approche Eurocode

Les éléments tendus soumis à la force axiale de calcul N_{Ed} doivent satisfaire à la condition suivante à chaque section, conformément aux dispositions de l'Eurocode.

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

La résistance à la traction nominale, $N_{t,Rd}$ de la section transversale doit être considérée comme étant le minimum entre la résistance plastique de la section transversale brute, $N_{pl,Rd}$, et la résistance ultime de la section transversale nette en correspondance de son assemblage, $N_{u,Rd}$ qui sont respectivement définies comme étant :

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{u,Rd} = 0.9 \frac{A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

Où A et A_{net} représentent respectivement la section brute et la section nette en correspondance des trous, f_y et f_u sont respectivement la limite élastique et la résistance ultime, et γ_{M0} , γ_{M2} représentent les coefficients de sécurité partiels du matériau.

Il convient de noter que le terme $N_{pl,Rd}$ est associé à une rupture ductile due à l'atteinte de la limite d'élasticité, tandis que $N_{u,Rd}$ est associé à une rupture fragile dans la section d'assemblage (régie par l'atteinte de la résistance ultime).

En ce qui concerne les cornières simples ou couplées assemblées par une seule aile, la section effective à prendre en compte pour évaluer la capacité de charge de traction, en supposant que le mécanisme de transfert de force est associé à une seule aile.

Lorsqu'une seule cornière est utilisée, il convient de se référer au critère indiqué dans la norme EN 1993-1-8 : Une seule cornière en traction assemblée par une seule rangée de boulons dans une seule aile peut être traitée comme une charge concentrique sur une section effective nette pour laquelle la résistance ultime de calcul, $N_{u,Rd}$, doit être déterminée comme suit :

I. Avec un seul boulon (figure 4.2a)

$$N_{u,Rd} = \frac{2.0(e_2 - 0.5d_0) \cdot t \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

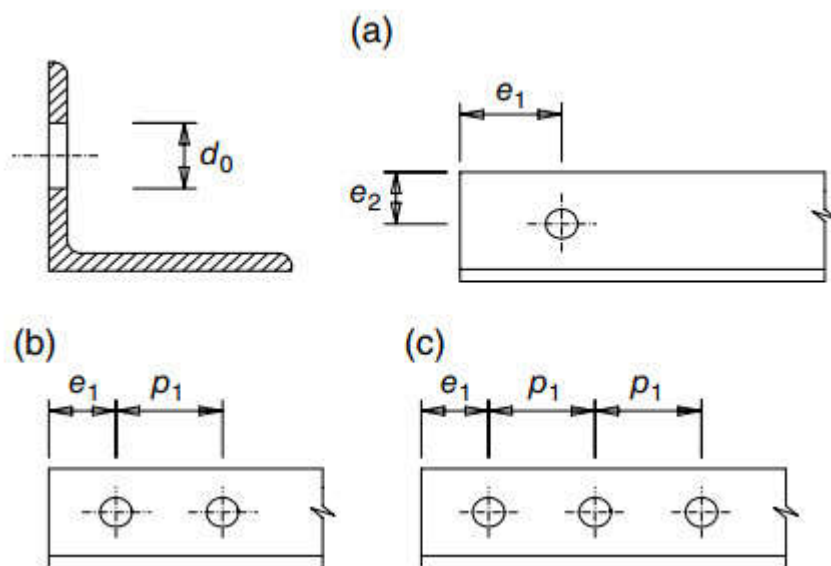


Figure 4.2 Cornière simple assemblée par une seule aile via (a) un boulon, (b) deux boulons et (c) trois boulons.

II. Avec deux boulons (figure 4.2b) :

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

III. Avec trois boulons ou plus (figure 4.2c) :

$$N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

Entraxe P_1	$\leq 2.5 d_0$	$\geq 5 d_0$
Deux boulons	$\beta_2 = 0.4$	$\beta_2 = 0.7$
Trois boulons ou plus	$\beta_3 = 0.5$	$\beta_3 = 0.7$

Tableau 4.1 Facteurs de réduction β pour les angles assemblés par une seule aile.

Où e_2 est la distance entre l'axe du trou et le bord extérieur de l'élément dans la direction orthogonale à la force, d_0 est le diamètre du trou, les termes β_2 et β_3 sont des facteurs de réduction dépendant de l'entraxe P_1 comme indiqué au tableau 4.1.

Pour une valeur intermédiaire de P_1 , la valeur de β peut être déterminée par interpolation linéaire. γ_{M2} est le coefficient de sécurité et A_{net} est la section effective nette.

Il est à noter que pour une cornière à ailes inégales assemblée par sa petite aile, la section résistante A_{net} doit être prise comme égale à la section nette d'une cornière à ailes égales équivalente de la même taille que celle de sa petite aile.

En cas de trous décalés pour les fixations (Figure 4.3), la rupture peut se produire le long d'un trajet multilinéaire et la surface totale à déduire pour l'évaluation de la section nette (A_{net}) doit être considérée la plus grande entre :

- la somme maximale de la section des trous (A_f) dans toute section perpendiculaire à l'axe de la pièce ;

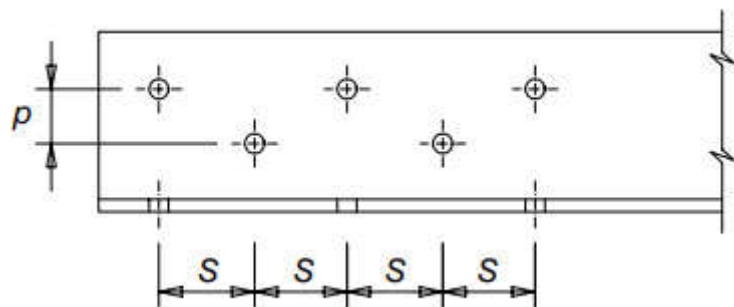


Figure 4.3 Assemblage typique en traction avec trous décalés.

- la somme des aires de section de tous les trous dans toute ligne diagonale ou multilinéaire s'étendant progressivement à travers l'élément ou la partie de l'élément moins $s^2.t/(4p)$ pour chaque entraxe dans la chaîne des trous, qui peut être exprimée comme :

$$t \cdot n d_0 - \sum \frac{s^2 t}{4p}$$

Où t est l'épaisseur, n est le nombre de trous le long de la ligne considérée, d_0 est le diamètre du trou et les termes p et s doivent être assumés conformément à la figure 4.3.

Le terme p indique l'entraxe décalé, qui correspond à l'espacement des centres des trous continus de la chaîne, mesuré parallèlement à l'axe. Le terme s mesure l'espacement du centre des deux mêmes trous mesurés perpendiculairement à l'axe de l'élément.

Exemple 4.1 Vérification d'une Cornière en traction selon EC3

Vérifier, conformément au code EC3, la résistance d'une cornière simple à ailes égales L 120 × 10 mm assemblée sur un seul côté par une rangée de deux boulons de type M16 (figure Ex 4.1, dimensions en mm). Les boulons assemblent seulement un côté de la cornière à une plaque de gousset. La cornière est soumise à une charge axiale nominale N_{Ed} de 350 kN.

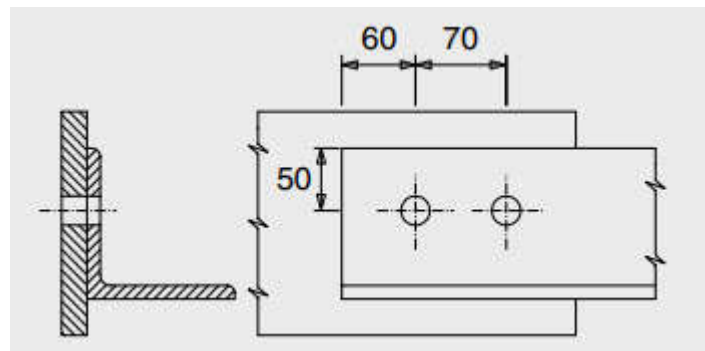


Figure Ex 4.1

Matériau : S235-EN 10025-2 $f_y = 235$ MPa, $f_u = 355$ MPa

Propriétés géométriques de la cornière L 120 × 10 mm : $A_g = 2318$ mm².

Diamètre du boulon : $d = 16$ mm, perçage standard des trous : $d_0 = 18$ mm.

Distance des trous : $p_1 = 70$ mm.

Exemple Ex 4.2 Vérification de la jonction d'une corde de traction d'une poutre en treillis selon EC3

Vérifier, conformément à l'EC3, l'assemblage de la figure Ex 4.2, qui assemble l'extrémité de deux membrures d'une poutre à treillis et transfère une sollicitation de traction axiale de conception $N_{Ed} = 2250 \text{ kN}$.

(Dimensions en millimètres)

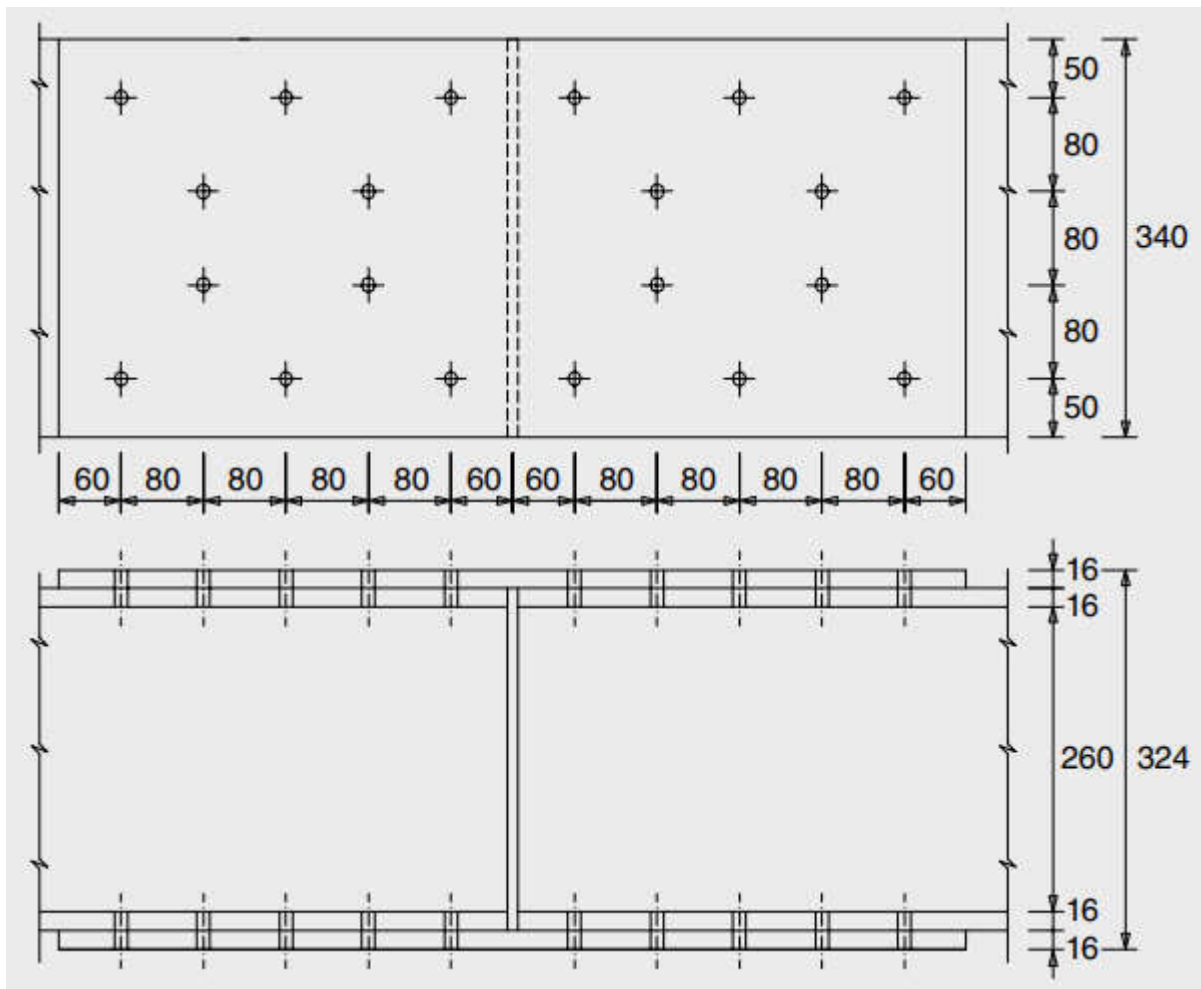


Figure Ex 4.2

Les semelles de la poutre sont composées de plaques de $340 \times 16 \text{ mm}$ et une plaque de $260 \times 12 \text{ mm}$ forme l'âme de la poutre. Des plaques de recouvrement simples de $340 \times 16 \text{ mm}$ sont boulonnées à la semelle de la poutre dans des trous normaux ($d_0 = 26 \text{ mm}$).

Matériau : S235-EN 10025-2 $f_y = 235 \text{ MPa}$, $f_u = 355 \text{ MPa}$