

Chapitre 5 : Traction simple

5.1. Introduction

La construction métallique est composée d'un ensemble d'éléments structuraux travaillant à la :

- Traction ;
- Compression ;
- Flexion ;
- Torsion ;
- Cisaillement ;
- Ou bien : à des sollicitations combinées.

Les éléments sollicités par la traction pure sont communément appelés éléments **tendus**. Un composant est dit tendu si la résultante des efforts qui exercent sur une section se réduit à un effort normal appliqué au centre de gravité (G) de la section et dirigé vers l'extérieure.

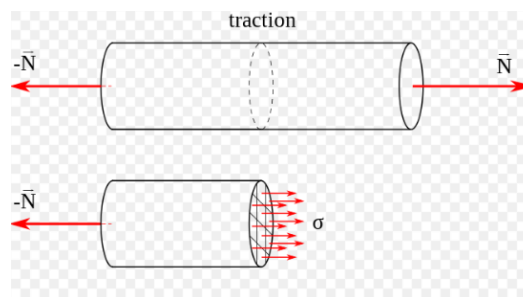


Fig.5.1. Traction simple.

La contrainte σ en un point quelconque de la section droite est donné par la relation :

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (5.1)$$

Avec :

N : effort normale de traction

A : Aire de la section droite

En général les sections courantes des éléments tendus sont des profilés laminés sous forme de :

- Fer plat, fer rond, fer carrés
- Cornières
- Profilés en U
- Profilés en I
- Profilés en H

5.2. Domaines d'utilisation des éléments tendus

On retrouve les éléments tendus dans presque toutes les ossatures métalliques. Dans les poutres en treillis, certaines diagonales des systèmes de contreventement, des tirants, des suspentes, des liernes, et des câbles.

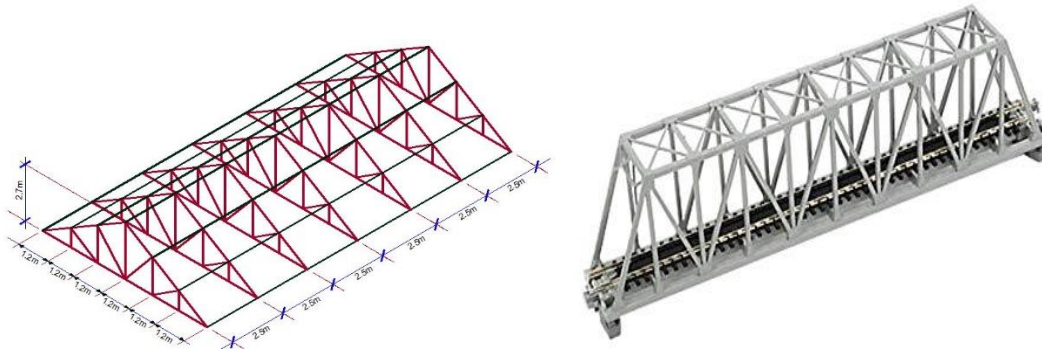


Fig.5.2. Systèmes en treillis.

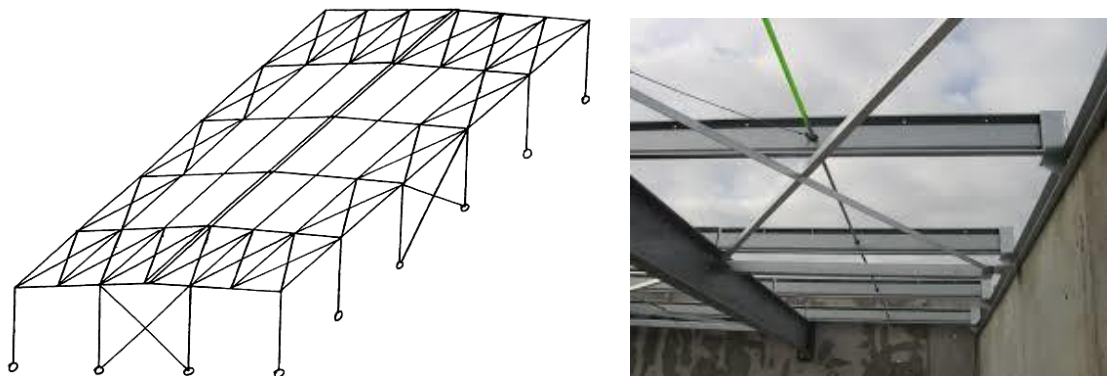


Fig.5.3. Palée de stabilité et poutre au vent et liernes.

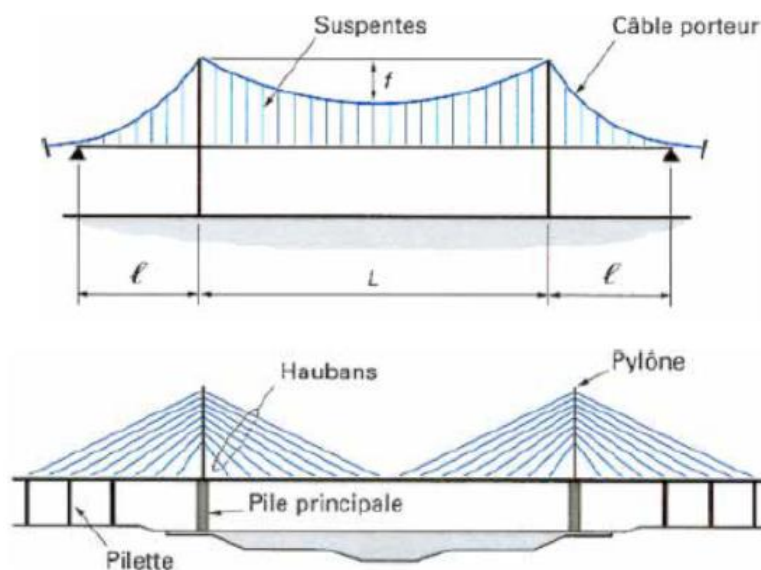


Fig.5.4. Pont suspendu et pont à haubans.

5.3. Comportement et dimensionnement

5.3.1. Comportement et mode de ruine

La ruine ou la défaillance d'un élément tendu peut avoir lieu dans la zone courante ou la zone d'assemblage.

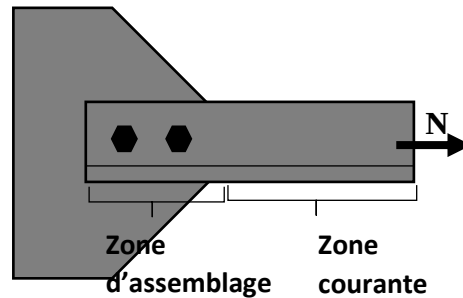


Fig.5.5. Détail d'un élément tendu.

a) Zone courante :

Dans la zone courante la défaillance est due aux allongements excessifs résultant de la **plastification** des sections.

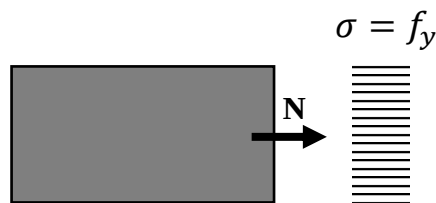


Fig.5.6. Plastification de la section de l'élément tendu.

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad (5.2)$$

$N_{pl,Rd}$: la résistance de calcul de la section courante

f_y : limite élastique du matériau

A : aire de la section brute

γ_{M0} : Coefficient partiel de sécurité de l'acier $\gamma_{M0} = 1.0$

b) Zone d'assemblage :

Dans la zone d'assemblage, la défaillance est due à la rupture des sections comportant des trous qui se trouvent affaiblies. C'est un mode de ruine de type fragile par opposition au premier qui est un phénomène ductile.

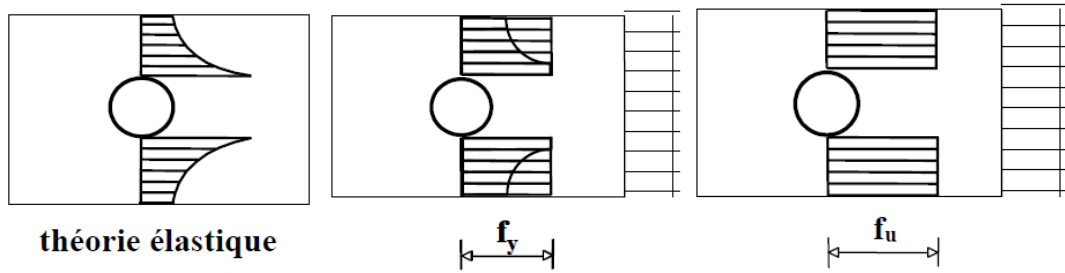


Fig.5.7. Mode de ruine de l'élément tendu au niveau de l'assemblage.

$$N_{u,Rd} = \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.3)$$

$N_{u,Rd}$: la résistance ultime de calcul de la section nette au droit des trous de fixation.

A_{net} : aire de la section nette au droit des trous de fixation

f_u : la résistance ultime à la traction de l'acier

γ_{M2} : coefficient partiel de sécurité à appliquer dans la section nette, $\gamma_{M2} = 1.25$.

5.3.2. Critères de dimensionnement

La valeur de calcul de l'effort de traction N_{sd} dans l'élément doit vérifier :

$$N_{sd} \leq N_{Rd} = \min [N_{pl,Rd}, N_{u,Rd}] \quad (5.4)$$

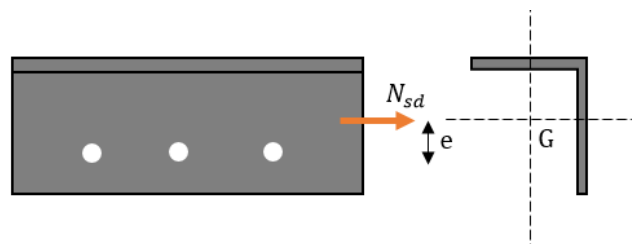
Avec :

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \quad (5.5)$$

Et :

$$N_{u,Rd} = 0.9 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.6)$$

Le facteur 0.9 est un coefficient de réduction qui prend en compte les excentricités inévitables, qui peuvent exister entre le centre de gravité de la section transversale et le barycentre des trous de fixation.

Fig.5.8. Excentricité dans la transmission des efforts $M = N_{sd} \times e$.

Remarque :

Si un comportement ductile est requis (afin d'éviter la concentration des contraintes aux voisinage des trous), il faut vérifier que :

$$N_{pl,Rd} \leq N_{u,Rd} \quad (5.7)$$

$$\Leftrightarrow \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} \leq 0.9 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.8)$$

$$\Leftrightarrow 0.9 \frac{A_{net}}{A} \geq \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \frac{f_y}{f_u} \quad (5.9)$$

5.3.3. Cas des cornières

Pour les éléments métalliques tendus ayant une section en U ou en cornières (L) assemblés par une seule aile il convient de prendre en compte les effets de trainage de cisaillement et d'excentricité.

L'effort de calcul pour les sections en cornières demeure l'effort de traction N_{sd} sans tenir compte du moment secondaire qui peut être induit par les excentricités. Par contre, la résistance $N_{u,Rd}$ est modifiée en fonction du nombre de trous de fixation.

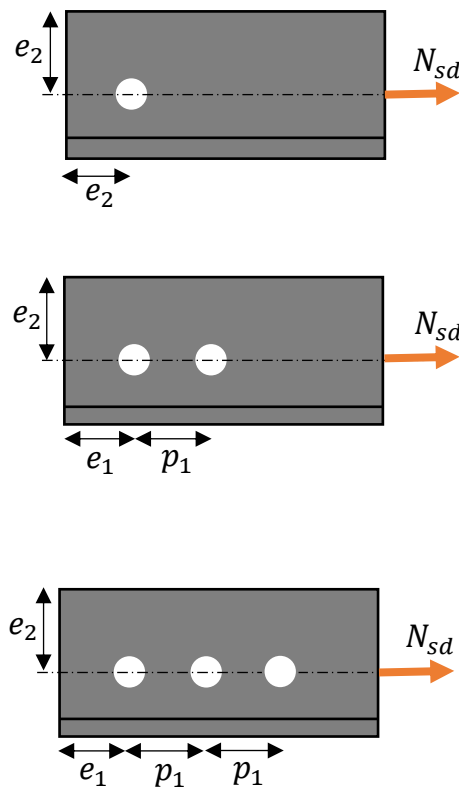


Fig.5.9. Attache des cornières

a) Attache avec un seul boulon :

$$N_{u,Rd} = \frac{2 [e_2 - 0.5d_0] t f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.10)$$

Avec :

 d_0 : diamètre du trou de fixation t : épaisseur de l'aile de la sectionb) Attache à 2 boulons :

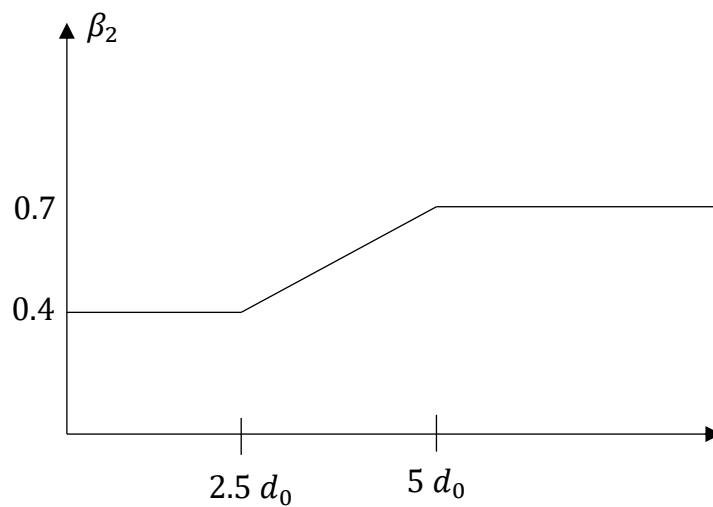
$$N_{u,Rd} = \beta_2 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.11)$$

c) Attache à 3 boulons :

$$N_{u,Rd} = \beta_3 \frac{A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5.12)$$

β_2 et β_3 sont des coefficients minorateurs données par le tableau ci-dessous en fonction de l'entre axe p_1 .

	Coefficients β_2 et β_3	
p_1	$\leq 2.5d_0$	$\geq 5d_0$
β_2	0.4	0.7
β_3	0.5	0.7

Fig.5.10. valeurs de β_2 .

5.3.4. Calcul de la section nette

a) Cas des trous alignés :

$$A_{net} = A - n * d_0 * t \quad (5.13)$$

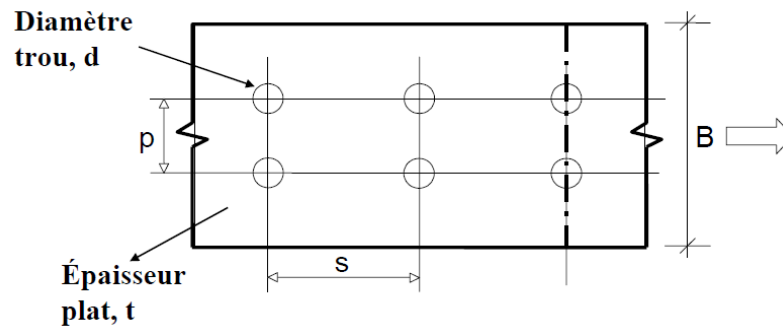


Fig.5.11. Cas des trous alignés.

b) Cas des trous en quinconce :

$$A_{net} = A - n * d_0 * t + \left(\sum \frac{s_i^2}{4 p_i} * t \right) \quad (5.14)$$

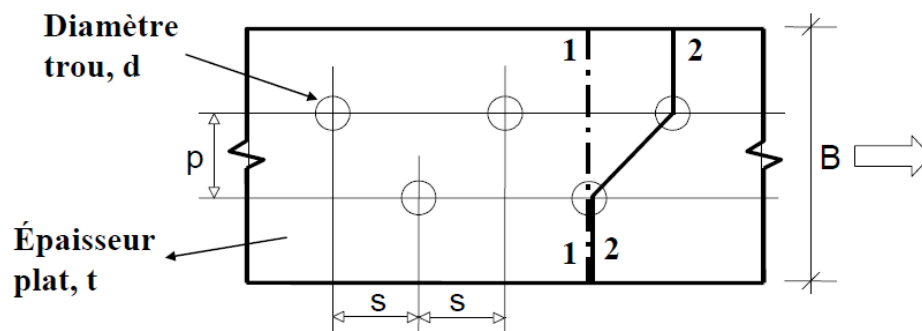


Fig.5.12. Cas des trous en quinconce.