

5- Calcul des liernes

5.1- Introduction :

Les liernes sont des tirants qui fonctionnent en traction. Ils sont généralement formés de barres rondes ou de petites cornières. Leur rôle principal est d'éviter la déformation latérale des pannes.

Compte tenu de la faible inertie transversale des pannes, et dès lors que la pente des versants (α) atteint 8 à 10%, l'effet de la charge $Q_{y.sdt}$ (perpendiculaire à l'âme de la panne) devient préjudiciable et conduit à des sections de pannes importantes, donc onéreuses.

La solution consiste à réduire la portée transversale des pannes en les reliant entre elles par des liernes (tirants), situés à mi - portée.

Chaque fois que les pannes en profilés sont disposées normalement au versant, il convient de les entretoiser par un ou plusieurs cours de liernes en fer rond ou en cornière. Ces liernes, reliées entre eux au niveau du faîtage, permettent d'éviter la déformation latérale des pannes, très préjudiciable au bon aspect de la couverture.

5.2- Calcul de l'effort maximal revenant aux liernes :

La réaction R au niveau du lierne :

$$R = 1.25Q_y \times l/2 = 1.25 \times 49.3 \times 2.50 = 154 daN$$

Effort de traction dans le tronçon de lierne L_1 provenant de la panne sablière :

$$T_1 = \frac{R}{2} = \frac{154}{2} = 77.0 daN$$

Effort dans le tronçon L_2 : $T_2 = R + T_1 = 154 + 77.0 = 231 daN$

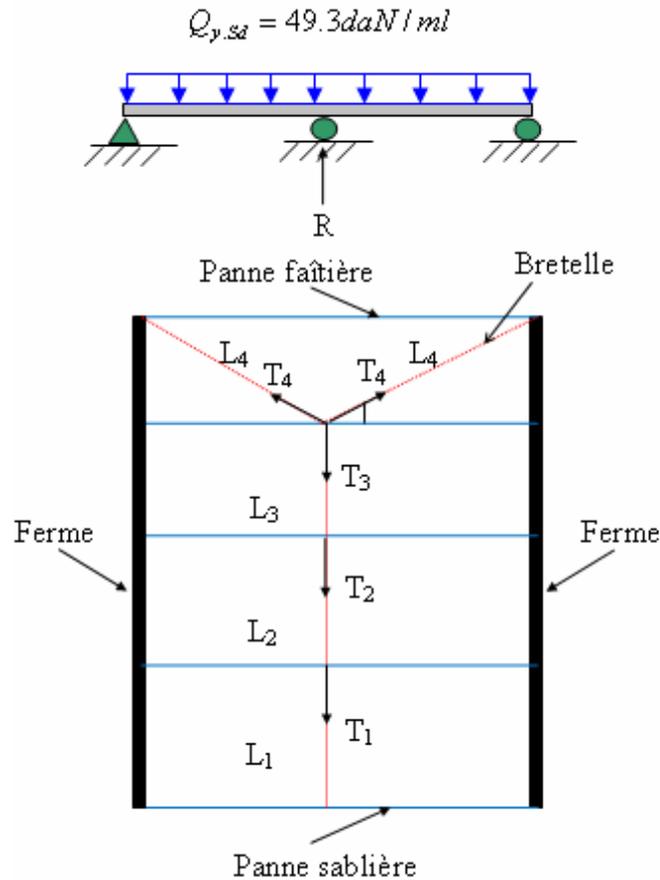
Effort dans le tronçon L_3 : $T_3 = R + T_2 = 154 + 231 = 385 daN$

Effort dans les diagonales L_4 : $2T_4 \cdot \sin \theta = T_3$

$$\theta = \arctg \frac{2.04}{2.5} = 39.2^\circ ; T_4 = \frac{T_3}{2 \sin \theta} = \frac{385}{2 \sin 39.2} = 304.6 daN$$

Remarque :

Les liernes sont des tirants qui fonctionnent en traction et qui sont soumis à des efforts croissants, au fur et à mesure qu'ils se rapprochent du faîtage. Les efforts de traction sollicitant les liernes ne peuvent pas être attachés aux pannes faîtières, qui périraient transversalement. Ils sont donc transmis aux fermes (traverse) par des tirants en diagonale (bretelles).



5.3- Dimensionnement des liernes :

Le tronçon le plus sollicité est L_3 .

Élément tendu:

$$N_{Sd} \leq N_{pl.Rd}$$

$$N_{pl.Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} : \text{Résistance plastique de la section brute}$$

$$N_{Sd} = T_3 \leq \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad ; \quad A \geq \frac{T_3 \cdot \gamma_{M0}}{f_y}$$

$$A \geq \frac{385 \times 1.1}{2350} = 0.180 \text{ cm}^2$$

$$A = \pi \phi^2 / 4 \geq 0.180 \text{ cm}^2 \quad ; \quad \phi \geq \sqrt{\frac{4 \times 0.180}{\pi}} = 0.48 \text{ cm}$$

Soit une barre ronde de diamètre : $\phi = 0.50 \text{ cm} = 5 \text{ mm}$.

Pour des raisons pratiques et pour plus de sécurité, on opte pour une barre ronde de diamètre $\phi = 10 \text{ mm}$

6- Calcul de l'échantignolle :

6.1- Introduction :

L'échantignolle est un dispositif de fixation permettant d'attacher les pannes aux fermes. Elle est réalisée au moyen d'un plat plié ; elle est dimensionnée en flexion sous l'effet de l'effort de soulèvement du vent et de l'effort suivant versant.

6.2- Calcul des charges revenant à l'échantignolle :

Effort de soulèvement :

$$Q_{z.sd} = G \cos \alpha - 1.5V = -154.23 \text{ daN} / \text{ml} \uparrow$$

Effort suivant rampant :

$$Q_{y.sd} = 1.35G \sin \alpha = 11.7 \text{ daN} / \text{ml} \leftarrow$$

L'excentrement « t » est limité par la condition suivante :

$$2(b/2) \leq t \leq 3(b/2)$$

Pour **IPE 140** :

$$b = 7.3 \text{ cm} \text{ et } h = 14 \text{ cm}$$

$$7.3 \leq t \leq 10.95 \text{ cm} ; \text{ soit } t = 9 \text{ cm}$$

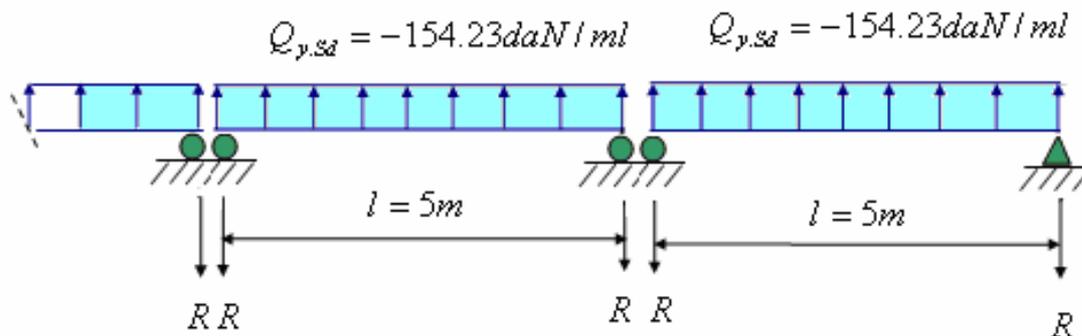
Echantignolle de rive :

$$R_z = Q_{z.sd} \times l / 2 = 154.23 \times 5 / 2 = 385.6 \text{ daN}$$

$$R_y = Q_{y.sd} \times l / 2 = 11.7 \times 5 / 2 = 29.25 \text{ daN}$$

Echantignolle intermédiaire :

$$R_z = 2 \times 385.6 = 771.2 \text{ daN} ; \quad R_y = 2 \times 29.25 = 58.5 \text{ daN}$$



Calcul du moment de renversement :

$$M_R = R_z \times t + R_y \times h / 2 = 771.2 \times 9 + 58.5 \times 7 = 7350.3 \text{ daNcm}$$

6.3- Dimensionnement de l'échantignolle :

Flexion simple

Remarque :

Généralement les échantignolles sont des éléments formés à froid. La classe de la section est au moins de classe 3.

$$M_{Sd} \leq M_{el.Rd}$$

$$M_{el.Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} : \text{Moment de résistance élastique de la section brute.}$$

$$M_{Sd} = M_R \leq \frac{W_{el} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

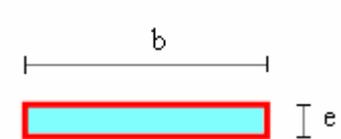
6.4- Calcul de l'épaisseur de l'échantignolle :

$$W_{el} \geq \frac{M_R \cdot \gamma_{M0}}{f_y}$$

$$W_{el} \geq \frac{7350.3 \times 1.1}{2350} = 3.44 \text{ cm}^2$$

$$W_{el} = \frac{b \times e^2}{6} \quad \text{pour les sections rectangulaires}$$

$$e \geq \sqrt{\frac{6 \times W_{el}}{a}} = \sqrt{\frac{6 \times 3.44}{15}} = 1.17 \text{ cm} \quad ; \text{ soit } e = 12 \text{ mm}$$



Remarque :

La largeur de l'échantignolle ($b = 15 \text{ cm}$) est calculée après avoir dimensionné la membrure supérieure de la ferme, **2L70×70×9** (voir CH.8 : calcul des fermes).

$b = 7 + 7 + 1 = 15 \text{ cm}$; avec l'épaisseur du gousset de 10 mm.

