

VI.1. Généralités

VI.1.1. Les poutres

Les poutres sont des pièces principalement sollicitées en flexion. Les pièces fléchies sont parmi les éléments les plus couramment utilisés en construction métallique. On les trouve dans tous les types de structures, où elles constituent des éléments porteurs principaux (traverses de cadre, poutre de toiture ou de plancher...) ou secondaires (pannes. Lisse).

Ces éléments méritent donc qu'on leur accorde une attention particulière car une bonne connaissance des différents phénomènes qui leur sont liés est indispensable pour en assurer une conception et un dimensionnement adéquats.

VI.1.2. Les poteaux

Les poteaux sont généralement des éléments soumis à une flexion et à un effort axial. En règle générale ces éléments ne sont pas isolés du reste de la structure, et leur comportement est de ce fait influencé par l'ensemble des éléments auxquels ils sont liés.

VI.2. Détermination des efforts

Les efforts dans les éléments des portiques sont déterminés à partir d'une analyse automatique réalisée à l'aide du logiciel « **RobotBat** ». Pour le calcul de vérification on considère les éléments les plus sollicités (les plus défavorables).

VI.3. Vérification des éléments des portiques

D'après l'analyse automatique des portiques on a obtenu les efforts dans les barres et qui sont représentées dans les « annexes ».

$$\left. \begin{array}{l} 1,35G + 1,5Q \\ G + Q \end{array} \right\} \quad \text{pour les poutres} \qquad \left. \begin{array}{l} G + 1,5V_x \\ G + 1,5V_y \end{array} \right\} \quad \text{pour les poteaux}$$

VI.4. Les éléments des portiques

On a pris comme un pré dimensionnement des éléments les profilés suivants :

Poteaux : IPE360 ($I_x = 14516 \text{ cm}^4$; $I_y = 944 \text{ cm}^4$)

Traverses : IPE360 ($I_x = 14516 \text{ cm}^4$; $I_y = 944 \text{ cm}^4$)

VI.5. Calcul des poutres

Les poutres sont sollicitées à la flexion simple dans le plan des portiques donc elles sont soumises aux efforts (M , V)

Les sollicitations les plus défavorables sont données dans les tableaux suivants :

Types	N° de poutre	$G + Q$ (ELS)		$1,35G + 1,5Q$ (ELU)	
		M (KN.m)	V (KN)	M (KN.m)	V (KN)
Traverse	20	18,65	6,61	40,31	16,44

Tableau (VI-1) : Effort dans les poutres

Effet de l'effort tranchant ([4] / Art. 5.4.6.(1)). EC3.

$$V \leq 0,5V_{pl}$$

$$V = 16,44 \text{ KN}$$

$$V = 16,44 \text{ KN} < 0,5 V_{pl} = 238,385 \text{ KN}$$

$$V_{pl} = A_v \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 476,77 \text{ KN}$$

«Vérifiée»

• **Vérification à la flexion ([4] /Art.5.4.7.(2))**

Il faut vérifier que : $V < 0,5 V_{pl} \Rightarrow M < M_{pl}$

$$V < 0,5 V_{pl}$$

Pour les sections de classe 1 et 2 il vérifier que :

$$M < M_{pl}$$

Avec :

$$M_{pl} = W_{pl} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 239,47 \text{ KN.m}$$

$$M = 40,31 \text{ KN.m} < M_{pl} = 239,47 \text{ KN.m}$$

«Vérifiée»

• **Vérification au cisaillement**

Il faut vérifier que : $\tau = \frac{V}{A_a} < \bar{\tau} = 0,58 f_y$

$$V = 19,951 \text{ KN}$$

$$\tau = \frac{V}{A_a} = \frac{16,44 \cdot 10^3}{8,334,6} = 6,14 \text{ MPa}$$

$$\tau = 6,14 \text{ MPa} < 0,58 f_y = 136,3 \text{ MPa}$$

«Vérifiée»

V.6. Calcul des Poteaux

Les poteaux sont sollicités à la flexion composée dans le plan des portiques, les poteaux sont soumis aux efforts (M , N et T). Les sollicitations les plus défavorables sont données dans les tableaux suivants :

Types	N° de poteau	G + 1,5V _x		
		N (KN)	V (KN)	M (KN.m)
Poteaux	18	53,3	21,91	176,03

Tableau (VI-2) : Effort dans les poteaux

Vérification au cisaillement

Il faut vérifier que : $V < V_{pl}$

- Poteau de rive

$$V = 21,91 \text{ KN} \quad ; \quad V_{pl} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}}$$

$$A_v = A - 2bt_f + (t_w + 2r)t_f = 34,96 \text{ cm}^2$$

$$V_{pl} = 474,33 \text{ KN}$$

$$V = 21,91 \text{ KN} < V_{pl} = 474,33 \text{ KN}$$

«Vérifiée»

• **Risque de flambement ([4] /Art.5.5.1.1(1)) . EC3.**

Il faut vérifier que : $\bar{\lambda} \leq 0,2$

$$\lambda = \frac{L_K}{i_x} = \frac{650 \cdot 0,5}{3,79} = 85,75$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \varepsilon = 93,9$$

$$\beta_w = 1$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} \sqrt{\beta_w} = \frac{85,75}{93,9} = 0,91 > 0,2$$

Il y a un risque de flambement

Vérification au déversement ([4] / Art.5.5.2.(7)). EC3.

Il faut vérifier que : $\bar{\lambda} \leq 0,4$

$$\lambda_{LT} = \frac{85,75}{\sqrt{(C_1) \left[1 + \frac{1}{20} \left(\frac{85,75}{170/12,7} \right)^2 \right]}} = 49,09$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_{LT}}{\lambda_1} (\beta_w)^{0,5} = \frac{49,09}{93,9} = 0,52 > 0,4$$

Il y a un risque de déversement.

Vérification de la section ([4] / Art.5.5.1.) .EC3.

$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{b} = \frac{360}{170} = 2,1 > 1,2 \\ t_f = 12,7 \text{ mm} < 40 \text{ mm} \\ \text{l'axe de flambement } y-y \end{array} \right\} \text{courbe } a$$

$$\bar{\lambda} = 0,91 \Rightarrow \chi = 0,7339$$

$$\lambda_{LT} = 0,52 \Rightarrow \chi_{LT} = 0,9179$$

Charge uniformément répartie : $\beta_{MLT} = 1,3$

$$\mu_{LT} = 0,15 \bar{\lambda}_z \beta_{MLT} - 0,15 = 0,15 \cdot 0,63 \cdot 1,3 - 0,15 = 0,027$$

$$K_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} \cdot N}{\chi \cdot A \cdot f_y} = 1 - \frac{0,027 \cdot 53,3}{0,7339 \cdot 7273,0 \cdot 235} = 1$$

$$N_{PL} = A \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 1709,15 \text{ KN}$$

$$M_{PL} = W_{PL} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad ; \gamma_{M0} = 1$$

$$W_{PL} = (t_w \cdot \frac{h^2}{4}) \cdot (b_f - t_w) \cdot (h - t_f) \cdot t_f$$

$$M_{PL} = 1,019 \cdot 106,0 \cdot 235 = 239,47 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

$$(\Sigma) \dots \dots \frac{N}{\chi \cdot \frac{N_{PL}}{\gamma_{M1}}} + \frac{K_{LT} \cdot M_y}{\chi_{LT} \cdot \frac{M_{PL}}{\gamma_{M1}}} = \frac{53,3}{0,7339 \cdot \frac{1709,15}{1,1}} + \frac{176,03}{0,9179 \cdot \frac{239,47}{1,1}} = 0,92 < 1 \quad \text{«Vérifiée»}$$

Interaction avec l'effort axial

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,25 \cdot N_{PL} = 0,25 \cdot 1709,15 = 427,15 \text{ KN} \\ 0,5 \cdot A_w \cdot f_y = 0,5 \cdot 2676,8 \cdot 235 = 314,524 \text{ KN} \end{array} \right.$$

$$A_w = A - 2b t_f$$

$$N = 53,3 \text{ KN} < \min(0,25 \cdot N_{PL} ; 0,5 \cdot A_w \cdot f_y) = 314,524 \text{ KN}$$

Il n'y a pas d'interaction avec N.