

V. I. Généralité

L'ossature d'un ouvrage métallique est constituée de barres en acier (poutres, poteaux, diagonales,...etc.) reliées entre elles par des assemblages boulonnés ou soudés. Leur dimensionnement se déroule presque toujours dans l'ordre des étapes suivantes: 1 – dessin de l'ossature principale ; 2 – définition des actions appliquées à la structure ; 3 – choix des barres de l'ossature sur la base d'un pré dimensionnement; 4 – modélisation de la structure, analyse globale et détermination des sollicitations dans les barres ; 5 – vérifications diverses des barres ; 6 – conception et vérification des assemblages. L'ouvrage métallique est, généralement, divisé en deux types ; Bâtiments multi-étagés et bâtiment industriel

V.2. Bâtiments multi-étagés en charpente métallique

V.2.1. Introduction

L'ossature de bâtiment à étages comporte en particulier des éléments structuraux orientés selon trois directions : Des poteaux selon la verticale et deux réseaux de poutres horizontales, disposées le plus souvent orthogonalement (voir figure 5.1). Les poutres ont pour fonction essentielle de supporter le poids des dalles et les charges utiles tandis que les poteaux, qui supportent les poutres, doivent reporter ces charges de gravité vers les fondations.

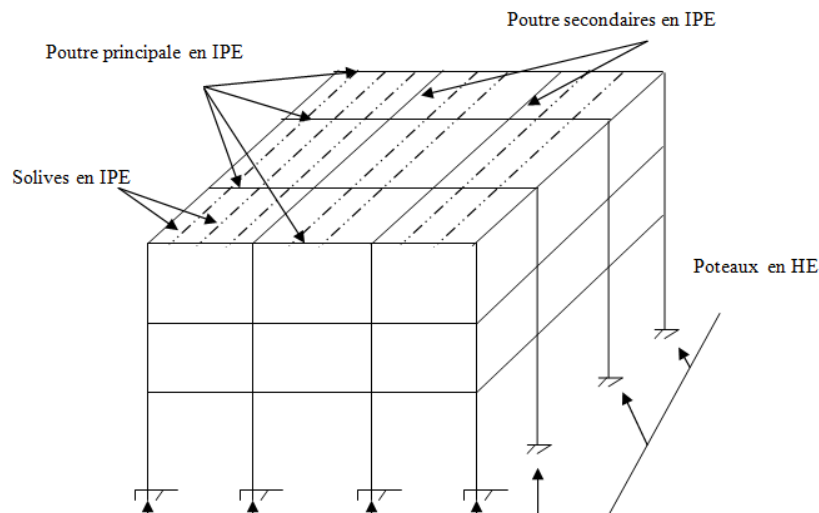


Figure 5.1 : Ossature de bâtiment avec éléments structuraux

C'est ainsi qu'on distingue les poutres principales, qui transmettent leurs réactions aux poteaux, et les solives, qui reportent vers les poutres principales le poids des dalles et les charges utiles. Les solives ne sont alors pas considérées comme des composants structuraux

de l'ossature ; leur action est simplement présentée par des forces appliquées aux poutres principales

V.2.2. Système de contreventement

Les contreventements sont les éléments stabilisateurs principaux d'une structure. Ils sont soumis à des forces situées essentiellement dans leur plan. Les charges et actions qui provoquent ces forces sont :

- Le vent agissant sur les façades de la structure,
- Les mouvements horizontaux imposés aux fondations de la structure par les séismes,
- Les actions horizontales des ponts roulants agissant sur les voies de roulement

V.2.2.a Types de structures

Dans une construction en charpente métallique, on distingue deux types de structures ;

- Structure à nœuds fixes
- Structure à nœuds déplaçables

Une structure est dite à nœuds fixes si elle est rigide ou contreventée par palées de stabilité. Dans le cas contraire, elle est considérée comme une structure à nœuds déplaçables.

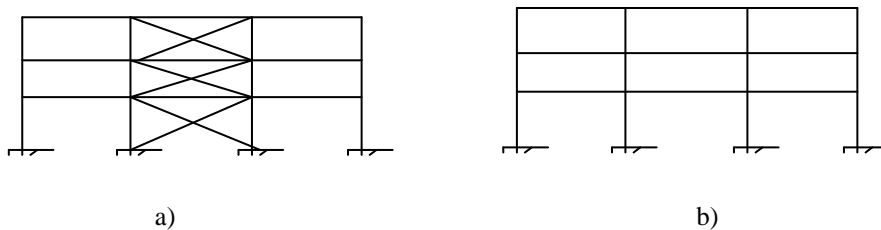


Figure 5. 2 : Types de contreventement : a) Structure à nœuds fixes, Structure à nœuds déplaçables

Une structure est rigide pour un chargement vertical total V , si le rapport :

$$\alpha_{cr} = \frac{V_{cr}}{V} \geq 10 \quad (5.1)$$

d'où :

$$V_{cr} = \sum N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot \sum \frac{I}{L_f^2} \quad (5.2)$$

avec α_{cr} ; la valeur critique de la charge verticale

V : chargement vertical total d'un niveau donné.

N_{cr} : l'effort critique du poteau.

V_{cr} : La somme des efforts critiques des poteaux d'un niveau donné.

L_f : la longueur de flambement d'un poteau.

E : module d'élasticité longitudinal du matériau utilisé

I : moment d'inertie du poteau

Les efforts critiques des poteaux d'un niveau donné, sont calculés pour un mode d'instabilité à nœuds déplaçables. Une structure est considérée contreventée si les déplacements horizontaux des ces nœuds sont réduits de 80% par un système de contreventement (noyau central, voile en béton armé, diagonales en profils métalliques).

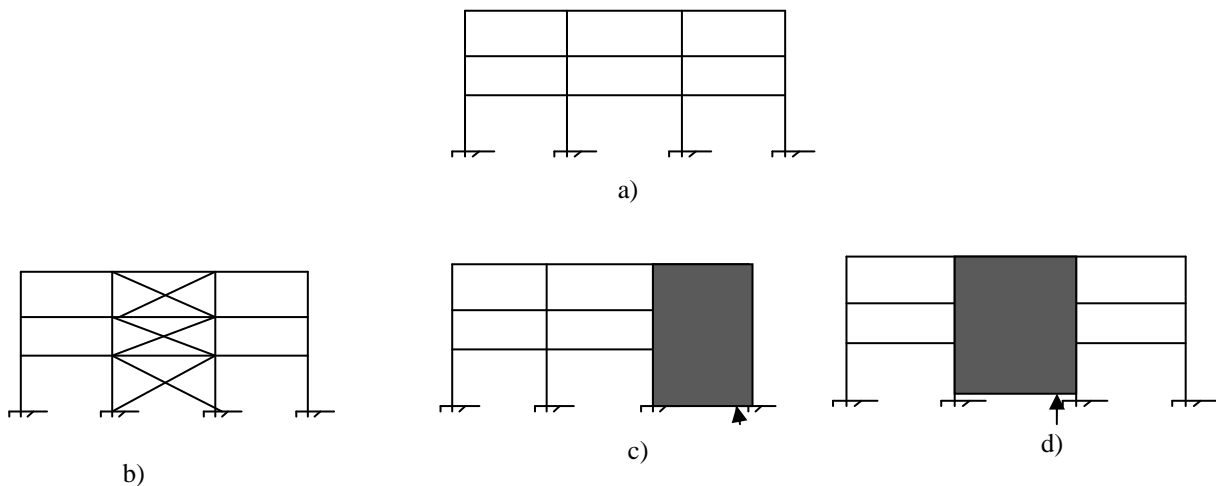


Figure 5.3 : Structure de bâtiment avec un système de contreventée ; a) structure non contreventée, b) Palées de stabilité, c) Voile en B.A, d) Noyau central.

V. 3. Bâtiments industriels en charpente métallique

La plupart des bâtiments industriels (usines, ateliers, entrepôts, .. etc.) ont une ossature métallique. Ce type de structure permet de fermer des surfaces importantes.

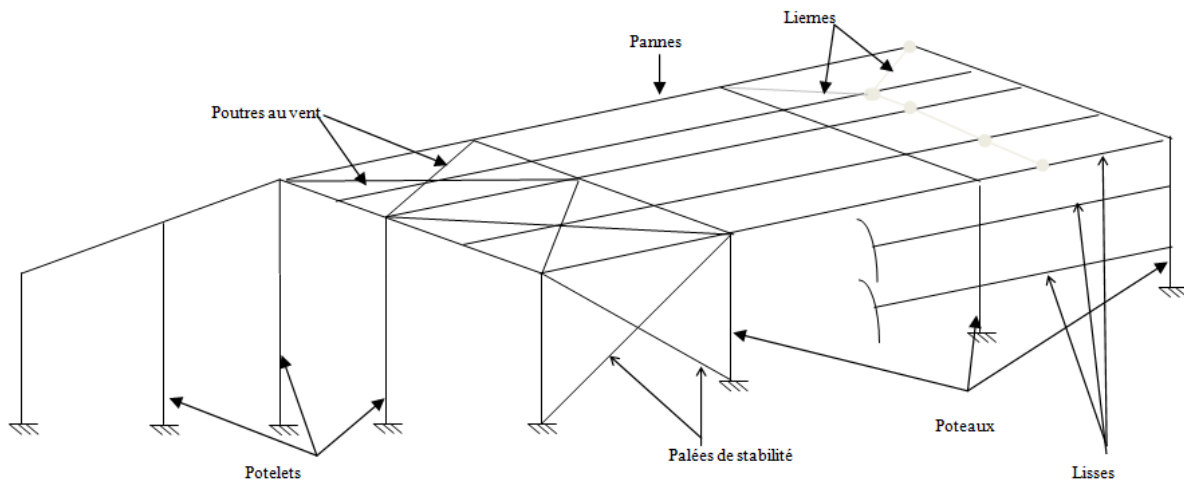


Figure 5.4 : Eléments d'un bâtiment industriel

La coupe transversale du bâtiment industriel représenté dans la figure ci-dessus montre la section transversale du mur en maçonnerie ainsi que des éléments constituant la couverture (pannes, solives, jarrets et traverse).

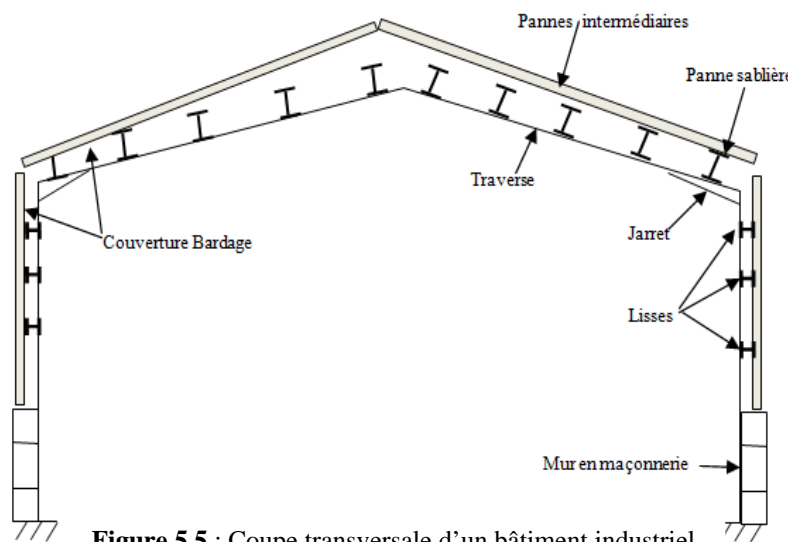


Figure 5.5 : Coupe transversale d'un bâtiment industriel

V.3.1. Les pannes

Les pannes sont des poutres en IPE ou UAP, destinées à transmettre les charges appliquées sur la couverture à la ferme. Elles sont sollicitées en flexion déviée (voir figure).

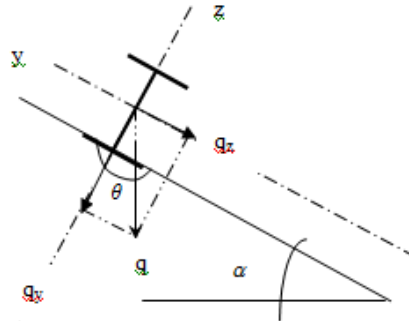


Figure 5.6. : Panne sollicitée en flexion déviée.

Le dimensionnement se fait par la formule suivante :

$$W_{ely} \geq (M_{sd,y} + n.M_{sd,z})/f_y \quad (5.3)$$

d'où

$$\begin{cases} M_{sd,y} = \frac{q_y.L^2}{8} \\ M_{sd,z} = \frac{q_z.L^2}{8} \end{cases} \quad (5.4)$$

$M_{sd,y}$: moment fléchissant selon l'axe Y, $M_{sd,z}$: moment fléchissant selon l'axe Z, q_y : projection de la charge sur l'axe Y, q_z : projection de la charge sur l'axe Z .

Selon CCM 97, les valeurs de n sont les suivants:

IPN; $7 \leq n \leq 8.5$, **IPE** $6 \leq n \leq 9$, **HEA**; $2 \leq n \leq 6$, **UPN** ; $5 \leq n \leq 8$, **UAP**;
 $4 \leq n \leq 7$

V.3.1. a. Nombre de pannes (n_p);

La figure ci-après représente la une ferme de poutre à treillis dont la totalité des pannes existantes.

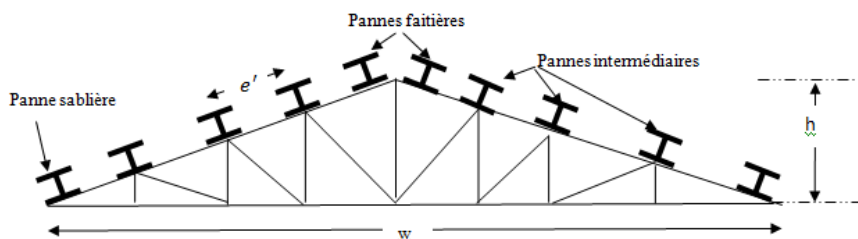


Figure 5.7 : Représentation des pannes sur une ferme

La longueur d'un versant de la toiture et l'espacement entre les pannes sont donnés respectivement comme suit :

$$L' = \sqrt{\left(\frac{w}{2}\right)^2 + (h)^2} \quad (5.5)$$

$$e' = \frac{L'}{n_e} \quad (5.6)$$

$$e \leq 2m \quad (5.7)$$

En utilisant les trois équations précédentes ; Eq.(5.5), Eq.(5.6) et Eq.(5.7) le nombre d'espacement entre pannes est déterminé comme suit :

$$n_e \geq \frac{L'}{2} \quad (5.8)$$

Finalement, nombre de pannes : $n_p = n_e + 1$

avec ; n_e ; le nombre d'espacement entre les pannes, n_p : nombre de pannes

V.3.1. b. Les liernes :

Les liernes sont des tirants sollicités en traction, sont généralement des barres rondes de Φ_{10} à Φ_{16} ou des petites cornières, leur rôle est de limiter la déformation latérale des pannes (voir figure 5.8). Elles sont calculées si la flèche non vérifiée selon l'axe z-z (l'axe de faible inertie)

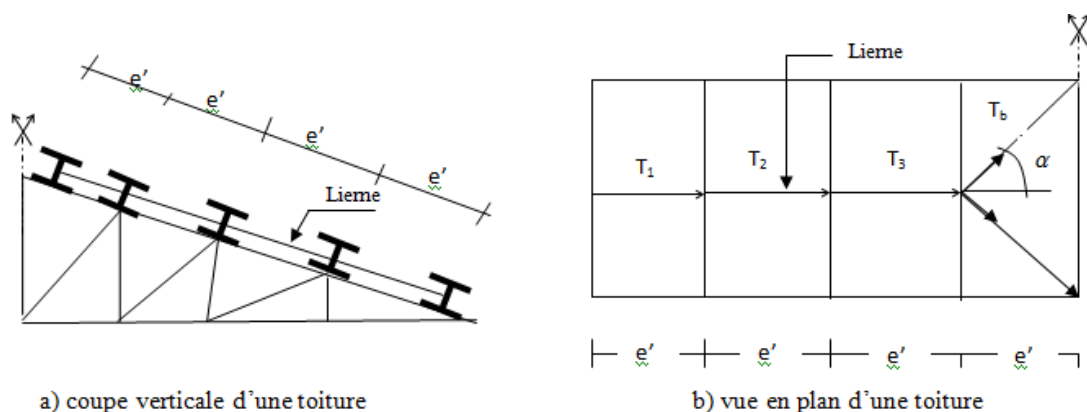


Figure 5.8 : schéma représentatif des liernes

V.3.2. les lisses

Les lisses ont pour un rôle de transmettre des efforts horizontaux et verticaux aux poteaux et potelets, elles travaillent sur les deux axes (y-y et z-z). (voir figure 5.9)

- Selon l'axe z-z, la flèche verticale est engendrée par le poids propre de la lisse plus le poids de la couverture.
- Selon l'axe y-y, la flèche horizontale sera créée par le chargement du vent.

Les lisses sont généralement des profilés en I ou U, placées horizontalement entre les poteaux et potelets.

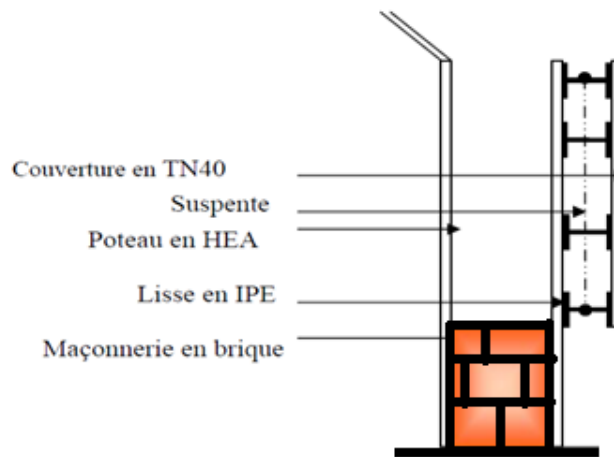


Figure 5.9 : représentation des lisses et suspentes

V.3.2. 1. Les suspentes

Les suspentes sont des tirants sollicités en traction, sont généralement des barres rondes de Φ_{10} à Φ_{16} , leur rôle est de limiter la déformation latérale des lisses. Elles sont calculées si la flèche non vérifiée selon l'axe z-z

V.3.3. Les potelets

Les potelets sont des poteaux articulés à leurs extrémités, sollicités en flexion composé sous l'effet de: - Compression créée par le poids propre des lisses et de la couverture.

- Flexion engendrée par le chargement du vent qui frappe les pignons.

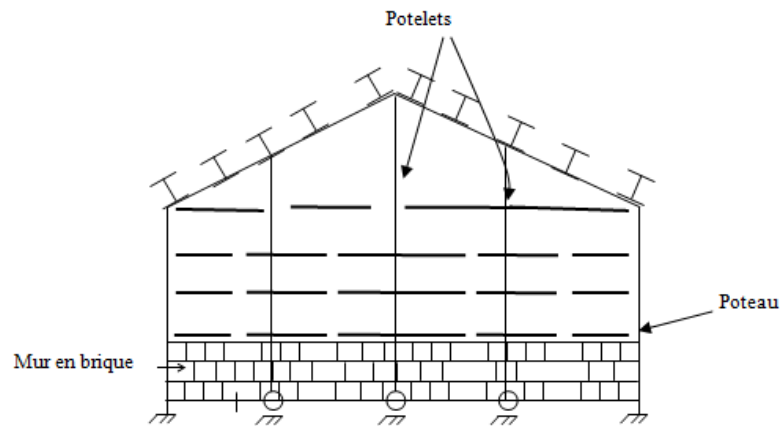


Figure 5.10 : les potelets d'un hangar

V.3.3.1. Dimensionnement

Les potelets reçoivent le vent des pignons et travaillent à la flexion simple. En utilisant le critère de déformabilité, le potelet sera dimensionné par la formule suivante :

$$I_y \geq \frac{5 \cdot q_w \cdot h_p^4}{384 E \delta_{limit}} \quad (5.9)$$

Le potelet est vérifié en satisfaisant le phénomène du flambement avec flexion sous la relation suivante :

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_y \frac{M_{y,sd}}{\frac{M_{pl,y}}{\gamma_{M1}}} + K_z \frac{M_{z,sd}}{\frac{M_{pl,z}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 \quad (5.10)$$

V.3.3. Le jarret

C'est un dispositif situé de renforcement qui assure le bon encastrement du nœud reliant la traverse avec le poteau. Sur le plan économique, la présence du jarret réduit la section de la traverse ainsi que celle du poteau.

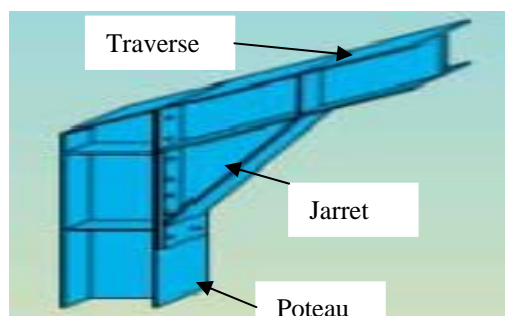


Figure 5.11 : présentation d'un jarret

V. 4. Combinaisons à l'état limite ultime (ELU)

La combinaison de l'état limite ultime est généralement utilisée, pour vérifier et dimensionner par le critère de résistance, elle est donnée par la formule fondamentale suivante :

$$\gamma_G G + \gamma_Q Q_1 + \sum \gamma_Q \psi_{0i} Q_i \quad (i > 1) \quad (5.11)$$

où

$\gamma_G = 1.35$: Dans le cas où la charge permanente G en même sens que les charges variables

$\gamma_G = 1$: Dans le cas de sens contraire

$\gamma_G = 1.5$: appliqué aux charges variables.

V. 4. 1. Coefficient ψ :

L'Eurocode 0 a donné les valeurs de ψ regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 5.1 : Valeurs des coefficients ψ (selon l'Eurocode 0)

Action	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charge d'exploitation :			
1. Bâtiment à usage d'habitation	0.7	0.5	0.3
2. bâtiment à usage bureaux	0.7	0.5	0.3
3. pour commerces et lieux de réunion.....	0.7	0.7	0.6
4. destiné au stockage (bibliothèque, ..)	1	0.9	0.8
Charges d'automobile :			
- Poids de véhicule $\leq 30 kn$	0.7	0.7	0.6
- 30 kn < Ppoids de véhicule $\leq 160 kn$	0.7	0.5	0.3
Toiture en générale	0	0	0
Charge de température	0.6	0.5	0
Charges dues au vent	0.6	0.2	0
Charges dues à la neige			
Altitude $H > 100 m$	0.7	0.5	0.2
Altitude $H \leq 100 m$	0.5	0.2	0

Remarque : les coefficients ψ_1, ψ_2 sont destinés pour l'état limite service

V. 5. Combinaisons pour l'état limite service

Les combinaisons aux états limites service sont pour calculer et vérifier la flèche.

Pour l'état limite de service, on peut distinguer les trois combinaisons suivantes :

Combinaison rare : $G + Q_1 + \sum \psi_{0i} Q_i$ utilisée pour les flèches.

Combinaison fréquente : $G + \psi_1 Q_1 + \sum \psi_{2i} Q_i$

Combinaison quasi-permanente : $G + \sum \psi_{2i} Q_i$