

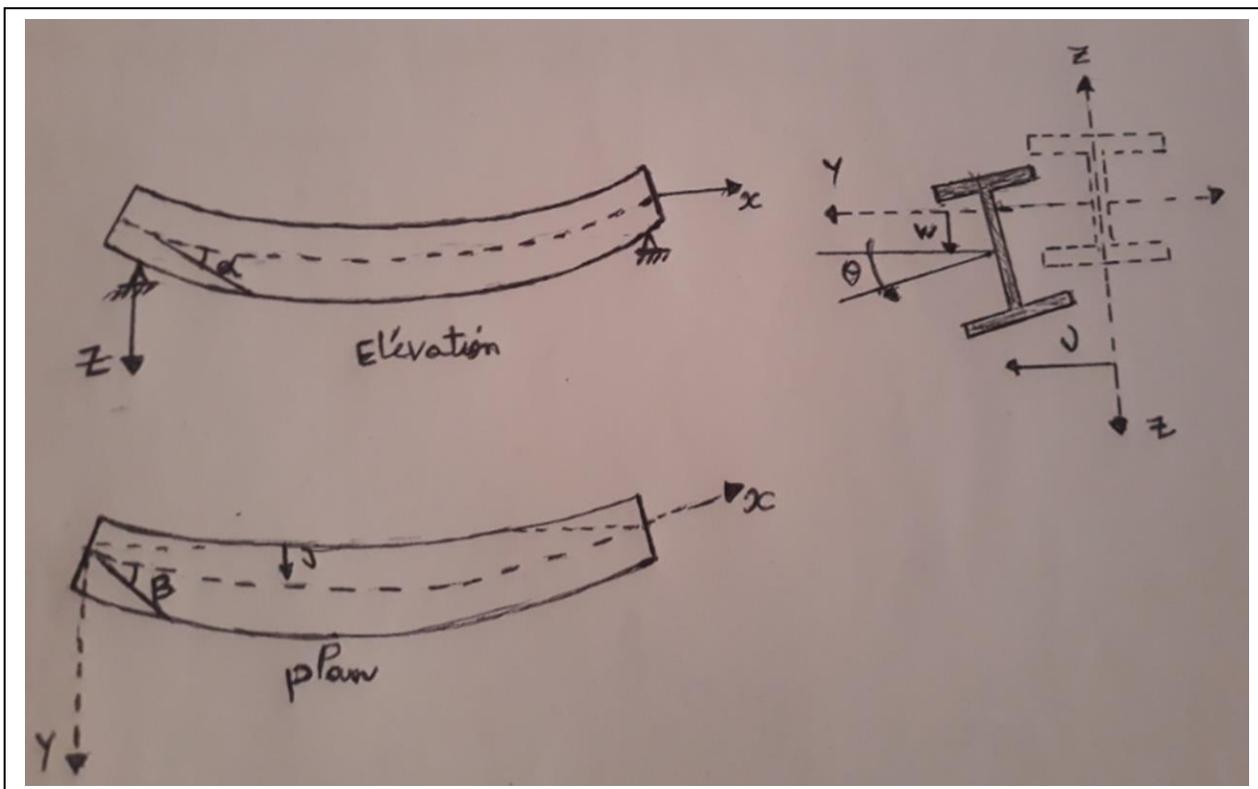
Chapitre 03 : Le déversement

1- Définition :

Le déversement est un phénomène d'instabilité affectant les poutres subissent des efforts de flexion.

- Lorsqu'une poutre est fléchie, l'une de ces faces est comprimée et l'autre tendue, lorsque l'effort de compression atteint une valeur critique (dépendant des conditions d'appuis et la distribution de M) : le coté comprimé va flamber.

2- Aspect de déversement :



- On remarque que l'application d'un moment de flexion simple vertical, se transforme en une superposition d'un moment de flexion déviée + un moment de torsion.
Autrement dit :
 - Sur l'axe z : flexion verticale
 - Sur l'axe y : flexion transversale
 - Sur l'axe x : torsion.
- Les mouvements qui peuvent se produire à notre poutre sont :
 - a) Un déplacement vertical (v) selon l'axe z + rotation α autour de l'axe y .
 - b) Un déplacement transversal (w) selon l'axe y + rotation β autour de l'axe z .
 - c) Une rotation θ autour de l'axe x .

- Les équations des moments en fonction des inerties sont

$$EI_z \frac{d^2 w}{dx^2} = M_z$$

$$EI_y \frac{d^2 v}{dx^2} = M_y$$

$$GJ_x \frac{d\theta}{dx} = M_x$$

I_z, I_y : moments d'inertie selon l'axe y et z.

J_x : Moment d'inertie de torsion .

Dans le cas particulier d'une poutre comportant une section constante, l'expression classique de moment critique de déversement élastique a été établie par Timoshenko sous la forme :

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{EI_z \cdot GJ_x \cdot \left(1 + \frac{\pi^2 EI_w}{l^2 GJ_x}\right)}$$

l : longueur de la poutre

G : module d'élasticité transversale $G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

I_w : Inertie de gauchissement. $I_w = I_z \frac{(h-t_f)^2}{4}$. EI_w : Rigidité de torsion.

EI_z : Rigidité de flexion latérale.

Gauchissement : est une forme de déformation associée à la torsion.

- Cette expression doit être modifiée pour prendre en compte les caractéristiques pouvant être rencontrés dans la pratique (chargement, conditions d'appuis, sections différentes).

3- Vérification du déversement des pièces fléchies :

- Le moment de flexion maximal M_f doit être inférieur au moment ultime de déversement

$$M_f \leq \chi_{LT} \cdot \beta_w \cdot W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$\beta_w = 1$ Pour les sections de classe 1 et 2.

$\beta_w = \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$ Pour les sections de classe 3.

$\beta_w = \frac{W_{eff,y}}{W_{pl,y}}$ Pour les sections de classe 4.

* Le coefficient de réduction χ_{LT}

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + [\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2]^{0.5}}$$

$$\Phi_{LT} = 0.5[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0.2) + \bar{\lambda}_{LT}^2]$$

$\alpha_{LT} = 0.21$ Pour les profilés laminés
 $\alpha_{LT} = 0.49$ Pour les profilés soudés.

3-1 - Calcul de l'élancement $\bar{\lambda}_{LT}$:

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_{ely} \cdot f_y}{M_{cr}}} \quad \text{Si : } \bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4 : \text{ Il est inutile de prendre en compte le déversement.}$$

M_{cr} : Moment critique élastique de déversement.

3-2- Calcul du moment critique élastique de déversement :

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(kL)^2} \left\{ \left[\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(kL)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 Z_g - C_3 Z_j)^2 \right]^{0.5} - (C_2 Z_g - C_3 Z_j) \right\}$$

C_1, C_2 et C_3 : Facteurs dépendants des conditions de charge et d'encastrement (donnés dans Le tableau suivant) :

Chargement et conditions d'appuis	Diagramme de moment de flexion	Valeur de k	Coefficients		
			C_1	C_2	C_3
		1,0 0,5	1,132 0,972	0,459 0,304	0,525 0,980
		1,0 0,5	1,285 0,712	1,562 0,652	0,753 1,070
		1,0 0,5	1,365 1,070	0,553 0,432	1,730 3,050
		1,0 0,5	1,565 0,938	1,267 0,715	2,640 4,800

K et K_w : Facteurs de longueur effective :

$$K_w = 1$$

$K = 0.5$ Pour une fixation

$K = 1$ Pour des appuis simples

$K = 0.7$ Encastré – appuyé

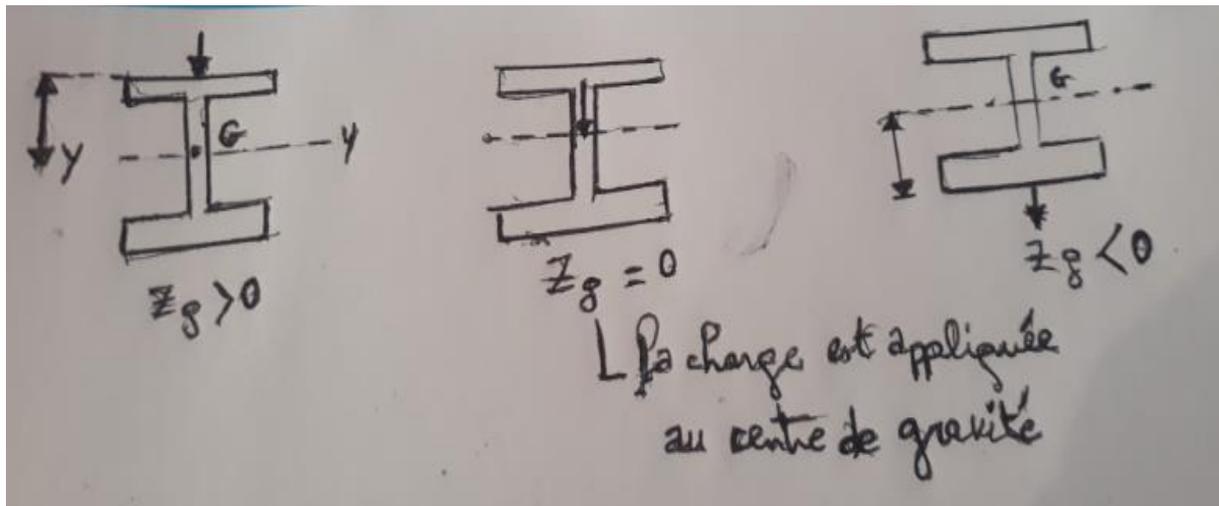
$$Z_g = Z_0 - Z_s$$

$$Z_j = Z_s - \frac{\int_A z(Y^2 + Z^2) dA}{2I_y} \quad (\text{sections symétriques } Z_j = 0)$$

Avec :

Z_0 : Coordonnée du point d'application de la charge

Z_s : Coordonnée du centre de cisaillement (centre de gravité)



4- Les dangers du déversement :

Le risque du déversement peut apparaître surtout lorsqu' on utilise des profilés minces qui sont plus légers vu qu'ils présentent une faible inertie transversale et faible rigidité de torsion.