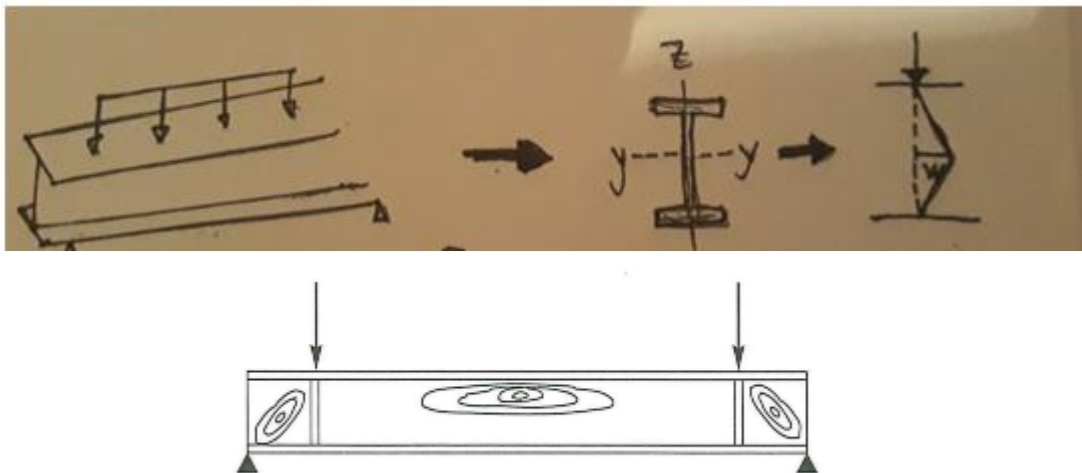


Chapitre 04 : Le voilement (1)

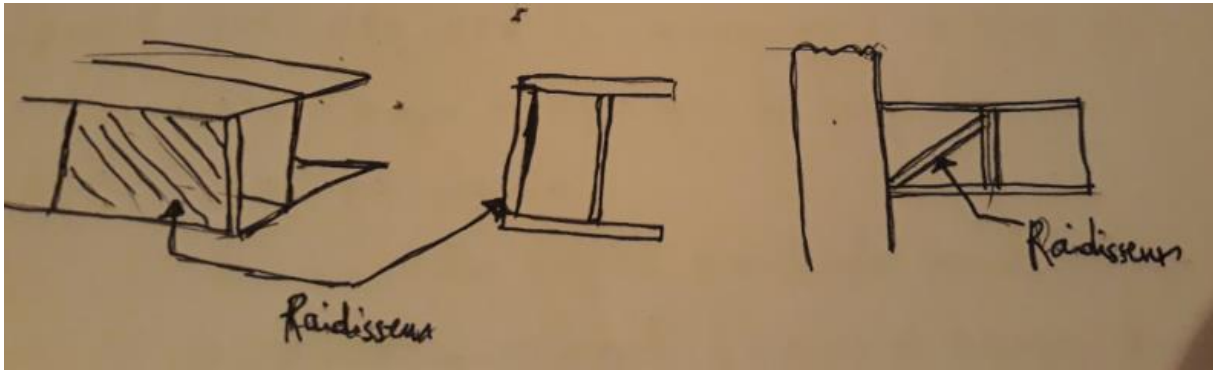
1- Définition :

Le voilement est un phénomène de déformation qui affecte l'âme d'une poutre soumise au même temps à des contraintes de compression et des contraintes de cisaillement (l'effort tranchant).

- Les âmes des poutres utilisées en construction métallique sont généralement minces et donc susceptibles de se voiler.



- Si la poutre est soumise à une faible contrainte σ_z , on impose à l'âme une déformation « w » où elle va revenir à sa position initiale après la suppression de la charge.
- Si σ_z dépasse une certaine limite σ_{cr} , la poutre peut devenir instable (L'axe garde sa déformée finale). σ_{cr} est appelée contrainte critique de voilement élastique.
- Les essais montrent que les âmes voilées résistent encore à des efforts additionnels c'est-à-dire, le voilement ne conduit pas à une ruine rapide des pièces.
- Pour éviter le voilement des âmes des poutres, il faut :
 - Soit augmenter l'épaisseur de l'âme.
 - Soit disposer des raidisseurs d'âme.



2- **But :** est de dimensionner l'âme et les raidisseurs d'une poutre pour que cette poutre soit stable.

3- **Critères de vérification :**

La contrainte critique élastique au voilement par cisaillement est défini par.

$$\tau_{cr} = K_{\tau} \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t_w}{d}\right)^2$$

➤ La résistance au voilement par cisaillement doit être vérifié si :

- $\frac{d}{t_w} > 69 \varepsilon$: Pour les âmes sans raidisseurs.
- $\frac{d}{t_w} > 69 \varepsilon \sqrt{K_{\tau}}$: Pour des âmes comportent des raidisseurs transversaux.

Avec :

d : La hauteur de l'âme entre semelles.

t_w : L'épaisseur de l'âme.

K_{τ} : Coefficient de voilement par cisaillement.

On définit : $\lambda_w = \frac{d}{t_w}$: l'élancement de l'âme.

- Remarque :
 - Si on vérifie les caractéristiques géométriques de tous les profilés : IPE, HEA, HEB ($h = 600\text{mm}$ max), on trouve que $\frac{d}{t_w} > 69 \varepsilon$, ce qui signifie que la vérification au voilement n'est pas nécessaire.
 - Par contre, les âmes des profilés reconstitués soudés (PRS) sont très sensibles au voilement (poutres d'ouvrages d'art, des parois de réservoirs, des silos).

4- Méthode de calcul :

Ils existent deux méthodes de calcul :

- 1- La méthode post - critique simple : peut-être utiliser pour tout les cas ;
- 2- La méthode du champs diagonal de traction : elle est utilisée lorsque les âmes comportent des raidisseurs transversaux à condition que :

$$1 \leq a/d \leq 3$$

d : la hauteur d'âme entre semelles.

a : l'écartement entre les raidisseurs

4-1- Méthode post – critique simple :

- Il faut vérifier que l'effort tranchant de calcul est inférieur à l'effort tranchant résistant. Donc :

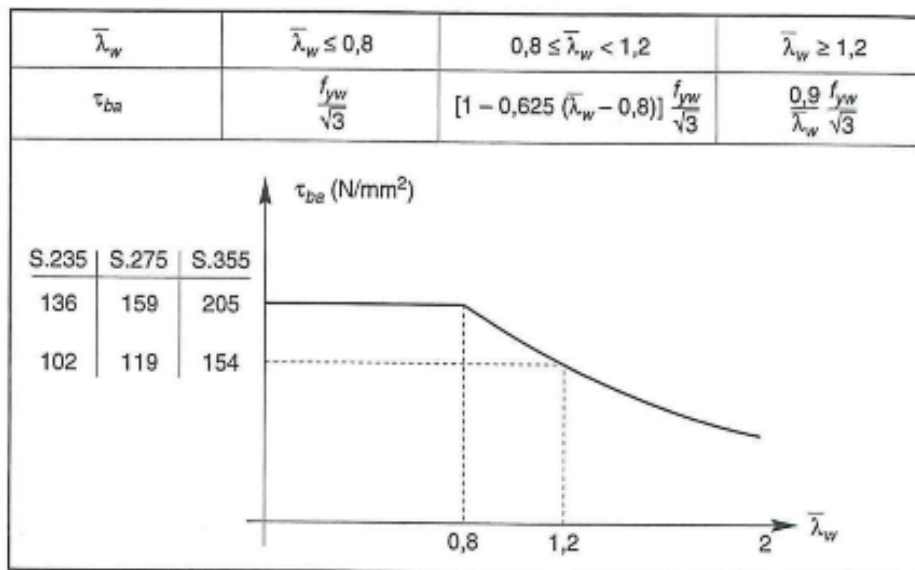
$$V < V_{be}$$

Avec :

$$V_{be} = d \cdot t_w \cdot \tau_{be} / \gamma_{m1}$$

τ_{be} : est la contrainte moyenne de cisaillement, qui est fonction de l'élanement De l'âme $\bar{\lambda}_w$

Qui vaut :



- Calcul de l'élancement réduit $\bar{\lambda}_w$ de l'âme :

$$\bar{\lambda}_w = \frac{\frac{f_y}{\sqrt{3}} [12 - \nu^2]}{\sqrt{K_\tau \pi^2 E \left(\frac{t_w}{d}\right)^2}}$$

Si on pose : $E = 210000 \text{ MPa}$, $\nu = 0,3$, $f_y = \frac{235}{\varepsilon^2}$

On obtient :

$$\bar{\lambda}_w = \frac{d}{37,4 \varepsilon \sqrt{K_\tau}} \frac{t_w}{t_w}$$

K_τ : coefficient de voilement par cisaillement, sa valeur est : voir tableau 1.

Raidisseurs transversaux intermédiaires		Valeurs de k_τ
Sans		$k_\tau = 5,34$
Avec	$a/d < 1$	$k_\tau = 4 + \frac{5,34}{(a/d)^2}$
	$a/d \geq 1$	$k_\tau = 5,34 + \frac{4}{(a/d)^2}$

Remarques :

- Si la pièce est soumise à un effort axial N et à un moment fléchissant ; on a deux cas :
 - A. Si $V > 0,5 V_{be}$: il faut vérifier

$$M \leq M_f + (M_{pl} - M_f) \left[1 - \left(\frac{2V}{V_{be}} - 1 \right)^2 \right]$$
 - B. Si $V \leq 0,5 V_{be}$: il n'est pas nécessaire de vérifier le moment et l'effort axial pour tenir compte de l'effort tranchant.

On a :

$$M_f = M_f^\circ \left(1 - \frac{N}{N_f} \right)$$

M_f° : Moment M_f en l'absence de N .

$N_f = 2A_f \cdot f_y$: effort axial plastique avec A_f : section de semelle.

M_f : Moment résistant plastique de la section constituée des semelles seules.

M_{pl} : Moment plastique résistant de la section totale (semelle + âme)

- En présence d'un effort N : dans ce cas on remplace M_{pl} par le moment réduit de résistance M_N .

