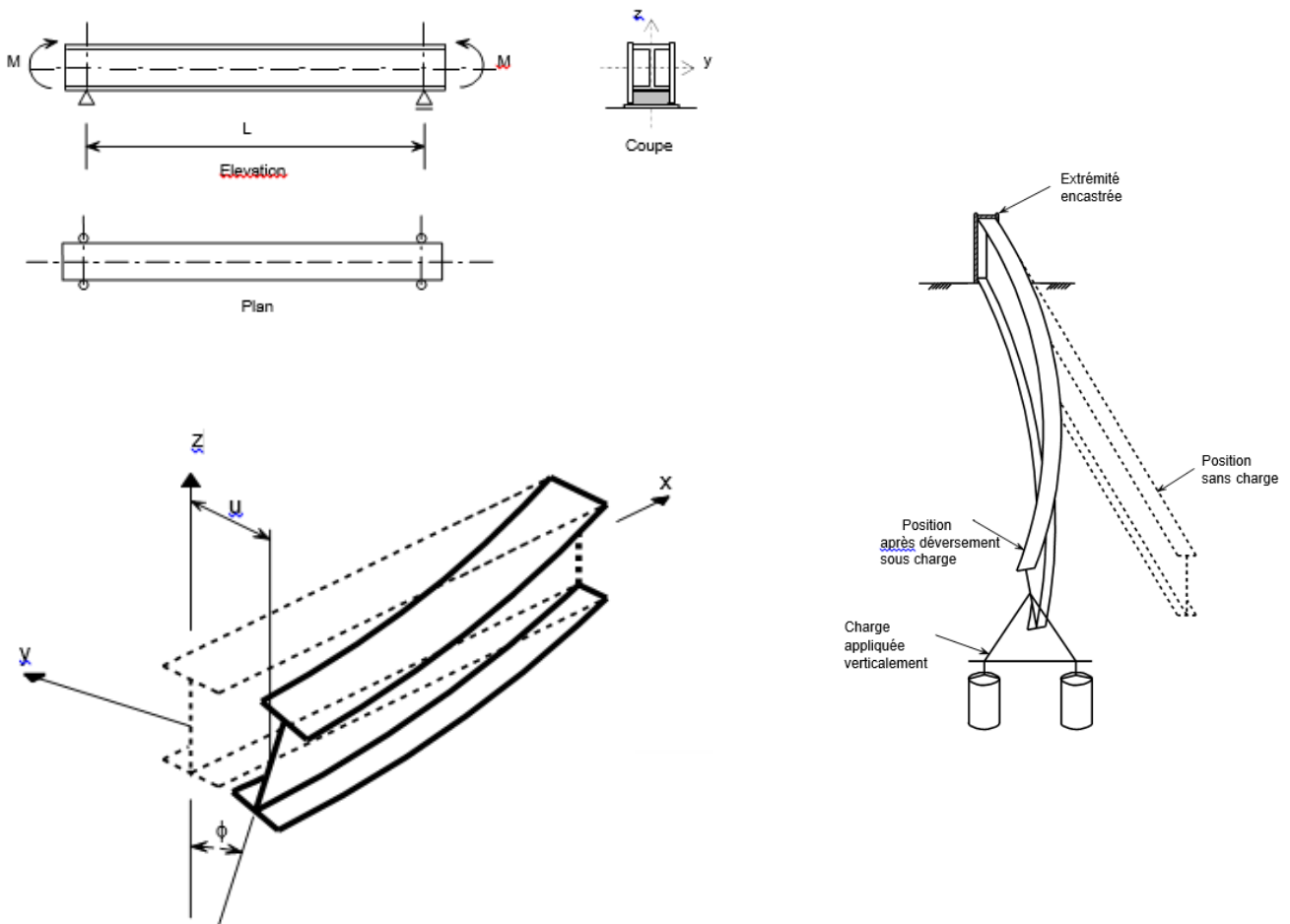


## Chapitre 3 : Déversement des poutres fléchies

### 1. Introduction :

Les poutres fléchies sont souvent constituées de **profilés en double T**, dont l'inertie transversale (axe faible z-z) est largement inférieure à celle relative à l'axe fort y-y. Cette situation est souvent la cause d'un phénomène d'instabilité appelé « déversement » si la poutre n'est pas maintenue latéralement. Le dessin ci-dessous illustre ce phénomène.



Il s'agit d'une poutre parfaitement encastree, chargée verticalement à son extrémité libre.

Pour une charge faible, la poutre se déforme verticalement tout en restant dans le plan principal de flexion autour de son axe fort y-y. Au fur et à mesure que la charge augmente, la compression dans la semelle inférieure augmente et la partie comprimée du profilé finira par se dérober latéralement : la poutre déverse, ce qui fait subir à chaque section (en plus

de la déformée verticale) une translation horizontale accompagnée d'une rotation autour de son centre de rotation.

**Cette instabilité latérale (par rapport à l'axe z-z) fait que, les sections dont l'inertie faible par rapport à l'axe z-z s'éloigne de celle de l'axe y-y (axe de flexion),** tels que les profils en IPE, sont plus sensibles au déversement que celles dont ces inerties se rapprochent (comme les profils en HE ou les sections tubulaires).

Pour ce phénomène, l'Eurocode3 a gardé la même forme de vérification que pour le flambement (utilisation de l'élanement réduit  $\bar{\lambda}$ ). Les poutres dont l'élanement réduit du déversement dépassent ( $\bar{\lambda}_{LT} > 0,4$ ) sont **susceptibles de se déverser et suscitent de vérifier** à ce que leur limite d'élasticité n'est pas dépassée sous l'effet de la distorsion engendrée par leur instabilité latérale.

## 2. Vérification de la stabilité au déversement

Dans ce cas on doit vérifier que :

$$M_{Sd} \leq M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \beta_W \cdot W_{ply} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

Où :

$\chi_{LT}$  est le coefficient réducteur de déversement.

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}} \leq 1$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[ 1 + \alpha_{LT} \cdot (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

**Facteur d'imperfection  $\alpha_{LT}$  et courbe de flambement**

Type du profilé	Laminé	Soudé
$\alpha_{LT}$	0.21	0.49
Courbe de flambement	a	c

L'élançement réduit du déversement  $\bar{\lambda}_{LT}$  est le rapport de l'élançement géométrique de la poutre au déversement  $\lambda_{LT}$  sur l'élançement élastique :

$$\bar{\lambda}_{LT} = \frac{\lambda_{LT}}{\lambda_1} \sqrt{\beta_w} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot w_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$\beta_w = 1$  : Pour les sections transversales de classe 1, 2

$\beta_w = \frac{w_{el,y}}{w_{pl,y}}$  : Pour les sections transversales de classe 3

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

### 3. Calcul du moment critique élastique de déversement

Pour une section transversale constante, le moment critique élastique de déversement est calculé pour la section brute (y compris celle de classe 4). Il est essentiellement régi par le moment d'inertie latéral de la section **I<sub>z</sub>** relativement combiné avec ceux de la torsion **I<sub>w</sub>** et **I<sub>t</sub>**. Il est comme suit :

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(K \cdot L)^2} \left\{ \sqrt{\left( \frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2} - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right\}$$

$C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  : facteurs dépendant des conditions de charge et d'encastrement donnés dans le tableau

Coefficients C1, C2 et C3 dans le cas de chargement transversal

Chargement et conditions d'appuis	k	Coefficients		
		C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
	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	$1,36 + 2 \cdot (\alpha - 0,5)^2$ $1,07 + 2,56 \cdot (\alpha - 0,5)^2$	$\alpha(1,72 - 1,81 \cdot \alpha)C_1$ $\alpha(1,76 - 1,9 \cdot \alpha)C_1$	1,730 3,050
	1,0 0,5	1,565 0,938	1,267 0,715	2,640 4,800
	1,0 0,5	1,046 1,010	0,430 0,410	1,120 1,890
	1,0 0,5	$1 + 2,92 \cdot \alpha^3$ $1 + (1,06 - \alpha) \cdot \alpha^2$	$\alpha(2,44 - 3,24 \cdot \alpha)C_1$ $2\alpha^2(1,3 - \alpha)C_1$	1,120 1,890
	1,0 0,5	1,385 0,992	0,877 0,411	- -
	1,0 0,5	$1 + \alpha(1,68 - 2,24 \cdot \alpha^2)$ $1 - 0,48 \cdot \alpha^3$	$\alpha(3,44 - 3,62 \cdot \alpha)C_1$ $14,4 \cdot \alpha^2 \cdot (0,71 - \alpha)C_1$	- -
	2	2,05	0,83	-
	2	$\frac{1,28}{\alpha}$	0,43	-

K : facteur concerne la rotation de l'extrémité en plan :

- K=1 pour appuis simples ;
- K=0.5 pour les encastremets ;
- K=0.7 pour une extrémité encastéré et l'autre simple.
- K=2 pour une poutre en console

Kw : facteur concerne le gauchissement d'extrémités, on prend Kw=K

- Iw : facteur de gauchissement
- It : moment d'inertie de torsion
- E : module d'élasticité longitudinale E=210 000 MPa .
- G : module d'élasticité transversale G=80 770 Mpa .
- Iz : moment d'inertie minimal par rapport l'axe zz de faible inertie.

- L : longueur de la poutre.

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

$z_g$  distance du point d'application de la charge au centre de gravité de la section

$z_g > 0$  si la charge transversale est dirigée vers le centre de gravité

$z_g = 0$  si la charge est appliquée au centre de gravité

$z_g < 0$  si la charge s'éloigne du centre de gravité de la section

