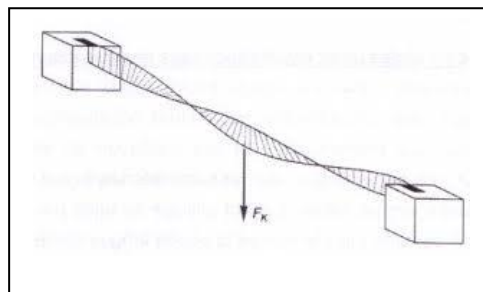
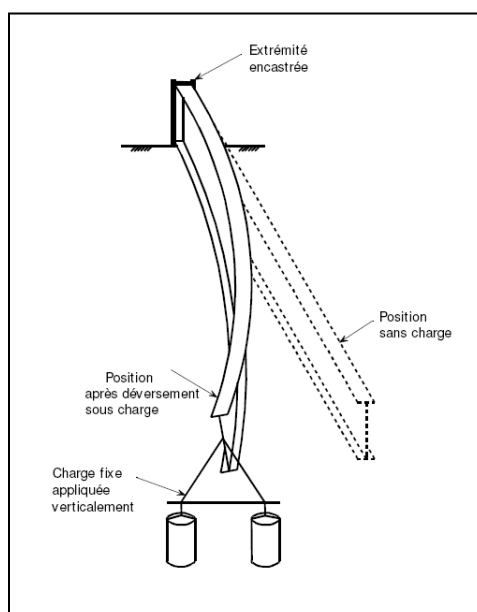
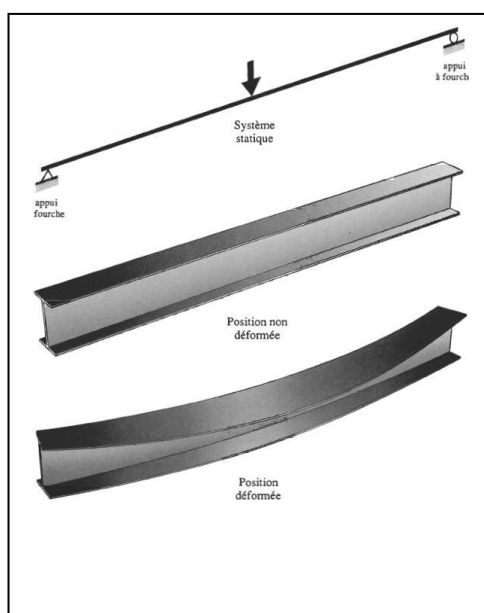


# Le déversement

**Définition :** Dans le cas d'une poutre élancée chargée dans son plan principal de flexion  $yy$ , la ruine peut se produire par dérobement de celle-ci sous forme d'un déplacement latérale et une rotation de torsion, c'est un phénomène d'instabilité élastique connu sous le nom de déversement.



Le phénomène de **déversement** se produit lorsqu'une poutre élancée fléchit par rapport à son axe de forte inertie  $yy$ , sous l'effet de flexion une partie de section est tendue et l'autre est comprimée (qui dit comprimée dit danger de flambement). L'ensemble des zones comprimées tend à flamber latéralement ce qui entraîne le reste de la section dans un mouvement général de torsion autour l'axe longitudinale  $xx$ . On constate que le déversement affecte les semelles comprimées des pièces fléchies.



Les poutres empêchées de se déplacer latéralement sont dites : **maintenus latéralement** ces poutres ne sont pas affectées par le déversement.

Les poutres peuvent être considérées comme **maintenus latéralement** si :

- un blocage total de la semelle comprimée est assuré par un plancher en béton ou des tôles nervurées.
- Il existe des dispositifs de support latéraux de la membrure comprimée (pannes, bacons, poutres transversales .....etc.)

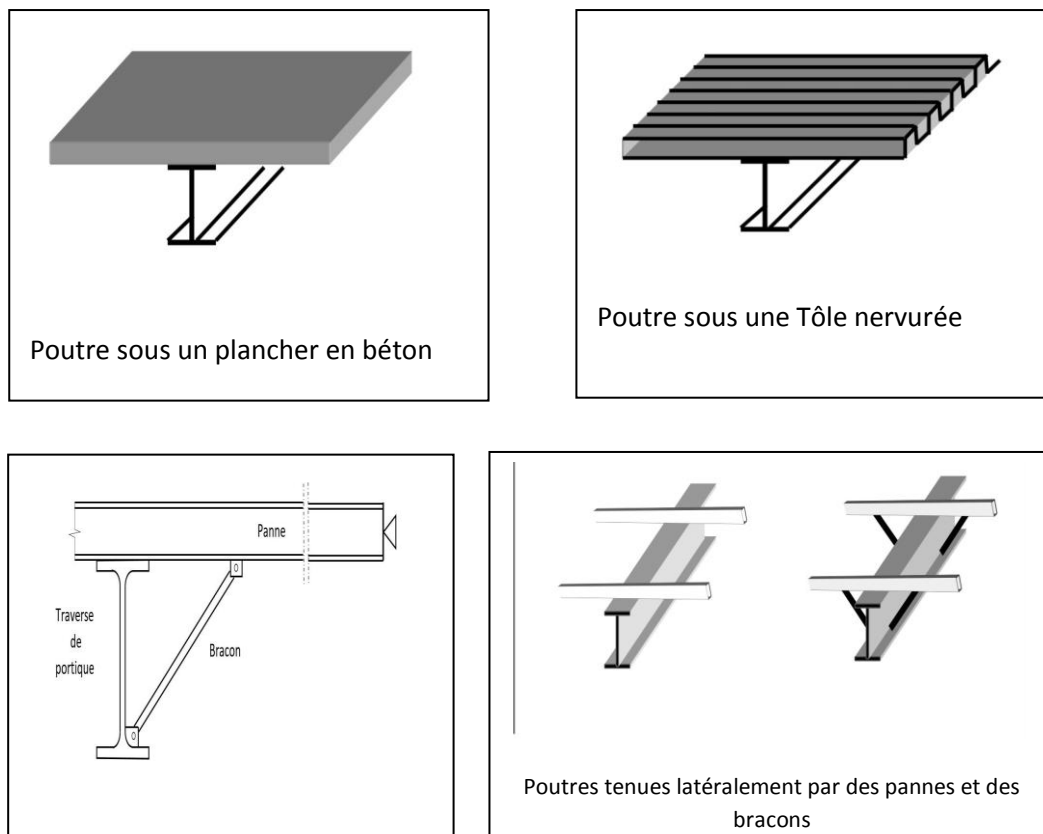


Figure 2 : Maintien d'une traverse par différents astuces.

### Aspect réglementaire du déversement :

Les vérifications réglementaires du déversement des pièces fléchies sont définies par l'euro code 3 (EC3), elles s'appliquent aux éléments à section constante fléchi par rapport à l'axe de forte inertie  $y$ , le moment de flexion maximal  $M_f$  doit être inférieur au moment ultime de déversement  $M_{b,rd}$ :

$$M_f \leq M_{b,rd}$$

$$M_f \leq \chi_{LT} \cdot \beta_w \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{m1}$$

avec :

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

$\beta_w = W_{ely} / W_{ply}$ ..... Pour les sections de la classe 3

$\beta_w = W_{eff,y} / W_{ply}$ ..... Pour les sections de la classe 4

$\chi_{LT}$  : coefficient de réduction pour le déversement :

$$\diamond \chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + (\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2)^{0.5}}$$

$$\diamond \phi_{LT} = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2)$$

$\alpha_{LT} = 0.21$ .....pour les profils laminés

$\alpha_{LT} = 0.49$ .....pour les sections soudées .


Élancement réduit : 
$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\beta_w W_{pl,y} f_y / M_{cr}}$$

**Lorsque l'élancement réduit est inférieur à 0.4 le risque de déversement est négligé .**

$M_{cr}$  : moment critique élastique de déversement.

### Détermination de moment critique élastique $M_{cr}$ :

Pour une poutre à section transversale constante doublement symétrique ,le moment critique élastique de déversement est donné par la formule générale suivante :

◆ Pour des sections bi-symétriques: 

$$M_{cr} = C_1 \frac{\pi^2 EI_z}{(k_z L)^2} \left( \sqrt{\left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 \frac{I_w}{I_z} + \frac{(k_z L)^2 GI_t}{\pi^2 EI_z} + (C_2 z_g)^2} - (C_2 z_g) \right)$$

$C_1, C_2$  : facteurs dépendant des conditions de charge et d'encastrement (voir les tableaux ci dessous ).

$K_z$  : facteur concerne la rotation de l'extrémité en plan :

- $K_z=1$  pour appuis simples ;
- $K_z=0.5$  pour les encastremets ;
- $K_z=0.7$  pour une extrémité encastéré et l'autre simple .

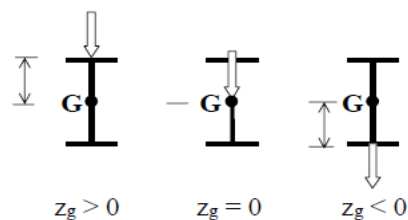
$K_w$  : facteur concerne le gauchissement d'extrémités ,on prend  $K_w=1$ .

$z_g$  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



$I_w$  : facteur de gauchissement :  $I_w = I_z \left( \frac{h-t_f}{2} \right)^2$  .....h et  $t_f$  sont l'hauteur de la section et épaisseur de la semelle de la section transversale ,  $I_z$  : moment d'inertie par rapport l'axe zz .

$I_t$  : moment d'inertie de torsion :  $I_t = \frac{1}{3} (d \cdot t w^3 + 2 \cdot b \cdot t f^3)$  .

**E** : module d'élasticité longitudinale  $E=21000$  Mpa .

**G** : module d'élasticité transversale  $G=84000$  Mpa .

$I_z$  : moment d'inertie minimal par rapport l'axe zz de faible inertie.

**L** : longueur de la poutre.

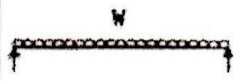

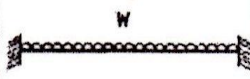


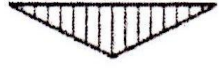
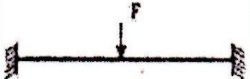




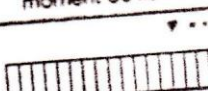




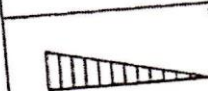
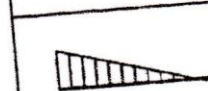


| Chargement et conditions d'appuis   | Diagramme de moment de flexion  | Valeur de $k$ | Coefficients |       |       |
|---|---|---------------|--------------|-------|-------|
|   |   |               | $C_1$        | $C_2$ | $C_3$ |
|  |  | 1.0           | 1,132        | 0,459 | 0,525 |
|   |   | 0.5           | 0,972        | 0,304 | 0,980 |
|  |  | 1.0           | 1,285        | 1,562 | 0,753 |
|   |   | 0.5           | 0,712        | 0,652 | 1,070 |
|  |  | 1.0           | 1,365        | 0,553 | 1,730 |
|   |   | 0.5           | 1,070        | 0,432 | 3,050 |
|  |  | 1.0           | 1,565        | 1,267 | 2,640 |
|   |   | 0.5           | 0,938        | 0,715 | 4,800 |
|  |  | 1.0           | 1,046        | 0,430 | 1,120 |
|   |   | 0.5           | 1,010        | 0,410 | 1,890 |

Tableau B.1.1. Coefficients  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  pour différentes valeurs de  $\psi$  dans le cas de moments d'extrémités

| Chargement et conditions d'appuis  | Diagramme de moment de flexion  | Valeur de $k$     | Coefficients            |       |                         |
|--|---|-------------------|-------------------------|-------|-------------------------|
|  |   |                   | $C_1$                   | $C_2$ | $C_3$                   |
|  |  $\psi = 1$      | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 1,000<br>1,000<br>1,000 | -     | 1,000<br>1,113<br>1,144 |
|  |  $\psi = 3/4$    | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 1,141<br>1,270<br>1,305 | -     | 0,998<br>1,565<br>2,283 |
|  |  $\psi = 1/2$    | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 1,323<br>1,473<br>1,514 | -     | 0,992<br>1,556<br>2,271 |
|  |  $\psi = 1/4$    | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 1,563<br>1,739<br>1,788 | -     | 0,977<br>1,531<br>2,236 |
|  |  $\psi = 0$     | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 1,879<br>2,092<br>2,150 | -     | 0,939<br>1,473<br>2,150 |
|  |  $\psi = -1/4$ | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 2,281<br>2,538<br>2,609 | -     | 0,855<br>1,340<br>1,957 |
|  |  $\psi = -1/2$ | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 2,704<br>3,009<br>3,093 | -     | 0,676<br>1,059<br>1,546 |
|  |  $\psi = -3/4$ | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 2,927<br>3,258<br>3,348 | -     | 0,366<br>0,575<br>0,837 |
|  |  $\psi = -1$   | 1,0<br>0,7<br>0,5 | 2,752<br>3,063<br>3,149 | -     | 0,000<br>0,000<br>0,000 |