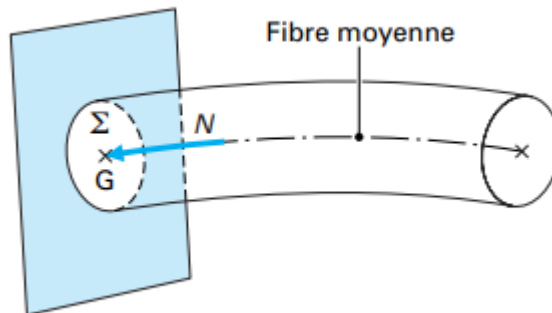


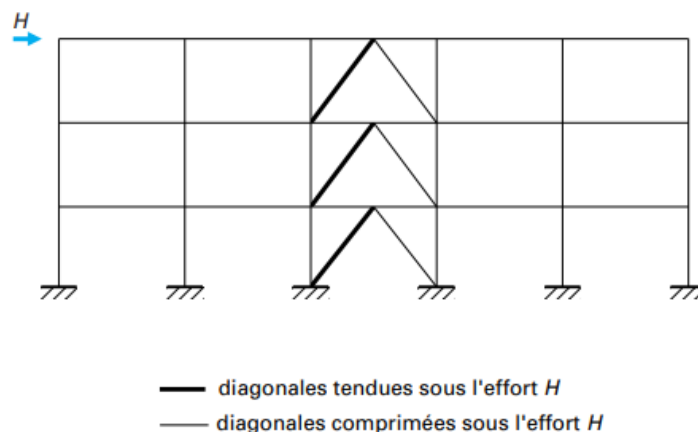
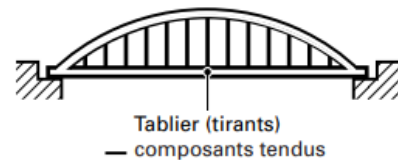
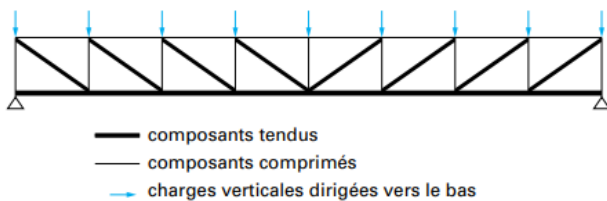
## Composants comprimés

### 1. Définitions et domaine d'utilisation

Un composant est dit **comprimé** ou en **compression pure** lorsque ses extrémités sont soumises à **des efforts qui imposent un rétrécissement** uniforme à toutes ses fibres. Dans une section quelconque, **la résultante des efforts se réduit à un effort normal appliqué au centre de gravité** de la section et dirigé vers **l'intérieur de l'élément**.

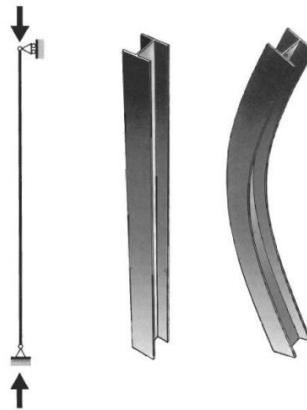


Différents constituants fondamentaux des ossatures métalliques sont des composants comprimés : **les poteaux de bâtiment, les membrures comprimées de treillis, certaines diagonales des systèmes de contreventement, les arcs de pont bowstring.**



## 2. Flambement

Le **flambement** est le mode de ruine prépondérant et le **plus dangereux des composants comprimés**. Il se traduit par **une déformation** de flexion brutale du composant à partir d'un niveau donné de l'effort de compression.



**Euler** a été le premier au XVIII<sup>e</sup> siècle à **formaliser le problème du flambement** et à **déterminer la valeur frontière de N** qui sépare les deux régimes de comportement du poteau. Cette valeur frontière théorique de **l'effort de compression** est appelée **charge critique d'Euler**.

La charge critique d'Euler pour un composant comprimé, articulé aux deux extrémités est donnée par l'expression :

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{l_0^2}$$

E : Module de Young (Module d'élasticité E = 210 000MPa)

I : Moment d'inertie

L<sub>0</sub> : Longueur d'élément

Les essais effectués sur des profilés réels montrent que le flambement se produit toujours pour des charges inférieures à la charge critique d'Euler. Ce résultat s'explique par la présence d'imperfections géométriques et de contraintes résiduelles résultant du processus de fabrication et de montage. La théorie d'Euler a cependant le mérite de mettre en évidence le paramètre géométrique essentiel du phénomène : l'élancement  $\lambda$  ou l'élancement réduit  $\bar{\lambda}$

$$\sigma_{cr} = \frac{N_{cr}}{A} = \frac{\pi^2 E I}{\ell^2 A} = \frac{\pi^2 E}{\ell^2} i^2 = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (1)$$

avec  $i = \sqrt{\frac{I}{A}}$  rayon de giration de la section pour le plan de flambement considéré,  
 $\lambda = \frac{\ell}{i}$  élancement de l'élément.

Afin de comparer les résultats des différents essais, on rend la relation (1) sans dimension en introduisant une valeur particulière de  $\lambda$ ,  $\lambda_1$  qui donne une contrainte critique d'Euler égale à la limite élastique :

$$f_y = \frac{\pi^2 E}{\lambda_1^2} \quad (2)$$

En divisant membre à membre la relation (1) par la relation (2), on obtient :

$$\chi = \frac{\sigma_{cr}}{f_y} = \frac{\frac{\pi^2 E}{\lambda^2}}{\frac{\pi^2 E}{\lambda_1^2}} = \frac{1}{\bar{\lambda}^2}$$

$\chi = \frac{\sigma_{cr}}{f_y}$  désigne la contrainte critique d'Euler réduite et  $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1}$

Détermination de la valeur de  $\chi$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

coefficient de réduction

$$\phi = 0,5 \left( 1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right)$$

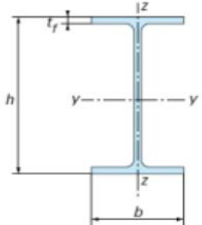
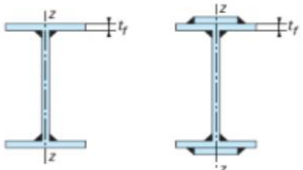
Avec


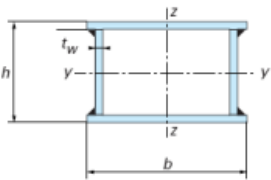
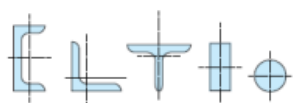
$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} ; \quad \lambda = \frac{l}{i} ; \quad \lambda_1 = 93.9 \varepsilon$$

Détermination de la valeur du facteur d'imperfection  $\alpha$  correspondant à la courbe de flambement retenue

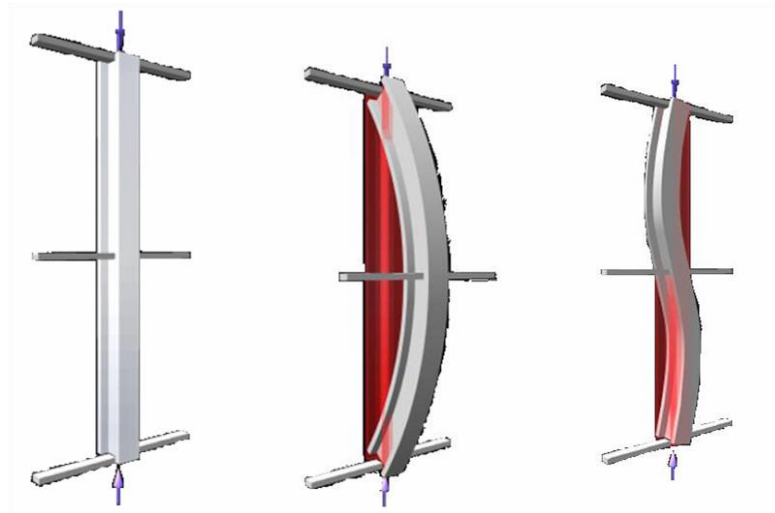
Courbe de flambement	a	b	c	d
Facteur d'imperfection $\alpha$	0,21	0,34	0,49	0,76

### Choix de la courbe de flambement correspondant à une section

Type de section	Limites	Axe de flambement	Courbe de flambement
Sections en I laminées 	$h/b > 1,2$ : $t_f \leq 40$ mm $40 \text{ mm} < t_f \leq 100$ mm	$y-y$ $z-z$	a b
	$h/b \leq 1,2$ : $t_f \leq 100$ mm $t_f > 100$ mm	$y-y$ $z-z$	b c d
Section en I soudées 	$t_f \leq 40$ mm $t_f > 40$ mm	$y-y$ $z-z$	b c d

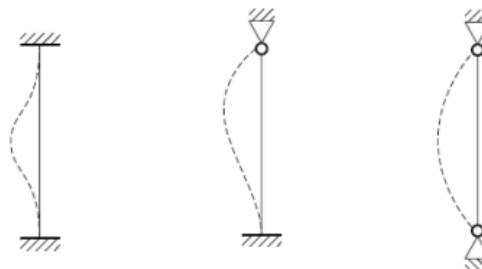
Type de section	Limites	Axe de flambement	Courbe de flambement
Sections creuses 	laminées à chaud	quel qu'il soit	a
	formées à froid en utilisant $f_{yb}$ (1)	quel qu'il soit	b
	formées à froid en utilisant $f_{ya}$ (1)	quel qu'il soit	c
Caissons soudées 	d'une manière générale (sauf ci-dessous)	quel qu'il soit	b
	Soudures épaisses et $b/t_f < 30$ $h/t_w < 30$	$y-y$ $z-z$	c c
Sections en U, L, T et sections pleines 		quel qu'il soit	c

La section d'un profilé ayant **deux plans de flambement possibles**,  $\chi$  doit être déterminé pour chacun des deux plans et la valeur la plus faible des deux sera retenue pour le dimensionnement de l'élément.



### 3. Longueur de flambement : Cas des modes d'instabilité à nœuds fixes

Les deux nœuds de l'élément sont bloqués en translation mais les conditions de rotation peuvent être quelconques.

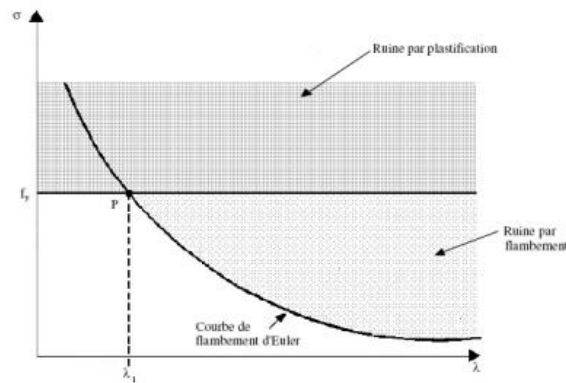


	Longueur de flambement		
Valeurs théoriques	0,5 $L_0$	0,7 $L_0$	1,0 $L_0$

### 4. Dimensionnement des poteaux pleins soumis à la compression centrée selon l'EC3

Les modes de ruine d'un composant comprimé sont :

- La **plastification** complète de la section courante ;
- Le **voilement local** des parois de la section ;
- Le **flambement** du composant



$$N_{sd} \leq N_{c,Rd}$$

- 1<sup>er</sup> cas :  $\bar{\lambda} \leq 0,2$  et section transversale de classe 1 ou 2 ou 3

Il n'y a ni risque de flambement, ni risque de voilement local.

$N_{c,Rd} = N_{pl,Rd} = A \cdot f_y / \gamma_{M0}$  : résistance plastique de la section brute

$\gamma_{M0}$	coefficient partiel de sécurité de matériau	=1,0 si l'acier utilisé est agréé =1,1 sinon
---------------	---	---

- 2<sup>ème</sup> cas :  $\bar{\lambda} \leq 0,2$  et section transversale de classe 4

Il n'y a pas de risque de flambement mais il y a risque de voilement local.

$N_{c,Rd} = A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$

$\gamma_{M1}$	coefficient partiel de sécurité de résistance des éléments aux instabilités	=1,1
---------------	---	------

- 3<sup>ème</sup> cas :  $\bar{\lambda} > 0,2$  et section transversale de classe 1 ou 2 ou 3

Il n'y a pas de risque de voilement local mais il y a risque de flambement.

$N_{c,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1}$

$\gamma_{M1}$	coefficient partiel de sécurité de résistance des éléments aux instabilités	=1,1
---------------	---	------

- 4<sup>ème</sup> cas :  $\bar{\lambda} > 0,2$  et section transversale de classe 4

Il y a à la fois risque de voilement local et risque de flambement.

$N_{c,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot f_y / \gamma_{M1}$

$\gamma_{M1}$	coefficient partiel de sécurité de résistance des éléments aux instabilités	=1,1
---------------	---	------