

Construction Métallique

07.c- Longueurs de flambement



ISA BTP
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

- **Introduction**

- La théorie du flambement a permis de définir la charge critique de flambement N_k et la longueur de flambement associée l_k

- Poteau bi-articulé
$$N_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{l_k^2}$$

- l_k : Longueur de flambement

- **Longueur de flambement :**

- Longueur du poteau bi-articulé qui aurait même charge critique que le poteau considéré

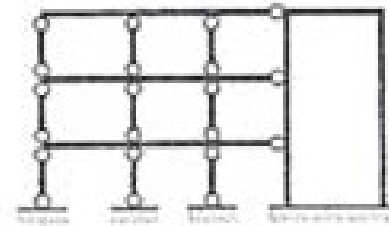
- **La charge critique et la longueur de flambement varient en fonction des liaisons extérieures du poteau**

• **Longueur de flambement :**

- Longueur de flambement d'un poteau "isolé" pour différentes conditions d'appuis



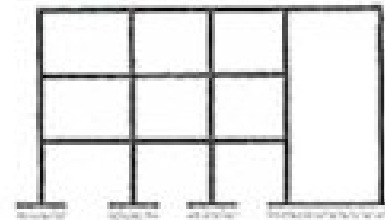
(a) poteau isolé individuel



(b) poteaux articulés dans une structure à nœuds fixes



(c) élément de contreventement élancé, considéré comme un poteau isolé

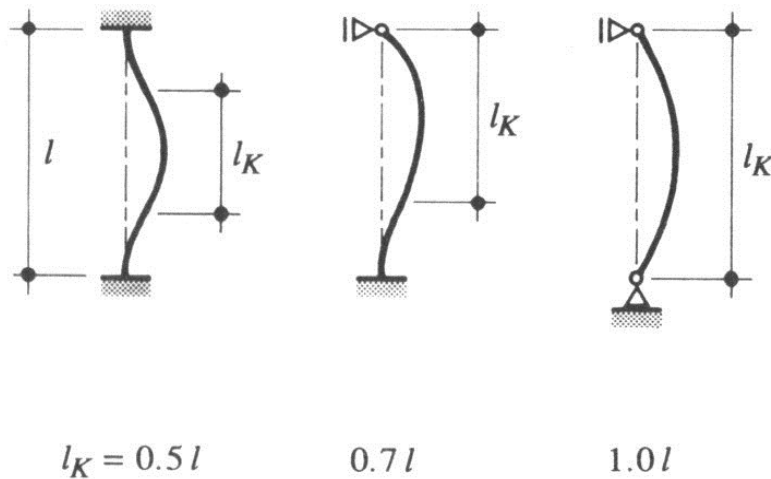


(d) poteaux à extrémités encastrées dans une structure à nœuds fixes

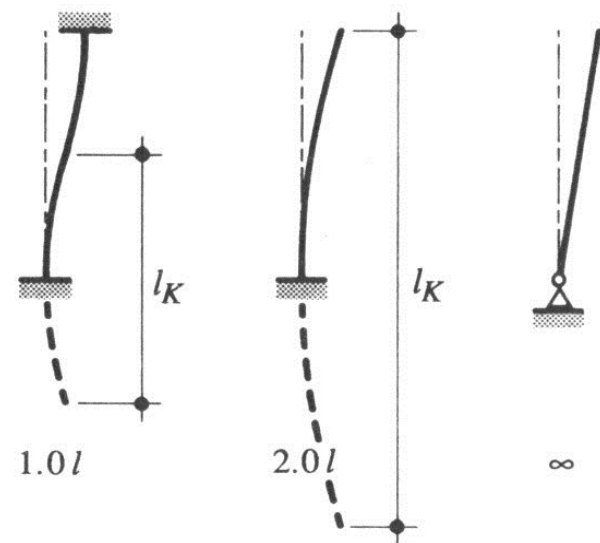
- Longueur de flambement :

- $l_k = m \cdot l_0$

Barre tenue transversalement



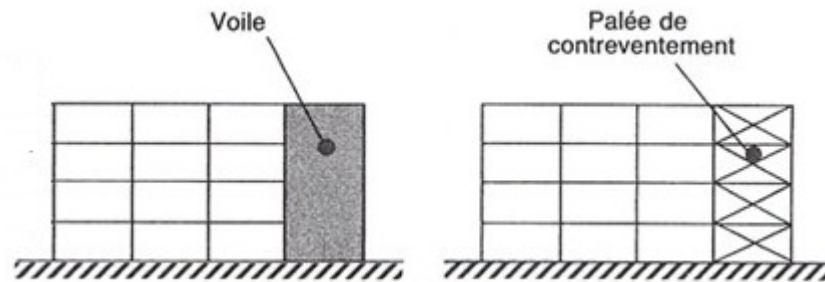
Barre non tenue transversalement



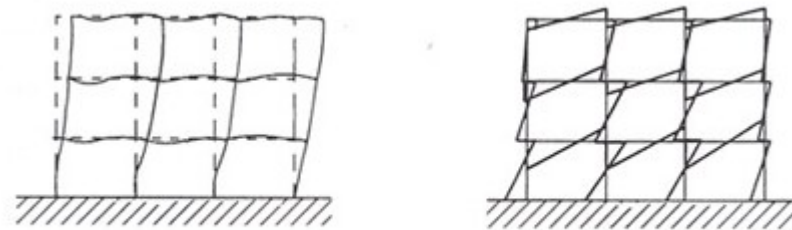
Longueurs de flambage l_K d'une barre comprimée pour différentes conditions d'appui.

- **Longueur de flambement :**

- Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée



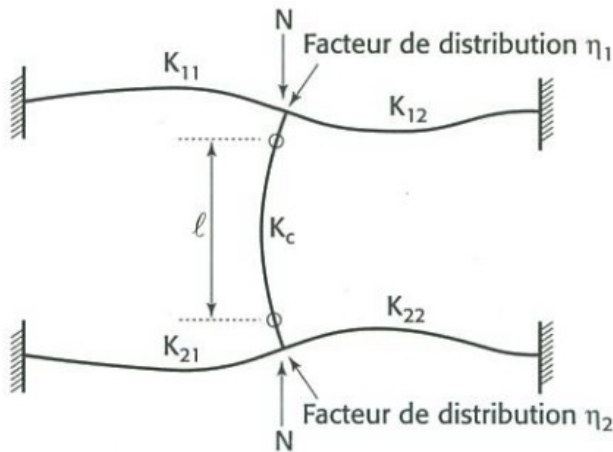
Portique à noeuds non déplaçables



Portique à noeuds déplaçables

• Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée

- Facteur de distribution - noeuds fixes



(a) Mode de flambement à noeuds fixes

$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

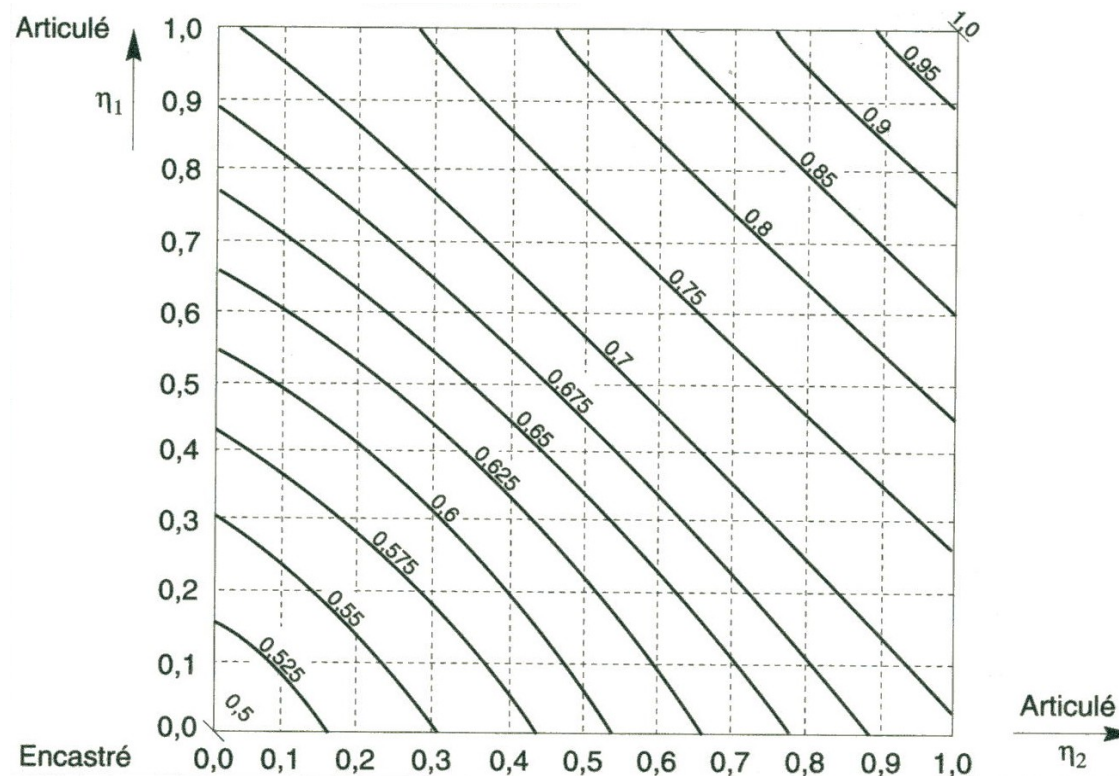
$$K_c = \frac{I_z}{I_0} \quad \text{: rigidité du poteau}$$

K_{ij} : rigidité effective des barres associées

Condition de maintien en rotation à l'extrémité opposée de la poutre	Rigidité effective K de la poutre (à condition que la poutre reste élastique)
Encastrée	$1,0 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Articulée	$0,75 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale à celle de l'extrémité adjacente (double courbure)	$1,5 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale et opposée à celle de l'extrémité adjacente (simple courbure)	$0,5 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Cas général ; rotation Θ_a à l'extrémité adjacente et Θ_b à l'extrémité opposée	$\left(1 + 0,5 \cdot \frac{\Theta_b}{\Theta_a}\right) \cdot \frac{I}{\ell_0}$

- Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée

- Facteurs de distribution - noeuds fixes

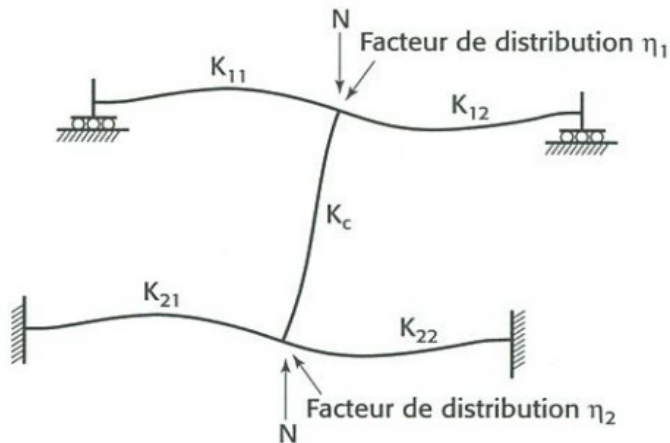


Ou :

$$\frac{\ell_k}{\ell_0} = \left[\frac{1 + 0,145 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,265 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{2 - 0,364 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,247 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2} \right]$$

• Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée

- Facteur de distribution - noeuds déplaçables



$$K_c = \frac{I_z}{I_0} : \text{rigidité du poteau}$$

K_{ij} : rigidité effective des barres associées

(b) Mode de financement à nœuds déplaçables

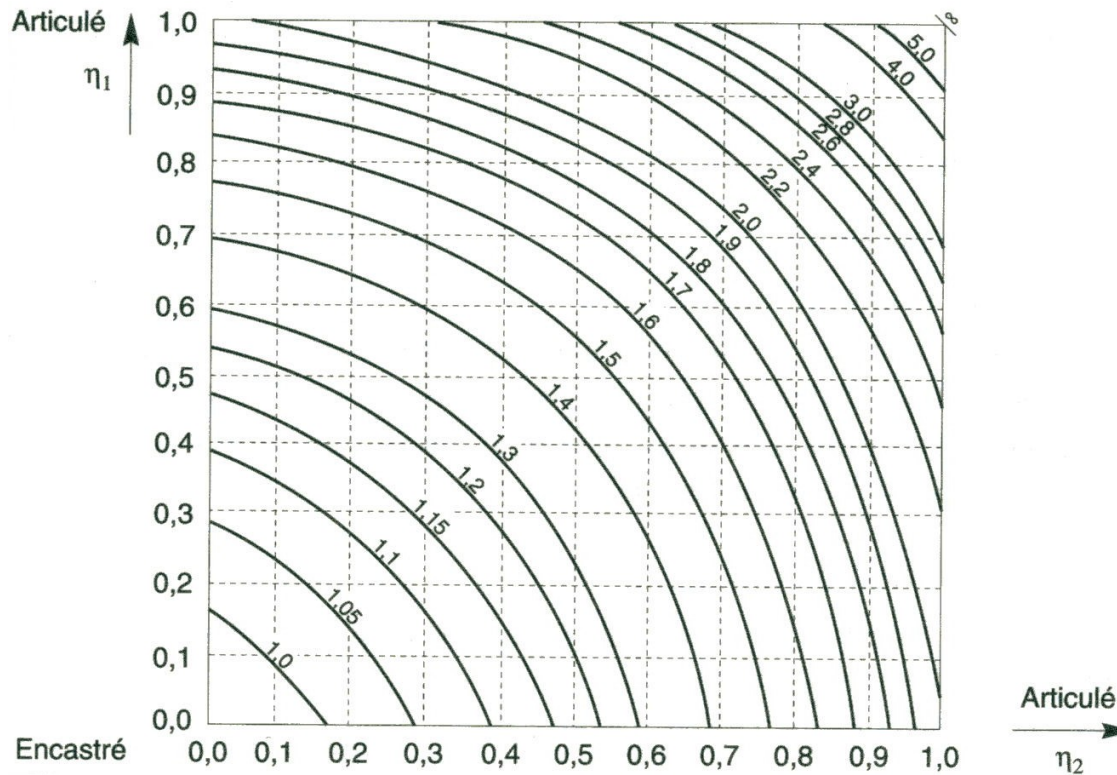
$$\eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}}$$

$$\eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

Condition de maintien en rotation à l'extrémité opposée de la poutre	Rigidité effective K de la poutre (à condition que la poutre reste élastique)
Encastrée	$1,0 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Articulée	$0,75 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale à celle de l'extrémité adjacente (double courbure)	$1,5 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Rotation égale et opposée à celle de l'extrémité adjacente (simple courbure)	$0,5 \cdot \frac{I}{\ell_0}$
Cas général ; rotation Θ_a à l'extrémité adjacente et Θ_b à l'extrémité opposée	$\left(1 + 0,5 \cdot \frac{\Theta_b}{\Theta_a}\right) \cdot \frac{I}{\ell_0}$

- Poteau non isolé au sein d'une structure contreventée

- Facteurs de distribution - noeuds déplaçables



Ou :

$$\frac{\ell_k}{\ell_0} = \sqrt{\frac{1 - 0,2 \cdot (\eta_1 + \eta_2) - 0,12 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}{1 - 0,8 \cdot (\eta_1 + \eta_2) + 0,6 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2}}$$

• **Elancement λ :**

▪ Contrainte normale critique :
$$\sigma_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{I_k^2 \cdot A} = \frac{\pi^2 \cdot E}{I_k^2} \cdot i_z^2 = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$$

▪ Elancement :
$$\lambda = \frac{I_k}{i_z}$$

▪ Rayon de giration :
$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}}$$

- “plus λ est grand, plus la longueur de la poutre est grande vis à vis des dimensions de sa section droite”

- **Plans de flambement:**

- L'élancement d'une pièce dépend du plan dans lequel le flambement peut se produire.
- La section droite possédant deux axes d'inertie, il conviendra de calculer deux élancements et deux longueurs de flambement (conditions de liaisons non nécessairement équivalentes dans les deux plans).
 - λ_y (et I_{ky}) suivant l'axe fort d'inertie
 - λ_z (et I_{kz}) suivant l'axe faible d'inertie
- => L'axe critique de flambement sera celui pour lequel l'élancement présentera la plus grande valeur.

CONTACT

Philippe MARON

ISABTP - UPPA

philippe.maron @univ-pau.fr

www.univ-pau.fr/~maron/const_metal/



ISA BTP

ÉCOLE D'INGÉNIEURS

