

Chapitre III Calcul des pièces sollicitées en flambement composé

I- Définition

Le cas des pièces sollicitées en flambement composé est une extension du problème de compression simple traité dans le chapitre précédent. Pour les structures métalliques, les éléments sollicités en flexion avec compression axiale, sont généralement les poteaux.

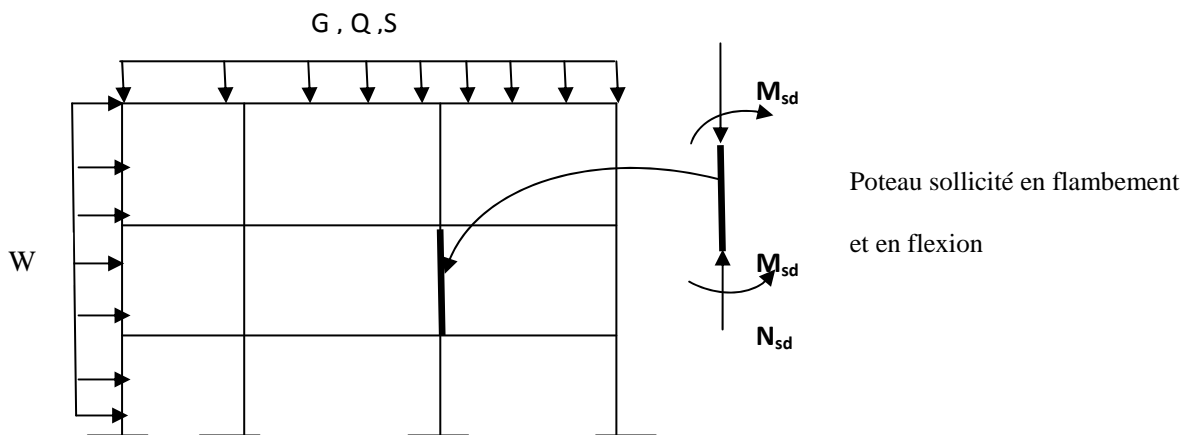


Figure 1 ; poteaux soumis au flambement composé

II- Vérification des pièces soumises au flambement avec flexion (selon l'EC3)

Les pièces sollicitées en flexion avec compression axiale, doivent satisfaire à diverses conditions, selon la classe de leur section transversale.

II.1- sections de classes 1 et 2 ;

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{\min}} + K_y \frac{M_{y,sd}}{\frac{M_{pl,y}}{\gamma_{M1}}} + K_z \frac{M_{z,sd}}{\frac{M_{pl,z}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

avec ; Effort plastique $N_{pl} = A \cdot f_y$, $M_{pl,y} = W_{pl,y} \cdot f_y$, $M_{pl,z} = W_{pl,z} \cdot f_y$

K_y, K_z ; Coefficients de flambement dus à la flexion selon Y et Z respectivement.

II.3. Coefficient de réduction de flambement (χ_{\min})

$\chi_{\min} = \min(\chi_y, \chi_z)$ où χ_y , et χ_z sont des coefficient de réduction déterminés en fonction de ;

$$\begin{cases} \bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} \rightarrow \chi_y \\ \bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} \rightarrow \chi_z \end{cases} \quad \text{Voir tableau 2 de chapitre précédent } \chi(\bar{\lambda})$$

Coefficient de flambement du à la flexion (K)

- Flexion autour de l'axe de forte inertie Y-Y;

$$K_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{sd}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} \quad \text{avec} \quad K_y \leq 1.5$$

- Flexion autour de l'axe de faible inertie Z-Z;

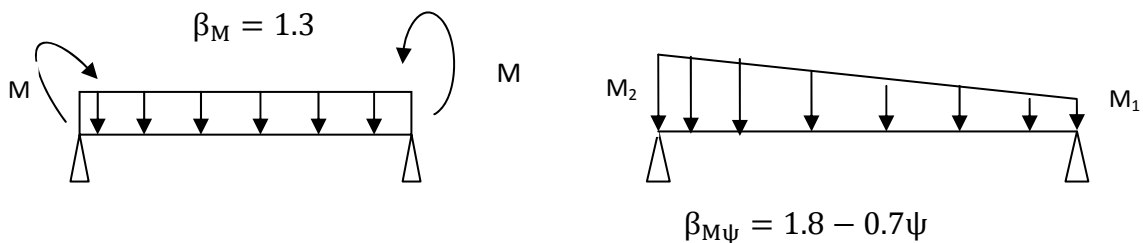
$$K_z = 1 - \frac{\mu_z \cdot N_{sd}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} \quad \text{avec} \quad K_z \leq 1.5$$

$$\text{avec ; } \mu_y = \bar{\lambda}_y (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left(\frac{W_{pl,y} - W_{el,y}}{W_{el,y}} \right) \quad \text{avec} \quad \mu_y \leq 0.9$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2 \cdot \beta_{Mz} - 4) + \left(\frac{W_{pl,z} - W_{el,z}}{W_{el,z}} \right) \quad \text{avec} \quad \mu_z \leq 0.9$$

où β_{My} et β_{Mz} sont les facteurs de moment uniforme équivalent peuvent être calculées d'après les figures ci-après, en fonction de l'allure du diagramme des moments fléchissant

- Cas d'une charge uniformément répartie :



$$\text{avec } \psi = \frac{M_1}{M_2}$$

- Cas d'une charge concentrée



1- Flexion autour de l'axe de forte inertie Y-Y;

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_y \frac{M_{y,sd}}{\frac{M_{pl,y}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

2- Flexion autour de l'axe de faible inertie Z-Z;

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_z \frac{M_{z,sd}}{\frac{M_{pl,z}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

II.1- sections de classe 3;

Les sections de classe 3 travaillent en domaine élastique, à cet effet, les formules établies pour les sections de classes 1 et 2, restent valable à la condition de remplacer le moment plastique M_{pl} par le moment élastique M_{el}

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_y \frac{M_{y,sd}}{\frac{M_{el,y}}{\gamma_{M1}}} K_z \frac{M_{z,sd}}{\frac{M_{el,z}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

avec ; $M_{el,y} = W_{el,y} \cdot f_y$, $M_{el,z} = W_{el,z} \cdot f_y$

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y (2 \cdot \beta_{My} - 4) \text{ avec } \mu_y \leq 0.9$$

$$\mu_z = \bar{\lambda}_z (2 \cdot \beta_{Mz} - 4) \text{ avec } \mu_z \leq 0.9$$

II.1.2. cas de flexion autour de l'axe Y-Y; ($K_z = 0$)

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_y \frac{M_{y,sd}}{\frac{M_{el,y}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

II.2.3. cas de flexion autour de l'axe Z-Z ; ($K_y = 0$)

$$\frac{N_{sd}}{\frac{N_{pl}}{\gamma_{M1}} \chi_{min}} + K_z \frac{M_{z,sd}}{\frac{M_{el,z}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

II.4. Longueur de flambement :

La longueur de flambement l d'un élément comprimé dont les deux extrémités sont maintenues latéralement en position de manière effective, peut être prise en toute sécurité égale à la longueur d'épure L de l'élément. Le maintien latéral peut soit être réel (poteaux d'ossatures contreventées par exemple), soit résulter d'une hypothèse adoptée dans un modèle de calcul.

II.4.1. Facteur de distribution de rigidité η_1 et η_2

$$\text{Nœud 1 ; } \eta_1 = \frac{K_c + K_1}{K_c + K_1 + K_{11} + K_{12}} = \frac{\sum \left(\frac{l}{i}\right) \text{ Poteaux}}{\sum \left(\frac{l}{i}\right) (\text{Poteaux} + \text{poutres})}$$

$$\text{Nœud 2 ; } \eta_2 = \frac{K_c + K_2}{K_c + K_2 + K_{21} + K_{22}}$$

avec ; $\eta_2 = 0$; Poteau encasté à sa base .

$\eta_2 = 1$; Poteau articulé à sa base

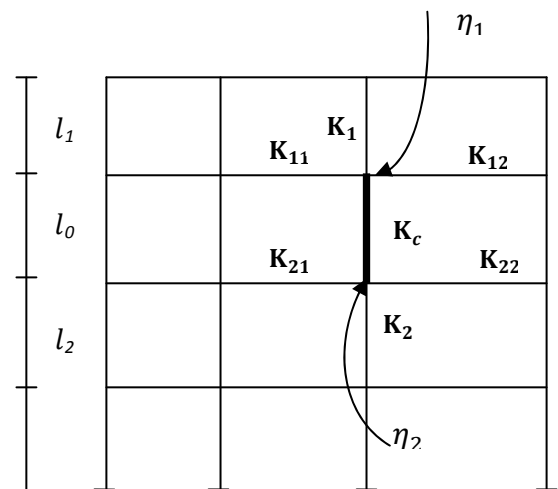


Figure 2 : facteurs de distribution de rigidité

$K_i = \frac{I_i}{l_i}$: rigidités des poteaux adjacents

$K_{ij} = \frac{I_{ij}}{l_{ij}}$: rigidités des poutres associées aux nœuds considérés .

Longueurs de flambement : la longueur de flambement est calculée selon le type de portique :

1- Portiques à nœuds fixes : portiques + palées de stabilité

Lorsque la stabilité suivant la direction du flambement est assurée par des palées de stabilité, la longueur de flambement (L_f) est donnée par la formule suivante :

$$l_f = l_0 \left[\frac{1+0.145(\eta_1+\eta_2)-0.265\eta_1\eta_2}{1-0.364(\eta_1+\eta_2)-0.247\eta_1\eta_2} \right]$$

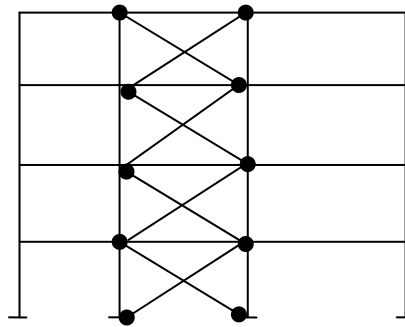


Figure 3 : Portique à nœuds fixes

Portiques à nœuds déplaçables : portiques auto-stables:

Lorsque la stabilité suivant la direction du flambement n'est assurée que par l'ensemble des portiques (poutres + poteaux), la longueur de flambement (L_f) est donnée par la formule suivante :

$$l_f = l_0 \sqrt{\frac{1-0.2(\eta_1+\eta_2)-0.12\eta_1\eta_2}{1-0.8(\eta_1+\eta_2)+0.6\eta_1\eta_2}}$$

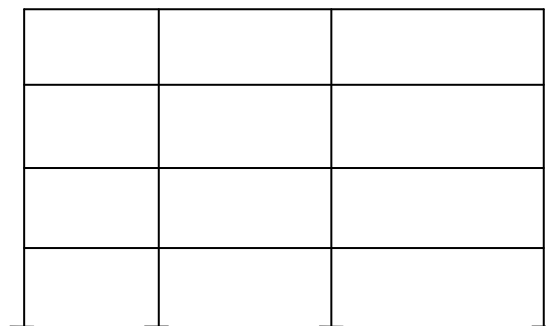


Figure 4 : Portique à nœuds déplaçables