



# Construction Métallique

## 11- Vérification au flambement des éléments comprimés-fléchis



**Philippe MARON**

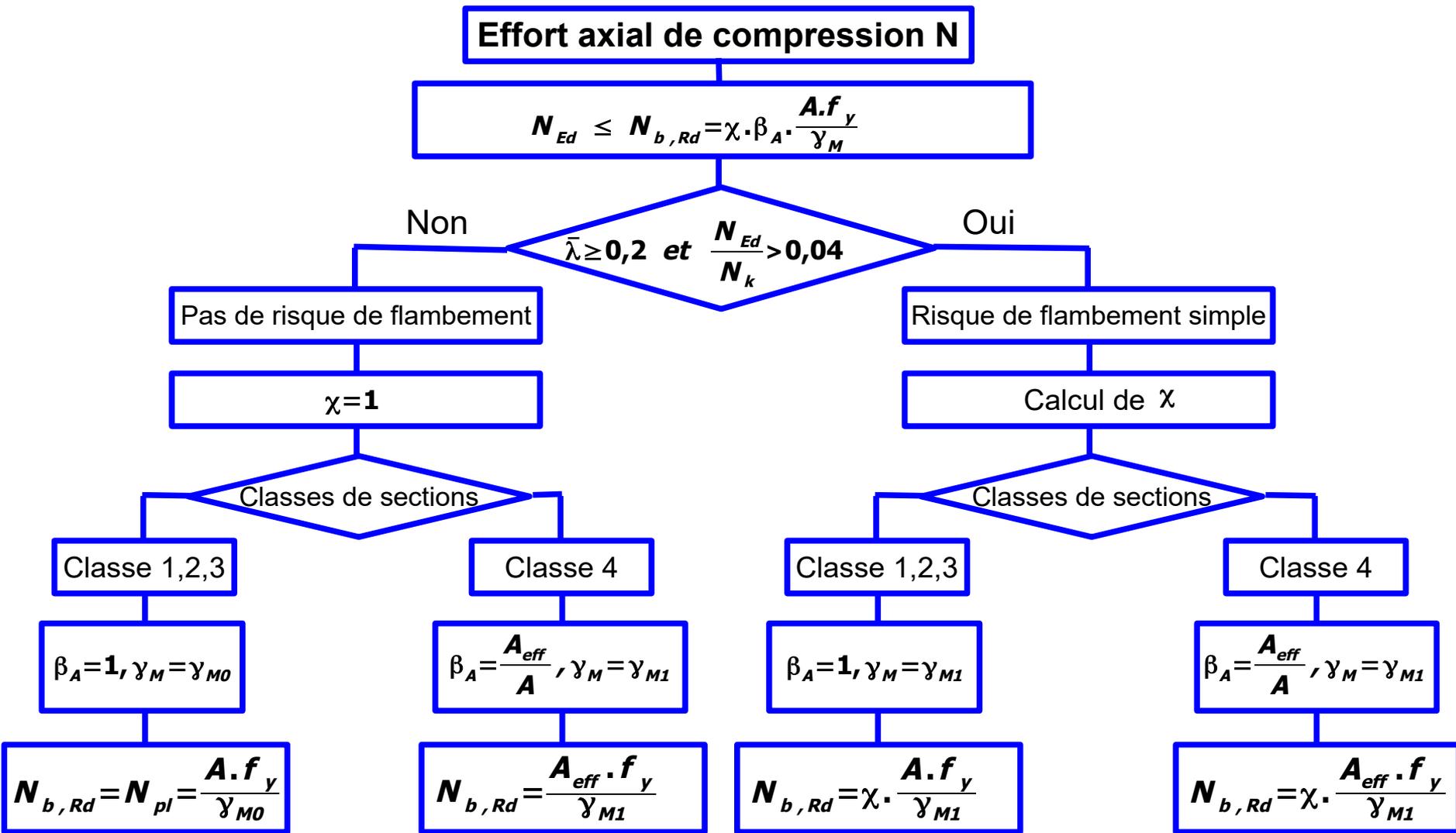
Maître de conférences

ISABTP-UPPA

01 septembre 2020

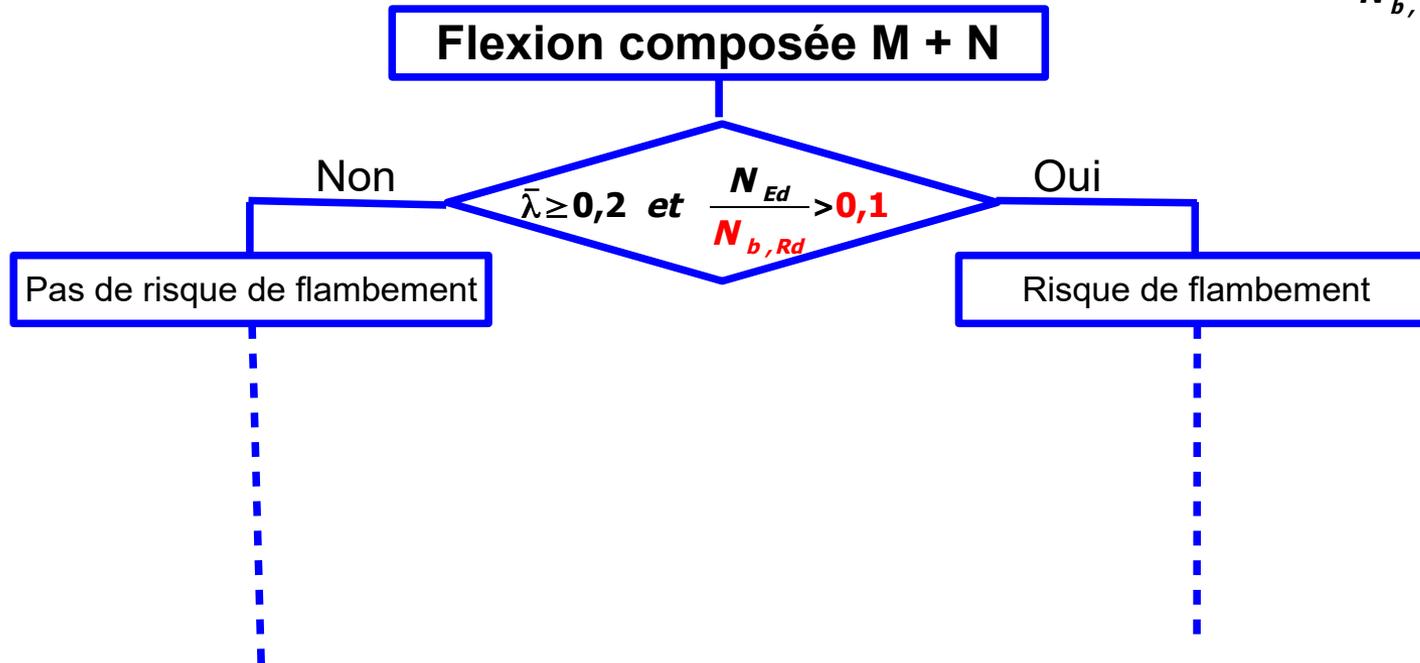
- **A l'issue de ce chapitre, l'étudiant doit être capable à partir du dossier d'un nouveau bâtiment du même type et d'une sollicitation de vent et/ou de neige donnée :**
  - d'identifier les éléments susceptibles de subir une instabilité de flambement
  - de contrôler le dimensionnement des éléments susceptibles de subir une instabilité de flambement à l'État Limite Ultime (ELU)
  - d'analyser les conséquences du flambement d'un élément de la structure sur les éléments voisins.

Rappel : Vérification au flambement à l'EC3 : compression simple



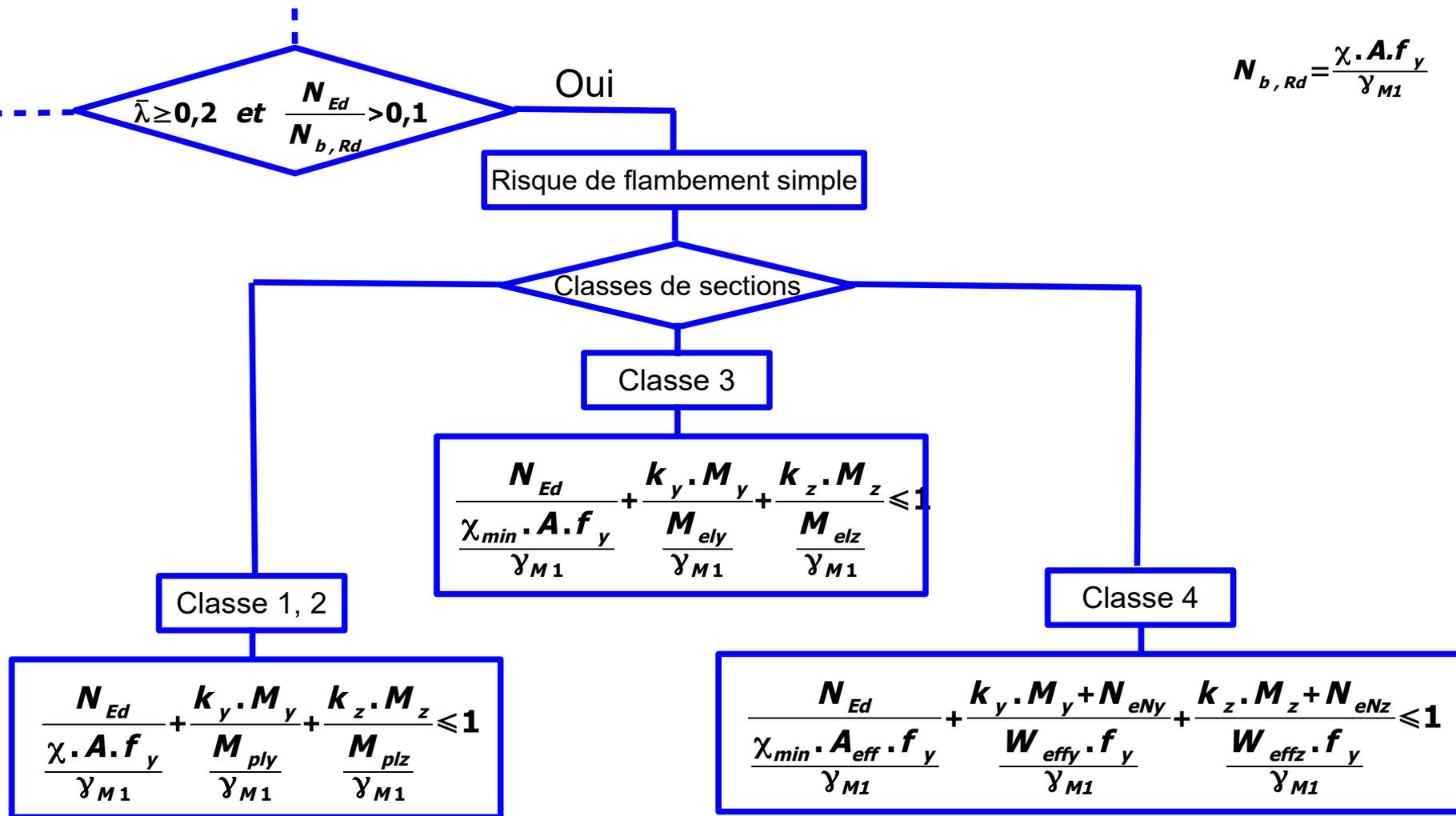
Vérification au flambement à l'EC3 : compression + flexion

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$



Vérification au flambement à l'EC3 : compression + flexion

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$



- Calcul de  $k_y$  (et  $k_z$ )

- Calcul du facteur de moment uniforme équivalent pour le flambement par flexion  $\beta_{My}$  : ( cf. Tableau)

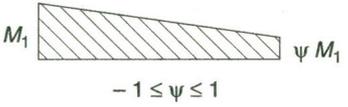
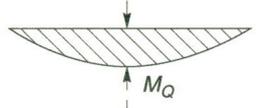
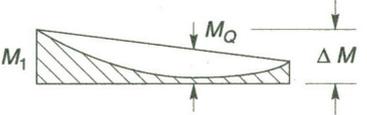
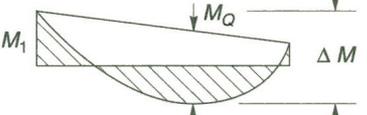
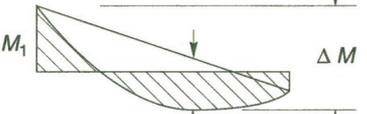
- Calcul de  $\mu_y$  :

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left( \frac{W_{ply} - W_{ely}}{W_{ely}} \right) \quad \mu_y \leq 0,9$$

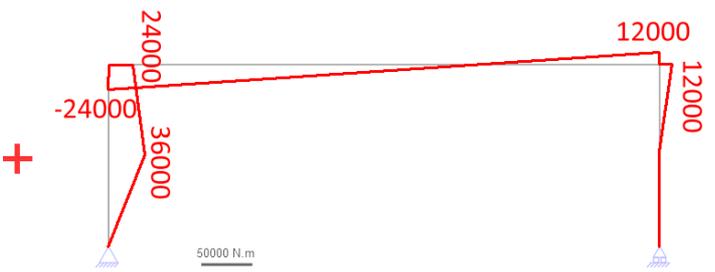
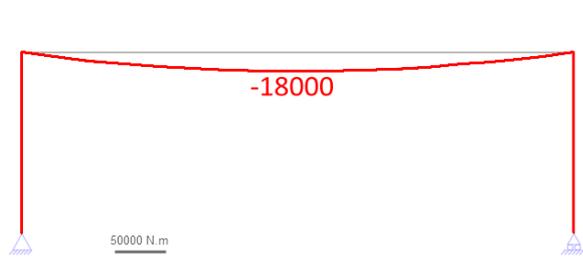
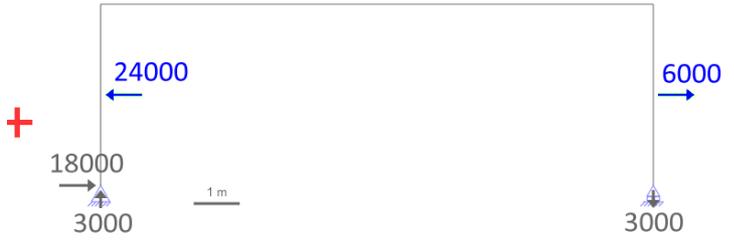
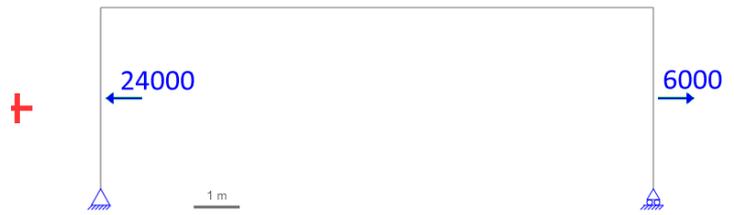
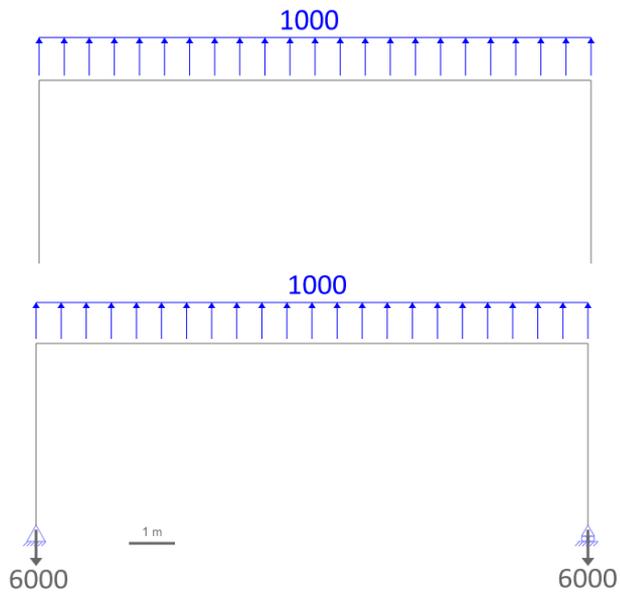
- Calcul de  $k_y$  :

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} \quad k_y \leq 1,5$$

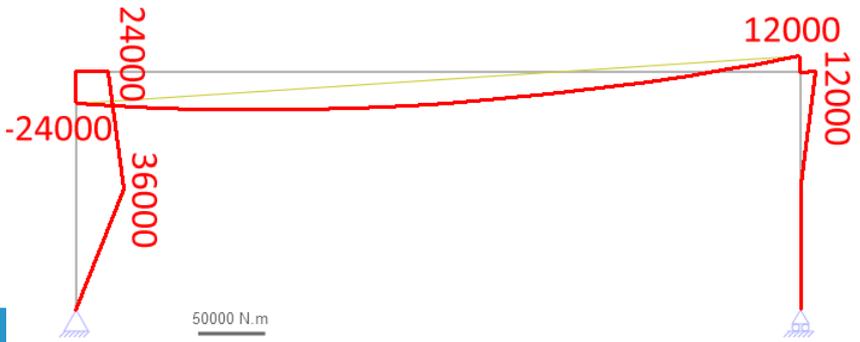
- On procède de même pour  $k_z$

Facteurs de moment uniforme équivalent	
Diagramme de moment	Facteurs de moment uniforme équivalent $\beta m$
Moments d'extrémités	
 <p style="text-align: center;"><math>-1 \leq \psi \leq 1</math></p>	$\beta_{M,\psi} = 1,8 - 0,7 \psi$
Moments dus à des charges latérales	
 <p style="text-align: center;"><math>M_Q</math></p>  <p style="text-align: center;"><math>M_Q</math></p>	$\beta_{M,Q} = 1,3$ $\beta_{M,Q} = 1,4$
Moments dus à des charges latérales plus des moments d'extrémités	
   	$\beta_M = \beta_{M,\psi} + \frac{M_Q}{\Delta M} (\beta_{M,Q} - \beta_{M,\psi})$ $M_Q = l \max  M  \quad \text{dû aux charges latérales seulement}$ <p>pour diagramme de moment sans changement de signe</p> $\Delta M = \begin{cases}   \max  M  & \text{pour diagramme de moment sans changement de signe} \\   \max  M  +   \min  M  & \text{pour diagramme de moment avec changement de signe} \end{cases}$

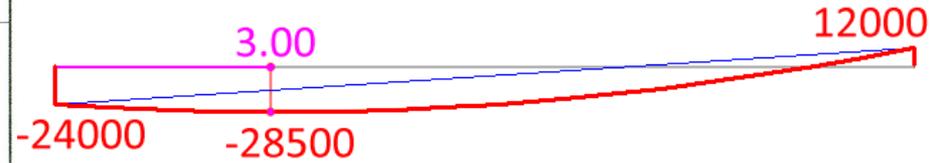




=



Facteurs de moment uniforme équivalent	
Diagramme de moment	Facteurs de moment uniforme équivalent $\beta_m$
Moments d'extrémités	
	$\beta_{M,\psi} = 1,8 - 0,7 \psi$
Moments dus à des charges latérales	
	$\beta_{M,Q} = 1,3$
	$\beta_{M,Q} = 1,4$
Moments dus à des charges latérales plus des moments d'extrémités	
	$\beta_M = \beta_{M,\psi} + \frac{M_Q}{\Delta M} (\beta_{M,Q} - \beta_{M,\psi})$ <p> <math>M_Q = l \max M</math> dû aux charges latérales seulement                 </p> <p>                     pour diagramme de moment sans changement de signe  <math>\Delta M = \begin{cases}   \max M   \\   \max M   +   \min M   \end{cases}</math> </p> <p>                     pour diagramme de moment avec changement de signe                 </p>



$$\Psi = \frac{12000}{-24000} = -0,5$$

$$\beta_{M,\psi} = 1,8 - 0,7 \cdot (-0,5) = 2,15$$

$$\beta_{M,Q} = 1,3$$

$$M_Q = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{1000 \cdot 12^2}{8} = 18000 \text{ N.m}$$

$$\Delta M = 28500 + 12000 = 40500 \text{ N.m}$$

$$\beta_M = 2,15 + \frac{18000}{40500} \cdot (1,3 - 2,15) = 1,77$$

- Calcul de  $k_y$  (et  $k_z$ )

- Calcul du facteur de moment uniforme équivalent pour le flambement par flexion  $\beta_{My}$  : ( cf. Tableau)

$$\beta_{My}$$

- Calcul de  $\mu_y$  :

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left( \frac{W_{ply} - W_{ely}}{W_{ely}} \right) \quad \mu_y \leq 0,9$$

- Calcul de  $k_y$  (et  $k_z$ )

- Calcul du facteur de moment uniforme équivalent pour le flambement par flexion  $\beta_{My}$  : ( cf. Tableau)

- Calcul de  $\mu_y$  :

$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left( \frac{W_{ply} - W_{ely}}{W_{ely}} \right) \quad \mu_y \leq 0,9$$

- Calcul de  $k_y$  :

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} \quad k_y \leq 1,5$$

- Calcul de  $k_y$  (et  $k_z$ )

- Calcul du facteur de moment uniforme équivalent pour le flambement par flexion  $\beta_{My}$  : ( cf. Tableau)

- Calcul de  $\mu_y$  :

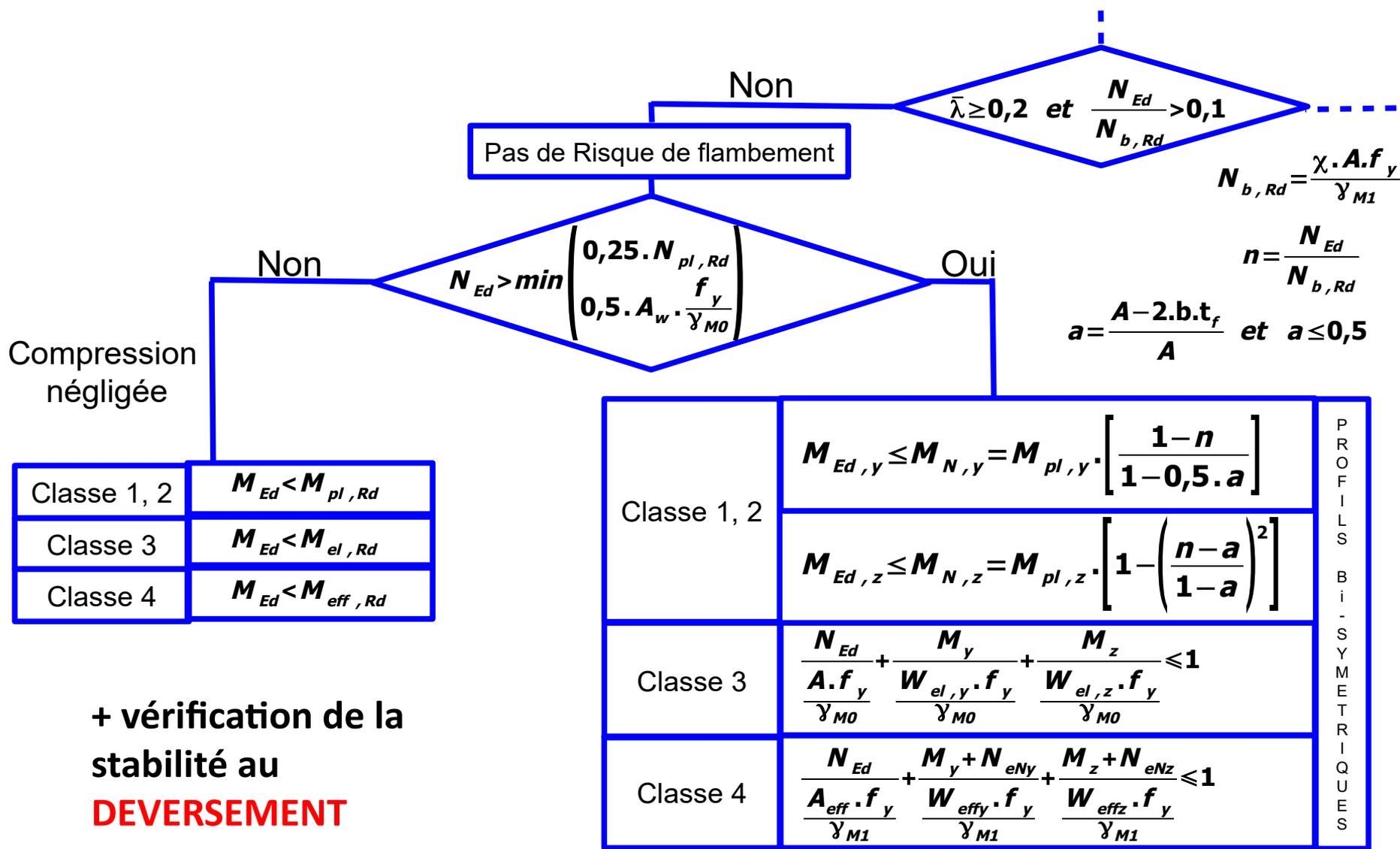
$$\mu_y = \bar{\lambda}_y \cdot (2 \cdot \beta_{My} - 4) + \left( \frac{W_{ply} - W_{ely}}{W_{ely}} \right) \quad \mu_y \leq 0,9$$

- Calcul de  $k_y$  :

$$k_y = 1 - \frac{\mu_y \cdot N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_y} \quad k_y \leq 1,5$$

- On procède de même pour  $k_z$

## Vérification au flambement à l'EC3 : compression + flexion



Classe 1, 2	$M_{Ed} < M_{pl,Rd}$
Classe 3	$M_{Ed} < M_{el,Rd}$
Classe 4	$M_{Ed} < M_{eff,Rd}$

Classe 1, 2	$M_{Ed,y} \leq M_{N,y} = M_{pl,y} \cdot \left[ \frac{1-n}{1-0,5 \cdot a} \right]$	P R O F I L S  B I - S Y M E T R I Q U E S
	$M_{Ed,z} \leq M_{N,z} = M_{pl,z} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right]$	
Classe 3	$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_y} + \frac{M_y}{W_{el,y} \cdot f_y} + \frac{M_z}{W_{el,z} \cdot f_y} \leq 1$	
Classe 4	$\frac{N_{Ed}}{A_{eff} \cdot f_y} + \frac{M_y + N_{eNy}}{W_{eff,y} \cdot f_y} + \frac{M_z + N_{eNz}}{W_{eff,z} \cdot f_y} \leq 1$	

+ vérification de la stabilité au **DEVERSEMENT**

## CONTACT

**Philippe MARON**

ISABTP - UPPA

philippe.maron @univ-pau.fr

[www.univ-pau.fr/~maron/const\\_metal/](http://www.univ-pau.fr/~maron/const_metal/)



# ISA BTP

ÉCOLE D'INGÉNIEURS

