Construction Métallique
10- Vérification des sections en sollicitations composées

Philippe MARON
Maître de conférences
ISABTP-UPPA

21 Juillet 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 :**
  - de calculer les sollicitations subies par chaque élément participant à la stabilité de la structure,
  - d'identifier les éléments sollicités en flexion uniquement ainsi que les éléments multi-sollicités.
  - de contrôler le dimensionnement en section de ces éléments à l'État Limite Ultime (ELU) et à l'Etat Limite de Service (ELS).

• Sollicitations de Flexion-Compression-Cisaillement :

Effet du cisaillement :

- Si $V_{Ed} \leq 0{,}5 . V_{pl,Rd}$: Effet négligeable => Non pris en compte
- Sinon => on utilise une limite élastique réduite :

$$(1-\rho) . f_y$$

avec :

$$\rho = \left(\frac{2 . V_{Ed}}{V_{pl,Rd}} - 1 \right)^2$$

Rappel :

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v . f_y}{\sqrt{3} . \gamma_{M_0}}$$

Sollicitations de Flexion-Compression :

- On vérifie que $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$
- L'expression de $M_{N,Rd}$ dépend de :
  - **Classe de la section :**
    - ***Classe 1 et 2***
      - *Forme de la section :*
        - ***Section pleine rectangulaire sans trous de fixation***
        - ***Section bisymétrique en I, H ou autres***
        - ***Profils creux d'épaisseurs uniforme***
    - ***Classe 3***
    - ***Classe 4***

Sollicitations de Flexion-Compression :

- On vérifie que $\dfrac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$
- L'expression de $M_{N,Rd}$ dépend de :
  - Classe de la section :
    - ✓ *Classe 1 et 2*
      - *Section pleine rectangulaire sans trous de fixation*

$$M_{N,Rd} = M_{pl,Rd} \cdot \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}\right)^2\right]$$

+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

Sollicitations de Flexion-Compression :

- On vérifie que $\dfrac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$

- L'expression de $M_{N,Rd}$ dépend de :
  - **Classe de la section :**
    - *Classe 1 et 2*
      - *Section bisymétrique en I, H ou autres*
        - *Si* $\dfrac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 0{,}25$ *et* $N_{Ed} \leq \dfrac{0{,}5 . h_w . t_w . f_y}{\gamma_{M_0}}$

          => il n'est pas nécessaire de tenir compte de l'effort normal => Calcul en flexion simple
        - *Si* $N_{Ed} \leq \dfrac{h_w . t_w . f_y}{\gamma_{M_0}}$

          => il n'est pas nécessaire de tenir compte de l'effort normal dans le calcul autour de l'axe faible z-z => Calcul en flexion simple autour de l'axe faible z-z

+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

Sollicitations de Flexion-Compression :

- On vérifie que $\dfrac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$

- L'expression de $M_{N,Rd}$ dépend de :
  - **Classe de la section :**
    - *Classe 1 et 2*
      - *Section bisymétrique en I, H ou autres*

      - *Sinon :*
        - *Autour de l'axe fort y-y*

$$M_{N,y,Rd} = M_{ply,Rd} \cdot \frac{1-n}{1-0{,}5.a} \quad \text{et} \quad M_{N,y,Rd} \leq M_{ply,Rd}$$

- *Autour de l'axe faible z-z*

- *Si* $n \leq a$ $\quad M_{N,z,Rd} = M_{plz,Rd}$

- *Si* $n > a$ $\quad M_{N,z,Rd} = M_{plz,Rd} \cdot \left[1 - \left(\dfrac{n-a}{1-a}\right)^2\right]$

Avec :

$$n = \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}}$$

$$a = \frac{A - 2.b.t_f}{A}$$

et $a \leq 0{,}5$

+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

Sollicitations de Flexion-Compression :

- On vérifie que $\frac{M_{Ed}}{M_{N,Rd}} \leq 1$
- L'expression de $M_{N,Rd}$ dépend de :
  - **Classe de la section :**
    - ***Classe 1 et 2***

Sections creuses	$a_w = \frac{A-2.b.t}{A}$ $a_w \leq 0{,}5$	$a_f = \frac{A-2.h.t}{A}$ $a_f \leq 0{,}5$
Sections en caisson soudées	$a_w = \frac{A-2.b.t_f}{A}$ $a_w \leq 0{,}5$	$a_f = \frac{A-2.h.t_w}{A}$ $a_f \leq 0{,}5$

- ***profils creux rectangulaires d'épaisseur uniforme***
  - *Autour de l'axe fort y-y*

$$M_{N,y,Rd} = M_{ply,Rd} \cdot \frac{1-n}{1-0{,}5.a_w} \quad et \quad M_{N,y,Rd} \leq M_{ply,Rd}$$

  - *Autour de l'axe faible z-z*

$$M_{N,z,Rd} = M_{plz,Rd} \cdot \frac{1-n}{1-0{,}5.a_f} \quad et \quad M_{N,z,Rd} \leq M_{plz,Rd}$$

+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

• Sollicitations de Flexion-Compression :

- ***Classe 1 et 2***
  - ***Cas d'une flexion bi-axiale***

    Il faut vérifier :

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}}\right]^{\alpha}+\left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}}\right]^{\beta}\leq 1$$

En sécurité, on peut prendre α ***et*** β ***égaux à 1***

\+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

• Sollicitations de Flexion-Compression :

- *Classe 3 :*
  - *Il faut vérifier :*

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{A.f_y}{\gamma_{M_0}}}+\frac{M_{y,Ed}}{\frac{W_{el,y,min}.f_y}{\gamma_{M_0}}}+\frac{M_{z,Ed}}{\frac{W_{el,z,min}.f_y}{\gamma_{M_0}}}\leq 1$$

- *Classe 4 :*
  - *Il faut vérifier :*

$$\frac{N_{Ed}}{\frac{A_{eff}.f_y}{\gamma_{M_0}}}+\frac{M_{y,Ed}+N_{Ed}.e_{Ny}}{\frac{W_{eff,y,min}.f_y}{\gamma_{M_0}}}+\frac{M_{z,Ed}+N_{Ed}.e_{Nz}}{\frac{W_{eff,z,min}.f_y}{\gamma_{M_0}}}\leq 1$$

Avec :

- A_{eff} *Aire efficace de la section transversale*
- $W_{eff,min}$ *le module de flexion efficace*
- e_N *le décalage d'axe neutre approprié en supposant la section transversale soumise à la seule compression*

+ vérification de la stabilité au **FLAMBEMENT** et au **DEVERSEMENT**

CONTACT

Philippe MARON

ISABTP - UPPA

philippe.maron @univ-pau.fr

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

ISA BTP

ÉCOLE D'INGÉNIEURS

www.univ-pau.fr