

Prise en compte d'une imperfection locale de barre comprimée dans l'analyse globale d'une structure

L'Eurocode 3 Partie 1-1 exige, dans certaines conditions, de prendre en compte une imperfection locale de barre comprimée dans l'analyse globale d'une structure. Cet article a pour objet de clarifier ces conditions.

Généralités

L'Eurocode 3 Partie 1-1 [1] offre différentes possibilités d'analyse d'une structure en acier et donne des conditions sur la prise en compte des effets du second ordre et des imperfections. Dans la majorité des cas, il s'agit d'effectuer une analyse au premier ordre, parfois au second ordre, en tenant compte le cas échéant de l'imperfection globale (défaut initial d'aplomb).

Les cas où il faut prendre en compte l'imperfection locale de barre comprimée dans l'analyse globale de la structure sont peu fréquents. L'objet de cet article est de clarifier les conditions selon lesquelles cette imperfection doit être introduite.

Pour plus de précisions sur l'analyse globale des structures en acier selon l'Eurocode 3, le lecteur pourra se reporter à la référence [3].

Conditions de prise en compte de l'imperfection locale de barre comprimée

Dans une ossature constituée de poteaux et de poutres, la répartition des efforts peut être influencée par le comportement local d'un poteau très élancé et/ou fortement comprimé. Ce ne peut être le cas que si la structure est sensible à la déformation latérale. Les portiques dont la stabilité est assurée par des assemblages rigides entre poutres et poteaux sont souvent sensibles à la déformation latérale. En revanche, ce n'est pas le cas des structures contreventées par des palées de stabilité (structure rigide vis-à-vis de la déformation latérale) et comportant des poutres articulées sur les poteaux. Un poteau très élancé et fortement comprimé n'affecte pas la répartition des efforts dans une telle structure.

Selon l'Eurocode 3 Partie 1-1, 5.3.2(6) [1], une imperfection locale de barre comprimée est à prendre en compte dans l'analyse globale si :

- Au moins un assemblage d'extrémité de la barre transmet un moment ;
- $\bar{\lambda} > 0,5 \sqrt{\frac{A f_y}{N_{Ed}}}$

Où :

A est l'aire de la section transversale du poteau

f_y est la limite d'élasticité de l'acier

N_{Ed} est l'effort axial de compression dans le poteau

$\bar{\lambda}$ est l'élancement réduit dans la plan

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$$

N_{cr} est l'effort axial critique de flambement du poteau dans le plan étudié

La seconde condition peut également s'exprimer par une condition plus simple :

$$N_{Ed} > \frac{N_{cr}}{4}$$

Lorsque l'imperfection locale de barre comprimée est prise en compte dans l'analyse globale de la structure, il convient d'effectuer une analyse non-linéaire prenant en compte les **effets du second ordre**.

Exemple d'une structure contreventée

Dans le cas d'une structure contreventée telle que celle représentée à Figure 1, les poutres étant articulées sur les poteaux, la présence d'un poteau élancé et fortement comprimé n'a pas d'influence significative sur la répartition des efforts dans la structure. La flexion éventuelle dans les poteaux n'est pas transmise aux poutres. Dans ce cas, il n'y a pas lieu de prendre en considération la condition présentée précédemment.

Le mode de flambement du poteau est ici un mode dit « à nœuds fixes », pour lequel le coefficient d'amplification peut être relativement faible sans qu'il soit nécessaire d'effectuer une analyse au second ordre de la structure. Néanmoins, dans le cas où un mode global d'instabilité serait obtenu avec un coefficient d'amplification critique inférieur à 10, il conviendrait de prendre en compte les effets du second ordre globaux sans qu'il soit nécessaire d'introduire l'imperfection locale de barre comprimée. En pratique, cette situation est cependant peu fréquente.

L'imperfection locale et les effets du second ordre dans le poteau sont pris en compte après l'analyse globale, par l'application des critères de résistance au flambement selon l'Eurocode 3 Partie 1-1, §6.3.

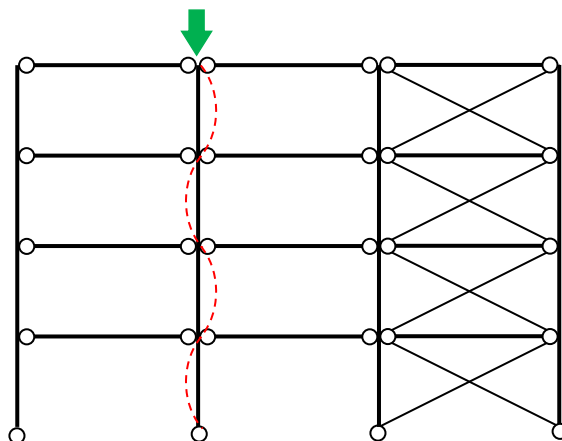


Figure 1 : Exemple de structure contreventée

Exemple d'une structure non contreventée

Dans le cas d'une structure non contreventée comme représentée à la Figure 2, le poteau central étant élancé et soumis à un effort axial de compression supérieur au quart de l'effort axial critique, son comportement est de nature à générer une action horizontale et modifier ainsi la répartition des efforts dans la structure.

Les efforts dans la structure doivent alors être déterminés par une analyse non-linéaire au second ordre en tenant compte :

- de l'imperfection globale (voir Eurocode 3 Partie 1-1, 5.3.2(3) a) ;
- de l'imperfection locale dans les poteaux (voir Eurocode 3 Partie 1-1, 5.3.2(3) b)), pour lesquels l'effort axial de compression dépasse le quart de l'effort axial critique.

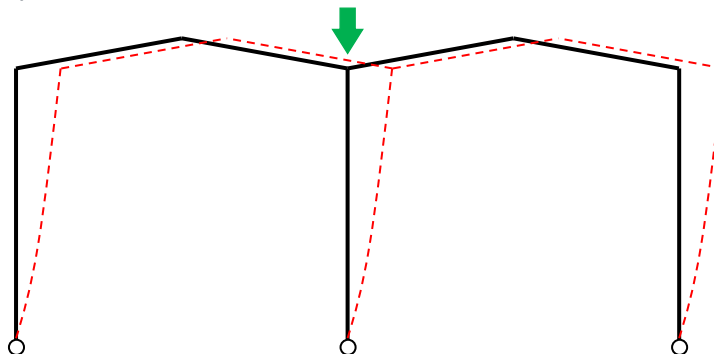


Figure 2 : Exemple de structure non contreventée

Note : l'imperfection locale de barre comprimée peut également être prise en compte dans les poteaux pour lesquels l'effort axial de compression ne dépasse pas le quart de l'effort axial critique.

Comment prendre en compte l'imperfection locale de barre comprimée ?

L'imperfection locale de barre comprimée peut être prise en compte :

- Soit en modélisant cette imperfection sous la forme d'une demi-onde de sinusoïde dont l'amplitude est déterminée selon l'Eurocode 3 Partie 1-1, 5.3.2(3) b) (voir également l'annexe nationale [2]) ;
- Soit en appliquant un système de charges équivalentes constituée d'une charge uniformément répartie sur la longueur de la barre et de deux charges ponctuelles aux extrémités de celle-ci, de telle sorte que ce système soit équilibré.

Dans les deux cas, la barre doit être discrétisée en plusieurs éléments afin que les effets du second ordre locaux soient pris en compte de manière satisfaisante.

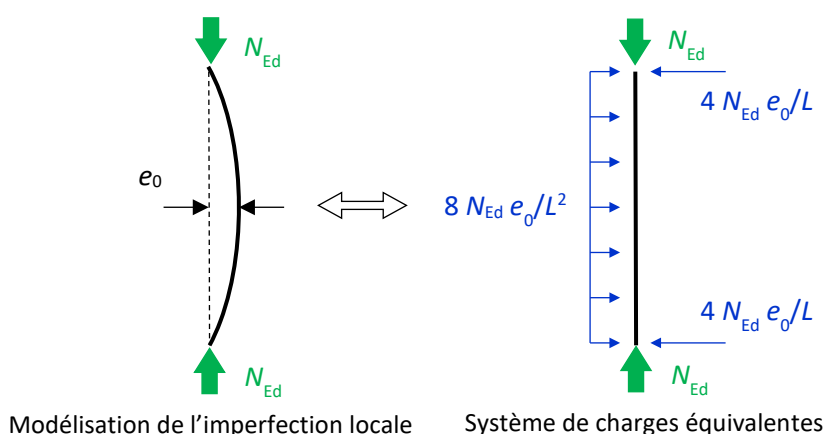


Figure 3 : Modélisation de l'imperfection locale de barre comprimée

Conséquences sur les vérifications des barres

À l'issue de l'analyse globale, il n'y a pas lieu de procéder à une vérification de la résistance au flambement des poteaux, dans le plan où l'imperfection locale de barre comprimée a été prise en compte. Il faut cependant vérifier la résistance des sections et la résistance au déversement et au flambement hors plan de ces poteaux.

Références

- [1] NF EN 1993-1-1 : Eurocode 3 – Calcul des structures en acier. Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments. AFNOR. Octobre 2005.
- [2] NF EN 1993-1-1/NA : Eurocode 3 – Calcul des structures en acier. Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments. Annexe Nationale à la NF EN 1993-1-1. AFNOR. Mai 2007.
- [3] Galéa, Y., Bureau, A., Guide Eurocode – Choix de l'analyse globale des ossatures en acier. CTICM-CSTB. Juillet 2011.