



# **UTILISATION DES EFFORTS AXIAUX DANS LA CONCEPTION DES ASSEMBLAGES : CHEMINEMENT DES EFFORTS, ÉLÉMENTS DE TRANSFERT ET CRITÈRES DE CONCEPTION**

Par Séphane Roy, ing.

Octobre 2012

## **TABLE DES MATIÈRES**

L'utilisation des efforts axiaux dans la conception des assemblages  
Cheminement des efforts  
Éléments de transfert  
Effort axial dans la conception d'un assemblage  
Critères de conception des assemblages  
Conclusion  
Références de cours sur le cheminement des efforts

## **SOMMAIRE**

Au Canada, les fabricants d'acier conçoivent généralement les assemblages des pièces en acier d'un bâtiment. Par contre, c'est la responsabilité du concepteur du bâtiment de fournir tous les critères de conception requis pour le calcul de ces assemblages ainsi que l'information sur le cheminement des efforts et des charges axiales, afin d'assurer l'intégrité structurale d'un bâtiment.

## L'UTILISATION DES EFFORTS AXIAUX DANS LA CONCEPTION DES ASSEMBLAGES

Dans les précédents articles de l'InfoTech Express, nous vous avons parlé des efforts de cisaillement au toit et au plancher qui sont transmis via le diaphragme (voir [Fonctionnement du diaphragme de toit dans son plan](#), Pierre Gignac, juin 2010). Cependant, ils peuvent aussi être transmis par le contreventement horizontal ou par un système de contreventement horizontal combiné avec le diaphragme.

Ces efforts sont donc transmis aux contreventements verticaux et sont ramenés aux fondations. C'est ce que l'on peut appeler, le cheminement des efforts.

Mais entre le pontage métallique et le contreventement vertical, que se passe-t-il?

### Cheminement des efforts

L'effort pondéré cumulé par le pontage métallique passe dans les poutres dites « collectrices ». Cette poutre collectrice transmet ensuite l'effort axial à une autre poutre, jusqu'à ramener l'accumulation des efforts au contreventement vertical (figure 1).

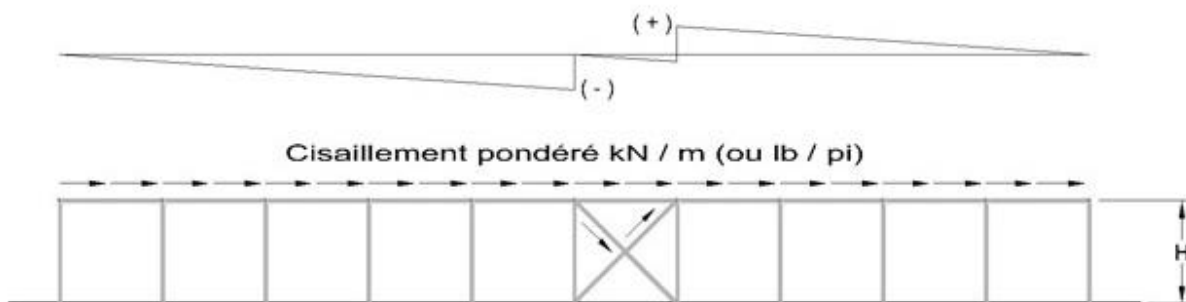


Figure 1  
Accumulation du cisaillement

### Éléments de transfert

Certaines pièces intermédiaires sont utilisées afin de s'assurer que ces efforts se transmettent correctement entre le pontage et les poutres collectrices.

Dans le cas où la poutre collectrice est perpendiculaire aux poutrelles, on peut alors considérer les sièges de poutrelles comme éléments de transfert. Cependant la capacité latérale du siège est limitée.

L'un des moyens qui permet de transmettre le passage d'un effort à la poutre collectrice est l'utilisation de plots de cisaillement (figure 2).

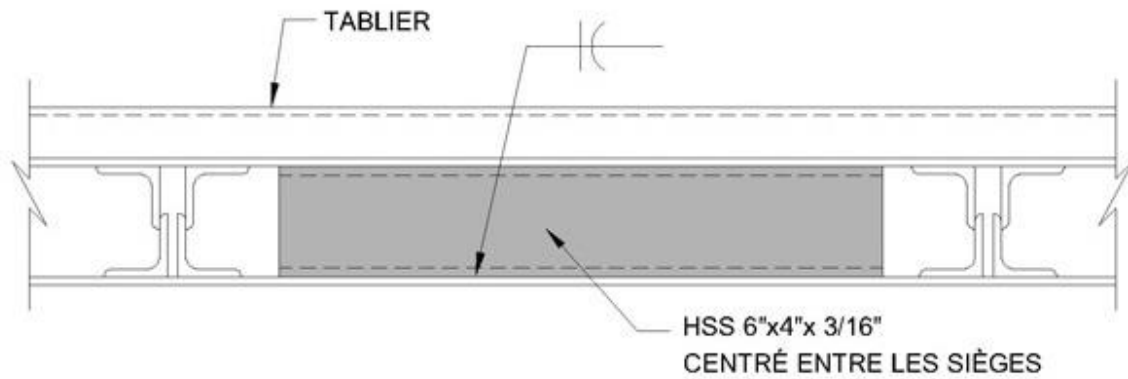


Figure 2  
 Utilisation d'un plot de cisaillement

L'utilisation du plot de cisaillement est maintenant très répandue au Canada. Il permet à la fois de supporter le pontage métallique et de transférer les efforts qui passent par le pontage à la poutre collectrice. Le type de profilé utilisé comme plot le plus répandu est le tube creux ou « HSS ».

Pour un pontage type de 38 mm (1 ½ po) de profond, on suggère de prendre un tube de 152 mm (6 po) minimum de largeur par 102 mm (4 po) de profondeur (comme la profondeur du siège). En utilisant une largeur minimum de 152 mm (6 po), on s'assure que la cannelure inférieure, dont l'ouverture est de 114 mm (4 ½ po), s'asseye sur le plot. Le tablier peut être soudé ou attaché par un connecteur mécanique au plot.

Dans le cas où il y a utilisation de vis ou de clous, une largeur de 203 mm (8 po) est encore mieux, si le tube est aligné avec la cannelure supérieure, on évite alors de connecter le pontage dans les arrondis du tube.

Il existe d'autres moyens de transférer l'effort à la poutre collectrice, comme l'utilisation d'un angle de contour. C'est aussi un moyen efficace et peu coûteux.

### **Effort axial dans la conception d'un assemblage**

La dernière étape du cheminement de l'effort vers le contreventement est de passer à travers l'assemblage de la poutre collectrice. L'effort qui passe à chaque extrémité de la poutre se dit « effort axial », et il se doit d'être pris en compte lors du calcul de l'assemblage (figure 3).

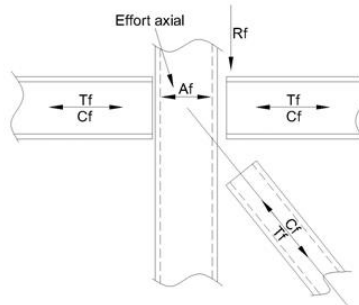


Figure 3  
 Forces de calcul au nœud

Pour être pris en compte par l'ingénieur en connexion, l'effort axial doit être indiqué sur les plans, ce qui n'est pas toujours le cas.

L'ingénieur en connexion se doit aussi de connaître le type d'efforts, vent ou séisme? Car pour le séisme, il y a des exigences spécifiques prévues dans la norme CSA S16-9 Seismic design of steel structures, Clause 27, en ce qui concerne la conception des principaux éléments structuraux et de leurs assemblages.

Par exemple, pour une construction conventionnelle,  $R_d = 1,5$  et  $R_0 = 1,3$ , dont le ratio d'accélération spectrale à court terme ( $I_e F_a S_a(0,2)$ ) est plus grand que 0,45, les connexions des membrures qui résistent aux charges de séisme, doivent être conçues pour résister à la charge gravitaire combinée à la charge sismique multipliées par le facteur  $R_d$  (1,5). Alors les connexions des poutres collectrices et des contreventements, entre autres, doivent tenir compte de ce facteur.

La question à se poser est : qu'est-ce que l'ingénieur en connexion utilise pour le calcul des assemblages si l'information inhérente aux assemblages est incomplète ou manquante sur les plans et devis?

Sans avoir participé à la conception du système de résistance aux forces latérales et sans connaître toutes les hypothèses utilisées lors de cette conception, l'ingénieur responsable de concevoir les assemblages ne peut d'aucune façon deviner les forces à transférer aux joints des poutres collectrices.

### **Critères de conception des assemblages**

Le concepteur du bâtiment a soigneusement sélectionné les sections des poutres, des colonnes et des contreventements afin de résister aux charges gravitaires, de vent, de séisme aux déflexions, etc. Si les connexions qui les unissent ne sont pas adéquates, alors c'est toute l'intégrité de la conception du bâtiment qui sera déficiente.

Les facteurs mentionnés plus haut ( $R_d$ ,  $R_0$ ,  $(I_e F_a S_a(0,2))$ ) sont parmi les critères de conception qui doivent absolument être connus de l'ingénieur en connexion. Ces informations lui permettront de bien choisir les facteurs de pondération à appliquer aux charges de conception des assemblages et ainsi d'être conforme à la norme CSA S16-9.

Le fait de tenir compte d'un effort axial dans l'assemblage d'une poutre influence considérablement la conception. On a qu'à penser à l'effet de levier engendré sur les boulons (voir *Handbook of Steel Construction – Bolts in Tension and Prying Action*, Part Three). Certains types d'assemblage sont aussi à privilégier ou même à proscrire lorsqu'il y a des efforts axiaux à faire passer.

Le concepteur du bâtiment a soigneusement sélectionné les sections des poutres, des colonnes et des contreventements afin de résister aux charges gravitaires, de vent, de séisme aux déflexions, etc. Si les connexions qui les unissent ne sont pas adéquates, alors c'est toute l'intégrité de la conception du bâtiment qui sera déficiente.

Les facteurs mentionnés plus haut ( $R_d$ ,  $R_0$ ,  $(I_e F_a S_a(0,2))$ ) sont parmi les critères de conception qui doivent absolument être connus de l'ingénieur en connexion. Ces informations lui permettront de bien choisir les facteurs de pondération à appliquer aux charges de conception des assemblages et ainsi d'être conforme à la norme CSA S16-9.

Le fait de tenir compte d'un effort axial dans l'assemblage d'une poutre influence considérablement la conception. On a qu'à penser à l'effet de levier engendré sur les boulons (voir *Handbook of Steel Construction – Bolts in Tension and Prying Action*, Part Three). Certains types d'assemblage sont aussi à privilégier ou même à proscrire lorsqu'il y a des efforts axiaux à faire passer.

Il en va de même pour la conception des poutrelles et des fermes ainsi que de leurs assemblages. Le concepteur utilise les efforts axiaux montrés sur les plans pour les concevoir. L'amplitude et le type d'effort doivent être spécifiés (voir InfoTech Express, [Spécifier les poutrelles : une affaire simple](#), Serge Dussault, août 2005). Le siège standard peut passer un certain effort axial, mais il a ses limites. Des assemblages adaptés sont alors utilisés (voir [Catalogue de poutrelles et fermes](#), section Normes de calcul). Dans l'InfoTech Express, [Conditions particulières d'assemblage d'une ferme ou d'une poutrelle](#), Manon Gauthier, avril 2011, l'article spécifie aussi divers exemples de connexions de poutrelles et de fermes

## **CONCLUSION**

Le concepteur du bâtiment a la responsabilité de fournir tous les critères de conception requis pour le calcul des assemblages sur les plans et devis. Les fabricants d'acier qui conçoivent les assemblages des poutres, des colonnes, des contreventements horizontaux et verticaux, des poutrelles, des fermes, etc., ont la responsabilité de les utiliser dans leurs calculs.

Un bâtiment bien conçu se doit de l'être d'un bout à l'autre sans « maillons faibles », en suivant la suite logique du cheminement des efforts et d'après les hypothèses définies par le concepteur.

## **RÉFÉRENCES DE COURS SUR LE CHEMINEMENT DES EFFORTS**

Cours sur les bâtiments de faible hauteur en acier (2005) de l'ICCA  
Conception parasismique des charpentes d'acier (2006) de l'ICCA

Si vous désirez avoir de l'information additionnelle ou recevoir la visite d'un de nos représentants ou experts afin de connaître nos produits et services ou organiser un dîner-conférence, communiquez avec nous au :

**1 877 499-6049 CA**

**1 800 638-4293 É.-U.**

Merci de votre intérêt envers les produits Canam-bâtiments!

**[www.canam-construction.com](http://www.canam-construction.com)**

Canam-bâtiments  
270, chemin Du Tremblay  
Boucherville (Québec)  
J4B 5X9

*Groupe Canam est un expert nord-américain dans la conception, la fabrication et l'installation de produits et de solutions de construction pour la réalisation de bâtiments commerciaux, industriels, institutionnels et multirésidentiels. Son segment d'affaires Canam-bâtiments conçoit et fabrique des poutrelles et fermes en acier, du tablier métallique, le système de plancher composite Hambro, les bâtiments préfabriqués Econox et les panneaux de murs isolés Murox. Grâce à son processus de construction accéléré BuildMaster, Canam-bâtiments travaille de concert avec tous les intervenants du projet afin de procurer à ses clients des chantiers sécuritaires et sans surprise.*