

Bois lamellé-collé

Les personnes suivantes ont contribué à la réalisation du présent document:

Dr. G.E. Marchand, ing.civil dipl. EPF/SIA, Berne
Chef du groupe de travail «Construction en bois»

Auteurs:

N. Brülhart, ing. civil ETS, Pratteln

C. Rätz, ing. civil ETS, Pratteln

E. Dill, architecte ETS, Pratteln

R. Eichmüller, maître charpentier dipl. féd., Pratteln

R. Madörin, maître charpentier dipl. féd., Pratteln
avec leur précieuse collaboration et leur grande expérience dans la construction en bois

Experts et spécialistes

H. Banholzer, ingénieur spécialisé dans la construction en bois

J. Fischer, LIGNUM

E. Gehri, SIA

Prof. J. Natterer EPFL

Dr. J. Sell, EMPA

W. Winter, EPFL

H. Wirz, Ecole suisse du bois, Bienne

Auteur-rédacteur:

B. Schütte, ing. civil dipl., Pratteln

La version française a été adaptée par **Patrick Burli**, Cedotec, Le Mont-sur-Lausanne, en collaboration avec le groupe de consultation composé de:

Maurice Berthoud, maître charpentier, Cedotec, Le Mont

Martial Chabloz, ing. civil, EPFL-SIA, Château-d'Oex

Pierre-André Dupraz, ingénieur civil EPFL-SIA, Le Mont

Nous tenons à remercier ici toutes les personnes qui ont apporté une contribution à la réalisation de cet ouvrage.

Nous souhaitons, par la présente publication, avoir suscité un intérêt plus grand pour la construction en BLC et contribué ainsi à atteindre un des objectifs fixés par le Programme d'impulsions en faveur du bois (PI Bois)

Mars 1989

C. Häring

ingénieur civil dipl. EPF/SIA, Pratteln

Traitement de texte:

CEDOTEC, Le Mont s/Lausanne

Photocomposition et mise en pages:

Presses Centrales Lausanne SA (PCL)

Maquette: Grafal, Lausanne

Copyright Office fédéral des questions conjoncturelles,
Berne
3003, Berne, mars 1989

Reproduction d'extraits autorisée avec indication de la source

Diffusion: Office fédéral central des imprimés et du matériel,
3003 Berne

6.3 Barres fléchies

Lors du contrôle statique des barres fléchies, on prendra en considération les facteurs suivants :

- les poutres fléchies sont très sensibles aux entailles et aux mortaises du côté tendu (effet d'entaille)
- la résistance à la flexion d'une poutre diminue lorsque la hauteur de la section augmente (facteur de hauteur)
- les poutres fléchies hautes présentent un risque élevé de déversement (coefficient de déversement)
- vu les faibles caractéristiques de déformations, il faudrait toujours faire la vérification de comportement en service
- dans la construction en bois, les poutres fléchies utilisées dans les toitures sont souvent soumises à la flexion gauche.

Effet d'entaille

Pour la vérification de la résistance, il faut utiliser les caractéristiques de section nette. L'effet d'entaille est très difficile à cerner et il n'est pas décrit plus en détail dans la norme SIA 164. Il peut être approché par les facteurs d'entaille présentés dans la figure 6.1

Facteur de hauteur:

Pour des poutres droites de section rectangulaire, il s'est avéré qu'à partir d'une certaine hauteur de la section, la contrainte de flexion ne pouvait plus être totalement utilisée. Le coefficient de hauteur C_H diminuant les contraintes admissibles tient compte de ce phénomène pour les poutres dont la hauteur dépasse 300 mm. Concrètement, cela signifie que le facteur de hauteur ne se manifeste que pour les poutres en bois lamellé-collé.

Coefficient de déversement:

En ce qui concerne la stabilité, les barres comprimées ou tendues, sont soumises à l'influence des déviations géométriques ou du matériau. Par instabilité d'une barre fléchie, on entend la flexion latérale avec déversement simultané. La norme SIA 164 exige un contrôle du déversement pour les poutres fléchies dont la distance des appuis à fourches dépasse une certaine valeur (cf. norme SIA 164, art. 3.33.22). De manière analogue au flambage, on distingue un coefficient de déversement en fonction de l'élançement, pour déterminer les contraintes admissibles.

Vérification du comportement en service:

Comme les poutres fléchies sont en général élançées et soumises à des charges uniformes, la vérification de la flèche est déterminante.

Flexion gauche:

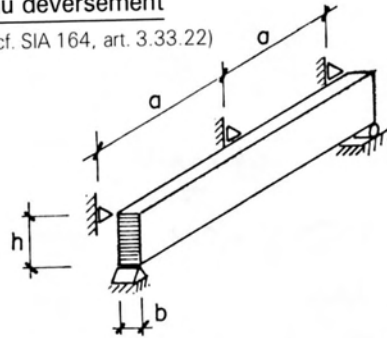
A cause de la pente du toit, les pannes-chevrons sont soumises à une flexion gauche et doivent être dimensionnées en conséquence.

Barres fléchies

(cf. SIA 164, art. 3.33.2)

Vérification de la sécurité au déversement

(cf. SIA 164, art. 3.33.22)



Elancement : $\lambda_D = \frac{\sqrt{a \cdot h}}{b}$

Coefficient de déversement : k_D (cf. SIA 164, art. 3.33.23)

$\lambda \leq 10$ $k_D = 1$

$10 < \lambda \leq 20$ $k_D = 1,5 - 0,05 \lambda_D$

$\lambda > 20$ $k_D = 200 / \lambda_D^2$

Facteur de hauteur (cf. SIA 164, art. 3.33.24)

$$C_H = \left(\frac{300}{h} \right)^{1/9}$$

Figure 6.3.1

Bases pour le dimensionnement de barres fléchies droites à section rectangulaire

Exemple de calcul pour
coefficient de déversement – facteur de hauteur

Données : Portée = distance entre appuis à
 fourches = 8,0 m
 Section 120/1600 BLC FA
 $c_D = c_W = 1,0$

Recherché : Contrainte admissible

Solution : Vérification de la sécurité au
 déversement

$$\lambda_D = \frac{\sqrt{d \cdot h}}{b} = \frac{\sqrt{8000 \cdot 1600}}{120} = 29,8$$

$$k_D = 200 / 29,8^2 = 0,23$$

Facteur de hauteur :

$$c_H = \left(\frac{300}{h} \right)^{1/9} = \left(\frac{300}{1600} \right)^{1/9} = 0,83$$

→ $k_D \ll c_H$ → le déversement
 est déterminant

(seule la plus petite valeur est déterminante,
 pas cumulatif)

Contrainte admissible :

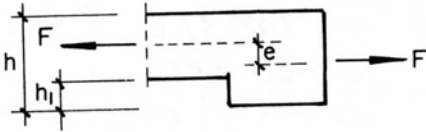
$$\bar{\sigma}_B = c_D \cdot c_W \cdot k_D \cdot \sigma_B$$

Figure 6.3.2
 Détermination de la contrainte admissible, en
 considérant le coefficient de déversement, resp. le
 facteur de hauteur

Barres tendues avec flexion

(cf. SIA 164, art. 3.33.3)

Effet d'entaille :



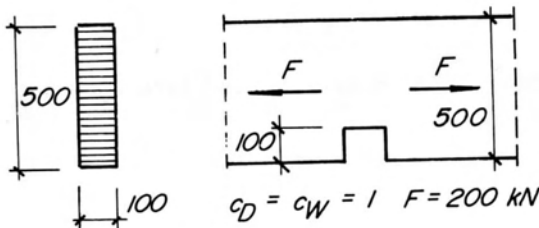
$$M = Z \cdot e$$

$$c_k = 0,8 \text{ pour bois massif}$$

$$0,85 \text{ pour BLC}$$

Exemple :

Donnée : BLC, A, section = 100/500 avec entaille



Recherché :

Moment de flexion dû à l'excentricité par l'entaille

$$e = 250 - \left(\frac{500 - 100}{2} \right) = 50 \text{ mm}$$

$$M = F \cdot e = 200 \cdot 0,05 = 10 \text{ kNm}$$

Facteur de hauteur :

$$c_H = \left(\frac{300}{400} \right)^{1/4} = 0,97$$

Facteur d'entaille :

$$c_k = 0,85$$

$$\bar{\sigma}_b = c_H \cdot c_k \cdot \sigma_b = 0,97 \cdot 0,85 \cdot 14 = 11,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\sigma}_{2H} = c_k \cdot \sigma_{2H} = 0,85 \cdot 11 = 9,35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{2Heff} = \frac{F}{A_{min.}} = \frac{200 \cdot 10^3}{400 \cdot 100} = 5,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{beff} = \frac{M}{W_{min.}} = \frac{10 \cdot 10^6}{\frac{1}{8}(100 \cdot 400^2)} = 3,75 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{2Heff}}{\bar{\sigma}_{2H}} + \frac{\sigma_{beff}}{\bar{\sigma}_b} = \frac{5,0}{9,35} + \frac{3,75}{11,5} \approx 0,86 \leq 1 \text{ i.O}$$

6.4 Barres fléchies avec effort normal

A la suite d'entailles, des barres en traction pure, peuvent se transformer en barres fléchies avec effort normal, car un moment d'excentricité s'ajoute à l'effort normal (cf. fig. 6.4.1).

En fait, chaque barre avec effort normal est légèrement fléchie à cause de la courbure et des imperfections de la structure. Comme dans la norme, la valeur nominale de la contrainte est donnée pour la compression parallèle aux fibres et le coefficient de flambage tient déjà compte de ces influences. Lors du calcul précis de la flexion avec compression, la contrainte admissible de dimensionnement est augmentée de 10 %. La déformation d'une poutre fléchie avec effort normal, respectivement l'augmentation des moments dus à la déformation, peut être calculée par la théorie du 2e ordre.

Dans le cas fréquent d'une flexion monoaxiale autour d'un axe d'inertie principal, le flambage perpendiculairement à l'axe considéré étant exclu, la norme SIA 164 indique (cf. art. 3.33.42) une formule pour la vérification de la résistance selon la théorie du 2e ordre. Comme cette formule est relativement complexe, la norme SIA 164 (cf. art. 3.33.43 et 3.33.44) propose des formules simplifiées ou approchées pour le calcul statique des barres fléchies avec effort normal (cf. fig. 6.4.2).

Figure 6.4.1
Dimensionnement d'une barre tendue avec flexion