

**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-sur-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

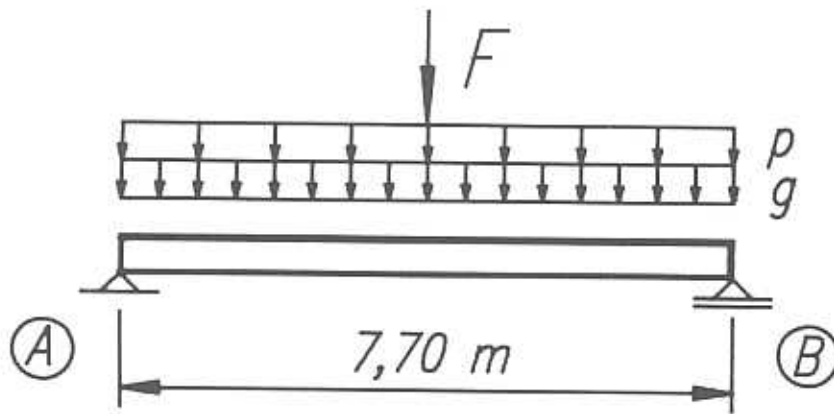
Reproduction d'extraits autorisée avec indication de la source

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

## 5.09 Exemples de calcul

### 5.09.1 Poutres simples

Sommier avec une charge uniforme et une charge concentrée générée par un pont roulant



Données :

- Elément protégé contre les intempéries*
- Déversement non considéré*
- Ecartement des sommiers  $a = 4,00\text{ m}$*
- Largeur maximum du sommier  $b = 160\text{ mm}$  (en raison de la sous-construction)*
- Longueur de l'appui  $l_{A, \text{vorb}} = 200\text{ mm}$*

Charge :

- Poids propre  $g = 0,40\text{ kN/m}^2$*
- Charge utile  $p = 2,00\text{ kN/m}^2$*
- Charge utile du pont roulant  $F = 20,0\text{ kN}$*
- Charge par  $\text{m}^1$  de sommier  $g^1 = 0,40 \cdot 4,00 = 1,60\text{ kN/m}$*
- $p^1 = 2,00 \cdot 4,00 = 8,00\text{ kN/m}$*
- $q^1 = 9,60\text{ kN/m}$*

Contrôle :

- Vérification à l'état de service, flèche au milieu de l'appui (déformation)*
- Vérification de la résistance  $\sigma_b$  au centre*
- $\tau$  sur appui*
- $\sigma_{d\perp}$  sur appui*

Choix : BLC FA (en raison de la flexion)

$$E_{II} = 11'000 \text{ N/mm}^2$$

Prédimensionnement :

$$\text{admissible } w_{\infty} = \frac{l}{300} = \frac{7'700}{300} \cong 25,7 \text{ mm}$$

$$w_{\infty} = w_{el} \cdot \left(1 + \varphi \cdot \frac{F_{\varphi}}{F_{tot}}\right)$$

avec  $F_{\varphi} = F_{tot}$  et  $\varphi = 0,5$  (préconditionné à l'humidité de mise en œuvre)

$$\text{adm. } w_{el} = \frac{w_{\infty}}{1,5} = \frac{25,7}{1,5} = 17 \text{ mm}$$

$$w_{el} = \frac{5}{384} \cdot \frac{\varphi \cdot l^4}{E \cdot I}$$

$$\text{d'où } erf I = \frac{5}{384} \cdot \frac{9,60 \cdot 7'700^4}{11'000 \cdot 17} = 2,35 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

Choix : section transversale BLC 160/567 CR FA

$$A = 90,72 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$W_x = 8,573 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

$$I_x = 2,43 \cdot 10^9 \text{ mm}^4$$

$$c_H = 0,932 \text{ (cf. tableau 7)}$$

Vérification à l'état de service :

Déformations sous les :  
 a) charges permanentes  
 b) charges de courte durée  
 c) charges permanentes avec charges de courte durée

a) Charges permanentes ( $c_D = 1,0$ )

$$w_{el} = \underbrace{\frac{5}{384} \cdot \frac{9,60 \cdot 7'700^4}{11'000 \cdot 2,43 \cdot 10^9}}_{\text{Flexion}} + \underbrace{\frac{1,2 \cdot 9,60 \cdot 7'700^3}{8 \cdot 500 \cdot 90,72 \cdot 10^3}}_{\text{Cisaillement}} = 16,4 + 1,9 = 18,3 \text{ mm}$$

$$w_{\infty} = w_1 = 18,3 \cdot (1 + 0,5) = 27,5 \text{ mm} > w_{zul} = 25,7 \text{ mm}$$

b) Charges de courte durée

$$w_2 = \frac{1}{48} \cdot \frac{20 \cdot 10^3 \cdot 7'700^3}{11'000 \cdot 2,43 \cdot 10^9} = 7,1 \text{ mm}$$

c) Charges permanentes avec charges de courte durée ( $c_D = 1,25$ )

$$w = 27,5 + 7,1 = 34,6 \text{ mm} > 1,25 \cdot w_{zul} = 32,1 \text{ mm (s.o.)}$$

Contreflèche (cf. norme SIA, art. 3.16 et TCB I, page 14)

$$\ddot{u} = 30 \text{ mm} \quad (\text{condition : } \ddot{u} \geq w \text{ provenant des charges permanentes, y compris fluage})$$

$$w_2 = 7,1 \text{ mm} < w_{zul} = 25,7 \text{ mm}$$

$$w_1 + w_2 = 34,6 < 1,5 \cdot 25,7 = 38,6 \text{ mm} \quad (\checkmark)$$

Vérification de la résistance (pour contrôle)

a) Charges permanentes

Flexion :

Déversement non considéré

$$\rightarrow \lambda_D = \frac{\sqrt{a \cdot h'}}{b} = \frac{\sqrt{7700 \cdot 567}}{160} = 13,06 > 10$$

$$\rightarrow \chi_D = 1,5 - 0,05 \cdot 13,06 = 0,847 < c_H$$

$$\rightarrow \bar{\sigma}_b = c_D \cdot c_w \cdot \chi_D \cdot \sigma_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,847 \cdot 14,0 = 11,86 \text{ N/mm}^2$$

$$\max M = 9,60 \cdot \frac{7,70^2}{8} = 71,15 \text{ kNm}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} = \frac{71,15 \cdot 10^6}{8,573 \cdot 10^6} = 8,30 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma}_b$$

Cisaillement :

$$\bar{\tau} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ N/mm}^2$$

$$V_A = V_B = 9,60 \cdot 7,70 \cdot \frac{1}{2} \approx 37,00 \text{ kN}$$

$$\tau_{\text{eff}} = 1,5 \cdot \frac{37,0 \cdot 10^3}{90,72 \cdot 10^3} = 0,61 \text{ N/mm}^2 < \bar{\tau}$$

Contrainte sur appui :

$$\overline{\sigma_{dL}} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{A, \text{erf}} \geq \frac{37,0 \cdot 10^3}{160 \cdot 1,6} = 145 \text{ mm} < l_{A, \text{vorh}} = 200 \text{ mm}$$

b) Charges permanentes et de courte durée

Flexion :

$$\overline{\sigma_b} = 1,25 \cdot 11,86 = 14,83 \text{ N/mm}^2$$

$$\max M = 71,15 + \frac{20 \cdot 7,70}{4} = 109,7 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{b, \text{eff}} = \frac{109,7 \cdot 10^6}{8,573 \cdot 10^4} = 12,80 \text{ N/mm}^2 < \overline{\sigma_b}$$

Cisaillement :

$$\overline{\tau} = 1,25 \cdot 1,2 = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$V_A = V_B = 37,00 + \frac{20,0}{2} = 47,0 \text{ kN}$$

$$\tau_{\text{eff}} = 1,5 \cdot \frac{47,0 \cdot 10^3}{90,72 \cdot 10^3} = 0,78 \text{ N/mm}^2 < \overline{\tau}$$

Contrainte sur appui :

$$\overline{\sigma_{dL}} = 1,25 \cdot 1,6 = 2,0 \text{ N/mm}^2$$

$$l_{A, \text{erf}} = \frac{47,0 \cdot 10^3}{160 \cdot 2,0} = 147 \text{ mm} < l_{A, \text{vorh}} = 200 \text{ mm}$$

### 3.09.3 Systèmes de toiture en membrane textile

Grâce au développement de matériaux souples et très résistants à la déchirure, ces systèmes ouvrent de nouvelles perspectives aux constructions avec systèmes porteurs en BLC. Ces couvertures permettent aussi bien de couvrir des constructions semi-permanentes que des constructions sans isolation (par exemple arènes sportives); elles recouvrent directement la structure porteuse primaire stabilisée (cf. fig. 3.09.4).

## 3.10 Formes de porteurs

Lors de l'étude d'un système porteur en bois, il est important de connaître

- les différentes formes courantes des poutres
- les sections courantes disponibles
- les limites ordinaires de fabrication et de transport des différents éléments de construction.

### 3.10.1 Éléments de construction droits

La hauteur maximale de fabrication d'une poutre droite (cf. fig. 3.10.1 a) est de 2,0 m (largeur de passage des raboteuses ordinaires) et une longueur correspondant à la longueur limite des possibilités de transport (cf. chap. 3.15 «Transport»).



Figure 3.09.4  
Structure porteuse en BLC recouverte d'une membrane textile (couverture d'un stade de glace)

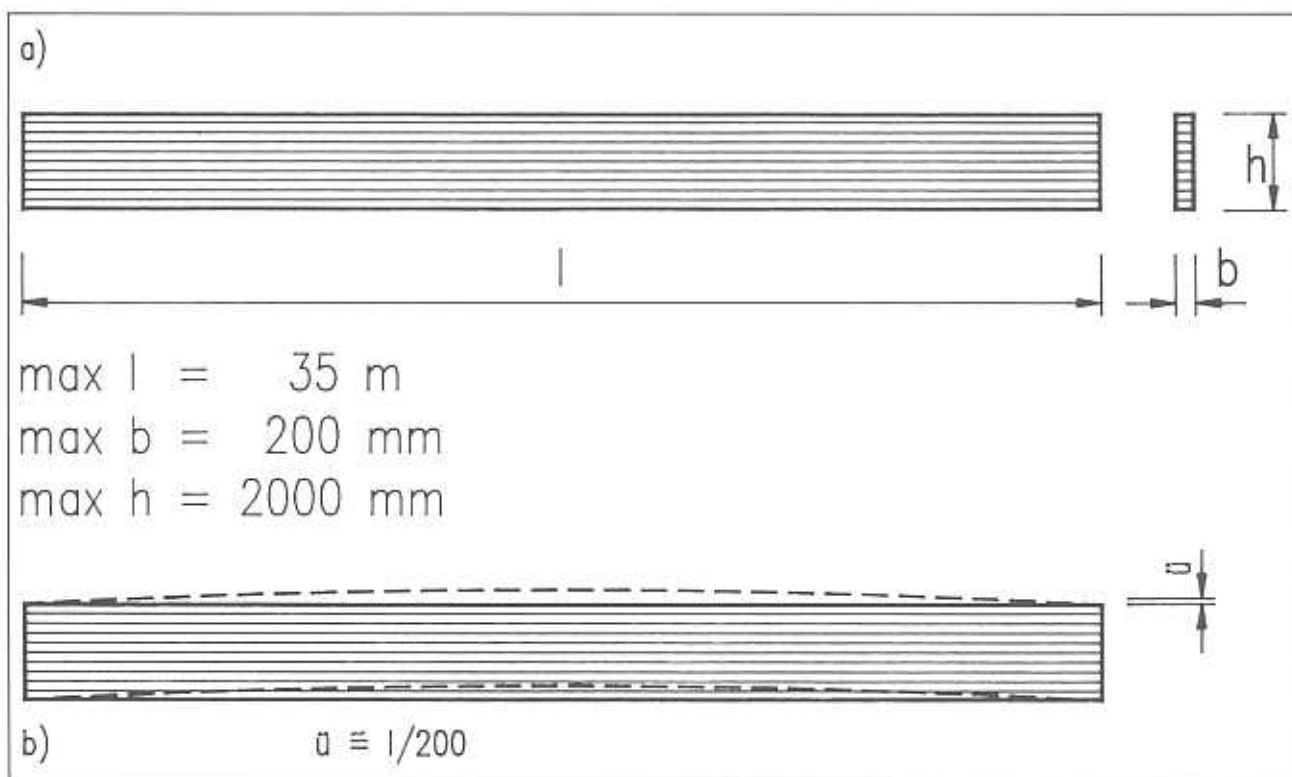


Figure 3.10.1  
Poutres droites en BLC  
a) dimensions  
b) contreflèche

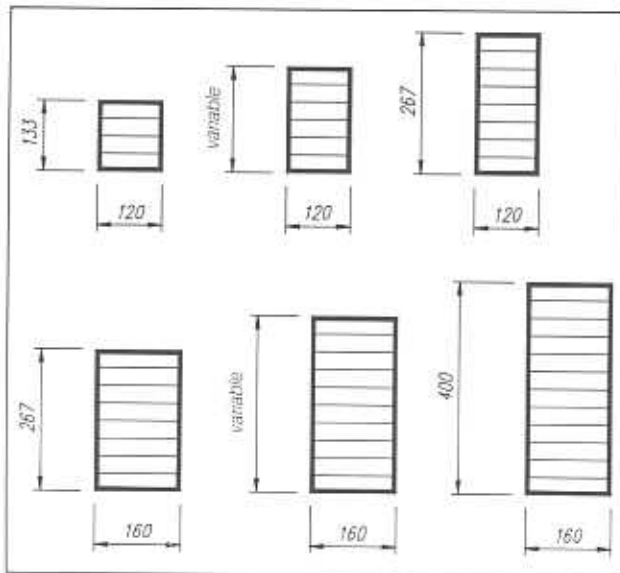


Figure 3.10.2  
Exemple d'assortiment de poutres normalisées

Les poutres droites sont fabriquées avec ou sans contreflèche en fonction des exigences statiques. Les poutres posées horizontalement, donnent optiquement une impression de flexion, ce qui rend une contreflèche nécessaire dans la plupart des cas (cf. fig. 3.10.1b). La valeur de la contreflèche est définie par  $1/200$  ou plus de la portée.

Pour les petites sections ordinaires (cf. fig. 3.10.2), les différents fabricants tiennent en stock diverses sections normalisées livrables très rapidement.

### 3.10.2 Poutres droites à section transversale variable

Les poutres droites avec section variable peuvent être fabriquées rationnellement avec un minimum de déchets (cf. fig. 3.10.3).

Ces éléments peuvent être utilisés de deux manières :

- comme poutres de toits à deux pans, avec face inférieure droite (cf. fig. 3.10.4)
- comme membrure de cadre, avec angle triangulé (cf. fig. 3.10.5).

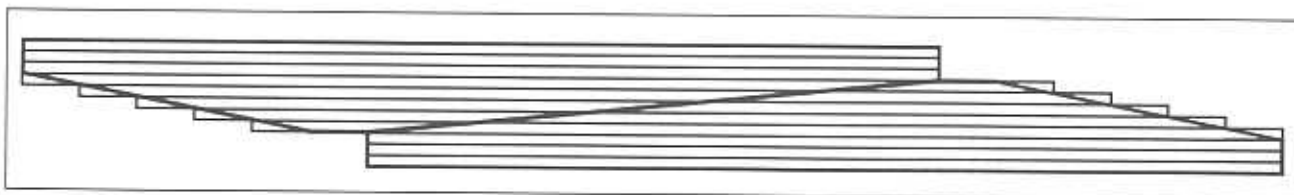


Figure 3.10.3  
Fabrication rationnelle de poutres en BLC avec section variable

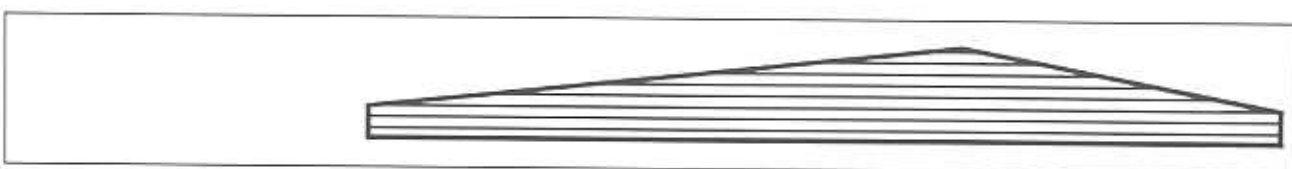


Figure 3.10.4  
Poutre en BLC en forme de toit à deux pans