

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. Brühlhart, 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

4.1.2 Contraintes admissibles

Les valeurs nominales des contraintes admissibles données dans la norme, sont valables pour les charges de longue durée et pour les éléments protégés des intempéries (cf. norme SIA 164, art. 3.14.11). Pour le dimensionnement d'un élément soumis à la combinaison de charges déterminantes, ces contraintes nominales doivent être multipliées par le coefficient de durée d'application de la charge C_D (cf. norme SIA 164, art. 3.15.2) et/ou par le coefficient d'ambiance C_W (cf. norme SIA 164, art. 3.15.3), pour obtenir la contrainte admissible de dimensionnement correspondante.

Des coefficients dus à la géométrie (chap. 6, «éléments de construction») peuvent encore venir s'ajouter pour définir la contrainte admissible de dimensionnement.

| Solicitation | Classe de résistance [N/mm ²] | Bois sciés | | | Bois ronds | | Chêne/ hêtre | Bois lamellés-collés BLC | | | | | | | |
|--|--|-----------------------|-----|-----|-------------------------|-----|-----------------|--------------------------|----|----|----|-----------------------|--|-----|-------------------------|
| | | I | II | III | II | III | | A | FA | B | FB | | | | |
| Flexion | σ_b | 12 | 10 | 7 | 10 | 7 | | 14 | 14 | 12 | 12 | | | | |
| Compression \parallel aux fibres | $\sigma_{d\parallel}$ | 10 | 8,5 | 6 | 10 | 7 | | 11 | 10 | 10 | 8 | | | | |
| Traction \parallel aux fibres | $\sigma_{z\parallel}$ | 10 | 8,5 | - | 8,5 | - | | 11 | 10 | 10 | 8 | | | | |
| Compression \perp aux fibres | $\sigma_{d\perp}$ | | | | | | | | | | | | | | |
| - sans talon | | | | | | | | | | | | 1,2 | | 3,5 | 1,2 |
| - avec talon ($l = 100$ mm) | | | | | | | | | | | | 1,6 (2) ¹⁾ | | 4,5 | 1,6 (2,5) ¹⁾ |
| - appui de solives sans talon | | 1,2 (2) ¹⁾ | | 3,5 | 1,6 (2,5) ¹⁾ | | | | | | | | | | |
| Traction \perp aux fibres | $\sigma_{z\perp}$ | 0,05 ²⁾ | | | | | | 0,15 ²⁾ | | | | | | | |
| Cisaillement simple | τ_σ | 0,6 | | | | | | 1,0 | | | | | | | |
| Contrainte tangentielle due à l'effort tranchant | τ | 1,0 | | | | | | 1,3 | | | | | | | |

1) Les valeurs entre parenthèses ne sont admissibles que si les déformations résultant d'un écrasement des fibres n'ont manifestement pas de conséquences sur le comportement de l'élément porteur

2) Valeurs pour des sollicitations réparties sur une grande surface

Figure 4.1.2

Contraintes nominales pour des charges de longue durée et pour des éléments protégés des intempéries

4.2 Vérification du comportement en service

Un élément ne doit pas seulement donner une certaine sécurité contre la rupture (vérification de la résistance), mais il doit pouvoir servir sous les charges définies. La vérification du comportement en service est une notion très large. Dans la norme SIA 164, elle ne concerne que la limitation des déformations. Les déformations admissibles sont données en tenant compte des facteurs C_W , C_E et du comportement sous charge de longue durée, pour l'essence et la classe de résistance choisie.

4.2.1 Déformations admissibles

La vérification du comportement en service ne se base pas sur les déformations dues aux charges de courte durée, mais elle doit tenir compte de l'influence du fluage qui intervient après une longue durée. En simplifiant, les déformations dues au fluage peuvent être calculées en multipliant les déformations élastiques par le coefficient de fluage (cf. norme SIA 164, art. 3.16.2). Le coefficient de fluage dépend de la teneur en eau de l'élément et de son exposition aux intempéries (cf. chap. 2.3.2). Les charges permanentes, les charges utiles de longue durée et la charge réduite de la neige sont déterminantes pour le calcul des déformations dues au fluage. Si la flèche due aux charges permanentes, compte tenu du fluage, est compensée par une contreflèche, on pourra tolérer les valeurs de déformations admissibles sous l'effet des charges non permanentes seulement. Néanmoins, dans ce cas, la flèche sous l'effet des charges totales ne dépassera pas 1,5 fois les valeurs des déformations admissibles (cf. norme SIA 164, art. 3.16.3).

4.2.2 Valeurs nominales pour les modules de déformation

Les valeurs des modules de déformations indiquées dans la norme SIA 164, sont valables pour des charges de courte durée et pour des éléments protégés contre les intempéries (cf. norme SIA 164, art. 3.13.11). Pour la vérification du comportement en service, ces valeurs doivent être multipliées par un facteur de réduction C_E (cf. chap. 2.3.1 et norme SIA 164, art. 3.13.13) et les déformations dues au fluage doivent être prises en considération (cf. norme SIA 164, art. 3.16.2).

| Essence | Modules de déformation | | |
|-------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | $E_{ }$ N/mm ² | E_{\perp} N/mm ² | G, G_T N/mm ² |
| Résineux | 10 000 | 300 | 500 |
| Chêne/hêtre | 12 500 | 600 | 1 000 |
| BLC A, FA | 11 000 | 300 | 500 |
| BLC B, FB | 10 000 | 300 | 500 |

Figure 4.2.1

Valeur nominale des modules d'élasticité (E) de glissement (G) et de torsion (T)

Vérification du comportement en service pour les déformations des éléments

(cf. SIA 164, art. 3.16)

Coefficients de fluage φ

(cf. SIA 164, art. 3.16.2)

| Situation de l'élément | Teneur en eau adaptée aux conditions d'emploi | Bois ressuyé ou mis en œuvre à l'état humide |
|-------------------------|---|--|
| Protégé des intempéries | 0,5 | 1,0 ¹⁾ |
| Autres conditions | 2,0 | 2,0 |

1) On adoptera des valeurs supérieures si l'élément est soumis à des charges pendant le séchage.

Déformations admissibles

(cf. SIA 164, art. 3.16.4)

- Poutres soutenant des éléments de construction
- Poutres en général^{1) 2)}
- Pannes, chevrons²⁾
- Éléments de façade (déformations horizontales)
- Déplacement hors du plan principal de résistance de poutres, arc et cadre
- Déplacement horizontal de structures en élévation, par rapport à la hauteur

- 1) Pour des éléments en porte-à-faux, on prendra en compte le double de la longueur du porte-à-faux
- 2) Pour les toits plats: on limitera les flèches à des valeurs inférieures, de plus on tiendra compte de l'augmentation de charge due à la formation de cuvettes

Réduction de la charge de la neige résultant du fluage

$$q_{sred} = 0,5 (q_s - 900) \text{ N/m}^2$$

q_s = charge de la neige d'après SIA 160

Calcul des déformations résultant du fluage

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

w_{el} = déformation élastique due à F_{tot}

F_{φ} = charges de longue durée déterminantes pour le fluage

F_{tot} = charges totales déterminantes pour la vérification du comportement

Figure 4.2.2

Vérification du comportement en service des parties de construction

4 Bases de calcul

4.01 Introduction

La norme SIA 164, *Construction en bois*, établit les bases de dimensionnement pour les éléments de construction en bois lamellé-collé. Dans les chapitres qui suivent, nous présentons les principales bases théoriques de calcul ainsi que des exemples de calculs.

Nous renvoyons par ailleurs à la documentation PI Bois *Contrôle statique des constructions en bois* (10) qui contient, dans les annexes 2 et 3, les principales bases de calcul et relations avec la norme SIA 164.

4.02 Modules d'élasticité, de cisaillement et de torsion

| Classes de résistance BLC (structure des poutres selon art. 2.07) | Module d'élasticité | | Module de cisaillement et de torsion [N/mm ²] |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| | ∥ aux fibres [N/mm ²] | ⊥ aux fibres [N/mm ²] | |
| A et FA | 11 000 | 300 | 500 |
| B et FB | 10 000 | 300 | 500 |

Tableau 3
Modules d'élasticité, de cisaillement et de torsion du BLC
selon la norme SIA 164

4.03 Valeurs de base des contraintes admissibles

| Solicitation | Classes de résistance | | | |
|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | A [N/mm ²] | FA [N/mm ²] | B [N/mm ²] | FB [N/mm ²] |
| Flexion σ_b ¹⁾ | 14 | 14 | 12 | 12 |
| Traction σ_{\perp} , Compression σ_{\parallel} | 11 | 10 | 10 | 8 |
| Traction perpendiculaire σ_{\perp} ²⁾ | 0,15 | | | |
| Cisaillement simple τ_s | 1,0 | | | |
| Contrainte tangentielle (due à l'effort) τ | 1,2 | | | |
| $\sigma_{d\perp}$ sans talon | 1,2 | | | |
| $\sigma_{d\perp}$ avec talon ³⁾ | 1,6 (2,5) | | | |
| $\sigma_{d\perp}$ pour appuis de solives | 1,6 (2,5) ⁴⁾ | | | |

- 1) Les valeurs se rapportent à des sections de hauteurs inférieures ou égales à 300 mm. Pour des profils plus hauts, les contraintes sont réduites au moyen du coefficient de hauteur c_H .
- 2) Dans le cas de pièces cintrées ou trapézoïdales pour autant qu'elles soient réparties sur une grande surface.
- 3) Le talon débordera d'au moins 100 mm de chaque côté, sinon on admettra la valeur définie pour « sans talon ».
- 4) La valeur entre parenthèses n'est admissible que si les déformations, résultant d'un écrasement des fibres, n'ont manifestement pas de conséquences sur le comportement de l'élément porteur.

Tableau 4
Valeurs de base des contraintes admissibles

4.04 Facteurs de correction

4.04.1 Facteur de correction de la durée d'application de la charge C_D

| Combinations de charges (selon norme SIA 164, chapitre 3.12.1 «Types de charge» ainsi que la directive 1) | C_D |
|--|-------|
| Uniquement pour les charges de longue durée | 1,0 |
| Charges de longue durée avec charges de courte durée ou uniquement charges de courte durée. | 1,25 |
| Charges de longue durée avec charges de chocs et séismes uniquement | 1,4 |

Tableau 5
Facteur de correction de la durée d'application de la charge C_D

4.04.2 Facteur de correction d'ambiance C_w

| Situation de l'élément (selon norme SIA 164, tableau 1) | C_w |
|---|-------|
| Éléments protégés contre les intempéries | 1,0 |
| Éléments partiellement protégés contre les intempéries et éléments directement exposés aux intempéries | 0,8 |
| Éléments humides ou immergés | 0,6 |

Tableau 6
Facteur de correction d'ambiance C_w