



ETA-Danmark A/S
Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tél. +45 72 24 59 00
Fax +45 72 24 59 04
Internet www.etadanmark.dk

Autorisé et notifié en vertu de
l'article 29 du règlement (UE)
n° 305/2011 du Parlement
européen et du Conseil du
9 mars 2011

MEMBRE DE L'EOTA



Agrément Technique Européen ETA-21/0568 du 13/07/2021

I Généralités

Organisme d'évaluation technique délivrant l'ATE et désigné aux termes de l'article 29 du règlement (UE) n° 305/2011 : ETA-Danmark A/S

Nom commercial du produit de construction :

best wood CLT

Famille à laquelle appartient le produit de construction susmentionné :

Élément en bois lamellé-croisé

Fabricant :

Holzwerk Gebr. Schneider GmbH
Kappel 28
DE-88436 Eberhardzell
www.schneider-holz.com

Usine de fabrication :

Holzwerk Gebr. Schneider GmbH
Kappel 28
DE-88436 Eberhardzell

Le présent agrément technique européen

16 pages incluant 4 annexes faisant partie intégrante du document

Le présent agrément technique européen est délivré conformément au règlement (EU) n° 305/2011, sur la base suivante :

EAD 130005-00-0304 - Panneau en bois massif pour usage structurel dans les bâtiments

Cette version remplace :

Toute traduction du présent agrément technique européen dans d'autres langues doit correspondre intégralement au document original délivré et doit être désignée comme tel.

Seule est autorisée la reproduction intégrale du présent agrément technique européen, y compris par transmission électronique (à l'exception des annexes confidentielles susmentionnées). Cependant, une reproduction partielle peut être admise moyennant l'accord écrit de l'organisme d'évaluation technique. Toute reproduction partielle doit être désignée comme tel.

II CONDITIONS SPÉCIFIQUES DE L'AGRÈMENT TECHNIQUE EUROPÉEN

1 Description technique du produit

Description technique du produit

L'élément *best wood CLT* est un élément en bois de résineux lamellé-croisé, composé au minimum de trois plis. L'assemblage du bois lamellé-croisé doit être approximativement symétrique à son plan médian. Un assemblage est considéré symétrique si la distance entre le centre de gravité de la section transversale de l'élément et le plan médian ne dépasse pas 3 % de l'épaisseur de l'élément en lamellé-croisé. En outre, des plis supplémentaires non porteurs en résineux ou en feuillu européen, qui sont ajoutés pour des raisons d'esthétique ou de résistance au feu, sont acceptés.

Les surfaces sont lissées.

Les différents plis se composent de lamelles à orientation parallèle, fabriquées à partir de planches classées selon la résistance ou de planches classées selon la résistance refendues. Dans les éléments comptant un minimum de cinq plis, jusqu'à trois plis adjacents dont l'épaisseur totale ne peut pas dépasser 90 mm peuvent être orientés avec le sens du fil dans la même direction.

Les composants et la configuration du système du produit sont indiqués à l'annexe 1, figures 1 et 2.

L'application de substances chimiques (conservateurs du bois et retardateurs de flammes) ne fait pas l'objet de l'agrément technique européen.

Les essences de bois sont l'épicéa ou le sapin.

2 Spécification de l'usage prévu conformément au document d'évaluation européen applicable (DEE)

Le bois lamellé-croisé est conçu pour usage structurel ou non-structurel dans les bâtiments et les structures en bois. Le bois lamellé-croisé ne peut être exposé qu'à des efforts statiques et quasi statiques, en ce compris des efforts sismiques conformément à la norme EN 1998-1. Le bois lamellé-croisé est destiné à être utilisé en classes de service 1 et 2 selon la norme EN 1995-1-1. Les éléments directement exposés aux intempéries doivent être dotés d'une protection efficace pour les panneaux en lamellé-croisé en service.

Les performances indiquées dans la section 3 ne sont valables que si les éléments en lamellé-croisé sont utilisés en conformité avec les spécifications et conditions visées aux annexes 1 à 5.

Les dispositions du présent agrément technique européen reposent sur l'hypothèse que la durée de vie prévue des panneaux en bois est de 50 ans.

La durée de vie réelle peut, dans des conditions normales, être beaucoup plus longue sans dégradation majeure affectant les exigences essentielles de l'ouvrage.

Les indications relatives à la durée de vie ne peuvent pas être interprétées comme une garantie offerte par le fabricant ou l'organisme d'évaluation, mais doivent uniquement être considérées comme un moyen permettant de choisir les produits adéquats pour la durée de vie économiquement raisonnable attendue de l'ouvrage.

3 Caractéristiques du produit et méthodes de vérification

Caractéristique	Évaluation de la caractéristique
3.1 Résistance mécanique et stabilité (exigence fondamentale 1)¹⁾	
Flexion ²⁾	Annexe 3
Traction et compression ²⁾	Annexe 3
Cisaillement ²⁾	Annexe 3
Résistance à l'écrasement	Annexe 3
Fluage et durée de la charge	Annexe 3
Stabilité dimensionnelle	Annexe 3
Conditions de service	Annexe 3
Intégrité des joints de collage	Annexe 3
3.2 Sécurité en cas d'incendie (exigence fondamentale 2)	
Comportement au feu	Classe européenne D-s2,d0 Classe européenne D _{fl} -s1
Résistance au feu	
Vitesse de carbonisation	$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$ $\beta_n = 0,7 \text{ mm/min}$
3.3 Hygiène, santé et environnement (exigence fondamentale 3)	
Contenu, émissions et/ou rejet de substances dangereuses	Scénarios de rejet : IA 1, IA2 Le fabricant a transmis une déclaration écrite à ETA Danmark A/S, indiquant qu'aucune substance dangereuse > 0,1 % poids n'est utilisée dans le produit évalué dans le cadre du présent agrément. L'utilisation de conservateurs du bois et de retardateurs de flammes est exclue. La composition chimique des adhésifs utilisés pour le collage des planches et les entures multiples doit être conforme à la composition chimique déposée auprès d'ETA Danmark A/S.
Perméabilité à la vapeur d'eau – transmission de vapeur d'eau	Performances non déterminées.
3.4 Sécurité d'utilisation (exigence fondamentale 4)	
Résistance aux chocs	La résistance aux chocs de corps mou est supposée satisfaite pour les murs avec au moins 3 plis et une épaisseur minimale de 60 mm
3.5 Protection contre le bruit (exigence fondamentale 5)	Performances non déterminées.
3.6 Économie d'énergie et isolation thermique (exigence fondamentale 6)	La valeur nominale de la conductivité thermique à utiliser dans les calculs nominaux du panneau en bois massif est $\lambda = 0,12 \text{ W/(mK)}$.

¹⁾ Cette caractéristique se réfère également à l'exigence fondamentale 4

²⁾ Capacité portante et rigidité par rapport aux actions mécaniques perpendiculaires et parallèles à l'élément en lamellé-croisé.

3.7 Résistance mécanique et stabilité

Pour le collage des plis en vue de former un élément en lamellé-croisé et pour l'aboutage à entures multiples des différentes planches, un adhésif de type I selon la norme EN 15425 doit être utilisé. Les spécifications ont été déposées auprès d'ETA Danmark A/S.

3.8 Aspects liés aux performances du produit

Les éléments en lamellé-croisé sont fabriqués selon les dispositions du présent agrément technique européen à l'aide d'un processus de production automatisé conformément à la documentation technique.

Les plis doivent être collés ensemble pour obtenir l'épaisseur requise du bois lamellé-croisé.

Les spécifications des planches utilisées sont indiquées à l'annexe 2. Les planches sont classées selon la résistance à l'œil nu ou à la machine et peuvent être refendues après le classement à la machine. L'influence de la refente sur la classe de résistance doit être prise en compte. Seul du bois séché techniquement doit être utilisé.

Les planches peuvent être aboutées par entures multiples dans le sens de la longueur selon la norme EN 14080. Les joints plats ne sont pas autorisés.

Les éléments en lamellé-croisé correspondent aux spécifications indiquées aux annexes 1 à 3 du présent agrément technique européen. Les caractéristiques de matériau, les dimensions et les tolérances des éléments en lamellé-croisé qui ne figurent pas dans ces annexes sont indiquées dans la documentation technique de l'agrément technique européen.

Conception

L'agrément technique européen s'applique uniquement à la fabrication et à l'utilisation d'éléments en lamellé-croisé. La vérification de la stabilité du bâtiment durant l'utilisation des éléments en lamellé-croisé ne fait pas l'objet du présent agrément technique européen.

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- La conception des éléments en lamellé-croisé est réalisée sous la responsabilité d'un ingénieur possédant l'expérience requise dans le domaine de ces produits.
- La conception de l'ouvrage doit tenir compte de la protection des éléments en lamellé-croisé.
- Les éléments en lamellé-croisé sont installés correctement.

La conception des éléments en lamellé-croisé peut être réalisée selon les normes EN 1995-1-1 et EN 1998-1, en tenant compte des annexes 2 à 5 de l'agrément technique européen. Les normes et réglementations en vigueur sur le lieu de l'utilisation devront être observées.

Exécution des travaux de construction

Les éléments en lamellé-croisé doivent être protégés durant le transport et le stockage pour éviter tout dommage et toute détérioration due à l'humidité. Les instructions du fabricant pour le conditionnement des éléments durant le transport et le stockage doivent être observées.

L'évaluation de l'aptitude du produit à l'utilisation prévue part du principe qu'aucune maintenance n'est requise pendant la durée de vie présumée. En cas d'endommagement grave d'un élément en lamellé-croisé, des mesures doivent immédiatement être mises en place concernant la résistance mécanique et la stabilité de l'ouvrage. Dans une telle situation, il est possible que les éléments doivent être remplacés.

Le fabricant rédigera des instructions d'assemblage qui décrivent les caractéristiques spécifiques du produit et les mesures importantes à envisager en vue de l'assemblage. Les instructions d'assemblage doivent être disponibles sur tous les sites de construction.

L'assemblage des éléments en lamellé-croisé selon le présent agrément technique européen doit être réalisé par du personnel qualifié.

Les éléments en lamellé-croisé doivent être protégés contre toute détérioration due à l'humidité. La réglementation sur la sécurité et la santé au travail doit être respectée.

4 Évaluation et vérification de la constance des performances au marquage CE.

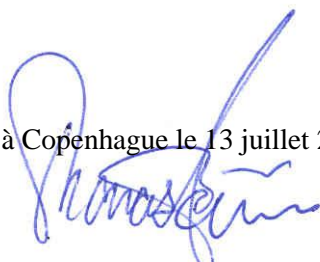
4.1 Système d'évaluation et de vérification de la constance des performances

Conformément à la décision 97/176/CE de la Commission européenne, modifiée par 2001/596/CE, le système d'évaluation de la performance et de vérification de sa constance (voir annexe V du règlement (UE) n° 305/2011) correspond au système 1.

5 Détails techniques nécessaires pour la mise en œuvre du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances, comme prévu dans le DEE applicable

Les détails techniques nécessaires pour la mise en œuvre du système d'évaluation et de vérification de la constance des performances sont décrits dans le plan de contrôle déposé auprès d'ETA-Danmark préalablement

Délivré à Copenhague le 13 juillet 2021 par



Thomas Bruun
Directeur général, ETA-Danmark

Annexe 1
Construction des panneaux en bois *best wood CLT* (exemple)

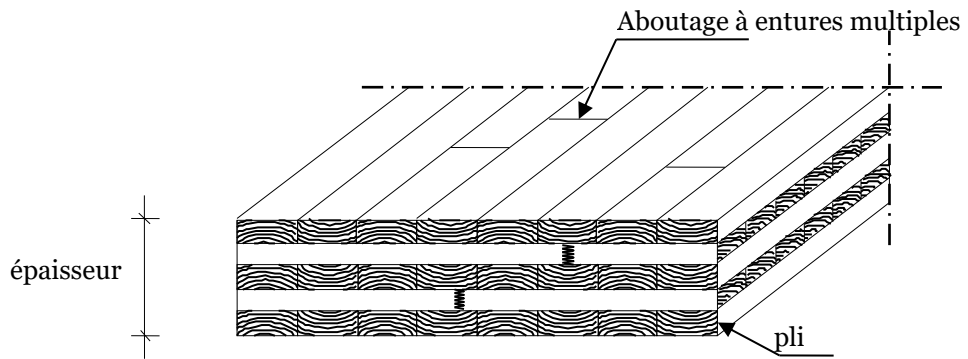


Figure 1 : Structure principale du panneau en bois lamellé-croisé (cinq plis)

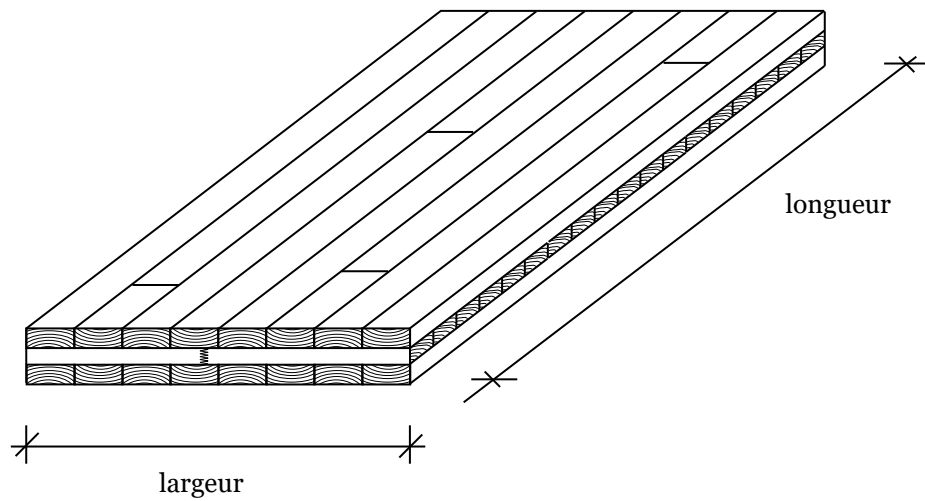


Figure 2 : Élément en bois lamellé-croisé (trois plis)

Annexe 2
Dimensions et spécifications du bois lamellé-croisé

Caractéristique	Dimensions et spécifications
Élément en bois lamellé-croisé	
Épaisseur	36 à 350 mm
Tolérance d'épaisseur	± 1 mm
Largeur	≤ 4,50 m
Tolérance de largeur	± 3 mm
Longueur	≤ 25,00 m
Tolérance de longueur	± 3 mm
Nombre de plis	≥ 3
Nombre de plis consécutifs avec le sens du fil dans la même direction	≤ 3 pour n ≥ 5
Largeur maximale des écarts entre les planches adjacentes dans les plis longitudinaux ou transversaux	2 mm
Planches	
Matériau	Résineux
Classe de résistance selon EN 338	≥ T10 ou ≥ C16
Épaisseur t	6 à 40 mm
Largeur b	40 à 300 mm
Ratio largeur b / épaisseur t des plis transversaux dont les chants ne sont pas collés	b/t ≥ 4:1
Humidité du bois selon EN 13183-2	6 % à 15 % Dans un seul élément en lamellé-croisé, la différence de teneur en humidité entre les différentes planches est limitée à 5 %.
Aboutage à entures multiples	EN 14080

Annexe 3
Principes de conception des éléments en lamellé-croisé

Tableau 2 : Exigences fondamentales liées au bois lamellé-croisé

EF	Exigence	Méthode de vérification	Classe / catégorie d'utilisation / valeur
1	Résistance mécanique et stabilité		
	Pour le calcul, les valeurs caractéristiques de la résistance et de la rigidité du bois de résineux selon la norme EN 338 doivent être utilisées, en tenant compte des définitions à l'annexe 2. En outre, les valeurs suivantes sont d'application :		
	Classe de résistance des planches	EN 338	C16/T10 C24/T14 C27/T16 C30/T18
	Module d'élasticité parallèle au fil des planches $E_{0,mean}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.1	C24/T14 12000 MPa C27/T16 12000 MPa
	Résistance à la flexion parallèle au fil des planches $f_{m,k}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.1	C16/T10 $k_{sys} \cdot 16$ MPa C24/T14 $k_{sys} \cdot 24$ MPa C27/T16 $k_{sys} \cdot 27$ MPa C30/T18 $k_{sys} \cdot 30$ MPa
	Densité ρ_k	EAD 130005-00-0304	C16/T10 $1,1 \cdot 310$ kg/m ³ C24/T14 $1,1 \cdot 350$ kg/m ³ C27/T16 $1,1 \cdot 360$ kg/m ³ C30/T18 $1,1 \cdot 380$ kg/m ³
	1.1 Actions mécaniques parallèles à l'élément en lamellé-croisé		
	Résistance au cisaillement pour tout calcul avec la section transversale brute $f_{v,gross,k}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.3	C16/T10 3,2 MPa C24/T14 4,0 MPa C27/T16 4,0 MPa C30/T18 4,0 MPa
	Résistance au cisaillement pour tout calcul dans les joints entre des planches aux chants non collés au sein d'un pli $f_{v,net,k}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.3	8,0 MPa
	Résistance au cisaillement pour tout calcul dans les zones de croisement de planches dont les chants ne sont pas collés, mais qui sont collées à angle droit $f_{v,tor,k}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.3	2,5 MPa
	1.2 Actions mécaniques perpendiculaires à l'élément en lamelle-croisé		
	Résistance au cisaillement roulant $f_{R,k}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.3	Voir la figure 3
	Module de cisaillement roulant $G_{9090,mean}$	EAD 130005-00-0304 2.2.1.3	50 MPa
	Résistance à la compression $f_{c,90,k}$	EAD 130005-00-0304	C16/T10 2,5 MPa C24/T14 3,0 MPa C27/T16 3,0 MPa C30/T18 3,0 MPa
	Pour toute référence concernant le calcul, voir ci-après. Il peut être nécessaire de respecter la réglementation nationale.		
	Utilisation de fixations	Selon la norme EN 1995-1-1. Pour plus d'informations, voir l'annexe 4.	
	Fluage et durée de charge	Selon la norme EN 1995-1-1	
Stabilité dimensionnelle	La teneur en humidité en cours d'utilisation ne peut pas varier dans des proportions telles que des déformations risquent de se produire.		

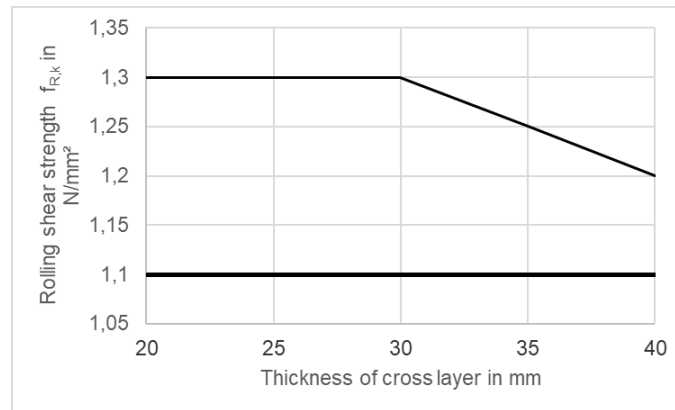


Figure 3 : Résistance au cisaillement roulant $f_{R,k}$ pour les plis transversaux dont les chants sont collés (ligne du haut, $1,2 \text{ N/mm}^2 \leq f_{R,k} \leq 1,3 \text{ N/mm}^2$) et pour les plis transversaux dont les chants ne sont pas collés (ligne du bas, $f_{R,k} = 1,1 \text{ N/mm}^2$)

1.1 Actions mécaniques parallèles à l'élément en lamellé-croisé

La distribution des contraintes au sein de l'élément doit être calculée en ne tenant compte que des planches orientées dans le sens des actions.

Les contraintes de cisaillement peuvent être calculées avec la largeur totale du bois lamellé-croisé et ne doivent pas dépasser $f_{v,d}$, où $f_{v,k}$ est défini comme :

$$f_{v,k} = \min \left\{ f_{v,\text{gross},k}; f_{v,\text{net},k} \cdot \frac{t_{\text{net}}}{t_{\text{tot}}}; f_{v,\text{tor},k} \cdot \frac{1}{6 \cdot t_{\text{tot}}} \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \frac{b_i^2 + b_{i+1}^2}{a_i} \right\}$$

où t_{net} = épaisseur cumulée des plis longitudinaux ou transversaux, respectivement.

t_{tot} = épaisseur de l'élément en lamellé-croisé ou épaisseur cumulée des plis longitudinaux et transversaux.

n = nombre de plis dans l'élément en lamellé-croisé. Les plis parallèles adjacents sont considérés comme un seul pli.

b_i = largeur de planche du pli i

b_{i+1} = largeur de planche du pli $i + 1$

a_i = $\max \{b_i; b_{i+1}\}$

Pour les éléments en lamellé-croisé avec des plis à chants collés, la troisième expression dans la définition de $f_{v,k}$ ne doit pas être prise en compte.

Pour la conception des éléments en lamellé-croisé fabriqués à partir de plis de bois de résineux, les valeurs caractéristiques de la résistance et de la rigidité des plis de résineux à utiliser sont indiquées dans le tableau 2.

Pour la vérification de la résistance à la flexion, la valeur nominale de la résistance à la flexion d'un pli peut être multiplié par un facteur de résistance système k_{sys}

$$k_{\text{sys}} = \min \begin{cases} 0,975 + 0,025 \cdot n_{\ell} \\ 1,2 \end{cases}$$

où n_{ℓ} = nombre de plis longitudinaux.

1.2 Actions mécaniques perpendiculaires à l'élément en lamelle-croisé

La distribution des contraintes dans le bois lamellé-croisé doit être calculée en tenant compte de la déformation des plis transversaux due au cisaillement.

Pour les éléments en lamellé-croisé comptant jusqu'à cinq plis en appui simple, la distribution des contraintes peut être calculée selon la norme EN 1995-1-1 comme une poutre mécaniquement aboutée où la valeur s_i/K_i est remplacée par $d_i/(G b)$ avec d_i = épaisseur du pli transversal, G = module de cisaillement roulant du pli transversal $G_{9090,\text{mean}}$ et b = largeur du pli transversal.

Pour les éléments en lamellé-croisé comptant plus de cinq plis, les solutions numériques offertes par les programmes informatiques peuvent être utilisées en tenant compte de la déformation des couches transversales due au cisaillement.

Pour la conception des éléments en lamellé-croisé, les valeurs caractéristiques de la résistance et de la rigidité à utiliser sont indiquées dans le tableau 2.

Pour la résistance à la flexion, seules les contraintes aux bords des planches sont décisives. Les contraintes axiales au centre des planches ne sont pas prises en compte dans la conception.

Lors de la conception, les propriétés caractéristiques de résistance à la flexion peuvent être multipliées par un facteur de résistance système k_{sys}

$$k_{\text{sys}} = \min \begin{cases} 0,975 + 0,025 \cdot n_{\ell} \\ 1,2 \end{cases}$$

où n_{ℓ} = nombre de planches dans le pli longitudinal extérieur

Les charges de tension perpendiculaires à l'élément doivent être évitées.

Annexe 4 Conception des assemblages à l'aide de fixations mécaniques

Généralités

Les règles de conception décrites dans cette section modifient les règles de conception pour les assemblages définies dans la norme EN 1995-1-1. Les « côtés plats » sont les surfaces de l'élément parallèles au plan de l'élément. Les « petits côtés » sont les surfaces perpendiculaires aux côtés plats de l'élément.

1.1 Fixations de type cheville à charge latérale

1.1.1 Joints dans le côté plat de l'élément en lamellé-croisé

Résistance du scellement

Pour les clous, les vis autotaraudeuses, les chevilles et les boulons sur le côté plat de l'élément en lamellé-croisé, la résistance du scellement dans le bois massif peut être utilisée, selon la densité caractéristique de la stratification du bois lamellé-croisé et l'angle entre la force et le sens du fil du pli extérieur.

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- Diamètre des clous $d \geq 4$ mm
- Diamètre des vis autotaraudeuses $d \geq 6$ mm

Nombre effectif de fixations :

Le nombre effectif de fixations n_{ef} pour les plis extérieurs avec une épaisseur ≤ 40 mm doit être tiré de l'équation (1)

$$n_{ef} = n \tag{1}$$

Pour les plis extérieurs avec une épaisseur $t_{lay} > 40$ mm, le nombre effectif de fixations n_{ef} pour bois massif doit être utilisé.

Valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive

Les valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive et l'angle α entre la force et le sens du fil des plis extérieurs comme définis à la figure 4 sont indiqués au tableau 4.

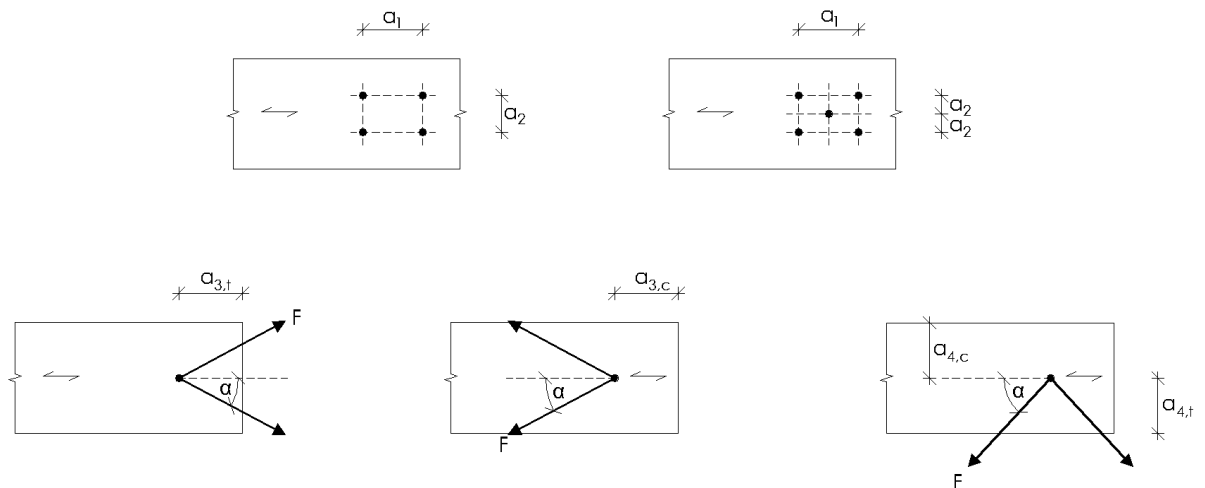


Figure 4 : Définition des valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive pour les fixations de type cheville à charge latérale dans le côté plat de l'élément en lamellé-croisé

Tableau 4 : Définition des valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive dans le côté plat de l'élément en lamellé-croisé *best wood CLT*

	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Clous	$(3+3 \cos \alpha) d$	$(7+3 \cos \alpha) d$	$6 d$	$3 d$	$(3+4 \sin \alpha) d$	$3 d$
Vis	$4 d$	$6 d$	$6 d$	$2,5 d$	$6 d$	$2,5 d$
Cheilles	$(3+2 \cos \alpha) d$	$5 d$	$\max \begin{cases} 4 d \cdot \sin \alpha \\ 3 d \end{cases}$	$3 d$	$3 d$	$3 d$
Boulons	$\max \begin{cases} (3+2 \cos \alpha) d \\ 4 d \end{cases}$	$5 d$	$4 d$	$4 d$	$3 d$	2

1.1.2 Joints dans le petit côté de l'élément en lamellé-croisé

Résistance du scellement

La valeur caractéristique de la résistance de scellement des vis autotaraudeuses avec un diamètre $d \geq 8$ mm dans les petits côtés des éléments en lamellé-croisé peut être calculée selon l'équation (2).

$$f_{h,k} = 20 d^{-0,5} \quad \text{in N/mm}^2 \quad (2)$$

où

d = diamètre nominal des vis autotaraudeuses en mm

Pour les actions perpendiculaires au côté plat de l'élément en lamellé-croisé, le risque de fendage dû à la composante de force de traction perpendiculaire au sens du fil doit être pris en compte. Les assemblages avec des ratios $h_e/h < 0,7$ doivent être renforcés à l'aide de vis entièrement filetées (voir l'exemple à la figure 5).

où

h_e = distance de rive chargée jusqu'au centre de la fixation la plus distante

h = épaisseur du bois lamellé-croisé

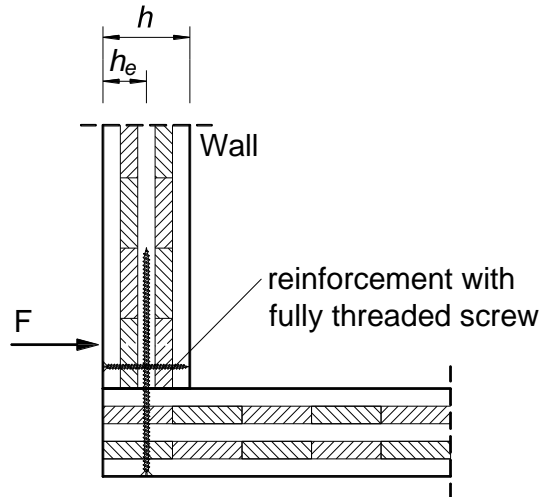


Figure 5 : Renforcement d'une paroi en lamellé-croisé à l'aide de vis entièrement filetées

Nombre effectif de fixations :

Le nombre effectif de fixations n_{ef} pour bois massif peut être utilisé.

Valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive

Les valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive comme définies à la figure 6 et les autres exigences relatives aux assemblages à l'aide de vis autotaraudeuses dans le petit côté d'un élément en lamellé-croisé sont indiquées dans les tableaux 5 et 6.

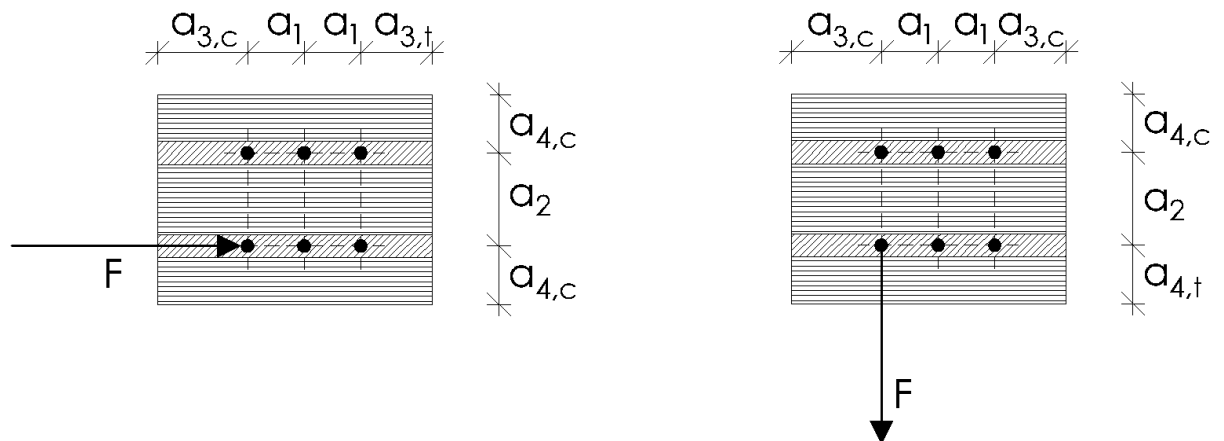


Figure 6 : Définition des valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive pour les fixations de type cheville à charge latérale dans le petit côté de l'élément en lamellé-croisé

Tableau 5 : Définition des valeurs minimales d'espacement et de distance d'extrémité et de rive dans le petit côté de l'élément en lamellé-croisé

	a_1	$a_{3,t}$	$a_{3,c}$	a_2	$a_{4,t}$	$a_{4,c}$
Vis	$10 d$	$12 d$	$7 d$	$3 d$	$6 d$	$3 d$

Tableau 6 : Exigences relatives aux joints dans le petit côté de l'élément en lamellé-croisé

	Épaisseur minimale du pli concerné t_{lay} en mm	Épaisseur minimale de l'élément en lamellé-croisé t_x en mm	Longueur de pénétration minimale de la fixation t_1 ou t_2 en mm ^{a)}
Vis	$d > 8 \text{ mm} : 3 \cdot d$ $d \leq 8 \text{ mm} : 2 \cdot d$	$10 \cdot d$	$10 \cdot d$
^{a)} t_1 Longueur de pénétration minimale de la fixation dans les éléments latéraux t_2 Longueur de pénétration minimale de la fixation dans les éléments centraux			

1.2 Fixations de type cheville à charge axiale

1.2.1 Clous crantés

La valeur caractéristique de la capacité d'arrachement des clous crantés dans les côtés plats des éléments en lamellé-croisé *best wood CLT* peut être calculée selon l'équation (3).

$$F_{ax,Rk} = 14 d^{0,6} \cdot \ell_{ef} \text{ in N} \quad (3)$$

où

d = diamètre extérieur de la partie crantée

$\ell_{ef,i}$ = longueur de pénétration de la partie crantée

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- deux clous minimum par assemblage
- diamètre de la partie crantée $d \geq 4 \text{ mm}$
- longueur de pénétration de la partie crantée $\ell_{ef} \geq 8 d$
- paramètre caractéristique de l'arrachement latéral $f_{ax,k} \geq 4,5 \text{ N/mm}^2$

1.2.2 Vis

Capacité d'arrachement :

La valeur caractéristique de la capacité d'arrachement des vis autotaraudeuses dans les côtés plats ou les petits côtés des éléments en lamellé-croisé peut être calculée selon l'équation (4).

$$F_{ax,Rk} = \sum_{i=1}^n f_{ax,i,k} \cdot \ell_{ef,i} \cdot d \quad \text{in N} \quad (4)$$

où

d = diamètre extérieur de la partie fileté, avec $d \geq 6$ mm pour les vis dans les côtés plats de l'élément en lamellé-croisé et avec $d \geq 8$ mm pour les vis dans les petits côtés

$f_{ax,i,k}$ = valeur caractéristique de la capacité d'arrachement du pli i selon la densité caractéristique $\rho_{k,i}$ et l'angle α_i entre l'axe de la vis et le sens du fil du pli i

$\ell_{ef,i}$ = longueur de pénétration de la partie fileté du pli i

n = nombre de plis pénétrés

Les conditions suivantes doivent être remplies :

- Longueur de pénétration de la partie fileté $\ell_{ef,i} \geq 4 d$

Pour la conception des vis à charges axiales dans des éléments en lamellé-croisé, seules les parties filetées avec un angle $\alpha \geq 30^\circ$ entre l'axe de la vis et le sens du fil peuvent être prises en compte.

Les vis orientées parallèlement au côté plat de l'élément en lamellé-croisé doivent être totalement fixées dans un seul et même pli. Le diamètre extérieur de la partie fileté ne doit pas dépasser l'épaisseur du pli dans lequel la vis est agencée.

La valeur caractéristique de la force de traversée de la tête de la vis pour bois massif peut être utilisée, selon la densité caractéristique de la stratification du côté tête de la vis.

Résistance à l'enfoncement

La valeur caractéristique de la résistance à l'enfoncement des vis peut être calculée selon l'équation (5).

$$R_{ki,k} = \kappa_c \cdot N_{pl,k} \quad \text{in N} \quad (5)$$

où

$$\kappa_c = \begin{cases} 1 & \text{when } \bar{\lambda}_k \leq 0,2 \\ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} & \text{when } \bar{\lambda}_k > 0,2 \end{cases}$$

$$k = 0,5 \cdot [1 + 0,49 \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + \bar{\lambda}_k^2]$$

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}}$$

$$N_{pl,k} = \pi \cdot \frac{d_k^2}{4} \cdot f_{y,k} \quad \text{in N}$$

d_k = diamètre à fond de filet de la vis en mm

$f_{y,k}$ = limite d'élasticité en N/mm²

$$N_{ki,k} = \sqrt{C_h \cdot E_S \cdot I_S} = \text{buckling load of the screw in N}$$

$$c_h = (0,19 + 0,012 \cdot d) \cdot \rho_k \cdot \left(\frac{90^\circ + \alpha}{180^\circ} \right) = \text{bedding factor in N/mm}^2, \text{ the most adverse combination of } \alpha \text{ and } \rho_k \text{ is relevant}$$

ρ_k = densité caractéristique d'un pli

α = angle entre l'axe de la vis et le sens du fil d'un pli

$$E_s \cdot I_s = \frac{210000 \cdot \pi \cdot d_k^4}{64} = \text{bending stiffness of the screws core area in N/mm}^2$$

1.3 Assemblages à l'aide de connecteurs à anneau fendu ou à plaque dentée

La valeur caractéristique de la capacité de charge des connecteurs à anneau fendu et à plaque dentée dans les côtés plats des éléments en lamellé-croisé peut être calculée selon la norme EN 1995-1-1.

Pour les connecteurs à anneau fendu dans les petits côtés des éléments en lamellé-croisé, la réglementation relative aux assemblages à l'aide de tels connecteurs dans le sens du fil doit être appliquée.

Les connecteurs à plaque dentée dans les petits côtés des éléments en lamellé-croisé ne doivent pas être pris en compte comme des éléments porteurs.