

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3018_V2

ATEx de cas a

Validité du 26/04/2022 au 26/04/2025



Copyright : Société HASLACHER HOLDING GmbH

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur. *(extrait de l'art. 24)*

A LA DEMANDE DE :

HASLACHER HOLDING GmbH
Feisritz 1, 9751 Sachsenburg - Autriche

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3018_V2

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de sur le procédé de panneaux bois lamellés croisés HASSLACHER CLT.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 26/04/2022, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : HASSLACHER HOLDING GmbH - Feisritz 1, 9751 Sachsenburg - Autriche
- Technique objet de l'expérimentation :
 - Procédé de panneaux en bois lamellés croisés utilisés en murs, planchers et support d'étanchéité.

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3018_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **26 avril 2025**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations et attendus formulés au §4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Les panneaux HASSLACHER CLT sont constitués d'un empilement de 3 à 9 plis croisés à 90°, collés entre eux sur toute leur surface. Chaque pli est composé de planches en bois massif de classe T11 ou C16, T14 ou C24 et T26 ou C40 conformément à la norme NF EN 338. Les plis sont collés sous une presse hydraulique par une colle bi-composants à base de résine de mélamine (MUF) de type I selon les normes NF EN 301 et NF EN 302. Les planches ne sont pas collées à chants. Les panneaux ont des dimensions allant jusqu'à 3,20 m de largeur, une longueur jusqu'à 24,00 m et des épaisseurs allant de 60 à 360 mm.

Les panneaux peuvent être utilisés en tant que planchers porteurs entrant dans la composition d'ouvrage et assurant la fonction diaphragme de ces ouvrages, murs ayant ou non une fonction de contreventement et support d'étanchéité.

Le dimensionnement des panneaux HASSLACHER CLT est réalisé conformément aux cahiers du CSTB 3802 « Panneaux structuraux massifs bois » et 3814 « Étanchéité de toitures terrasses sur élément porteur en panneaux structural bois ».

La résistance des plans de collage des panneaux est vérifiée dans le cadre du Contrôle de Production en Usine, conformément à l'Evaluation Technique Européenne ETA-12/0281.

1.2 – Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants est considérée comme normalement assurée moyennant l'utilisation des dispositifs de manutention et le respect des prescriptions décrites dans le dossier technique et le cahier du CSTB 3802.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Les règles de sécurité incendie relatives au classement du bâtiment doivent être examinées au cas par cas par les intervenants du chantier, conformément aux textes en vigueur (IT249, bâtiment d'habitation, code du travail, etc...). Un avis de chantier de résistance au feu est à réaliser pour chaque chantier. L'Appréciation de Laboratoire au Feu n°AL21-308 du CSTB peut jouer ce rôle si la configuration du chantier est bien conforme aux conditions précisées dans l'Appréciation de Laboratoire au Feu. L'appréciation de laboratoire n°AL21-308 précise également les conditions dans lesquels ces panneaux peuvent être utilisés lorsque que les bâtiments sont soumis à des exigences de propagation du feu par les façades.

Les panneaux bruts bénéficient d'un classement conventionnel en réaction au feu D-s2, d0 selon la norme NF EN 13501-1.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Sur la base des éléments fournis par la société HASSLACHER HOLDING GmbH et les prescriptions du cahier du CSTB 3802, les panneaux HASSLACHER CLT peuvent satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme. Le domaine d'emploi du

Le présent document comporte 05 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3018_V2

procédé est limité à une utilisation en France métropolitaine, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Les panneaux font l'objet d'un autocontrôle lors de leur fabrication portant notamment sur la conformité des matériaux, l'humidité du bois au moment du collage, ainsi que des vérifications sur produits finis (résistance au cisaillement des joints de collage). Le Plan d'Assurance Qualité de l'usine de fabrication a été fourni par le demandeur.

La fabrication des panneaux fait également l'objet d'un suivi externe par un le Holzforschung Austria sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-12/0281.

2.2 – Mise en œuvre

La mise en œuvre des panneaux HASSLACHER CLT relève de techniques usuellement pratiquées et est décrite dans le cahier du CSTB 3802.

2.3 – Assistance technique

La conception et le calcul des panneaux HASSLACHER CLT sont à la charge du bureau d'études techniques référencé par le service d'assistance technique de la société HASSLACHER HOLDING GmbH qui doit également fournir un plan de pose complet. HASSLACHER HOLDING GmbH prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre.

3°) Risques de désordres

Les panneaux HASSLACHER HOLDING GmbH ne présentent pas de facteurs de risque aggravant par rapport aux autres procédés de la même famille.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Limiter l'utilisation des panneaux d'épaisseur inférieure à 55 mm aux efforts de contreventement à l'exclusion des efforts de compression (charges descendantes verticales) ;
- N'utiliser que des engins de manutention non-motorisés sur les planchers CLT ;
- Concevoir les ouvrages en panneaux HASSLACHER CLT uniquement sur la base des cahiers du CSTB 3802 et 3814 ;
- Réaliser les essais de contrôle de délamination (CPU) sur les panneaux ayant subi un traitement.

5°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

EN CONCLUSION

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

Conclusion FAVORABLE

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est probable,
- Les désordres sont minimes

Champs sur Marne,
Le Président du Comité d'Experts,

Ménad CHENAF

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société HASSLACHER HOLDING GmbH - Feisritz 1, 9751 Sachsenburg - Autriche

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Les panneaux HASSLACHER CLT sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif, empilées en plis croisés à 90° sur 3 à 9 plis et collées entre elles sur toute leur surface. Les panneaux sont fabriqués en largeur maximum de 3,20 m, et en longueur maximum de 24,00 m.

Les panneaux sont destinés à la réalisation de planchers et de murs porteurs à fonction de contreventement. Ils peuvent indifféremment être associés entre eux au sein d'un même bâtiment ou utilisés pour plusieurs des fonctions visées, en association avec des éléments de structure autres. Ils peuvent également être supports d'étanchéité et éléments porteurs de complexes d'étanchéité.

Le procédé vise les utilisations dans les bâtiments industriels, bâtiments d'habitation de la 1^{ère} à la 3^{ème} famille, de bureaux ou Etablissements Recevant du Public, en réhabilitation ou en construction neuve.

Les panneaux HASSLACHER CLT sont destinés à la réalisation d'ouvrages de structure en classes de service 1 et 2 au sens de la norme NF EN 1995-1-1 et en classes d'emploi 1 à 2 au sens de la norme NF EN 335.

Pour les murs, planchers et support d'étanchéité, l'Avis est formulé pour les utilisations en France métropolitaine, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

La mise en œuvre d'un système d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant sur les panneaux doit faire l'objet d'une évaluation (Avis Technique ou ATEx) visant les supports bois dans les limitations d'usage de celui-ci.

Le domaine d'emploi proposé est limité aux locaux à faible ou moyenne hygrométrie, à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie au sens de Cahier du CSTB n°3567, c'est à dire ceux pour lesquels $W/n \leq 5 \text{ g/m}^3$, avec :

- W = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure ;
- n = taux horaire de renouvellement d'air.

Pour la réalisation des planchers, le procédé est limité à la reprise de charges à caractère statique ou quasi-statique pour des catégories d'usage A, B, C1, C2, C3, D1 et E1 au sens de la norme NF EN 1991-1-1.

Le dimensionnement et la mise en œuvre des panneaux HASSLACHER CLT sont réalisés conformément aux cahiers du CSTB 3802 « Panneaux structuraux massifs bois » et 3814 « Étanchéité de toitures terrasses sur élément porteur en panneaux structural bois ».

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3018_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 80 pages.

***Procédé de panneaux bois lamellés croisés HASSLACHER
CROSS LAMINATED TIMBER***

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

Datée du 16 mai 2022

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3018_V2.

Fin du rapport

Dossier Technique



HASSLACHER CROSS LAMINATED TIMBER

Panneaux structuraux en bois contrecollé-croisé, utilisés en mur et plancher
Cross laminated timber panels

Demandeur: HASSLACHER Holding GmbH
Feistriz 1 | 9751 Sachsenburg | Autriche
T +43 4769 2249-0 F +43 4769 2249-129
E info@hasslacher.com
W hasslacher.com

Sites de production: NORITEC Holzindustrie GmbH
Latzendorf 100 | 9832 Stall im Mölltal | Autriche
NORDLAM GmbH
Gasereistraße 1 | 39126 Magdeburg | Allemagn



Sommaire

A. Description du procédé	6
1. Principe et domaine d'emploi revendiqué	6
1.1. HASSLACHER CLT	6
1.2. Domaine d'emploi	6
2. Composition des panneaux	8
2.1. Composition des lamelles	8
2.2. Composition des plis	8
2.3. Adhésifs utilisés	12
3. Contrôle et fabrication	13
3.1. Fabrication	13
3.2. Constance des performances	13
3.2.1. Contrôles internes	13
3.2.2. Contrôles externes	13
3.3. Identification et marquage	14
3.3.1. Identification	14
3.3.2. Marquage	14
4. Propriétés des panneaux	15
4.1. Propriétés mécaniques des éléments	15
4.1.1. Masse volumique	15
4.1.2. Coefficient partiel sur les matériaux γ_M	15
4.1.3. Coefficient modificatif k_{mod}	15
4.1.4. Coefficient de déformation k_{def}	15
4.1.5. Tolérances dimensionnelles	15
4.2. Autres caractéristiques physiques des panneaux	16
4.2.1. Capacité calorifique massique	16
4.2.2. Coefficient de conductivité thermique	16
4.2.3. Facteur de résistance à la vapeur d'eau	16
4.2.4. Dimensions corrigées	16
4.3. Conditions d'usage - classe de service, durabilité, traitement	16
5. Jonctions	17
5.1. Introduction	17
5.2. Dispositions spécifiques aux composants métalliques	17
5.2.1. Organes de fixation de type tige	17
5.2.2. Connecteurs métalliques tridimensionnels	17
5.2.3. Compatibilité des organes métalliques	17

5.3.	Autres composants à base de bois à usage structural pour l'assemblage des panneaux CLT	17
5.4.	Dispositions constructives	18
5.4.1.	Généralités.....	18
5.4.2.	Appuis des panneaux HASSLACHER CLT	18
5.4.3.	Longueur minimale d'appui	18
5.4.4.	Appui sur support bois.....	18
5.4.5.	Appui sur support métallique	18
5.4.6.	Appui sur support béton	18
5.4.7.	Calage des éléments	19
5.5.	Assemblage des panneaux HASSLACHER CLT	19
5.5.1.	Assemblage dans un même plan	19
5.5.2.	Assemblage en angle	19
6.	Vérifications – principes généraux	21
6.1.	Introduction	21
6.2.	Fonctionnement en modèle poutre.....	22
6.3.	ELU	24
6.3.1.	Vérification ELU instantanée.....	24
6.3.1.1.	Contraintes normales et de flexion.....	24
6.3.1.2.	Cisaillement roulant.....	24
6.3.1.3.	Flexion sur chant avec risque de déversement.....	25
6.4.	ELS.....	26
6.4.1.	Vérification ELS instantané	26
6.4.2.	Vérification ELS final	26
6.4.3.	Vérification de flèche	26
7.	Vérifications spécifiques aux planchers	27
7.1.	Vérifications ELU	27
7.1.1.	Contraintes normales de flexion et de cisaillement	27
7.1.2.	Compression transversale.....	27
7.1.3.	Cisaillement	27
7.2.	Vérifications ELS.....	27
7.2.1.	Critères de flèches	27
7.2.2.	Vérification vibratoire	27
7.2.2.1.	Fréquence fondamentale du plancher :	27
7.2.2.2.	Calcul de la souplesse du plancher :	28
7.2.2.3.	Calcul de l'accélération rms du plancher :	28
7.3.	Conception et dimensionnement des trémies	28
7.3.1.	Vérification simplifiée des trémies	28
7.3.2.	Modélisation avec des éléments finis.....	28

7.4.	Diaphragme de plancher.....	28
7.4.1.	Principe	28
7.4.2.	Diaphragmes avec ouvertures	28
8.	Vérifications spécifiques aux murs.....	29
8.1.	Chargement	29
8.1.1.	Charges perpendiculaires à la surface du panneau	29
8.1.2.	Charges verticales	29
8.2.	Vérifications sous charges verticales	29
8.2.1.	Compression ou traction simple	29
8.2.2.	Compression et flexion combinées	29
8.2.3.	Compression oblique	29
8.2.4.	Compression sous charge ponctuelle	29
8.3.	Vérifications sous charges horizontales	29
8.3.1.	Rôle de contreventement	29
8.3.2.	Cisaillement dans le plan	29
8.3.3.	Conception des ancrages en pieds.....	29
8.3.4.	Vérification des assemblages entre panneaux adjacents	29
8.3.5.	Efforts de traction-compression dus au renversement	29
8.4.	Déformation des panneaux	30
8.5.	Vérification des linteaux	30
8.5.1.	Linteaux constitués de poutres rapportées	31
8.5.2.	Linteaux faisant partie intégrante du panneau.....	31
8.6.	Distribution des charges concentrées dans les éléments de mur.....	31
9.	Sismique	32
9.1.	Principes généraux.....	32
9.2.	Principe de dimensionnement en comportement de structure faiblement dissipatif (DCL).....	32
9.3.	Principe de dimensionnement en comportement de structure dissipatif (DCM)	32
9.4.	Exemples de solutions constructives	33
10.	Sécurité incendie.....	35
10.1.	Résistance et réaction au feu.....	35
10.2.	Réaction au feu	35
10.3.	Propagation du feu aux façades.....	35
11.	Constituants des complexes.....	35
11.1.	Étanchéité à l'eau	35
11.2.	Plis de parements.....	35
11.3.	Pare vapeur.....	35
11.4.	Bardages rapportés.....	35
11.5.	Autres revêtements extérieurs	35

12.	Mise en œuvre	36
12.1.	Plans de pose et d'exécution	36
12.2.	Sécurité	36
12.3.	Livraison	36
12.4.	Réception	36
12.5.	Levage	36
12.6.	Phase provisoire.....	36
12.7.	Réception du support CLT.....	37
12.8.	Assistance technique	37
12.9.	Données Environnementales.....	37
B.	Résultats expérimentaux	38
C.	Références	39
Annexe A	55
Utilisation en support d'étanchéité	55

A. Description du procédé

1. Principe et domaine d'emploi revendiqué

1.1. HASSLACHER CLT

Les panneaux HASSLACHER CLT sont des panneaux structuraux de grandes dimensions - panneaux lamellés croisés ou CLT - constitués de lamelles en bois massif ou en bois massifs aboutées empilées en alternance de couches majoritairement croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface.

1.2. Domaine d'emploi

Les panneaux HASSLACHER CLT sont destinés à la réalisation de planchers, de murs à fonction de contreventement ou non et d'éléments porteurs de complexe d'étanchéité pour la réalisation de bâtiments d'habitation, de bureaux, ainsi que les bâtiments industriels, agricoles et les établissements recevant du public.

Les limitations du domaine d'emploi résultent alors du respect de la réglementation en vigueur applicable à ces bâtiments, notamment vis-à-vis de la résistance au feu des parois à base de panneaux structuraux massifs bois.

Les panneaux HASSLACHER CLT sont destinés à une utilisation en France métropolitaine et DROM-COM pour :

- Les ouvrages situés en zones sismiques 1 à 4 (cf. §5) ;
- Les ouvrages abrités des intempéries et non soumis à des atmosphères agressives ;
- Un dimensionnement des structures selon la norme NF EN 1995-1-1 (Eurocode 5) et le cahier du CSTB 3802 ;
- Les structures relevant des conditions des Classes de Service 1 & 2 au sens de la norme NF EN 1995-1-1 ;
- Les ouvrages relevant de la Classe d'Emploi 1 & 2 au sens de la norme NF EN 335 ;
- Les locaux à faible ou moyenne hygrométrie, à l'exclusion des locaux à forte et très forte hygrométrie, c'est-à-dire ceux pour lesquels $W/n > 5g/m^3$, avec : W = quantité de vapeur d'eau produite à l'intérieur du local par heure ; n = taux horaire de renouvellement d'air.

Pour les planchers et les toitures ce domaine est complété comme suit :

- Seuls les planchers et les toits sous charges à caractère statique ou quasi-statique pour des catégories d'usage A, B, C1, C2, C3, D1, E1, H et I au sens de la norme NF EN 1991-1-1 sont visés ;
- Seuls les engins de manutention non-motorisés sont admis sur les planchers CLT
- Dans les constructions usuelles, les planchers et les toits sur passage ouvert sont considérés comme abrités des intempéries ;
- A l'exclusion de la reprise des cloisons maçonnées ou fragiles, lorsque la déformation du panneau s'avère incompatible avec la déformation admissible de celles-ci.

La conception et la mise en œuvre des panneaux HASSLACHER CLT en support d'étanchéité est conforme au Cahier du CSTB 3814.

Les caractéristiques des planchers CLT du présent ATEX permettent de répondre aux exigences des chapes ou revêtements de sol visant les planchers bois spécifiés dans les normes de mise en œuvre suivantes et uniquement pour les revêtements désolidarisés :

- Dans le DTU 51.3 pour la pose des revêtements de sol ;
- Dans les recommandations professionnelles RAGE « Chapes et dalles sur planchers bois – neuf » pour la mise en œuvre des chapes relevant du DTU 26.2 ;
- Dans le DTU 51.3 pour la mise en œuvre des chapes relevant des Avis Techniques visant le support bois

Les panneaux HASSLACHER CLT ne sont pas destinés :

- Aux utilisations sous charges pouvant entraîner des chocs ou des phénomènes de fatigue, mais sont toutefois adaptés à une utilisation sous toute forme de charges statiques ;
- Aux ouvrages enterrés ;
- Aux utilisations en plancher sur vide sanitaire en zones infestées par les termites, en l'absence de procédé de barrière anti-termites sous avis technique visant les planchers bois sur vide sanitaire.

L'utilisation des planchers bétons sur des murs CLT ne sont pas visés dans le cadre de ce Dossier Technique.

Seuls les panneaux de 3 plis compris entre 80 et 120 mm ainsi que les panneaux de 5 à 9 plus permettent d'assurer une étanchéité à l'air.

Les éléments porteurs horizontaux compatibles avec les murs porteurs réalisés avec des panneaux HASSLACHER CLT sont les suivants :

- Les planchers (ou toitures) réalisés avec les panneaux HASSLACHER CLT ;
- Les planchers mixtes bois-béton sous Avis Technique ;
- Les structures bois conformes aux NF DTU 31.1, NF DTU 31.2, NF DTU 31.3, NF DTU 43.4, NF DTU 51.3 ;
- Toute structure à éléments porteurs en bois ou à base de bois calculée selon la NF EN 1995-1-1 y compris incluant des porteurs métalliques

calculés selon l'Eurocode 3 ;

- Les soubassement (infrastructure/fondation – plancher haut de sous-sol) en béton.

Les éléments porteurs verticaux compatibles avec les planchers réalisés avec des panneaux HASSLACHER CLT sont les suivants :

- Les murs réalisés avec des panneaux HASSLACHER CLT ;
- Les murs en béton conformes au NF DTU 21, NF DTU 22.1, NF DTU 23.1 ;
- Les murs en maçonnerie de petits éléments conformes au NF DTU 20.1 ;
- Les structures bois conformes aux NF DTU 31.1, NF DTU 31.2;
- Toute structure à éléments porteurs en bois ou à base de bois calculée selon la NF EN 1995-1-1 y compris incluant des porteurs métalliques calculés selon l'Eurocode 3.

2. Composition des panneaux

2.1. Composition des lamelles

Les panneaux HASSLACHER CLT sont exclusivement composés de lamelles de bois (les panneaux à base de bois ne sont pas utilisés).

Les essences de bois utilisées pour la réalisation des lamelles constituant les panneaux HASSLACHER CLT sont le Pin, le Douglas et l'Épicéa. L'utilisation de bois recyclé ou réemployé n'est pas permise.

Les bois sont classés mécaniquement selon la norme NF EN 14081. Se reporter à l'Évaluation Technique Européenne ATE-12/0281 pour connaître les caractéristiques techniques. Les panneaux HASSLACHER CLT intègrent des lamelles de classe mécanique T11 ou C16, T14 ou C24 et T26 ou C40.

Les lamelles rabotées ont des épaisseurs comprises entre 19 et 45 mm.

La largeur des lamelles rabotées est comprise entre 80 et 280 mm.

2.2. Composition des plis

Les plis sont constitués de planches en bois massif abouté dans le sens parallèle à leur fil selon l'Évaluation Technique Européenne ATE-12/0281, sauf lorsque la longueur de la planche correspond à la dimension du panneau dans la direction du fil de celle-ci.

Se reporter au document ATE-12/0281, pour connaître l'agencement des planches selon leur résistance et le classement correspondant.

Les panneaux sont constitués de 3 à 9 plis de lamelles croisées à 90°. La configuration des plis (et couches) du panneau est symétrique (géométriquement et mécaniquement) par rapport au pli central. Les plis (ou couches) extérieur(e)s des deux faces opposées des panneaux sont orienté(e)s dans la même direction.

L'orientation principale des panneaux (direction des plis extérieurs) est à préciser explicitement lors de la commande (par exemple sur plan, ou par le biais d'axes locaux attachés à la pièce dans un modèle 3D).

Des configurations de panneaux « ss » -CLT sont produites avec des couches contiguës collées parallèlement au fil. Ces configurations sont disponibles pour les panneaux à partir de 7 plis. Conformément à l'ATE-12/0281, l'épaisseur de ces couches contiguës ne dépasse pas 90mm.

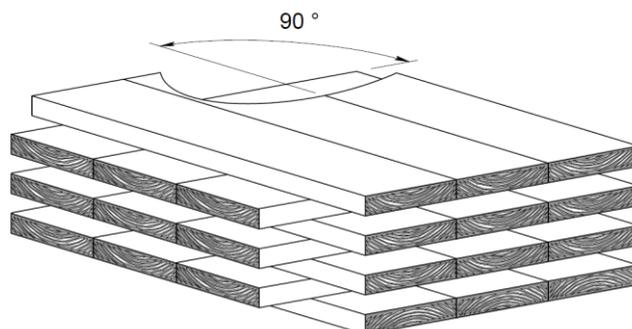


Figure 1 - Orientation des plis dans un panneau HASSLACHER CLT à 7 plis (structure 7s)

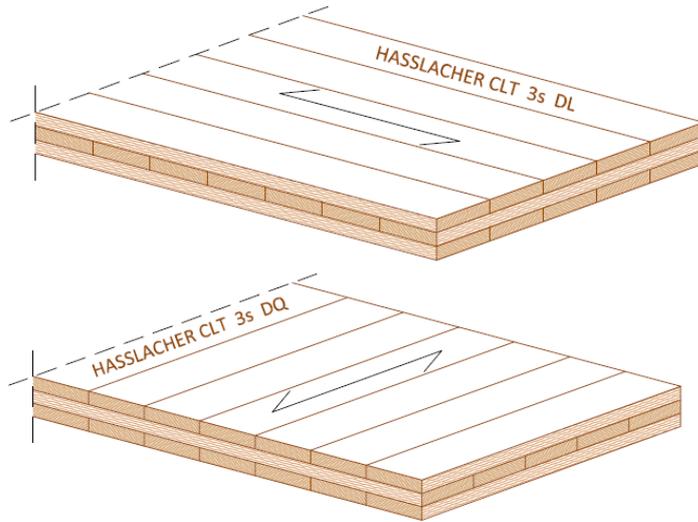


Figure 2 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 3 plis (structure 3s)

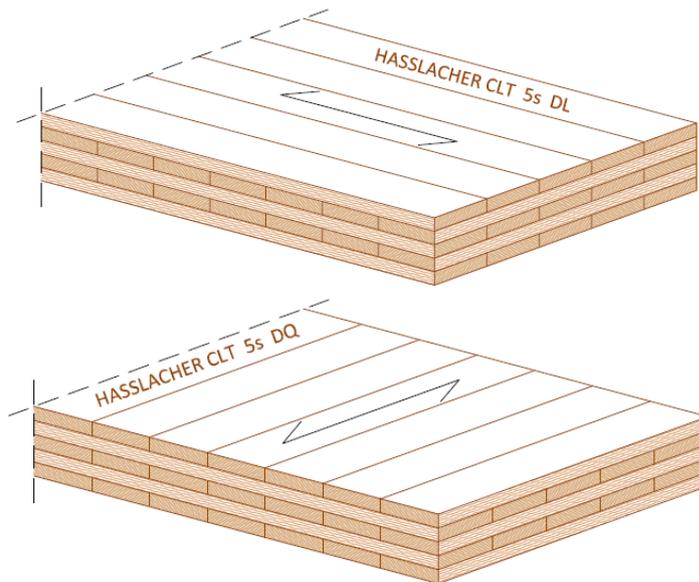


Figure 3 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 5 plis (structure 5s)

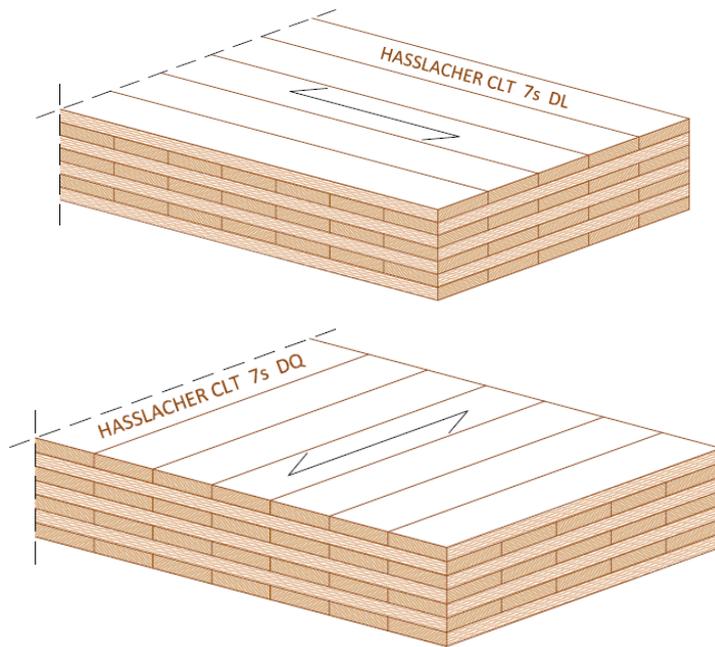


Figure 4 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 7 plis (structure 7s)

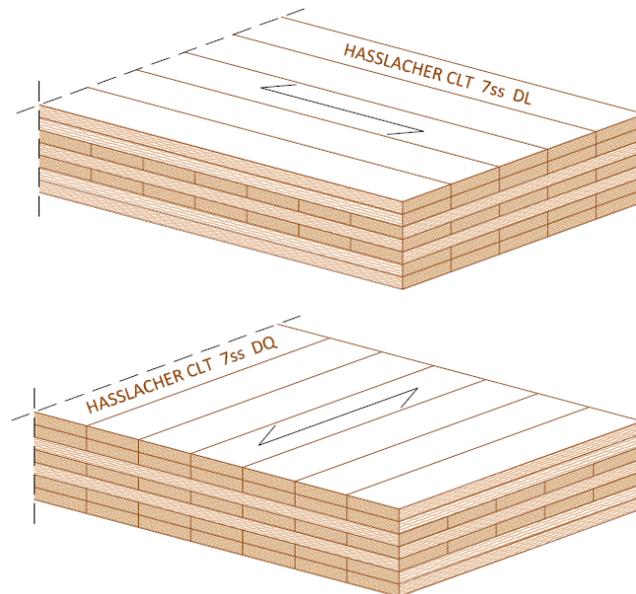


Figure 5 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 7 plis (structure 7ss)

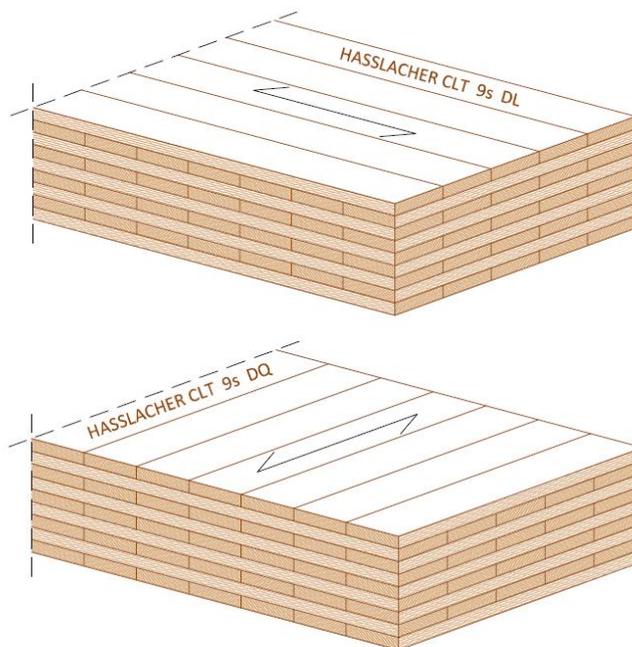


Figure 6 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 9 plis (structure 9s)

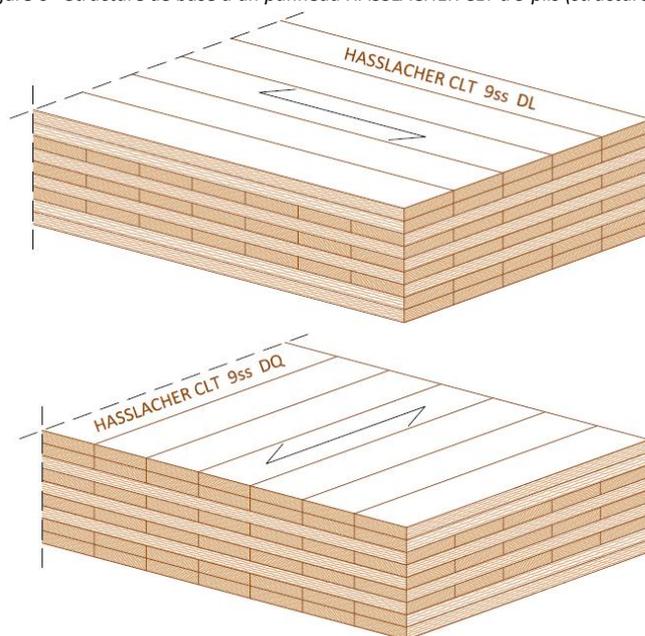


Figure 7 - Structure de base d'un panneau HASSLACHER CLT à 9 plis (structure 9ss)

Les dimensions des panneaux HASSLACHER CLT de grand format sont les suivantes :

- Largeur maximale : 3,2 m ;
- Longueur maximale : 20,00 m ;
- Épaisseur : de 60 à 360 mm.

Les dimensions des panneaux HASSLACHER CLT de format standard sont les suivantes :

- Largeur maximale : 1,25 m ;
- Longueur maximale : 24,00 m ;
- Épaisseur : de 60 à 280 mm.

Les lamelles ne sont pas collées sur chants par un collage structural, un collage non structural des chants peut être effectué (collage MUF type I, sur demande spécifique du client et pour des raisons uniquement esthétiques).

2.3. Adhésifs utilisés

Les adhésifs utilisés pour la fabrication, l'aboutage et l'encollage des lamelles, sont des colles bi-composants à base de résine de mélamine (MUF) de type I selon la norme EN 301 et EN 302. Ils appartiennent tous à la gamme PREFERE de la société DYNEA.

Pour l'aboutage et l'agencement en plis :

- Usine de fabrication NORDLAM GmbH à Magdebourg/Allemagne : DYNEA PREFERE 4547 et PREFERE 5047, certificats FCBA No. LBO/GL/403/14/589 du 15.12.2014 et LBO/GL/403/15/680 du 07.12.2015 et certificat FCBA LBO/GL/MP/403/17/556-e du 12.12.2017
- Usine de fabrication NORITEC Holzindustrie GmbH à Stall im Mölltal/Autriche : DYNEA PREFERE 4546 et PREFERE 5093, certificat TUM Munich 7300001/19-B1 du 14.02.2019, certificat MPA Stuttgart 901 7631000/3 du 26.04.2017, certificat MPA Stuttgart 902 1356 000/3 du 13.06.2018, certificat MPA Stuttgart 903 1149 000/1 du 13.06.2018, certificat MPA Stuttgart 903 3645 000/1 du 13.06.2018, certificat TUM Munich 7401161/19-B3 du 07.06.2019 et certificat FCBA LBO/MECA/20c018 du 27.01.2020.

3. Contrôle et fabrication

3.1. Fabrication

Les panneaux HASSLACHER CLT sont exclusivement produits par le groupe HASSLACHER sur les sites de Stall im Mölltal en Autriche et à Magdebourg en Allemagne conformément à l'Évaluation Technique Européenne ATE-12/0281 :

- L'humidité des bois est contrôlée et ne doit pas excéder 11 +/-2% avant encollage, selon l'ATE-12/0281 ;
- Les planches sont classées mécaniquement conformément à la norme NF EN 14081 ;
- En fonction de leur longueur et des dimensions des panneaux, les planches peuvent être aboutées selon la norme NF EN 14080 (La longueur des planches correspond à la dimension du panneau dans la direction du fil de celle-ci. Les planches de longueur plus courte sont donc obligatoirement aboutées) ;
- Rabotage des lamelles et mise à longueur des lamelles en fonction des dimensions des panneaux ;
- Composition du panneau et encollage. Plusieurs éléments peuvent être fabriqués simultanément, un film plastique est alors intercalé entre les différents panneaux ;
- Mise en presse hydraulique à technologie à haute fréquence. Un pressage latéral est effectué pour supprimer les jeux entre lamelles. Le pressage vertical est ensuite effectué, la pression appliquée est supérieure ou égale à 0,8 N/mm². Le temps de presse est établi conformément à la fiche technique du fabricant d'adhésif avec durcissement par technologie à haute fréquence ;
- Après stabilisation, les panneaux sont, le cas échéant, poncés et taillés à leur format final.

3.2. Constance des performances

3.2.1. Contrôles internes

La constance des performances est assurée grâce à un contrôle de production en usine mis en place conformément à l'ATE-12/0281.

Ce contrôle de production fait l'objet du manuel qualité pour HASSLACHER CLT. Les paramètres ci-dessous font l'objet de contrôles avec enregistrements :

- Essences, dimensions, classes de résistances et humidité des lamelles ;
- Résistance à la flexion des aboutages ;
- Constitution du panneau HASSLACHER CLT (Composition et orientation des plis) ;
- Date et numéro de production ;
- Début et fin de l'application de l'adhésif ;
- Début et fin du serrage, pression de serrage ;
- Résistance du collage par essais de délamination selon NF EN 14080 ;
- Contrôles dimensionnels sur les panneaux ;
- Marquage du panneau.

L'humidité relative de l'air, la température durant toutes les phases de collage et de stabilisation du produit sont contrôlées et enregistrées.

Les essais de contrôle de production en usine requis par l'ATE-12/0281 sont effectués :

- Enregistrement en continu des conditions climatiques atelier ;
- Contrôle d'humidité individuel des lamelles individuelles ;
- Résistance à la flexion des aboutages (2 échantillons par poste) ;
- Résistance du collage par essais de délamination (2 échantillons par poste) ;
- Vérification des données géométriques à chaque changement de combinaison.

Les propriétés mécaniques des panneaux sont décrites dans l'ATE-12/0281. Les valeurs de résistance obtenues correspondent à la classe T14 ou T26, cependant avec un module d'élasticité supérieur (effet d'homogénéisation).

La procédure de traitement des non-conformités est documentée. Les non-conformités font l'objet d'une identification, elles sont enregistrées et font l'objet d'une mise en place d'actions correctives. Les enregistrements sont conservés pendant au moins 10 ans.

3.2.2. Contrôles externes

La supervision du contrôle interne est effectuée par Holzforschung Austria qui audite le site de production concerné deux fois par an.

3.3. Identification et marquage

3.3.1. Identification

L'essence composant le panneau HASSLACHER CLT est repérée par un code de 2 lettres, (KI pour le pin, LÄ pour le mélèze et FI pour l'épicéa). La gamme HASSLACHER CLT de la classe CL26E11.8 est constituée de lamelles T14 (ou C24) pour les lamelles orientées dans le sens des plis extérieurs du panneau (sens x) et de lamelles T11 (ou C16) et T14 (ou C24) pour les lamelles orientées perpendiculairement au sens des plis extérieurs du panneau (sens y). La gamme HASSLACHER CLT de la classe CL36E14.7 se compose de plis T26 pour les plis dans le sens des fibres du bois des couches extérieures des panneaux (direction x), et de plis T14 (ou C24) pour les plis perpendiculaires aux fibres du bois des couches extérieures des panneaux (direction y). Les classes sont indiquées en conséquent sur les panneaux HASSLACHER CLT et sur les documents fournis avec.

3.3.2. Marquage

Les panneaux HASSLACHER CLT font l'objet d'un marquage en sortie de production (et, le cas échéant, d'une puce RFID), ce marquage comporte :

- Nom et adresse du site de production ;
- Identification et composition des panneaux (sections, essences, épaisseurs et nombres de plis, orientations et classements mécaniques des plis) ;
- Identification du produit pour assurer sa traçabilité.

4. Propriétés des panneaux

4.1. Propriétés mécaniques des éléments

Les propriétés mécaniques des panneaux HASSLACHER CLT sont déclarées conformément à L'ATE-12/0281 par détermination et déclaration des données géométriques et des propriétés pertinentes des couches. On distingue deux classes CL26E11.8 et CL36E14.7 selon le document ATE-12/0281. Les caractéristiques mécaniques ont été déterminées dans le cadre de contrôles destructifs et sont exposées dans le document ATE-12/0281.

Les propriétés mécaniques des couches sont données dans le *Tableau 1* disponible en annexe.

4.1.1. Masse volumique

La masse volumique caractéristique d'un panneau HASSLACHER CLT est prise égale à $\rho_k = 1,1 \cdot \rho_{play,k}$, où $\rho_{play,k}$ est la masse volumique caractéristique de la classe de bois déclarée la plus faible d'une couche de bois du panneau HASSLACHER CLT.

La masse volumique moyenne d'un panneau HASSLACHER CLT est prise égale à $\rho_{mean} = \rho_{play,mean}$, où $\rho_{play,mean}$ est la masse volumique moyenne de la classe de bois déclarée la plus faible d'une couche de bois des panneaux HASSLACHER CLT.

Pour le transport et le levage des panneaux sur chantier, il est conseillé de prendre en compte une masse volumique de 500 kg/m³ pour l'épicéa.

4.1.2. Coefficient partiel sur les matériaux γ_M

Les coefficients partiels de sécurité sont :

- $\gamma_M = 1,25$ pour les panneaux HASSLACHER CLT ;
- $\gamma_M = 1$ pour les vérifications accidentelles.

4.1.3. Coefficient modificatif k_{mod}

Le dimensionnement est réalisé en appliquant le facteur de modification de résistance k_{mod} , fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les valeurs de k_{mod} retenues sont celles du bois lamellé collé données dans la norme NF EN 1995-1-1 – tableau 3.1.

Matériau	Classe de service	Classe de durée de chargement				
		Action permanente	Action long terme	Action moyen terme	Action court terme	Action instantanée
Bois massif	1&2	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1

4.1.4. Coefficient de déformation k_{def}

Les valeurs retenues pour k_{def} sont celles définies pour le contreplaqué dans la norme NF EN 1995-1-1

Matériau	Classe de service	
	1	2
CLT	0,8	1,00

4.1.5. Tolérances dimensionnelles

L'épaisseur corrigée de la section transversale $\leq \max$ (épaisseur nominale ± 2 mm ou 2 % de l'épaisseur nominale).

La largeur des jeux entre lamelles est contrôlée, elle est inférieure ou égale à 2 mm.

Dans le cas où les panneaux HASSLACHER CLT doivent être usinés en usine et sont destinés à une utilisation directe sur chantier, ce sont les tolérances dimensionnelles et de planéité de la DIN 18203-3:2008 „Tolérances dans la construction immobilière –

Partie 3 : Éléments en bois et produits dérivés du bois de construction, qui s'appliquent :

- Tolérances dimensionnelles :
 - Largeur, hauteur et ouvertures : $\pm 0,2\%$ de la cote nominale, max. ± 5 mm ;
 - Épaisseur : jusqu'à 0,1 m : + 2 mm, - 1 mm ; jusqu'à 0,4 m : + 3 mm, - 2 mm ;
 - Faux équerrage : ≤ 1 mm/m.

4.2. Autres caractéristiques physiques des panneaux

4.2.1. Capacité calorifique massique

La capacité calorifique massique est de $c_p = 1600 \text{ J}/(\text{kg.K})$ selon la norme EN ISO 10456.

4.2.2. Coefficient de conductivité thermique

Le coefficient de conductivité thermique est de $\lambda = 0,12 \text{ W}/(\text{m.K})$ selon la norme EN ISO 10456.

4.2.3. Facteur de résistance à la vapeur d'eau

Le facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau est $\mu = 50$ (sec) et $\mu = 20$ (humide) selon la norme EN ISO 10456.

4.2.4. Dimensions corrigées

Les dimensions des panneaux sont influencées par les variations d'humidité. Si l'humidité des panneaux diffère de l'humidité de référence (entre 6 et 15%) les dimensions corrigées doivent être déterminées.

Les variations dimensionnelles du panneau dans son plan est très faible du fait de la présence de planches disposées longitudinalement : elle est de 0,01% pour 1% de variation d'humidité du bois.

Les variations dimensionnelles du panneau dans son épaisseur sont de 0,25% pour 1% de variation d'humidité du bois.

La dimension corrigée du panneau peut être calculée à partir de la dimension réelle :

$$a_{cor} = a_a \cdot (1 + k_{cor,a} \cdot (u_{réf} - u_a))$$

où :

a_{cor} est la dimension corrigée en mm ;

a_a est la dimension réelle en mm ;

$k_{cor,\alpha}$ est le coefficient de rétractabilité perpendiculaire au fil pour une modification de la teneur en humidité comprise entre 6 et 25 % (inclus) ;

$u_{réf} = 12 \%$ est la teneur en humidité de référence en % ;

u_a est la teneur réelle en humidité, mesurée conformément à l'Annexe G de la norme EN 13183-2, en %.

Le facteur de rétractabilité pour des déformations induites par l'humidité est pris égal à :

- $k_{cor,90} = 0,0024$ pour les déformations perpendiculaire au plan ;
- $k_{cor,0} = 0,0002$ pour les déformations dans le plan.

4.3. Conditions d'usage - classe de service, durabilité, traitement

Conformément à l'arrêté du 27 juin 2006, les panneaux HASSLACHER CLT qui participent à la solidité des bâtiments doivent être naturellement durables ou avoir une durabilité conférée contre les insectes à larves xylophages sur l'ensemble du territoire, et en complément, contre les termites dans les départements dans lesquels a été publié un arrêté préfectoral pris par application de l'article L.131-3 du code de la construction et de l'habitation.

Ainsi hors zones termitées, les panneaux HASSLACHER CLT en Douglas ou mélèze ou pin peuvent être utilisés sans traitement de préservation complémentaire avec une proportion maximale d'aubier n'excédant pas 5 % (conformément au NF DTU 31.1 §1.1 et au FD P20-651).

En fonction de la classe d'emploi liée à la position du panneau HASSLACHER CLT dans l'ouvrage d'une part, et à l'essence utilisée d'autre part, un traitement de préservation du bois peut être nécessaire. Il convient de respecter à cet égard les prescriptions des normes NF EN 335 (classe d'emploi) et NF EN 350 (durabilité naturelle de l'essence). Lorsqu'un traitement est nécessaire, il est réalisé après façonnage des planches et après les éventuelles découpes réalisées sur les panneaux. Ce traitement est effectué avec de l'Induline SW 900 IT de REMMERS. Ce produit est certifié CTB P+.

5. Jonctions

5.1. Introduction

Les jonctions entre panneaux HASSLACHER CLT font notamment entrer dans leur fonctionnement structural les composants suivants :

- Éléments de fixation de type tige (clous, vis, agrafes) et chevilles mécaniques ;
- Connecteurs métalliques plats ou tridimensionnels pour certains assemblages porteurs ;
- Panneaux à base de bois à usage structural utilisés pour la réalisation de liaisons entre panneaux HASSLACHER CLT ou d'autres dispositions constructives du présent document.

Ces composants relèvent d'exigences ou de spécifications décrites ci-dessous.

5.2. Dispositions spécifiques aux composants métalliques

5.2.1. Organes de fixation de type tige

Les organes de fixation métalliques de type tige utilisés pour l'assemblage de panneaux HASSLACHER CLT entre eux ou avec d'autres éléments de l'ouvrage font l'objet :

- D'un marquage CE selon la norme NF EN 14592 lorsque l'organe ne traverse pas plus de deux plans de cisaillement.
- D'une ETE visant la fixation dans un panneau structural massif bois lorsque l'organe traverse plus de deux plans de cisaillement.

5.2.2. Connecteurs métalliques tridimensionnels

Les connecteurs métalliques tridimensionnels utilisés pour l'assemblage des panneaux HASSLACHER CLT entre eux ou avec d'autres éléments de l'ouvrage font l'objet d'un ATE, d'une ETE ou d'un AT visant la fixation dans un support bois.

Alternativement, des ferrures mécano-soudées peuvent également être utilisées. Elles se conforment alors aux dispositions des NF DTU 31.1, NF DTU 31.2 et sont dimensionnées selon la norme NF EN 1993 et réalisées selon la norme NF EN 1090-2. Les connecteurs mécano-soudés peuvent être mis en œuvre en zone sismique seulement si la justification des structures assemblées par panneaux HASSLACHER CLT est menée en suivant le principe de comportement de structure faiblement dissipatif (DCL). Dans le cas d'une utilisation en zone sismique en classe DCM, les ferrures mécano-soudées peuvent être utilisées uniquement pour l'assemblage des panneaux ne participant pas à la transmission des efforts sismiques.

Les connecteurs sont fixés conformément aux prescriptions du fabricant pour le support considéré. On veillera à adapter la longueur des éléments de fixation (clous, vis) aux dimensions de l'élément fixé.

- On veillera également à limiter (ou prendre en considération au moment de la conception) l'excentrement de certains connecteurs par rapport à leur position théorique, lié aux variations de planéité ou de position du support (notamment ceux liés aux tolérances de ce dernier).

5.2.3. Compatibilité des organes métalliques

Les connecteurs (acier et revêtement de surface) et leurs organes de fixation doivent en outre être adaptés :

- À la Classe de Service et la Classe d'Emploi de l'ouvrage en panneaux massifs structuraux bois considéré ;
- À l'essence de bois du pli avec lequel ils sont en contact (*).
- (*) Compte tenu de son acidité naturelle, le Douglas, le mélèze ou le pin ne doit pas être mis directement au contact de zinc, d'aluminium ou de plomb. Il ne présente aucun risque au contact de l'acier, de l'acier galvanisé, de l'acier peint et du cuivre.

5.3. Autres composants à base de bois à usage structural pour l'assemblage des panneaux CLT

Les panneaux à base de bois à usage structural devront notamment :

- Être marqués CE selon les normes NF EN 13986, NF EN 14374, NF EN 14279 ou posséder un ETE ;
- Être adaptés à la Classe de Service et la Classe d'Emploi de l'ouvrage en panneaux massifs structuraux bois considéré.

Les panneaux de type CLT de faible épaisseur (p.ex. panneaux « trois-plis ») conformes à la norme NF EN 16351 ou à l'ETA-12/0281 peuvent également être utilisés pour la réalisation de liaisons entre panneaux HASSLACHER CLT ou d'autres dispositions constructives du présent Dossier Technique.

Lorsqu'ils sont utilisés pour la réalisation de liaisons entre panneaux HASSLACHER CLT ou d'autres dispositions constructives du présent Dossier Technique, les panneaux à base de bois sont fixés conformément aux prescriptions du présent Dossier Technique.

On veillera toujours à adapter la longueur des éléments de fixation (clous, vis) aux dimensions de l'élément fixé.

Les liaisons entre panneaux doivent être réalisées avec des éléments permettant la reprise des efforts de traction transversale (LVL, OSB, contreplaqué), à l'exclusion du bois massif.

5.4. Dispositions constructives

5.4.1. Généralités

Lorsque les panneaux HASSLACHER CLT sont utilisés pour la réalisation de bâtiments entrant dans le domaine d'application du DTU 31.2, c'est à dire d'une manière générale pour les bâtiments dont la structure principale porteuse est en bois, les dispositions non spécifiquement visées dans le cadre du présent document doivent être conformes aux prescriptions du DTU 31.2 pour la conception, et aux prescriptions des Eurocodes pour le calcul.

La mise en œuvre s'effectuera conformément aux prescriptions techniques du CPT 3802-P2.

Lorsque les panneaux HASSLACHER CLT sont utilisés pour une ou plusieurs de leurs fonctions, pour la réalisation de bâtiments n'entrant pas dans le domaine d'application du DTU 31.2 (par exemple les panneaux utilisés pour réaliser les planchers d'un bâtiment à structure porteuse verticale en béton armé ou en maçonnerie de petits éléments), la réalisation des interfaces doit tenir compte des exigences éventuelles des textes visant les autres éléments porteurs (NF EN 1992, DTU 20.1, etc...). Dans ce cas, la structure porteuse formant support des panneaux HASSLACHER CLT devra respecter les exigences de tolérance du support précisées au DTU 31.2.

De manière générale les exigences de tolérance du DTU 31.2 ne préjugent pas d'exigences plus sévères liées aux autres parties d'ouvrage (p.ex. revêtement de façade) ou à l'effet du cumul des tolérances.

Pour la catégorie d'usage D1 :

- La capacité de l'assemblage entre panneaux adjacents vis-à-vis de la charge concentrée de la catégorie d'usage visée devra être justifiée ;
- La distance entre les organes d'assemblage doit être de 30 cm maximum ;
- Le pianotage entre panneaux HASSLACHER CLT est limité à la déformation acceptée par les éléments d'équipement supportés.

Lorsque la charge concentrée correspond à une charge long terme au sens de la norme NF EN 1995-1-1/NA, il y a lieu de considérer la concomitance de cette charge avec les efforts de contreventement.

5.4.2. Appuis des panneaux HASSLACHER CLT

Que ce soit comme élément de plancher ou élément de mur, les panneaux HASSLACHER CLT doivent être supportés aux appuis par le dessous (sauf cas particulier), soit en reposant sur le matériau support (appui simple), soit au moyen d'une pièce d'appui qui, elle, fournira le support adéquat (appui sur muralière, cornière métallique, ferrure mécano-soudée).

On distingue les appuis (simple ou pièces d'appui) selon la nature du matériau support : bois, métal, béton. Les configurations d'appui usuelles sont décrites en annexe, *Figure 31*.

De manière générale, la fixation des panneaux HASSLACHER CLT au support doit permettre d'assurer l'équilibre statique de la structure et la transmission des efforts verticaux et horizontaux.

5.4.3. Longueur minimale d'appui

Pour un élément de plancher, la longueur d'appui doit permettre, toutes tolérances épuisées, de reprendre les efforts de compression transversale sur appui et de respecter les règles de pince de l'organe d'assemblage du panneau à son support. Sauf justification particulière, la longueur d'appui minimale est de 45mm.

Un élément de mur doit reposer entièrement sur son support. Un débord de l'élément de mur dans le sens de son épaisseur est possible, et doit être justifié en tenant compte des principes suivants toutes tolérances épuisées :

- À l'appui, seuls les plis verticaux effectivement supportés transfèrent les charges verticales en compression ;
- Le pli vertical extérieur non supporté peut être mobilisé dans la justification du flambement (section et inertie) en tenant compte de l'excentrement réel.

Sauf justification particulière, le débord, toutes tolérances épuisées n'excède pas 10mm ou la demi-épaisseur du pli extérieur (en retenant la plus petite des deux valeurs), sans préjuger d'exigences de tolérances plus sévères liées aux autres parties de l'ouvrage (p.ex. revêtement de façade).

5.4.4. Appui sur support bois

Les panneaux HASSLACHER CLT doivent être fixés mécaniquement au support bois à chaque appui au moyen d'organes de fixation ou connecteurs métalliques tels que définis au §5.21 et §5.22 respectivement.

Les configurations d'appui usuelles sur support bois sont décrites en Figure 15.

5.4.5. Appui sur support métallique

Les panneaux HASSLACHER CLT doivent être fixés mécaniquement au support métallique à chaque appui au moyen d'organes de fixation tels que définis au §5.21. La fixation métal-bois directe est possible.

Les configurations d'appui usuelles sur support métalliques sont décrites en Figure 15.

5.4.6. Appui sur support béton

Les panneaux HASSLACHER CLT doivent être fixés mécaniquement au support béton à chaque appui au moyen :

- De connecteurs métalliques tels que définis au §5.22,
- Fixés aux panneaux au moyen d'organes de fixation tels que définis au §5.21, et

- Ancrés au support béton au moyen de chevilles de fixation devant bénéficier d'un ATE ou d'une ETE selon l'ETAG 001.

L'appui peut également être réalisé par interposition d'une lisse d'appui en bois ou dérivés du bois, elle-même fixée au support béton, et formant alors pour le panneau un appui sur support bois. La lisse d'appui respecte alors les prescriptions du NF DTU 31.2 pour ce type de pièce, notamment quant aux dispositions relatives à la durabilité.

Le panneau ou la lisse, comme toute pièce de bois, doit être isolé de tout contact direct avec le support béton par une barrière de protection conforme aux prescriptions du paragraphe 6.1 du NF DTU 31.2 partie 1-2 (CGM) visant les barrières d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bande d'arase).

Les configurations d'appui usuelles sur support béton sont décrites en Figure 15.

Pour les organes de fixation dans les supports béton, la liaison du cône béton avec la structure doit être assurée avec un ferrailage suivant le schéma bielle-tirant conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

5.4.7. Calage des éléments

Le calage ponctuel des panneaux (sous lisse d'appui ou directement sous le panneau) peut s'avérer nécessaire, de manière transitoire ou définitive.

On justifie :

- Le panneau et le support des cales en tenant compte du caractère ponctuel de ces appuis ;
- La capacité portante et la durabilité des cales.

NOTE : On veillera à protéger le panneau ainsi que les cales qui le nécessitent (cales bois ou métal par exemple) contre les risques de remontées capillaires (cf. §5.46), ainsi qu'à effectuer les raccords d'étanchéité (eau et air) nécessaires.

5.5. Assemblage des panneaux HASSLACHER CLT

5.5.1. Assemblage dans un même plan

L'assemblage des panneaux HASSLACHER CLT entre eux dans un même plan est réalisé par organe de fixation de type tige à mi-bois ou au moyen d'une ou plusieurs languettes en métal ou en panneaux à base de bois. L'utilisation de bois massif est proscrite.

Les différentes typologies d'assemblages sont :

- Assemblage par languette en simple cisaillement ;
- Assemblage par deux languettes en simple cisaillement ;
- Assemblage par languette en double cisaillement ;
- Assemblage à mi-bois.

Les organes d'assemblage et leur entraxe sont déterminés en fonction des efforts à reprendre, l'entraxe ne devant pas excéder 300mm.

Ces différentes solutions d'assemblage sont décrites par les Figure 20 à Figure 24.

Les panneaux à base de bois utilisés sont tels que définis au §5.3.

Le choix des organes de fixation doit satisfaire aux dispositions du §5.21, les pointes lisses ne sont pas admises.

De manière générale, la fixation des panneaux HASSLACHER CLT entre eux dans un même plan doit permettre d'assurer :

- L'équilibre statique de la structure ;
- La transmission des efforts de diaphragme et de contreventement entre panneaux adjacents (mur et/ou plancher) ;
- La limitation des déformations différentielles entre panneaux de plancher adjacents (pianotage).

Une attention particulière doit être portée à la conception des planchers et notamment à l'emplacement respectif des joints entre panneaux et des charges ponctuelles.

Cette typologie d'assemblage est sensible aux efforts de traction transversale, qui doit être vérifiée, notamment dans le cas d'assemblage entre eux d'éléments de plancher.

L'assemblage entre panneaux peut être renforcé en surface du panneau par un plat métallique pour la reprise des efforts de cisaillement (diaphragme et contreventement).

5.5.2. Assemblage en angle

L'assemblage des panneaux HASSLACHER CLT entre eux en angle (assemblage d'angles de murs ou entre mur et plancher) est réalisé :

- Par vissage direct entre les panneaux (vissage à chant ou lardé) ;
- Au moyen de clés vissées aux panneaux ;
- Au moyen de connecteurs métalliques tridimensionnels, plats, ou en âme ;
- Par l'intermédiaire d'une pièce d'appui (muralière ou cornière métallique) elle-même vissée aux panneaux par plats métalliques posés en applique ou en âme

Un assemblage peut combiner plusieurs de ces solutions. Ces différentes solutions de liaisons sont décrites dans le Tableau 10.

De manière générale, la fixation des panneaux HASSLACHER CLT entre eux en angle doit permettre d'assurer :

- L'équilibre statique de la structure ;

- La transmission des efforts de diaphragme et de contreventement entre panneaux assemblés (mur-mur et/ou mur-plancher) ;
- La limitation des déformations différentielles entre étages.

Le choix des organes de fixation et des connecteurs métalliques doit en outre satisfaire aux dispositions du §5.21 et §5.22 respectivement.

6. Vérifications – principes généraux

6.1. Introduction

Les panneaux HASSLACHER CLT peuvent être soumis à un chargement dans leur plan (charge verticale d'un mur, linteau, diaphragme) et/ou hors plan (plancher, vent normal).

Le dimensionnement s'effectue selon la norme NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale en tenant compte des dispositions du cahier 3802 du CSTB et du présent document.

Une liste des bureaux d'études techniques disposant de l'expertise requise pour le dimensionnement des panneaux HASSLACHER CLT est disponible sur demande sur le site du groupe HASSLACHER. De plus, le groupe HASSLACHER met à disposition de ses clients un outil de prédimensionnement afin de vérifier en phase définitive les éléments porteurs verticaux et horizontaux.

Les caractéristiques mécaniques décrites dans le document sont établies selon la convention suivante :

- Indice x = orientation des plis extérieurs des panneaux ;
- Indice y = plis perpendiculaires aux plis extérieurs des panneaux ;
- Indice z = orientation perpendiculaire aux plis du panneau (hors plan).

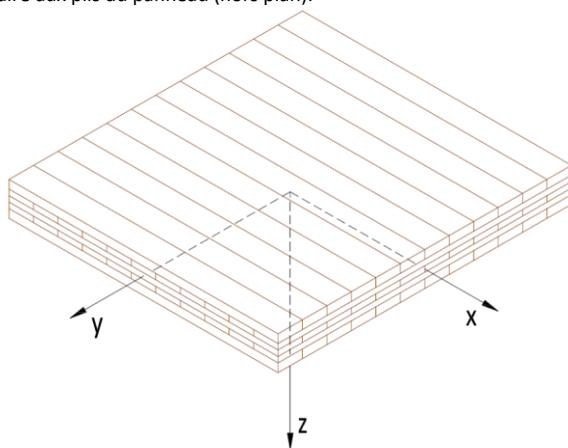


Figure 8 - Définition des directions porteuses sous sollicitations hors plan

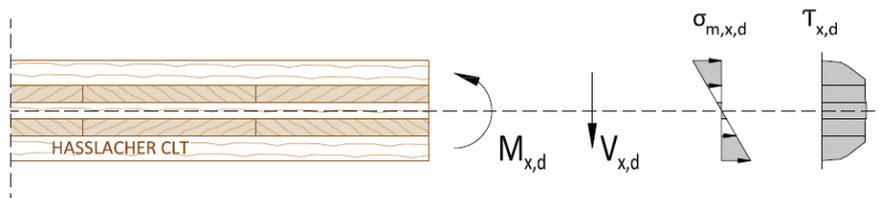


Figure 9 - Sens parallèle aux plis extérieurs

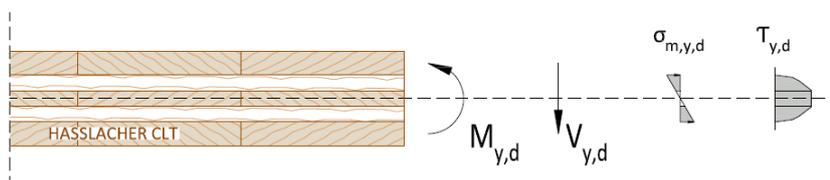


Figure 10 - Sens perpendiculaire aux plis extérieurs

La modélisation des panneaux HASSLACHER CLT doit prendre en compte notamment :

- L'influence de la composition du panneau (épaisseur, classement mécanique et orientation des plis), des joints entre chants, des éventuelles rainures sur les propriétés mécaniques du panneau ;
- L'influence de la distribution des charges, du système statique et de la composition du panneau sur la distribution des contraintes et les déformations ;
- L'effet de concentrations de contraintes localisées (par exemple résistance sur appui, assemblages, charges concentrées...);
- L'effet des ouvertures et trémies.

Pour déterminer la répartition des contraintes et des efforts internes, il est nécessaire de prendre en compte l'influence des déformations dues au cisaillement.

Les panneaux HASSLACHER CLT eux-mêmes permettent la reprise locale de flexion transversale (sens perpendiculaire au fil des plis externes) notamment dans les configurations suivantes :

- Trémies ;
- Porte-à-faux ;
- Panneau effectivement appuyé sur plus de deux côtés (les appuis pouvant être continus ou ponctuels).

Cependant, compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents au moyen des assemblages courants (cf. §5.51), les planchers composés de plusieurs panneaux adjacents doivent être conçus et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis (modèle poutre) et non pas sur quatre côtés (modèle dalle).

6.2. Fonctionnement en modèle poutre

Le fonctionnement mécanique général des panneaux HASSLACHER CLT en flexion en modèle poutre est le suivant :

- Les plis transversaux fonctionnent comme des liaisons entre les plis longitudinaux dont la raideur de glissement est prise en compte en généralisant la méthode des γ de l'Annexe B de la norme NF EN 1995- 1-1 ;
- La distribution des contraintes et les déformations peuvent alors être déterminées à partir de la rigidité efficace en flexion tenant compte de cette raideur de glissement ;
- Le module d'élasticité perpendiculaire au fil du bois doit être considéré comme nul, $E_{y,mean} = 0$;
- Il en résulte que les contraintes de flexion ne sont considérées que pour les plis dont les lames sont orientées dans la même direction que le fil du bois des couches considérées ;
- De même, les contraintes normales induites par l'effet des actions agissant dans le plan du panneau sont calculées en négligeant des plis orientés perpendiculairement à ces actions ;
- On calcule alors la contrainte normale en utilisant la section nette des plis mobilisables et l'inertie effective des panneaux.

6.2.1 Calcul de la rigidité efficace des panneaux CLT

Pour le dimensionnement des panneaux

HASSLACHER CLT soumis à un chargement hors plan, il est d'usage de prendre des éléments de 1 m de large.

Les éléments sont considérés comme appuyés simplement à leurs extrémités et sur les appuis intermédiaires. La longueur effective L_{ef} est la distance entre les milieux de deux appuis consécutifs, elle est déterminée en fonction de la configuration d'appuis :

Appuis	L_{ef}
Appui simple	L
Poutres continues	0,8 L
Poutres en porte-à-faux	2 L

La rigidité efficace est calculée en utilisant la théorie des poutres composites en flexion (méthode des γ) de l'Annexe B de la norme NF EN 1995- 1-1 et en tenant compte de la raideur de glissement de cisaillement des plis transversaux agissant comme liaison entre les plis longitudinaux.

A cet effet, on remplace le terme $\frac{K_i}{S_i}$ de l'Annexe B de la norme NF EN1995-1-1 par le terme $\frac{G_{r,i,j} \cdot b}{h_{i,j}}$.

Où :

- $G_{r,i,j}$ est le module de cisaillement roulant du pli transversal situé entre les plis i et j, en N/mm^2 ;
- b est la largeur de l'élément en mm ;
- $h_{i,j}$ est l'épaisseur du pli transversal situé entre les plis i et j, en mm.

Méthode gamma - panneaux CLT 3 et 5 plis

Il convient que la rigidité efficace en flexion soit prise selon :

$$I_{ef} = \sum_{i=1}^3 (I_i + \gamma_i \cdot A_i \cdot a_i^2)$$

Avec :

$$A_i = b \cdot h_i$$

$$I_i = \frac{b \cdot h_i^3}{12}$$

$$\gamma_2 = 1$$

$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_{x,mean_i} \cdot A_i \cdot \bar{h}_i}{L^2 \cdot G_{r,mean} \cdot b} \right]^{-1} \quad \text{pour } i = 1 \text{ et } i = 3$$

$$a_1 = \left(\frac{h_1}{2} + \bar{h}_1 + \frac{h_2}{2} \right) - a_2$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 \cdot A_1 \cdot \left(\frac{h_1}{2} + \bar{h}_1 + \frac{h_2}{2} \right) - \gamma_3 \cdot A_3 \cdot \left(\frac{h_2}{2} + \bar{h}_2 + \frac{h_3}{2} \right)}{\sum_{i=1}^3 (\gamma_i \cdot A_i)}$$

$$a_3 = \left(\frac{h_2}{2} + \bar{h}_2 + \frac{h_3}{2} \right) + a_2$$

Et où :

$E_{x,mean,i}$ est le module d'élasticité moyen du pli i ;

$G_{r,mean,i}$ est le module de cisaillement roulant moyen du pli i ;

b est la largeur du panneau ;

h_i est l'épaisseur du pli i.

6.22 Méthode gamma généralisée

Pour les panneaux de plus de 5 plis, il est possible de généraliser la méthode précédente et de déterminer les valeurs de γ_i pour toute composition symétrique de panneau de type CLT.

Les coefficients γ_i pour un panneau avec m plis travaillants s'obtiennent en résolvant l'équation matricielle suivante :

Avec :

$$\begin{pmatrix} v_{1,1} & v_{1,2} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ v_{2,1} & v_{2,2} & v_{2,3} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & v_{3,2} & v_{3,3} & v_{3,4} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & v_{4,3} & v_{4,4} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & v_{m,m-1} & v_{m,m} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \gamma_1 \\ \gamma_2 \\ \gamma_3 \\ \gamma_4 \\ \vdots \\ \gamma_m \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_1 \\ s_2 \\ s_3 \\ s_4 \\ \vdots \\ s_m \end{pmatrix}$$

$$V_{1,1} = (C_{1,2} + D_1) \cdot a_1$$

...

$$V_{j,j+1} = -C_{j,j+1} \cdot a_{j+1}$$

$$V_{j,j} = (C_{j-1,j} + C_{j,j+1} + D_j) \cdot a_j$$

$$V_{j+1,j} = -C_{j,j+1} \cdot a_j$$

...

$$V_{m,m} = (C_{m-1,m} + D_m) \cdot a_m$$

Où la raideur équivalente du pli i tenant compte des glissements entre les plis travaillants est :

$$s_i = -C_{i,i+1} \cdot (a_{i+1} - a_i) + C_{i-1,i} \cdot (a_i - a_{i-1})$$

la raideur du pli transversal entre les plis longitudinaux j et k est :

$$C_{j,k} = \frac{G_{r,j,k} \cdot b}{t_{j,k}}$$

la raideur du pli longitudinal travaillant i est:

$$D_i = \frac{\pi^2 \cdot E_{x,mean,i} \cdot b \cdot t_i}{L^2}$$

avec :

- j, k : le pli transversal entre les plis longitudinaux j et k
- t_i : l'épaisseur du pli longitudinal i
- t_{j,k} : l'épaisseur du pli transversal entre les plis longitudinaux j et k
- a_i : la distance entre l'axe médian d'un pli longitudinal i et le centre de gravité de la section d'un panneau
- L : la portée de référence
- G_{r,j,k} : le module de cisaillement roulant du pli transversal situé entre les plis longitudinaux i et j
- E_{x,mean,i} : le module d'élasticité moyen du pli longitudinal i

6.3. ELU

6.3.1. Vérification ELU instantanée

6.3.1.1. Contraintes normales et de flexion

Les contraintes normales (ici de traction) et de flexion dans le pli travaillant i sont prises selon :

$$\sigma_{t,x,d}^i = \frac{\gamma_i \cdot a_i \cdot M_d}{I_{ef,x}}$$

$$\sigma_{m,x,d}^i = \frac{0.5 \cdot t_i \cdot M_d}{I_{ef,x}}$$

On vérifie la traction et flexion combinée dans le pli travaillant i :

$$\sigma_{t,x,d}^i + \sigma_{m,x,d}^i = (\gamma_i \cdot a_i + 0.5 \cdot t_i) \cdot \frac{M_d}{I_{ef,x}} \leq f_{m,x,d}$$

La contrainte combinée maximale est vérifiée au point le plus éloigné de l'axe neutre.

Note : Les facteurs d'ajustement k_h de la résistance caractéristique en flexion et en traction définis dans la norme NF EN 1995-1-1, §3.2(3) ne s'appliquent pas.

6.3.1.2. Cisaillement roulant

De manière sécuritaire, on vérifie uniquement le cisaillement roulant, plus défavorable que le cisaillement longitudinal.

Le coefficient k_{cr} défini dans la norme NF EN 1995-1-1, §6.1.7(2) est pris égal à 1,0.

Seules des lamelles d'ajustement supérieur ou égal à quatre sont employées (cf ATE-12/0281). La résistance en cisaillement roulant est prise égale à 1,5N/mm² (Cf ATE-12/0281 ainsi que rapport d'essais No. PB20-303-1-01 « Essais en vue de la détermination des caractéristiques mécanique de bois massif contrecollé selon EAD 130005-00-0304 »)

On vérifie ainsi pour un pli perpendiculaire aux plis extérieurs :

$$\tau_{r,xz,d} = \frac{\gamma_i \cdot S_i}{I_{ef,x} \cdot b} \cdot V_d \leq f_{r,y,d}$$

Où le moment statique d'un pli au sein d'une section rectangulaire est :

$$S_i = b \cdot t_i \cdot x_i$$

Avec :

- b : largeur du panneau ;
- t_i : l'épaisseur du pli i ;

x_i l'abscisse du barycentre du pli à l'axe de symétrie du panneau.

Note: Dans le cas d'un panneau à pli central transversal, les efforts de cisaillement maximaux s'exercent au centre de la section qui se situe au niveau de ce pli. On déterminera donc l'effort de cisaillement au niveau du joint collé le plus proche du centre de gravité général.

6.3.1.3. Flexion sur chant avec risque de déversement

La vérification en flexion sur chant avec risque de déversement s'effectue selon la norme NF EN 1995-1-1 (6.3.3). L'élanement relatif en flexion autour de l'axe x s'écrit :

$$\lambda_{rel, m, x} = \sqrt{\frac{f_{m, edge, x, k}}{\sigma_{m, x, ap, crit}}}$$

Avec :

$$\sigma_{m, x, ap, crit} = \frac{M_{x, crit}}{W_{x, ap}}$$

$$W_{x, ap} = \frac{h_{xlam}^2 \cdot t_{xlam}}{6}$$

$$M_{x, crit} = \frac{\pi}{l_{ef}} \cdot \sqrt{(E_{0.05} \cdot I_{y, ap}) \cdot \left(G_{tor, 0.05} \cdot \frac{I_{tor, ap}}{3}\right)}$$

$$E_{y, 0.05} = \frac{5}{6} \cdot E_{y, mean}$$

$$G_{tor, 0.05} = \frac{5}{6} \cdot G_{tor, mean}$$

$$I_{tor, ef} = \frac{I_{tor, ap}}{3} = \frac{t_{xlam}^3 \cdot h_{xlam}}{9} \cdot \left(1 - 0.6 \cdot \frac{t_{xlam}}{h_{xlam}}\right)$$

$$I_{y, ap} = \frac{t_{xlam}^3 \cdot h_{xlam}}{12}$$

$\sigma_{m, ap, crit}$	la contrainte de flexion critique apparente
$W_{x, p}$	le module d'inertie apparent selon l'axe fort x
$I_{tor, f}$	le moment d'inertie efficace en torsion
$I_{y, p}$	le moment d'inertie apparent selon l'axe y
$E_{0.05}$	la valeur à 5 % du module d'élasticité moyen équivalent E_{mean} ;
$G_{0.05}$	la valeur à 5 % du module de cisaillement moyen équivalent G_{mean} ;
l_{ef}	la longueur efficace de la poutre ;
t_{xlam}	l'épaisseur des panneaux HASSLACHER CLT
h_{xlam}	la hauteur des panneaux HASSLACHER CLT

6.32 Vérification à l'ELU final

Les caractéristiques élastiques prises en compte sont réduites pour pouvoir considérer le fluage. La réduction est obtenue par la prise en compte des coefficients de fluage. Pour une combinaison d'actions pour laquelle chaque action appartient à une classe de durée de chargement différente, la contribution de chaque action doit être calculée séparément en utilisant le coefficient ψ_2 . k_{def} approprié, puis additionnées pour les vérifications.

$$E_{mean, fin} = \frac{E_{mean}}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}}$$

$$G_{r, mean, fin} = \frac{G_{r, mean}}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}}$$

Avec :

ψ_2 est défini dans l'Annexe Nationale de la norme NF EN 1990; $\psi_2 = 1.0$ pour les charges permanentes ;
 $G_{r, mean}$ le module de cisaillement roulant moyen du panneau. $G_{r, mean}$ est pris égal à 50N/mm².

6.4. ELS

6.4.1. Vérification ELS instantané

La vérification s'effectue en utilisant la rigidité efficace déterminée au paragraphe §6.21.

6.4.2. Vérification ELS final

Les caractéristiques élastiques prises en compte sont réduites pour pouvoir considérer le fluage. La réduction est obtenue par la prise en compte des coefficients de fluage. Pour une combinaison d'actions pour laquelle chaque action appartient à une classe de durée de chargement différente, la contribution de chaque action doit être calculée séparément en utilisant le coefficient k_{def} approprié, puis additionnée pour les vérifications.

$$E_{mean, fin} = \frac{E_{mean}}{1 + k_{def}}$$

$$G_{r, mean, fin} = \frac{G_{r, mean}}{1 + k_{def}}$$

$$G_{xy, mean, fin} = \frac{G_{xy, mean}}{1 + k_{def}}$$

Avec :

$G_{r, mean}$ le module de cisaillement roulant moyen du panneau;
 $G_{xy, mean}$ le module de cisaillement moyen du panneau.

6.4.3. Vérification de flèche

Les vérifications des flèches doivent être menées en considérant d'une part la flèche générée par le moment fléchissant et d'autre part la flèche générée par l'effort tranchant en considérant le module de cisaillement des panneaux HASSLACHER CLT. Les vérifications des flèches sont faites conformément à EN 1995-1-1/NA. La flèche finale ne pourra excéder $L/250$ où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques finales des panneaux HASSLACHER CLT. La flèche instantanée due aux actions variables ne pourra excéder $L/300$ où L est la portée du panneau entre appuis. La flèche est calculée en considérant les caractéristiques mécaniques instantanées des panneaux HASSLACHER CLT.

Pour les planchers, la flèche active, pouvant nuire aux revêtements de sols rigides, ne doit pas dépasser :

- soit la valeur fixée par les DTU correspondants, si disponible ;
- soit $L/500$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,0$ m ; $0,7$ cm + $L/1\ 000$ de la portée si celle-ci est supérieure à $7,0$ m.

Pour les planchers n'ayant pas à supporter des revêtements de sols rigides, la flèche active est limitée, par la norme, ou en l'absence d'autres précisions, aux valeurs suivantes :

- soit $L/350$ de la portée si celle-ci est $\leq 7,00$ m ;
- soit 1 cm + $L/700$ de la portée si celle-ci est supérieure à $7,00$ m.

Pour les éléments de toiture, la flèche finale due à toutes les charges est limitée conventionnellement à :

- $1/250e$ de la portée pour une pente de 3 % minimale ;
- $1/400e$ de la portée pour une pente de 1,8 % minimale (hors TTV) ;
- $1/500e$ de la portée pour une pente de 1,6 % minimale (hors TTV).

Les valeurs limites du tableau 7.2 de NF EN 1995-1-1/NA s'appliquent pour les déplacements horizontaux, y compris pour les éléments individuels soumis au vent pour lesquels on retient la valeur de $L/200$. Les critères de flèches peuvent être dictés par les autres éléments de structure et/ou par les éléments de second œuvre mis en œuvre sur les panneaux HASSLACHER CLT, il convient de vérifier que les déformations des panneaux HASSLACHER CLT sont compatibles avec les déformations admissibles des autres procédés. Les critères de flèches limites spécifiés ci-dessus sont donc donnés à titre indicatif, il est nécessaire de déterminer les critères de flèches limites en se référant aux Eurocodes et leurs annexes nationales, évaluations techniques, DTU, etc.

7. Vérifications spécifiques aux planchers

7.1. Vérifications ELU

7.1.1. Contraintes normales de flexion et de cisaillement

Ces vérifications sont réalisées conformément au §3.3.2 du Cahier des Prescriptions Techniques 3802_P2

7.1.2. Compression transversale

Les vérifications sont menées selon la norme NF EN 1995-1-1 (6.1.5), complété par le §3.3.3 du Cahier des Prescriptions Techniques 3802_P2

7.1.3. Cisaillement

Pour les panneaux non entaillés, la vérification en cisaillement s'effectue conformément au paragraphe §6.312.

7.2. Vérifications ELS

7.2.1. Critères de flèches

La vérification à l'ELS se fait selon les prescriptions communes décrites au §6.4.

7.2.2. Vérification vibratoire

Les vérifications sont menées conformément à la norme EN 1995-1-1, complétée par le § 3.3.6 du CPT 3802_P02

On distingue les ouvrages de plancher selon leur position, leur destination et leur composition constructive :

Catégorie	Planchers de classe I	Planchers de classe II	Planchers de classe III
	A, B, C1, C3, D1		A
Utilisation	Planchers entre différentes catégories d'usages Planchers séparatifs de logements, de bureaux, de salles de conférences, etc. Couloirs avec de faibles portées	Planchers au sein d'un même logement	Planchers sous locaux non habités Planchers sans exigences vis-à-vis des vibrations
Exigences constructives			
Chape flottante humide	Chape avec lestage lourd ou chape avec lestage léger 1)	Chape seule	-
Chape flottante sèche	Chape avec lestage lourd 1)	Chape avec lestage lourd 1)	-

Fréquence	4,5 Hz ≤ f ₁ ≤ f _{1,lim}	
	Classe I	Classe II
	f _{1,lim} = 8 Hz	f _{1,lim} = 6 Hz
Raideur	w _{lim} = 0,25 mm	w _{lim} = 0,5 mm
Accélération	a _{lim} = 0,05 m/s ²	a _{lim} = 0,10 m/s ²

Le critère vibratoire est satisfait si les conditions décrites au §3.3.6.3 du CPT 3802_P02 sont respectées.

7.2.2.1. Fréquence fondamentale du plancher :

La fréquence fondamentale du plancher est calculée selon les dispositions du §3.3.6.4 du CPT 3802_P02

7.2.2.2. Calcul de la souplesse du plancher :

La souplesse du plancher est calculée selon les dispositions du §3.3.6.5 du CPT 3802_P02

7.2.2.3. Calcul de l'accélération arms du plancher :

L'accélération du plancher est calculée selon les dispositions du §3.3.6.6 du CPT 3802_P02

7.3. Conception et dimensionnement des trémies

Pour la conception et le dimensionnement des trémies, les dispositions du §3.3.7 du CPT 3802_P02 s'appliquent

7.3.1. Vérification simplifiée des trémies

La vérification simplifiée des trémies est effectuée conformément aux §3.3.7.3 et §3.3.7.4 du CPT 3802_P02. Les conditions d'applicabilité de ces méthodes sont précisées par le CPT.

7.3.2. Modélisation avec des éléments finis

Afin de modéliser tout type de charge et de géométrie, l'utilisation d'un logiciel d'éléments finis est une autre méthode possible. Pour effectuer les vérifications réglementaires, il est recommandé d'utiliser un logiciel permettant de prendre en compte le caractère orthotrope du CLT. Le cas échéant, le groupe Hasslacher est en mesure de fournir par le biais de ses représentants en France une liste de BET compétents pour ce calcul.

7.4. Diaphragme de plancher

7.4.1. Principe

La structure de plancher en panneaux HASSLACHER CLT participe au contreventement global du bâtiment par sa fonction de diaphragme. Les principes de vérification sont ceux détaillés au §5.2.1 du CPT 3802_P02.

7.4.2. Diaphragmes avec ouvertures

Lorsque les panneaux de plancher HASSLACHER CLT comportent des ouvertures, une justification spécifique doit être apportée afin de justifier de la raideur en plan du diaphragme.

Le diaphragme avec ouvertures est considéré comme rigide si lorsqu'il est modélisé avec sa flexibilité en plan effective, ses déplacements n'ex- cèdent en aucun point les déplacements du diaphragme rigide de plus de 10 %. L'étude est alors effectuée selon la méthode décrite pour les diaphragmes pleins.

Dans le cas contraire, les zones avec ouvertures ne sont pas considérées dans le calcul du diaphragme, mais comme des zones opaques. Il est alors nécessaire de vérifier que ces zones et leurs jonctions permettent bien le transfert des efforts horizontaux.

8. Vérifications spécifiques aux murs

8.1. Chargement

8.1.1. Charges perpendiculaires à la surface du panneau

Pour la reprise des charges perpendiculaires à la surface du panneau HASSLACHER CLT (action du vent), l'étude est similaire à celle d'un élément de plancher soumis à la flexion plane. (cf : §7.11 et §7.21).

Il convient de vérifier aux ELU les contraintes de flexion et de cisaillement induites par ces charges conformément au §6.31 et de vérifier aux ELS les flèches des panneaux selon §6.43.

8.1.2. Charges verticales

La résistance des éléments porteurs verticaux soumis à des charges verticales dans leur plan doit être justifiée vis-à-vis du risque de flambement hors plan.

Cette justification est effectuée conformément aux principes exposés au §4.3.3 du CPT 3802_P02.

8.2. Vérifications sous charges verticales

8.2.1. Compression ou traction simple

Pour les murs non sollicités par des actions horizontales perpendiculaires au plan (mur intérieur par exemple), la vérification est effectuée conformément au §4.3.3.3 du CPT 3802_P02.

8.2.2. Compression et flexion combinées

Le calcul des efforts de compression et de flexion combinés doit être mené selon le §4.3.3.2 du CPT 3802_P02.

8.2.3. Compression oblique

Le calcul de compression oblique s'effectue conformément au §4.3.3.4 du CPT 3802_P02

8.2.4. Compression sous charge ponctuelle

La vérification est effectuée selon les principes détaillés au §4.3.3.5 du CPT 3802_P02

8.3. Vérifications sous charges horizontales

8.3.1. Rôle de contreventement

Pour des panneaux HASSLACHER CLT utilisés en contreventement, les principes de dimensionnement sont détaillés au §4.3.4.1 du CPT 3802_P02.

8.3.2. Cisaillement dans le plan

La vérification du cisaillement en plan est effectuée conformément au §4.3.4.2 du CPT 3802_P02

8.3.3. Conception des ancrages en pieds

Deux types d'efforts sont induits en pied des panneaux soumis à une poussée horizontale dans leur plan :

- les efforts de soulèvement d'une part, induits par le mouvement de rotation (basculement ou renversement) généré par l'application de la poussée en tête de mur ;
- les efforts de cisaillement d'autre part, correspondant à l'effort horizontal de contreventement transmis au support du mur.
- De manière générale on privilégiera une conception dans laquelle :
- les ancrages, reprenant les efforts de soulèvement ainsi générés, sont dimensionnés pour ne reprendre que ces efforts ; et
- l'effort tranchant à la base des éléments porteurs verticaux est alors équilibré par des connecteurs dédiés à cet usage et n'intervenant pas dans l'équilibrage des efforts de soulèvement.

8.3.4. Vérification des assemblages entre panneaux adjacents

Lorsque l'on se place dans la configuration considérant les liaisons entre panneaux, il est nécessaire de porter une attention particulière à la conception des assemblages entre panneaux adjacents afin d'assurer le transfert entre eux des efforts de cisaillement induits par les efforts de contreventement.

Les assemblages entre panneaux dans un même plan sont décrits au §5.51.

8.3.5. Efforts de traction-compression dus au renversement

L'application en tête de mur de la poussée horizontale dans le plan des panneaux génère un moment de renversement (ou basculement) qui doit être

vérifié.

Cette vérification est à effectuer conformément au §4.3.4.5 du CPT 3802_P02.

8.4. Déformation des panneaux

La déformation des panneaux CLT est le résultat de 3 déformations.

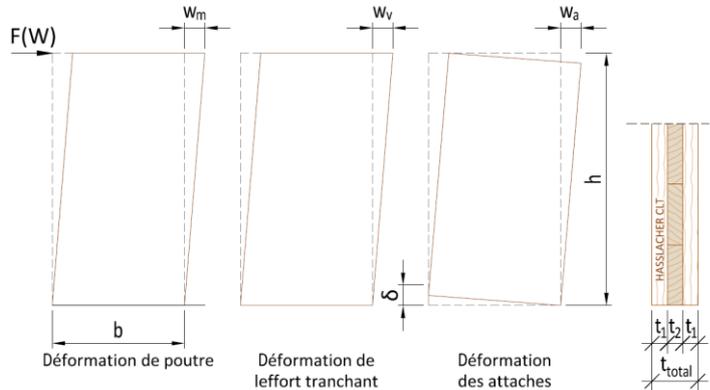


Figure 11 - Déformation des panneaux CLT

Déformation de poutre

$$w_m = \frac{F \cdot h^3}{3 \cdot E_{x, mean} \cdot I_{ap}}$$

Déformation de l'effort tranchant

$$w_v = \frac{F \cdot h}{0.75 \cdot G_{yz, mean} \cdot A}$$

Déformation des attaches (raideur des attaches)

$$w_a = \frac{F \cdot h^2}{b^2 \cdot k}$$

Déformation totale horizontale

$$w_{hor} = w_m + w_v + w_a$$

où :

F	effort en tête de mur, soit W_i
$E_{x, mean}$	module d'élasticité moyen dans le plan du panneau
I_{ap}	$\sum \frac{t_x \cdot b^3}{12}$ (somme des inerties des plis verticaux)
A	aire totale du CLT, soit $b \cdot t_{total}$
$0.75G_{yz, mean}$	module de cisaillement dans le plan du panneau
k	raideur de l'attache (selon k_{ser} , glissement d'assemblage)
δ	déplacement vertical selon la raideur de l'attache

Les critères de flèches sont spécifiés au §6.43.

8.5. Vérification des linteaux

On distingue les configurations de linteaux suivantes :

- les linteaux constitués de poutres rapportées en bois ou dérivés du bois ou d'autres matériaux et appuyés sur des entailles dans le panneau de mur ;
- les linteaux constitués de pièces rapportés de panneau structural massif bois et appuyés sur des entailles dans le panneau de mur ;

- les linteaux faisant partie intégrante du panneau (linteau résultant de la découpe de l'ouverture dans le panneau).

8.5.1. Linteaux constitués de poutres rapportées

Les principes de vérification à appliquer sont ceux précisés au 4.3.6.1 du CPT 3802_P02

8.5.2. Linteaux faisant partie intégrante du panneau

Les principes de vérification à appliquer sont ceux précisés au 4.3.6.2 du CPT 3802_P02

8.6. Distribution des charges concentrées dans les éléments de mur

Se référer au §4.3.7 du CPT 3802_P02

9. Sismique

9.1. Principes généraux

L'étude sismique est effectuée selon la norme NF EN 1998-1-1 et son annexe nationale.

Les effets sismiques sur la structure sont déterminés par une analyse élastique linéaire, deux méthodes peuvent être utilisées :

- La méthode d'analyse par forces latérales de la norme NF EN 1998-1-1 (§4.3.3.2) - pour les bâtiments respectant les conditions indiquées dans ce même paragraphe, avec notamment les critères de régularité en plan et en élévation donnés en EN1998-1-1 (§4.2.3).
- L'analyse modale utilisant les spectres de réponse de la norme NF EN 1998-1-1 (§4.3.3.3) - qui est applicable à tous les types de bâtiments.

Le bâtiment est ensuite dimensionné soit en suivant le principe de comportement de structure (§8.1.3) :

- soit dissipatif (classe de ductilité M) - DCM
- soit faiblement dissipatif (classe de ductilité L) – DCL.

Les coefficients de comportements utilisés sont $q=2$ pour la classe DCM et $q=1,5$ pour la classe DCL. (Tableau 8.1). Si le bâtiment est irrégulier en élévation (voir §4.2.3.3), il convient de réduire ces valeurs de 20 %, sans qu'il soit nécessaire de les prendre inférieures à $q=1,5$. (8.3).

Les coefficients de modification k_{mod} correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

Le coefficient partiel γ_M pris en compte dépend du principe de comportement de la structure :

- pour le comportement dissipatif (DCM) on peut appliquer $\gamma_M=1,0$.
- pour le comportement faiblement dissipatif (DCL) on conserve les coefficients relatifs aux combinaisons fondamentales ;
Lorsqu'ils sont prévus en zone sismique, les panneaux utilisés en plancher doivent être organisés afin d'observer les points suivants :
- l'intégrité de la structure lors d'un séisme,
- la fonction tirant-buton horizontal, assurée uniquement par les plis orientés dans le sens de l'effort à reprendre. La valeur de l'effort tirant-buton doit être déterminée par une étude sismique spécifique. Ceteffort sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 15 kN ou l'effort de tirant-buton déterminée par calcul,
- la fonction diaphragme horizontal avec justification des jonctions entre panneaux adjacents pour les efforts de cisaillement induits.

La justification des panneaux utilisés en murs de contreventement en zone sismique doit être effectuée en :

- menant les vérifications précisées dans les parties §6 et §8 du présent document ;
- réalisant la fixation des panneaux au soubassement béton :
 - soit par des tiges d'ancrage et/ou bêches, le dimensionnement étant réalisé selon les dispositions de la norme NF EN 1993-1-8 pour les boulons d'ancrage tendus ;
 - soit par des chevilles bénéficiant d'une ETE visant une utilisation en béton fissuré et sous sollicitation sismique (catégorie C2), le dimensionnement tenant compte des dispositions spécifiques de l'ETE pour cet usage ; on considère en outre un diagramme d'interaction linéaire pour justifier les chevilles sous charges combinées de traction et de cisaillement.

NOTE : Il est fréquent que l'ETE de la cheville limite la capacité résistante en cisaillement de ces chevilles à la moitié de celle indiquée sous sollicitation statique.

9.2. Principe de dimensionnement en comportement de structure faiblement dissipatif (DCL)

En zone sismique, les différents organes d'assemblages doivent dissiper l'énergie et conférer de la ductilité à la structure, à l'exception des ancrages. Ainsi, la rupture doit être orientée dans ces organes et non pas dans les panneaux dont la rupture en cisaillement est considérée fragile.

Ces organes jouent alors le rôle de dissipateur de la structure. La conception des assemblages est réalisée suivant les prescriptions de la norme NF EN 1995-1-1 et son amendement A1. Il convient de s'assurer que le mode de rupture obtenu est celui de la plastification de l'organe d'assemblage.

En outre, les ancrages devront avoir une résistance et une raideur grandes devant celles des autres assemblages pour garantir un bon comportement dissipatif de la structure. Le dimensionnement des ancrages au soubassement béton réalisé en multipliant les actions par 4/3 satisfait à cet objectif.

NOTE : Ce coefficient (4/3) correspond au coefficient retenu dans les recommandations de la CNC2M concernant la justification des ouvrages en classe de ductilité DCL et DCL+.

9.3. Principe de dimensionnement en comportement de structure dissipatif (DCM)

La conception de l'ouvrage suivant le principe de comportement de structure dissipatif (DCM) impose de porter la plus grande attention à la conception des assemblages (vis de liaison, équerres, ancrages, etc....) au regard des efforts de cisaillement engendrés par l'action sismique. A ce titre, il convient :

- de hiérarchiser les zones de rupture dans les organes d'assemblage des panneaux en vérifiant la résistance suffisante des panneaux dont la rupture en cisaillement est considérée fragile ;
- d'exploiter la source de ductilité des organes d'assemblage des ancrages et équerres, la justification de la capacité résistante étant menée suivant les principes la norme NF EN 1995-1-1 en s'assurant que le mode de rupture obtenu est celui de la plastification de l'organe d'assemblage ; les organes de fixation de type broches ne sont pas admis sans disposition complémentaire s'opposant à leur arrachement

; les pointes lisses ne sont pas admises ;

- de s'assurer que les connecteurs tridimensionnels mis en œuvre satis- fassent les critères fixés pour la classe de ductilité M au §8.3(3)P de la norme NF EN 1998-1-1 :
 - l'AT ou l'ETE précise leur comportement sous sollicitation cyclique, lorsqu'ils relèvent de ce type d'évaluation au sens du §2.3.3.1 ;
 - En classe DCM, les connecteurs mécano-soudés peuvent être utilisés uniquement pour l'assemblage des panneaux ne participant pas à la transmission des efforts sismiques.
- de s'assurer que le dimensionnement des ancrages de panneaux sera réalisé en appliquant les principes du dimensionnement en capacité de la norme NF EN 1998-1 en considérant un coefficient de sur-résistance pour l'ancrage $\gamma_{rd} = 1,3$ pour les murs formés d'un seul panneau continu et $\gamma_{rd} = 1,6$ pour les murs formés de plusieurs panneaux assemblés par des vis.

Ces dispositions s'appliquent également aux liaisons entre diaphragmes horizontaux et diaphragmes verticaux.

NOTE : Il résulte de ce qui précède que les seules zones de dissipation à considérer se situent au niveau des liaisons autres que les ancrages et les liaisons externes entre diaphragmes verticaux et horizontaux.

9.4. Exemples de solutions constructives

Les dispositions constructives proposées ci-après sont destinées à assurer le transfert des efforts du niveau supérieur au niveau inférieur. Le présent document fait l'hypothèse d'une séparation des rôles entre :

- les équerres destinées à reprendre les efforts de cisaillement et à les transférer au plancher ;
- les ancrages ou les plaques destinés à reprendre les efforts de soulèvement.
- Le soulèvement est généralement le point critique amenant la ruine. Les meilleures performances (résistance et ductilité) sont obtenues en assurant un transfert vertical très performant et en dimensionnant les équerres de manière à obtenir la plastification au niveau des vis sous effort horizontal.

Les trois exemples ci-après sont envisageables pour reprendre les efforts verticaux :

- L'utilisation d'une plaque continue en façade ;
- la plaque en façade peut être complétée par des ancrages côté intérieur;
- des ancrages seuls peuvent être utilisés lorsqu'ils sont reliés verticalement.

Les équerres doivent être suffisamment nombreuses pour reprendre la totalité des efforts de cisaillement en pied de paroi verticale ainsi que les efforts provenant du diaphragme s'il y a lieu. Il est nécessaire d'utiliser un minimum de deux équerres avec 6 vis chacune pour chaque panneau quel que soit sa longueur afin d'assurer la ductilité d'ensemble. Les équerres et ancrages doivent être dimensionnés de manière à ce que la rupture se produise en premier lieu dans les vis des parties verticales des connecteurs. Le mode de rupture des vis doit également être ductile.

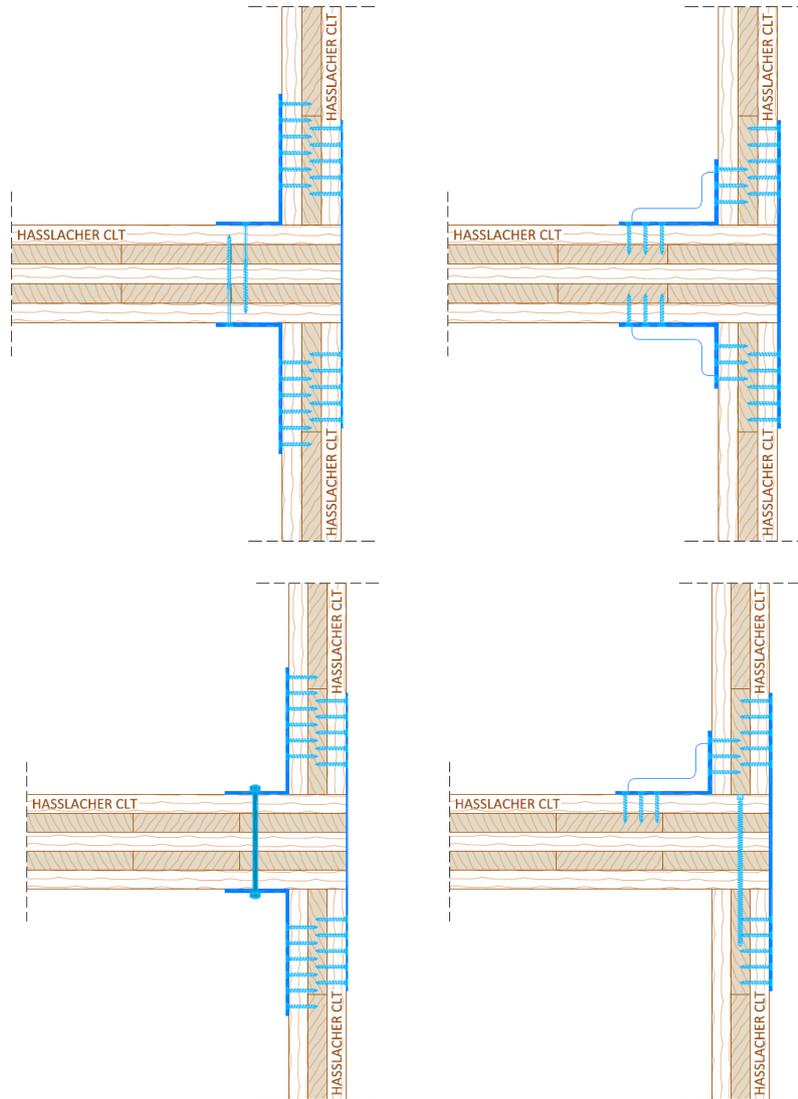


Figure 12 - Exemples de liaison plancher / mur destinées à assurer le transfert des efforts du niveau supérieur au niveau inférieur

10. Sécurité incendie

10.1. Résistance et réaction au feu

La résistance ainsi que la réaction au feu des panneaux HASSLACHER CLT font l'objet de l'appréciation de laboratoire AL21-308 réalisée par le CSTB.

10.2. Réaction au feu

La réaction au feu est exprimée selon les Euroclasses définies dans la norme NF EN 13501-1. Les panneaux HASSLACHER CLT bénéficient d'un classement conventionnel D-s2, d0.

Des produits bénéficiant de PV de classement en réaction au feu sur des supports bois et permettant d'améliorer la réaction au feu du panneau HASSLACHER CLT peuvent être appliqués.

10.3. Propagation du feu aux façades

Conformément à l'arrêté du 24 mai 2010, et dans les limites d'application de celui-ci, les dispositions constructives permettant à la façade de participer à l'indice C+D (écran thermique, jonction façade/plancher) ainsi que les dispositions visant à limiter le risque de propagation du feu en façade sont déterminées par application des dispositions de l'Instruction Technique 249, précisée et complétée par le guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » rédigé en application de l'Instruction Technique 249 (qui a valeur d'appréciation de laboratoire) ainsi que par l'appréciation de laboratoire au feu AL21-308.

Il est possible d'optimiser ou bien de justifier des solutions de façade bois non décrites dans le présent document. Ces solutions pourront faire l'objet d'une Appréciation de laboratoire sur le risque de propagation du feu par la façade dans les conditions fixées au chapitre 5.3 de l'Instruction Technique n°249.

11. Constituants des complexes

11.1. Étanchéité à l'eau

Les panneaux HASSLACHER CLT eux-mêmes ne sont pas destinés à jouer un rôle seul vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau. Les parois exposées au climat extérieur doivent donc obligatoirement être revêtues.

11.2. Plis de parements

Des plis de parement à base de bois (éventuellement d'une autre essence) peuvent être rapportés sur les panneaux HASSLACHER CLT pour fournir un aspect visuel particulier.

Ces plis ne sont pas destinés à assurer un rôle structurel.

Lorsque nécessaire, pour prévenir tout impact sur la symétrie géométrique et/ou mécanique du panneau, ces plis sont mis en œuvre par le biais d'une ossature secondaire sur la surface des panneaux HASSLACHER CLT.

11.3. Pare vapeur

Concernant les murs extérieurs, un pare vapeur sera systématiquement mis en œuvre sur la face du Panneau CLT exposée au climat intérieur (entre le panneau CLT et l'ouvrage en plaque de plâtre). La valeur de Sd du pare-vapeur sera au minimum de 18m lorsque le revêtement extérieur est ventilé et de 90m le cas contraire.

11.4. Bardages rapportés

Un revêtement extérieur conforme au NF DTU 41.2 peut être mis en œuvre sur parois en panneaux HASSLACHER CLT dans le respect des dispositions du NF DTU 31.2. Compte-tenu de la nature massive du support (épaisseur pleine et continue de mini 60 mm), l'ossature du bardage peut être fixée selon un calepinage dépendant uniquement de ce dernier (contrairement à un système sur COB pour lesquelles les fixations doivent être localisées au droit des montants de l'ossature.)

11.5. Autres revêtements extérieurs

Le panneau HASSLACHER CLT permet par ailleurs la mise en œuvre de vêtture, vêtage ou système d'isolation thermique par enduit sur isolant (ETICS). La mise en œuvre sera alors conforme à l'évaluation technique du revêtement extérieur.

12. Mise en œuvre

12.1. Plans de pose et d'exécution

La pose et l'exécution des panneaux HASSLACHER CLT font l'objet de plans et de documents suffisants pour définir entièrement les dispositions des ouvrages à réaliser, et portent la marque commerciale du procédé, l'identification du site de fabrication et les références à l'AT.

Figurent notamment sur ces plans et documents :

- Les hypothèses de charge appliquées sur l'ouvrage concerné ;
- La définition des panneaux HASSLACHER CLT spécifiées (type, dimensions, etc.) ;
- La définition des autres éléments de structure prépondérants (connecteurs, accessoires et/ou renforts divers, ...) ;
- Le repérage des panneaux HASSLACHER CLT et celui de leur implantation par rapport à la structure ;
- Les dispositions à respecter pour les appuis, assemblages, détails de pose spécifiques ;
- Le cas échéant, les dispositions complémentaires et leurs justifications permettant d'assurer les fonctions de diaphragme ou de stabilité (provisoire et définitive) de l'ouvrage ;
- Les conditions de stockage et de manutention ;
- Les indications que le présent AT font obligation de faire figurer sur les documents de pose et d'exécution.

Ces éléments figurent sur le « plan de pose ». Celui-ci est établi soit par un bureau d'études, soit par le fabricant, soit par une entreprise disposant d'un bureau d'études qualifié. Dans ce dernier cas, les indications doivent être complétées par le bureau d'études chargé de l'étude d'exécution du bâtiment en ce qui concerne les interfaces avec les autres parties de l'ouvrage.

12.2. Sécurité

D'une manière générale, et quelle que soit la fonction des panneaux dans l'ouvrage, la mise en œuvre de ceux-ci impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

La sécurité du travail sur chantier peut être normalement assurée, moyennant les précautions habituelles à prendre pour la manutention d'éléments préfabriqués de grandes dimensions. Compte tenu des grandes surfaces de prise au vent et de la légèreté des éléments HASSLACHER CLT, une attention particulière doit être apportée à la vitesse du vent lors du levage.

12.3. Livraison

Les panneaux seront généralement livrés directement sur chantier, en juste à temps, par transport routier prêts à grutés. Les panneaux de murs sont usuellement transportés en position verticale avec chevalet et les panneaux de planchers en position horizontale. Le taux d'humidité moyen des panneaux sortant d'usine est de 12 % environ. L'entreprise en charge des travaux doit prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'humidité trop importantes avant la mise hors d'eau du bâtiment. En cas de stockage sur chantier, il doit être effectué sur une aire plane et stable prévue par la maîtrise d'œuvre. Les panneaux ne doivent pas être en contact direct avec le sol, le stockage doit permettre la circulation de l'air et éviter la condensation, et les panneaux doivent être protégés contre la salissure et les risques de réhumidification. Pour les panneaux de qualité visible, une protection contre les U.V. et les salissures peut s'avérer nécessaire.

12.4. Réception

Avant le levage des panneaux structuraux massifs bois pour leur positionnement dans l'ouvrage, il convient de :

- vérifier les tolérances d'exécution du support, le cas échéant corrigées par calage (voir notamment les dispositions du §5.46 et du §5.47) ;
- vérifier les éléments clés du protocole de montage, notamment la visibilité du poids des panneaux, les points de levage et la capacité des moyens de levage ;

12.5. s'assurer de la présence et de la bonne disposition des éléments participant à l'étanchéité à l'eau (provisoire et/ou définitive) et à l'air entre le support et les panneaux. Levage

Les points d'attache sont conçus et dimensionnés par le concepteur et/ou l'entreprise HASSLACHER. Pour le levage, les murs sont généralement munis de deux points d'ancrage tandis que les planchers en ont quatre. La conception prend notamment en compte le poids de chaque élément, le transport (position, orientation, etc.) et les contraintes de levage de l'entreprise de pose. Toute la chaîne de manutention doit être dimensionnée de sorte de supporter les charges induites par les panneaux HASSLACHER CLT.

Les points de levage peuvent être des sangles, des crochets, des plaques ou tout autre moyen d'attache permettant d'assurer la sécurité nécessaire lors de la manutention. Les modes de manutention prévus ainsi que les points de levage sont précisés et sont clairement identifiables pour chaque panneau livré sur chantier ainsi que sur les plans, ils doivent être respectés sur le chantier.

Les contraintes provoquées par le levage peuvent être supérieures à celles subies par l'élément en service dans l'ouvrage. Une attention particulière sera accordée aux éléments comprenant des ouvertures, elles peuvent au besoin être renforcées par le biais d'entretoises pour renforcer le panneau lors du levage (bandes de panneaux lamellé croisé conservées pour le levage et découpées par la suite ou pièces de bois rapportées), renforts à dimensionner en fonction des efforts induits par le levage.

12.6. Phase provisoire

Lors des phases provisoires, et tant que l'ensemble des éléments nécessaires au contreventement définitif de l'ouvrage ne sont pas mis en œuvre, la stabilité des panneaux, en position verticale ou horizontale, doit être assurée au moyen d'un étaielement garantissant la stabilité particulière de chaque élément et la stabilité générale du bâtiment en cours de construction.

L'entreprise en charge des travaux doit aussi prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'humidité trop importantes après la pose, en attendant la mise hors d'eau de la structure. Il convient également de veiller à protéger les points singuliers. Pour les murs, les points singuliers à protéger sont les parties horizontales telles que les têtes de mur et les têtes d'allège. Pour les planchers, il convient de protéger les nez de dalle et de disposer une étanchéité provisoire qui couvre la surface des planchers. Il convient également de chasser toute stagnation d'eau.

12.7. Réception du support CLT

Pour les éléments de plancher, les vérifications suivantes devront être réalisées sur le support :

- La vérification de l'humidité devra être réalisée conformément au guide Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier (CODIFAB – Avril 2020) en considérant les compléments suivants :
 - La mesure d'humidité doit être effectuée le jour de la pose du film de polyéthylène ;
 - Celle-ci sera localisée en deux points de contrôle dans un logement : Un proche de la façade, et un au centre d'une pièce ;
 - L'humidité devra être relevée à 2cm de profondeur ;
 - Les résultats obtenus devront être de $15\pm 3\%$ si la structure a été dimensionnée en classe de service 2 et de $12\pm 2\%$ si la structure a été dimensionnée en classe de service 1
- Planéité et désaffleurement :
 - imposés par le référentiel de la chape ou du revêtement de sol ou, à défaut, ceux du DTU 51.3. ;
 - En cas de reprise de désaffleurement, un ponçage de 5mm au plus pourra être réalisé par le charpentier ;
- Largeur des joints entre panneaux :
 - La vérification de la largeur de joint devra être réalisée et consignée par le charpentier avant la mise en place des bandes adhésives. Si l'ouverture du joint est inférieure à 2mm, il n'est pas nécessaire de traiter les joints. Lorsque l'ouverture des joints est supérieure à 2mm sans dépasser 10mm, ceux-ci doivent être remplis de mastics souples compatibles avec les éléments bois et doivent être affleurés. La mise en œuvre de ce mastic sera réalisée par le charpentier ;



- Continuité au droit des appuis :
 - Il est à vérifier que la rotation sur appui induit une ouverture entre deux panneaux inférieure à 2mm. Lorsqu'elle est nécessaire pour le revêtement de sol, la continuité peut être réalisée par la mise en place d'une jonction par languette sur le panneau CLT support n'est pas continu sur appuis.

12.8. Assistance technique

Une assistance technique est assurée par le groupe Hasslacher par le biais de ses représentants en France. Hasslacher est en mesure de fournir cette assistance technique, ou de proposer une liste de bureaux d'études compétents.

12.9. Données Environnementales

HASSLACHER CLT présente une déclaration EPD (Environmental Product Declaration), disponible en téléchargement sur le site www.hasslacher.com.

B. Résultats expérimentaux

European Technical Assessment ETA-12/0281 of 09.11.2020 HASSLACHER CROSS LAMINATED TIMBER, Solid wood slab elements to be used as structural elements in buildings. 09.11.2020

Agrément technique européen ETA-12/0281 en date du 09.11.2020 Panneaux en bois massif contrecollé Hasslacher, Éléments en bois massif en utilisation structurelle

Test report: Prüfbericht hbf 04/2017 «Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von BSP», Graz, 14. Februar 2018

Rapport d'essais: Rapport d'essais hbf 04/2017 « Essais en vue de la détermination des caractéristiques mécaniques du CLT », effectués à Graz (AT) en Février 2018

Test report: Prüfbericht Nr. PB20-303-1-01, Prüfung zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften von Brettsperrholz gemäß EAD 130005-00-0304, Graz. 12.08.2020

Rapport d'essais: Rapport d'essais No. PB20-303-1-01 « Essais en vue de la détermination des caractéristiques mécanique de bois massif contrecollé selon EAD 130005-00-0304 », Graz 12.08.2020

Test report: Bericht Nr. 1301/2020 – RB, Prüfung zur Erweiterung der ETA-12/0281 für geklebtes Brettsperrholz. Wien. 12.08.2020

Rapport d'essais : Rapport d'essais No. 1301/2020-RB, « Essais en vue de l'extension de l'ATE-12/0281 » Vienne, 12.08.2020

Expert opinion No. GU14-307-4-01 Exzellent Lamellas, Graz, 14.11.2014

Rapport d'expert No. GU14-307-4-01 concernant les lamelles de parement « Excellence », Graz, 14.11.2014

Test report: Kurzbericht «Zusammenfassende Darstellung der Prüfungen zur Bestimmung der mechanischen Zugkenngrößen von HASSLACHER Exzellentlamellen. Graz. 20.12.2017

Rapport d'essais: Rapport de synthèse « Présentation synthétique des essais de détermination des caractéristiques mécaniques des lamelles Hasslacher Excellence en traction », Graz, 20.12.2017

Shaking-table test of a cross-laminated timber structure, ice Institution of Civil Engineers, Structures and Buildings Volume 168 Issue SB11. 22/06/2015.

Essai sur table vibrante d'une structure en bois massif contrecollé, ice Institution of Civil Engineers, Structures and Buildings Volume 168 No SB11, 22.06.2015

Construction with Cross-Laminated Timber in Multi-Storey Buildings – Focus on Building Physics, Holzforschung Austria, Issue 72, Vienna, May 2021. https://www.hasslacher.com/data/dateimanager/broschuere/HNT-Guidelines_building_physics_CLT.pdf

« Construction de bâtiments à plusieurs étages en bois massif contrecollé – Focus sur la physique du bâtiment », [Holzforschung Austria, No 72, Vienne, Mai 2021](https://www.holzforschung.at/ausgaben/ausgaben-archiv/ausgaben-archiv-2021/ausgaben-archiv-2021-05)

Noise protection: Prüfberichte Zl. 0419-15 a, b, c, d, e. Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt Villach Baustoffprüfstelle Staatliche Prüf- und Überwachungsstelle, Villach. 17.12.2015

Protection acoustique: Rapport d'essais Zl. 0418-15 a, b, c, d, e. Centre national supérieur d'enseignement et d'essais de Villach, Laboratoire accrédité d'essais et de contrôle, Villach, 17.12.2015

Test report: esablishing the mass burning rate, IBS – Insitut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung Linz, report no.: 315103004-2-en, Linz. 03.07.2019

Rapport d'essais: Détermination du taux de combustion, IBS – Institut de recherche sur la sécurité incendie, Linz, No : 315103004-2-en, Linz, 03.07.2019

C. Références

Nom du projet	Lien	Hauteur[m]	Volume CLT [m³]
Wooden-Origami-Studio Gmünd	https://www.hasslacher.com/wooden-origami-studio-gmuend	6	26
Living with lake view	https://www.hasslacher.com/living-with-lake-view	12	192
Sparkasse Villacher Straße	https://www.hasslacher.com/en-sparkasse-villacher-strasse	6	231
Amerika Hotel Holzer	https://www.hasslacher.com/amerika-holzer-hotel	12	386
Football stadium and club house	https://www.hasslacher.com/sachsenburg-stadium	10	71
Holiday apartments and office building Atelier Ronacher	https://www.hasslacher.com/holiday-apartments-and-office-building-atelier-ronacher	12	122
Chapel of Rest	https://www.hasslacher.com/chapel-of-rest-sankt-jakob	6,5	18
Viewing tower Pyramidenkogel	https://www.hasslacher.com/viewing-tower-pyramidenkogel	100	164
Raser single family dwelling	https://www.hasslacher.com/raser-single-family-dwelling	7	72
Church and community center of Rif	https://www.hasslacher.com/church-and-community-center-of-rif		
Reconstruction of the Kärntner Sparkasse in Klagenfurt	https://www.hasslacher.com/reconstruction-of-the-kaerntner-sparkasse-in-klagenfurt	6	156
Annex cross laminated timber	https://www.hasslacher.com/annex-cross-laminated-timber	3	8
Red Bull Energy Station - Moto GP	https://www.hasslacher.com/en/red-bull-energy-station-moto-gp	9,5	98
Parking garage Switzerland	https://www.hasslacher.com/parking-garage-switzerland	12	3.600
Office Faltheiner	https://www.hasslacher.com/office-faltheiner	6,5	63
Vitsoe Headquarters	https://www.hasslacher.com/vitsoe-headquarter	7,5	631
Residential complex „Integrationen Linköping“	https://www.hasslacher.com/residential-complex-linkoeeping	34	2.300
HBLA Pitzelstätten	https://www.hasslacher.com/en-hbla-pitzelstaetten	9,5	2.000
Red Bull F1 Energy Station	https://www.hasslacher.com/en/red-bull-f1-energy-station	10,5	300
HoHo Vienna	https://www.hasslacher.com/en/hoho-wien	84	1.600
HASSLACHER Group plant expansion	https://www.hasslacher.com/hasslacher-group-plant-expansion	12	1.300
Hotel extension Hirzinger	https://www.hasslacher.com/hotel-extension-hirzinger	3	250
Salt storage hall Stassfurt	https://www.hasslacher.com/salt-storage-hall-stassfurt	23	260
House "Krokodil"	https://www.hasslacher.com/house-krokodil	26	4.950

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 : Caractéristiques mécaniques des couches des panneaux HASSLACHER CLT selon l'ATE-12/0281

Caractéristiques mécaniques en N/mm ² selon l'ATE-12/0281		
	CL26E11.8	CL36E14.7
$f_{m,k}$ $f_{m,y,k}$	$1/k_{sys}^{1)} \cdot 26,4$ 24	$1/k_{sys}^{1)} \cdot 36$ 24
$f_{m, edge, x, k}$	24	34,5
$f_{t, x, k}$ $f_{t, y, k}$	14	19,5 14
$f_{t, z, k}$	0,12	
$f_{c, x, k}$ $f_{c, y, k}$	21	24,5 21
$f_{c, z, k}$	2,5	
$f_{v, k}$	4	4
$f_{r, k}$	1,5	
$f_{v, xy, net, k}$ $f_{v, yx, net, k}$	4	
$f_{v, xy, gross, k}$ $f_{v, yx, gross, k}$	3	
$f_{v, tor, node, k}$	2,5	
$E_{x, mean}$ $E_{y, mean}$	11.800 11.600	14.700 3s, 5s, 7ss 14.600 9ss 14.400 7s 14.000 9s
$E_{z, mean}$	300	370
$G_{xz, mean}$ $G_{yz, mean}$	560	690
$G_{xy, mean}$ $G_{yx, mean}$ $G_{tor, mean}$	250	
$G_{r, mean}$	50	
ρ_k	1,1 $\rho_{lay, k}$	
ρ_{mean}	$\rho_{lay, mean}$	

¹⁾ $k_{sys} = \max [1, 1 - 0,025 \cdot n; 1]$ n...nombre de plis dans la couche supérieure

Tableau 2 : Caractéristiques mécaniques des couches des panneaux HASSLACHER CLT

Caractéristiques mécaniques des couches en N/mm ² selon la norme EN 338		
	T14	T26
$f_{m,k}$	20,5	35
$f_{t,0,k}$	14	26
$f_{t,90,k}$	0,4	
$f_{c,0,k}$	21	28
$f_{c,90,k}$	2,5	2,9
$f_{v,k}$	4	
$E_{t,0,mean}$	11.000	14.000
$E_{t,0,k}$	7.400	9.400
$E_{90,mean}$	370	470
G_{mean}	690	880
ρ_k	350	410
ρ_{mean}	420	490

Tableau 3 – Caractéristiques géométriques des panneaux HASSLACHER CLT CL26E11.8 (x:C24|T14/y:C24|T14)

Caractéristiques géométriques des sections de panneaux HASSLACHER CLT dans la direction x - sens parallèle aux plis extérieurs - Essence : EPICEA																		
réf panneau		$E_{x,mean} = 11800 \text{ N/mm}^2$										Valeurs calculées avec la méthode Gamma pour une largeur de panneau de 100cm						
		$G_{mean} = 690 \text{ N/mm}^2$																
		$G_{r,mean} = 50 \text{ N/mm}^2$																
nb de plis	épaisseur totale (mm)	composition des panneaux								$A_{x,net} [\text{cm}^2]$	$I_{x,net} [\text{cm}^4]$	$W_{x,net} [\text{cm}^3]$	$i_{x,net} [\text{cm}]$	$I_{x,et} [\text{cm}^4]$				
														Portées				
								2 m	4 m	6 m	8 m							
3s	60	20	20	20							400	1733	578	2,08	1566	1688	1713	1722
	80	30	20	30							600	4200	1050	2,65	3642	4043	4129	4159
	90	30	30	30							600	5850	1300	3,12	4729	5518	5697	5763
	100	30	40	30							600	7800	1560	3,61	5897	7210	7525	7643
	120	40	40	40							800	13867	2311	4,16	9799	12531	13237	13505
5s	100	20	20	20	20	20					600	6600	1320	3,32	5391	6248	6439	6508
	120	30	20	20	20	30					800	12667	2111	3,98	9521	11691	12213	12407
	140	40	20	20	20	40					1000	21133	3019	4,60	14777	19047	20149	20568
	160	40	20	40	20	40					1200	30400	3800	5,03	21247	27396	28983	29585
	180	40	30	40	30	40					1200	40800	4533	5,83	24676	34970	37976	39160
200	40	40	40	40	40					1200	52800	5280	6,63	28105	43127	47997	49983	
7s	200	30	30	30	20	30	30	30			1200	48000	4800	6,32	30178	41230	44566	45953
	210	30	30	30	30	30	30	30			1200	54900	5229	6,76	33653	46208	50238	52026
	220	30	30	30	40	30	30	30			1200	62400	5673	7,21	32272	50444	56437	58896
	240	40	40	20	40	20	40	40			1200	84800	7067	8,41	43251	67750	76067	79586
	260	40	40	30	40	30	40	40			1400	105667	8128	8,69	52548	82705	93373	98106
280	40	40	40	40	40	40	40			1600	130133	9295	9,02	63011	99415	112816	119084	
7ss	200	60	30	20	30	60					1400	62467	6247	6,68	32375	50258	56333	58852
	210	60	30	30	30	60					1500	71325	6793	6,90	36782	57310	64284	67175
	220	60	30	40	30	60					1600	80933	7358	7,11	41631	64987	72922	76212
	240	80	20	40	20	80					2000	111467	9289	7,47	62077	92121	101861	105832
	260	80	30	40	30	80					2000	138667	10667	8,33	63122	105110	121247	128256
280	80	40	40	40	80					2000	169067	12076	9,19	64945	118219	141622	152377	
8s 8ss	300	40	40	30	80	30	40	40			1400	154867	10324	10,52	72719	115214	131143	138965
	320	40	40	40	80	40	40	40			1600	187733	11733	10,83	84773	134401	153604	163610
	300	80	30	80	30	80					2400	206400	13760	9,27	93550	156273	180378	190848
	320	80	40	80	40	80					2400	243200	15200	10,07	93246	169979	203680	219166

Caractéristiques géométriques des sections de panneaux HASSLACHER CLT dans la direction y - sens perpendiculaire aux plis extérieurs - Essence : EPICEA																		
réf panneau		E _{y,mean} = 11000 N/mm ²										Valeurs calculées avec la méthode Gamma pour une largeur de panneau de 100cm						
		G _{mean} = 690 N/mm ²																
		G _{r,mean} = 50 N/mm ²																
nb de plis	épaisseur totale (mm)	composition des panneaux								A _{y,net} [cm ²]	I _{y,net} [cm ⁴]	W _{y,net} [cm ³]	i _{y,net} [cm]	I _{y,ef} [cm ⁴]				
														Portées				
								1 m	1,5 m	2 m	3 m							
3s	60	20	20	20							200	67	67	0,58	67	67	67	67
	80	30	20	30							200	67	67	0,58	67	67	67	67
	90	30	30	30							300	225	150	0,87	225	225	225	225
	100	30	40	30							400	533	267	1,15	533	533	533	533
	120	40	40	40							400	533	267	1,15	533	533	533	533
5s	100	20	20	20	20	20					400	1733	578	2,08	1249	1474	1577	1660
	120	30	20	20	20	30					400	1733	578	2,08	1249	1474	1577	1660
	140	40	20	20	20	40					400	1733	578	2,08	1249	1474	1577	1660
	160	40	20	40	20	40					400	3733	933	3,06	2060	2731	3091	3416
	180	40	30	40	30	40					600	7800	1560	3,61	3642	5105	5994	6871
200	40	40	40	40	40					800	13867	2311	4,16	5743	8290	9991	11796	
7s	200	30	30	30	20	30	30	30			800	18667	2667	4,83	6661	10230	12710	15429
	210	30	30	30	30	30	30	30			900	22275	2970	4,97	7987	12235	15186	18422
	220	30	30	30	40	30	30	30			1000	26333	3292	5,13	9564	14550	18013	21811
	240	40	40	20	40	20	40	40			1200	30400	3800	5,03	12122	17853	21680	25741
	260	40	40	30	40	30	40	40			1200	40800	4533	5,83	12472	19765	25338	31999
280	40	40	40	40	40	40	40			1200	52800	5280	6,63	13044	21725	29001	38541	
7ss	200	60	30	20	30	60					600	4200	1050	2,65	2721	3358	3675	3947
	210	60	30	30	30	60					600	5850	1300	3,12	3181	4215	4790	5321
	220	60	30	40	30	60					600	7800	1560	3,61	3642	5105	5994	6871
	240	80	20	40	20	80					400	3733	933	3,06	2060	2731	3091	3416
	260	80	30	40	30	80					600	7800	1560	3,61	3642	5105	5994	6871
280	80	40	40	40	80					800	13867	2311	4,16	5743	8290	9991	11796	
8s 8ss	300	40	40	30	80	30	40	40			1600	70133	6376	6,62	23305	35361	44573	55585
	320	40	40	40	80	40	40	40			1600	85333	7111	7,3	23214	36779	48148	63053
	300	80	30	80	30	80					600	18600	2657	5,57	5484	8860	11441	14525
	320	80	40	80	40	80					800	29867	3733	6,11	7504	12387	16480	21846

Tableau 3 – Caractéristiques géométriques des panneaux HASSLACHER CLT CL36E14.7(x:T26/y:T14)

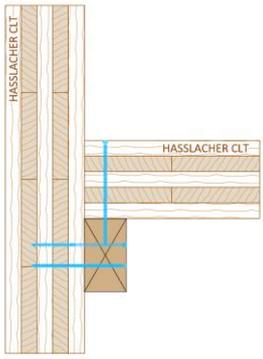
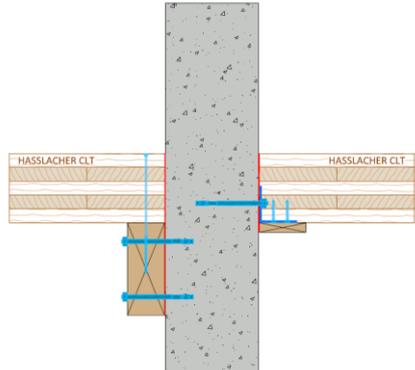
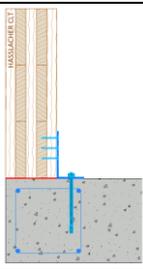
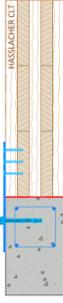
Caractéristiques géométriques des sections de panneaux HASSLACHER CLT dans la direction x - sens parallèle aux plis extérieurs - Essence : EPICEA																		
réf panneau		Ex,mean = 14700 N/mm ²										Valeurs calculées avec la méthode Gamma pour une largeur de panneau de 100cm						
		Gmean = 690 N/mm ²																
		Gr,mean = 50 N/mm ²																
nb de plis	épaisseur totale (mm)	composition des panneaux								A _{x,net} [cm ²]	I _{x,net} [cm ⁴]	W _{x,net} [cm ³]	i _{x,net} [cm]	I _{x,ef} [cm ⁴]				
														Portées				
												2 m	4 m	6 m	8 m			
3s	60	20	20	20														
	80	30	20	30														
	90	30	30	30														
	100	30	40	30														
	120	40	40	40					800	13867	2311	4,16	9166	12245	13091	13419		
5s	100	20	20	20	20	20												
	120	30	20	20	20	30												
	140	40	20	20	20	40			1000	21133	3019	4,60	13789	18599	19922	20433		
	160	40	20	40	20	40			1200	30400	3800	5,03	19824	26751	28655	29392		
	180	40	30	40	30	40			1200	40800	4533	5,83	22557	33794	37343	38777		
200	40	40	40	40	40			1200	52800	5280	6,63	25296	41285	46951	49337			
7s	200	30	30	30	20	30	30	30										
	210	30	30	30	30	30	30	30										
	220	30	30	30	40	30	30	30										
	240	40	40	20	40	20	40	40		1200	84800	7067	8,41	38755	64676	74250	78431	
	260	40	40	30	40	30	40	40		1400	105667	8128	8,69	47075	78860	90995	96530	
280	40	40	40	40	40	40	40		1600	130133	9295	9,02	56466	94705	109764	116960		
7ss	200	60	30	20	30	60												
	210	60	30	30	30	60												
	220	60	30	40	30	60												
	240	80	20	40	20	80			2000	111467	9289	7,47	56459	88436	99769	104541		
	260	80	30	40	30	80			2000	138667	10667	8,33	56349	99365	117660	125948		
280	80	40	40	40	80			2000	169067	12076	9,19	57240	110311	136260	148795			
8s 8ss	300	40	40	30	80	30	40	40		1400	154867	10324	10,52	65076	109700	127458	136264	
	320	40	40	40	80	40	40	40		1600	187733	11733	10,83	75893	127901	149068	160079	
	300	80	30	80	30	80			2400	206400	13760	9,27	83431	147689	175020	187401		
	320	80	40	80	40	80			2400	243200	15200	10,07	82170	158592	195959	214008		

Caractéristiques géométriques des sections de panneaux HASSLACHER CLT dans la direction y - sens perpendiculaire aux plis extérieurs - Essence : EPICEA																		
réf panneau		E _{y,mean} = 11000 N/mm ²										Valeurs calculées avec la méthode Gamma pour une largeur de panneau de 100cm						
		G _{mean} = 690 N/mm ²																
		G _{r,mean} = 50 N/mm ²																
nb de plis	épaisseur totale (mm)	composition des panneaux								A _{y,net} [cm ²]	I _{y,net} [cm ⁴]	W _{y,net} [cm ³]	i _{y,net} [cm]	I _{y,ef} [cm ⁴]				
														Portées				
														1 m	1,5 m	2 m	3 m	
3s	60	20	20	20														
	80	30	20	30														
	90	30	30	30														
	100	30	40	30														
	120	40	40	40						400	533	267	1,15	533	533	533	533	
5s	100	20	20	20	20	20												
	120	30	20	20	20	30												
	140	40	20	20	20	40				400	1733	578	2,08	1249	1474	1577	1660	
	160	40	20	40	20	40				400	3733	933	3,06	2060	2731	3091	3416	
	180	40	30	40	30	40				600	7800	1560	3,61	3642	5105	5994	6871	
200	40	40	40	40	40				800	13867	2311	4,16	5743	8290	9991	11796		
7s	200	30	30	30	20	30	30	30										
	210	30	30	30	30	30	30	30										
	220	30	30	30	40	30	30	30										
	240	40	40	20	40	20	40	40		1200	30400	3800	5,03	12122	17853	21680	25741	
	260	40	40	30	40	30	40	40		1200	40800	4533	5,83	12472	19765	25338	31999	
280	40	40	40	40	40	40	40		1200	52800	5280	6,63	13044	21725	29001	38541		
7ss	200	60	30	20	30	60												
	210	60	30	30	30	60												
	220	60	30	40	30	60												
	240	80	20	40	20	80				400	3733	933	3,06	2060	2731	3091	3416	
	260	80	30	40	30	80				600	7800	1560	3,61	3642	5105	5994	6871	
280	80	40	40	40	80				800	13867	2311	4,16	5743	8290	9991	11796		
8s 8ss	300	40	40	30	80	30	40	40		1600	70133	6376	6,62	23305	35361	44573	55585	
	320	40	40	40	80	40	40	40		1600	85333	7111	7,3	23214	36779	48148	63053	
	300	80	30	80	30	80				600	18600	2657	5,57	5484	8860	11441	14525	
	320	80	40	80	40	80				800	29867	3733	6,11	7504	12387	16480	21846	

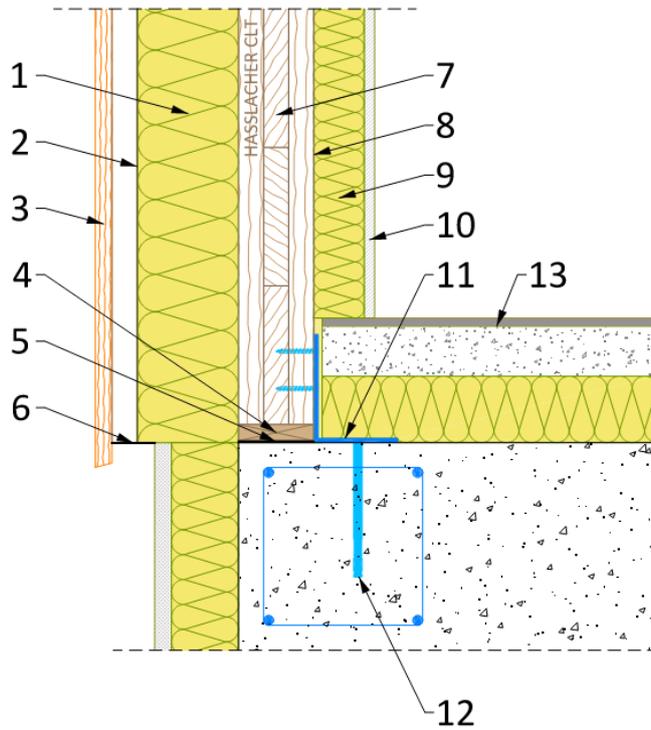
Tableau 10 – Exemples d’assemblages en angles

Assemblage	Détails	Utilisation	Exigences	Exemples
Vissage direct à chant	La vis pénètre le panneau cible à chant dans l'épaisseur du panneau		Vis sous ATE OU ETE visant la fixation en bois de bout dans du CLT	
Vissage direct lardé fie vissage à 90° n'est pas possible ou une augmentation de résistance de l'assemblage est recherchée).	Angle de vissage différent de 90°	Assemblage d'éléments de murs entre eux ; assemblage d'élément de plancher sur un élément de mur Assemblage d'élément de mur sur un élément de plancher	Vis sous ATE OU ETE visant la fixation dans du CLT. NOTE : La résistance de la vis étant sensible à la variation de l'angle de mise en œuvre, l'utilisation d'un gabarit de vissage est recommandée. A défaut, le calcul de la résistance devra prendre en compte cette variation.	
Clé et vis	Langue en panneau à base de bois préalablement vissée sur le panneau transversal avant le vissage direct à chant dans l'épaisseur du panneau Les panneaux à base de bois utilisés sont en contreplaqué lamibois (LVL) ou « trois-plis », tels que définis au §5-3,	Assemblage d'éléments de murs entre eux ; Assemblage d'élément de plancher sur un élément de mur Assemblage d'élément de mur sur un élément de	Vis sous ATE OU ETE visant la fixation en bois de bout dans du CLT	

<p>Connecteurs tridimensionnels</p>	<p>Éléments du commerce ou de ferrures mécano-soudées qui satisfont aux dispositions du §5,22. Un usinage peut être réalisé afin d'éviter une sur épaisseur et protéger la ferrure par un élément bois rapporté.</p>	<p>plancher</p>	<p>Choix de l'organe selon les dispositions du point 5,21 selon le nombre de plis traversés par l'organe de fixation incluant le plan de cisaillement métal-bois. Dans le cas d'un assemblage sur un support béton, le panneau doit être isolé de tout contact direct avec le support béton par une barrière de protection conforme aux prescriptions du NF DTU 31.2 partie 1-2 (CGM) visant les barrières d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bande d'arase).</p>	
-------------------------------------	--	-----------------	--	--

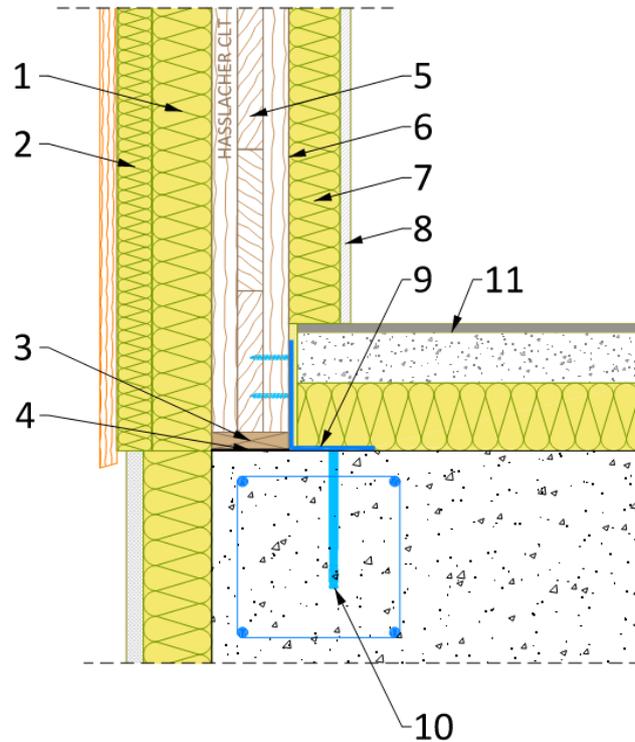
Assemblage	Détails	Utilisation	Exigences	Exemples
Muralière bois ou dérivé du bois ou cornière métallique vissée	Vissée au préalable sur le panneau de mur transversal, avant le vissage du panneau de plancher sur cette même pièce d'appui.	Élément de plancher sur un élément de mur	Vis sous ATE OU ETE visant la fixation dans du CLT	
	Assemblage sur support béton.		Vis sous ATE OU ETE visant la fixation dans du CLT ; La muralière (ou cornière métallique) est ancrée dans le support béton au moyen de chevilles de fixation ; La muralière bois comme le panneau doivent être isolés de tout contact direct avec le support béton par une barrière de protection conforma aux prescriptions du paragraphe G,1 du NF DTU 31.2 partie 1-2 (CGM) visant les barrières d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bande d'arase).	
Métal/bois par plats métalliques	Éléments du commerce ou ferrures mécano-soudées qui satisfont aux dispositions du point 5.22. Un usinage peut être réalisé afin d'éviter une sur épaisseur et protéger la ferrure par un élément bois rapporté.	Ancrage d'éléments de murs sur support béton ;	Le choix de l'organe de fixation est fait conformément aux dispositions du point 5.21 selon le nombre de plis traversés par l'organe de fixation, incluant le plan de cisaillement métal-bois.	
	Assemblage sur support béton.		Le plat métallique est ancré dans le support béton au moyen de chevilles de fixation ; le panneau doit être isolé de tout contact direct avec le support béton par une barrière de protection conforme aux prescriptions du N F DTU 31.2 partie 1 2 (CGM) visant les barrières d'étanchéité vis-à-vis des remontées capillaires (bande d'arase).	

<p>Bois/métal par plaques métalliques en âmes</p>	<p>Cet assemblage est réalisé au moyen d'un connecteur métallique à plaque en âme préalablement vissé sur le panneau transversal (ou support), inséré dans une feuillure préalablement réalisée en atelier dans le panneau à fixer, avant le vissage transversal au panneau cible.</p>	<p>Assemblage d'éléments de murs entre eux ; Assemblage d'élément ce plancher sur un élément de mur Assemblage d'élément de mur sur un élément de plancher</p>	<p>Cet assemblage peut être réalisé au moyen d'éléments du commerce ou de ferrures mécano-soudées qui satisfont aux dispositions du point 5.22. Le choix de l'organe de fixation est fait conformément aux dispositions du point 5.21 selon le nombre de plis traversés par l'organe de fixation, incluant le plan de cisaillement métal-bois.</p>	
---	--	--	--	--



- (1) Isolation extérieure
- (2) Film pare-pluie
- (3) Bardage ventilé
- (4) Lisse d'appui et/ou calage éventuel
- (5) Barrière anti-capillarité
- (6) Grille anti-rongeurs
- (7) HASSLACHER CLT
- (8) Pare-vapeur
- (9) Isolation
- (10) Parement intérieur
- (11) Assemblage mur/fondations par équerre
- (12) Goujon d'ancrage
- (13) Chape désolidarisée du mur CLT par une bande périphérique de désolidarisation

Figure 13 - Coupe verticale en pied de mur avec bardage ventilé, ancrage sur support béton



- (1) Isolation extérieure
- (2) Enduit sur isolation extérieure pour constructions à ossatures en bois sous Avis Technique
- (3) Lisse d'appui et/ou calage éventuel
- (4) Barrière anti-capillarité
- (5) HASSLACHER CLT
- (6) Pare-vapeur
- (7) Isolation
- (8) Parement intérieur
- (9) Assemblage mur/fondations par équerre
- (10) Goujon d'ancrage
- (11) Chape désolidarisée du mur CLT par une bande périphérique de désolidarisation

Figure 14 - Coupe verticale en pied de mur avec enduit, ancrage sur support béton

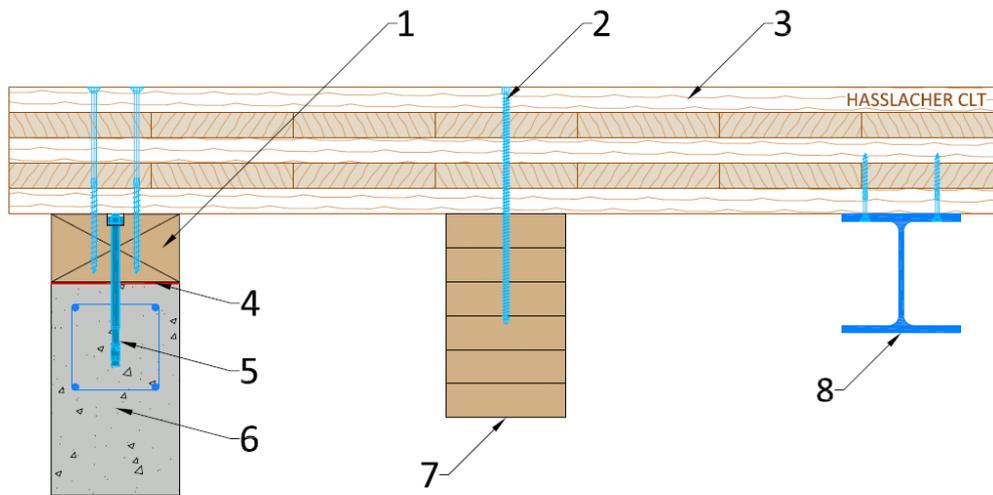
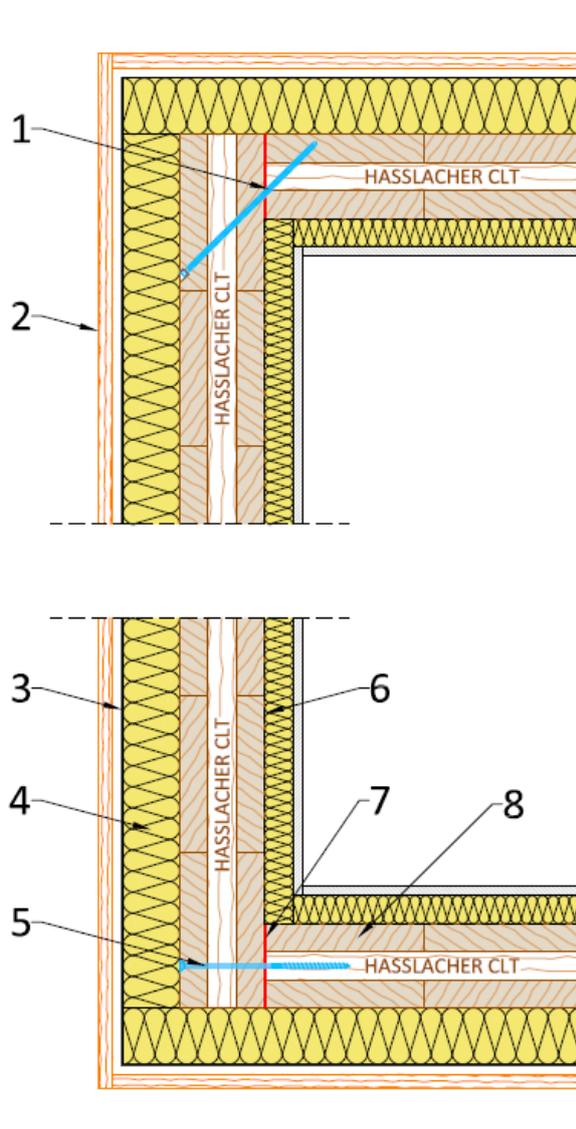


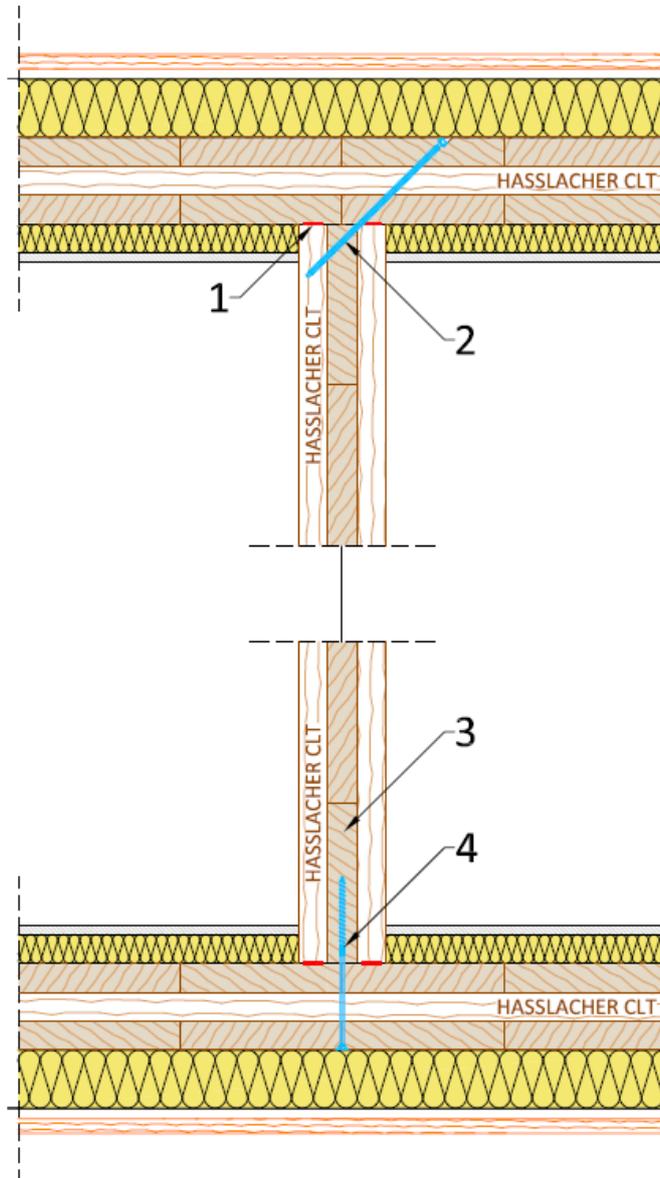
Figure 15 - Appuis usuels de plancher CLT sur support béton, bois ou métallique

- (1) Lisse d'appui et/ou calage éventuel
- (2) Vis auto-taraudeuse
- (3) HASSLACHER CLT
- (4) Barrière anti-capillarité
- (5) Goujon d'ancrage
- (6) Poutre ou mur béton
- (7) Élément bois
- (8) Poutre métallique



- (1) Vis auto-taraudeuse lardée
- (2) Revêtement extérieur
- (3) Pare-pluie
- (4) Isolation extérieure
- (5) Vis auto taraudeuse sous ATE autorisant le vissage en bout de bout
- (6) Pare-vapeur
- (7) Joint d'étanchéité
- (8) HASSLACHER CLT

Figure 16 - Coupe horizontale sur angles de murs extérieurs



- (1) Joint d'étanchéité
- (2) Vis auto-taraudeuse lardée
- (3) HASLACHER CLT
- (4) Vis auto-taraudeuse lardée

Figure 17 - Coupe horizontale sur jonction mur extérieur / mur de refend

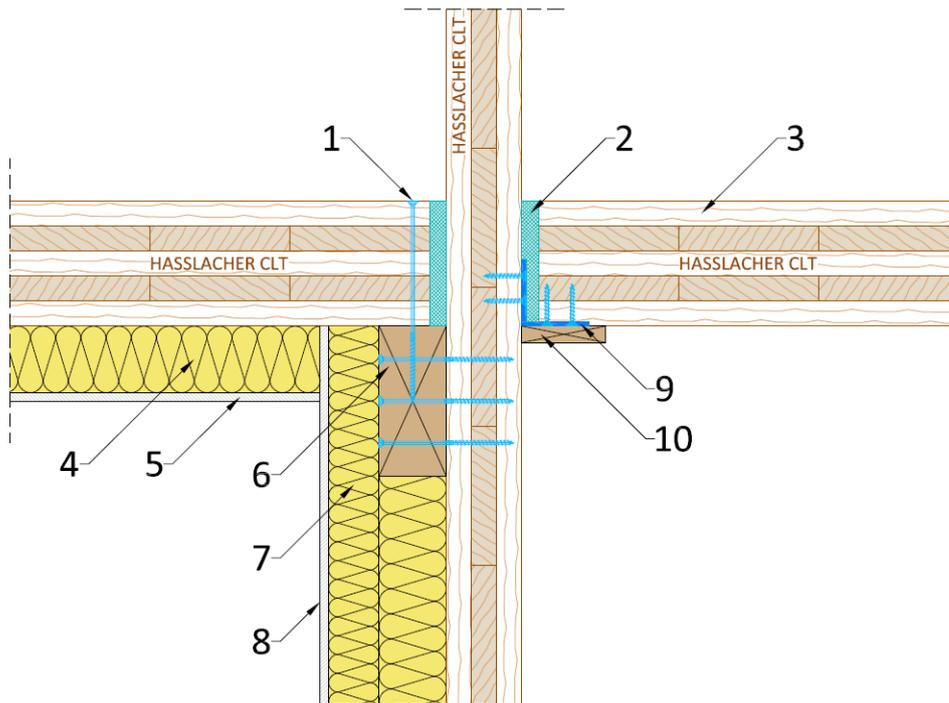


Figure 18 - Coupe verticale : appui de panneau de plancher sur mur filant (à droite : cornière métallique, à gauche : lambourde)

- (1) Vis auto-taraudeuse
- (2) Bande de désolidarisation
- (3) HASSLACHER CLT
- (4) Isolation
- (5) Plafond suspendu
- (6) Muralière bois support plancher CLT
- (7) Isolation
- (8) Parement intérieur
- (9) Cornière métallique
- (10) Lisse de protection

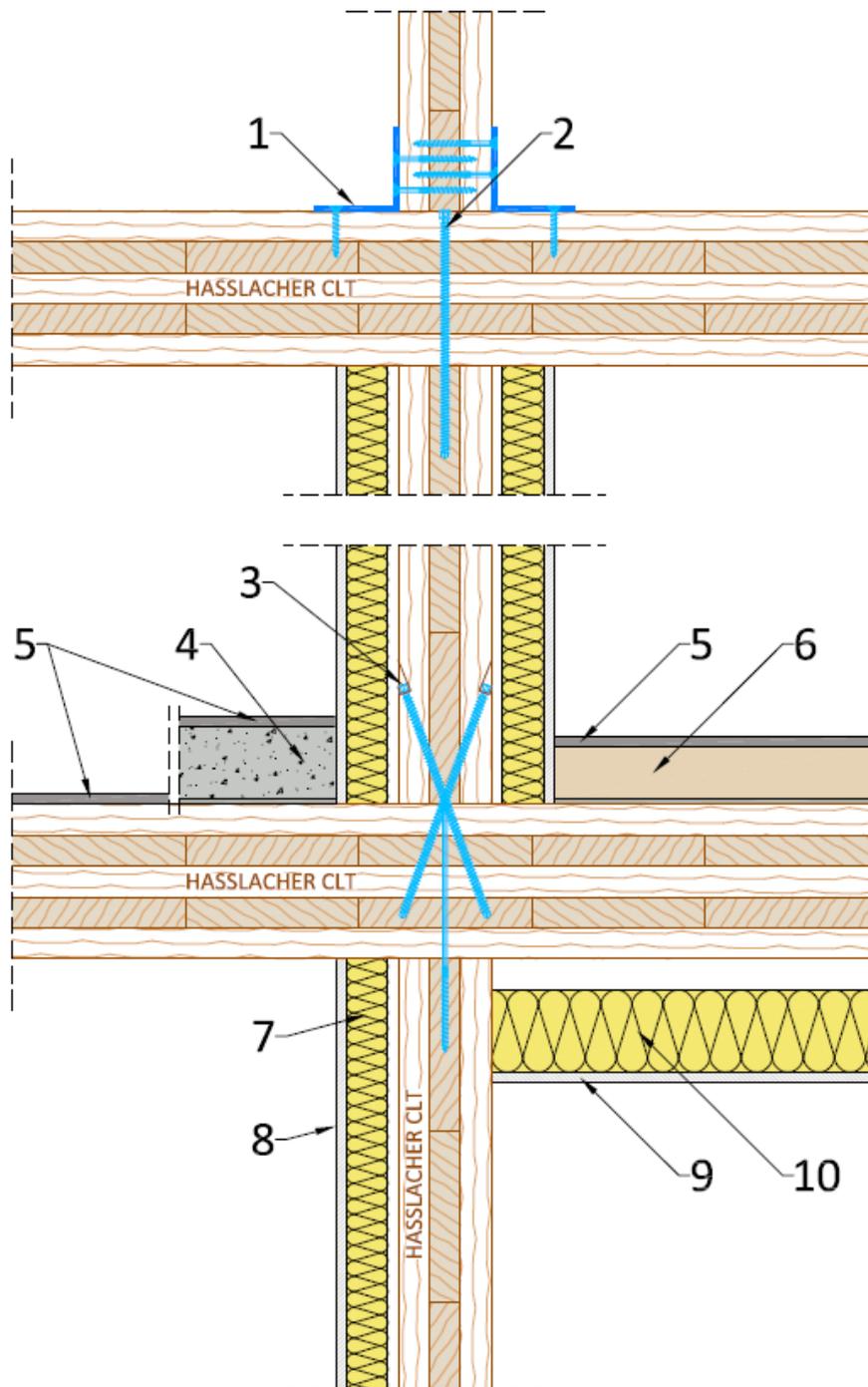


Figure 19 - Coupe verticale, assemblage de plancher filant sur mur CLT

- (1) Équerre d'assemblage mur/plancher
- (2) Vis auto-taraudeuse
- (3) Vis auto-taraudeuse lardée
- (4) Chape sous AT pour support bois
- (5) Revêtement de sol
- (6) Chape sous AT pour support bois
- (7) Isolation
- (8) Parement intérieur
- (9) Plafond suspendu

(10) Isolation

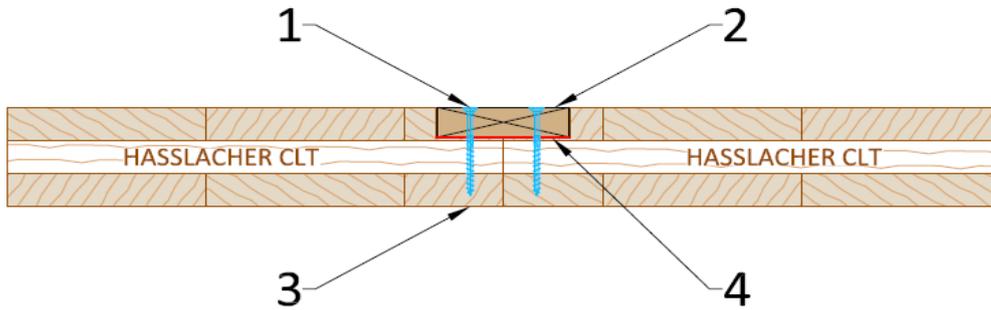


Figure 20 - Coupe horizontale, jonction de murs, assemblage par fausse languette

- (1) Vis auto-taraudeuse à filetage total ou à double filetage, ou pointe annelée
- (2) Assemblage par fausse-languette
- (3) HASLACHER CLT
- (4) Joint d'étanchéité

NB : la fausse languette peut également être mise en œuvre sur les panneaux sans feuillure

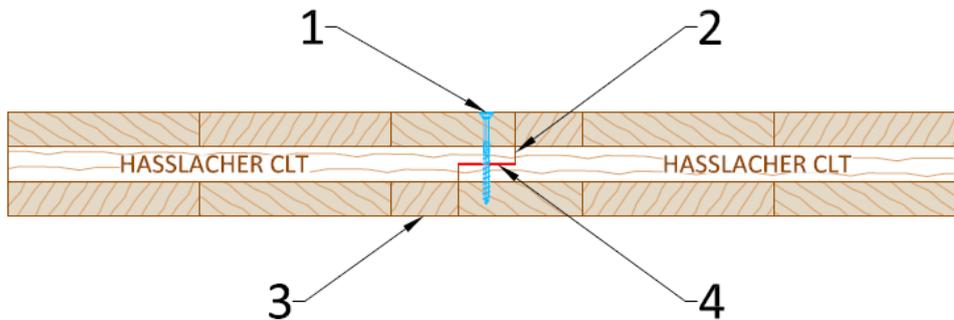


Figure 21 - Coupe horizontale, jonction de murs, assemblage à mi-bois

- (1) Vis auto-taraudeuse à filetage total ou à double filetage, ou pointe annelée
- (2) Assemblage mi-bois
- (3) HASLACHER CLT
- (4) Joint d'étanchéité

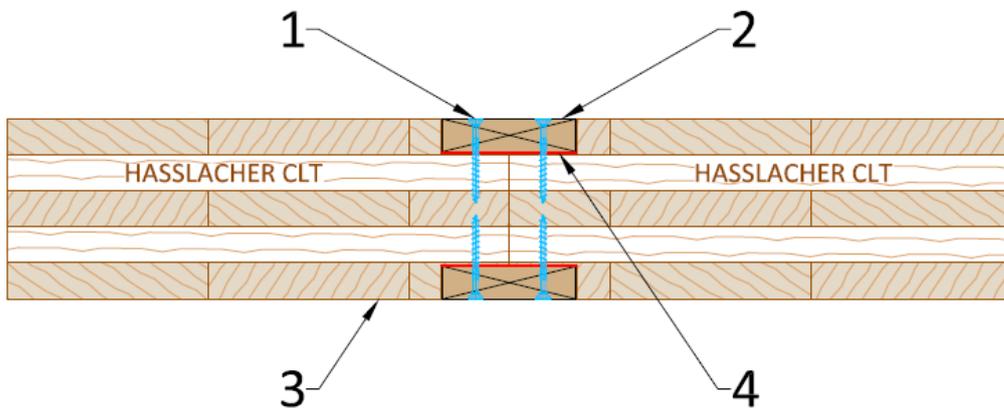


Figure 22 - Coupe verticale, jonction de planchers par fausse-languette

- (1) Vis auto-taraudeuse à filetage total ou à double filetage, ou pointe annelée
- (2) Assemblage par double fausse-languette
- (3) HASLACHER CLT
- (4) Joint d'étanchéité

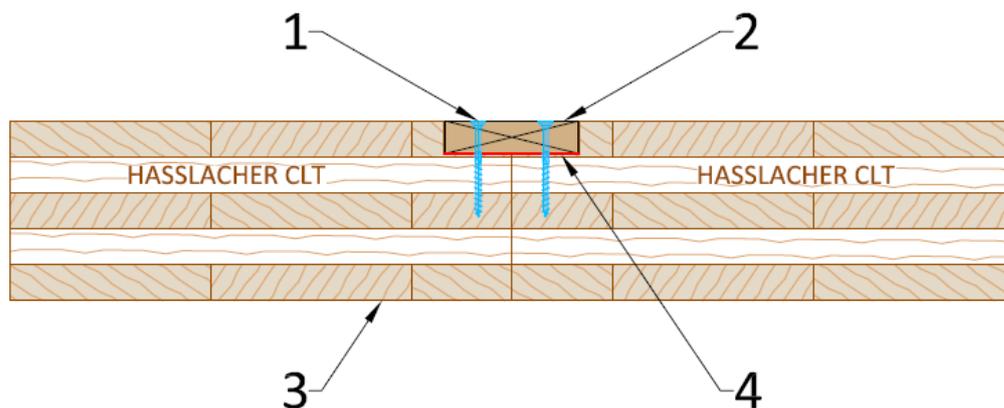


Figure 23 - Coupe verticale, jonction de planchers par fausse-languette

- (1) Vis auto-taraudeuse à filetage total ou à double filetage, ou pointe annelée
 - (2) Assemblage par fausse-languette
 - (3) HASLACHER CLT
 - (4) Joint d'étanchéité
- NB : la fausse languette peut également être mise en œuvre sur les panneaux sans feuillure

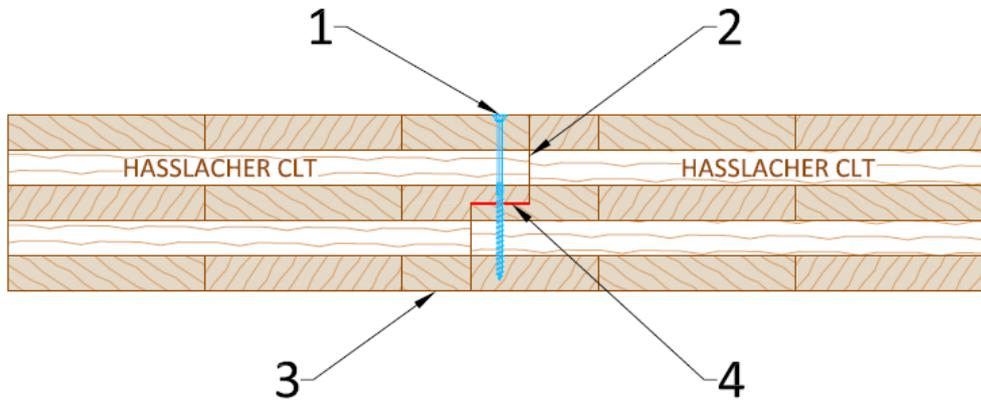


Figure 24 - Coupe horizontale, jonction de planchers par assemblage à mi-bois

- (1) Vis auto-taraudeuse à filetage total ou à double filetage
- (2) Assemblage mi-bois
- (3) HASLACHER CLT
- (4) Joint d'étanchéité

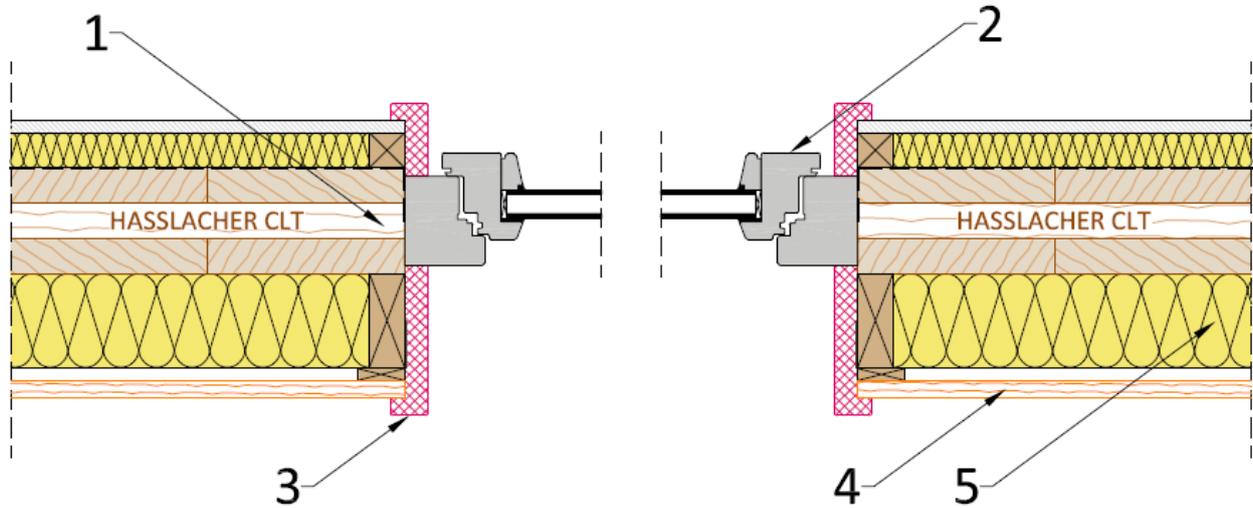


Figure 25 - Coupe horizontale - Détail de menuiserie en applique intérieure

- (1) Mur HASSLACHER CLT
- (2) Menuiserie
- (3) Pièce d'encadrement
- (4) Revêtement extérieur
- (5) Isolation extérieure

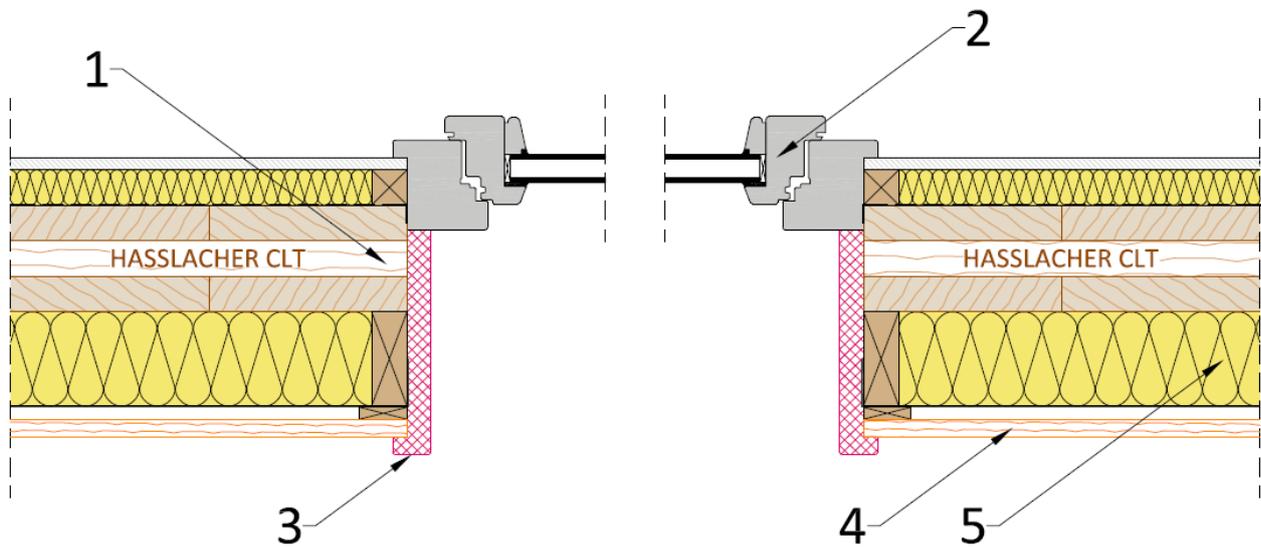
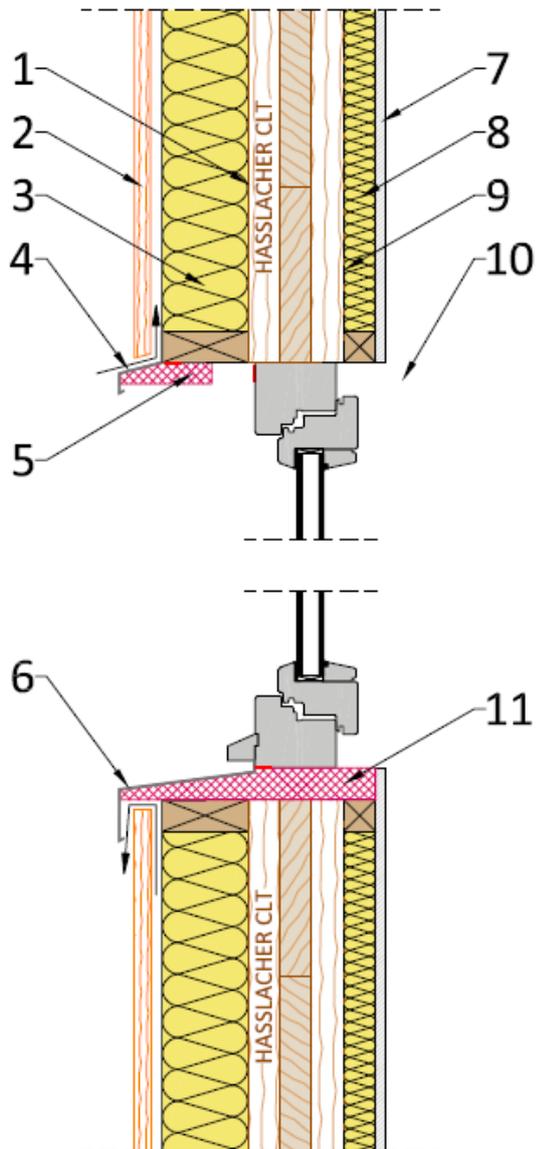


Figure 26 - Coupe horizontale - Détail de menuiserie en applique intérieure

- (1) Panneau CLT Hasslacher
- (2) Menuiserie
- (3) Encadrement
- (4) Revêtement extérieur
- (5) Isolation extérieure



- (1) Linteau HASSLACHER CLT à dimensionner
- (2) Revêtement extérieur
- (3) Isolation extérieure
- (4) Bavette métallique
- (5) Pièce d'encadrement
- (6) Bavette métallique (pente 10 % min)
- (7) Parement intérieur
- (8) Isolation
- (9) Pare vapeur
- (10) Menuiserie
- (11) Pièce d'appui

Figure 27 - Coupe verticale - Détail de menuiserie en applique intérieure

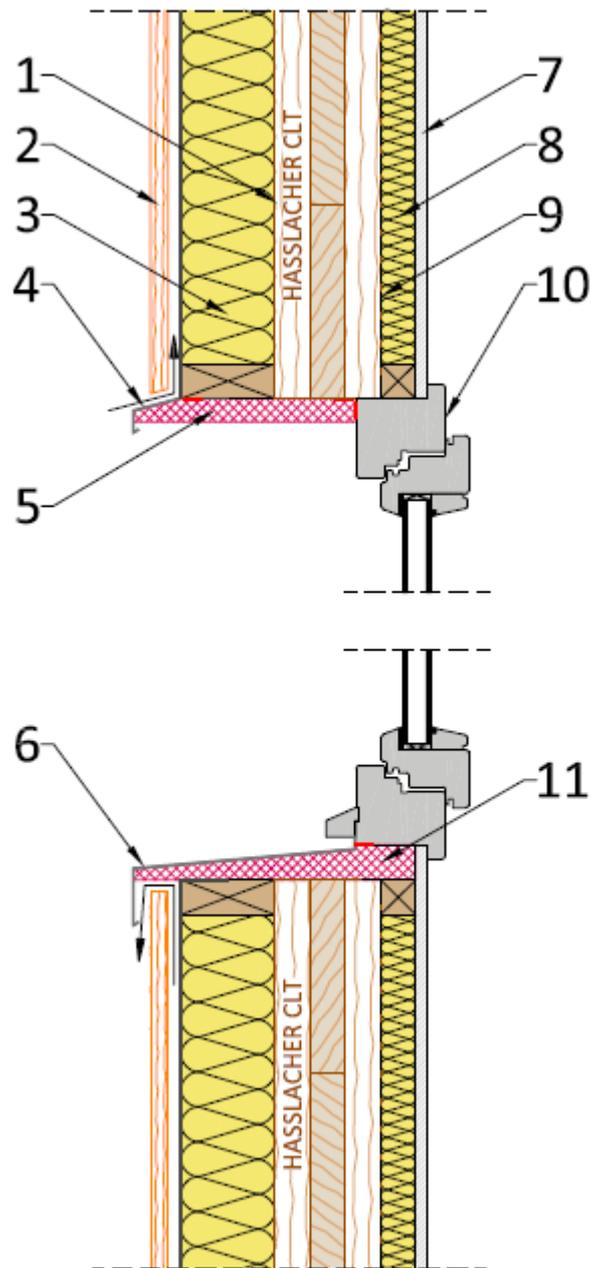


Figure 28 - Coupe verticale - Détail de menuiserie en applique intérieure

- (1) CLT HASSLACHER
- (2) Revêtement extérieur
- (3) Isolation extérieure
- (4) Bavette métallique
- (5) Pièce d'encadrement
- (6) Bavette métallique
- (7) Parement intérieur
- (8) Isolation
- (9) Pare-vapeur
- (10) Menuiserie
- (11) Pièce d'appui

Annexe A

Utilisation en support d'étanchéité

A.1 Généralités

Les panneaux CLT HASSLACHER sont mis en œuvre sur des porteurs en béton ou maçonneries, métalliques ou en bois (structure bois ou panneaux CLT HASSLACHER suivant préconisations du Dossier Technique, lequel fournit les caractéristiques mécaniques des panneaux d'épaisseur 60 à 360 mm).

Ils sont utilisés comme support ou élément porteur des toitures étanchées selon le cahier du CSTB 3814.

La résistance thermique de l'isolation rapportée par l'extérieur doit être supérieure ou égale :

- en climat de plaine, hors zone très froide, à deux fois (règle des 2/3 – 1/3),
- en climat de montagne et en zone très froide en climat de plaine, à trois fois (règle des 3/4 - 1/4),

la résistance thermique du panneau CLT HASSLACHER utilisé (calculée selon son épaisseur avec $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$) et de l'éventuelle isolation rapportée par le plafond suspendu en sous-face des panneaux.

A.2 Domaine d'emploi

Les panneaux structuraux CLT HASSLACHER sont destinés aux toitures :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels, sans rétention temporaire d'eaux pluviales (pente $\leq 50\%$) ;
- Inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique (pente $\leq 50\%$);
- Végétalisées de pente $\geq 3\%$ (pente $\leq 20\%$) ;
- Techniques ou à zones techniques, sans chemins de roulement des appareils d'entretien de façades (nacelles) (pente $\leq 5\%$) ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots

Les panneaux structuraux CLT HASSLACHER peuvent être utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude $\leq 900 \text{ m}$) ou de montagne (altitude $>900 \text{ m}$).

Les pentes des toitures inaccessibles, végétalisées, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi ; Dans tous les cas de figure, une pente minimale est nécessaire, la pente nulle n'étant pas visée par le présent document :

- $\geq 3\%$, lorsque les panneaux structuraux CLT HASSLACHER sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limitées au 1/250e de la portée ;
- $\geq 1,8\%$, lorsque les panneaux structuraux CLT HASSLACHER sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limitées au 1/400e de la portée (hors TTV) ;
- $\geq 1,6\%$, lorsque les panneaux structuraux CLT HASSLACHER sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limitées au 1/500e de la portée (hors TTV) ;

Les panneaux structuraux CLT HASSLACHER peuvent recevoir :

- Des isolants :
 - Sous DTA pour un emploi sous revêtement apparent sur élément porteur bois CLT
 - Conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de Juillet 2021, certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par les présentes règles et aptes pour l'emploi sur élément porteur bois CLT ;
- Des systèmes adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou d'un Avis Technique validé pour l'emploi sur élément porteur bois CLT.

Ils peuvent être employés :

- En apparent ou sous protection lourde ;
- En toiture chaude ou en toiture froide (ventilée non isolée uniquement en bâtiment ouvert).

A.3 Dimensionnement

Les panneaux CLT des toitures sont dimensionnés conformément à l'Avis Technique d'Expérimentation, La méthodologie de dimensionnement est la même que pour les planchers (cf § 6 et 7 du présent document)

A.4 Conception

Les principes de conception à appliquer sont ceux des normes en vigueur (NF EN 1995-1-1, DTU 31) additionnés des prescriptions du §7 du CPT 3814 (« Étanchéité de toitures terrasses sur élément porteur en panneaux structural bois faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application relevant de l'une des deux familles : -Panneau à usage structurel mur et plancher, - Plancher à caisson en bois ») .

A.5 Organisation de la mise en œuvre

A.5.1 Lot Structure (ou Charpente, ou gros-œuvre)

Le lot Structure (ou Charpente, ou Gros-œuvre) assure :

- La construction du support ou de l'élément porteur de partie courante du système d'étanchéité en panneaux structuraux CLT HASSLACHER
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs – acrotères – costières – joint de dilatation par exemple ;
- La réalisation, dans les panneaux CLT HASSLACHER, des réservations nécessaires au système d'étanchéité, comme par exemple les :
 - lanterneaux ou bandes éclairantes ou voûtes d'éclairage,
 - sorties de crosse,
 - pénétrations diverses et variées,
 - entrées d'eaux pluviales (EEP),
 - etc...

Afin de respecter les conditions de service des panneaux CLT HASSLACHER, leur humidité ne doit pas être supérieure à 20 %, toute tolérance épuisée, au moment de la mise en œuvre du système d'étanchéité, mesurable en utilisant un humidimètre à pointes ou à lame selon la norme NF EN 13183-2:2002. La mesure est effectuée à 40mm de profondeur, ou à mi-épaisseur pour les panneaux d'épaisseur inférieure à 50mm, et sera documentée par un « bon à fermer ».

Il incombe au maître d'œuvre de définir le responsable de cette mesure dans la définition des interfaces des pièces marché du lot Charpente/Structure et du lot Étanchéité.

Le support constitué par le charpentier doit faire l'objet d'une réception contradictoire avec l'étancheur, conformément au §8.3 du cahier 3814, portant notamment sur les points suivants :

- Planéité du plan de pose avec notamment limitation du désaffleurement entre deux panneaux ± 2 mm, compatible avec la nature des éléments à mettre en œuvre, et notamment l'isolant ;
- Respect de la pente prescrite par la présente ATEX
- Contrôle de la siccité du support ;
- Contrôle de l'ouverture entre les panneaux, qui ne doit pas excéder 10 mm ;
- Contrôle des trous laissés par la fixation des dispositifs de levage, ceux-ci devant être rebouchés si leur diamètre excède 10mm.

HASSLACHER fournit une assistance technique sur demande.

A.5.2 Lot Étanchéité

Le lot Étanchéité :

- Assure la mise en œuvre du système d'étanchéité, pare-vapeur et support isolant éventuels, revêtement d'étanchéité, protection éventuelle (incluant la protection végétalisée), au-dessus du support en panneaux structuraux CLT HASSLACHER;
- Vérifie les réservations nécessaires au système d'étanchéité prévues par le maître d'œuvre.

L'assistance technique s'effectue conformément aux dispositions indiquées dans le Document Technique d'Application des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité, et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

A.6. Dispositions relatives au support

A.6.1 Percements et réservations

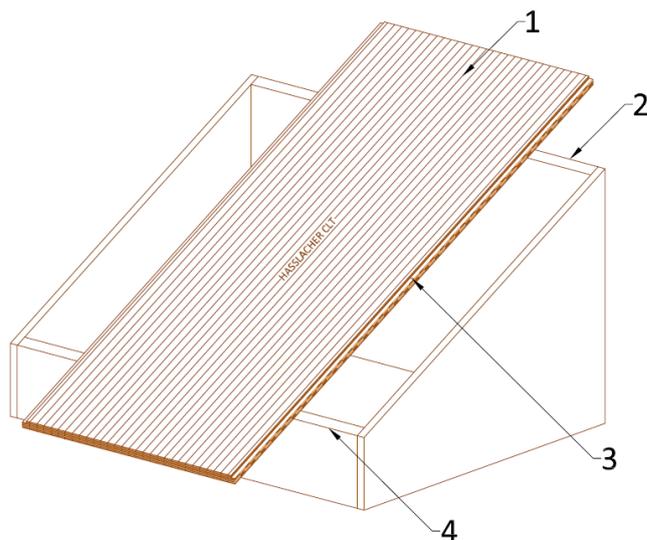
Les percements et réservations dans les panneaux CLT HASSLACHER sont à la charge du charpentier. Ils sont réalisés à la fabrication des panneaux ou sur site par le lot Structure.

l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doit être faite conformément à l'annexe D du cahier du CSTB 3814

A.6.2 Configuration de pose des panneaux CLT HASSLACHER

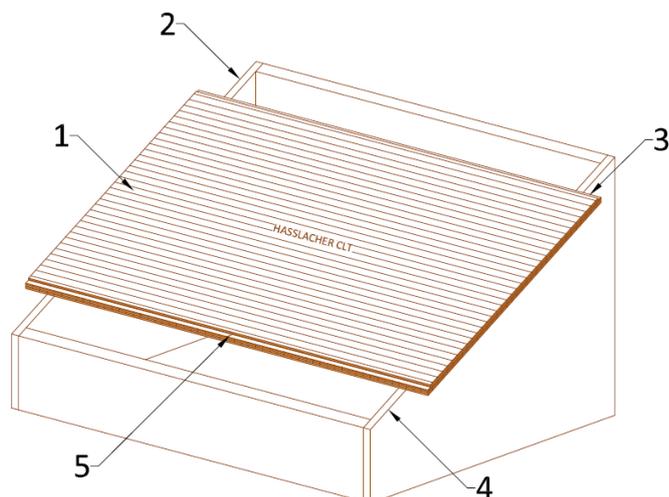
Les panneaux CLT HASSLACHER peuvent être mis en œuvre usuellement suivant deux configurations :

- Pose dite « chevron » :
 - le fil parallèle du panneau est dans le sens du rampant,
 - les appuis sont alors traditionnellement le faitage, la sablière et éventuellement des pannes ou murs de refend intermédiaires ;
- Pose dite « lambourde », à dévers :
 - le fil parallèle du panneau est parallèle à la ligne de faitage,
 - les appuis sont alors les murs ou structures en pignon et éventuellement des murs de refend intermédiaires.



- (1) Panneaux CLT - Plis extérieurs parallèles à la pente
- (2) Mur Porteur
- (3) Assemblage à mi-bois ou à languette rapportée
- (4) Mur Porteur

Figure 29 - Principe – pose « Chevron »



- (1) Panneaux CLT Plis extérieurs perpendiculaires à la pente
- (2) Mur Porteur
- (3) Assemblage à mi-bois ou à languette rapportée
- (4) Mur Porteur
- (5) Assemblage à mi-bois ou à languette rapportée

Figure 30 - Principe – pose « Lambourde »

A.6.3 Assemblage des panneaux CLT Hasslacher entre eux

Dans tous les cas, des dispositions constructives seront prises afin que tous les panneaux partageant une rive commune soient assemblés soit par mi-bois vissé soit par fausse languette, avec mise en œuvre d'un joint de compression.

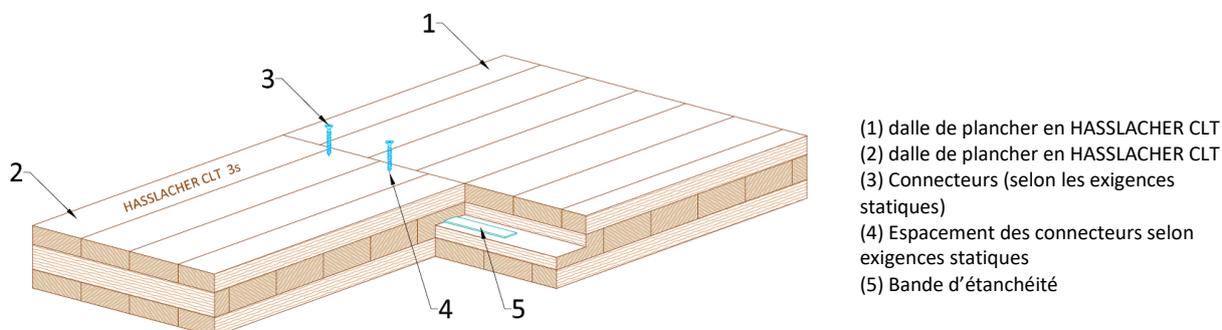


Figure 31 - Assemblage des panneaux HASSLACHER CLT à mi-bois

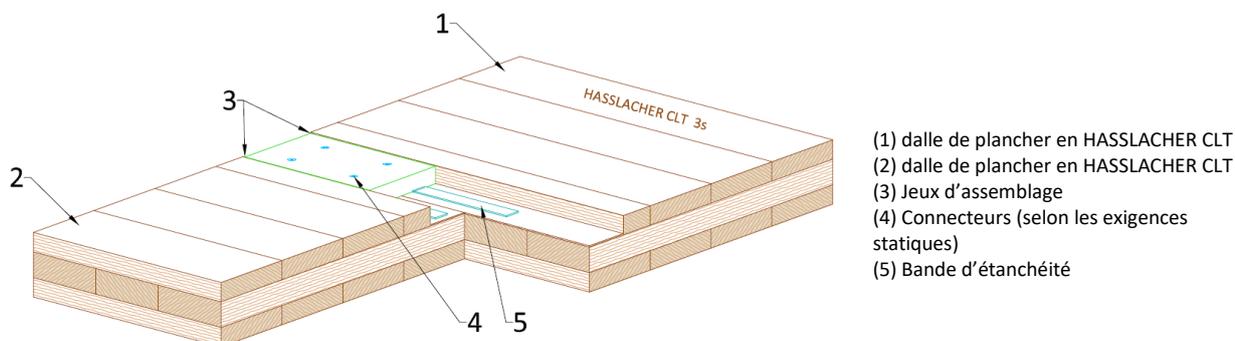


Figure 32 - Assemblage des panneaux HASSLACHER CLT par fausse languette

A.7 Prescriptions relatives aux toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

A.7.1 Toiture chaude en climat de plaine

La constitution de la toiture est la suivante, de bas en haut :

- Parement plafond rapporté ou non en sous face du panneau (non isolé) ;
- Panneau CLT HASSLACHER ;
- Pare-vapeur ;
- Isolant (en toiture chaude) ;
- Revêtement d'étanchéité ;
- Protection éventuelle.

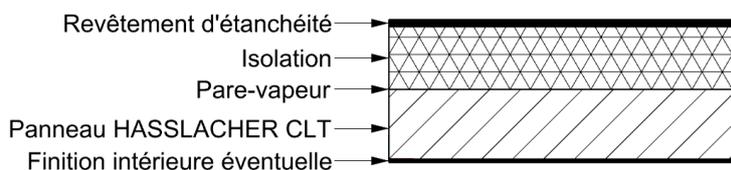


Figure 33 - Constitution de toiture terrasse

Les panneaux CLT HASSLACHER peuvent être laissés nus (sous réserve des exigences de sécurité incendie applicables) et faire office de plafond dans les ERP, les bâtiments d'habitation et les locaux régis par le code du travail.

A.7.1.1 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est mis en œuvre conformément aux :

- NF DTU 43.4 P1 ;
- Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité visant favorablement l'élément porteur bois.

A.7.1.2 Isolant

Peuvent être utilisés, les isolants :

- faisant l'objet d'un Document Techniques d'Application particulier favorable pour cet emploi, pour autant qu'ils visent la pose sur élément porteur bois, sous un revêtement d'étanchéité en apparent, ou pour les procédés d'isolation mixte ;
- Conforme aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de Juillet 2021, certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par les présentes règles et aptes pour l'emploi sur élément porteur bois, dans le cas d'un revêtement d'étanchéité sous protection lourde meuble, dure ou végétalisée ;

La résistance thermique de l'isolation rapportée par l'extérieur (c'est-à-dire au-dessus du pare vapeur de l'étancheur) doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 – 1/3) la résistance thermique du panneau CLT HASSLACHER utilisé (calculée selon son épaisseur avec $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$).

A.7.1.3 Revêtements d'étanchéité

Peuvent être utilisés toutes les étanchéités faisant l'objet d'un Document Technique d'Application particulier favorable pour cet emploi, pour autant qu'il vise la pose sur élément porteur bois.

A.7.1.4 Protections admises

Les complexes d'étanchéité peuvent recevoir les protections lourdes par granulats, dalles posées à sec, massifs béton démontables pour zones techniques ou dalles sur plot conformément à la norme NF DTU 43.1. Ces dispositions sont décrites au §7.6 du CPT 3814.

Les toitures terrasses peuvent également être végétalisées auquel cas la réalisation doit se faire conformément aux avis techniques des procédés de végétalisation des toitures visant un emploi sur élément porteur en bois.

A.7.1.5 Ouvrages particuliers

Les ouvrages particuliers (noues, faitages – arêtiers, rives et égouts, chéneaux, traversées de toitures, etc.) sont réalisés conformément au NF DTU 43.4, complété par le Cahier 3814, les Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité ou l'Avis technique du procédé de végétalisation.

A.7.1.6 Reliefs

Les reliefs sont réalisés en continuité des panneaux CLT HASSLACHER de toiture (élément porteur de partie courante). Ils sont réalisés par le lot charpente.

Les reliefs sont à créer solidaires de l'élément porteur à l'aide d'éléments CLT HASSLACHER ou d'éléments en bois conforme au NF DTU 43.4.

Dans le cas d'élément en bois conformes au NF DTU 43.4, les règles de dimensionnement sont conformes aux préconisations du DTU 43.4, paragraphe 8.2.

Dans le cas d'éléments CLT HASSLACHER, les dispositions et conditions de mise en œuvre du § 13 du Cahier du CSTB 3814 s'appliquent. Ils sont alors dimensionnés selon l'Annexe A3 du Cahier du CSTB 3814.

Les reliefs sont revêtus d'un bardage étanche à l'eau. Le relevé d'étanchéité reçoit en tête un dispositif d'écartement des eaux de pluie.

En joint de dilatation, les costières sont réalisées en panneaux CLT HASSLACHER ou en bois massif d'épaisseur minimale conforme NF DTU 43.4.

A.7.1.7 Traitement des relevés

Les relevés sont traités selon le § 14 du Cahier 3814.

Le pare-vapeur est relevé pour permettre un recouvrement avec le revêtement d'étanchéité d'au moins 6 cm.

A.7.1.8 Traitement des joints de dilatation.

Les conditions de mise en œuvre des joints de dilatation données dans le § 15 du Cahier du CSTB 3814 s'appliquent.

A.7.1.9 Fixations

Le choix et le dimensionnement des fixations permettant de fixer les composants formant le complexe d'étanchéité sur les panneaux CLT HASSLACHER se feront suivant les préconisations des DTA / Avis Techniques des produits associés.

À cette fin, le panneau CLT HASSLACHER est considéré comme du bois massif et les fixations retenues devront présenter une résistante caractéristique à l'arrachement selon NF P30-310 dans le bois massif conformes aux valeurs préconisées dans les documents précités.

A.7.2 Toiture froide non isolée

Les panneaux CLT HASSLACHER peuvent également constituer le support direct du revêtement d'étanchéité en respectant les dispositions des paragraphes A.7.1.3 à A.7.1.7.

Cette conception est limitée aux bâtiments ouverts non isolés et non chauffés.

A.7.3 Toitures-terrasses végétalisées

La réalisation de toitures-terrasses végétalisées doit se faire conformément aux Avis Techniques des procédés de végétalisation de toiture (prise en compte de la charge de sécurité forfaitaire de 15 daN/m²) et aux règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées (règles CSFE, mai 2018), sans toutefois qu'il ne soit nécessaire de prendre en compte la surcharge de 85 daN/m² :

- Dès lors que le dimensionnement des panneaux CLT HASSLACHER est réalisé en considérant une charge permanente de végétalisation à capacité maximale en eau, indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation ;
- Que la vérification des déformations prend en compte le fluage des panneaux.

A.7.4 Toitures-terrasses en climat de montagne

La toiture est conçue de la même façon qu'en climat de plaine et suivant les dispositions complémentaires du présent paragraphe.

Seuls peuvent être utilisés les isolants :

- faisant l'objet d'un DTA particulier favorable pour cet emploi, pour autant qu'ils visent la pose sur élément porteur bois, sous un revêtement d'étanchéité en apparent, ou pour les procédés d'isolation mixte ;
- Conforme aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de Juillet 2021, sous revêtement d'étanchéité sous protection lourde meuble, dure ou végétalisée ;

Seuls peuvent être utilisés les revêtements d'étanchéité faisant l'objet d'un DTA visant favorablement leur utilisation en climat de montagne sur élément porteur bois.

La résistance thermique de l'isolation rapportée par l'extérieur doit être supérieure ou égale à trois fois (règle des 3/4 – 1/4) la résistance thermique du panneau CLT HASSLACHER utilisé (calculée selon son épaisseur avec $\lambda = 0,13 \text{ W/m.K}$).

La hauteur de relevé est de 150 mm minimum.

A.8 Dispositions particulières aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec dalles sur plots.

En terrasses accessibles aux piétons et au séjour, l'ouvrage de toiture est constitué de la manière suivante :

- Panneau CLT HASSLACHER support d'étanchéité (élément porteur) ;
- Couche de protection du panneau CLT HASSLACHER servant de pare-vapeur ;
- Isolant thermique non porteur ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS modifié faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie sur support isolant en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots.

A.8.1 Couche de protection de l'élément porteur

Après pontage des joints selon le DTA du revêtement et selon le §8.1 du Cahier des Prescriptions Techniques 3814, l'élément porteur en panneau CLT HASSLACHER reçoit une couche de protection formée :

- D'une feuille monocouche en bitume SBS faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois, en climat de plaine uniquement ; ou
- D'un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié SBS faisant l'objet d'un DTA visant les supports à base de bois, en climat de plaine ou de montagne.

La feuille monocouche est mise en œuvre sur EIF par soudage au chalumeau à flamme en pleine adhérence, avec une largeur de recouvrement des lés conforme à son DTA.

Le revêtement bicouche est mis en œuvre sur EIF en adhérence totale par auto-adhésivité ou soudage au chalumeau à flamme (avec une largeur de recouvrement minimum des lés de 6cm).

Cette couche de protection fait office de pare-vapeur.

La couche de protection est relevée aux acrotères et en points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, jusqu'au revêtement d'étanchéité, en respectant un recouvrement minimum de 6 cm.

Cas particulier du climat de montagne

Dans le cas d'ouvrage en climat de montagne, la couche de protection, devra présenter une performance renforcée à la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau : la deuxième feuille de la couche de protection doit comporter une feuille aluminium intégrée.

A.8.2 Support isolant thermique non porteur

Sont admis, les panneaux isolants thermiques conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de Juillet 2021 et certifiés ACERMI pour cet usage.

Les panneaux sont mis en œuvre conformément aux Règles Professionnelles précitées.

A.8.3 Revêtement d'étanchéité

Sont admis, les revêtements d'étanchéité en bitume modifié SBS faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi sur élément porteur en maçonnerie, sur support isolant, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots.

Dans le cas d'une protection effectuée par dalles sur plots ou par un platelage bois, l'étanchéité doit être réalisée conformément au DTA de la membrane d'étanchéité. La membrane d'étanchéité devra être classée :

- I5 minimum pour une protection par platelage bois ;
- I4 minimum pour une protection par dalles sur plots,

en conformité à la norme NF P84-354

A.8.4 Traitement des relevés

La couche de protection (se reporter au paragraphe A.8.1) est relevée suffisamment pour permettre un recouvrement avec le revêtement d'étanchéité d'au moins 6 cm.

Le relevé étanché est placé derrière un bardage étanche à l'eau

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) doivent indiquer la composition de ce bardage et identifier le lot concerné par cet ouvrage.

A.8.5 Dispositions spécifiques aux évacuations des eaux pluviales

La conception de l'ouvrage doit prévoir que les descentes d'eau pluviales soient visibles par l'occupant, permettant d'alerter les occupants d'une infiltration d'eau éventuelle.

Elles sont traitées par un manchon relié à la couche de protection soudée aux panneaux CLT HASSLACHER et par une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

A.8.6 Protections admises

La protection par dalles sur plots est réalisée selon le :

- Paragraphe 6.6.3.3. de la norme NF DTU 43.1 P1 ;
- Paragraphe 5.5 du CPT commun du Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004 ;
- Le Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité visant l'élément porteur en maçonnerie.

Une protection par platelage bois est également possible. Dans ce cas, la protection est réalisée selon les règles professionnelles CSFE « Conception et réalisation des toitures-terrasses et balcons étanchés avec protection par platelage en bois »

A.9 Montage et phases provisoires

D'une manière générale, et quelle que soit la fonction du panneau CLT HASSLACHER dans l'ouvrage, la mise en œuvre des panneaux CLT HASSLACHER impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

Les panneaux CLT HASSLACHER sont mis en œuvre par une entreprise ayant les qualifications pour effectuer des travaux de grutage et des travaux en hauteur.

On se référera aux dispositions du §12 du Dossier Technique vis-à-vis de la réception et du stockage sur chantier, du montage et de la protection vis-à-vis des intempéries.

L'élément porteur et les acrotères doivent être protégés des intempéries, afin de limiter le risque d'humidification des panneaux structuraux par les eaux de pluie, d'éviter toute stagnation d'eau liquide sur les planchers ainsi que tout confinement d'humidité. A ce titre, les mesures de protection en phase chantier suivantes sont envisageables :

- Protection de type « parapluie », telle que décrite au §8.2 du CPT 3814 ;
- Ou bien membrane pare-pluie appliquée sur l'ensemble de la surface de CLT formant support de la toiture terrasse.

A.9.1 Protection par membrane par-pluie

Les protections temporaires utilisables sont constitués d'écrans souples synthétiques à base de polyéthylène, polypropylène ou polyester, de type écrans pare-pluie conformes à la partie 1-2 du NF DTU 31.2.

Selon la durée de vieillissement selon l'annexe C de la norme NF EN 13859-2 (336 / 1 000 / 5 000 heures), ayant été appliquée pour obtenir le classement W1 de résistance à la pénétration de l'eau, les écrans souples doivent être remplacés par le titulaire du lot structure bois, à une fréquence de :

- 10 jours pour un écran vieilli 336 h ;
- 2 mois pour un écran certifiés QB38 "1000h" ;
- 4 mois pour un écran vieilli 5 000 h.

Mise en œuvre

Les protections temporaires sont posées perpendiculairement à la ligne de plus grande pente de la couverture. Les protections sont posées en lés successifs, du bas de pente vers le haut de pente. Le recouvrement minimum des lés des protections est de 10 cm. La jonction entre les lés est complétée avec une bande adhésive compatible avec l'écran souple au sens de l'annexe D de la partie 1-2 du NF DTU 31.2.

Les protections temporaires sont fixées aux panneaux HASSLACHER par des lignes de fixation (pointes ou des agrafes conformes à la partie 1-2 du NF DTU 31.2) d'entraxe 600 mm. L'entraxe entre pointes ou agrafes est de 300 mm maximum. Au droit de chaque pointe ou agrafe, sont mises en œuvre des pastilles adhésives de diamètre minimum 2,5 cm, compatibles avec l'écran souple.

Gestion des points singuliers

Il convient de protéger les chants des panneaux HASSLACHER exposés aux intempéries en descendant la protection temporaire de 10cm en dessous des chants des panneaux, ou en fixant la protection sous le panneau si cette face est accessible, en assurant alors une cote de 10cm minimum par rapport au chant du panneau. Dans le cas où la protection est descendue dans le plan du mur en bas de pente, il convient de l'arrêter sur un taseau jouant le rôle de goutte d'eau.

Dans le cas d'une surface en plan de toiture supérieure à 100m², et en l'absence de relief en bas de pente, il est nécessaire de mettre en œuvre une gouttière temporaire dimensionnée selon le DTU 60.11 P3 en bas de pente. La liaison entre la gouttière et la protection temporaire est complétée par une bande adhésive, compatible avec l'écran souple et le matériau de la gouttière. La gouttière est raccordée sur un réseau vertical, ou, à défaut, l'eau sera rejetée en façade avec un débord d'au moins 100 cm.

Les protections de section courante sont relevées au niveau des éventuels reliefs sur une hauteur minimale de 20 cm. La jonction entre la protection temporaire protégeant le relief et la protection temporaire de section courante est réalisée par la superposition de la protection du relief sur la protection de section courante avec un recouvrement vertical de 10cm minimum. La jonction entre les lés est complétée avec une bande adhésive compatible avec la protection.

Dans le cas de relief en bas de pente, sont réalisées dans les panneaux HASSLACHER des réservations permettant de recevoir des naissances et descentes d'eaux pluviales. Ces réservations doivent être justifiées mécaniquement conformément au dossier technique des panneaux HASSLACHER.

Des évacuations d'eaux pluviales sont mises en œuvre dans ces réservations et fixées aux panneaux HASSLACHER. Les protections temporaires viennent recouvrir ces évacuations d'eaux pluviales. Le raccord est complété par une bande adhésive.

L'évacuation est raccordée à un réseau horizontal de tuyaux d'évacuation d'eau de pluie débouchant sur un réseau vertical, ou, à défaut, l'eau sera rejetée en façade avec un débord d'au moins 100 cm.

En cas de réservations dans les panneaux, un panneau bois de type NF EN 13986 ou un panneau CLT dimensionné pour résister aux efforts de vents

et aux passages éventuels est rapporté et fixé pour recouvrir la réservation. La protection temporaire est fixée sur le panneau de protection bois rapporté de la même manière qu'en section courante. Il convient de contrôler les stagnations d'eaux éventuelles après chaque période d'intempéries et il est nécessaire le cas échéant d'évacuer l'eau accumulée en la dirigeant vers le bas de pente, ou dans le cas de présence de relief en bas de pente, en la dirigeant vers les descentes d'eaux pluviales.

Gestion de la protection

La protection, y compris les pointes ou agrafes de fixation, est déposée à l'avancement du chantier. En cas d'interruption du chantier, la protection temporaire de l'ouvrage d'étanchéité recouvre celle des panneaux HASSLACHER sur au moins 10 cm. Dans le cas où la protection temporaire est abîmée, une réparation ponctuelle est réalisée, soit par empîement avec le matériau d'origine, soit par bande adhésive en fonction de la taille de la zone concernée.

A.9.2 Levage et stabilité provisoire

Lors des phases provisoires, et tant que l'ensemble des éléments nécessaires au contreventement définitif de l'ouvrage ne sont pas mis en œuvre, la stabilité des panneaux CLT HASSLACHER, en position horizontale ou inclinée, doit être assurée au moyen d'un étalement garantissant la stabilité particulière de chaque élément et la stabilité générale du bâtiment en cours de construction.

L'entreprise de pose doit s'assurer que les moyens de levage utilisés sont suffisants compte tenu de la masse des panneaux mais aussi de la distance de levage par rapport au positionnement de la grue.

Les éléments doivent être levés un par un à l'aide d'une grue fixe ou mobile. Chaque panneau est fixé à la structure porteuse de manière définitive avant le décrochage des points de levage.

Le montage commence par la pose des panneaux en partie basse de la structure afin de servir de point de référence et d'appui aux autres panneaux. À ce titre, le dimensionnement des fixations du premier panneau doit être réalisé afin de reprendre les éventuelles poussées des panneaux suivants (composante de glissement en fonction de l'angle de la toiture).

Le nombre et le positionnement des points d'ancrage (écartement) doivent être étudiés non seulement en fonction de la masse, mais également des angles limites et longueurs de câbles de levage. Les règles d'usage concernant la circulation des personnes sous charges le long du cheminement des panneaux dans l'air devront être respectées.

La possibilité de décharger un panneau devra être systématiquement pesée au regard des conditions climatiques, notamment du vent, en particulier lorsque les panneaux sont manutentionnés à la verticale.

A.10 Entretien et réparation des toitures

A.10.1 Entretien et réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par la norme NF DTU 43.4 P1-1.

Dans le cas des terrasses et toitures végétalisées, il conviendra de se reporter également à l'Avis Technique de la protection végétalisée.

Dans le cas des toitures-terrasses accessibles avec dalles sur plots (cf. paragraphe A.8), il conviendra de se reporter également :

- Au paragraphe 5 de la norme NF DTU 43.1 P3 ;
- Aux Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

A.10.1 Réfection

En cas de nécessité de réfection du complexe d'étanchéité, il convient de s'assurer :

- Que le taux d'humidité relative dans les panneaux CLT n'excède pas 20%, mesurable en utilisant un humidimètre à pointes ou à lame selon la norme NF EN 13183-2:2002. La mesure est effectuée à 40mm de profondeur, ou à mi-épaisseur pour les panneaux d'épaisseur inférieure à 50mm.
- De l'état général des panneaux CLT et de l'absence de traces d'attaques d'insectes ou de champignons lignivores. En cas de réfection nécessaire du support CLT, il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau.
- L'emploi d'attelage de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants et/ou celle des kits des systèmes d'étanchéité fixé mécaniquement, doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées, conformément au CPT commun de l'e-Cahier du CSTB 3564 de juin 2006.

A.11 Organisation de la distribution et assistance technique

La conception et le calcul des panneaux CLT HASSLACHER sont à la charge du bureau d'études techniques mandaté par le maître d'ouvrage. Le bureau d'études doit également fournir un plan de pose complet.

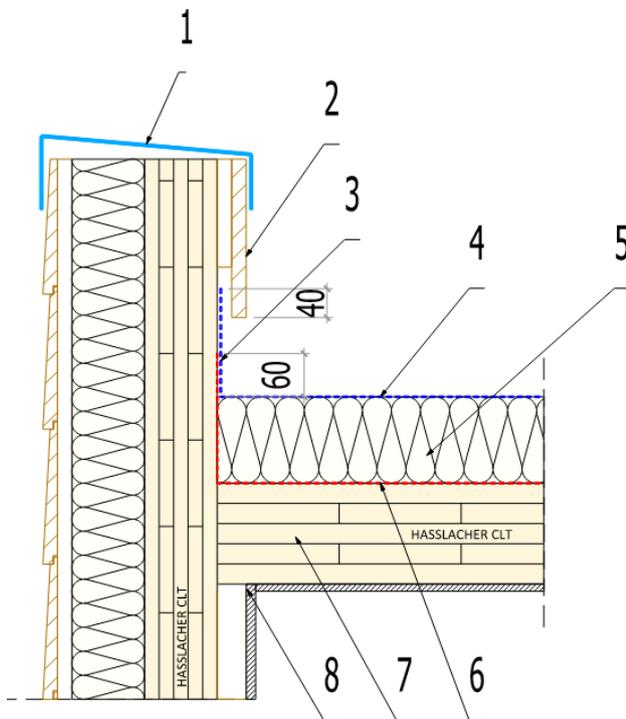
HASSLACHER prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre. HASSLACHER fournit une assistance technique sur demande en phase de conception et de préparation d'exécution de la structure.

Le bureau d'études, le charpentier en charge de la réalisation de la structure et l'étancheur devront se coordonner afin d'assurer la gestion des interfaces entre leurs activités respectives. Il s'agira par exemple de vérifier l'adéquation des poids propres des matériaux d'étanchéité, de la protection éventuelle et de toiture végétalisée mis en œuvre, de la faisabilité des fixations et assemblages et de la prise en compte des flèches W_{fin} fonction de la pente de l'élément porteur (cf. § 2).

A.12 Principes constructifs

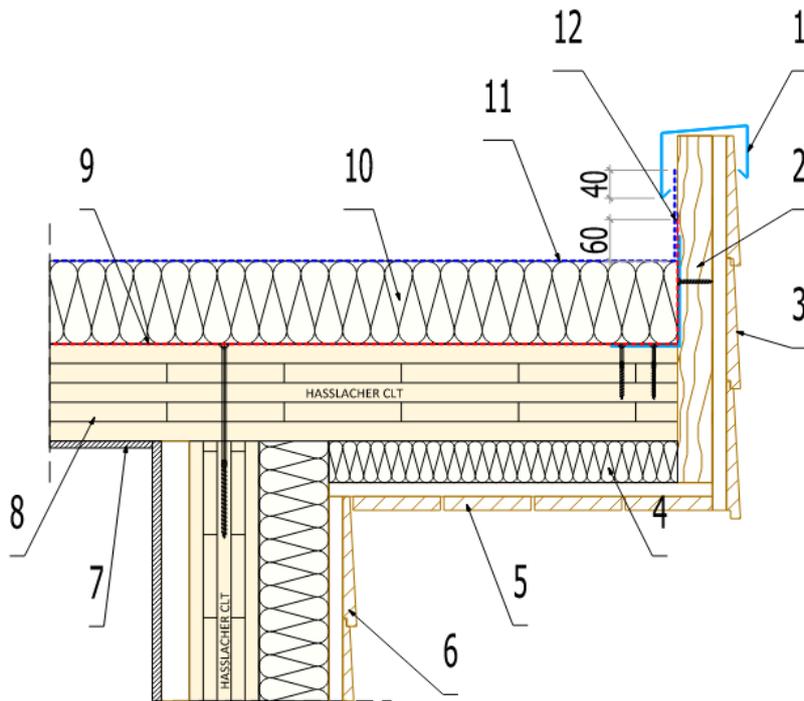
Sommaire

Figure 34 - Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolant support d'étanchéité – Mur filant	65
Figure 35 - Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolant support d'étanchéité – Débord avec acrotère ossature bois	66
Figure 36 - Principe de toiture terrasse inaccessible, technique ou végétalisée, non isolée	67
Figure 37 - Principe de toiture terrasse non isolée – Débord avec acrotère ossature bois	67
Figure 38 - Noue centrale non appuyée – pente $\geq 1,5\%$	68
Figure 39 - Faîtage	68
Figure 40 - Exemple de joint de dilatation en toitures terrasses inaccessibles ou toitures techniques	68
Figure 41 - Chéneau extérieur en toiture froide non isolée et ventilée en bâtiment ouvert	69
Figure 42 - Traversée de toiture – Passage de conduit	69
Figure 43: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Détail de relevé	70
Figure 44: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Exemple de joint de dilatation	71
Figure 45: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Évacuation d'Eaux Pluviales	72
Figure 46: Protections temporaires en phase chantier – Principe de protection par membrane pare-pluie	72
Figure 47: Protections temporaires en phase chantier – Détail de relevé	73



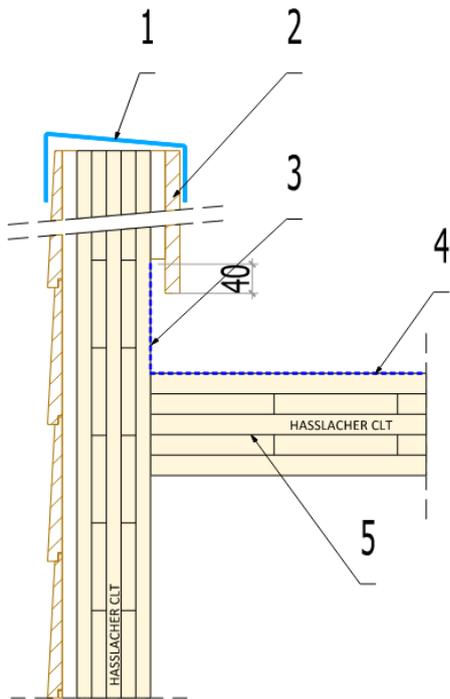
- (1) Couvertine étanche à l'eau
- (2) Bardage étanche à l'eau
- (3) Relevé d'étanchéité
- (4) Revêtement d'étanchéité
- (5) Isolant
- (6) Pare-vapeur
- (7) Panneau HASSLACHER CLT
- (8) Revêtement intérieur

Figure 34 - Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolant support d'étanchéité – Mur filant



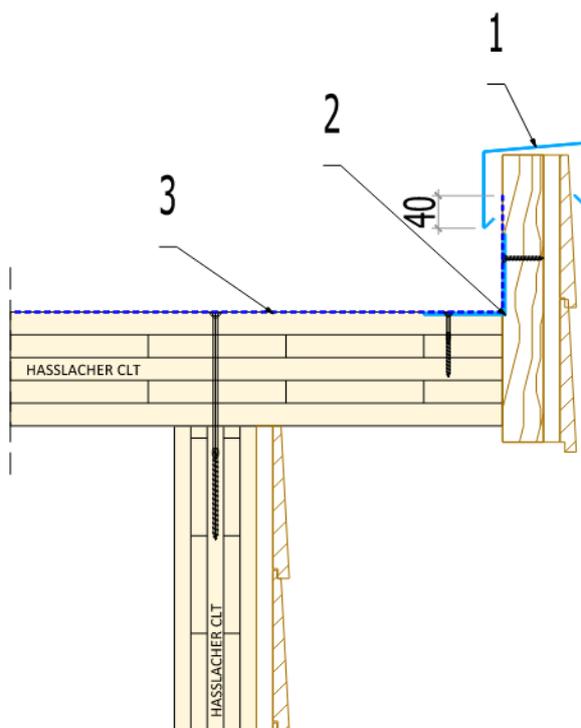
- (1) Couvertine étanche à l'eau
- (2) Acrotère ossature bois
- (3) Revêtement extérieur traditionnel ou sous avis technique
- (4) Isolant extérieur
- (5) Habillage en sous face
- (6) Bardage non visé par le présent avis
- (7) Revêtement intérieur
- (8) Panneau HASSLACHER CLT
- (9) Pare-vapeur
- (10) Isolant
- (11) Revêtement d'étanchéité
- (12) Relevé selon DTA du revêtement d'étanchéité
- (13) Equerre de fixation de l'acrotère, encastrée pour ne pas présenter de saillie sous le complexe d'étanchéité

Figure 35 - Principe de toitures terrasses inaccessibles, techniques ou végétalisées, avec isolant support d'étanchéité – Débord avec acrotère ossature bois



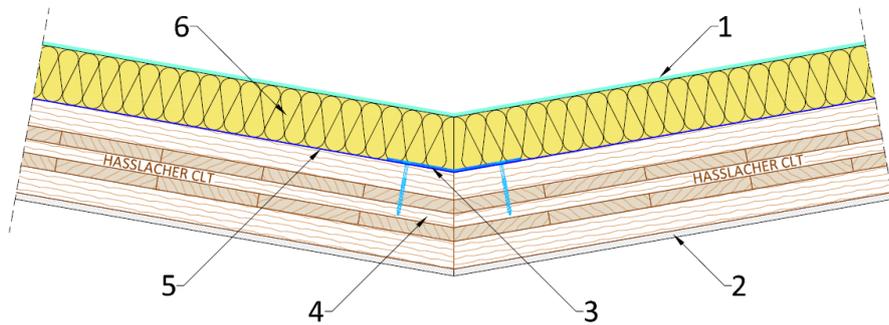
- (1) Couvertine
- (2) Bardage étanche à l'eau
- (3) Relevé d'étanchéité
- (4) Revêtement d'étanchéité
- (5) Panneau HASSLACHER CLT

Figure 36 - Principe de toiture terrasse inaccessible, technique ou végétalisée, non isolée



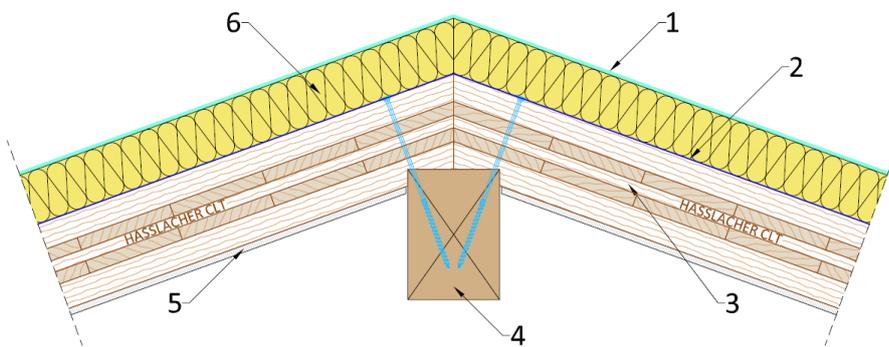
- (1) Couvertine
- (2) Équerre de fixation encastrée
- (3) Revêtement d'étanchéité

Figure 37 - Principe de toiture terrasse non isolée – Débord avec acrotère ossature bois



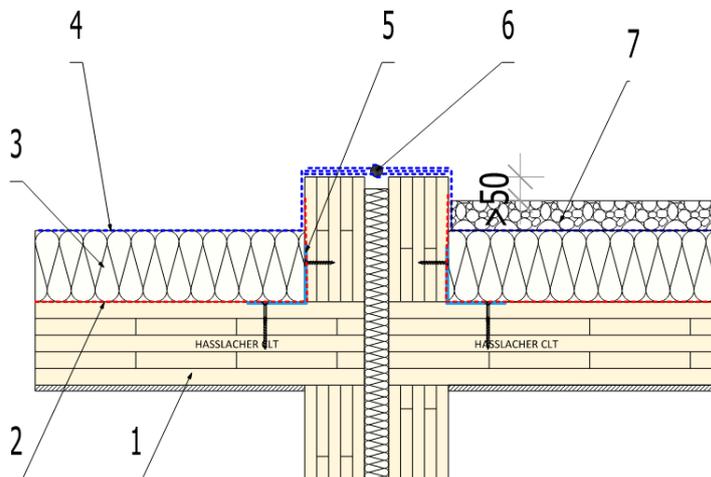
- (1) Revêtement d'étanchéité selon DTA
- (2) Revêtement intérieur
- (3) Profil métallique
- (4) Panneau HASLACHER CLT
- (5) Pare-vapeur
- (6) Isolant

Figure 38 - Noue centrale non appuyée – pente $\geq 1,5\%$



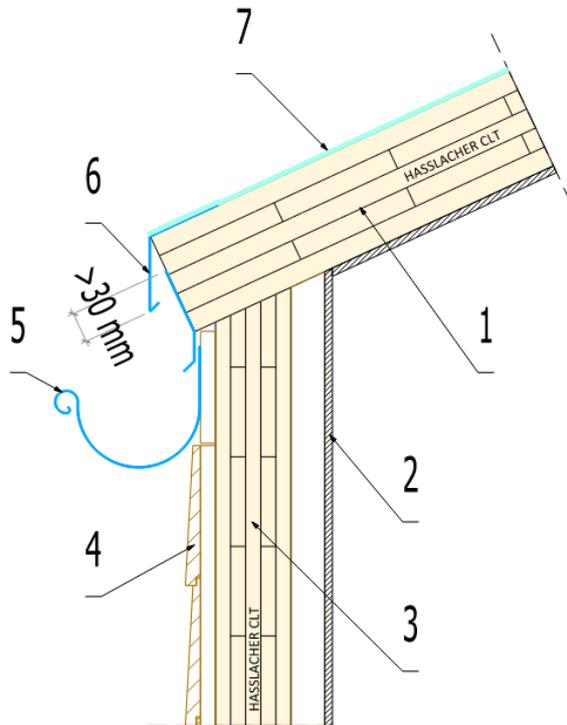
- (1) Revêtement d'étanchéité
- (2) Pare-vapeur
- (3) Panneau HASLACHER CLT
- (4) Panne support
- (5) Revêtement intérieur
- (6) Isolant

Figure 39 - Faîtage



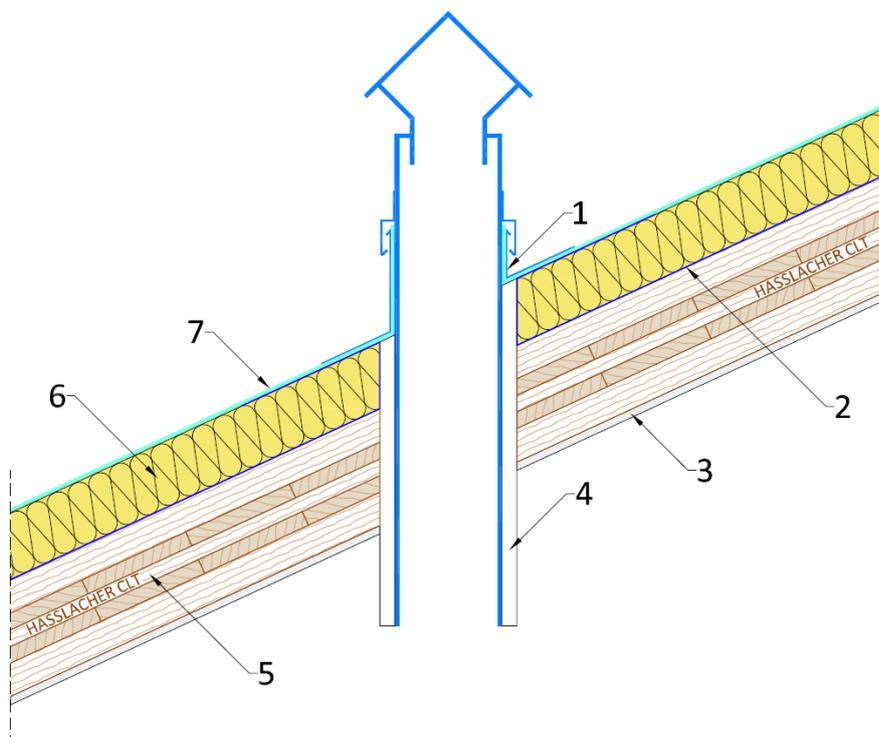
- (1) Panneau CLT HASLACHER
- (2) Pare-vapeur
- (3) Isolant
- (4) Revêtement d'étanchéité
- (5) Revêtement intérieur
- (6) Isolant
- (7) Protection

Figure 40 - Exemple de joint de dilatation en toitures terrasses inaccessibles ou toitures techniques selon §15.1 du CPT 3814 - Se reporter au CPT 3814 pour d'autres configurations de joints de dilatation



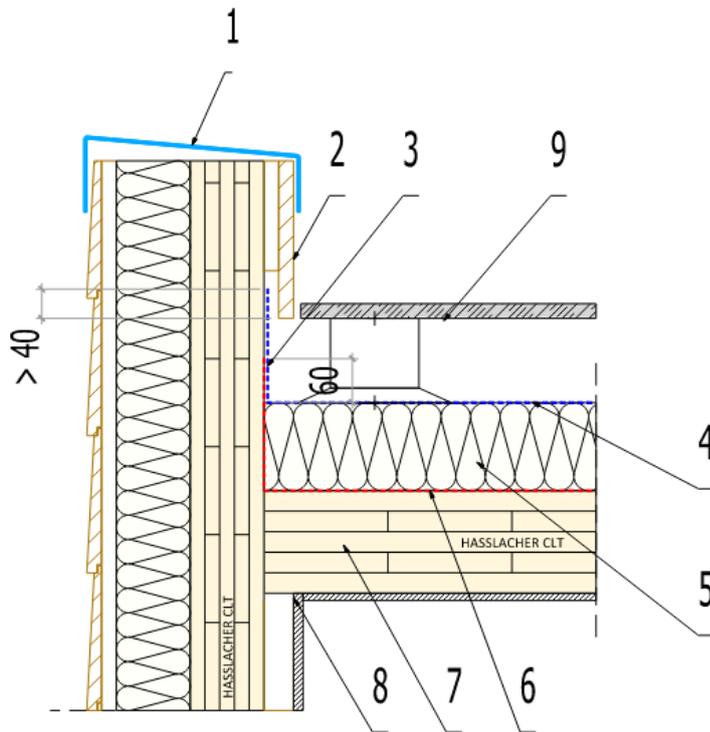
- (1) Panneau HASSLACHER CLT
- (2) Revêtement intérieur éventuel
- (3) Panneau HASSLACHER CLT
- (4) Revêtement extérieur traditionnel
- (5) Gouttière
- (6) Bande de rive métallique
- (7) Revêtement d'étanchéité

Figure 41 - Chéneau extérieur en toiture froide non isolée et ventilée en bâtiment ouvert



- (1) Collier de serrage étanche
- (2) Pare-vapeur
- (3) Revêtement intérieur
- (4) Isolation du conduit
- (5) Panneau HASSLACHER CLT
- (6) Isolant
- (7) Revêtement d'étanchéité

Figure 42 - Traversée de toiture – Passage de conduit



- (1) Couvertine étanche
- (2) Bardage étanche
- (3) Relevé d'étanchéité
- (4) Revêtement d'étanchéité
- (5) Isolation
- (6) Pare-vapeur
- (7) Panneau CLT Hasslacher
- (8) Revêtement intérieur
- (9) Protection par dalles sur plots

Figure 43: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Détail de relevé

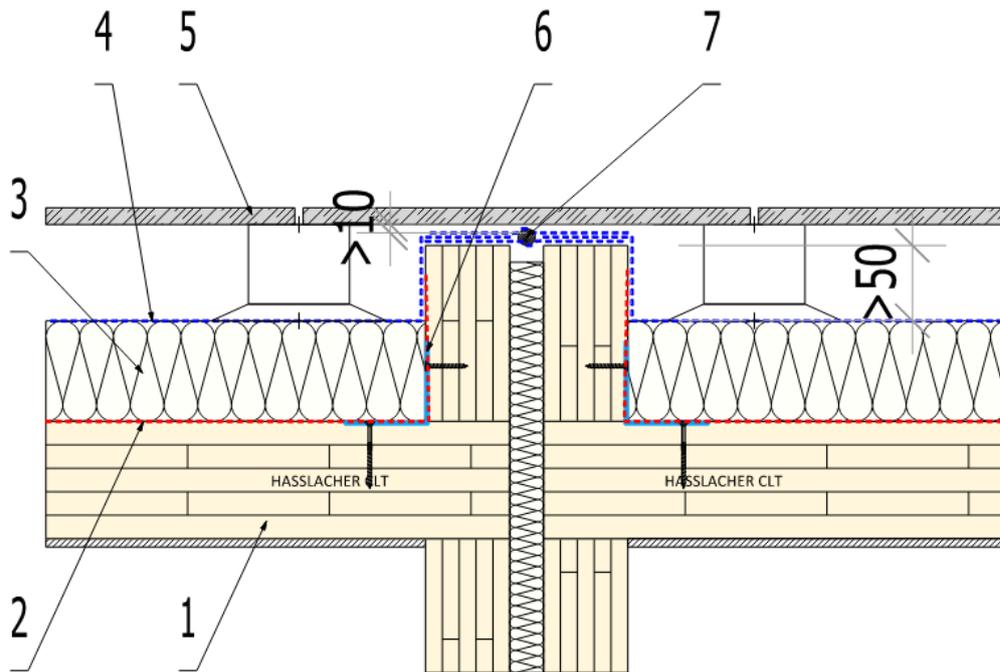
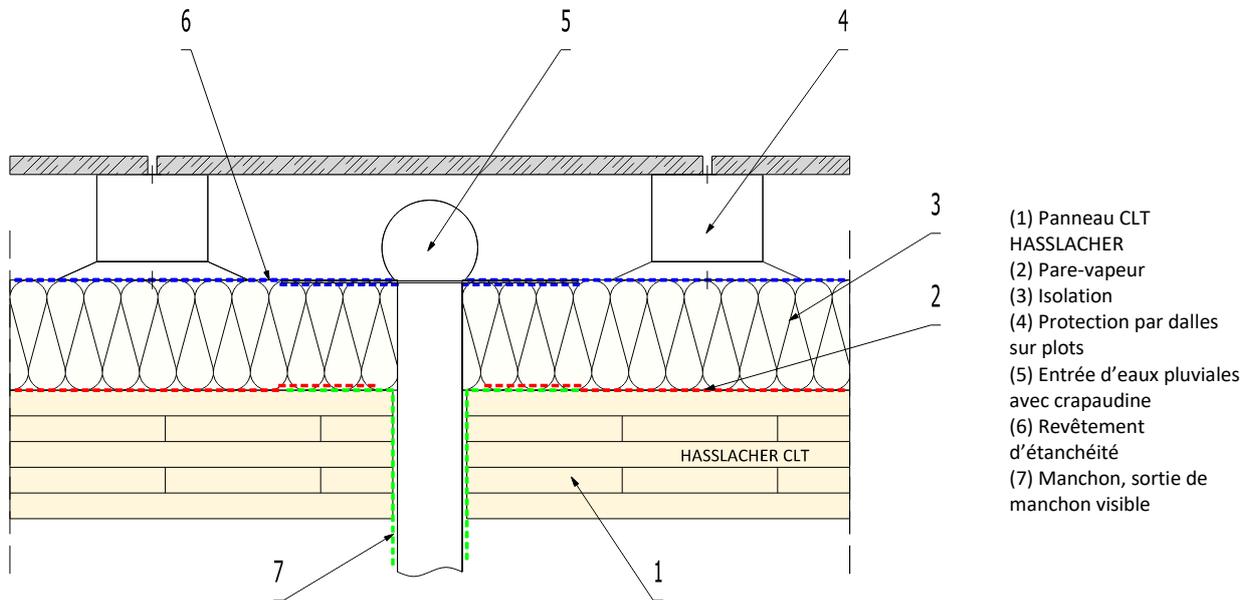


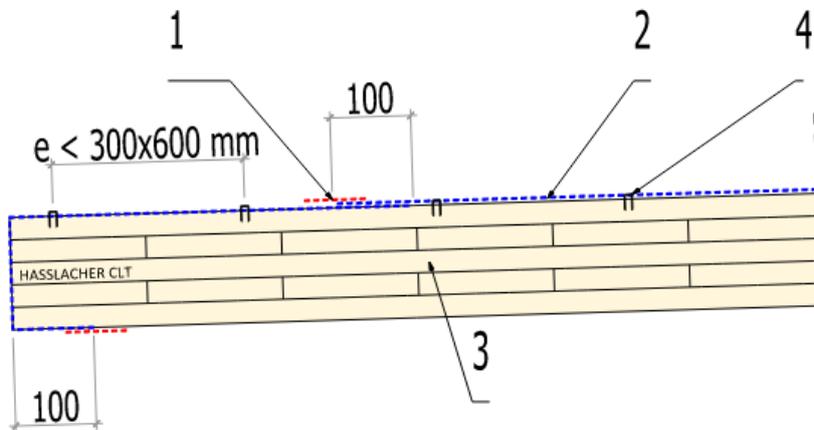
Figure 44: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Exemple de joint de dilatation

- (1) Panneau CLT Hasslacher
- (2) Pare-vapeur
- (3) Isolation
- (4) Revêtement d'étanchéité
- (5) Protection par dalles sur plots
- (6) Connecteur métallique encastré
- (7) Joint de dilatation sous Atec / DTA



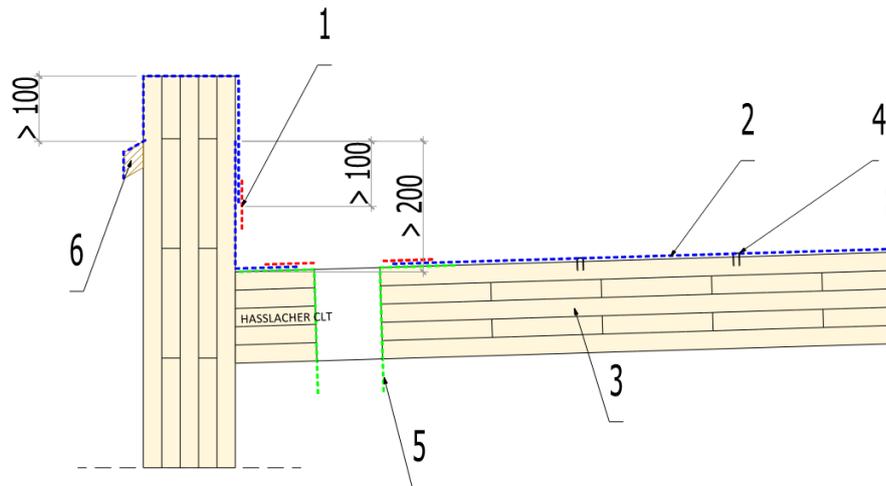
- (1) Panneau CLT HASSLACHER
- (2) Pare-vapeur
- (3) Isolation
- (4) Protection par dalles sur plots
- (5) Entrée d'eaux pluviales avec crapaudine
- (6) Revêtement d'étanchéité
- (7) Manchon, sortie de manchon visible

Figure 45: Principe de terrasse accessible avec protection par dalles sur plots – Évacuation d'Eaux Pluviales



- (1) Bande adhésive compatible avec l'écran souple
- (2) Membrane pare-pluie selon préconisations du présent ATEx (Recouvrement des lés ≥ 100 mm)
- (3) Panneau CLT HASSLACHER
- (4) Agrafes, trame 600x300mm, étanchées par pastille adhésive

Figure 46: Protections temporaires en phase chantier – Principe de protection par membrane pare-pluie



- (1) Bande adhésive compatible avec l'écran souple
- (2) Membrane pare-pluie selon préconisations du présent ATEX
- (3) Panneau CLT HASSLACHER
- (4) Agrafes, trame 600x300mm, étanchées par pastille adhésive
- (5) Évacuation d'eau pluviale raccordée au réseau d'évacuation
- (6) Tasseau bois faisant office de goutte d'eau

Figure 47: Protections temporaires en phase chantier – Détail de relevé