DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

3.3/19-1007_V3

Relevant de l'Evaluation Technique Européenne

ETA-**06/0009**

Valide du **16 novembre 2022**

au **3**1 décembre **202**6

Sur le procédé

CLT BBS

Titulaire : Société BINDERHOLZ Bausysteme GmbH
Internet : www.binderholz.com

Distributeur : **Société BBS France Sarl**
Internet : bbs@binderholz.com

Descripteur :

Les panneaux structuraux CLT BBS sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif séchées et calibrées empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. Les panneaux structuraux CLT BBS et sont destinés à la réalisation de planchers et de murs porteurs à fonction de contreventement. Les plis sont composés de planches de classe C24 avec une possibilité d'incorporer un pourcentage de classe C16 minimum selon les compositions indiquées au tableau 4 en Annexe du Dossier Technique établi par le Demandeur. Les panneaux CLT BBS peuvent indifféremment être associés entre eux au sein d'un même bâtiment pour plusieurs des fonctions visées.

Les panneaux CLT BBS peuvent être soit des panneaux dits « 125 » dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur jusqu'à 24 m (longueur obtenue par aboutage pleine section de panneaux CLT 125 de longueur 5 m environ) ;
- Largeur 1,25 m ;
- Epaisseur de 54 à 350 mm ;
- 3 à 9 plis (14 couches maximum, les plis pouvant être doublés).
- Soit des panneaux dits « XL » dont les dimensions sont les suivantes :
- Longueur jusqu'à 22 m ;
- Largeur jusqu'à 3,50 m ;
- Leur épaisseur est comprise entre 51 et 315 mm ;
- 3 à 7 plis (11 couches maximum, les plis pouvant être doublés) ;
- Les panneaux peuvent présenter des plis extérieurs orientés dans la direction principale de l'effort (panneaux XL DL) ou perpendiculairement à celle-ci (panneaux XL DQ).

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Famille de produit/Procédé : Panneaux structuraux en bois contrecollé-croisé, utilisés en mur et plancher

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.
Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n°3.3/14-784_V2.	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZRAN

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Définition succincte 5
1.1.1. Description succincte 5
1.1.2. Mise sur le marché 5
1.1.3. Identification 5
1.2. AVIS....5
1.2.1. Domaine d'emploi accepté....5
1.2.2. Appréciation sur le procédé 7
1.2.3. Prescriptions techniques dans le cas de l'utilisation en mur et planchers....9
1.2.4. Prescriptions techniques dans le cas de l'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées 12
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 13
1.4. Annexe 1 à l'Avis Technique 15
1.4.1. Dimensionnement des planchers 15
1.4.2. Dimensionnement des murs 17
2. Dossier Technique....19
2.1. Données commerciales 19
2.1.1. Coordonnées 19
2.2. Principe et domaine d'emploi proposé....19
2.3. Identification et marquage 19
2.4. Définition des matériaux 19
2.4.1. Planches en bois 19
2.4.2. Colles 20
2.5. Description des panneaux 20
2.5.1. Géométrie des panneaux....20
2.5.2. Caractéristiques physiques des panneaux....20
2.5.3. Conseil pour les planches de connexion....21
2.6. Fabrication et contrôle 21
2.6.1. Fabrication 21
2.6.2. Contrôles de la fabrication....21
2.7. Dimensionnement 22
2.7.1. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux....22
2.7.2. Dimensionnement des éléments porteurs verticaux 23
2.7.3. Propriétés résultantes des panneaux standards....24
2.7.4. Vérification des réservations....24
2.7.5. Dispositions parasismiques....24
2.7.6. Panneau en appui sur murs 24
2.8. Mise en œuvre....24
2.8.1. Dispositions générales relatives aux assemblages....24
2.8.2. Dispositions spécifiques relatives à la sécurité incendie 25
2.8.3. Stockage sur chantier 25
2.8.4. Déroulement du montage....25
2.8.5. Mise en œuvre des revêtements de sol désolidarisés....25
2.9. Résultats expérimentaux....26
2.10. Références 26
2.10.1. Données Environnementales 26
2.10.2. Autres références 27

2.11. Tableaux et figures du Dossier Technique 28
2.11.1. Annexe 1 (1/3) 28
2.11.2. Annexe 2 - Vérification des réservations taillées dans des éléments porteurs en CLT BBS 31
2.11.3. Annexe 3 - De la nécessité de renforts en traction pour les assemblages entre panneaux CLT BBS constitutifs d'un diaphragme. 33
2.11.4. Annexe 4 - Assemblages des éléments CLT BBS. 35
2.12. Annexe A - Utilisation en support d'étancheité 63
2.12.1. Généralité 63
2.12.2. Destination d'emploi 63
2.12.3. Dimensionnement 63
2.12.4. Organisation de la mise en œuvre 63
2.12.5. Dispositions constructives relatives au support 64
2.12.6. Prescriptions relatives aux toitures inaccessibles, techniques et végétalisées 64
2.12.7. Dispositions particulières aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots 65
2.12.8. Montage – Phases provisoires 66
2.12.9. Entretien et réparation 67
2.12.10. Organisation de la distribution et assistance technique 67
2.12.11. Tableaux et figures de l'Annexe A 68

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 25 février 2021, le procédé **CLT BBS**, présenté par la Société BINDERHOLZ Bausysteme GmbH. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Les panneaux structuraux CLT BBS sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif séchées et calibrées empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. Les panneaux structuraux CLT BBS et sont destinés à la réalisation de planchers et de murs porteurs à fonction de contreventement. Les plis sont composés de planches de classe C24 avec une possibilité d'incorporer un pourcentage de classe C16 minimum selon les compositions indiquées au tableau 4 en Annexe du Dossier Technique. Les panneaux CLT BBS peuvent indifféremment être associés entre eux au sein d'un même bâtiment pour plusieurs des fonctions visées.

Les panneaux CLT BBS peuvent être soit des panneaux dits « 125 » dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur jusqu'à 24 m (longueur obtenue par aboutage pleine section de panneaux CLT 125 de longueur 5 m environ) ;
- Largeur 1,25 m ;
- Epaisseur de 54 à 350 mm ;
- 3 à 9 plis (14 couches maximum, les plis pouvant être doublés).

Soit des panneaux dits « XL » dont les dimensions sont les suivantes :

- Longueur jusqu'à 22 m ;
- Largeur jusqu'à 3,50 m ;
- Leur épaisseur est comprise entre 51 et 315 mm ;
- 3 à 7 plis (11 couches maximum, les plis pouvant être doublés) ;
- Les panneaux peuvent présenter des plis extérieurs orientés dans la direction principale de l'effort (panneaux XL DL) ou perpendiculairement à celle-ci (panneaux XL DQ).

Eléments porteurs et support d'étanchéité de toitures terrasses et toitures inclinées

Les panneaux structuraux CLT BBS sont destinés à la réalisation de l'élément porteur des toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour avec protection par dalles sur plots, inaccessibles et techniques ou à zones techniques et toitures végétalisées. Ils peuvent être supports d'étanchéité et éléments porteurs de complexes d'étanchéité.

1.1.2. Mise sur le marché

En application En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux structuraux CLT BBS font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETE-06/0009. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

1.1.3. Identification

Après fabrication selon le protocole décrit au § 5 du Dossier Technique les panneaux sont identifiés de la façon suivante :

- Le logo [nom de la société] ;
- Le numéro du certificat de constance des performances du marquage CE ;
- Le numéro de l'agrément technique européen ;
- Les deux derniers chiffres de l'année où le marquage CE a été apposé ;
- Les essences de bois utilisées ;
- La référence du panneau (N° de position, épaisseur, nombre et direction des couches, qualité) ;
- Le lieu de fabrication.

1.2. AVIS

L'Avis porte uniquement sur le procédé tel qu'il est décrit dans le Dossier Technique joint, dans les conditions fixées aux Prescriptions Techniques (§1.2.3.).

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Le domaine d'emploi accepté par le Groupe Spécialisé n°3.3, à savoir les utilisations dans les bâtiments industriels, bâtiments d'habitation de la 1ère à la 4ème famille, de bureaux ou Etablissements Recevant du Public, en réhabilitation ou en construction neuve, dans les conditions énoncées aux paragraphes ci-après.

Les limitations du domaine d'emploi résultent du respect de la réglementation en vigueur applicable aux bâtiments, notamment vis-à-vis du Règlement de Sécurité pour la Construction.

Les panneaux structuraux CLT BBS 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.

L'Avis est formulé pour les utilisations en France européenne, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

Les éléments de levage ne sont pas visés par cet Avis Technique.

L'Avis n'est pas formulé pour les utilisations dans les DROM.

La mise en œuvre d'un système d'isolation thermique extérieure par enduit sur isolant sur les panneaux CLT BBS doit faire l'objet d'un Avis Technique 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, 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.

Seuls les locaux ponctuellement et temporairement rafraîchis en période chaude par un système d'appoint associé à la ventilation mécanique, pour autant que la température de consigne soit telle que la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur soit inférieure ou égale à 5°C sont visés.

Précisions du domaine d'emploi accepté dans le cas de l'utilisation en mur et planchers

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, et D1 au sens de la norme NF EN 1991-1-1.

Les entures de grandes dimensions sont acceptées lorsqu'elles sont réalisées sur le site de fabrication dans les conditions de l'Evaluation Technique Européenne ETE-06/0009.

L'Avis est formulé en excluant la reprise des cloisons maçonnées ou fragiles. Les revêtements fragiles doivent être mis en place en pose désolidarisée sur un procédé faisant l'objet d'un Avis Technique visant les supports bois.

Les utilisations sous charges pouvant entraîner des chocs ou des phénomènes de fatigue n'ont pas été étudiées dans le cadre du présent Avis.

Les ouvrages enterrés en panneaux CLT BBS sont exclus du domaine d'emploi.

L'utilisation des planchers bétons sur des murs BBS n'est pas visée dans le cadre du présent Avis.

L'utilisation des panneaux CLT BBS en plancher sur vide sanitaire est à exclure des zones infestées par les termites en l'absence de procédé de barrière anti-termite sous Avis Technique visant les planchers bois en vide-sanitaire.

Précisions du domaine d'emploi accepté dans le cas de l'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

Les toitures sont classées selon leur destination :

- Toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles, avec chemins de circulation, sans rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïques avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- Toitures techniques ou à zones techniques sans chemin de roulement des appareils d'entretien de façades (nacelles) ;
- Terrasses et toitures végétalisées avec procédé bénéficiant d'un Avis Techniques (pente ≥ 3 %) ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots sur un système d'étanchéité spécifique défini au paragraphe 7 de l'Annexe A.

Les pentes des toitures inaccessibles, techniques et accessibles aux piétons, exceptées dans le cas de la végétalisation, dépendent du critère de dimensionnement choisi :

- ≥ 3 %, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limité au 1/250e de la portée ;
- ≥ 1,8 %, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/400e de la portée ;
- ≥ 1,6%, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/500e de la portée.

Les terrasses et terrasses végétalisées doivent présenter des pentes ≥ 3 %.

Les panneaux structuraux CLT BBS peuvent recevoir :

- Des systèmes adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique validé en GS 5 pour l'emploi sur éléments porteurs bois CLT ;
- Un procédé d'isolation inversée bénéficiant d'un DTA validé en GS 5 pour l'emploi sur éléments porteurs bois CLT ;
- En toiture chaude ou en toiture froide (ventilée non isolée uniquement en bâtiment ouvert).

Les panneaux structuraux CLT BBS sont utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude ≤ 900 m).

Ce procédé d'élément porteur et support de systèmes d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

Ce procédé d'élément porteur et support de systèmes d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements et région d'outre-mer (DROM).

1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

La résistance et la stabilité du procédé sont normalement assurées dans le domaine d'emploi accepté sous réserve des dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques (§1.4.2.1 ci-après et Annexe 1).

Sécurité en cas d'incendie

Résistance au feu

Conformément aux conditions prévues par l'Arrêté du 14 mars 2011 modifiant l'arrêté du 22 mars 2004 modifié relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages, les panneaux CLT BBS qu'ils soient utilisés en tant que porteur vertical ou horizontal, sont à même de satisfaire des degrés de stabilité au feu dans les conditions précisées dans l'Avis de laboratoire de résistance au feu n°AL-14-139_V4.

Seuls les panneaux d'épaisseur supérieure à 60 mm et dont les planches sont de 20 mm d'épaisseur minimum sont couverts par l'Avis de Laboratoire de résistance au feu n°AL-14-139_V4.

Réaction au feu

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

L'adéquation entre ce classement et les exigences réglementaires doit être examinée au cas par cas en fonction du type de bâtiment et de l'emplacement du panneau dans l'ouvrage.

Sécurité en cas d'incendie pour une utilisation en support de couverture en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003) ; le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents pour toitures est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux procédés.

Vis-à-vis du feu intérieur

a) Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.
b) Les panneaux BBS ont fait l'objet d'une appréciation de laboratoire n° AL14-139_V4 permettant de considérer que les éléments respectent les dispositions en matière de protection des isolants non A2 vis à vis d'un feu intérieur pour les bâtiments d'habitation et les Établissements Recevant du Public (ERP).

Propagation du feu aux façades

Dans les bâtiments pour lesquels il existe une exigence C+D, pour la propagation du feu en façade, les dispositions constructives permettant de limiter le risque de propagation du feu par les façades, dont la participation à l'indice C+D (écran thermique, jonction façade / plancher) sont déterminées par application de l'Appréciation de Laboratoire au feu n° AL14-139_V4.

Dans le cas d'intégration de modénatures de façade et/ou de brises soleil, de balcons, de terrasses, de loggias, de coursives, de casquettes ou de tout autre élément ornemental d'une façade ou de spécifications complémentaires sur les côtes C+D vis-à-vis d'éléments non explicitement visés dans l'Appréciation de Laboratoire au feu n° AL14-139_V4 un Avis de chantier conformément à l'Arrêté du 22 mars 2004 modifié devra être réalisé.

Le cas de l'intégration des caissons de volet roulant est visé dans l'Appréciation de Laboratoire au feu n°AL14-139_V4 aux §5.8.3 et 5.8.4.

Pose en zones sismiques

Le procédé CLT BBS, peut satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme sous réserve du respect des conditions précisées aux Prescriptions Techniques.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

La sécurité du travail sur chantier peut être normalement assurée, en ce qui concerne le procédé proprement dit, moyennant les précautions habituelles à prendre pour la manutention d'éléments préfabriqués de grandes dimensions. Une attention particulière doit être portée à la manutention des panneaux CLT BBS, destinés à la réalisation de murs munis d'ouvertures et transportés tels quels. Dans le cas où la phase de manutention génère des efforts nettement supérieurs à ceux subis par le panneau mis en œuvre dans l'ouvrage, les points d'attaches conçus et prescrits par CLT BBS, doivent être respectés sur chantier.

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 BBS, en position verticale ou horizontale, doit être assurée au moyen d'un étaiement garantissant la stabilité particulière de chaque élément et la stabilité générale du bâtiment en cours de construction. D'une manière générale, et quelle que soit la fonction du panneau CLT BBS dans l'ouvrage, la mise en œuvre des panneaux CLT BBS, impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

Les panneaux CLT BBS disposent d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). La FDS est disponible à la Société Binderholz Bausysteme.

Isolation thermique

Le procédé CLT BBS, présente une isolation thermique « moyenne » évaluée par le coefficient U de transmission surfacique calculable conformément aux règles Th-U, en prenant pour conductivité thermique utile du bois λ = 0,13 W/m.K, pour capacité thermique massique Cp = 1600 J/kg.K, et pour facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau μ = 50 (sec) et μ = 20 (humide). Ces valeurs correspondent à un résineux léger de classe mécanique C24 selon la norme NF EN 338 et dont la masse volumique moyenne, c'est-à-dire avec une teneur en humidité de 15 % selon la terminologie de la norme NF B 51-002, est ≤ 500kg.m-3.

Les panneaux CLT BBS, peuvent nécessiter, selon leur emplacement dans l'ouvrage, la mise en œuvre d'une isolation thermique complémentaire.

Les valeurs et dispositions décrites dans les figures du Dossier Technique sont données à titre indicatif et n'ont pas été examinées par le GS n°3.3, une étude devra être réalisée au cas par cas. Sur les figures sont indiqués les isolants qui sont prescrits dans le DTU 31.2-1-2 (CGM).

Au niveau des parois verticales, un pare-vapeur sera systématiquement mis en œuvre sur la face du CLT BBS exposée au climat intérieur (entre le panneau CLT BBS et l'ouvrage en plaque de plâtre). La valeur de Sd (épaisseur de lame d'air équivalente) du pare-vapeur sera au minimum de 18m lorsque le revêtement extérieur est ventilé et de 90m le cas contraire.

Utilisation en support d'étanchéité de toitures

Afin de vérifier le respect des règlementations thermiques en vigueur, pour les bâtiments neufs et existants selon le cas, les bâtiments équipés de ce procédé doivent faire l'objet d'études énergétiques. Ces études doivent tenir compte des caractéristiques des produits mis en œuvre, notamment lorsqu'ils sont sous Avis Technique ou Document Technique d'Application.

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) et le décret RE 2020 n°2021-1004 (Réglementation Environnementale RE 2020) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent des exigences sur les performances énergétiques globales du bâti.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

En toitures, les panneaux CLT BBS sans isolation thermique complémentaire, ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable tels que bâtiments ouverts et aux vents.

Isolation acoustique

Les panneaux CLT BBS seuls, qu'ils soient utilisés en tant que murs ou planchers, ne permettent pas toujours de satisfaire les exigences en vigueur en matière d'isolation acoustique entre logements dans les bâtiments d'habitation. L'atteinte des critères d'isolation fixés par la réglementation nécessite parfois la mise en œuvre de matériaux d'isolation acoustique ou d'ouvrages complémentaires par exemple un plafond suspendu.

L'efficacité du complexe ainsi constitué vis-à-vis de l'isolation acoustique dépend de la conception particulière du plafond et de sa suspension. Cette efficacité peut être jugée soit à partir d'essais, soit à partir de calcul, après s'être assuré que la fréquence de résonance de l'ensemble plancher et plafond suspendu rapporté est inférieure à 60 Hz.

Etanchéité à l'eau et à l'air

Les panneaux CLT BBS, eux-mêmes ne sont pas destinés à jouer un rôle vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau ni de l'étanchéité à l'air.

Données environnementales et sanitaires

Le procédé CLT BBS ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Compte tenu de la limitation à des usages exposant les panneaux CLT CLT BBS, aux classes d'emploi 1 et 2, leur durabilité face aux éléments fongiques peut être normalement assurée soit du fait de la durabilité naturelle de l'essence utilisée, soit par l'application d'un traitement de préservation dans les conditions fixées au § 1.2.3.1.7. des prescriptions techniques.

Le deuxième décret n° 2006-591 d'application de la loi n° 99-471 du 8 juin 1999 tendant à protéger les acquéreurs et propriétaires d'immeubles contre les termites et autres insectes xylophages » - dite loi termites, suivi par l'arrêté du 16 février 2010 modifiant l'arrêté du 27 juin 2006 relatif à l'application des articles R.112-2 et R. 112-4 du code de la construction et de l'habitation, vise la protection des bois et des matériaux à base de bois participant à la solidité des ouvrages et mis en œuvre lors de la construction de bâtiments neufs ou de travaux d'aménagement. Les panneaux CLT BBS, répondent à la réglementation en vigueur sous réserve des dispositions complémentaires données aux Prescriptions Techniques (§ 2. 317 ci-après).

Utilisation en support d'étanchéité

a) Panneaux structuraux CLT BBS : se reporter au Dossier Technique.
   Les panneaux doivent être vérifiés avant travaux de réfections du système d'étanchéité.

b) Systèmes d'étanchéité : se reporter à leurs Documents Techniques d'Application, et à l'Avis Technique des terrasses et toitures végétalisées.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

La fabrication des panneaux CLT BBS est assurée exclusivement par la société BINDERHOLZ qui possède 1 site en Autriche et 1 site en Allemagne avec plusieurs halles de fabrication :

- Binderholz Unternberg GmbH Stranach 26 A-5585 Unternberg ;
- Binderholz Burgbernheim GmbH Rothenburger Straße 46 D-91593 Burgbernheim.

Le suivi de la production est effectué dans le cadre des procédures internes d'autocontrôle et fait l'objet d'un contrôle externe au moins deux fois par an par Holzforchung Austria.

1.2.3. Prescriptions techniques dans le cas de l'utilisation en mur et planchers

1.2.3.1. Conditions de conception et de calcul

Lorsque des panneaux CLT BBS sont utilisés comme murs pour assurer le contreventement, il est possible :

- Soit de les considérer comme une succession de panneaux isolés les uns des autres. Il est alors nécessaire de justifier leur tenue et celle de leurs ancrages en les considérant comme libres en tête et encastrés en pied. Ceci n'est applicable que si les panneaux sont fixés mécaniquement en pied et d'une largeur supérieure à 0,60 m. Il est également nécessaire de s'assurer de la présence d'une lisse haute transmettant l'effort horizontal et de justifier la transmission de l'effort aux panneaux par cette lisse ;
- Soit de considérer les liaisons entre panneaux. Il est alors nécessaire de justifier la tenue des panneaux et celles de leurs ancrages d'une part, de justifier la transmission des efforts de glissement entre panneaux d'autre part. Les dispositifs de liaisons entre panneaux sont ceux indiqués au Dossier Technique.

La conception et le calcul des panneaux CLT BBS sont à la charge du bureau d'études techniques référencé par le service d'assistance technique BBS France, qui doit également fournir un plan de pose complet.

BBS France prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre en mettant notamment à disposition des acteurs de la construction une liste de bureau d'études techniques disposant de l'expertise requise pour le dimensionnement des panneaux BBS en respect des prescriptions techniques particulières du présent Avis et des normes en vigueur.

Les charges d'exploitation à prendre en considération dans les calculs sont celles précisées par la norme NF EN 1991 moyennant les limitations décrites au §2.1 du présent Avis.

1.2.3.1.1. Vérifications en phase définitive des éléments porteurs horizontaux

Les vérifications de la résistance sous l'effet du moment fléchissant et de l'effort tranchant peuvent être menées comme dit au §6.1 du Dossier Technique, en considérant les combinaisons d'action des Eurocodes et en appliquant les coefficients kmod fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches sont alors calculées comme dit au §6.13 du Dossier Technique. Il est tenu compte du fluage par le coefficient kdef pris selon la norme NF EN 1995-1-1.

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 CLT BBS.

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 CLT BBS.

On appelle flèche active la part des déformations du plancher risquant de provoquer des désordres dans un ouvrage considéré généralement supporté (par exemple : cloison, carrelage, …). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par le plancher à partir de l'achèvement de l'ouvrage concerné.

Le "fléchissement actif" des planchers pouvant nuire à l'intégrité des cloisons maçonnées ou aux revêtements de sol fragiles comporte :

- Les déformations différées sous l'action du poids propre du plancher ;
- Les déformations totales dues aux charges permanentes mises en œuvre après les éléments fragiles ;
- Les déformations différées sous l'action de toutes les charges permanentes ;
- Les déformations totales dues à la part quasi permanente des charges d'exploitation.

En l'absence de revêtement de sol fragile et de cloisons fragiles, la flèche active est limitée par la norme, ou en l'absence d'autres précisions, aux valeurs suivantes :

- L/350 pour L ≤ 7,00 m ;
- 1 cm + L/700 pour L > 7,00 m.

En présence de revêtement de sol fragile ou de cloisons fragiles, les prescriptions portant sur la limitation des flèches nuisibles du FD P18 717 sont adoptées, soit :

- L/500 pour L ≤ 5,00 m ;
- 0,5 cm + L/1000 pour L > 5,00 m.

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

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

Les critères de flèche active doivent être vérifiés en considérant les caractéristiques mécaniques à long terme des panneaux CLT BBS.

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.

La longueur des porte-à-faux sera limitée à 50% de la longueur de la travée adjacente d'équilibre. La flèche au droit des porte-à-faux est limitée à 2.L/K lorsque celle de la portée courante est limitée à L/K (où K est par exemple 500 pour la flèche active des planchers supports de revêtements de sols rigides), sans pour autant que la limite qui en résulte soit inférieure à 5 mm ou excède les limites de déformation (flèche ou déplacement) prévues par certains NF DTUs.

1.2.3.1.2. Transmission des charges des éléments porteurs horizontaux à leurs appuis

La compression transversale et le cisaillement sur appui doivent faire l'objet d'une vérification selon EN 1995-1-1 §6.1.5.

1.2.3.1.3. Vérification en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des 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. Le calcul est donné dans § 2.7.2. du Dossier Technique. Le calcul de la contrainte majorée de compression est effectué suivant la norme NF EN 1995-1-1.

Les murs étant chargés de façon dissymétrique, la charge verticale est considérée comme excentrée. Cet excentrement sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 1/6 de l'épaisseur du panneau ou l'excentricité réelle.

Lorsque les panneaux CLT BBS utilisés comme murs porteurs sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant poteaux entre ouvertures doivent faire l'objet d'une vérification spécifique en tenant compte, si besoin, du risque de flambement dans les deux directions (cf. Annexe 2 du Dossier Technique).

De la même façon, les éléments formant linteaux au-dessus des ouvertures doivent faire l'objet d'une vérification spécifique. Il convient de se reporter en Annexe 2 du Dossier Technique pour la conception des porteurs verticaux avec linteaux et ouvertures.

1.2.3.1.4. Vérification en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des charges horizontales

Les vérifications de la résistance sous l'effet des contraintes de cisaillement peuvent être menées comme dit au §6.2 du Dossier Technique et en appliquant les coefficients kmod fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches hors plan sont alors calculées comme dit au § 2.7.1.3. du Dossier Technique.

Les ancrages, reprenant les efforts de soulèvement générés par les charges horizontales, sont dimensionnés pour ne reprendre que ces efforts. 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.

Lorsque des panneaux CLT BBS sont utilisés pour assurer le contreventement, il est possible :

- Soit de les considérer comme une succession de panneaux isolés les uns des autres. Il est alors nécessaire de justifier leur tenue et celle de leurs ancrages en les considérant comme libres en tête et encastrés en pied. Ceci n'est applicable que si les panneaux sont fixés mécaniquement en pied et d'une largeur supérieure à 0,60 m. Il est également nécessaire de s'assurer de la présence d'une lisse haute transmettant l'effort horizontal et de justifier la transmission de l'effort aux panneaux par cette lisse ;
- Soit de considérer les liaisons entre panneaux. Il est alors nécessaire de justifier la tenue des panneaux et celles de leurs ancrages d'une part, de justifier la transmission des efforts de glissement entre panneaux d'autre part. Les dispositifs de liaisons entre panneaux sont ceux indiqués au Dossier Technique.

Lorsque des panneaux CLT BBS munis d'ouvertures sont utilisés pour assurer le contreventement, il doit être vérifié que la « membrure » supérieure du panneau est capable de transmettre l'effort horizontal en ne tenant compte que des plis orientés dans le sens de cet effort.

1.2.3.1.5. Conception des assemblages et des liaisons

Les organes de fixation utilisés pour l'assemblage des panneaux CLT BBS entre eux ou des panneaux CLT BBS à d'autres éléments de structure en matériaux bois doivent être choisis selon les prescriptions de la norme NF EN 14592 ou faire l'objet d'Agrément Technique Européen ou d'une Evaluation Technique Européenne visant l'utilisation sur panneau bois contrecollé. Les liaisons entre panneaux doivent être réalisées avec des éléments permettant la reprise des efforts de traction transversale (LVL, contreplaqué, panneau 3 plis), à l'exclusion du bois massif.

Les connecteurs mécaniques tridimensionnels doivent faire l'objet d'une Evaluation Technique Européenne.

Les organes de fixation ou d'assemblages doivent être justifiés au regard des prescriptions des sections 7.1 et 8 de la norme NF EN 1995-1-1 et du paragraphe 2.8.1 du Dossier Technique.

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

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

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

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 BBS est limité à la déformation acceptée par les éléments 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.

1.2.3.1.6. Utilisation en zone sismique

La justification en zone sismique des structures assemblées par panneaux doit être menée en suivant le principe de comportement de structure soit dissipatif (Classe de ductilité M) soit faiblement dissipatif (Classe de ductilité L) conformément à la norme NF EN 1998-1-1. Les effets des actions sont calculés sur la base de la méthode des forces latérales équivalentes ou

de la réponse modale définies au § 4.3.3.1 de la norme NF EN 1998-1-1. Le spectre de calcul est déterminé en appliquant un coefficient de comportement q=2,0 pour la classe DCM et q=1,5 pour la classe DCL.

Les critères de régularité en plan et en élévation de la norme NF EN 1998-1-1 (cf. §4.2.3) doivent faire l'objet d'une vérification. Pour les bâtiments non-réguliers en élévation, les justifications doivent être menées avec un coefficient de comportement abaissé de 20 % et en déterminant les effets des actions sur la base d'une analyse modale.

Pour les bâtiments non-réguliers en plan, les effets de la torsion sont à prendre en considération selon les dispositions de la norme NF EN 1998-1.

Les coefficients de modification kmod correspondant à une classe de durée de chargement instantanée sont appliqués.

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

- Pour le comportement faiblement dissipatif (DCL) on conserve les coefficients relatifs aux combinaisons fondamentales ;
- Pour le comportement dissipatif (DCM) on peut appliquer $\gamma_M = 1,0$.

Lorsqu'ils sont prévus en zone sismique, les panneaux utilisés en plancher doivent être organisés afin de vérifier 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. Cet effort sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 15 kN/ml ou l'effort de tirant-buton déterminé 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 aux § 2 .7.5 du Dossier Technique ;
- 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 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 de performance 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.

Les déplacements entre étages en situation sismique devront être conformes à l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, au §4.4.3.2 de la norme NF EN 1998-1 et au §2.4 du guide ENS.

1.2.3.1.7. Traitement de préservation

En fonction de la classe d'emploi liée à la position du panneau CLT BBS 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 et NF EN 350.

Lorsqu'un traitement est nécessaire, il doit être réalisé en usine après façonnage des planches, de même qu'après le traitement des découpes réalisées sur les panneaux CLT BBS.

Conformément à la réglementation en vigueur, les panneaux CLT BBS qui participent à la solidité des bâtiments devront être protégés par une durabilité conférée ou naturelle 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 l'application des articles L. 126-6 et L. 131-3.

Les bâtiments neufs doivent être conçus et construits de façon à résister à l'action des termites et autres insectes xylophages. A cet effet doivent être mis en œuvre, pour les éléments participant à la solidité des structures, soit des bois naturellement résistant aux insectes ou des bois ou matériaux dérivés dont la durabilité a été renforcée, soit des dispositifs permettant le traitement ou le remplacement des éléments en bois ou matériaux dérivés.

1.2.3.1.8. Dispositions constructives générales

Lorsque les panneaux CLT BBS 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 de cet Avis Technique doivent être conformes aux prescriptions du DTU 31.2 pour la conception, aux prescriptions des Eurocodes pour le calcul.

Un pare-vapeur sera systématiquement mis en œuvre sur la face du panneau CLT BBS exposée au climat intérieur (entre le panneau CLT BBS et l'ouvrage en plaque de plâtre). La valeur de Sd (épaisseur de lame d'air équivalente) du pare-vapeur sera au minimum de 18m lorsque le revêtement extérieur est ventilé et de 90m dans le cas contraire.

1.2.3.2. Condition de fabrication

La fabrication des panneaux CLT BBS faisant appel au collage à usage structural, elle nécessite un contrôle permanent des différents paramètres conditionnant la réalisation d'un collage fiable (température, humidité, temps de pressage, pression de collage, etc.).

Le suivi de la production est effectué :

Dans le cadre d'une procédure interne d'autocontrôle dont les étapes sont indiquées dans le §2.6.2.1. du Dossier Technique. Les résultats sont consignés dans des fiches spécifiques pour les planches d'une part et panneaux CLT BBS finis d'autre part indiquant notamment :

- La procédure de réception et le stockage des matières premières ;
- La conformité du bois au classement mécanique annoncé selon la norme NF EN 338. Une procédure écrite doit définir les moyens mis en œuvre pour assurer la conformité de la qualité des bois au cahier des charges définis dans le Dossier Technique. Les bois utilisés doivent bénéficier d'un certificat visant à justifier de leur conformité aux normes en vigueur et en particulier concernant la classe de résistance annoncée ;

- L'essence des bois utilisée sera consignée au cahier des charges ;
- Les tolérances géométriques minimum à respecter pour les planches de bois ;
- Le taux d'humidité nominal des planches de bois avant assemblage des plis est fixé à 12% ±2%. Une procédure doit définir les contrôles, leur fréquence et leur enregistrement ;
- Le contrôle réalisé afin de s'assurer du bon encollage et du bon pressage conformément au Contrôle de Production en Usine ;
- Le contrôle visuel sur chaque élément fini.

L'ensemble des résultats ainsi que les dispositions prises en cas de résultat non conforme doivent être consignés sur un cahier ou sur des fiches de contrôle.

Dans le cadre d'une procédure de contrôle externe réalisée par l'organisme Holzforchung Austria permettant de vérifier la conformité des performances du panneau (valeur de résistance en cisaillement roulant notamment). La synthèse de ce contrôle externe doit être transmise une fois par an au CSTB.

Le contrôle des aboutages à entures multiples de grandes dimensions est considéré suffisant tel que décrit au § 2.6.2. du Dossier Technique si la conception des planchers BBS prévoit que les lignes d'aboutages soient décalées entre panneaux d'au moins 1,25m (correspondant à la largeur du panneau). Le cas contraire, l'échantillonnage du contrôle des aboutages doit être doublé sur l'ensemble des panneaux du chantier concerné.

1.2.3.3. Condition de mise en œuvre

1.2.3.3.1. Sollicitations perpendiculaires au sens porteur du panneau

Compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents au moyen des assemblages courants, les planchers composés de plusieurs panneaux adjacents doivent être conçus et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis et non pas sur quatre côtés.

1.2.3.3.2. Manutention et stabilité provisoire

Le protocole de montage devra préciser les modes de manutention et des points de levage (type, nombre, résistance), au cas par cas ainsi que les dispositifs pour assurer leur stabilité provisoire. Ces éléments seront clairement identifiés sur les panneaux livrés sur chantier.

Les éléments de levage ne sont pas visés par le présent Avis Technique.

1.2.3.3.3. Plans d'exécution

Le bureau d'études devra fournir les plans d'exécution détaillés comprenant le calepinage et le sens des panneaux, les types et détails des ancrages en pied de panneaux et chaînages entête des panneaux et autres détails (traitement des ouvertures, etc.).

1.2.4. Prescriptions techniques dans le cas de l'utilisation en support d'étanchéité de toitures-terrasses et toitures inclinées

Moyennant la réalisation d'un PAQ (Plan d'Assurance Qualité) contradictoire entre le lot charpente et le lot étanchéité conformément au paragraphe 8.3 du CPT « Support d'étanchéité bois » (Cahier du CSTB 3814 – Novembre 2019) qui se termine par une fiche de réception du support supervisée par le Maitre d'ouvrage, les pentes de 1,6% et 1,8% sont admises (hors toitures végétalisées).

1.2.4.1. Flexibilité des éléments utilisés en support d'étanchéité

Les déformations prises par les toitures avec panneaux CLT BBS sont :

- Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage au travers du facteur de déformation kdef (valeur) défini dans la norme NF EN 1995-1-1 :2005 ;
- Les toitures, exceptées dans le cas de la végétalisation, doivent présenter des pentes sur plan :
  - ≥ 3 %, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final wfin dû à toutes les charges limité au 1/250e de la portée ;
  - ≥ 1,8 %, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/400e de la portée,
  - ≥ 1,6%, lorsque les panneaux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/500e de la portée.
- Les terrasses et toitures végétalisées doivent présenter des pentes ≥ 3 %.

1.2.4.2. Résistance au vent des systèmes d'étanchéité

Systèmes d'étanchéité : se reporter aux DTA et Avis Techniques des procédés de terrasses et toitures végétalisées.

1.2.4.3. Attelages de fixation mécanique du système d'étanchéité

Résistance en compression

Lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826), il est rappelé que les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants supports, et/ou des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette.

Résistance à l'arrachement

Pour le calcul des densités de fixations des supports isolants ou des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, la résistance caractéristique à l'arrachement à prendre en compte est celle de la fixation dans du bois massif conforme à la NF P 30-310 définie dans la fiche technique de la fixation, à épaisseur égale.

1.2.4.4. Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre des systèmes d'étanchéité est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Sous cette condition, la mise en œuvre des systèmes d'étanchéité sur les panneaux CLT BBS ne présente pas de difficulté particulière.

En aucun cas, les réservations et/ou percements ne sont réalisés par le lot Étanchéité. Cette interdiction ne concerne pas la pose des attelages de fixation mécanique des systèmes d'étanchéité (supports isolants, kits des systèmes souples d'étanchéités fixés mécaniquement, par exemple).

1.2.4.5. Implantation des zones techniques

Les Documents Particuliers du Marché (DPM) précisent, lorsqu'il y a en toiture des équipements qui justifient le traitement de la toiture en zone(s) technique(s), l'implantation et la surface de ces zones.

La surface unitaire de la zone technique ou de chaque partie constituant chaque zone technique ne sera jamais inférieure à 200 m2.

1.2.4.6. Évacuation des eaux pluviales

Comme pour tous les supports bois conformes au NF DTU 43.4 sur pannes, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales devra être conçue et réalisée conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1. Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas de panneaux BBS posés perpendiculairement (ou de biais) à la noue.

Si les panneaux sont parallèles à la noue, la noue doit avoir une pente > à 1,5%.

1.2.4.7. Terrasses et toitures végétalisées

Dans le cas de terrasses et toitures végétalisées, les charges de Capacité Maximale en Eau (C.M.E.) du système de végétalisation devront être prises en compte. Ces charges sont indiquées dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan, il n'est pas nécessaire de prendre en compte la charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m2 pour le dimensionnement des panneaux structuraux CLT BBS, puisque le fluage est pris en compte dans leur dimensionnement.

1.2.4.8. Terrasses accessibles aux piétons et au séjour

L'emploi en terrasses accessibles aux piétons et au séjour est prévu par l'Annexe A avec une constitution particulière du système d'étanchéité couche de protection/isolant/bicouche, protégé par des dalles sur plots, en respectant les prescriptions du paragraphe 7 de l'Annexe A.

Le maître d'ouvrage devra prévoir dans les DPM des descentes d'eau pluviales visibles par l'occupant et permettant ainsi de s'assurer de l'absence de pénétrations d'eau en points bas de la toiture (descente d'eau pluviale spécifique selon la figure A.7 de l'Annexe A).

1.2.4.9. Implantations des écrans de cantonnement

Les DPM doivent préciser la position des écrans de cantonnement et/ou des bandes de recoupement de l'isolant combustible support d'étanchéité.

1.2.4.10. Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

a) Panneaux structuraux CLT BBS : les études préalables prescrite au paragraphe 5 de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) doivent comprendre un contrôle de la teneur en humidité des panneaux en bois massifs contrecollés et la vérification de leur salubrité.

Ces études sont à la charge du maître d'ouvrage. Elles ne sont pas de la compétence du lot d'Étanchéité.

b) Systèmes d'étanchéité : l'emploi d'attelages de fixation mécanique pour la liaison des panneaux isolants, et/ou celle des kits des systèmes souples d'étanchéités fixés 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.

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 P 84-208 (référence DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

1.2.4.11. Classement FIT

Se référer au Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 3.3

Le groupe précise que l'appréciation de laboratoire a été actualisée à l'occasion de cette révision.

Le présent DTA est formulé sur la base de l'ETA-06/0009 daté du 02/06/2017, dont il est rappelé qu'il n'a pas de limite de validité.

Le groupe attire l'attention au positionnement de charges concentrées sur le dimensionnement des assemblages.

En outre, compte tenu de ce que les éléments BBS offrent des surfaces de prise au vent importantes lors de leur manutention, il est impératif d'une part de recourir aux précautions habituelles relatives à la manutention des éléments de grande dimension, d'autre part de cesser la mise en œuvre lorsque la vitesse du vent empêche la manutention aisée par deux personnes. Il est rappelé que le DTU 31.2 préconise la mise en œuvre d'une coupure anti-capillarité en pied de panneaux fixés au soubassement.

Comme pour toutes les structures légères, les performances acoustiques de l'ouvrage doivent être vérifiées in situ. En effet, les outils de calcul ne permettent pas actuellement de prévoir la performance acoustique à la conception des constructions légères.

En l'absence de précision dans le Dossier Technique, il appartient au MOE en accord du détenteur de l'Avis Technique de prévoir une conception adaptée dans les locaux « humides » c'est-à-dire les Salles de Bain accessibles aux PMR.

En l'absence de précision dans le Dossier Technique, il appartient au MOE en accord du détenteur de l'Avis Technique de prévoir une conception adaptée à la mise en place de revêtement fragile en pose désolidarisée sur supports bois.

La nature du revêtement extérieur (cf. les référentiels techniques DTU, DTA, Règles Professionnelles- dont ils relèvent) et le mode d'intégration des fenêtres et portes extérieures dans les parois verticales peuvent limiter les hauteurs admissibles des bâtiments réalisés avec le procédé.

Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5.2

a) Le principe de mise en œuvre d'une isolation thermique en sous-face des panneaux BBS CLT n'est pas prévue dans le présent Avis pour les toitures chaudes.

b) Comme pour tous les supports en bois ou à base de bois selon le NF DTU 43.4, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doit être faite conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

c) Dans le cas de terrasses accessibles aux piétons et au séjour, la conception de l'ouvrage devra prévoir des descentes d'eau pluviales visibles par les occupants des locaux.

d) La diminution du critère de fléchissement final wfin dû à toutes les charges du 1/250e de la portée pour une pente de 3 % minimale, au 1/400e de la portée pour une pente de 1,8 % minimale, a pour conséquence d'augmenter le coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture d'environ 30 % et d'environ 50 % lorsque l'on passe au 1/500e de la portée pour une pente de 1,6 % minimale.

e) Il incombe aux Maître d'œuvre de définir le responsable de la mesure de siccité des panneaux CLT en œuvre, avant application du procédé d'étanchéité de toiture.

f) A l'instar de tous les procédés de la famille panneaux bois à usage structurel, le dossier ne vise pas les seuils de porte-fenêtre donnant sur toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour.

g) La pente nulle n'est pas visée par le présent document.

h) Le dossier ne prévoit pas la mise en œuvre d'ancrage de lignes de vie dans les panneaux CLT.

i) La protection contre les intempéries en phase travaux est définie dans le DTED au paragraphe 8 de l'Annexe A.

1.4. Annexe 1 à l'Avis Technique

La présente annexe fait partie de l'Avis Technique : le respect des prescriptions indiquées est une condition impérative de la validité de l'avis.

1.4.1. Dimensionnement des planchers

1.4.1.1. Données

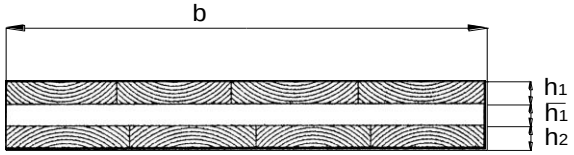


Figure 1 : Coupe transversale d'un panneau 3 plis.

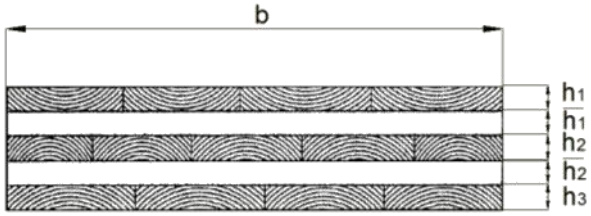


Figure 2 : Coupe transversale d'un panneau 5 plis.

Portée	L
Résistance caractéristique à la flexion	$f_{m,k}$
Résistance caractéristique à la traction	$f_{t,0,k}$
Résistance caractéristique au cisaillement roulant	$f_{R,k}$
Module d'élasticité moyen du bois	$E_{0,mean}$
Module de cisaillement moyen du bois	$G_{,mean}$
Module de cisaillement roulant moyen du bois	$G_{R,mean}$
Coefficient de sécurité Bois	γ_m
Coefficient de modification	k_{mod}
Coefficient de déformation	k_{def}

Résistance de calcul à la flexion $f_{m,0,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_{m,l}$

Résistance de calcul à la traction $f_{t,0,d} = k_{mod} \times f_{t,0,k} / \gamma_{m,l}$

Résistance de calcul au cisaillement $f_{R,d} = k_{mod} \times f_{R,k} / \gamma_{m,l}$

M_u : moment de flexion de calcul maximum

V_u : effort tranchant maximum de dimensionnement

1.4.1.2. Conception

Bien que les panneaux CLT BBS eux-mêmes permettent la reprise locale de flexion transversale (sens perpendiculaire au fil des plis externes), compte tenu de l'impossibilité qu'il y a à transmettre des moments entre panneaux adjacents, les planchers doivent être conçus et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis et non pas sur 4 côtés.

Lorsque les panneaux CLT BBS utilisés comme planchers porteurs sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant trémie doivent faire l'objet d'une vérification spécifique (cf. Annexe 2 du Dossier Technique).

Le dimensionnement est réalisé en appliquant les coefficients kmod fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches sont calculées en tenant compte du fluage par le coefficient kdef pris selon les valeurs définies pour le contreplaqué dans la norme NF EN 1995-1-1 et au § 2.7.1.3= du Dossier Technique.

1.4.1.3. Vérifications à l'ELU instantané

Instantané – charges à court terme

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

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

En utilisant les valeurs moyennes de E et où :

$$A_i = b \cdot h_i$$

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

$$\gamma_2 = 1$$

$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_{0,mean_i} \cdot A_i \cdot \bar{h}_i}{L^2 \cdot G_{R,mean} \cdot b}\right]^{-1} \text{ pour } i = 1 \text{ et } i = 3$$

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

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

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

Les contraintes normales sont prises selon

$$\sigma^i{}_{t,0,d=} \frac{\gamma_i \cdot a_i \cdot M_u}{I_{ef}}$$

$$\sigma^i_{m,0,d} = \frac{0{,}5 \cdot h_i \cdot M_u}{I_{ef}}$$

Vérification de la traction et flexion combinée des couches de bois

$$\frac{\sigma^i_{t,0,d} + \sigma^i_{m,0,d}}{f_{m,o,d}} \leq 1$$

Vérification du cisaillement roulant

$$\tau_{v,d} = \frac{V_u \cdot \gamma_i \cdot S_i}{I_{ef} \cdot b} \leq f_{R,d}$$

Avec :

Moment statique d'un pli au sein d'une section rectangulaire

$$S_i = b.h_i.x_i$$

b : largeur du panneau (mm) ;

hi : épaisseur du pli (mm) ;

xi : abscisse du barycentre du pli à l'axe de symétrie du panneau (mm).

Avec la valeur caractéristique de résistance au cisaillement roulant de 1,0 N/mm² pour les panneaux 125 et pour les panneaux XL définie dans l'ATE-06/0009.

Une attention particulière doit être portée à la conception des planchers et notamment à l'emplacement respectif des joints entre panneaux et des surcharges pour ne pas mobiliser de manière importante les cisaillements entre panneaux adjacents. Les détails de jonctions entre panneaux sont indiqués dans les dispositions constructives annexés au Dossier Technique.

La compression transversale et le cisaillement sur appui doivent faire l'objet d'une vérification selon les principes énoncés dans le §2.7.6 du Dossier Technique.

1.4.1.4. Vérifications 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 $\psi_2 \cdot k_{def}$ approprié, puis additionnées pour les vérifications.

$$E_{0,mean,fin} = \frac{E_{o,mean\cdot}}{1 + \psi_2 \cdot k_{def}}$$

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

Avec $G_{R,mean}$ le module de cisaillement roulant moyen défini dans l'ATE 06/0009 et pris égale à 50 MPa.

Avec $\psi_2 = 1$ pour les charges permanentes.

1.4.1.5. Vérifications ELS

1.4.1.5.1. Caractéristiques mécaniques Instantané (charge à court terme - instantanées)

Il convient de considérer la rigidité efficace en flexion déterminée au §1.4.1.3.

1.4.1.5.2. Caractéristiques mécaniques Final (charge à long terme - permanentes)

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 additionnées pour les vérifications.

$$E_{0,mean,fin} = \frac{E_{o,mean\cdot}}{1 + k_{def}}$$

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

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

Avec G_{mean} le module de cisaillement moyen du panneau CLT BBS pris égal à 60 MPa défini dans l'ATE-06/0009.

1.4.1.5.3. Vérifications de flèche

Les vérifications des flèches doivent être menées en considérant d'une part la flèche générée par le moment fléchissant en considérant la rigidité efficace du panneau CLT BBS et d'autre part la flèche générée par l'effort tranchant en considérant le module de cisaillement du panneau CLT BBS.

1.4.1.5.4. Vérifications flèche totale – absolue

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 CLT BBS.

1.4.1.6. Vérifications flèche instantanée

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 CLT BBS.

1.4.1.7. Vérifications flèche active

On appelle flèche active la part des déformations du plancher risquant de provoquer des désordres dans un ouvrage considéré généralement supporté (par exemple : cloison, carrelage, …). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par le plancher à partir de l'achèvement de l'ouvrage concerné.

Le "fléchissement actif" des planchers pouvant nuire à l'intégrité des cloisons maçonnées ou aux revêtements de sol fragiles comporte :

- Les déformations différées sous l'action du poids propre du plancher ;
- Les déformations totales dues aux charges permanentes mises en œuvre après les éléments fragiles ;
- Les déformations différées sous l'action de toutes les charges permanentes ;
- Les déformations totales dues à la part quasi permanente des charges d'exploitation.

En l'absence de revêtement de sol fragile et de cloisons fragiles, la flèche active est limitée par la norme, ou en l'absence d'autres précisions, aux valeurs suivantes :

- L/350 pour L ≤ 7,00 m ;
- 1 cm + L/700 pour L > 7,00 m.

En présence de revêtement de sol fragile ou de cloisons fragiles, les prescriptions portant sur la limitation des flèches nuisibles du FD P18 717 sont adoptées, soit :

- L/500 pour L ≤ 5,00 m ;
- 0,5 cm + L/1000 pour L > 5,00 m.

Les critères de flèche active doivent être vérifiés en considérant les caractéristiques mécaniques à long terme des panneaux CLT BBS.

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.

La longueur des porte-à-faux sera limitée à 50% de la longueur de la travée adjacente d'équilibre. La flèche au droit des porte-à-faux est limitée à 2.L/K lorsque celle de la portée courante est limitée à L/K (où K est par exemple 500 pour la flèche active des planchers supports de revêtements de sols rigides), sans pour autant que la limite qui en résulte soit inférieure à 5 mm ou excède les limites de déformation (flèche ou déplacement) prévues par certains NF DTUs.

1.4.2. Dimensionnement des murs

1.4.2.1. Vérification en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des 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. Le calcul de l'élancement du panneau CLT BBS est effectué en considérant d'une part la longueur de flambement calculée de manière usuelle en fonction des conditions d'appuis (considérées comme des articulations), d'autre part le rayon de giration dont le calcul est donné dans §2.7.2.1. du Dossier Technique. Le calcul de la contrainte majorée de compression est effectué suivant la norme NF EN 1995-1-1.

Les murs étant chargés de façon dissymétrique, la charge verticale est considérée comme excentrée. Cet excentrement sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 1/6 de l'épaisseur du panneau ou l'excentricité réelle.

Lorsque les panneaux CLT BBS utilisés comme murs porteurs sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant poteaux entre ouvertures doivent faire l'objet d'une vérification spécifique en tenant compte, si besoin, du risque de flambement dans les deux directions (cf. Annexe 2 du dossier technique).

De la même façon, les éléments formant linteaux au-dessus des ouvertures doivent faire l'objet d'une vérification spécifique. Il convient de se reporter à l'annexe 2 du Dossier Technique pour la conception des porteurs verticaux avec linteaux et ouvertures.

1.4.2.2. Vérification en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des charges horizontales

Lorsque des panneaux CLT BBS sont utilisés pour assurer le contreventement, il est possible :

- Soit de les considérer comme une succession de panneaux isolés les uns des autres. Il est alors nécessaire de justifier leur tenue et celle de leurs ancrages en les considérant comme libres en tête et encastrés en pied. Ceci n'est applicable que si les panneaux sont fixés mécaniquement en pied et d'une largeur supérieure à 0,60 m. Il est également nécessaire de s'assurer de la présence d'une lisse haute transmettant l'effort horizontal et de justifier la transmission de l'effort aux panneaux par cette lisse et en ne tenant compte que des plis orientés dans le sens de cet effort ;
- Soit de considérer les liaisons entre panneaux. Il est alors nécessaire de justifier la tenue des panneaux et celles de leurs ancrages d'une part, de justifier la transmission des efforts de glissement entre panneaux d'autre part.

Lorsque des panneaux CLT BBS munis d'ouvertures sont utilisés pour assurer le contreventement, il doit être vérifié que la « membrure » supérieure du panneau est capable de transmettre l'effort horizontal en ne tenant compte que des plis orientés dans le sens de cet effort.

La capacité résistante au cisaillement des panneaux doit être justifiée lorsque ceux-ci sont soumis à des charges horizontales. La vérification consiste à s'assurer que les trois modes de ruptures potentiels ne sont pas atteints à l'ELU :

$$\tau_{1,d} = \frac{V_d}{b \cdot t} \leq f_{v,1,d}(N/mm^2) \text{ avec } f_{v,1,k} = 3{,}5 N/mm^2$$

$$\tau_{2,d} = \frac{V_d}{b \cdot t_{min_{v,2,d}}} \leq f_{v,2,d}(N/mm^2) \text{ avec } f_{v,2,k} = 8{,}0 N/mm^2$$

$$\tau_{3,d} = \frac{V_d \cdot h}{\sum I_p} \frac{a}{2} \leq f_{v,3,d}(N/mm^2) \text{ avec } f_{v,3,k} = 2{,}5\ N/mm^2$$

b la largeur du panneau (mm) ;

t l'épaisseur du panneau (mm) ;

V_d effort tranchant agissant sur le panneau (N) ;

t_{min} somme des épaisseurs de plis transversaux ou des plis longitudinaux, la plus petite des deux valeurs étant à retenir (mm) ;

a largeur d'une planche (mm) ;

Ip moment d'inertie polaire des sections croisées (mm^4) ;

h hauteur du panneau perpendiculaire à l'effort agissant horizontal (mm).

Les ancrages, reprenant les efforts de soulèvement générés par les charges horizontales, sont dimensionnés pour ne reprendre que ces efforts. 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.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société BINDERHOLZ Bausysteme GmbH
Zillertalstrasse 39
A-6263 Fuegen, Austria
Tél. : +43.6245.70500-556
Internet : www.binderholz-bausysteme.com

Distributeur : Société BBS France Sarl
TMF Pôle, 52 rue de la Victoire
FR-75009 Paris, France
Internet : contact@bbsfrance.com

2.2. Principe et domaine d'emploi proposé

Les panneaux structuraux CLT BBS sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif contrecollées, empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface.

Les panneaux structuraux CLT BBS sont destinés à la réalisation de planchers et de murs porteurs à fonction de contreventement. Ils sont associés entre eux au sein d'un même bâtiment, sur soubassement béton. Les panneaux structuraux CLT BBS sont destinés à la réalisation des ouvrages de structure cités ci-dessus de bâtiments à usage d'habitation, Etablissements Recevant du Public, bâtiments de bureaux ou industriels. Ils peuvent être en outre utilisés pour la réalisation de travaux de surélévation.

Les panneaux structuraux CLT BBS peuvent être utilisés en classes de service 1 et 2 au sens de l'EUROCODE 5 et en classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

2.3. Identification et marquage

Les panneaux sont marqués CE.

Une fois qu'ils ont satisfait les exigences décrites au § 2.6.2, le marquage est apposé sur le produit même, sur une étiquette apposée sur le produit, sur l'emballage, ou sur leur bon de livraison ou facture.

Derrière les lettres « CE », le N° d'identification de l'organisme agréé est indiqué, ainsi que les informations suivantes :

- Nom et adresse du fabricant ;
- Les deux derniers chiffres de l'année dans laquelle a été apposé le marquage CE ;
- Le Numéro du certificat de conformité CE pour le produit ;
- Le Numéro de l'Agrément Technique Européen ;
- Désignation du type de l'élément, faisant ressortir l'utilisation prévue ;
- L'épaisseur nominale ;
- Le nombre et la disposition de chaque pli ;
- L'essence de bois utilisée et le classement mécanique de chaque pli ;
- Famille et type d'adhésifs utilisés ;
- Classe de dégagement de Formaldéhyde ;
- Si un produit de traitement a été appliqué en usine, apposition de la marque « PT » et déclaration des substances biocides actives utilisées, le cas échéant.

2.4. Définition des matériaux

2.4.1. Planches en bois

2.4.1.1. Types d'essences utilisées

Les planches en bois utilisées pour la réalisation des panneaux CLT BBS sont en épicéa, sapin, pin, mélèze ou pin arolle.

2.4.1.2. Caractéristiques géométriques des planches

Les planches utilisées ont une épaisseur comprise entre 17 et 45 mm.

La largeur des planches est comprise entre 80 et 250 mm. Ces planches peuvent être aboutées.

2.4.1.3. Caractéristiques mécaniques des planches

Les planches utilisées sont classées visuellement conformément à la norme NF-EN 14081-1.

Classes mécaniques des planches utilisées : (voir tableaux 1 et 2)

Dans le CLT BBS 125 :

- Planches longitudinales : C24 pour au moins 90%, le reste étant de classe supérieure ou égale à C16 ;
- Planches transversales : au moins 30% de classe C24, le reste étant de classe supérieure ou égale à C16.

Dans le CLT BBS XL :

- Planches longitudinales et transversales : C24 pour au moins 90%, le reste étant de classe supérieure ou égale à C16.

2.4.2. Colles

Les colles utilisées dans la production du CLT BBS diffèrent selon le format.

2.4.2.1. Colles utilisées dans la production du CLT BBS 125

Il y a quatre opérations de collage dans le processus de fabrication du CLT BBS 125 :

- Pour le collage à chant des planches constitutives des faces visibles est utilisé un système adhésif de type résine/durcisseur mélamine-urée-formaldéhyde, MUF 1247/2526, fabriquée par la société CASCO Adhesives AB (Suède, Stockholm). Cette colle est de type I selon la EN 15425.
- Pour le collage à chant des planches constitutives des couches longitudinales non-visibles est utilisée une résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB S049, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach). Cette colle est de type I selon la EN 15425.
- Pour le collage des plis entre eux est utilisée une résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB S139, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach). Cette colle est de type I selon la EN 15425.
- Pour l'aboutage pleine section des panneaux entre eux et l'aboutage éventuel des planches est utilisée une résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB S049, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach). Cette colle est de type I selon la EN 15425.

2.4.2.2. Colles utilisées dans la production du CLT BBS XL

Il y a deux opérations de collage dans le processus de fabrication du CLT BBS XL :

- Pour l'aboutage des planches est utilisée une résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB S139, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach). Cette colle est de type I selon la EN 15425.
- Pour le collage des plis entre eux est utilisée une résine polyuréthane monocomposant, Purbond HB S409, fabriquée par la société Purbond (Suisse, Sempach). Cette colle est de type I selon la EN 15425.

2.5. Description des panneaux

2.5.1. Géométrie des panneaux

Les panneaux CLT BBS sont constitués de planches en bois massif, empilées en plis croisés à 90° et collées entre eux sur toute leur surface.

Le nombre de plis est impair. De ce fait, les plis extérieurs sont orientés dans la même direction.

Les panneaux CLT BBS sont disponibles en deux formats.

2.5.1.1. Format standardisé CLT BBS 125

Ces panneaux sont produits en largeur standard de 1,25 m et de longueur d'au plus 24 m.

Les plis longitudinaux peuvent être composés de 2 couches.

Les panneaux sont constitués de 3, 5, 7 ou 9 plis de manière standard, et au maximum de 14 couches.

Seuls les plis longitudinaux sont constitués de planches collées à chant à bord franc, les plis transversaux sont quant à eux, composés de planches non collées sur leurs chants et il peut exister un espace maximum de 4 mm entre ces planches.

L'épaisseur des panneaux CLT BBS dépend du nombre de plis et des combinaisons possibles entre les différentes épaisseurs de planches. Les épaisseurs des panneaux standards CLT BBS sont comprises entre 54 et 350 mm.

2.5.1.2. Grand format CLT BBS XL

Ces panneaux sont produits sur liste et ont une largeur maximale de 3,50 m et une longueur maximale de 22 m.

Ils n'existent qu'en Epicéa.

Les planches ne sont pas collées à chant. Il peut exister un espace maximum de 4 mm entre ces planches.

Toutefois, lorsqu'une face est commandée en qualité visible, les planches de cette face peuvent être collées à chant pour des raisons purement esthétiques. Ce collage est réalisé avec le système Casco GripPro Light Adhesive A014 et Hardener H014.

Les panneaux sont constitués de 3, 5 ou 7 plis de manière standard, et au maximum de 11 couches.

Leur épaisseur varie de 51 à 315mm.

2.5.2. Caractéristiques physiques des panneaux

Voir tableau 4.

Pour le calcul du poids des panneaux, afin de s'assurer de ne pas dépasser les PTAC et PTRA des véhicules transportant, ou la capacité des engins de levages, il est conseillé d'utiliser une masse volumique sécuritaire de 470kg/m³. Pour le calcul des assemblages, la masse volumique du C24 devra être utilisée.

Les panneaux CLT BBS ont un coefficient de conductibilité thermique λ égal à 0,13 W / m.K.

La variation dimensionnelle dans son plan est de 0,01 mm/m/% de variation d'humidité.

La variation dimensionnelle du panneau dans son épaisseur est de 0,20 mm / m / % de variation d'humidité.

2.5.3. Conseil pour les planches de connexion

Le kit CLT BBS peut être livré accompagné par un ensemble de planches de connexion débitées dans du panneau 3-Plis Multistat 27mm produit par le groupe Binderholz (sous agrément allemand numéro Z-9.1-413). L'utilisation de 3-Plis permet en effet d'éliminer le risque de fissurer lors du clouage (ou vissage) au bord des planches.

2.6. Fabrication et contrôle

2.6.1. Fabrication

La fabrication des panneaux CLT BBS est effectuée dans l'usine de la société CLT BBS Holzbausysteme à A-5585 Unternberg/Salzburg en Autriche.

Le processus de fabrication des panneaux CLT BBS diffère selon le format :

La fabrication du CLT BBS 125 comporte les étapes suivantes :

- Stockage des planches destinées à la fabrication des panneaux à une humidité de 12 ± 2 % ;
- Aboutage éventuel des planches destinées à la réalisation des plis longitudinaux des panneaux ;
- Sciage éventuel des planches aboutées à la longueur prévue pour entrer dans la composition des panneaux ;
- Rabotage 4 faces des planches longitudinales, rabotage 2 faces des planches transversales ;
- Fabrication des couches longitudinales par collage à chant des planches rabotées 4 faces ;
- Mise en place de la première couche en fond de presse et empilage des couches et plis suivants jusqu'à remplissage total de chaque presse, dans une même presse il est possible d'empiler plusieurs épaisseurs et compositions de panneaux par la mise en place d'un film ;
- Pressage perpendiculairement au plan moyen des panneaux, pour une température de 20°C et une humidité relative de l'air de 65%, sous une pression comprise entre 6 et 8 bars ;
- A la sortie des presses de longueur 5 m environ, on obtient des portions de panneaux (panneaux unitaires) qui sont ensuite aboutées par enturage multiple de sorte à limiter les chutes ;
- Stabilisation pendant 48 heures à une température de 20°C ;
- Dressage des rives des panneaux ;
- Les panneaux définitifs conformes à la commande sont obtenus grâce à une mise à longueur par tronçonnage et découpe en largeur ;
- Des usinages sont possibles par robot d'usinage CN donnant ainsi la possibilité d'un ajustement individuel en fonction de leur destination finale moyennant leur mise à dimension particulière ou la création d'ouvertures.

La fabrication du CLT BBS XL comporte les étapes suivantes :

- Stockage des planches destinées à la fabrication des panneaux à une humidité de 12 ± 2 % ;
- Aboutage à l'infini des toutes les planches ;
- Débit longueur dans cette planche infinie des planches constitutives des différents plis des futurs panneaux ;
- Tri des planches selon la longueur ;
- Rabotage des planches juste avant leur mise en place dans la presse ;
- Mise en place de la première couche en fond de presse et empilage des couches et plis suivants jusqu'à remplissage total de chaque presse, dans une même presse il est possible d'empiler plusieurs épaisseurs et compositions de panneaux par la mise en place d'un film ;
- Pressage sous vide des panneaux, dépression comprise entre -0,8 et -0,9 bar ;
- Des usinages sont possibles par robot d'usinage CN donnant ainsi la possibilité d'un ajustement individuel en fonction de leur destination finale moyennant leur mise à dimension particulière ou la création d'ouvertures.

2.6.2. Contrôles de la fabrication

La fabrication des panneaux CLT BBS est soumise d'une part à une procédure de contrôle interne en usine mise en œuvre par le fabricant, d'autre part à un contrôle externe assuré par l'organisme autrichien Holzforchung Austria de Vienne.

2.6.2.1. Contrôle interne de fabrication

Le contrôle interne de la fabrication, destiné à assurer la maîtrise de la qualité, est organisé selon les prescriptions de la norme NF EN 14080, le détail de tout ce qui suit figure dans le manuel de contrôle qualité du fabricant

Le contrôle interne porte sur :

- La qualité du bois ;
- La qualité des colles, résine et durcisseur ;
- L'aboutage des planches longitudinales ;
- La qualité des usinages (joints à entures multiples, …) ;

- Le collage et l'aboutage des panneaux.

Les résultats du contrôle interne sont consignés sur un registre spécifique qui précise notamment les éléments suivants :

- Date et numéro de production ;
- Essence et classe du bois ;
- Epaisseur des planches ;
- Dimensions de l'élément ;
- Humidité du bois ;
- Heure de début de l'encollage ;
- Heure de début et de fin de pressage ;
- Pression de collage ;
- Quantité de colle utilisée ;
- Calibrage de l'appareil de mesure de l'humidité ;
- Température et humidité relative du local de production.

Les essais de délamination sur éprouvettes et de cisaillement en bloc sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme EN 14080.

La qualité du collage est vérifiée à chaque poste en laboratoire, conformément aux prescriptions de la norme EN 14080. Les encolleuses automatiques sont calibrées chaque semaine, dans le cadre d'un programme interne d'assurance-qualité.

Les essais de contrôle des aboutages des planches et les essais de contrôle des aboutages à entures multiples des panneaux sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme EN 15497.

Les aboutages des panneaux sont contrôlés visuellement à chaque poste. Un contrôle supplémentaire est effectué par corrélation entre consommation de colle et surface collée. Enfin on réalise un carottage diam 25mm par série de 30 aboutages sur les plis travaillant externe sur le panneau 3 plis et sur le pli central sur panneaux en 5 et 7 plis (plis longitudinaux simples ou doublés). Ce prélèvement subit ensuite les tests prévus dans la norme EN15497 (2.8.1).

Les appareils de mesure font l'objet d'un étalonnage interne mensuel.

2.6.2.2. Contrôle externe de fabrication

Le contrôle externe est réalisé conjointement par l'organisme autrichien Holzforschung Austria de Vienne (2 visites d'inspection par an).

Le contrôle externe effectué comporte les tâches suivantes :

- Vérification de la tenue à jour des procédures de contrôle interne ;
- Contrôle sur la production courante de tous les paramètres de collage ;
- Contrôle du personnel effectuant le classement visuel des bois ;
- Prélèvement d'échantillons pour réalisation d'essais dans leur propre laboratoire ;
- Commentaires sur les résultats d'essais.

2.7. Dimensionnement

La documentation technique mise à disposition des utilisateurs du procédé par la société BINDERHOLZ BAUSYSTEME GmbH propose des abaques ou des tableaux de prédimensionnement en fonction de la portée, des charges permanentes, des surcharges d'exploitation et climatiques et des critères de flèches retenus.

Ce prédimensionnement, utile en phase d'avant-projet, ne se substitue pas au dimensionnement qui doit faire l'objet d'une note de calcul spécifique par un bureau d'études, au cas par cas, en tenant compte des particularités propres à chaque projet.

Le comportement mécanique des panneaux CLT BBS est déterminé à partir de l'hypothèse conservatrice négligeant la participation des plis orientés dans le sens transversal du sens considéré.

Toutes les caractéristiques mécaniques sont données, produit par produit, dans les tableaux 5, 6 et 7, en valeurs caractéristiques pour les calculs menés aux EUROCODES.

Toutes ces caractéristiques s'appliquent à la section pleine et homogène du produit.

BBS FRANCE apporte son assistance aux concepteurs et aux entreprises qui souhaitent concevoir et mettre en œuvre les panneaux CLT BBS. Pour les bâtiments publics ou privés à savoir notamment :

- Bâtiments recevant au public ;
- Bureaux ;
- Immeubles de logements collectifs ;
- Bâtiments d'entreprises commerciaux, industriels ou sociaux ;
- Bâtiments d'enseignement ou d'éducation ;
- Bâtiments sociaux et de santé.

BBS France peut en outre aiguiller le maître d'ouvrage vers des entreprises françaises ayant l'expérience de la conception et/ou du montage du CLT BBS.

2.7.1. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux

2.7.1.1. Vérification de la résistance sous l'effet du moment fléchissant

En considérant le panneau comme un matériau plein et homogène, la contrainte induite par le moment fléchissant est donnée par la formule suivante :

$$\sigma \frac{Mf_{max}}{I}_{max}$$

Avec : v : La demi-hauteur totale du panneau

I : le moment d'inertie de la section pleine et homogène du panneau

La contrainte maximale ainsi calculée doit être inférieure à la valeur de la contrainte de résistance en flexion déterminée par calcul, $f_{m,d}$, pour les calculs menés aux EUROCODES selon les valeurs $f_{m,k}$

La valeur $f_{m,k}$ indiquée ci-dessus est donnée, produit par produit, dans les tableaux 5 et 6.

2.7.1.2. Vérification de la résistance sous l'effet de l'effort tranchant

En considérant le panneau comme un matériau plein et homogène, la contrainte induite par l'effort tranchant est donnée par la formule suivante :

$$\tau = \frac{k \times T}{S}$$

Avec : k = 1,5

T : effort tranchant

S : la section totale du panneau

La contrainte maximale ainsi calculée doit être inférieure à la valeur de la contrainte de résistance au cisaillement déterminée par calcul, $f_{v,d}$, pour les calculs menés aux EUROCODES selon les valeurs $f_{v,k}$

La valeur $f_{v,k}$ indiquée ci-dessus est donnée, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis.

2.7.1.3. Vérification des déformations

Le module d'élasticité équivalent est donné, produit par produit, dans les tableaux 3 et 3bis.

Pour un chargement uniformément réparti, la déformée est calculée par la formule suivante :

$$\Delta t = \Delta b + \Delta s$$

Avec : Δ_t : flèche totale

Δ_b : flèche sous moment fléchissant

Δ_s : flèche sous efforts tranchants

Cas particulier : Charge répartie appliquée sur une poutre sur deux appuis :

$$\Delta_t = \frac{5qL^4}{384EI} + \frac{qL^2}{8GS}$$

Avec : q : charge répartie

L : distance entre appuis

E : module d'élasticité équivalent en flexion donné produit par produit en dans les tableaux 4 et 5

I : moment quadratique de la section pleine et homogène

h : épaisseur du produit panneau

S : section pleine et homogène du panneau

G : module de glissement pris égal à 60N/mm2

Les flèches sont calculées en utilisant l'inertie des panneaux pleins et homogènes et tiennent compte du glissement lié à l'influence de l'effort tranchant

LE FLUAGE :

La flèche due au fluage est calculée en appliquant à la part des charges de longue durée le coefficient kdef de 0,8 et 1,0 pour respectivement les classes de service 1 et 2 selon l'Eurocode 5.

2.7.2. Dimensionnement des éléments porteurs verticaux

2.7.2.1. Reprise des charges verticales

Les contraintes normales dues à l'effet des charges verticales agissant dans le plan du panneau CLT BBS sont calculées en faisant abstraction des plis orientés perpendiculairement à ces charges. Ne sont donc considérés que les plis travaillant en compression axiale. On calcule la contrainte de compression en utilisant la section pleine des panneaux.

La contrainte ainsi calculée doit être inférieure à la contrainte de résistance en compression axiale donnée aux tableaux 3.

Lors de la vérification de l'absence de flambement, le rayon de giration perpendiculaire au plan du panneau doit être calculé à partir de l'inertie définie dans l'Annexe 1 du présent avis. L'inertie pour le rayon de giration dans le plan du panneau est quant à elle définie par la somme des inerties des couches orientées parallèlement à l'effort de compression.

2.7.2.2. Reprise des charges horizontales

Les panneaux CLT BBS utilisés en paroi verticale peuvent servir au contreventement du bâtiment dans lequel ils sont utilisés. Ils sont alors sollicités dans leur plan par des efforts horizontaux qui doivent être transmis jusqu'aux fondations de l'ouvrage.

A cet égard, les panneaux CLT BBS se comportent différemment des murs usuellement mis en œuvre dans la construction de maisons à ossature bois puisque leur conception en fait des éléments pleins monolithes.

La vérification porte essentiellement sur la capacité résistante des points d'ancrage.

Les efforts appliqués permettent de déterminer les contraintes dans le panneau et les efforts aux points d'ancrages, le poids propre de la structure étant également pris en compte pour l'évaluation des réactions verticales sur les points d'ancrages.

2.7.3. Propriétés résultantes des panneaux standards

Pour être considérés comme des panneaux homogènes, il convient d'utiliser les propriétés des panneaux CLT BBS données dans les tableaux 5 et 6.

2.7.4. Vérification des réservations

Une méthode est présentée en Annexe 2 du présent dossier.

2.7.5. Dispositions parasismiques

La conception parasismique de bâtiments en CLT BBS se compose des 7 étapes suivantes :

1- Définir les murs porteurs chargés de stabiliser le bâtiment, et donc de résister aux efforts induits par un séisme et de participer à la descente de ces charges vers les fondations. Ces murs doivent être choisis en respectant les directives de l'Eurocode 8 sur les principes fondamentaux de la conception parasismique des bâtiments.

2- Dimensionner les éléments porteurs horizontaux sous charges permanentes et d'exploitation, comme décrit au §2.7.1.

3- Dimensionner les éléments porteurs verticaux pour chaque étage (cf. §2.7.2). Ceci peut dans un premier temps être simplifié en ne considérant que le mur le plus chargé de chaque étage. Ne pas oublier de considérer, le cas échéant, les efforts horizontaux dus au vent.

4- Etablir un modèle numérique du bâtiment considérant tous les assemblages comme parfaitement rigide, afin de prédéterminer les efforts de cisaillement dans chaque mur. La période fondamentale du bâtiment peut être estimée à l'aide de l'équation 4.6 (§4.3.3.2.2) de la NF EN 1998-1 : 2005, le spectre en utilisant le coefficient de comportement q approprié. Un modèle simplifié peut également être établi, ne tenant compte que des degrés de liberté horizontaux et considérant les diaphragmes rigides et que la rigidité horizontale des murs est proportionnelle à leur longueur.

5- En utilisant cette analyse préliminaire, concevoir tous les assemblages qui jouent un rôle dans la rigidité latérale du bâtiment, comme les assemblages mur/plancher, et les liaisons entre panneaux de mur.

6- Intégrer ces assemblages au modèle numérique pour y inclure la rigidité des assemblages, jusque-là considérés comme parfaitement rigides. Ce sera le modèle définitif qui nous fournira une estimation satisfaisante des périodes de vibration du bâtiment et les modes propres associés. Une analyse dynamique (analyse modale du spectre de réaction) peut alors être réalisée.

7- Utilisant les résultats de ce modèle définitif, concevoir les assemblages consacrés à la dissipation de l'énergie (joints verticaux entre panneaux de mur dans un même plan, assemblages pour la transmission du cisaillement de mur à mur inférieur, ancrages contre le soulèvement) et, en utilisant un coefficient de sécurité approprié, dimensionner les autres assemblages et éléments structurels devant rester élastiques. Les annexes 3 et 4 du présent dossier donnent des indications supplémentaires sur le dimensionnement et la réalisation des assemblages. Enfin, vérifier les déformations du bâtiment.

2.7.6. Panneau en appui sur murs

La compression transversale des panneaux de planchers est vérifiée en prenant en compte la résistance caractéristique à la compression perpendiculaire du C24 et en considérant que l'effort est appliqué sur une surface égale à celle de l'appui + 30mm pour un appui en bout de panneau, 60mm pour un appui intermédiaire. Dans le cas où les panneaux de planchers CLT BBS sont utilisés sur une structure verticale en poteau-poutre, il peut s'avérer nécessaire de réserver le passage des poteaux, afin que ceux-ci n'appuient pas sur le plancher.

2.8. Mise en œuvre

2.8.1. Dispositions générales relatives aux assemblages

Les panneaux sont livrés sur site par transport routier « juste à temps » (production des panneaux CLT BBS en flux tendu).

La mise en œuvre sur chantier se fait à l'aide d'une grue.

Les assemblages entre panneaux d'un même plan sont effectués soit par feuillure à mi-bois dans l'épaisseur du panneau, soit par feuillure sur l'une des faces avec interposition d'une bande de liaison en panneau contreplaqué ou 3 plis, soit par rainure et fausse languette dans l'épaisseur des panneaux. Ces dispositions sont complétées par la mise en œuvre de colle adaptée, et de vis à bois électrozinguées de diamètre 6 à 8 mm dont l'espacement est déterminé par le calcul.

Le calfeutrement du gros-œuvre bois est assuré dans chacun des cas cités ci-dessus par la mise en œuvre de joints élastomères (quand charges à supporter restent relativement faible) ou de joints en granulés de caoutchouc haute densité (beaucoup plus résistants).

La mise en œuvre du pare-pluie devra en outre respecter les prescriptions de recouvrement du DTU31.2.

Pour une qualité visible, on peut recouvrir le chant d'un panneau CLT BBS par une planche de recouvrement.

2.8.1.1. Règles générales de dimensionnement des assemblages

En partie basse, la liaison avec le soubassement en maçonnerie (dalle ou muret) est assurée, pour la reprise des efforts horizontaux, par des équerres renforcées en acier galvanisé et pour la reprise des efforts verticaux par des équerres d'ancrage, ou ferrures mécano-soudées, toutes fixées à la dalle par des chevilles à expansion et vissées sur le côté des panneaux (voir annexe 4 du présent document). Les dimensions et entraxes de ces fixations sont déterminés par le calcul. La dalle doit de fait être réalisée en béton armé, une attention particulière devant être portée au respect des côtes de bord. Entre la dalle et le panneau est interposée une bande d'étanchéité anticapillaire ainsi qu'un joint élastomère (ou en granulés de caoutchouc haute densité), avec un calage en bois dur ou métal sur 30% de la surface au minimum (cf. figure 1).

La liaison entre les planchers et les murs les supportant est assurée par des vis à bois électrozinguées de diamètre 8 à 10 mm dont l'espacement est déterminé par le calcul. Leur utilisation dans ces panneaux CLT doit avoir été validée par le biais d'un agrément technique européen ou d'une évaluation technique européenne. De plus une attention particulière doit être apportée

lors du vissage pour que le filet de ces vis ne vienne pas dans du bois de bout. De fait, il faut soit utiliser un gabarit de vissage garantissant le vissage dans la bonne couche, soit visser en biais (voir Figure H de l'annexe 4 du présent document).

Selon la nature du parement extérieur et pour assurer le calfeutrement, il sera mis en œuvre côté extérieur un joint élastomère (ou en granulés de caoutchouc haute densité) et /ou une bande de ruban adhésif étanche à l'air offrant une bonne résistance au décollement sur support bois sur le joint et le chant des panneaux.

Le panneau est considéré comme un élément de structure qui nécessite la mise en œuvre d'un revêtement extérieur : bardage bois, horizontaux ou verticaux, bardages dérivés du bois, panneaux bois, métalliques ou composites, enduits extérieurs sur isolants, bardages, …

2.8.1.2. Quincaillerie d'assemblage

Tous les éléments métalliques utilisés dans les assemblages doivent satisfaire aux exigences de l'eurocode 5, à savoir respecter les exigences définies aux paragraphes 3.7, 4.2 (et du tableau 4.1 associé) ainsi que dans la section 8 Assemblages par organes métalliques de la NF EN 1995-1-1.

Une liste non exhaustive d'assembleurs métalliques est donnée en Annexe 4 du présent document.

Les joints et bandes de ruban adhésif étanche à l'air assurant le calfeutrement doivent être certifiés DIN 4108/7, ou avoir satisfait un test selon le cahier 3710 du CSTB.

2.8.2. Dispositions spécifiques relatives à la sécurité incendie

Les parois constituées de CLT BBS atteignent souvent le degré de résistance au feu requis par la réglementation. Dans le cas contraire, une protection complémentaire est apportée. Cette protection peut être partielle, c'est-à-dire participant pour une part seulement à l'obtention du degré de résistance au feu, la part restante étant obtenue par le panneau CLT BBS lui-même. Cette protection peut être complète, c'est-à-dire qu'elle confère, à elle seule, la totalité du degré de résistance au feu requis à la paroi considérée.

Pour la vérification de chacun de ces cas, se référer au l'appréciation de laboratoire AL 14-139_V4 citée au §2.21 « Résistance au feu » de la partie Avis du présent document.

Seuls les panneaux d'épaisseur supérieure à 60 mm et dont les planches sont de 20 mm d'épaisseur minimum sont couverts par l'Avis de Laboratoire de résistance au feu n°AL-14-139_V4.

2.8.3. Stockage sur chantier

Le taux d'humidité des panneaux CLT BBS sortant d'usine est de 12 ± 2 %. Il convient de prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'humidité trop importantes. Le stockage vertical des éléments est conseillé. Lors d'un stockage de longue durée, les protections mises en place doivent permettre une ventilation suffisante de manière à empêcher les phénomènes de condensation. Les éléments ne doivent pas être posés directement sur le sol, afin d'éviter les salissures et les reprises d'humidité, ni sur une surface non plane qui peut provoquer des déformations.

Prévoir un espace de stockage suffisant pour trier les éléments plus facilement et ainsi, gagner du temps de chantier.

Il peut être nécessaire de protéger les panneaux CLT BBS des rayons U.V. lorsque ceux-ci sont destinés à une utilisation avec une face visible. Il est indispensable de prévoir une protection sur les panneaux, contre les rayons solaires directs (bâches opaque, …), immédiatement après le déchargement (moins de 5 minutes en général).

2.8.4. Déroulement du montage

La planéité des fondations du bâtiment doit être vérifiée, et le cas échéant, corrigée par calage.

Pour caler, le détenteur du lot bois doit, lors de l'implantation du bâtiment, utiliser du mortier sans retrait qui remplira toutes les espaces entre le support béton et la structure bois. La bande anticapilarité ne doit pas être oubliée, et être correctement positionnée sous le premier élément en bois (lisse d'implantation ou panneau CLT BBS).

Sur demande, BINDERHOLZ peut équiper les panneaux CLT BBS de points d'accrochage qui permettent un levage sécurisé. Sur chaque panneau CLT BBS est inscrite la masse : il convient de vérifier que la grue est suffisamment dimensionnée. Les panneaux CLT BBS seront soit levés un par un soit préassemblés en usine (la préfabrication pourra comprendre isolation, revêtement de façade et menuiseries). Dans le second cas, les points de levage de chaque mur devront être calculés, et la bonne transmission des efforts de cisaillement entre panneaux CLT BBS vérifiée.

Un étaiement doit être mis en place tant que la structure n'a pas acquis sa stabilité propre.

Pour la construction par étages successifs, les chants supérieurs des panneaux CLT BBS verticaux doivent constituer un support plan (+/- 1mm/10m) sur lequel sont vissés les panneaux CLT BBS de plancher.

2.8.5. Mise en œuvre des revêtements de sol désolidarisés

Les caractéristiques des planchers CLT du présent Avis Technique permettent de répondre aux exigences des chapes ou revêtements de sol visant les planchers bois spécifiés dans les normes de mises 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.

Concernant la vérification du 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 et devra faire l'objet d'une fiche d'autocontrôle qui prendra la forme d'un « Bon à Fermer » (cf. Tableau 8) :
    - La mesure d'humidité doit être mesurée régulièrement, au moins une fois par mois, jusqu'au jour du « Bon à Fermer » conformément au §3.1 du guide CODIFAB ;

- Les points de mesure doivent être répartis régulièrement, à raison de 2 points de contrôle tous les 100 m² d'un local : une proche de la façade et une au centre de la pièce ;
- Pour le « Bon à Fermer », une mesure complémentaire d'humidité devra être relevée à 2 cm de profondeur ;
- Les résultats obtenus devront être de 15±3% si la structure a été dimensionnée en classe de service 2 et de 12±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 5 mm au plus pourra être réalisé à l'aide d'une ponceuse 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 entre panneaux est inférieure à 2 mm, il n'est pas nécessaire de traiter les joints. Lorsque l'ouverture des joints est supérieure à 2 mm sans dépasser 10 mm, 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 : La rotation sur appui induit une ouverture entre deux panneaux inférieure à 2 mm. Lorsqu'elle est nécessaire pour le revêtement de sol, la continuité peut être réalisée par la mise en place d'une jonction par languette si le panneau CLT support n'est pas continu sur appuis ;
- Il relève de la conception d'éviter toute présence de point dur au moment du coulage de la chape (exemple : connecteurs nervurés).

2.9. Résultats expérimentaux

Essais mécaniques sur panneaux CLT BBS, flexion 4 points, compression longitudinale et délamination réalisés au Pôle des laboratoires Bois du FCBA (rapport d'essai N°403/08/089 A du 18/05/2009).

Essais de comportement au feu suivant norme EN 1363-1 et EN 1364-1 sur éléments de mur destinés à vérifier la vitesse de combustion, la tenue du composite et le comportement des joints entre panneaux, réalisés à l'IBS Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung de LINZ (rapport d'essai original N°07082904 du 03/06/2008 + traduction française).

Essais de comportement au feu suivant norme EN 1363-1 et EN 1364-1 sur éléments de plancher destinés à vérifier la vitesse de combustion, la tenue du composite et le comportement des joints entre panneaux, réalisés à l'IBS Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung de LINZ (rapport d'essai original N°08012901 du 03/06/2008 + traduction française).

Essai de résistance au feu concernant un plancher CLT BBS suivant norme EN 1365-2, réalisé au CSTB (rapport d'essai n°RS10-107 du 28/02/2011).

Avis de laboratoire de résistance au Feu pour Avis Technique n°AL 14-139_V4 de 2021 émis par le CSTB.

Essai de résistance au feu concernant un mur CLT BBS suivant norme EN 1365-1 réalisé au laboratoire PAVUS à Veselí nad Lužnicí (rapport d'essai disponible en français N°Pr-14-2.007 du 27/01/2014).

Nouvelle détermination de la vitesse de combustion, suivant cet essai, réalisée à l'IBS Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung de LINZ (rapport d'essai original N°14020404 du 28/05/2014 + traduction française).

Modélisation hygrothermique par transferts couplés sur un complexe de toiture végétalisée destinée à vérifier, la localisation des condensations, le comportement du complexe dans le temps et la capacité des composants à gérer ces condensations, modélisation réalisée par le DER du CSTB Division Caractérisation Physique des Matériaux (rapport N°09/260-20084 du 23/04/2009).

Essais acoustiques mesures aux bruits d'impacts et aux bruits aériens sur des modules de 3,75x5x2,47 m selon normes EN ISO 140 et 717 part 1 et 2 avec 7 types de parois horizontales et verticales - essais réalisés par TAS Bauphysik GmbH LEONDING (Rapport d'essai Gz. 05-0030P du 23/03/2005).

Essais thermiques sur corps d'épreuve en vue de la détermination expérimentale du coefficient lambda selon la norme EN 12667, essais réalisés par l'EPH Entwicklungs und Prüflabor Holztechnologie GmbH de DRESDEN (Rapport d'essai 267174_1 du 21/12/2008).

Essais thermiques sur corps d'épreuve en vue de la détermination expérimentale du coefficient U selon la norme DIN EN ISO 8990, essais réalisés par l'EPH Entwicklungs und Prüflabor Holztechnologie GmbH de DRESDEN (Rapport d'essai 267174_2 du 06/03/2008).

Essais sismiques réalisés dans le cadre du Project SOFIE par le CNR IVALSA (Italie) :

- Essais cycliques sur panneaux de mur en faisant varier les assemblages les ouvertures, les dimensions et la valeur des charges. Réalisé dans le laboratoire du CNR IVALSA (Italie) ;
- Essais pseudo-dynamiques sur maquette d'un étage comprenant 3 tailles d'ouverture différentes dans les murs extérieurs parallèles à la charge appliquée. Réalisé à l'université de Trente (Italie) ;
- Essai sur table vibrante dans 1 direction sur un bâtiment de 3 niveaux (7mx7mx10m) selon 3 seismes différents (El Centro, Kobe et Nocera Umbra). Réalisé au laboratoire du NEID (Japon) ;
- Essai sur table vibrante dans 3 directions sur un bâtiment de 7 niveaux (7,5mx13,5mx23,5m, 285T) selon 2 seismes différents (Niigata-Chuetsu-Oki and Kobe). Réalisé au laboratoire du NEID (Japon).

2.10. Références

2.10.1. Données Environnementales

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale. Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

2.10.2.Autres références

Maisons individuelles

Maison à très faible consommation énergétique Griffner à Graz (Autriche). Livraison septembre 2008. 160m² sur deux niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends et du plancher bas de l'étage.

Entreprise : Griffner (www.griffner.com)

Maison Diva à Lyon (69). Livraison été 2010. 250m² sur 4 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends et des planchers bas des 1er, 2ème et 3ème étages.

Entreprise : Arbosphère (www.arbosphere.com)

Hôtels et logements collectifs

Reconstruction de L'Aquila en Italie. Livraisons entre septembre et décembre 2009. 373 logements dans 15 bâtiments sur 3 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends et des planchers bas des 1er et 2ème étages.

Entreprise : Woodbeton (www.woodbeton.it) et Sistem Costruzioni (www.system.it). Le premier a travaillé avec des éléments de murs préfabriqués, le second a réalisé l'ensemble du montage sur le chantier.

5 Logements collectifs à Hem (59). Livraison avril 2011. 600m² sur 3 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends et des planchers bas des 1er et 2ème étages.

Entreprise : Mathis (www.mathis.eu)

Résidence Hôtelière Fast Hotel à Grande-Synthe (59). Livraison octobre 2011. 1600m² sur 3 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends et des planchers bas des 1er et 2ème étages.

Entreprise : Mathis (www.mathis.eu)

101 appartements sis Wagramerstraße à Vienne (Autriche). Livraison fin 2012. 8440m² habitables sur 8 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends, des planchers et de la toiture.

Entreprises : Franz Aichinger Hoch-, Tief- und Holzbau GmbH & Co. Nfg KG. (www.aichinger-bau.at) et Holzbau Winkler GmbH (www.holzbau-winkler.at)

Projet LA COURNEUVE de logements neufs R+4. 8454m² de pose. Réalisation en 2018.

Entreprise de pose ALTIBOIS.

Réhabilitation d'un hôtel (MOXY surélévation et CAMPANILE extention) à Paris (75). 1047m² de pose. Réalisation en 2018.

Entreprise : UTB

Bâtiments de bureaux

Centre de commandement de l'Armée de Terre à Lille (59). Livraison septembre 2010. 2400m² de bureaux sur 2 niveaux. CLT BBS utilisé en structure du plancher bas de l'étage.

Entreprise : Mathis (www.mathis.eu)

Centre en route de la navigation aérienne – Ouest (CRNA – Ouest) à Loperhet (29). Mise en œuvre CLT BBS juin/juillet 2012. 4400m² de bureaux civils et militaires sur 2 niveaux. CLT BBS utilisé en plancher (3600m²)

Entreprise : Britton (www.britton.fr)

Ywood Aix l'Ensoleillée à Aix en Provence (13). Livraison octobre 2013. 5760m² de bureaux répartis en 4 bâtiments de 3 niveaux. CLT BBS utilisé en structure des murs de façade, des refends, du plancher bas de l'étage et du support d'étanchéité photovoltaïque.

Projet ayant reçu le prix (européen) du Bâtiment Performant dans le cadre des Green Building Solutions Awards 2014.

Entreprises : Altibois (www.altibois.com) et Arbosphère (www.arbosphere.com). La première s'est occupée du montage, mettant en œuvre les murs préfabriqués par la seconde.

Projet de bureaux THEMIS (R+6) au Zac Clichy Batignolles (75). 4925m² de pose. Réalisation en 2017.

Entreprise : Mathis (www.mathis.eu)

Projet SCHILTIGHEIM (R+1) à SCHILTIGHEIM (67). 1794m² de pose. Réalisation en 2018.

Entreprise : Houot

Etablissements recevant du public

Groupe Scolaire à Chanteloup (77). Inauguration août 2008. 3000m² de bâtiments sur 1 ou deux niveaux. CLT BBS utilisé en structure du plancher bas de l'étage.

Entreprise : Mathis (www.mathis.eu)

Magasin Eco2bois à Fillinges (74). Inauguration octobre 2008. 600m² entre stock couvert et hall d'exposition. CLT BBS utilisé en structure des planchers des mezzanines.

Entreprise : Arbosphère (www.arbosphere.com)

Gare de Tram Haluchère à Nantes (44). Réception septembre 2012. 3500m² de Hall. CLT BBS utilisé en contreventement de structure faisant en même temps support d'étanchéité photovoltaïque et parement de sous face.

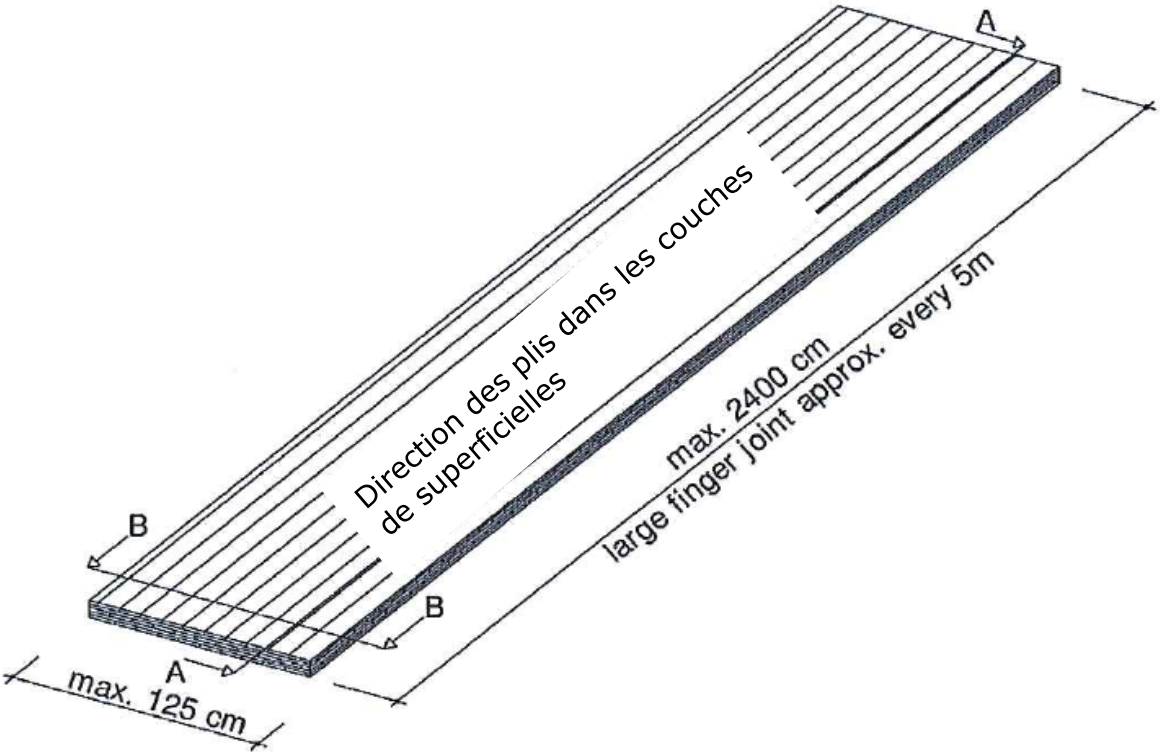
Entreprise : Briand Construction Bois (www.groupebriand.fr)

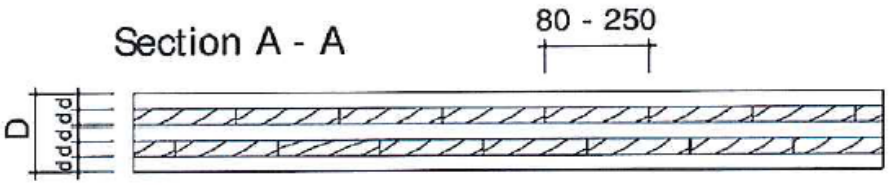
Référence en support d'étanchéité

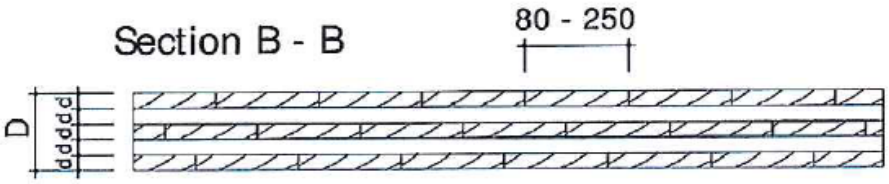
En France, au moins 24 000 m² de panneaux de toitures ont été réalisés avec un revêtement d'étanchéité et plus de 27 000 m² en Europe depuis 2001

2.11. Tableaux et figures du Dossier Technique

2.11.1.Annexe 1 (1/3)



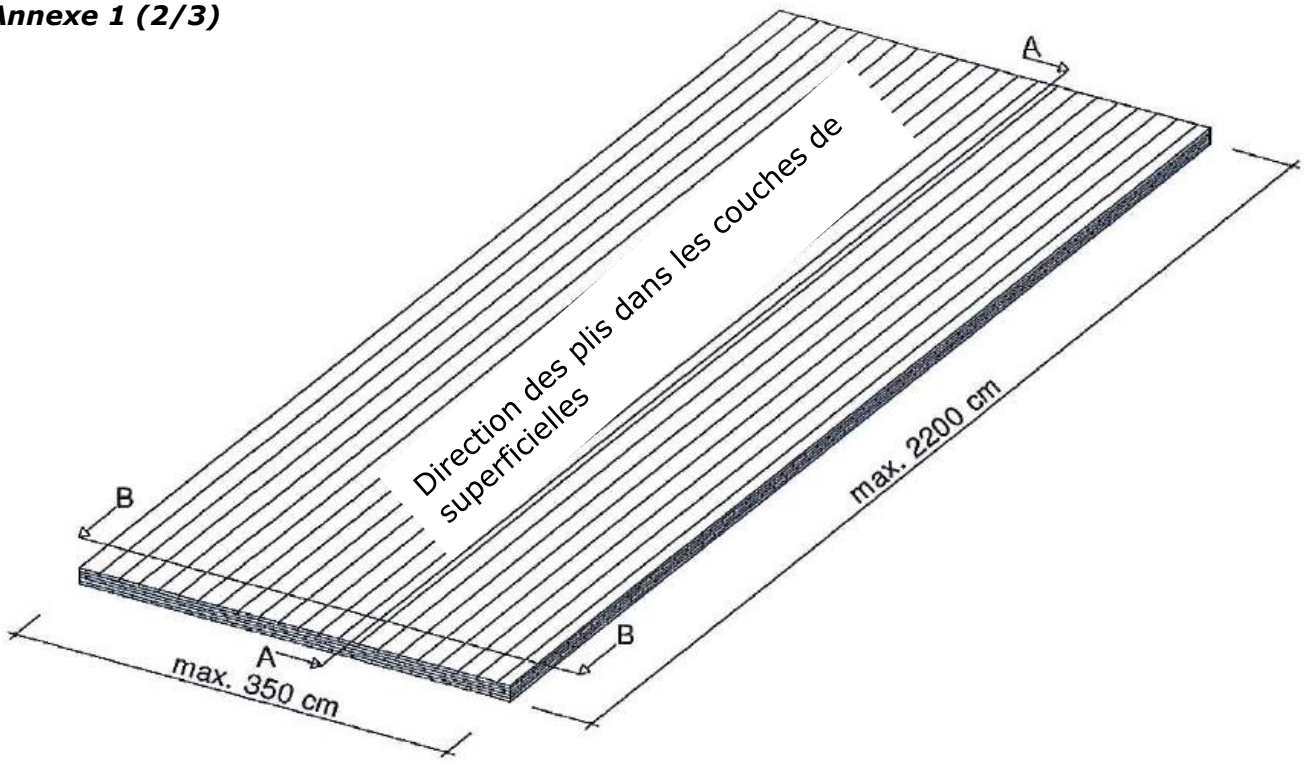


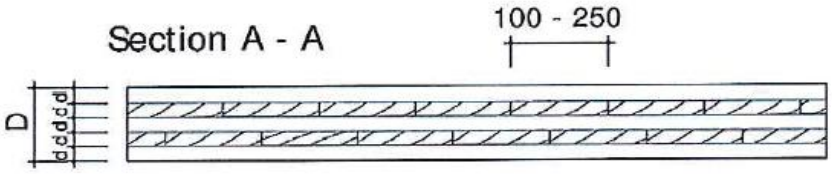


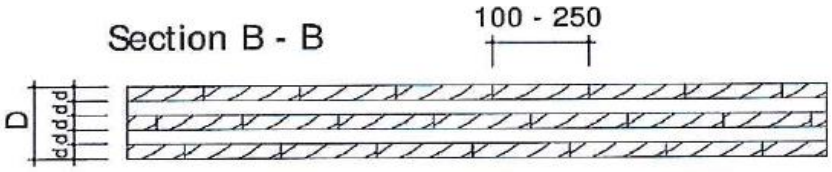
d = épaisseur des plis (18mm à 45mm)
D = épaisseur du produit (54mm à 350mm)

COMPOSITION PANNEAU CLT BBS 125

Annexe 1 (2/3)



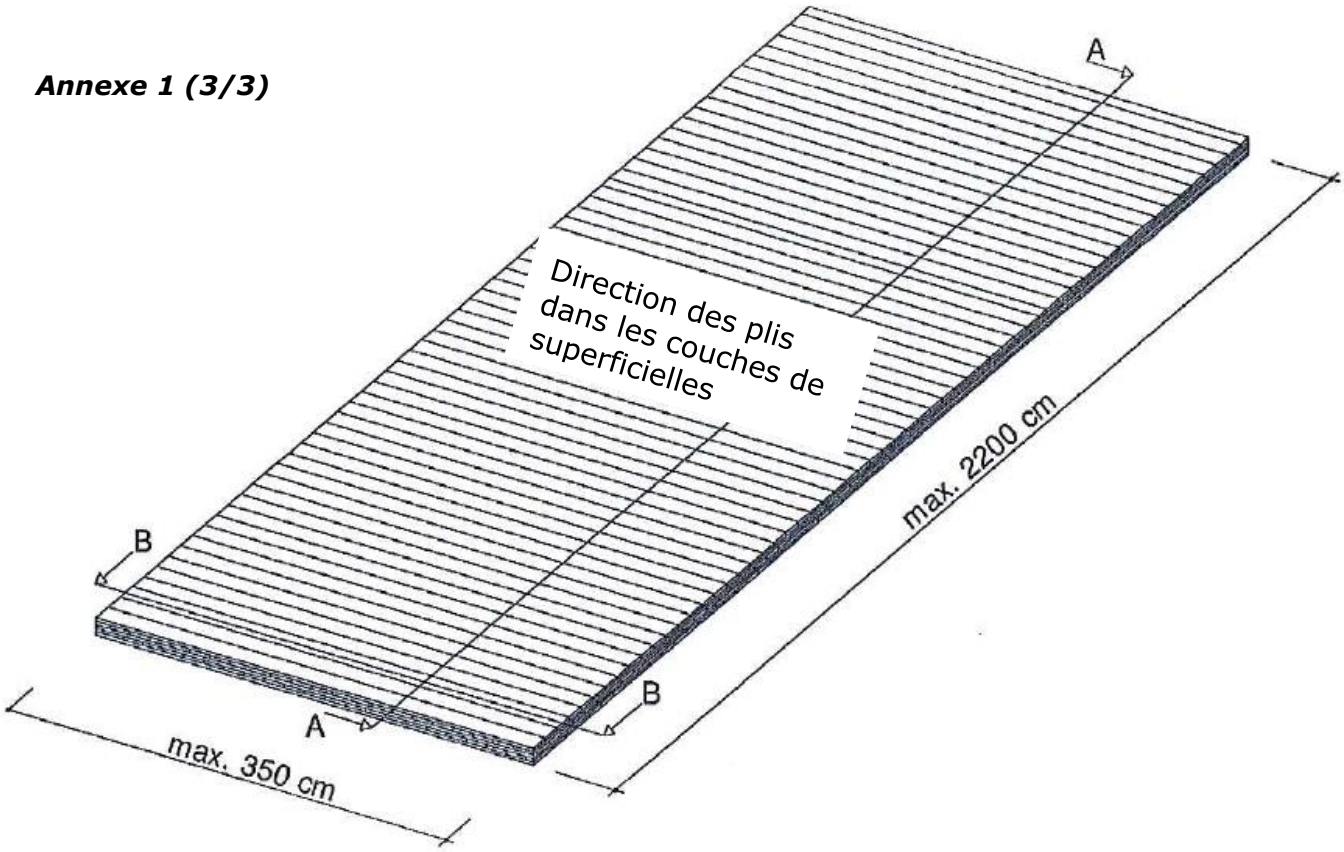


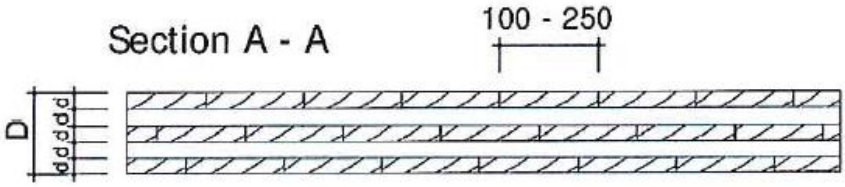


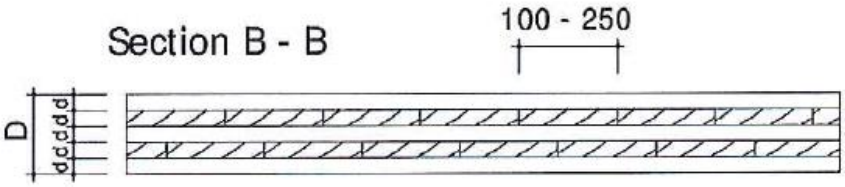
d = épaisseur des plis (17mm à 45mm)
D = épaisseur du produit (51mm à 315mm)

COMPOSITION PANNEAU CLT BBS XL DL

Annexe 1 (3/3)







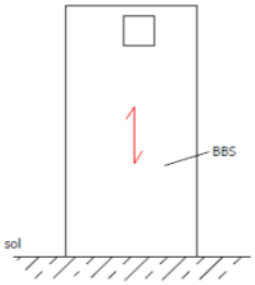
d = épaisseur des plis (17mm à 45mm)
D = épaisseur du produit (51mm à 315mm)

COMPOSITION PANNEAU CLT BBS XL DQ

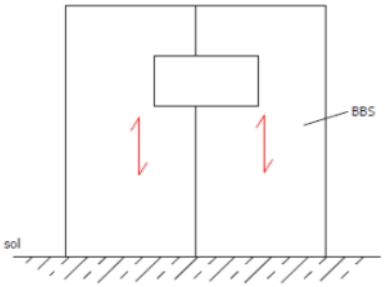
2.11.2.Annexe 2 - Vérification des réservations taillées dans des éléments porteurs en CLT BBS

2.11.2.1. Réservations dans des panneaux de mur.

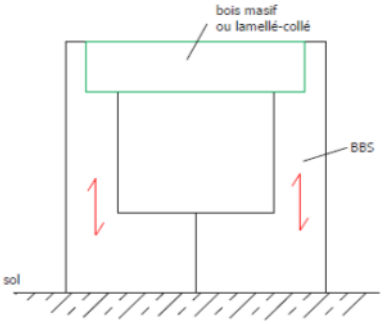
Trois cas peuvent se présenter :



Cas 1



Cas 2



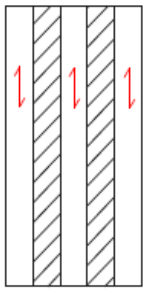
……. Cas 3

Cas 1 : La plupart des réservations pour les menuiseries dans le CLT BBS XL et les passages des réseaux dans le CLT BBS 125.

Cas 2 : La plupart des réservations pour menuiseries dans le CLT BBS 125.

Cas 3 : Les réservations pour menuiseries de grande largeur.

Les cas 1 et 2 sont similaires puisque le CLT BBS est capable de transférer la charge lui-même. Il faut alors considérer le CLT BBS réalisant la fonction de linteau comme des poutres parallèles chacune constituée d'une couche transversale du panneau.



Coupe exemple sur une section de panneau 5-Plis :

- Les couches longitudinales (blanches) sont porteuses ;
- Les couches transversales (hachurées) sont inertes.

En raison de l'encollage, ces poutres sont à considérer :

- Cas 1, comme bi-encastrées.
- Cas 2, soit comme encastrées-libres, soit comme bi-encastrées si l'assemblage entre les deux panneaux est capable de transmettre les efforts internes résultants d'une telle modélisation.

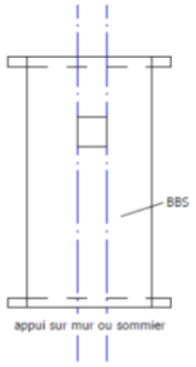
La vérification se fait alors classiquement selon les Eurocodes. La qualité de bois des poutres ainsi modélisées doit être celle des couches transversales (à savoir C24 pour le CLT BBS XL, C16 pour le CLT BBS 125 selon la NF-EN 338). Il ne faut pas oublier de considérer l'excentricité de la charge, le cas échéant, ni de vérifier la stabilité. Pour les assemblages, les efforts déterminés par la modélisation sont repris par le cisaillement des plans de collage (2 par couches transversales), la sollicitation de chacun de ces plans étant à comparer à la résistance au cisaillement roulant. Il faut enfin vérifier que la partie non taillée du CLT BBS soit en mesure de reprendre l'ensemble des efforts appliqués au panneau.

Il peut s'avérer que le CLT BBS ne puisse seul reprendre les sollicitations. Il faut alors ajouter une pièce en bois-massif ou en lamellé-collé (voir en métal) pour faire le linteau ; nous retrouvons alors le cas 3.

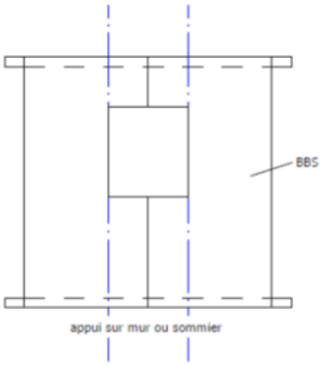
La vérification du cas 3 est plus traditionnelle. Le linteau étant réalisé en bois massif ou en lamellé-collé (voir en métal), sa vérification n'a qu'une particularité : la surface d'appui à considérer, du fait de la constitution du CLT BBS porteur, n'est constituée que par les couches longitudinales de celui-ci en contact avec le linteau.

2.11.2.2. Réservations dans des panneaux de plancher.

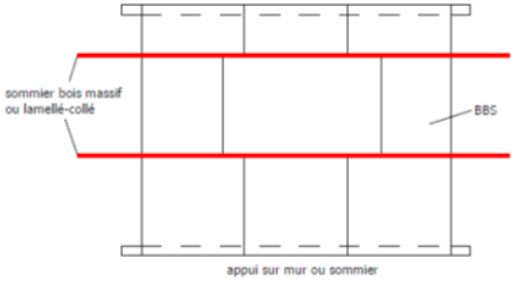
Trois cas peuvent se présenter :



Cas 1



Cas 2



Cas 3

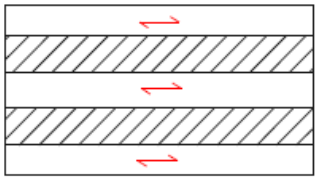
Cas 1 : La plupart des réservations pour le passage des réseaux (CLT BBS XL et 125), trémies étroites dans le CLT BBS XL.

Cas 2 : Les réservations de grande dimension pour le passage des réseaux (CLT BBS XL et 125), trémies moyennes dans le CLT BBS XL.

Cas 3 : Le cas des trémies dans le CLT BBS 125 et des trémies de grandes dimensions dans le CLT BBS XL.

Les cas 1 et 2 sont similaires puisque le CLT BBS est capable de transférer la charge lui-même. Il faut alors considérer le CLT BBS dans l'axe de la réservation comme deux poutres constituées de couches longitudinales* non porteuses et de couches transversales* porteuses.

*au regard du panneau complet



Coupe exemple sur une section de panneau 5-Plis :

- Les couches longitudinales (blanches) sont porteuses ;
- Les couches transversales (hachurées) sont inertes.

En raison de l'encollage, ces poutres sont à considérer :

- Cas 1, comme bi-encastrées.
- Cas 2, comme encastrées-libre.

La vérification se fait alors classiquement selon la méthode donnée dans l'*Annexe 1* de la partie *Avis* du présent dossier. La qualité de bois des poutres ainsi modélisées doit être celle des couches transversales (à savoir C24 pour le CLT BBS XL, C16 pour le CLT BBS 125 selon la NF-EN 338). Pour les assemblages, les efforts transitant par les plans de collage, la sollicitation est à comparer à la résistance au cisaillement roulant. Puis il faut vérifiée la partie non taillée du CLT BBS par laquelle transite tous les efforts appliqués au panneau.

Dans le cas 2, une attention particulière doit être portée à la réalisation de l'assemblage entre les deux panneaux CLT BBS afin de prévenir tout pianotage. Lors du montage, il est ici conseillé d'étayer les panneaux au niveau de l'assemblage, afin de permettre la réalisation parfaite de celui-ci.

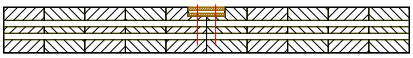
Il se peut que le CLT BBS ne puisse seul reprendre les sollicitations. Il faut alors ajouter une pièce en bois-massif ou en lamellé-collé (voir en métal) pour faire sommier ; nous retrouvons alors le cas 3.

La vérification du cas 3 est plus traditionnelle. Chaque élément CLT BBS est porté à chacune de ses extrémités. Il suffit de vérifier le sommier aux Eurocodes.

2.11.3. Annexe 3 - De la nécessité de renforts en traction pour les assemblages entre panneaux CLT BBS constitutifs d'un diaphragme.

Dans les bâtiments CLT BBS, les diaphragmes de plancher sont composés de plusieurs panneaux de CLT BBS, connectés entre eux sur toute leur longueur. Le plus couramment, la transmission des efforts de cisaillement dus aux actions sismiques ou du vent est réalisée par un assemblage feuillures/couvre-joint en 3-Plis (permettant des distances au bord plus faibles) en surface de plancher (schéma A).

(NB : Parfois les panneaux sont assemblés par rainures/fausse-languette (schéma B), connexion plus rigide (double cisaillement) mais très chronophage sur chantier)



A – assemblage par feuillure/couvre-joint

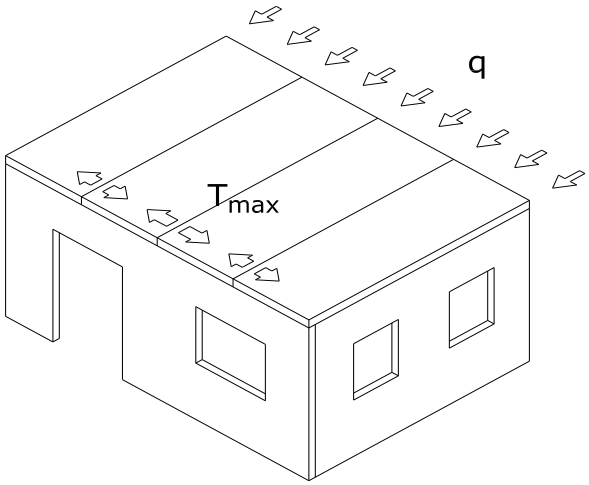
B – assemblage par rainures/fausse-languette

La valeur des efforts à transmettre par ces assemblages est calculée en modélisant le diaphragme de plancher comme une poutre axée perpendiculairement aux panneaux CLT BBS. Il faut alors construire le diagramme des efforts tranchants dans cette poutre sollicitée par les forces exercées sur le plancher, telles que les actions sismiques et du vent et les réactions des murs supérieurs et inférieurs.

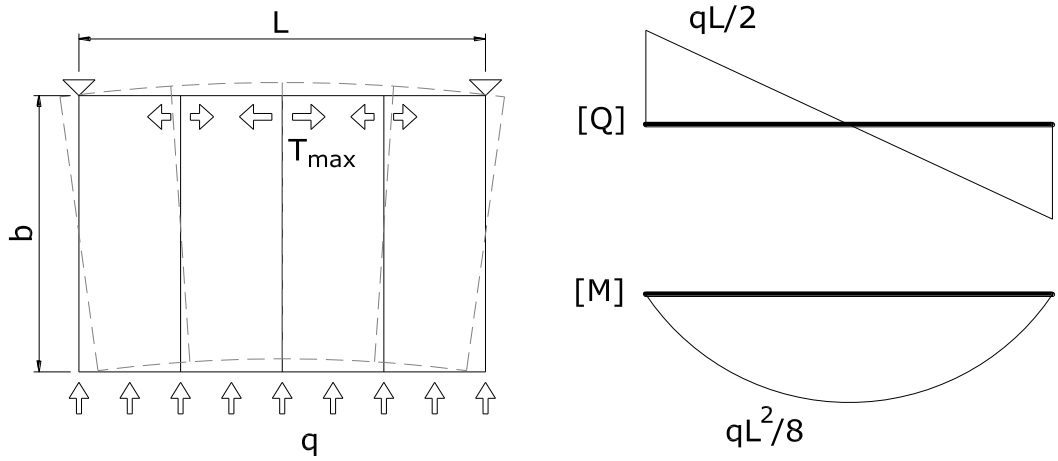
Ce modèle est schématisé ci-après pour le plancher haut d'un étage d'une structure rectangulaire de dimensions (L, b), sans autres appuis que les quatre murs périphériques. On considère que l'action horizontale F est uniformément répartie le long de la longueur L du bâtiment, de sorte que $q = F/L$. La force maximale de cisaillement est égale à $Q_{max} = q \cdot L/2$ et les assemblages doivent être conçus pour transmettre un effort réparti de $S_d = \gamma_{rd} \cdot Q_{max}/b = \gamma_{rd} \cdot q \cdot L/(2 \cdot b)$, où γ_{rd} est un facteur garantissant la capacité des panneaux à agir en tant que diaphragme de par le surdimensionnement des assemblages. La valeur de γ_{rd} est communément prise entre 1,3 et 1,6 pour la conception parasismique des bâtiments en bois.

Par ailleurs, l'effort horizontal F, parallèle au sens de portée des panneaux CLT BBS, induit une flexion du diaphragme ainsi créé tendant à « ouvrir » les joints entre panneau sous l'effet de la traction dans le système. L'effort de traction maximal est, dans l'exemple présent, au milieu de la travée et égale à $T_{max} = q \cdot L^2/(8 \cdot b)$.

L'écartement des panneaux CLT BBS est bloqué premièrement par les vis les connectant aux murs inférieurs et deuxièmement par les assembleurs dédiés aux efforts de cisaillement connectant les panneaux de plancher aux murs de l'étage supérieur, s'il existe. Il suffit alors que la somme des efforts transmissibles par les connecteurs plancher/mur du milieu au bord du système (donc sur L/2 dans l'exemple) soit supérieure à l'action de $\gamma_{rd} \cdot T_{max}$.

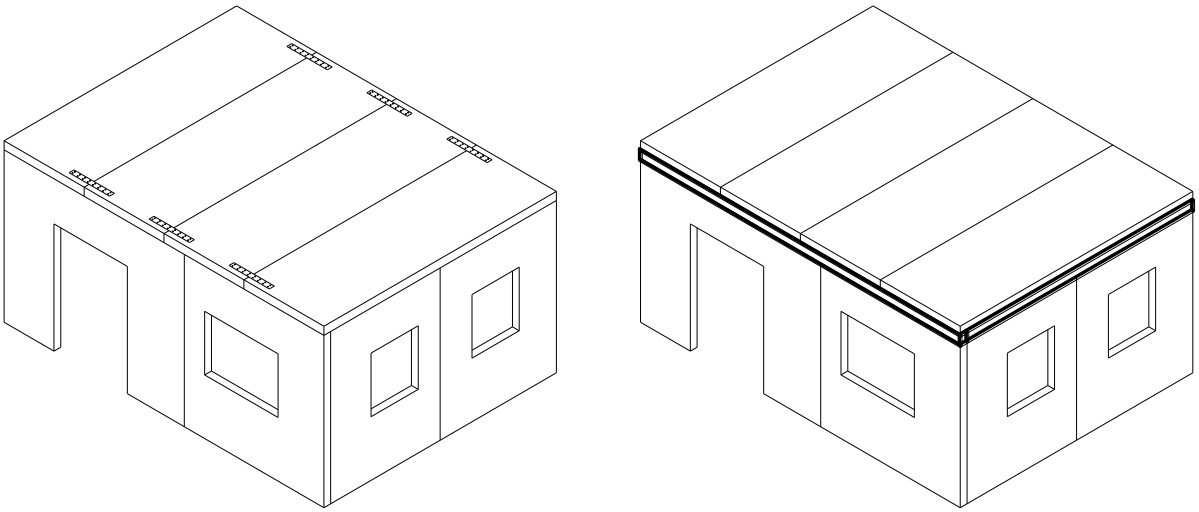


(Suite de l'Annexe 3)



Cette vérification n'est valide que lorsque le mur se compose d'un seul panneau.

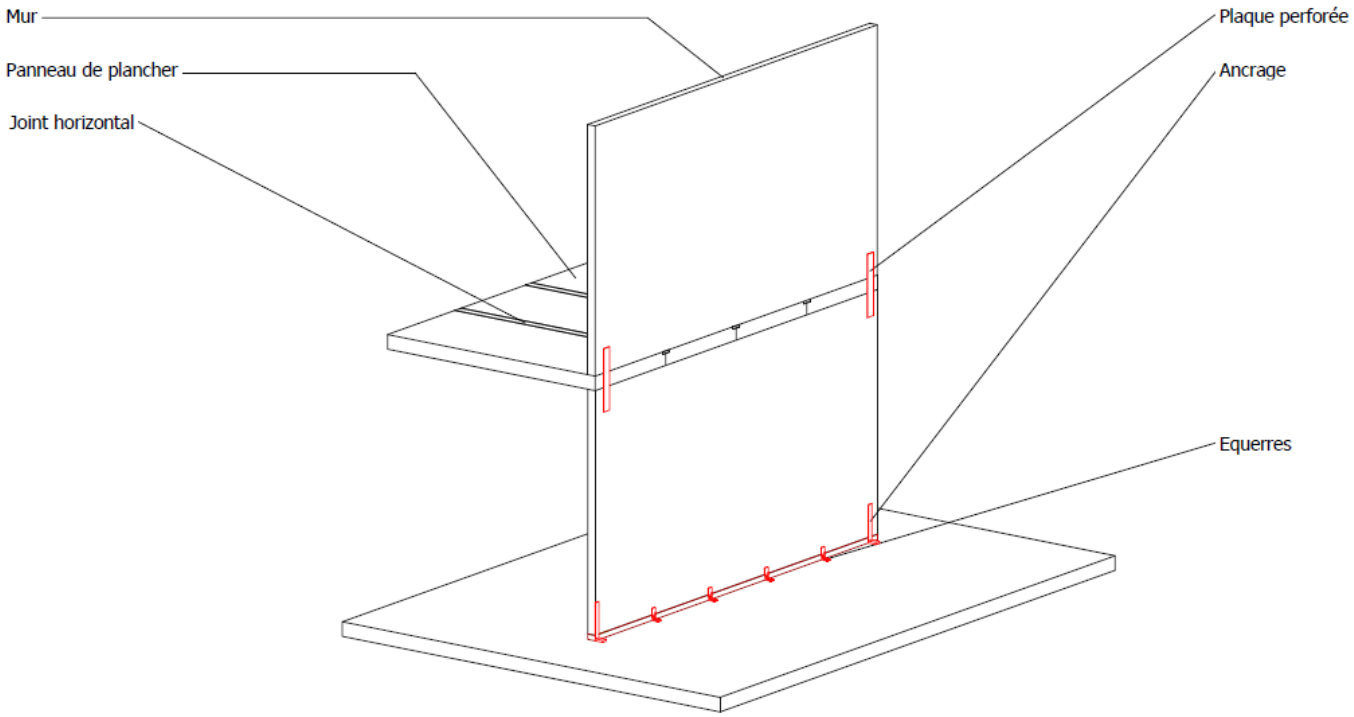
Si les murs se composent de plusieurs panneaux, une attention accrue est requise, puisque les efforts transmissibles par les connecteurs plancher/mur ne peuvent être additionnés que s'ils sont reliés au même panneau de mur. Il peut alors y avoir nécessité de renforcer la structure, soit en ajoutant des plaques métalliques perforées à l'assemblage entre panneaux de plancher, soit en réalisant un chaînage des murs, à l'aide de poutre en lamellé-collé par exemple. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'éviter une retombée excessive des poutres, afin d'éviter d'introduire une instabilité hors plan.

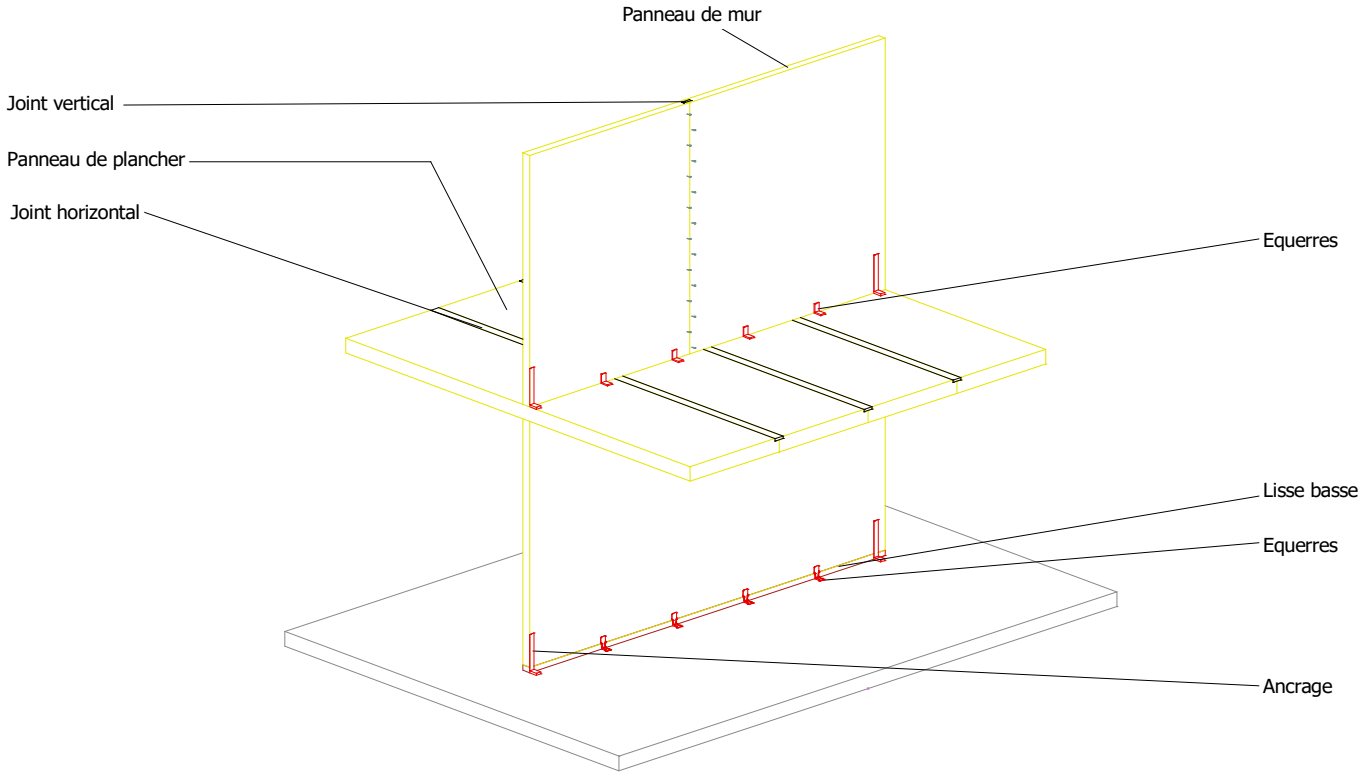


2.11.4.Annexe 4 - Assemblages des éléments CLT BBS.

Voici quelques indications pour la réalisation correcte des assemblages entre les éléments CLT BBS structurels.

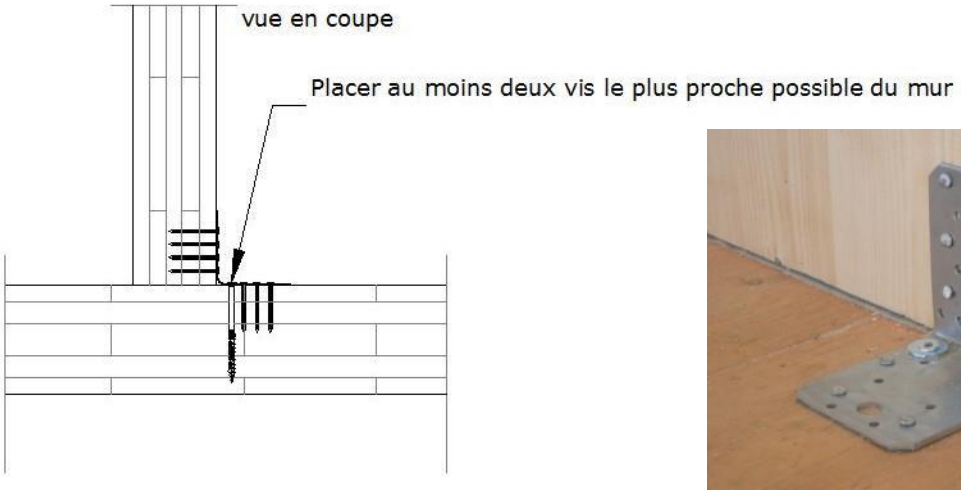
A- Vue d'ensemble :





Pour des raisons de lisibilité, seul l'aspect structurel est ici représenté ; les sujétions relatives à la physique du bâtiment sont illustrées dans le dossier graphique terminant ce document.

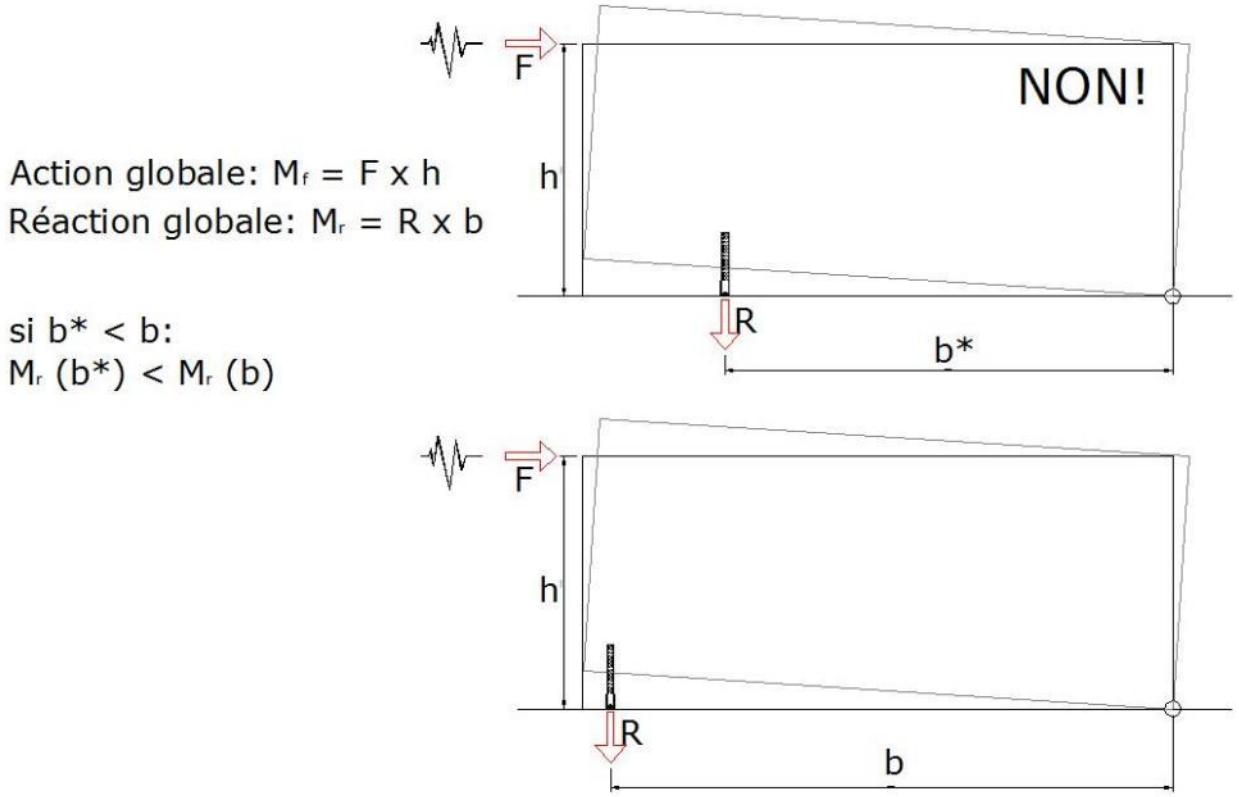
B- Détail de réalisation d'un assemblage de reprise du cisaillement entre panneau de mur et plancher :



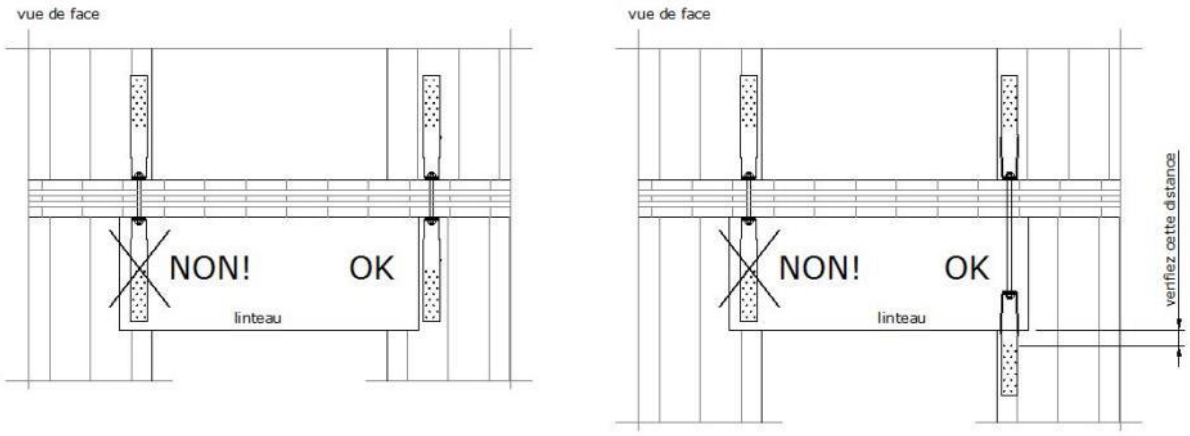
C- Respecter à l'unité près le nombre de pointes/vis indiqué par le bureau d'études structure afin de garantir le comportement ductile recherché de l'assemblage

L'utilisation d'un nombre trop important de pointes/vis induit la ruine de l'assembleur par rupture fragile au lieu de la plastification souhaitée des organes d'assemblage.

D- Placer les ancrages à la distance depuis le bord du mur spécifiée afin d'obtenir la résistance globale souhaitée.

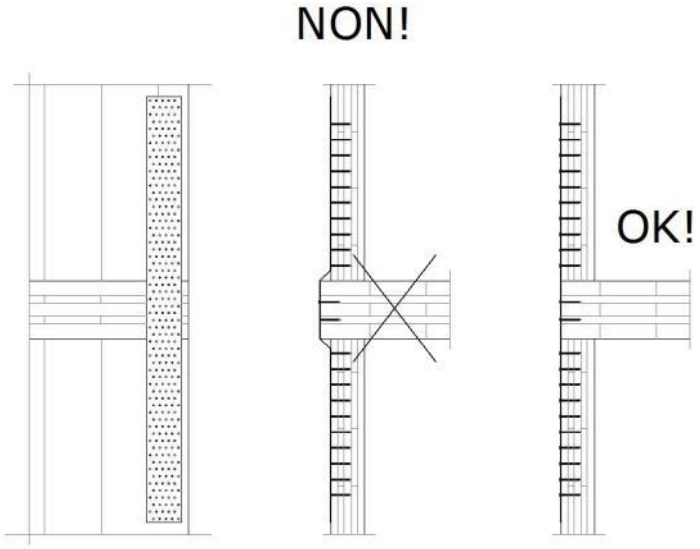


E- Les ancrages ne doivent pas être connectés aux linteaux.

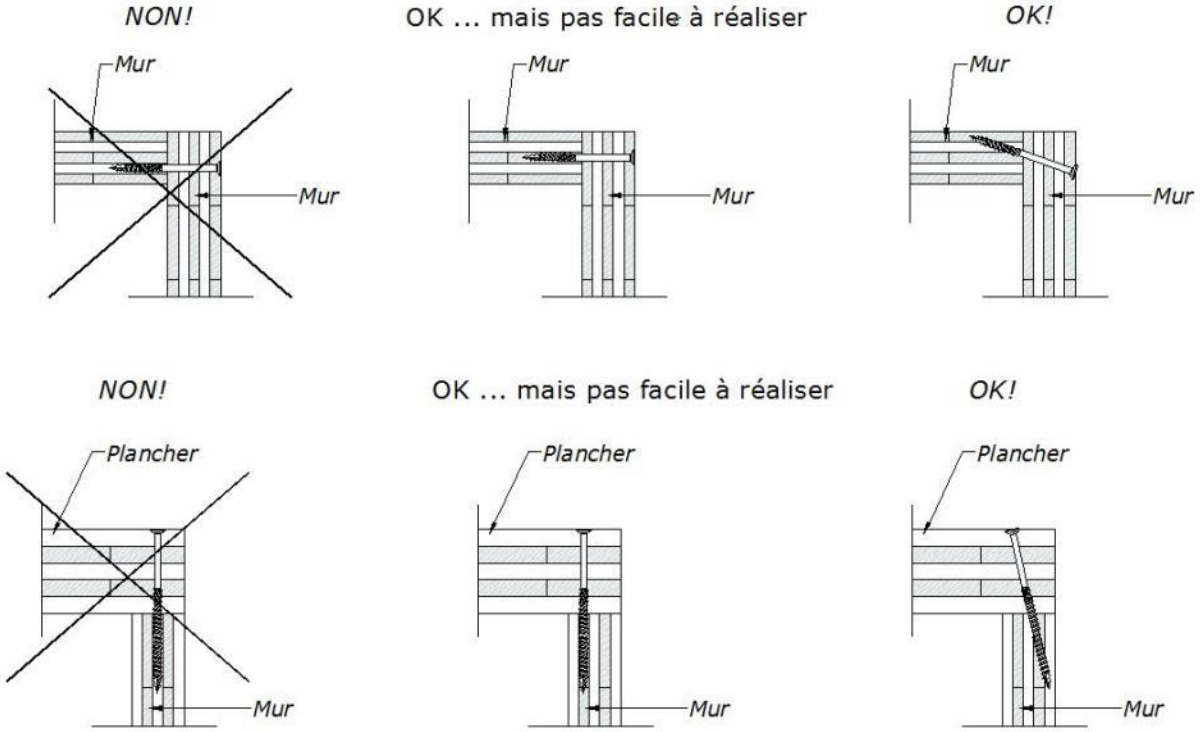


F- Ne pas placer les ancrages trop près d'un défaut visible du bois qui pourrait causer une rupture fragile non désirée.

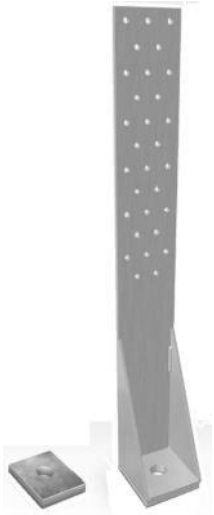
G- Les plaques perforées utilisées pour la transmission des efforts de soulèvement d'un mur à l'autre ne doivent pas être déformées hors de leur plan afin de travailler correctement.

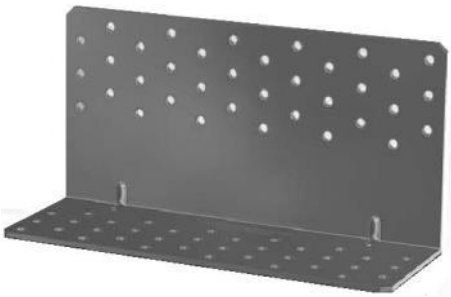


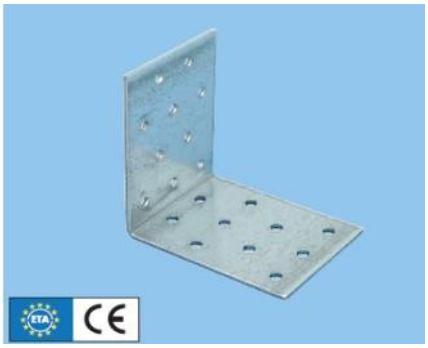
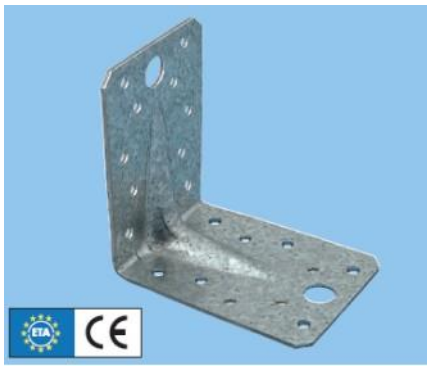
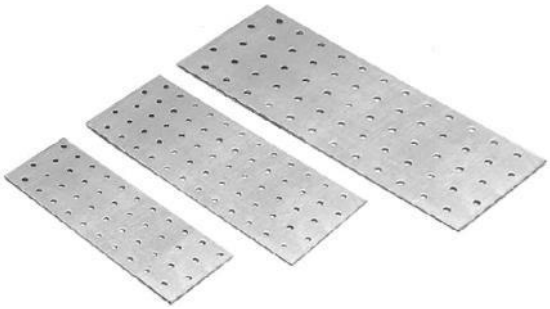
H- Assemblage de deux panneaux CLT BBS perpendiculaire l'un à l'autre : une attention particulière doit être portée aux directions des différentes couches afin de connecter correctement les panneaux entre eux.



Liste non exhaustive d'assembleurs à conformité CE

Produits	Distributeur	Utilisation	Photos
Ancrages WHT *(ETA-11/0086)*	Rotho Blaas France Sàrl	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux planchers et murs inférieurs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres d'ancrage KR (type V) *(ETA-08/0214)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux planchers et murs inférieurs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Equerres WB90 *(ETA-09/0323)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)

Equerres WB100 *(ETA-09/0323)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres WVS9050 *(ETA-09/0322)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres Titan TCN *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher béton	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Equerres Titan TTN *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher bois	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)
Plaques perforées Titan TCP *(ETA-11/0496)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs connectés à un plancher béton	 (avec la permission de *Rotho Blaas France Sàrl*, www.rothoblaas.com)

Equerres d'assemblage perforées *(ETA-09/0355)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Equerres d'assemblage mixtes renforcées *(ETA-09/0355)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts de cisaillement en pieds de murs	 (avec la permission de *Würth France S.A.*, www.wurth.fr)
Plaques perforées de 1.5 à 2.0 mm d'épaisseur	Rotho Blaas France Sàrl	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de Rotho Blaas France Sàrl, www.rothoblaas.com)
Plaques perforées 2.0 mm d'épaisseur	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de Würth France S.A., www.wurth.fr)

Feuillards perforés de 1.5 à 3.0 mm d'épaisseur *(DIBt Z-9,1-524)*	Rotho Blaas	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de Rotho Blaas France Sàrl, www.rothoblaas.com)
Feuillards perforés 1.5 mm d'épaisseur *(DIBt Z-9,1-545)*	Würth France S.A.	Transmission des efforts verticaux ascendants des murs aux murs inférieurs; Reprise de la traction dans les assemblages	 (avec la permission de Würth France S.A., www.wurth.fr)

Tableau 1 : Propriétés caractéristiques des bois massifs (EUROCODES)

Valeurs caractéristiques (NF-EN 338)				C16	C24
Résistance en Mpa	Flexion statique	$f_{m,k}$		16	24
	Traction axiale	$f_{t,0,k}$		8,5	14,5
	Traction transversale	$f_{t,90,k}$		0,4	0,4
	Compression axiale	$f_{c,0,k}$		17	21
	Compression transversale	$f_{c,90,k}$		2,2	2,5
	Cisaillement longitudinal	$f_{v,k}$		3,2	4
Masse volumique en kg/m3		ρ_{k}		310	350
		ρ_{mean}		370	420
Rigidité en Mpa	Elasticité longitudinale moyenne	$E_{0,mean}$		8000	12000
	Elasticité longitudinale au fractile à 5 %	$E_{0,05}$		5400	7400
	Elasticité transversale moyenne	$E_{90,mean}$		270	370
	Module de cisaillement moyen	G_{mean}		500	690

Tableau 2 : épaisseurs, dispositions des plis et caractéristiques rapportées à l'axe neutre pour le CLT BBS XL DL

Pour le repérage, voir trièdre (X,Z) en Annexe 1
Valeurs pour un panneau BBS de 1m x 2,5m
(largeur x longueur)

BBS XL DL									/X			/Z			
									section efficace	inertie efficace	rayon de giration efficace	section efficace		inertie efficace	rayon de giration efficace
Nombre de plis	**Epaisseur des plis**							**épaisseur totale (mm)**	A_{ef}	I_{ef}	i	A_{ef}		I_{ef}	i
	20	20	20					**60,00**	400	1733	2,08	500	200	167	0,58
	20	40	20					**80,00**	400	3733	3,06	1000	400	1333	1,15
3	30	30	30					**90,00**	600	5850	3,12	750	300	563	0,87
	35	30	35					**100,00**	700	8108	3,40	750	300	563	0,87
	40	40	40					**120,00**	800	13867	4,16	1000	400	1333	1,15
	20	20	20	20	20			**100,00**	600	6600	3,32	1000	400	4333	2,08
	20	30	20	30	20			**120,00**	600	10200	4,12	1500	600	10500	2,65
	40	20	20	20	40			**140,00**	1000	21133	4,60	1000	400	4333	2,08
	40	20	40	20	40			**160,00**	1200	30400	5,03	1000	400	9333	3,06
5	40	30	40	30	40			**180,00**	1200	40800	5,83	1500	600	19500	3,61
	40	40	40	40	40			**200,00**	1200	52800	6,63	2000	800	34667	4,16
	60	30	40	30	60			**220,00**	1600	80933	7,11	1500	600	19500	3,61
	60	40	40	40	60			**240,00**	1600	101333	7,96	2000	800	34667	4,16
	80	30	40	30	80			**260,00**	2000	138667	8,33	1500	600	19500	3,61
7	40	40	40	40	40	40	40	**280,00**	1600	130133	9,02	3000	1200	52800	4,20
	45	45	45	45	45	45	45	**315,00**	1800	185288	10,15	3375	1350	75178	4,72

Tableau 3 : épaisseurs, dispositions des plis et caractéristiques rapportées à l'axe neutre pour le CLT BBS XL DQ

Pour le repérage, voir trièdre (X,Z) en Annexe 1
Valeurs pour un panneau BBS de 1m x 2,5m
(largeur x longueur)

BBS XL DQ									/X			/Z			
									section efficace	inertie efficace	rayon de giration efficace	section efficace		inertie efficace	rayon de giration efficace
Nombre de plis	**Epaisseur des plis**							**épaisseur totale (mm)**	A_{ef}	I_{ef}	i	A_{ef}		I_{ef}	i
	20	20	20					**60,00**	400	1733	2,08	500	200	167	0,58
	20	40	20					**80,00**	400	3733	3,06	1000	400	1333	1,15
3	30	30	30					**90,00**	600	5850	3,12	750	300	563	0,87
	35	30	35					**100,00**	700	8108	3,40	750	300	563	0,87
	40	40	40					**120,00**	800	13867	4,16	1000	400	1333	1,15
	20	20	20	20	20			**100,00**	600	6600	3,32	1000	400	4333	2,08
	20	30	20	30	20			**120,00**	600	10200	4,12	1500	600	10500	2,65
	40	20	20	20	40			**140,00**	1000	21133	4,60	1000	400	4333	2,08
	40	20	40	20	40			**160,00**	1200	30400	5,03	1000	400	9333	3,06
5	40	30	40	30	40			**180,00**	1200	40800	5,83	1500	600	19500	3,61
	40	40	40	40	40			**200,00**	1200	52800	6,63	2000	800	34667	4,16
	60	30	40	30	60			**220,00**	1600	80933	7,11	1500	600	19500	3,61
	60	40	40	40	60			**240,00**	1600	101333	7,96	2000	800	34667	4,16
	80	30	40	30	80			**260,00**	2000	138667	8,33	1500	600	19500	3,61
7	40	40	40	40	40	40	40	**280,00**	1600	130133	9,02	3000	1200	52800	4,20
	45	45	45	45	45	45	45	**315,00**	1800	185288	10,15	3375	1350	75178	4,72

Tableau 4 : épaisseurs, dispositions des plis et caractéristiques rapportées à l'axe neutre pour le CLT BBS 125

Pour le repérage, voir trièdre (X,Z) en Annexe 1
Valeurs pour un panneau BBS de 1m x 2,5m
(largeur x longueur)

BBS 125

											/X			/Z			
											section efficace	inertie efficace	rayon de giration efficace	section efficace		inertie efficace	rayon de giration efficace
Nombre de plis	**Epaisseur des plis**									**épaisseur totale (mm)**	A_{ef}	I_{ef}	i	A_{ef}		I_{ef}	i
3	20	20	20							**60,00**	400	1733	2,08	500	200	167	0,58
	20	40	20							**80,00**	400	3733	3,06	1000	400	1333	1,15
	30	30	30							**90,00**	600	5850	3,12	750	300	563	0,87
	35	30	35							**100,00**	700	8108	3,40	750	300	563	0,87
	40	40	40							**120,00**	800	13867	4,16	1000	400	1333	1,15
5	20	20	20	20	20					**100,00**	600	6600	3,32	1000	400	4333	2,08
	20	30	20	30	20					**120,00**	600	10200	4,12	1500	600	10500	2,65
	40	20	20	20	40					**140,00**	1000	21133	4,60	1000	400	4333	2,08
	40	20	30	20	40					**150,00**	1100	25492	4,81	1000	400	6583	2,57
	40	20	40	20	40					**160,00**	1200	30400	5,03	1000	400	9333	3,06
	40	30	40	30	40					**180,00**	1200	40800	5,83	1500	600	19500	3,61
	40	40	40	40	40					**200,00**	1200	52800	6,63	2000	800	34667	4,16
	60	30	40	30	60					**220,00**	1600	80933	7,11	1500	600	19500	3,61
	60	40	40	40	60					**240,00**	1600	101333	7,96	2000	800	34667	4,16
	80	30	80	30	80					**300,00**	2400	206400	9,27	1500	600	46500	5,57
	80	40	80	40	80					**320,00**	2400	243200	10,07	2000	800	74667	6,11
7	60	20	40	20	40	20	60			**260,00**	2000	134667	8,12	1500	600	14600	3,12
	60	40	20	40	20	40	60			**280,00**	1600	151533	9,76	3000	1200	30400	3,18
	80	40	30	40	30	40	80			**340,00**	2200	285758	11,42	3000	1200	40800	3,69
9	60	20	40	20	40	20	40	20	60	**320,00**	2000	215967	7,90	1500	600	21800	3,81
	80	20	40	20	20	20	40	20	80	**340,00**	2200	286233	8,61	1500	600	19800	3,63

Remarque : Les couches extérieures des panneaux CLT BBS 125 de 220, 240, 260, 280, 300, 320 et 340mm d'épaisseur sont constituées de deux épaisseurs de planches disposées longitudinalement. Or, comme les panneaux CLT BBS 125 sont collés sous presse à 8 bars, ces doubles couches peuvent être considérées comme une seule couche pour le dimensionnement.

Tableau 5 : Valeurs caractéristiques suivant épaisseur et disposition des plis (EC5) pour CLT BBS XL (DQ & DL)

	Valeurs de résistances caractéristiques [Mpa]													Valeurs de rigidité moyenne [Mpa]							Masses volumiques [kg/m³]	
	A plat						A chant			Dans le panneau				A plat			A chant					
	Flexion longitudinale	Flexion transversale	Compression perpendiculaire au panneau	Traction perpendiculaire au panneau	Cisaillement longitudinal	Cisaillement transversal	Flexion longitudinale	Flexion transversale	Cisaillement relatif à la flexion longitudinale	Traction longitudinale	Traction transversale	Compression longitudinale	Compression transversale	Module d'élasticité longitudinal moyen	Module d'élasticité transversal moyen	Module de cisaillement moyen	Module d'élasticité longitudinal moyen	Module d'élasticité transversal moyen	Module de cisaillement longitudinal	Module de cisaillement transversal	Masse volumique caractéristique à considérer pour le calcul des connecteurs en résistance	Masse volumique moyenne à considérer pour le calcul des charges permanentes
	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{v,90,k}$	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	$G_{0,mean}$	$G_{90,mean}$	ρ_k	ρ_{mean}
60-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
80-3s	15,75	3,00	2,50	0,40	0,88	0,25	9,00	6,00	2,00	5,08	2,98	10,50	8,50	10500	2000	50	6000	4000	345	250	330	395
90-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
100-3s	17,51	1,08	2,50	0,40	0,97	0,09	12,60	3,60	2,80	7,11	1,79	14,70	5,10	11676	720	50	8400	2400	483	150	338	405
120-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
100-5s	14,26	3,84	2,50	0,40	0,79	0,32	10,80	4,80	2,40	6,09	2,38	12,60	6,80	9504	2560	50	7200	3200	414	200	334	400
120-5s	12,75	4,80	2,50	0,40	0,71	0,40	9,00	6,00	2,00	5,08	2,98	10,50	8,50	8500	3200	50	6000	4000	345	250	330	395
140-5s	16,64	3,27	2,50	0,40	0,92	0,27	12,86	3,43	2,86	7,25	1,70	15,00	4,86	11090	2177	50	8571	2286	493	143	339	406
150-5s	16,31	2,74	2,50	0,40	0,91	0,23	13,20	3,20	2,93	7,44	1,59	15,40	4,53	10876	1825	50	8800	2133	506	133	339	407
160-5s	16,03	2,50	2,50	0,40	0,89	0,21	13,50	3,00	3,00	7,61	1,49	15,75	4,25	10688	1667	50	9000	2000	518	125	340	408
180-5s	15,11	3,24	2,50	0,40	0,84	0,27	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10074	2159	50	8000	2667	460	167	337	403
200-5s	14,26	3,84	2,50	0,40	0,79	0,32	10,80	4,80	2,40	6,09	2,38	12,60	6,80	9504	2560	50	7200	3200	414	200	334	400
220-5s	16,42	2,88	2,50	0,40	0,91	0,24	13,09	3,27	2,91	7,38	1,62	15,27	4,64	10945	1917	50	8727	2182	502	136	339	406
240-5s	15,83	3,33	2,50	0,40	0,88	0,28	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10556	2222	50	8000	2667	460	167	337	403
260-7s	16,21	2,22	2,50	0,40	0,90	0,19	13,85	2,77	3,08	7,81	1,37	16,15	3,92	10804	1481	50	9231	1846	531	115	341	408
280-7s	15,01	3,49	2,50	0,40	0,83	0,29	10,29	5,14	2,29	5,80	2,55	12,00	7,29	10006	2327	50	6857	3429	394	214	333	399
300-7s	15,22	3,09	2,50	0,40	0,85	0,26	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10148	2058	50	8000	2667	460	167	337	403
320-7s	14,52	3,71	2,50	0,40	0,81	0,31	11,25	4,50	2,50	6,34	2,23	13,13	6,38	9680	2475	50	7500	3000	431	188	335	401

Tableau 6 : Valeurs caractéristiques suivant épaisseur et disposition des plis (EC5) pour CLT BBS 125 sans aboutage pleine section

	Valeurs de résistances caractéristiques [Mpa]													Valeurs de rigidité moyenne [Mpa]							Masses volumiques [kg/m³]	
	A plat						A chant			Dans le panneau				A plat			A chant					
	Flexion longitudinale	Flexion transversale	Compression perpendiculaire au panneau	Traction perpendiculaire au panneau	Cisaillement longitudinal	Cisaillement transversal	Flexion longitudinale	Flexion transversale	Cisaillement relatif à la flexion longitudinale	Traction longitudinale	Traction transversale	Compression longitudinale	Compression transversale	Module d'élasticité longitudinal moyen	Module d'élasticité transversal moyen	Module de cisaillement moyen	Module d'élasticité longitudinal moyen	Module d'élasticité transversal moyen	Module de cisaillement longitudinal	Module de cisaillement transversal	Masse volumique caractéristique à considérer pour le calcul des connecteurs en résistance	Masse volumique moyenne à considérer pour le calcul des charges permanentes
	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{v,90,k}$	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	$G_{0,mean}$	$G_{90,mean}$	ρ_k	ρ_{mean}
60-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
80-3s	15,75	3,00	2,50	0,40	0,88	0,25	9,00	6,00	2,00	5,08	2,98	10,50	8,50	10500	2000	50	6000	4000	345	250	330	395
90-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
100-3s	17,51	1,08	2,50	0,40	0,97	0,09	12,60	3,60	2,80	7,11	1,79	14,70	5,10	11676	720	50	8400	2400	483	150	338	405
120-3s	17,33	1,33	2,50	0,40	0,96	0,11	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	11556	889	50	8000	2667	460	167	337	403
100-5s	14,26	3,84	2,50	0,40	0,79	0,32	10,80	4,80	2,40	6,09	2,38	12,60	6,80	9504	2560	50	7200	3200	414	200	334	400
120-5s	12,75	4,80	2,50	0,40	0,71	0,40	9,00	6,00	2,00	5,08	2,98	10,50	8,50	8500	3200	50	6000	4000	345	250	330	395
140-5s	16,64	3,27	2,50	0,40	0,92	0,27	12,86	3,43	2,86	7,25	1,70	15,00	4,86	11090	2177	50	8571	2286	493	143	339	406
150-5s	16,31	2,74	2,50	0,40	0,91	0,23	13,20	3,20	2,93	7,44	1,59	15,40	4,53	10876	1825	50	8800	2133	506	133	339	407
160-5s	16,03	2,50	2,50	0,40	0,89	0,21	13,50	3,00	3,00	7,61	1,49	15,75	4,25	10688	1667	50	9000	2000	518	125	340	408
180-5s	15,11	3,24	2,50	0,40	0,84	0,27	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10074	2159	50	8000	2667	460	167	337	403
200-5s	14,26	3,84	2,50	0,40	0,79	0,32	10,80	4,80	2,40	6,09	2,38	12,60	6,80	9504	2560	50	7200	3200	414	200	334	400
220-5s	16,42	2,88	2,50	0,40	0,91	0,24	13,09	3,27	2,91	7,38	1,62	15,27	4,64	10945	1917	50	8727	2182	502	136	339	406
240-5s	15,83	3,33	2,50	0,40	0,88	0,28	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10556	2222	50	8000	2667	460	167	337	403
260-7s	16,21	2,22	2,50	0,40	0,90	0,19	13,85	2,77	3,08	7,81	1,37	16,15	3,92	10804	1481	50	9231	1846	531	115	341	408
280-7s	15,01	3,49	2,50	0,40	0,83	0,29	10,29	5,14	2,29	5,80	2,55	12,00	7,29	10006	2327	50	6857	3429	394	214	333	399
300-7s	15,22	3,09	2,50	0,40	0,85	0,26	12,00	4,00	2,67	6,77	1,98	14,00	5,67	10148	2058	50	8000	2667	460	167	337	403
320-7s	14,52	3,71	2,50	0,40	0,81	0,31	11,25	4,50	2,50	6,34	2,23	13,13	6,38	9680	2475	50	7500	3000	431	188	335	401

Tableau 7 : Tolérances

Caractéristique	Valeur	
Panneau CLT BBS	CLT BBS 125	CLT BBS XL (DQ & DL)
Epaisseur	54 à 350* mm	51 à 315 mm
Tolérance / épaisseur	± 1,0 mm	
Largeur	≤ 1,25 m	≤ 3,5 m
Tolérance / largeur	± 2,0 mm	
Longueur unitaire	≤ 5 m	≤ 22 m
Tolérance / longueur unitaire	± 2,0 mm	
Longueur après aboutage de panneaux unitaires	≤ 24 m	non pertinent
Nombre de plis	3 ≤ n ≤ 9	3 ≤ n ≤ 7
Nombre de couches par plis	≤ 2	≤ 2
Jeu latéral maximal entre planches (d'une même couche) : couche longitudinale couche transversale	 Aucun ≤4 mm	 ≤ 4 mm ≤ 4 mm
Planche unitaire		
Matériau	Bois résineux	
Classe de résistance selon EN 338[1] Couche parallèle à l'axe longitudinal Couche perpendiculaire à l'axe longitudinal	 ≥ 90% C 24 < 10% C 16 ** ≥ 30% C 24 < 70% C 16 ***	 ≥ 90% C 24 < 10% C 16 **
Epaisseur	18 à 45 mm	17 à 45 mm
Largeur	80 à 250 mm	100 à 250 mm
Rapport largeur / épaisseur	≥ 4:1	
Humidité du bois selon EN 13183-2[2]	12 ± 2 %	

[1] NF EN 338 : Bois de structure - Classes de résistance

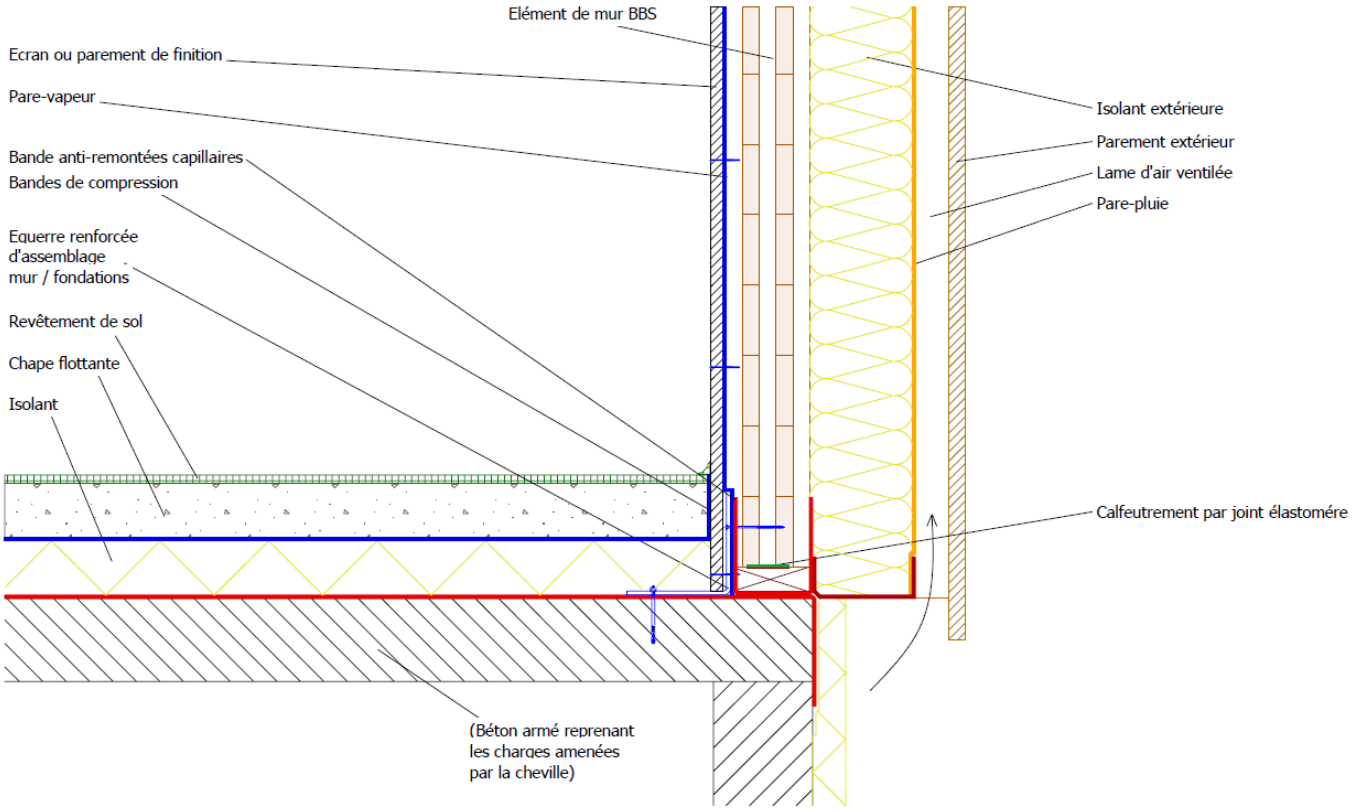
[2] NF EN 13183-2 : Teneur en humidité d'une pièce de bois scié - Partie 2 : estimation par méthode électrique par résistance

* Standard jusqu'à 280mm, plus épais sur demande

** Le fait qu'il y ait du C16 peut être négligé, c'est-à-dire que l'on peut ne considérer que du C24 dans les calculs

*** Le fait qu'il y ait du C24 doit être négligé, c'est-à-dire que l'on ne doit considérer que du C16 dans les calculs

Fig. 1 : Exemple de liaison Mur extérieur / Plancher bas béton



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- La chape flottante doit être mise en œuvre conformément au DTU correspondant, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

Fig. 2 : Exemple de liaison Mur extérieur / Muret béton

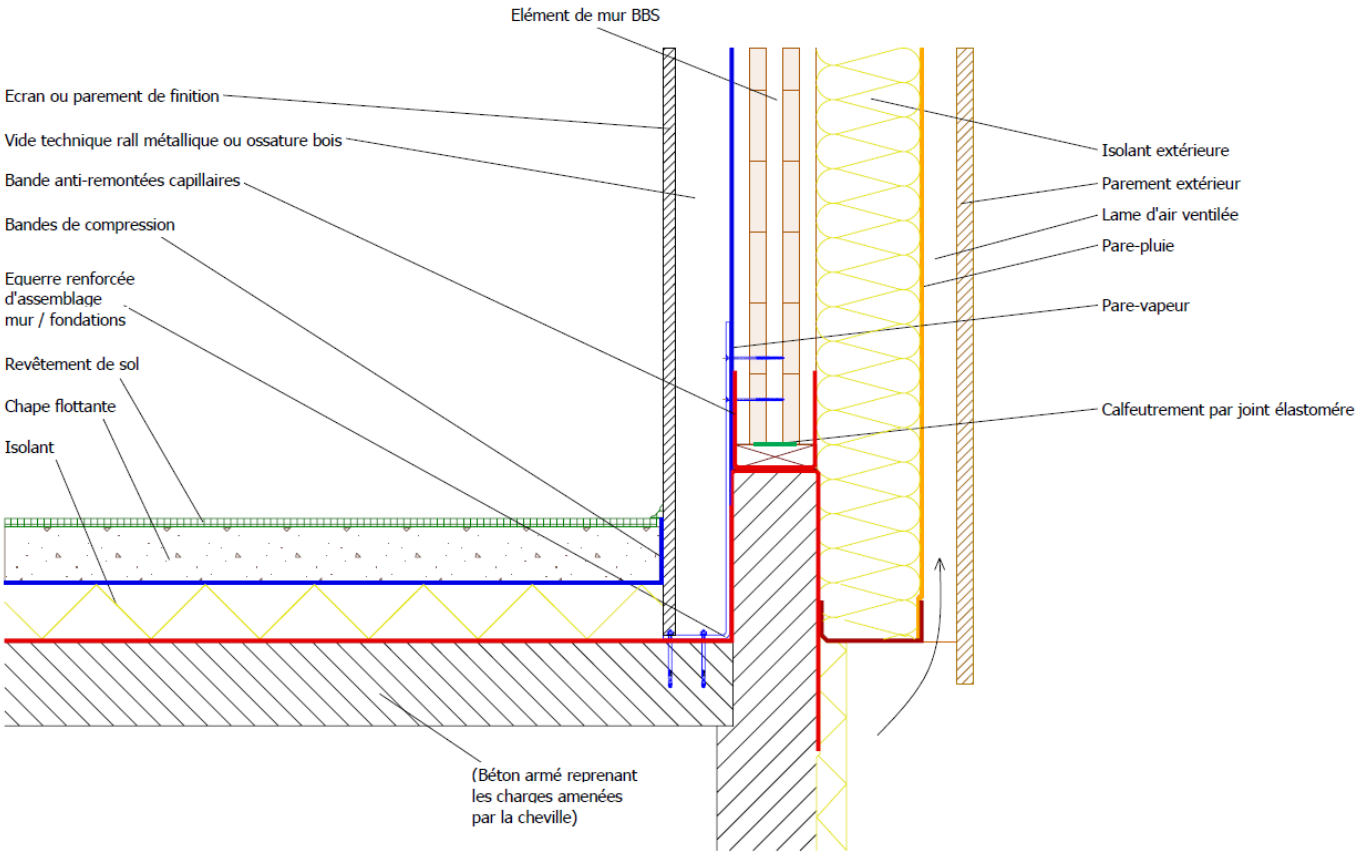
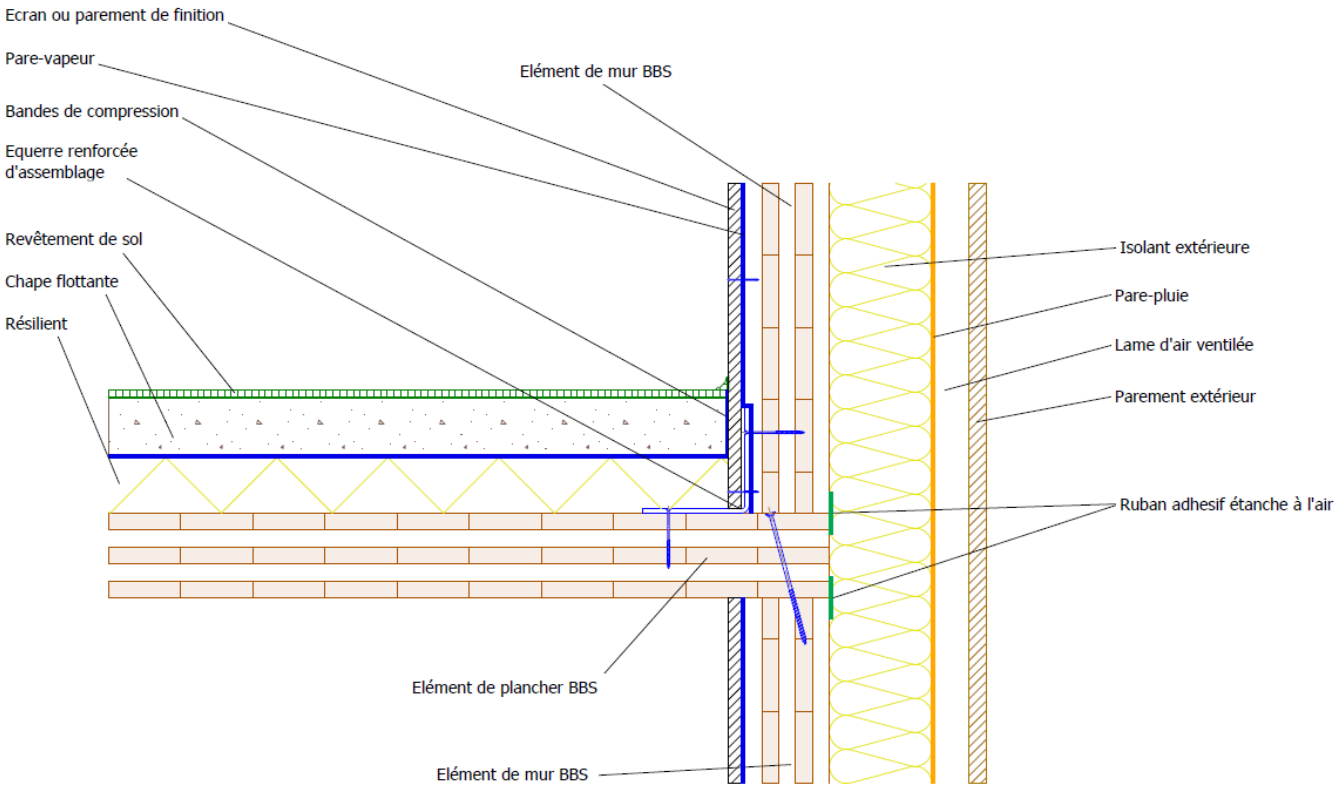


Fig. 3a : Exemple de liaison Mur extérieur / Plancher intermédiaire



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- La chape flottante doit être mise en œuvre conformément au DTU correspondant, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

Fig. 3b : Exemple de liaison Mur extérieur / Plancher intermédiaire

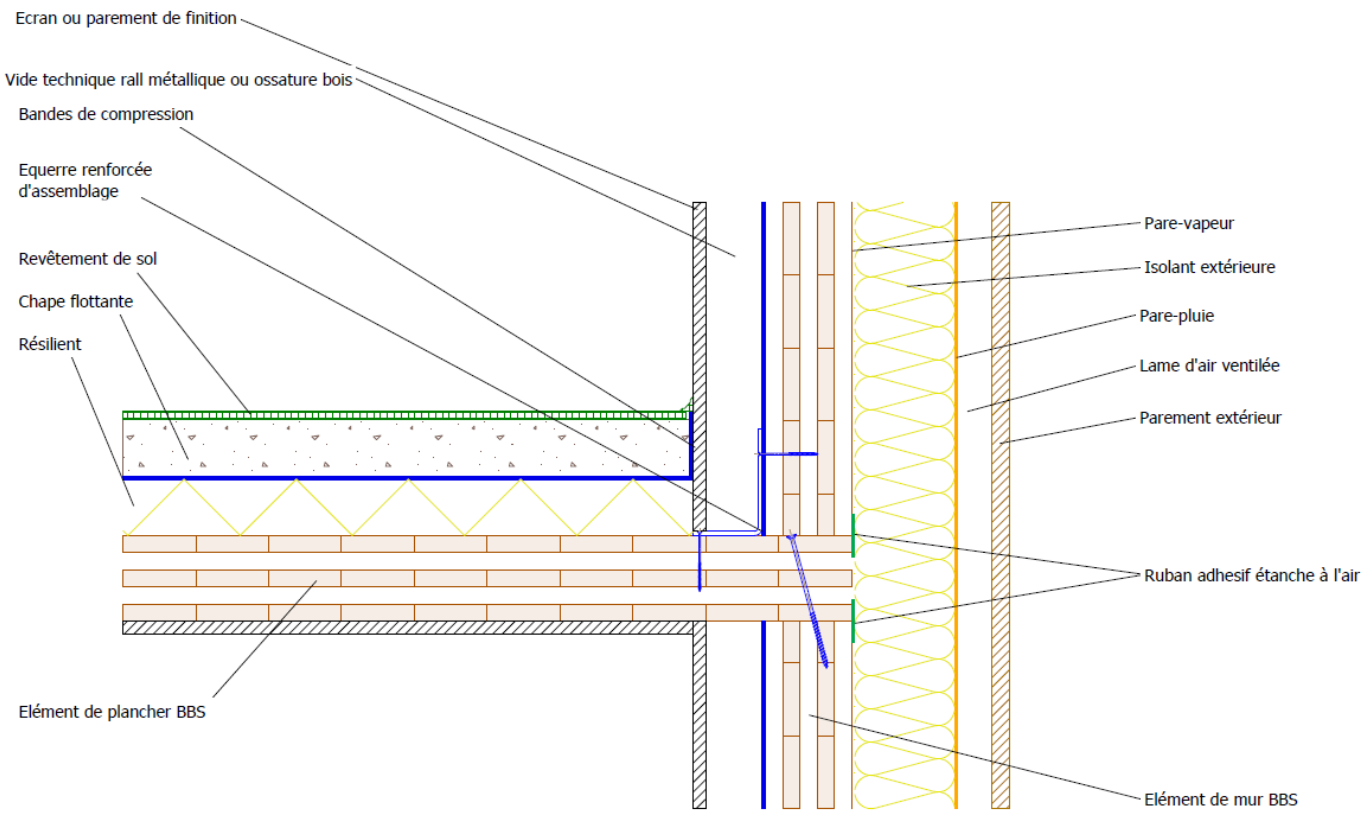
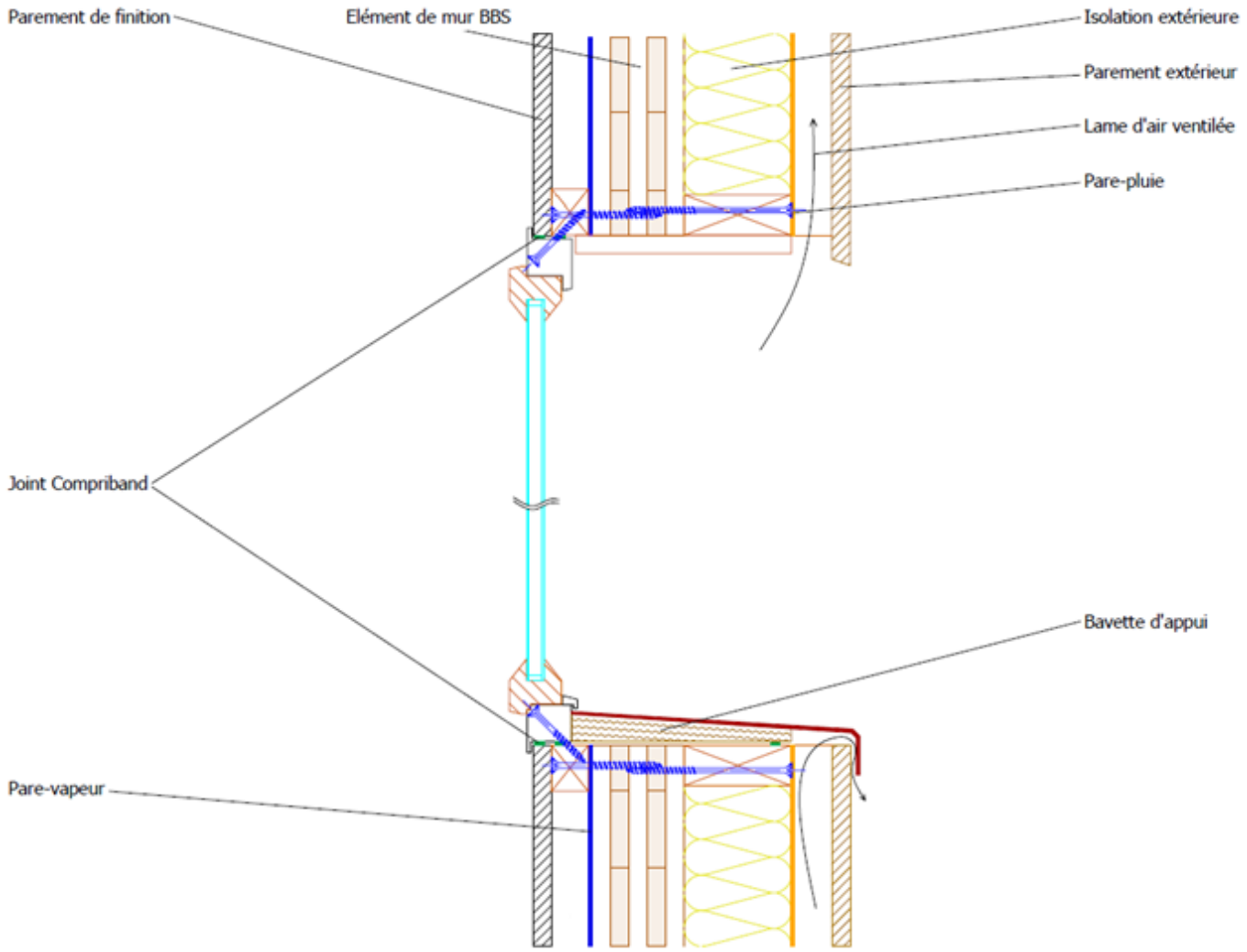


Fig.4 : Exemple de liaison Mur extérieur /Menuiserie

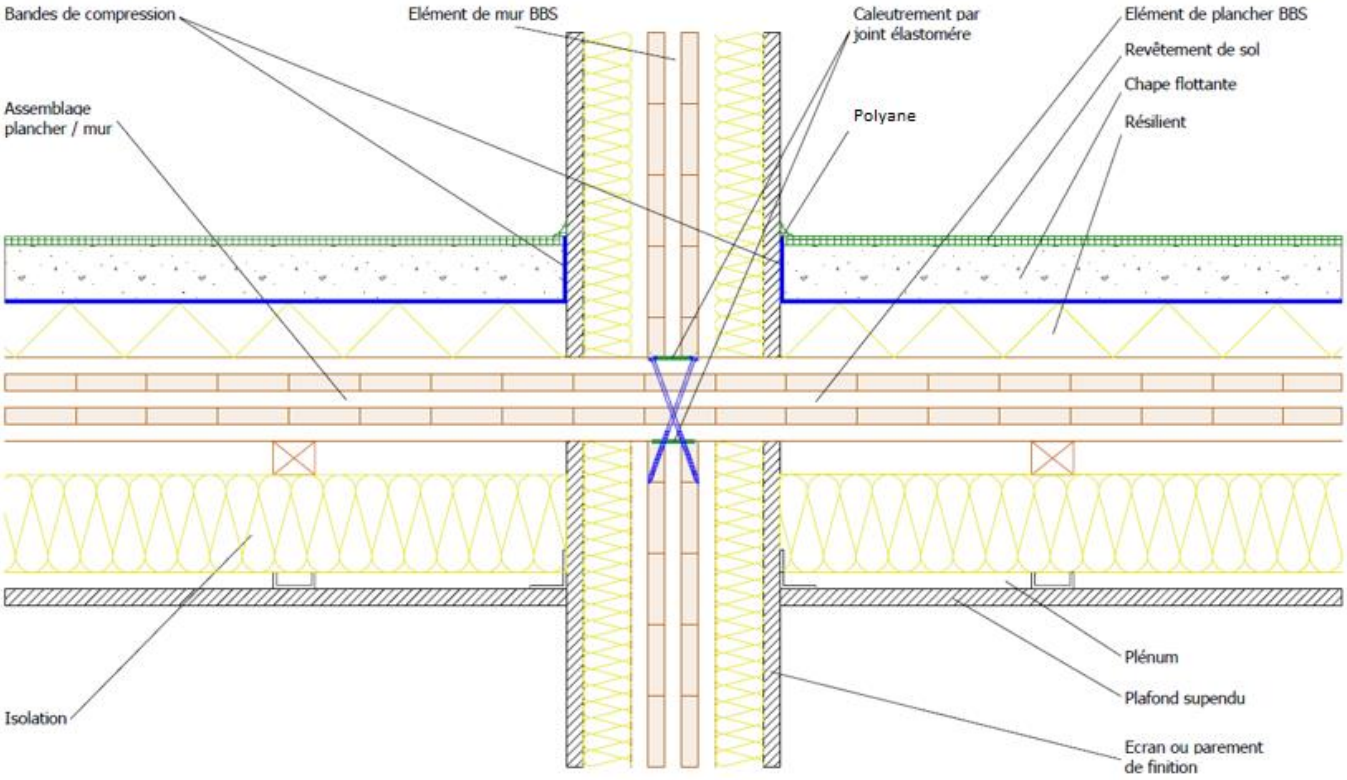


Nb : La mise en œuvre des baies devra être conforme au DTU 31.2.

Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Les menuiseries doivent être mises en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 36.5 pour les fenêtres et portes extérieures), ou, le cas échéant, selon leur Atec ou DTA.

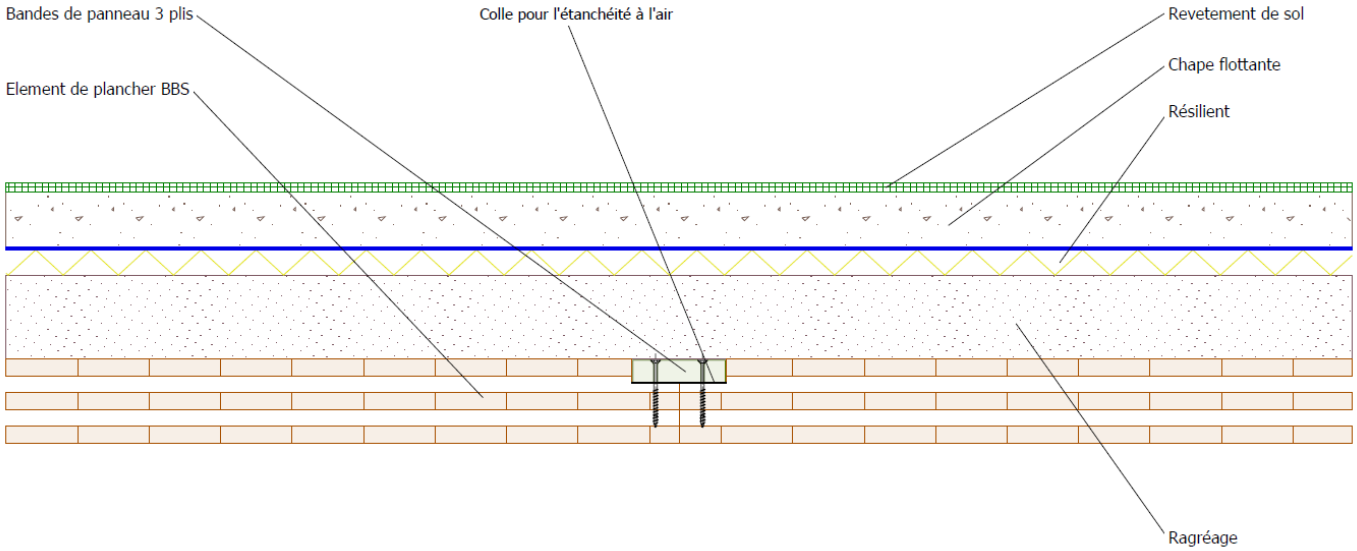
Fig.5 : Exemple de liaison Mur porteur / Plancher intermédiaire

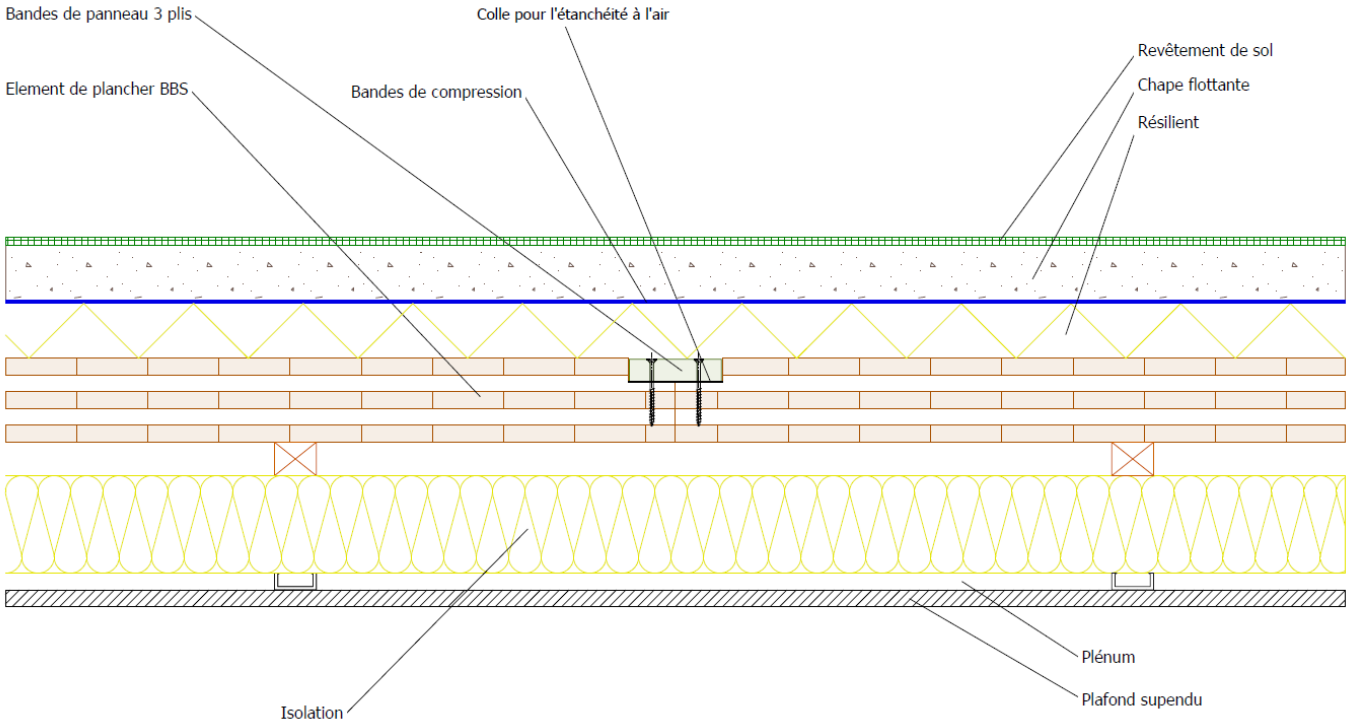


Remarques :

- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- La chape flottante doit être mise en œuvre conformément au DTU correspondant, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

Fig. 6 : Exemple de liaison entre panneaux de plancher

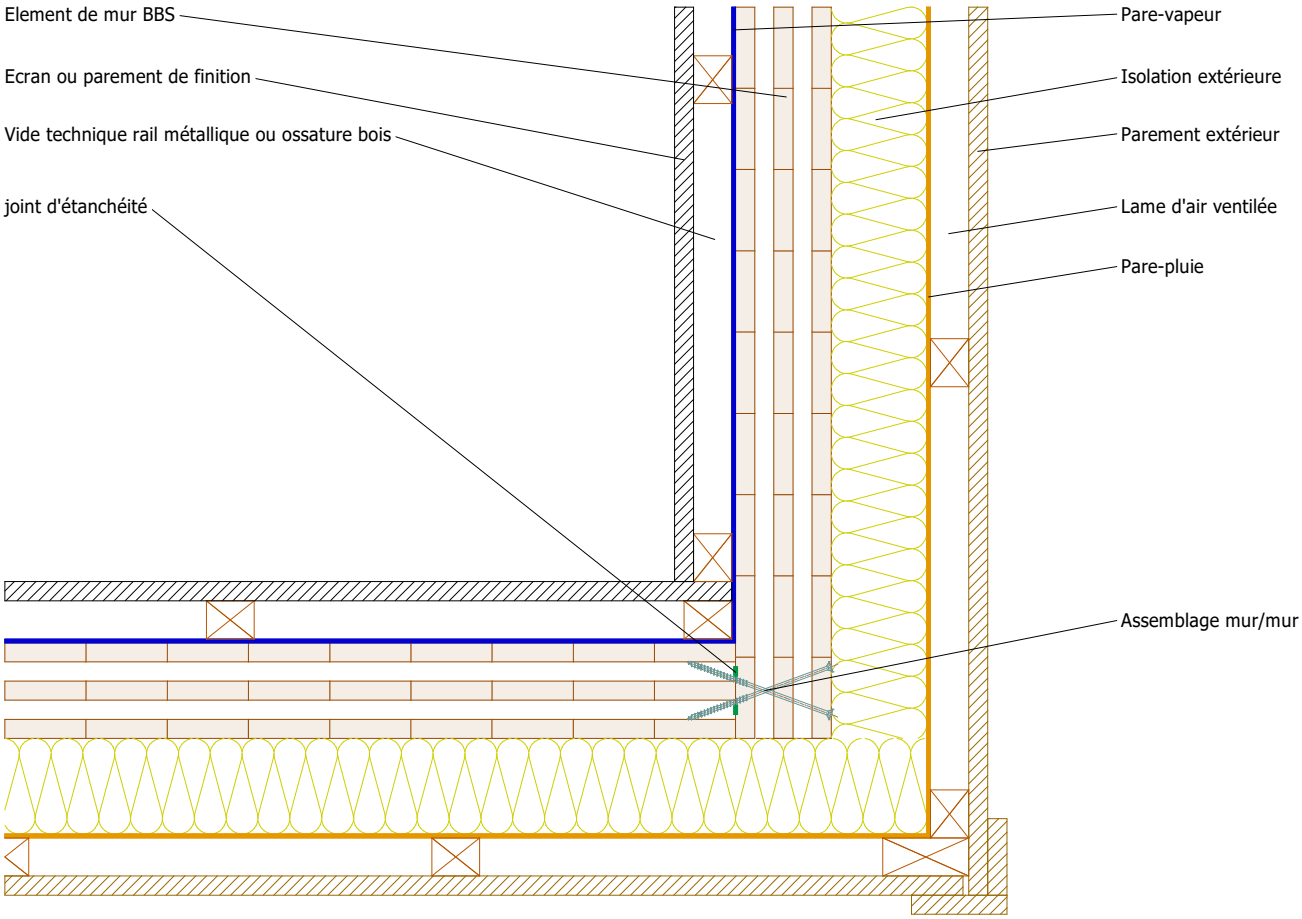




Remarques :

- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- La chape flottante doit être mise en œuvre conformément au DTU correspondant, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

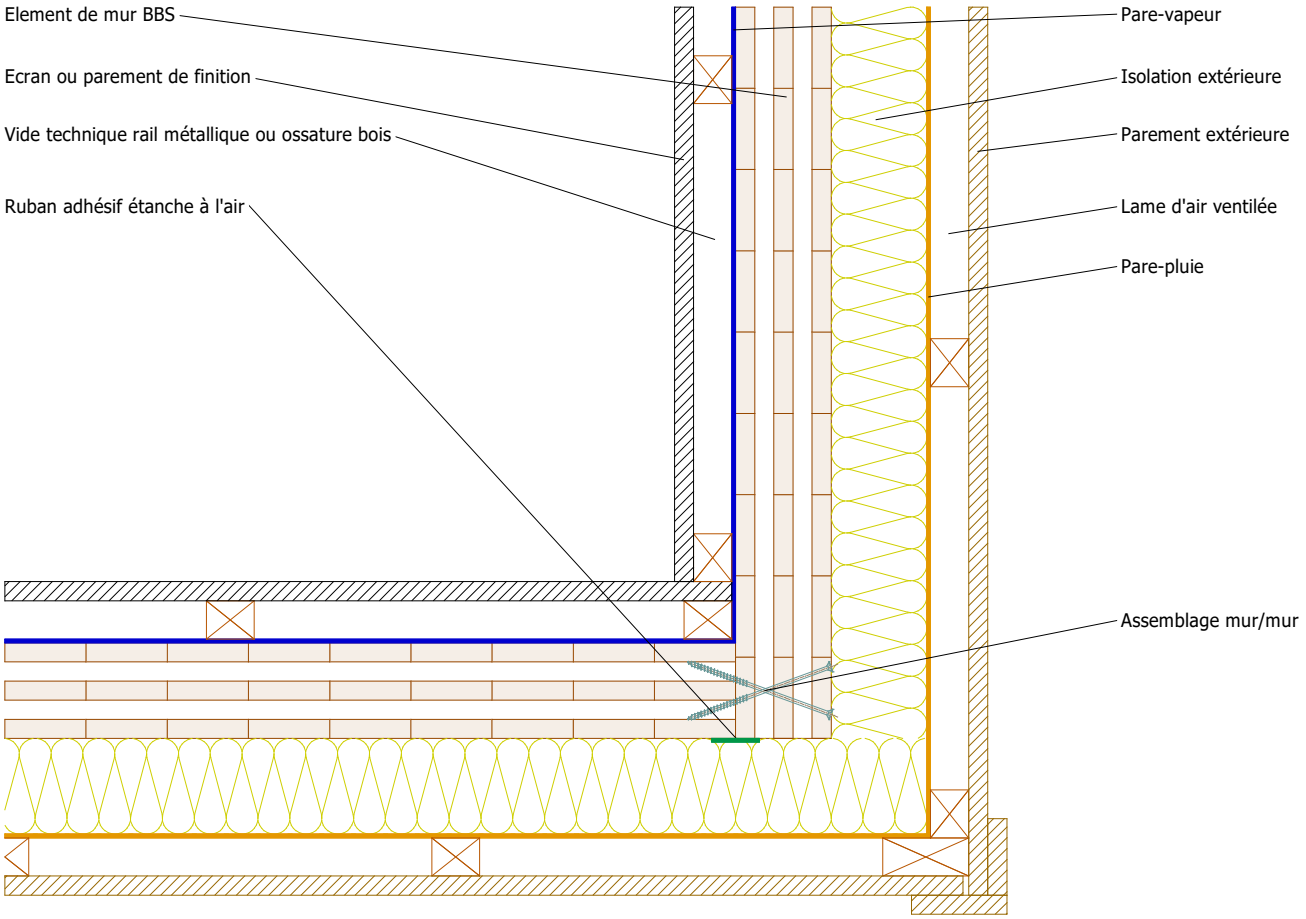
Fig. 7a : Exemple de liaison d'angle sortant entre Murs extérieurs (vue en plan)



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son ATec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son ATec ou DTA.
- Le doublage doit être pose conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son ATEC ou DTA.

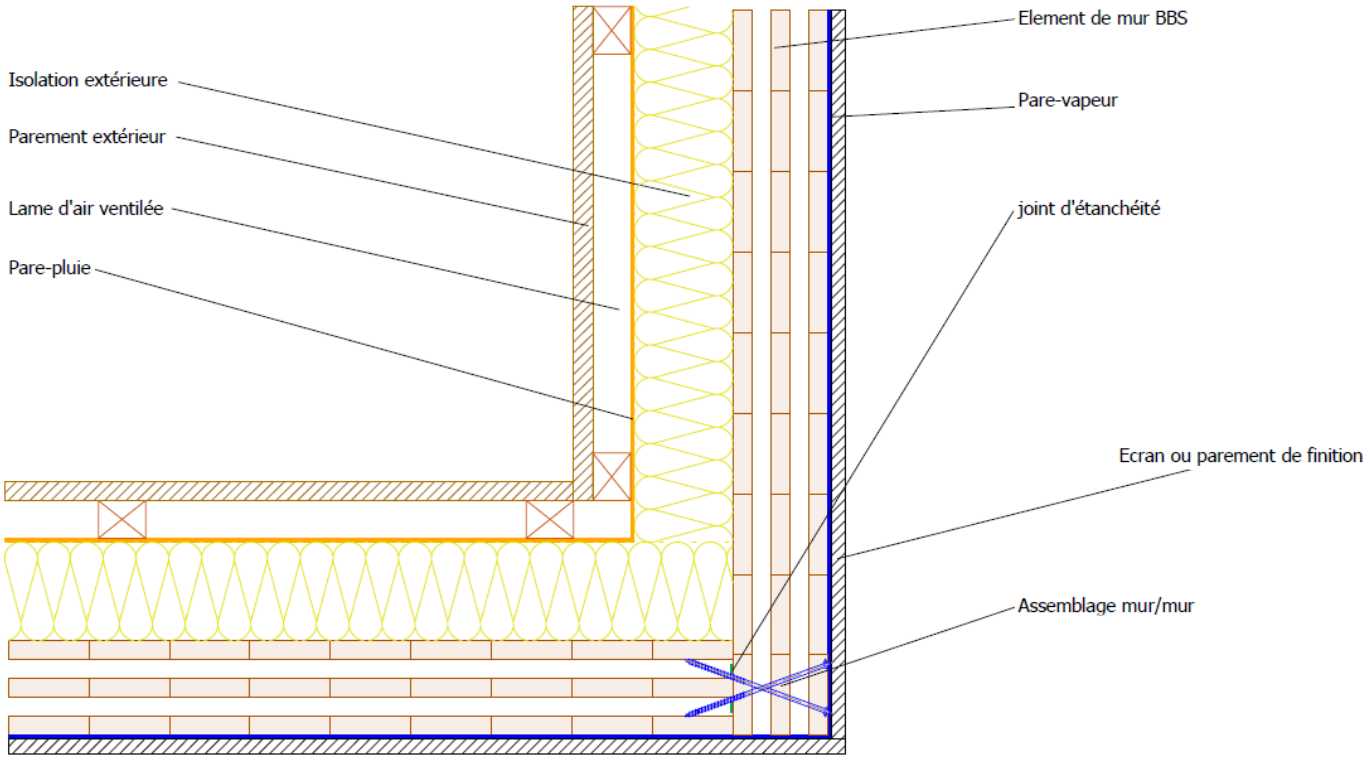
Fig. 7b : Exemple de liaison d'angle sortant entre Murs extérieurs (vue en plan)



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être posé conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

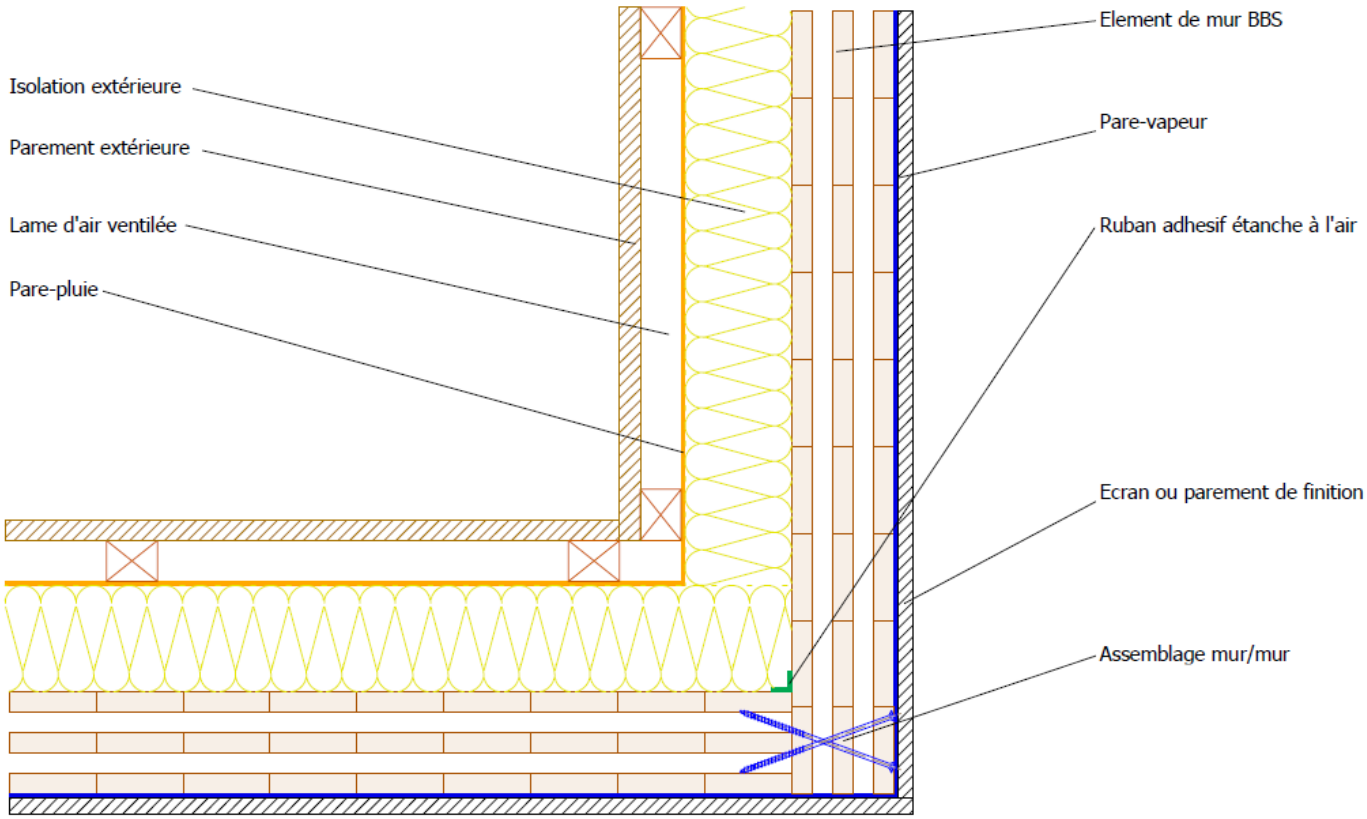
Fig. 8a : Exemple de liaison d'angle rentrant entre Murs extérieurs (vue en plan)



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être pose conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.

Fig. 8b : Exemple de liaison d'angle rentrant entre Murs extérieurs (vue en plan)



Remarques :

- Le bardage doit être mis en œuvre conformément au DTU correspondant (ex : DTU 41.2 pour les revêtements extérieurs en bois), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- L'isolant extérieur doit être mis en œuvre selon les prescriptions du cahier du CSTB, ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA.
- Le doublage doit être pose conformément au DTU correspondant (ex : DTU 25.41 pour les ouvrages en plaque de plâtre à faces cartonnées), ou, le cas échéant, selon son Atec ou DTA

Tableau 8 : Fiche d'autocontrôle avant mise en œuvre des revêtements « Bon à fermer »

Bon à Fermer – Fiche d'autocontrôle avant mise en œuvre des revêtements

L'émission d'un bon à fermer signifie que pour les zones concernées par le bon, l'humidité du bois est comprise dans une plage permettant de débuter les travaux de second œuvre sans qu'il n'y ait un risque de confinement d'une humidité excessive et l'état de surface des éléments formant support satisfait aux tolérances attendues.

Informations Générales du Chantier

Coordonnées : (nom, adresse)	…… …… …… ……
Donneur d'ordre :	…… …… ……
Maître d'œuvre :	…… …… …… ……
Autres informations :	…… …… …… ……

Zone(s) concernée(s)

Etage :	…… …… …… ……
Partie concernée :	Structure / Mur / Plancher / Autre (préciser) : …… …… …… ……

Contrôle dimensionnel

Date et heure du contrôle :	…… …… …… ……
Contrôle effectué par : (Nom, Prénom, Société)	…… …… …… …… …… …… …… ……
Planéité et désaffleurement :	…… …… …… ……
Largeur des joints entre panneaux :	…… ……

	…… ……
Continuité au droit des appuis :	…… …… …… ……

Rappel de l'intervalle acceptable :

- **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 5 mm au plus pourra être réalisé à l'aide d'une ponceuse par le charpentier.**
  (Rappeler les valeurs exactes de l'ouvrage concerné)
- **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 entre panneaux est inférieure à 2 mm, il n'est pas nécessaire de traiter les joints. Lorsque l'ouverture des joints est supérieure à 2 mm sans dépasser 10 mm, 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 : la rotation sur appui induit une ouverture entre deux panneaux inférieure à 2 mm. Lorsqu'elle est nécessaire pour le revêtement de sol, la continuité peut être réalisée par la mise en place d'une jonction par languette si le panneau CLT support n'est pas continu sur appuis.**

Conformité :	…… …… …… …… …… …… …… ……

Rappel de l'intervalle acceptable : Les résultats obtenus devront être de 15±3% si la structure a été dimensionnée en classe de service 2 et de 12±2% si la structure a été dimensionnée en classe de service 1.

(Rappeler les valeurs exactes de l'ouvrage concerné)

Contrôle de l'Humidité

Date et heure du contrôle :	…… …… …… ……
Contrôle effectué par : (Nom, Prénom, Société)	…… …… …… …… …… …… …… ……
Nombre de points de contrôle :	…… …… …… ……
Emplacement des points de contrôle : (joindre plan annoté)	…… …… …… …… …… …… …… ……

	…… ……
Valeurs obtenues (en %) :	…… …… …… ……
Conformité :	…… …… …… …… …… …… …… ……
Fait à Le Nom prénom responsable Signature du responsable + cachet entreprise (précédés de la mention « Bon pour fermeture »)	

2.12. Annexe A - Utilisation en support d'étancheité

2.12.1.Généralité

Le procédé « CLT BBS » est utilisé comme support ou élément porteur des toitures étanchées selon le NF DTU 43.4, complété par les prescriptions de la présente Annexe A.

2.12.2.Destination d'emploi

Les panneaux structuraux BBS, de classe d'emploi 2 selon la norme NF EN 335, sont destinés aux toitures en travaux neufs :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels, sans rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- Inaccessibles avec procédés de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique de pente ≥ 3 % ;
- Techniques ou à zones techniques, sans chemins de roulement des appareils d'entretien de façades (nacelles) ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots selon les prescriptions spécifiques du paragraphe 7.

Le domaine d'emploi est limité aux 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.

Les panneaux structuraux CLT BBS peuvent être utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude ≤ 900 m).

Les pentes des toitures inaccessibles, végétalisées, techniques et accessibles aux piétons sont dépendantes du critère de dimensionnement choisi :

- ≥ 3 %, lorsque les panneaux structuraux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/250e de la portée ;
- ≥ 1,8 %, lorsque les panneaux structuraux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/400e de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées ;
- ≥ 1,6 %, lorsque les panneaux structuraux CLT BBS sont dimensionnés en tenant compte d'un fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges limité au 1/500e de la portée ; hors toitures et terrasses végétalisées ;

Les panneaux structuraux CLT BBS peuvent recevoir :

- Des systèmes adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique pour l'emploi sur éléments porteurs bois CLT ;
- Un procédé d'isolation inversée bénéficiant d'un DTA pour l'emploi sur éléments porteurs bois CLT, uniquement en terrasse inaccessible.

La conception est réalisée soit en toiture chaude soit en toiture froide (ventilée non isolée uniquement en bâtiment ouvert).

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

- à deux fois (règle des 2/3 – 1/3) en climat de plaine ;
- à trois fois (règle des 3/4 - 1/4) en zones très froides, en climat de plaine.

La résistance thermique du panneau CLT BBS utilisé est calculée en considérant un λ = 0,13 W/m.K.

NOTE : La zone très froide est définie comme la zone où la température de base est inférieure à -15°C. La température de base est déterminée selon la NF P52-612/CN.

2.12.3.Dimensionnement

Les systèmes d'étanchéité sont dimensionnés conformément aux Avis Techniques des procédés mentionnés au paragraphe 2 en considérant le panneau CLT BBS comme étant un support en bois massif de même épaisseur.

2.12.4.Organisation de la mise en œuvre

2.12.4.1. 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 BBS ;
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs - acrotères - costières - joint de dilatation par exemple ;
- La réalisation, dans les panneaux CLT BBS, 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 BBS, leur humidité mesurée à 40mm de profondeur (pour les panneaux minces d'épaisseur inférieure à 50mm, la mesure est prise à mi-épaisseur) avec un humidimètre selon la norme NF EN 13183-2 : 2002, ne doit pas être supérieure à 20% au moment de la mise en œuvre du complexe d'étanchéité.

En cas d'intervention ultérieure imposant une réfection totale du système d'étanchéité, la mise en œuvre du système d'étanchéité de substitution sera exécutée après vérification de l'état du panneau (absence d'altération), et du contrôle que l'humidité du panneau CLT BBS ne dépasse pas 20 %.

Il incombe au lot Charpente/Structure.

Le support constitué par le charpentier doit faire l'objet d'une acceptation contradictoire avec l'étancheur, conformément au paragraphe 8.3 du CPT « Support d'étanchéité bois » (Cahier du CSTB 3814 – Novembre 2019) 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 ;
- Ouverture entre panneau CLT < 10 mm ;
- Respect de la pente prescrite par le présent DTA ;
- Contrôle de la siccité du support selon les DPM ;
- Rebouchage des trous laissés par les fixations des ancrages ayant permis la manipulation des panneaux, si leur diamètre est supérieur à 10 mm.

Binderholz Bausysteme fournit une assistance technique sur demande.

2.12.4.2. 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 BBS ;
- 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.

2.12.4.3. Protection du CLT BBS contre les intempéries

En attendant l'intervention de l'étancheur, il convient de protéger les nez de dalle et de disposer une étanchéité qui couvre la surface de la toiture CLT BBS.

2.12.5.Dispositions constructives relatives au support

2.12.5.1. Percements et réservations

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

Comme pour tous les supports en bois ou à base de bois selon le NF DTU 43.4, l'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales doit être faite conformément à l'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008.

2.12.5.2. Configurations de pose des panneaux CLT BBS

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

- Pose dite « chevron » :
  - le fil parallèle du panneau est dans le sens du rampant,
  - les appuis sont alors traditionnellement le faîtage, 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 faîtage,
  - les appuis sont alors les murs ou structures en pignon et éventuellement des murs de refend intermédiaires.

Dans tous les cas, des dispositions constructives sont prises afin que tous les panneaux partageant une rive commune soient assemblés : feuillure et couvre joint suivant indications du paragraphe 2.12.5.3 ci-après.

2.12.5.3. Assemblage des panneaux CLT BBS entre eux

Le charpentier réalise les assemblages entre panneaux adjacents d'un même plan de toiture selon le paragraphe 7 du dossier technique.

Ce type de liaison entre panneaux permet d'assurer la planéité adéquate à la mise en œuvre du complexe d'étanchéité et notamment un désaffleurement compatible avec les procédés d'étanchéité.

2.12.6.Prescriptions relatives aux toitures inaccessibles, techniques et végétalisées

Conditions nécessaires à l'exécution des travaux d'étanchéité

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, éléments porteurs - panneaux isolants éventuels - revêtements d'étanchéité, non modifiées par le présent Annexe A sont applicables, notamment :

- Le NF DTU 43.4 ;
- L'annexe E du NF DTU 43.3 P1-1 d'avril 2008 pour les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales ;
- La norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5), pour les travaux de réfections du système d'étanchéité sur panneaux structuraux CLT BBS existants ;
- Les Avis Techniques de procédé de végétalisation de toitures.

Les tableaux A.1 à A.4 résument les conditions d'utilisation du procédé CLT BBS. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux panneaux supports isolants (ou isolants inversés), aux revêtements d'étanchéité, et aux protections rapportées (incluant la protection végétalisée) éventuelles.

2.12.6.1. Toiture chaude

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 BBS ;
- Pare-vapeur ;
- Isolant (en toiture chaude) ;
- Revêtement d'étanchéité ;
- Protection.

Les panneaux CLT BBS peuvent être laissés nus côté intérieur et faire office de plafond dans les ERP, les bâtiments d'habitation et les locaux régis par le code du travail.

2.12.6.1.1. 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.

2.12.6.1.2. Isolant

Peuvent être utilisés, tous les isolants faisant l'objet de Documents Techniques d'Application particuliers favorables pour cet emploi, pour autant qu'ils visent la pose sur élément porteur bois.

La résistance thermique de l'isolation support d'étanchéité ou inversée doit être supérieure ou égale à deux fois (règle des 2/3 – 1/3) la résistance thermique du panneau CLT BBS utilisé (calculée selon son épaisseur avec λ = 0,13 W/m.K).

2.12.6.1.3. 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.

2.12.6.1.4. Ouvrages particuliers

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

2.12.6.1.5. Reliefs

Aucune aspérité n'est admise le long du relevé.

Les reliefs sont réalisés en continuité des panneaux CLT BBS de toiture (élément porteur des parties courantes). Ils sont réalisés par le lot charpente.

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

Les règles de dimensionnement sont conformes aux préconisations du DTU 43.4, paragraphe 8.2.

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 BBS ou en bois massif d'épaisseur minimale conforme au NF DTU 43.4.

2.12.6.1.6. Fixations

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

Á cette fin, le panneau CLT BBS 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.

2.12.6.2. Toiture Froide non isolée

Les panneaux CLT BBS peuvent également constituer le support direct du revêtement d'étanchéité en respectant les paragraphes 6.13 à 6.16.

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

2.12.6.3. Toitures-terrasses végétalisées

La réalisation de toitures-terrasses végétalisées doit se faire conformément aux Avis Techniques des procédés de végétalisation de toitures (prise en compte de la charge de sécurité forfaitaire de 15 daN/m²) 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 BBS 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.

2.12.7. Dispositions particulières aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots

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

- Panneau CLT BBS support d'étanchéité (élément porteur) ;
- Couche de protection du panneau CLT BBS servant de pare-vapeur ;
- Isolant thermique non porteur ;
- Revêtement d'étanchéité bicouche en bitume 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.

2.12.7.1. Couche de protection de l'élément porteur

Après pontage des joints selon le DTA du revêtement, l'élément porteur en panneau CLT BBS reçoit une couche de protection formée :

- D'une feuille monocouche en bitume faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports à base de bois ;

Ou

- D'un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume modifié faisant l'objet d'un DTA visant les supports à base de bois.
- La feuille monocouche est mise en œuvre sur EIF par soudage au chalumeau à flamme en pleine adhérence, avec une largeur de recouvrement des lès 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 6 cm).

Cette couche de protection fait office de pare-vapeur.

Une équerre de renfort est relevée en acrotère et en points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, jusqu'au revêtement d'étanchéité bicouche, en respectant un recouvrement de 6 cm.

2.12.7.2. Support isolant thermique non porteur

Sont admis, les panneaux isolants thermiques faisant l'objet d'un DTA pour l'emploi en pose libre sur éléments porteurs en maçonnerie, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots, à base de :

- Polyuréthanne parementé ;
- Polyisocyanurate parementé ;
- Polystyrène expansé ;
- Perlite expansée ;

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément à leur DTA, en pose libre.

Cas particulier du verre cellulaire

Dans le cas d'un isolant en verre cellulaire, la mise en œuvre est réalisée en pose collée conformément à son DTA, avec une finition de la couche de protection grésée ou sablée.

2.12.7.3. Revêtement d'étanchéité

Sont admis, les revêtements d'étanchéité en bitume 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.

2.12.7.4. Traitement des relevés

Une équerre de renfort (se reporter au paragraphe *2.12.7.1*) 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 et protégé en tête par une bande de solin sous Avis Technique.

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

2.12.7.5. Dispositions spécifiques relatives 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 BBS et une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

2.12.7.6. Protections

Sont admis les protections en dalles sur plots définies dans les DTA du revêtement d'étanchéité.

2.12.8.Montage – Phases provisoires

Réalisé par le lot charpente :

D'une manière générale, et quelle que soit la fonction du panneau CLT BBS dans l'ouvrage, la mise en œuvre des panneaux CLT BBS impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur. Les panneaux CLT BBS sont mis en œuvre par une entreprise ayant les qualifications pour effectuer des travaux de grutage et des travaux en hauteur.

On se réfèrera aux dispositions des paragraphes 7.3 – 7.4 et 7.5 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.

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 BBS, en position horizontale ou inclinée, doit être assurée au moyen d'un étaiement garantissant la stabilité particulière de chaque élément et la stabilité générale du bâtiment en cours de construction.

Concernant la pose des panneaux de toiture, Binderholz peut munir à la demande les panneaux CLT BBS de points d'accrochage pour un levage sécurisé.

Au moment de la commande, Binderholz Bausysteme GmbH s'assure auprès de la société ayant à charge le montage du CLT BBS que les moyens de levages sont en cohérence avec la masse des panneaux commandés. 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.

A 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.

2.12.8.1. Protection des éléments CLT BBS

- Lorsque les éléments CLT BBS sont entreposés sur chantier, il est impératif de les protéger contre la pluie, les projections d'eau et de l'humidité par des bâches de protection ou des planches de protection. Il convient de prendre les dispositions nécessaires sur chantier afin de prévenir des reprises d'humidité trop importante.
- Les éléments ne doivent pas être posés directement sur le sol, afin d'éviter les salissures et les reprises d'humidité, ni sur une surface non plane qui peut provoquer des déformations.
- En attendant l'intervention de l'étancheur, il convient de protéger les nez de dalle.

2.12.9.Entretien et réparation

2.12.9.1. Entretien et réparation des panneaux CLT BBS

Se reporter à la partie Avis et au Dossier Technique.

2.12.9.2. Entretien et réparation des toitures

L'entretien des toitures est celui prescrit par le NF DTU 43.4 P1-1, complété par :

- Cas des terrasses et toitures végétalisées : se reporter à l'Avis Technique de la protection végétalisée ;
- Cas des terrasses accessibles avec dalles sur plots selon le § **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, se reporter :
  - Au paragraphe 5 de la norme FD P 84-208-3 (référence DTU 43.1 P3) ;
  - Aux Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

2.12.10. Organisation de la distribution et assistance technique

La conception et le calcul des panneaux CLT BBS sont à la charge du bureau d'études techniques (spécialisés ou non) référencé par le service d'assistance technique Binderholz Bausysteme. Le bureau d'études doit également fournir un plan de pose complet. Binderholz Bausysteme prête l'assistance technique nécessaire dans ce cadre. Binderholz Bausysteme fournit une assistance technique sur demande en phase de conception et de préparation d'exécution de la structure. Un logiciel de dimensionnement est tenu à disposition des bureaux d'études par Binderholz Bausysteme afin de vérifier en phase définitive les éléments porteurs pour étanchéité.

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. § 2.12.2).

2.12.11. Tableaux et figures de l'Annexe A

Tableau A.1 – Domaine d'emploi

	Isolation	
	Avec	**Sans** (1)
Toitures et terrasses inaccessibles		
- Auto-protégée	X	X
- Végétalisée	X	X
- Protection par lit de granulats	X	X
- Membrane avec film souple photovoltaïque	X	
Terrasses accessibles aux piétons et au séjour		
- Couche de protection et étanchéité bicouche en bitume avec protection par dalles sur plot	X	

Les zones grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Toiture froide exclusivement sur locaux non chauffés

Tableau A.2 – Emploi en toitures et terrasses inaccessibles, chemins de circulation et toitures à zones techniques (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité (2) ≤ pente ≤ (3)	**Revêtement d'étanchéité** (4)				
	Systèmes apparents		**Systèmes sous protection meuble ou dure (7)**		
	Semi-indépendant	**Adhérent**	**Indépendant**	**Semi-indépendant**	**Adhérent**
Panneaux CLT BBS	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Panneaux CLT BBS sous isolation inversée (5)			OUI	OUI	OUI
Panneaux CLT BBS + pare-vapeur + support isolant (6)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité.

Les zones grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Avec les dispositions du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

(2) La pente minimum des parties courantes dépend des critères de dimensionnement des panneaux porteurs (cf. § 2.12.2 *de l'Annexe A*).

(3) En systèmes apparents : ≤ 7 % en zones techniques et ≤ 50 % pour les chemins de circulation ; sous protection meuble : pente ≤ 5 %.

(4) Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.

(5) Les protections admises par l'isolant sont celles du Document Technique d'Application des panneaux de polystyrène extrudé.

(6) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.

(7) Dallettes préfabriquées conformes au NF DTU 43.4.

Tableau A.3 – Emploi en terrasses et toitures végétalisées (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité pente : (2)	**Revêtement d'étanchéité** (3) **indépendant**	**semi-indépendant**	**adhérent**
Panneaux CLT BBS		OUI	OUI
Panneaux CLT BBS sous isolation inversée (4)		OUI	
Panneaux CLT BBS + pare-vapeur + support isolant (5)		OUI	OUI

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité, et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

(1) Avec la protection végétalisée définie dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

(2) Les pentes maximales sont celles définies dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation et la pente minimale est de 3%.

(3) Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application.

(4) Les protections admises par l'isolant sont celles du Document Technique d'Application des panneaux de polystyrène extrudé, complété par l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

(5) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.

Tableau A.4 – Emploi en terrasses accessibles avec dalles sur plots (1)

Support direct du revêtement d'étanchéité	**Revêtement d'étanchéité** (2)		
1,6 ≤ pente ≤ 5 % (5)	**Indépendant**	**Semi-indépendant**	**Adhérent**
Panneaux CLT BBS			
Panneaux CLT BBS sous isolation inversée (3)			
Panneaux CLT BBS + couche de protection (4) + support isolant		OUI	OUI

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

OUI : signifie pose possible, selon le Document Technique d'Application du support isolant et de celui du revêtement d'étanchéité.

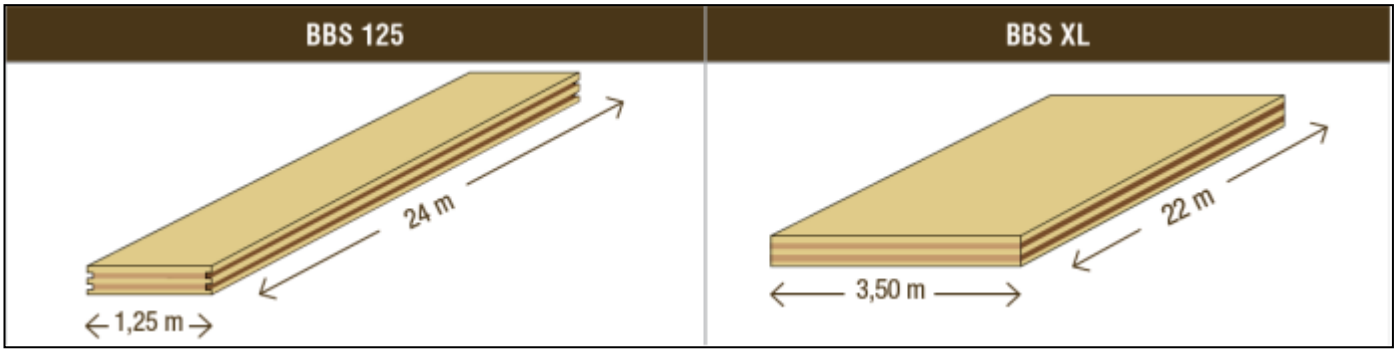
(1) Avec le système de dalles sur plots du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

(2) Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre conformément à son Document Technique d'Application.

(3) La couche de protection adhérente est mise en œuvre conformément à son Document Technique d'Application. En variante, un revêtement d'étanchéité bicouche adhérent peut également être utilisé (cf. § 2.8.1).

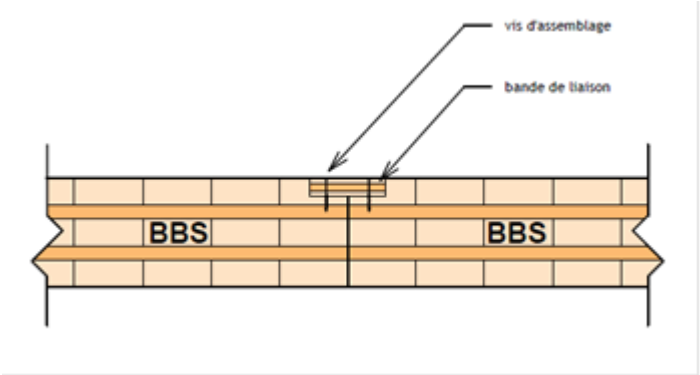
(4) Cf. paragraphe 2, 4ème alinéa.

Figure A.1 Exemple de structure de panneau CLT BBS version BBS 125 et version BBS XL



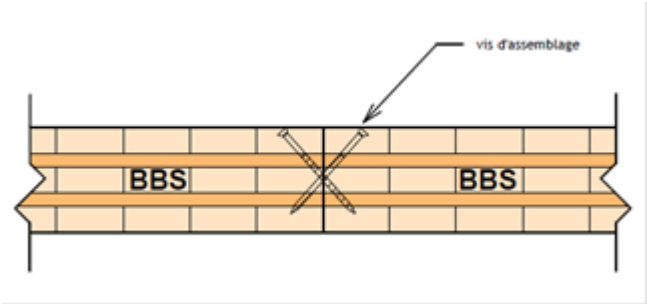
Figures A.2 – Différents assemblages des panneaux structuraux CLT BBS mis en œuvre par le lot charpente

Figure A.2a – Assemblage par interposition dans l'épaisseur du panneau d'une bande de liaison (couvre-joint)



(L'espacement entre les fixations dans le sens longitudinal doit être < ou = 30 cm)

Figure A.2b - Assemblage par vis à double filetage lardée à 45° ou vis à filetage total



(L'espacement entre les fixations dans le sens longitudinal doit être < ou = 30 cm)

Figure A.3a – Bande de rive métallique - toiture non isolée Bâtiment non chauffé et ventilé

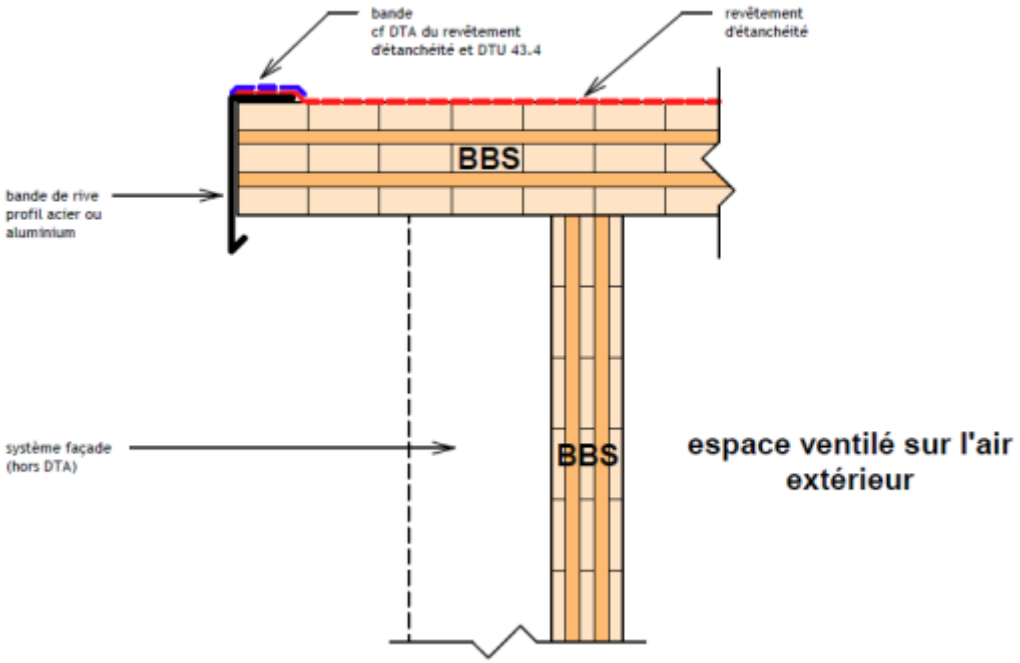


Figure A.3b – Costière de rive selon le NF DTU 43.4 P1, Bâtiment non chauffé et ouvert sur toiture non isolé

Costière de rive selon le NF DTU 43.4 P1, sur toiture isolée inaccessible, technique ou végétalisée
Le support de la costière doit être conforme au NF DTU 43.4 P1

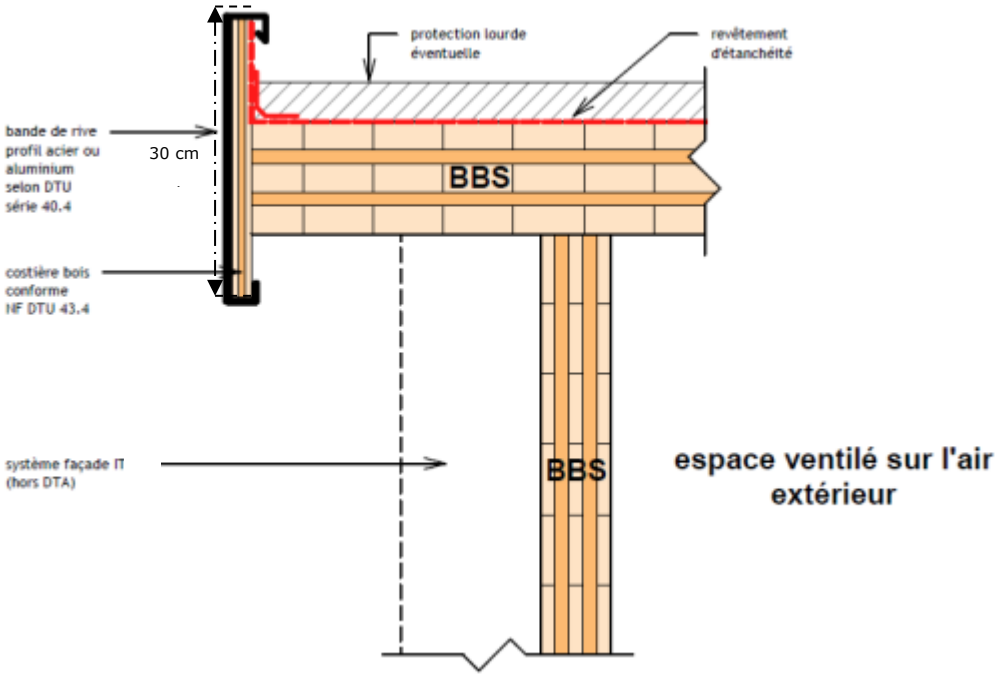
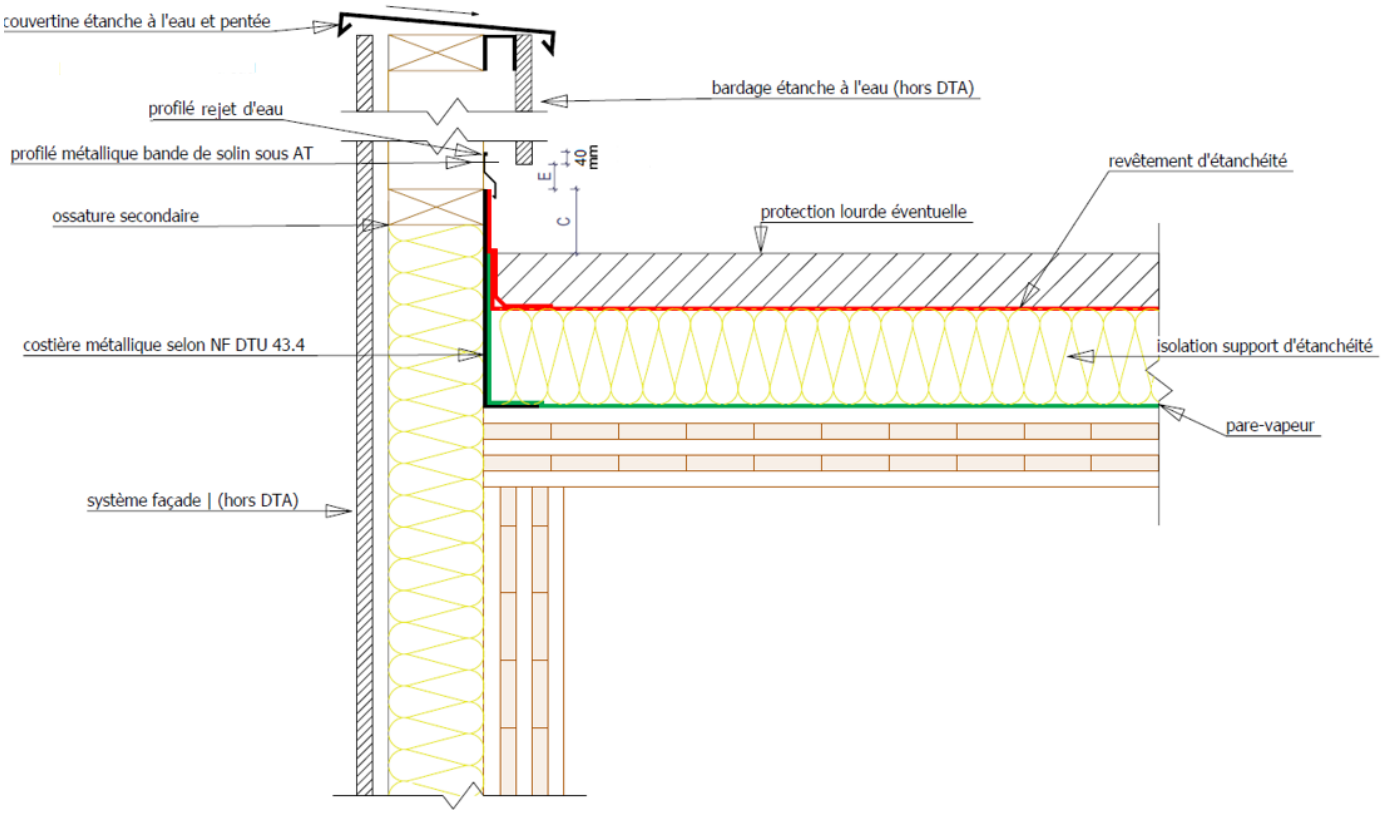


Figure A.4 – Exemple de relevés avec costière métallique (côtes E et C selon NF DTU 43.4. P1) en toitures inaccessible, technique ou végétalisée



Note : Conformément au DTU 43.4 des risques de condensation ne sont pas exclure entre le relief et l'ouvrage adjacent dans le cas de costières métalliques.

Figure A.5 – Exemple de relevés sans costière métallique (côtes E et C selon NF DTU 43.4. P1) en toitures inaccessible, technique ou végétalisée

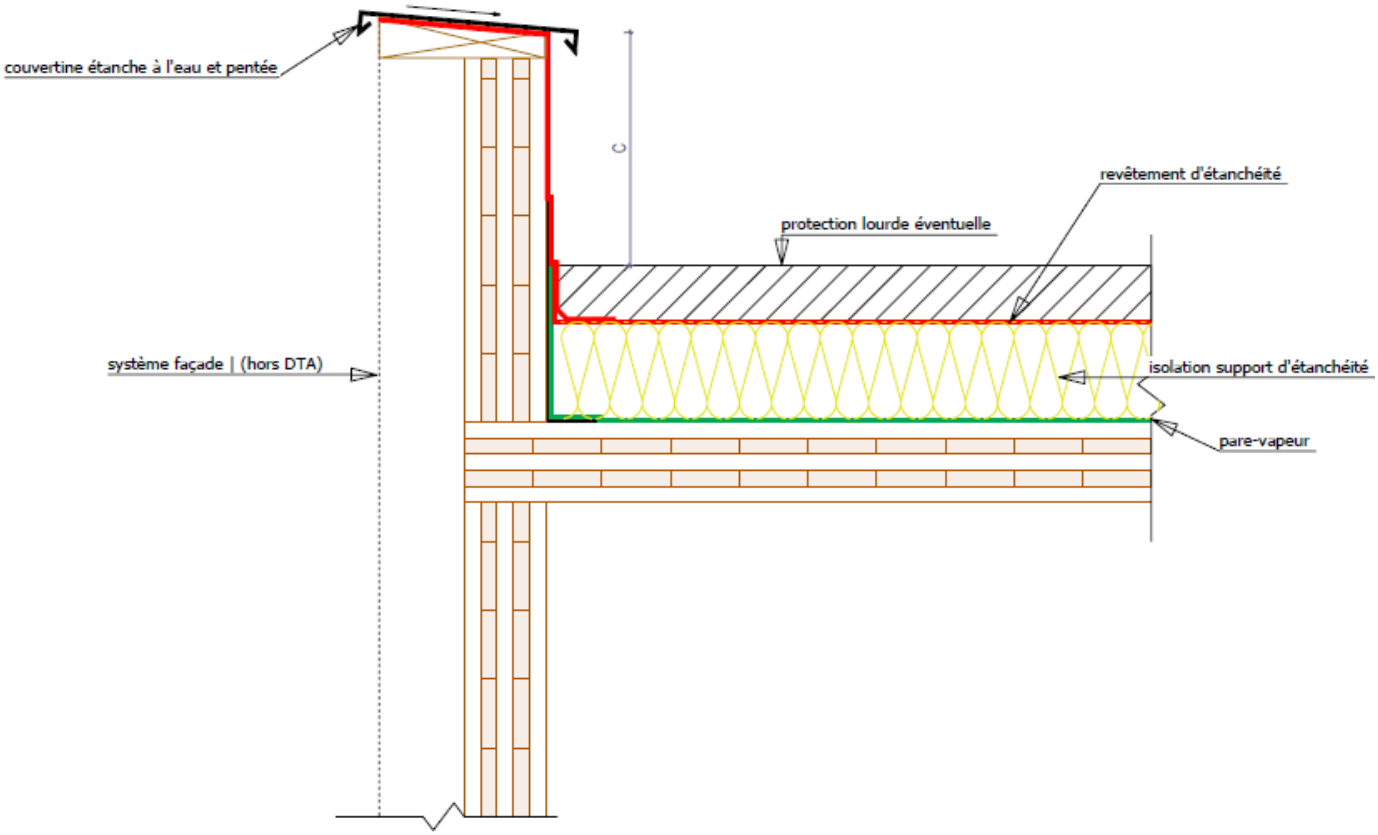


Figure A.6 – Exemple de relevé en terrasses accessibles aux piétons et au séjour.

Note : La fonction garde-corps, si elle est nécessaire : cf. partie Avis et Dossier Technique

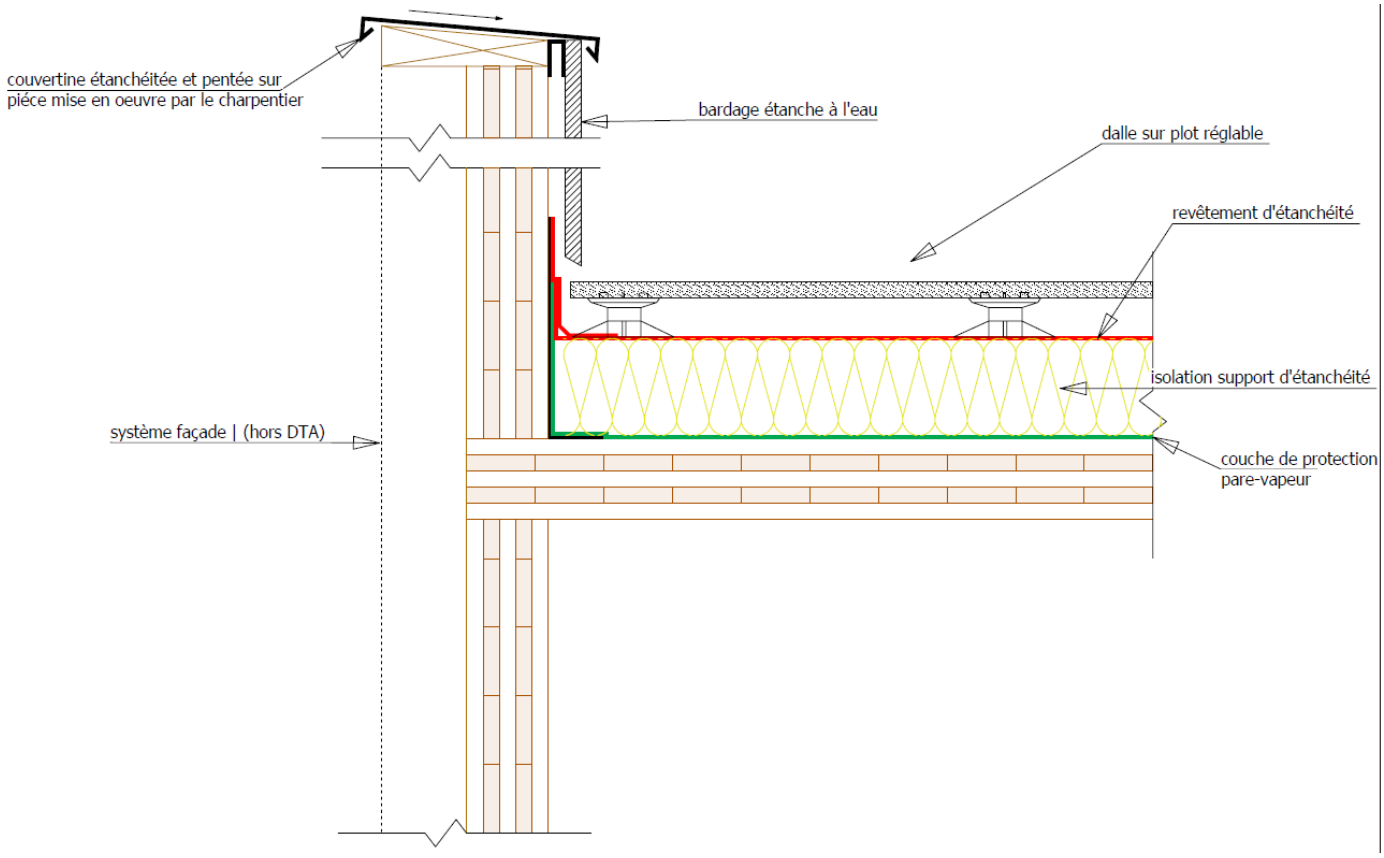


Figure A.7 – Descente des eaux pluviales en terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots (coupe perpendiculaire à la pente)

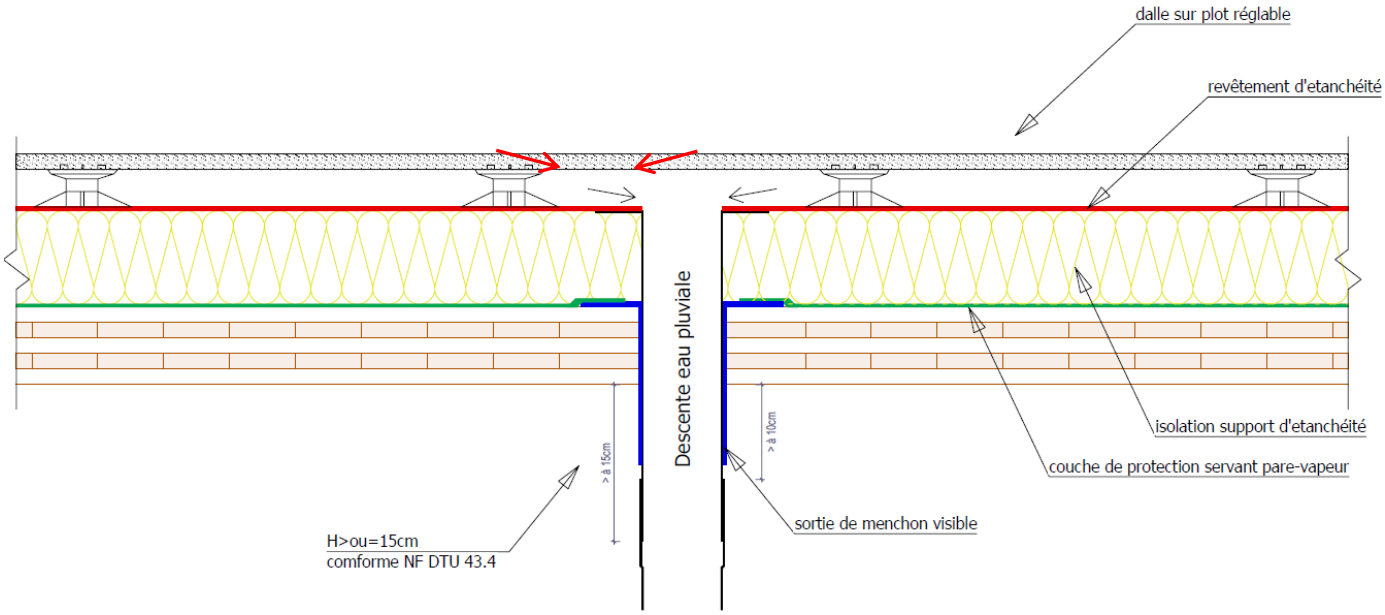


Figure A.8 – Exemple de jointoiement des panneaux CLT BBS sur un joint de dilatation en costières bois massif ou en panneau CLT BBS

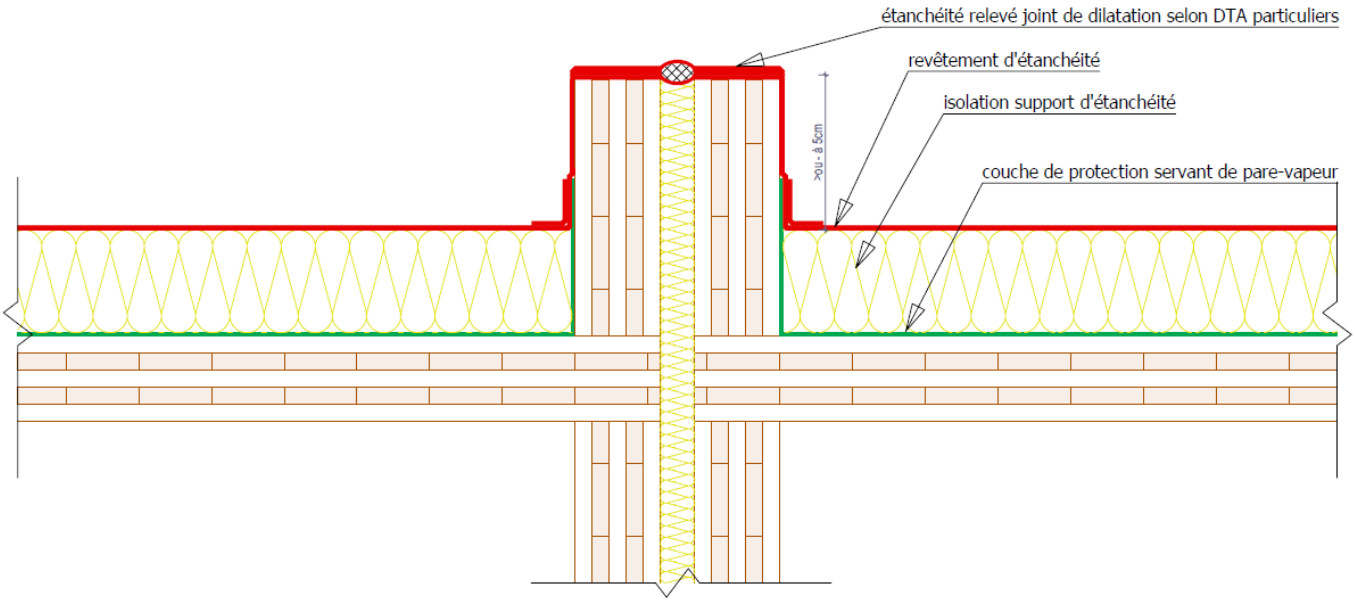
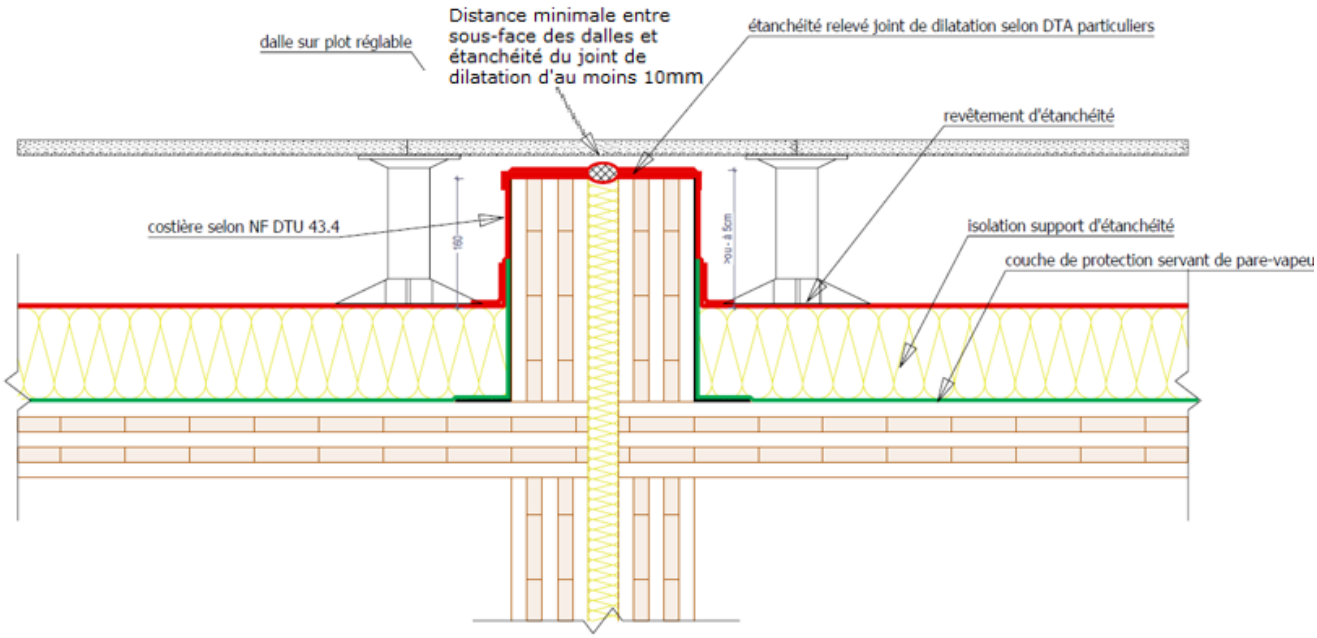



Figure A.8.2 – Exemple de jointoiement des panneaux CLT BBS sur un joint de dilatation en costières bois massif ou en panneau CLT BBS dans le cas d'une toiture terrasse accessible