DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

3.3/18-961_V2

Valide du **20 décembre 2022**

au **31 juillet 2029**

Sur le procédé

Panneaux EGO-CLT

Famille de Procédé : Panneau structuraux en bois contrecollé-croisé, utilisés en mur et plancher

Titulaire : **Société Egoin S.A**
Internet : www.egoin.com

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

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

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)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Annule et remplace l'Avis Technique 3.3/18-961_V1. Cette version intègre les modifications suivantes : • Mise à jour selon la nouvelle trame AT en vigueur au 1er janvier 2021 ; • Mise à jour des références chantiers ; • Mise à jour de l'APL au feu n°13-118	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZRAN

Descripteur :

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif de classe C18 ou de classe C24 séchées et calibrées (la classe résistance de chaque planche d'un même panneau est identique). Les planches sont empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. Le nombre de plis consécutifs dans la même direction est de 1 ou 2 plis. Les panneaux structuraux EGO-CLT comportent de 3 à 9 plis et sont destinés à la réalisation de planchers, de murs porteurs à fonction de contreventement.

Les panneaux EGO-CLT sont constitués de planches non collées à chants.

Les panneaux EGO-CLT ont les dimensions suivantes :

- Longueur jusqu'à 17,00 m ;
- Largeur jusqu'à 3,80 m ;
- Epaisseur de 60 à 315 mm.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 6
1.1. Domaine d'emploi accepté 6
1.1.1. Zone géographique 6
1.1.2. Ouvrages visés 6
1.2. Appréciation 8
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 8
1.2.2. Durabilité 10
1.2.3. Impacts environnementaux 10
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 10
1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé 12
1.4.1. Dimensionnement des planchers 12
1.4.2. Dimensionnement des murs 15
2. Dossier Technique 17
2.1. Mode de commercialisation 17
2.1.1. Coordonnées 17
2.1.2. Mise sur le marché 17
2.1.3. Identification 17
2.2. Description 17
2.2.1. Principe 17
2.3. Définitions des matériaux 18
2.3.1. Planches en bois 18
2.3.2. Panneaux CLT 19
2.4. Disposition de conception 19
2.4.1. Panneaux EGO-CLT 19
2.4.2. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux 19
2.4.3. Dimensionnement des éléments porteurs verticaux 20
2.4.4. Dispositions relatives au dimensionnement en zone sismique 21
2.5. Jonctions entre panneaux 22
2.5.1. Règles générales de dimensionnement des assemblages 22
2.5.2. Dispositions spécifiques aux autres composants 22
2.5.3. Dispositions constructives générales 23
2.6. Mise en œuvre 23
2.6.1. Dispositions relatives au montage 23
2.6.2. Dispositions spécifiques relatives au passage de câbles techniques dans l'épaisseur même du panneau 23
2.6.3. Dispositions relatives aux parements extérieurs 24
2.6.4. Traitement de préservation 24
2.6.5. Dispositions constructives générales 24
2.7. Assistance technique 24
2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 24
2.8.1. Fabrication 24
2.8.2. Contrôle de la fabrication 25
2.8.3. Contrôle interne de fabrication 25
2.8.4. Contrôle externe de fabrication 25
2.9. Mention des justificatifs 26
2.9.1. Résultats Expérimentaux 26
2.9.2. Références chantiers 26
2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre 27
Tableau IV - Fiche d'autocontrôle avant mise en œuvre des revêtements « Bon à fermer » 36

3. Annexe utilisation en support d'étanchéité 39
3.1. Généralités 39
3.2. Destination d'emploi 39
3.3. Conditions de mise en œuvre 39
3.3.1. Vérifications en phase définitive des éléments utilisés en support d'étanchéité 39
3.3.2. Résistance au vent des toitures 40
3.3.3. Attelages de fixation mécanique de l'isolant 40
3.3.4. Implantation des zones techniques 40
3.3.5. Évacuation des eaux pluviales 40
3.3.6. Terrasses et toitures végétalisées 40
3.3.7. Terrasses accessibles aux piétons et au séjour 40
3.3.8. Classement FIT 40
3.4. Organisation de la mise en œuvre 40
3.4.1. Lot Structure (ou Charpente, ou Gros œuvre) 40
3.4.2. Lot Étanchéité 41
3.4.3. Protection des panneaux EGO-CLT contre les intempéries 41
3.5. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité 42
3.5.1. Pare-vapeur 43
3.5.2. Isolant thermique 43
3.5.3. Revêtement d'étanchéité 43
3.5.4. Protection rapportée 43
3.5.5. Dispositions particulières pour les toitures froides 44
3.6. Ouvrages particuliers 44
3.6.1. Noues, chéneaux, faîtages et arêtiers 44
3.6.2. Naissances d'eaux pluviales et noues 44
3.6.3. Reliefs 44
3.6.4. Traitement des relevés 44
3.6.5. Joints de dilatation 44
3.7. Dispositions particulières aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots 44
3.7.1. Couche de protection de l'élément porteur 44
3.7.2. Support isolant thermique non porteur 45
3.7.3. Revêtement d'étanchéité 45
3.7.4. Traitement des relevés 45
3.7.5. Dispositions spécifiques relatives aux évacuations des eaux pluviales 45
3.7.6. Protections 45
3.8. Montage – phase provisoire 45
3.9. Prescriptions particulières relatives aux panneaux, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur en ERP 45
3.10. Entretien et réparation 46
3.11. Tableaux et figures 47
4. Annexe utilisation en support de couverture 55
4.1. Principe et domaine d'emploi 55
4.1.1. Principe 55
4.1.2. Domaine d'emploi 55
4.1.3. Couvertures associées 55
4.2. Accessoires complémentaires 56
4.2.1. Ouvrage pare-vapeur 56
4.2.2. Ecrans souples de sous toiture (climat de plaine uniquement) 56
4.2.3. Etanchéité complémentaire (climat de montagne) 56
4.2.4. Isolation 56
4.3. Dispositions de conception 56

4.3.1. Conditions de mise en œuvre 56
4.3.2. Conditions concernant la structure porteuse 56
4.3.3. Sens de pose des panneaux 57
4.3.4. Dimensionnement des panneaux EGO-CLT 57
4.3.5. Réalisation d'ouvertures pour pénétrations discontinues 57
4.3.6. Dimensionnement de la couverture 57
4.3.7. Mise hors d'eau 57
4.3.8. Ventilation des couvertures froides ventilées 57
4.3.9. Butée en bas de pente pour retenir l'isolant 57
4.3.10. Ouvrage pare-vapeur 57
4.3.11. Complexité de couverture 58
4.3.12. Finitions en plafond 58
4.3.13. Étanchéité à la neige poudreuse 58
4.3.14. Conception vis-à-vis de la condensation 58
4.4. Disposition de mise en œuvre en climat de plaine (altitude ≤ 900 m) 58
4.4.1. Organisation de la mise en œuvre 58
4.4.2. Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT 58
4.4.3. Protection provisoire des panneaux en phase chantier 59
4.4.4. Contrôle de la siccité des panneaux EGO-CLT 60
4.4.5. Mise en œuvre de l'ouvrage pare-vapeur en climat de plaine 60
4.4.6. Mise en œuvre de l'isolation en partie courante 60
4.4.7. Pose des écrans souples de sous toiture (climat de plaine uniquement) 61
4.4.8. Mise en œuvre des couvertures en climat de plaine 61
4.4.9. Traitement des points singuliers 62
4.4.10. Dispositions relatives à la sécurité incendie dans les ERP 63
4.5. Disposition de mise en œuvre particulières en climat de montagne 63
4.6. Assistance et organisation de la mise œuvre 64
4.7. Prescriptions particulières relatives aux panneaux, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur 64
4.8. Tableaux et figures 65

1.Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Cet avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine

1.1.2. Ouvrages visés

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 3ème famille, de bureaux ou Etablissements Recevant du Public, en réhabilitation ou en construction neuve, dans les conditions énoncées aux paragraphes ci-après.

Le domaine d'emploi est limité à la réalisation de bâtiments R+7 ou 8 niveaux de surélévation, sans pour autant dépasser 28 m.

Les immeubles de moyenne hauteur (IMH) ne sont pas visés par le présent Avis Technique.

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

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

L'Avis est formulé pour les utilisations :

- En France métropolitaine, en zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié, pour les utilisations en support de couverture, en toiture, en murs et en planchers.

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

L'utilisation des planchers béton sur paroi CLT est exclue du domaine d'emploi.

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, C4, D1, E1, H, I au sens de la norme NF EN 1991-1-1. Les chariots élévateurs ne sont pas visés par l'Avis Technique.

L'Avis est formulé en excluant la reprise des cloisons maçonnées ou fragiles. Les revêtements fragiles doivent être mis en place en pose désolidarisée.

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 EGO-CLT sont exclus du domaine d'emploi.

Les utilisations des panneaux EGO-CLT en support de couverture ne sont pas visées dans le cadre du présent Avis.

Les entures de grandes dimensions n'ont pas été étudiées dans le cadre du présent Avis.

L'utilisation des panneaux EGO-CLT 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.

La mise en œuvre d'un système d'isolant thermique extérieure par enduit sur isolant sur les panneaux EGO-CLT doit faire l'objet d'un Avis Technique visant les supports bois dans les limitations d'usage de celui-ci.

Les éléments porteurs horizontaux compatibles avec les murs porteurs réalisés avec des éléments EGO-CLT sont les suivants :

- Les planchers (ou toitures) réalisés avec les éléments EGO-CLT ;
- Les planchers mixtes bois-béton sous Avis Technique ;
- Les structures bois conformes aux NF DTU 31.1, NF DTU 31.2, NF DTU 31.3 ;
- Toute structure à éléments porteurs en bois ou à base de bois calculée selon la NF EN 1995-1-1 y compris incluant des porteurs métalliques calculés selon l'Eurocode 3 ;
- Plancher haut de sous-sol en béton.

Les éléments porteurs verticaux compatibles avec les planchers réalisés avec des éléments EGO-CLT sont les suivants :

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

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

Les panneaux structuraux EGO CLT sont utilisés selon l'Annexe A du Dossier Technique.

Ils sont destinés à la réalisation des toitures froides (ventilées non isolées uniquement en bâtiment ouvert) ou chaudes isolées au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport $W/n \leq 5$ g/m^3, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n le taux de renouvellement de l'air.

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont destinés aux toitures en travaux neufs ou rénovation en :

- Bâtiments d'habitation ;
- Bâtiments régis par le Code du travail ;
- Établissements Recevant du Public (ERP).

Pour des toitures :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels, sans rétention temporaire d'eaux pluviales (pente ≤ 50 %) ;
- Inaccessibles avec procédés d'étanchéité avec films photovoltaïques souples bénéficiant d'un Avis Technique (pente ≤ 50 %) ;
- Inaccessibles avec procédés de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique (pente ≤ 20 % et ≥ 3 %) ;
- Techniques ou à zones techniques, sans chemins de roulement des appareils d'entretien de façades (pente ≤ 7 % en systèmes apparents et ≤ 5 % sous protection lourde) ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots (pente ≤ 5 %).

Et les toitures inversées pour ces destinations d'emploi.

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

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

Les panneaux structuraux EGO-CLT peuvent recevoir :

- Des systèmes adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique validé en GS 5.2 pour l'emploi sur éléments porteurs bois ou panneaux à base de bois ;
- Une isolation thermique en panneau isolant support d'étanchéité :
    - Faisant l'objet d'un Document Technique d'Application particulier visant la pose sur éléments porteurs bois, sous revêtement d'étanchéité apparent et dans le cas de procédés d'isolation mixte ;
    - Conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par les règles, pour l'emploi sur éléments porteurs CLT, sous revêtement d'étanchéité sous protection lourde ;
- Un procédé d'isolation inversée conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 et certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par les règles, pour l'emploi sur éléments porteurs bois ou panneaux à base de bois ;
- Une protection lourde conforme au NF DTU 43.1 ou définie dans le DTA du revêtement d'étanchéité ou dans les Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de Juin 2021 ou définie dans un AT pour les procédés de végétalisation, correspondant à la destination des toitures définies dans le présent paragraphe.

Climat de montagne

Les utilisations en climat de montagne ne sont pas visées. Les panneaux structuraux EGO-CLT peuvent être utilisés pour des toitures en climat de plaine (altitude ≤ 900 m).

Précision du domaine d'emploi accepté dans le cas de l'utilisation en support de couverture

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont destinés à être utilisés comme support de couverture plane ventilée, en construction neuve ou rénovation totale (jusqu'à la structure support), sur locaux à faible et moyenne hygrométrie en :

- Bâtiments d'habitation ;
- Bâtiments régis par le Code du travail ;
- Établissements Recevant du Public (ERP).

Ce système peut être employé en climat de plaine et en climat de montagne (altitude > 900 m).

L'emploi en support de couverture est limité à la France métropolitaine.

Une isolation est systématiquement prévue par l'extérieur, et les panneaux CLT sont support d'isolation mise en œuvre entre chevron ou en continu. Dans ce deuxième cas, on se réfèrera aux prescriptions des Avis Techniques ou DTA relatifs aux procédés « Sarking »).

Les panneaux EGOIN-CLT sont mis en œuvre sur des porteurs en béton ou maçonnés, métalliques ou en bois (structure ou panneaux CLT) suivant préconisations du Dossier Technique, lequel fournit les caractéristiques mécaniques des panneaux. L'épaisseur minimale requise pour les sarking est de 80 mm.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

La résistance et la stabilité du procédé sont normalement assurées dans le domaine d'emploi accepté sous réserve des dispositions complémentaires données au Dossier Technique et en Annexe 1 de la partie Avis.

1.2.1.2. 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 EGO-CLT, 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 AL 13-118 du 06 décembre 2013.

La résistance au feu peut être assurée par un écran de protection assurant à lui seul la totalité de la résistance au feu requise.

En application de l'arrêté du 22 mars 2004 modifié, l'écran de protection doit être justifié par un procès-verbal de classement pour le degré de résistance au feu requis. Cet écran doit être mise en œuvre selon la description de ce procès-verbal.

Réaction au feu

Les panneaux EGO-CLT 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 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 venant de l'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 EGO CLT ont fait l'objet d'une appréciation de laboratoire 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).

Sécurité en cas d'incendie pour une utilisation en support de couverture

Vis-à-vis du feu provenant de l'extérieur :

Selon l'arrêté du 14 février 2003 relatif à la performance des toitures et couvertures de toitures exposées à un incendie extérieur, les couvertures associés relèvent d'un classement de réaction au feu A1 dans le cas des tuiles, des ardoises naturelles, des ardoises et des plaques en fibres-ciment et des couvertures en bacs, petits éléments, feuilles et longues feuilles métalliques sans revêtements organiques. Elles relèvent du classement propre à chaque produit dans le cas des bardeaux bitumés et des couvertures sous Avis Technique ou DTA.

Vis-à-vis du feu provenant de l'intérieur :

Les panneaux EGO-CLT bruts peuvent bénéficier 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.

Propagation du feu aux façades

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 « Bois construction et propagation du feu par les façades » du 07 décembre 2020 version 3.1.

Dans le cas d'intégration de coffres de volet roulant, de modénatures de façade et/ou de brises soleil 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° AL 13-118 du 06 décembre 2013 un Avis de chantier conformément à l'Arrêté du 22 mars 2004 modifié devra être réalisé.

1.2.1.3. Pose en zones sismiques

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

Sécurité en cas de séisme pour une utilisation en support de couverture

Selon la règlementation définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé EGO CLT peut être mis en œuvre en respectant les prescriptions du Dossier Technique et du § 4 sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne)), sur des sols de classes A, B, C, D et E.

Pour les couvertures plaques support de tuiles, tuiles métalliques, bacs ou petits éléments métalliques totalement supportés et plaques bitumineuses, la limitation d'utilisation en zone sismique est donnée dans l'ATEC/DTA du procédé de couverture.

Pour les couvertures traditionnelles (petits éléments de couverture, plaques profilées en fibres-ciment, tôles métalliques nervurées, feuilles et longues feuilles métalliques et bardeaux bitumés), la limitation d'utilisation en zone sismique devra être déterminée selon les référentiels techniques appropriés.

1.2.1.4. 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 EGO-CLT 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 EGOIN 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 EGO-CLT, 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 EGO-CLT dans l'ouvrage, la mise en œuvre des panneaux EGO- CLT impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

La mise en œuvre de la couverture impose les dispositions relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur.

1.2.1.5. Isolation thermique

Le procédé EGO-CLT présente une isolation thermique « moyenne » évaluée par le coefficient U de transmission surfacique calculable conformément aux règles Th-Bat, en prenant pour conductivité thermique utile du bois $\lambda = 0,13$ W/m.K, pour capacité thermique massique Cp = 1600 J/kg.K, et pour facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau $\mu = 50$ (sec) et $\mu = 20$ (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 EGO-CLT, 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-P1-2 (CGM).

Au niveau des parois verticales, un pare-vapeur sera systématiquement mis en œuvre sur la face du EGO-CLT exposée au climat intérieur (entre le panneau EGO-CLT 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.

En toitures, les panneaux EGO-CLT 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 au vent.

Utilisation en support d'étanchéité de toiture et support de couverture

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 (Règlementation Environnementale RE 2020) n'imposent pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent des exigences sur les performances énergétiques globale 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.

Le procédé EGO CLT sans isolation thermique, ne peut être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable tels que bâtiments ouverts et auvents.

1.2.1.6. Isolation acoustique

Les panneaux EGO-CLT 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.

1.2.1.7. Etanchéité à l'eau et à l'air

Les panneaux EGO-CLT 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.

1.2.1.8. Données environnementales

Le procédé EGO-CLT 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

1.2.1.9. 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. Durabilité

Compte tenu de la limitation à des usages exposant les panneaux EGO-CLT 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 § 2.6.4 du Dossier Technique.

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 EGO-CLT répondent à la réglementation en vigueur sous réserve des dispositions complémentaires données au §2.7 du Dossier Technique.

Utilisation en support d'étanchéité

Panneaux structuraux EGO CLT : les panneaux doivent être vérifiés avant travaux de réfection du système d'étanchéité ; se reporter au paragraphe 3.10 du Dossier Technique.

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

Utilisation en support de couverture

La durabilité du procédé Panneaux EGO CLT est assurée si, comme prévu, ces éléments sont réservés à la couverture de locaux à faible ou moyenne hygrométrie et si ces supports sont protégés de l'humidification lors de la pose (cf. § 4.4.3).

Dans les conditions de pose prévues par le § 4, et complétées par les Prescriptions Techniques, la durabilité des couvertures associées est comparable à celle des mêmes couvertures posées sur support traditionnel.

Les dispositions des DTU de couvertures ou des Avis Techniques / Document Techniques d'Application particuliers s'appliquent aux couvertures associées à ce procédé.

Tous percements réalisés après le chantier, et quelque soient leurs dimensions, ne pourront être réalisés qu'après l'obtention de l'accord du bureau d'études de structure et/ou de la Société EGOIN.

1.2.3. Impacts environnementaux

Le traitement en fin de vie peut être assimilé à celui de produits traditionnels.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 3.3 :

Le présent DTA est formulé sur la base de l'ETA-11/0464 daté du 20 04 2017, dont il est rappelé qu'il n'a pas de limite de validité.

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.

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.

L'exclusion d'emploi du procédé sur vide-sanitaire dans les zones infestées par les termites est justifiée par l'absence de procédé de barrière anti-termite couvert par un Avis Technique valide visant les planchers bois sur vide-sanitaire à la date de formulation du présent Avis Technique.

Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5.2 :

Le principe de mise en œuvre de l'intégralité de l'isolation thermique en sous-face des panneaux EGO CLT n'est, ni prévue, ni admise. Dans le cas d'un complément d'isolation par l'intérieur, il y a lieu de vérifier les règles d'isolation définies au § 7.3 du cahier du CSTB 3814, règle dite des 1/3- 2/3 en climat de plaine hors zone très froide et règle dite des 1/4-3/4 en zone très froide (cf. § 3.5.2).

L'implantation des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales, et lorsque prescrit, la vérification nécessaire des panneaux EGO-CLT sous le phénomène d'accumulation d'eau doit être faite conformément à l'annexe D du Cahier du CSTB 3814.

Dans le cas de terrasses accessibles aux piétons, la conception de l'ouvrage devra prévoir des descentes d'eaux pluviales visibles par les occupants des locaux.

Les intégrations électriques et la fixation d'objet, notamment les lignes de vie, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du présent avis technique. Comme pour tous les procédés à base de bois, la fixation des lignes de vie est réalisée dans la charpente.

Les garde-corps doivent être intégrés dès la conception de l'ouvrage et ancrés à sa structure.

La diminution du critère de fléchissement final w_{fin} dû à toutes les charges du 1/250e de la portée pour une pente de 3 % minimale, au 1/400^{e} 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 1/500^{e} de la portée pour une pente de 1,6 % minimale.

Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 5.1 :

Les panneaux EGO-CLT ne remplissent pas la fonction d'écran de sous-toiture dont la présence ou non est stipulé dans les Avis Techniques, Documents Techniques d'Application ou DTU des couvertures associées aux panneaux.

Le traitement de l'étanchéité à la vapeur d'eau sans pare-vapeur n'est pas envisagé dans le Dossier Technique.

Lorsqu'un sarking est mis en œuvre, l'épaisseur minimale, des panneaux EGO-CLT faisant support, est de 80 mm.

La longueur projetée du rampant de couverture doit rester inférieure à la longueur projetée admise dans les DTU de la série 40 ou dans l'ATEC/DTA du procédé de couverture associé.

Les incorporations électriques et la fixation d'objet, notamment les lignes de vie, n'ont pas fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du présent Avis Technique

Contrairement à l'utilisation en murs et planchers, pour une utilisation en support de couverture l'emploi est limité à la France métropolitaine.

1.4. Annexe de l'Avis du Groupe Spécialisé

1.4.1. Dimensionnement des planchers

1.4.1.1. Données

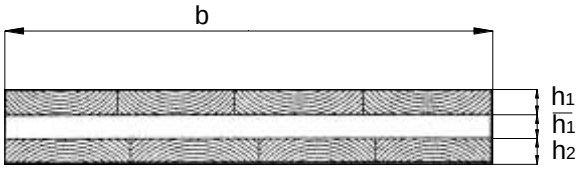


Figure 1 – Coupe transversale

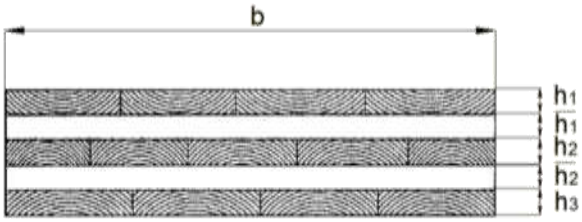


Figure 2 – coupe transversale d'un panneau 5 plis

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 $f_{m,0,d} = k_{mod} \times f_{m,k} / \gamma_{m,I}$

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

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

M_u : moment de flexion de calcul maximum à l'ELU

V_u : effort tranchant maximum de dimensionnement

1.4.1.2. Conception

Bien que les panneaux EGO-CLT 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 EGO-CLT utilisés comme planchers porteurs, sont pourvus d'ouvertures, les éléments formant trémie doivent faire l'objet d'une vérification spécifique (cf. §2.4.2.6. du dossier technique).

Le dimensionnement est réalisé en appliquant les coefficients k_{mod} en 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 k_{def} pris selon les valeurs définies pour le contreplaqué dans la norme NF EN 1995-1-1 et au § 2.4.2.5. 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 :

$$EI_{ef} = E_{flat,mean} \cdot I_{ef}$$

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

En utilisant les valeurs moyennes de E et où :

$$A_i = b \cdot h_i$$

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

$$\gamma_2 = 1$$

$$\gamma_i = \left[1 + \frac{\pi^2 \cdot E_{0.mean_i} \cdot A_i \cdot h_i}{L^2 \cdot G_{R.mean} \cdot \mathrm{b}}\right]^{-1} \quad pour\ i = 1\ et\ i = 3$$

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

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

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

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 :

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

Vérification du cisaillement roulant :

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

Avec le moment statique d'un pli au sein d'une section rectangulaire : $S_i = b \cdot h_i \cdot x_i$

- b : largeur du panneau (mm) ;
- h_i : épaisseur du pli (mm) ;
- x_i : abscisse du barycentre du pli à l'axe de symétrie du panneau (mm).

Avec la valeur caractéristique de résistance au cisaillement roulant de 0,65 N/mm² comme définie dans l'ETA-11/0464.

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 §2.4.2.3. et 2.4.2.4. 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 ψ2 · kdef approprié, puis additionnées pour les vérifications.

$$E_{0,mean,fin} = \frac{E_{0,mean}}{1 + \varphi_2 \cdot k_{def}}$$

$$G_{R,mean,fin} = \frac{G_{R,mean}}{1 + \varphi_2 \cdot k_{def}}$$

Avec $G_{R,mean}$ le module de cisaillement roulant moyen défini dans l'ATE 11/0464 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.

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

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

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

Avec G_{mean} le module de cisaillement moyen des panneaux EGO-CLT est défini dans l'ETA-11/0464 et pris égal à 50 MPa.

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 EGO-CLT et d'autre part la flèche générée par l'effort tranchant en considérant le module de cisaillement du panneau EGO-CLT.

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 EGO-CLT.

1.4.1.5.5. 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 EGO-CLT.

1.4.1.5.6. 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 long terme des panneaux EGO-CLT.

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.

1.4.1.5.7. Cas particulier des vérifications des flèches de porte-à-faux

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.

Lors de la vérification il convient de prendre en considération :

- L'effet de la répartition variable des charges sur les différentes travées ;
- La compatibilité des déformations des ouvrages supportés (éléments de façade par exemple) ;
- Le comportement vibratoire du porte-à-faux.

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 EGO-CLT 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 §2.4.3 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 EGO-CLT 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. §2.4.3.2.4 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 §2.4.3.5 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 EGO-CLT 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 EGO-CLT 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 :

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

$$\tau_{2,d} = \frac{V_d}{b \cdot t_{min}} \leq f_{v,2,d}\ (N/mm^2) \quad avec \quad f_{v,2,k} = 5{,}0 N/mm^2$$

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

Avec :
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) ;
I_p 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 des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Egoin S.A
Olagorta Auzoa
48287 EA
Espagne

2.1.2. Mise sur le marché

En application En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux structuraux EGO-CLT font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-11/0464.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.3. Identification

Après fabrication selon le protocole décrit au §2.10 du Dossier Technique les panneaux sont identifiés de la façon suivante :

- Le logo EGOIN ;
- Le numéro du certificat de constance des performances du marquage CE ;
- Le numéro de l'Evaluation Technique Européenne ;
- La référence du panneau (N° de position, épaisseur, nombre et direction des couches, qualité, le poids) ;
- Le lieu de fabrication.

Les panneaux EGO-CLT font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de l'Evaluation Technique Européenne ETA-11/0464.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont des panneaux de grandes dimensions constitués de planches en bois massif de classe C24 séchées et calibrées (la classe résistance de chaque planche d'un même panneau est identique). Les planches sont empilées en couches croisées à 90° et collées entre elles sur toute leur surface. Les panneaux structuraux EGO-CLT comportent de 3 à 9 plis et sont destinés à la réalisation de planchers, de murs porteurs à fonction de contreventement.

Les panneaux EGO-CLT sont constitués de planches non collées à chants.

Les panneaux EGO-CLT ont les dimensions suivantes :

- Longueur jusqu'à 17,00 m ;
- Largeur jusqu'à 3,80 m ;
- Epaisseur de 60 à 315 mm.

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

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

Eléments supports de couverture

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont destinés à l'emploi comme éléments porteur de couvertures planes avec ou sans isolation.

2.2.1.1. Types de murs

Les éléments EGOIN utilisés en ouvrages verticaux peuvent être associés à tous les revêtements intérieurs et extérieurs utilisables sur les bâtiments à ossature bois conformes au DTU 31.2, tels que :

- Revêtements intérieurs en plaques de parement en plâtre selon le DTU 25.41 ;
- Revêtements intérieurs en lambris bois selon le DTU 36.5 ;
- Revêtements intérieurs en plaques de plâtres renforcées en cellulose sous Document Technique d'Application ;
- Revêtements extérieurs en bois selon le DTU 41.2 ;
- Revêtements extérieurs en bacs métalliques ;
- ETICS sous DTA visant les supports en panneaux CLT ;
- Tout autre revêtement sous Avis Technique validé pour un emploi sur support bois.

2.2.1.2. Types de planchers

Les éléments EGO-CLT utilisés en ouvrages horizontaux peuvent être associés à tous les revêtements de sols et plafonds utilisables sur bâtiments à ossature bois conformes au DTU 31.2, tels que :

- Revêtements intérieurs en plaques de parement en plâtre selon le DTU 25.41 ;
- Revêtements intérieurs en lambris bois selon le DTU 36.5 ;
- Revêtements de sols en bois selon les DTU 51.1, 51.3 et 51.11 ;
- Revêtements intérieurs en plaques de plâtres renforcées en cellulose sous Document Technique d'Application ;
- Tout autre revêtement sous Avis Technique validé pour un emploi sur support bois.

Les caractéristiques des planchers 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 IV - Fiche d'autocontrôle avant mise en œuvre des revêtements « Bon à fermer » en annexe) :
    - 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 inférieurs à 2mm. Lorsqu'elle est nécessaire pour le revêtement de sol, la continuité peut être réalisée par la mise en place d'une jonction par languette si le panneau CLT support n'est pas continu sur appuis ;
- Il relève de la conception d'éviter toutes présence de point dur au moment du coulage de la chape (exemple : connecteurs nervurés).

2.2.1.3. Types de toitures

Les dispositions relatives à l'utilisation des panneaux EGO-CLT en tant qu'élément porteur de toitures sont définies dans :

- Le § 3 : annexe pour les éléments porteurs de toitures avec revêtement d'étanchéité ;
- Le § 4 : annexe pour les éléments porteurs de couverture.

2.3. Définitions des matériaux

2.3.1. Planches en bois

2.3.1.1. Types d'essences utilisées

Les planches en bois utilisées pour la réalisation des panneaux sont en résineux et certifiées PEFC. Au sein d'une même couche, seules des planches de la même essence peuvent être utilisées.

2.3.1.2. Caractéristiques géométriques des planches

Les planches utilisées ont une épaisseur entre 12 et 45 mm (habituellement 20, 27 ou 33 mm). La largeur des planches est comprise entre 120 et 240 mm. La tolérance sur l'épaisseur des planches après rabotage est de +-0.15 mm entre deux points d'une même planche. Les caractéristiques géométriques sont données pour un taux d'humidité de 12%.

2.3.1.3. Caractéristiques mécaniques des planches

Egoin fabrique des panneaux bois homogènes avec des lames en bois massifs de classes de résistances mécaniques C18 ou C24 selon EN 338. La classe mécanique de chaque planche d'un même panneau est identique.

Pour chaque essence de bois, nous utilisons la norme de référence de classement visuel référencée par la norme EN 1912 par pays. Les bois utilisés sont le pin (*Pinus Radiata*) de classe minimale C18 et l'épicéa (*Picea abies*) de classe minimale C24.

Les planches sont classées visuellement selon le pays d'origine :

- Soit selon la norme espagnole UNE 56544 en qualité ME-2(classe de résistance C18 selon EN 338), ou ME-1 (classe de résistance C24 selon EN 338) ;
- Soit selon la norme française NF B 52-001 en qualité ST-III (classe de résistance C18 selon EN 338), ou ST-II (classe de résistance C24 selon EN 338) ;
- Soit selon la norme allemande DIN 4074 en qualité S10 (classe de résistance C24 selon EN 338) ;
- Soit selon la norme des pays nordiques INSTA 142 en qualité T1 (classe de résistance C18 selon EN 338), ou en qualité T3 (classe de résistance C24 selon EN 338).

2.3.2. Panneaux CLT

2.3.2.1. Géométrie des panneaux

Les panneaux EGO-CLT ont une largeur jusqu'à 3.8 m et une longueur jusqu'à 17 m. Les panneaux fabriqués sont ensuite découpés et usinés.

Les panneaux sont constitués de 3 à 9 plis de planches en bois massif, empilés en couches croisées à 90º et collées entre elles sur toute leurs surfaces. Le nombre de plis consécutifs dans la même direction est de 1 ou 2 plis.

Les panneaux sont constitués de 3 à 9 plis de manière standard. L'épaisseur des panneaux EGO-CLT dépend du nombre de plis et la combinaison entre les différentes épaisseurs de planches standards. Nous avons deux types de panneaux, la paroi (T) ou la poutre (L). Les dimensions plus récurrentes sont détaillées dans les tableaux. Différentes finitions sont proposées : non visible, visible, visible acoustique et des finitions spéciales sur demande.

2.3.2.2. Caractéristiques physiques des panneaux

Masse volumique des panneaux : ρm=520 kg/m³ pour le Pin et 420 kg/m³ pour l'Épicéa (valeurs moyennes retenues pour l'estimation de la masse des panneaux pour les calculs des charges permanentes. Ces valeurs sont différentes de celles retenues pour les calculs d'assemblages cf.§7.11),

Variation dans le plan du panneau : 0.02% pour 1% de variation d'humidité du bois.

Variation dans l'épaisseur du panneau : 0.24% pour 1% de variation d'humidité du bois.

Coefficient de conductibilité thermique : λ =0.13W/m.K.

Capacité calorifique massique : C =1.6kJ/kgºK.

2.3.2.3. Colles

Les colles polyuréthane utilisées sont destinées à un usage structurel conformément aux exigences des normes NF EN 301 et NF EN 15425.

Les adhésifs utilisés pour le collage des plis, et des aboutages, correspond au type I selon E N 301.

Les colles Purbond HB S utilisées dans tout le process de fabrication n'ont pas d'émission de formaldéhyde.

2.4. Disposition de conception

2.4.1. Panneaux EGO-CLT

Les abaques sont à disposition des bureaux d'études afin de faciliter les calculs de prédimensionnement. Ces derniers, utiles en phases d'avant-projet, ne se substituent pas au dimensionnement qui doit faire l'objet d'une note de calculs spécifique en fonction des particularités du projet. Les calculs bois seront toujours réalisés par des bureaux d'étude bois agréés et formés par EGOIN ou par le bureau d'études d'Egoin (la liste des bureaux d'études techniques disposant de l'expertise requise est disponible sur le site de la société EGOIN).

Les couvertures sont dimensionnées conformément aux DTU et Avis Techniques des procédés en considérant un support en bois massif de même épaisseur.

Les charges d'exploitation à prendre en considération dans les calculs sont celles précisées par la norme NF EN 1991 moyennant les limitations décrites §1.1.2.

Le maître d'œuvre doit définir les cas de charges à prendre en compte en couverture : Les principes de couvertures peuvent conduire à des cas de charges particuliers linéaires et/ou ponctuels pouvant impacter le dimensionnement.

2.4.2. Dimensionnement des éléments porteurs horizontaux

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

Conformément aux vérifications de l'EN 1995-1-1 :

$$\sigma_{m,d} + \sigma_{t,0,d} = \pm \frac{M_{max}}{W_{eff} \frac{\gamma ia M_{max}}{I_{ef}}_{m,0ou90,d}} \qquad W_{plein} = \frac{2I_{eff}}{h}$$

$f_{m,0ou90,d}$ est la valeur de calcul de la résistance en flexion, fil parallèle (0) ou fil travers (90).

h est l'épaisseur du panneau considéré. I_{eff} est le moment d'inertie effectif, en tenant compte du cisaillement roulant.

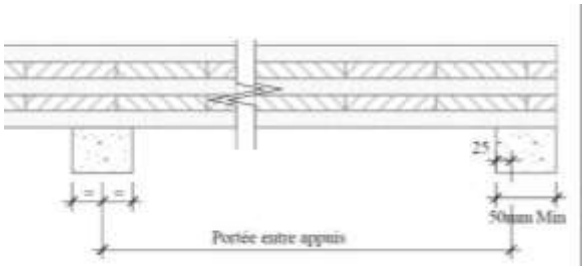


Figure 3 – Définition de la portée libre

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

$$\tau_{m.d} = \frac{3V}{2bt} \leq f_{v,0ou90,d}$$

V: l'effort tranchant.

$f_{v,d}$: la valeur de calcul de la résistance au cisaillement, fil parallèle (0) ou fil travers (90), suivant la nature de la sollicitation du panneau.

2.4.2.3. Vérification de la compression transversale

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.3 « Vérification aux ELU de la compression transversale » s'appliquent.

2.4.2.4. Vérification du cisaillement roulant sous charge concentrée

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.4 « Vérification aux ELU de la compression transversale » s'appliquent.

2.4.2.5. Vérifications des déformations

2.4.2.5.1. Calcul de la flèche instantanée

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.5 « Vérifications aux ELS – Flèches » s'appliquent.

2.4.2.5.2. Calcul de la flèche nette finale

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.5 « Vérifications aux ELS – Flèches » s'appliquent.

2.4.2.5.3. Calcul de la flèche active

Les dispositions du §1.4.1.5.6 de l'annexe de la partie Avis s'appliquent.

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 EGO-CLT.

2.4.2.6. Conception et dimensionnement des trémies

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.7 « Principe » s'appliquent.

On distingue les dispositions constructives suivantes pour les ouvertures dans les panneaux de plancher :

- La réservation est de faibles dimensions (inférieures à 30 x 30 cm) : les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.7.2 s'appliquent ;
- La réservation est située en bordure de panneau : les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.7.3 s'appliquent ;
- La réservation est intégralement comprise dans un même panneau : les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §3.3.7.4 s'appliquent.

2.4.3. Dimensionnement des éléments porteurs verticaux

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.1 « Généralités » s'appliquent.

2.4.3.1. Eléments porteurs verticaux soumis à des charges perpendiculaires à la surface du panneau

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.2 « Vérifications en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des charges perpendiculaires à la surface du panneau » s'appliquent.

2.4.3.2. Vérification en phase définitive des éléments porteurs verticaux soumis à des charges verticales

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.3.1 « Principes » s'appliquent.

2.4.3.2.1. Vérification des contraintes de compression et flexion combinées

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.3.2 s'appliquent.

2.4.3.2.2. Vérification des contraintes de compression ou traction simple

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.3.3 s'appliquent.

2.4.3.2.3. Vérification des contraintes de compression oblique

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.3.4 s'appliquent.

2.4.3.2.4. Vérification des contraintes sous charges verticales ponctuelles

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.3.5 s'appliquent.

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

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.4.1 « Principes » s'appliquent.

Les vérifications de la résistance sous l'effet des contraintes cisaillement peuvent être menées comme dit au §2.4.3.3.1 du Dossier Technique, en considérant les combinaisons d'action des Eurocodes et en appliquant les coefficients k_{mod} fonction de la classe de service et de la durée d'application des charges. Les flèches sont alors calculées comme dit au §2.4.3.4 du Dossier Technique.

2.4.3.3.1. Vérification de la résistance au cisaillement des panneaux CLT

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.4.2 s'appliquent.

2.4.3.3.2. Conception des ancrages en pied

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.4.3 s'appliquent.

2.4.3.3.3. Vérification des assemblages entre panneaux adjacents

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.4.4 s'appliquent.

2.4.3.3.4. Efforts de traction-compression dus au renversement

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.4.5 s'appliquent.

2.4.3.4. Vérifications des flèches

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.5 « Vérifications aux ELS – Flèches » s'appliquent.

Les dispositions du §1.4.1.5.7 de l'annexe de la partie Avis s'appliquent.

2.4.3.5. Vérifications des linteaux

2.4.3.5.1. Linteaux constitués de poutres rapportées

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.6.1 s'appliquent.

2.4.3.5.2. Linteaux faisant partie intégrante du panneau

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.6.2 s'appliquent.

2.4.3.6. Distribution des charges concentrées dans les éléments de mur

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §4.3.7 s'appliquent.

2.4.4. Dispositions relatives au dimensionnement en zone sismique

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §5.3 s'appliquent.

La justification en zone sismique des structures assemblées par La justification en zone sismique des structures assemblées par panneaux EGO-CLT 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 NF EN 1998-1-1 (cf. §8.1.3 et §8.6 (2)P). Les effets des actions sont calculés sur la base de la méthode des forces latérales équivalentes du §4.3.3.2 ou de la réponse modale du §4.3.3.3 de la norme NF EN 1998-1-1.

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

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

- Pour le comportement 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 EGO-CLT utilisés en plancher doivent être organisés afin d'observer les points suivants :

- L'intégrité de la structure lors d'un séisme ;
- La fonction tirant-buton horizontal, assurée uniquement par les plis orientés dans le sens de l'effort à reprendre. La valeur de l'effort tirant-buton doit être déterminée par une étude sismique spécifique. Cet effort sera pris égal à la plus grande des deux valeurs suivantes : 15 kN/ml ou l'effort de tirant-buton déterminé ;
- 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 :

- 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 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.

2.5. Jonctions entre panneaux

2.5.1. Règles générales de dimensionnement des assemblages

2.5.1.1. Assemblages des panneaux entre eux dans un même plan

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.4.3 s'appliquent.

2.5.1.2. Assemblages de panneaux entre en angle (entre murs, mur-plancher)

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.4.4 s'appliquent.

2.5.2. Dispositions spécifiques aux autres composants

2.5.2.1. Compatibilité des organes métalliques

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.3.1 s'appliquent.

Les assemblages réalisés avec des vis WURTH relevant de l'ATE 11/0190 peuvent respecter les dispositions suivantes quant aux distances de mise en œuvre :

- Épaisseur minimale du panneau CLT : 10 d.
- Profondeur d'ancrage minimale des vis dans le bois de bout du panneau CLT : 10 d.
- Écartements minimaux des vis sur les rives et les bois de bout du panneau CLT :

	Rives	**Bois de bout**
$\mathbf{a_1}$	4d	10d
$\mathbf{a_{3,t}}$	6d	12d
$\mathbf{a_{3,c}}$	6d	7d
$\mathbf{a_2}$	2,5d	4d
$\mathbf{a_{4,t}}$	6d	6d
$\mathbf{a_{4,c}}$	2,5d	3d

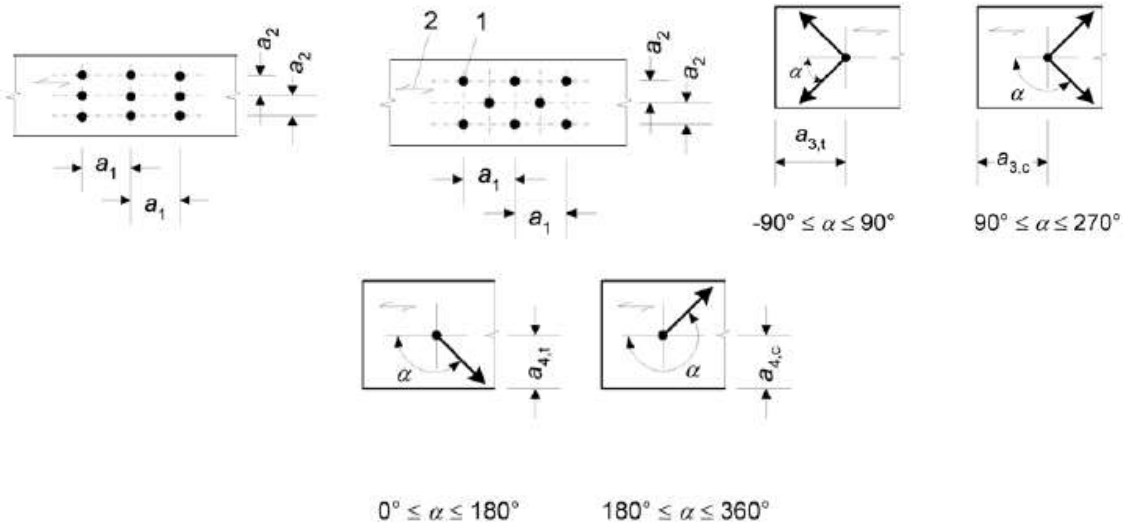


Figure 4 – Ecartement des vis sur panneaux CLT

2.5.2.2. Organes de fixation pour assemblages structuraux

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.3.2 s'appliquent.

Les organes de fixation utilisés pour l'assemblage des panneaux EGO-CLT entre eux ou des panneaux EGO-CLT 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'une Evaluation Technique Européenne. 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 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 2.5.2 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 EGO-CLT est limité à la déformation acceptée par les éléments d'équipement supportés.

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

2.5.2.3. Connecteurs métalliques tridimensionnels

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.3.3 s'appliquent.

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

2.5.3. Dispositions constructives générales

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.4.1 « Généralités » s'appliquent.

2.5.3.1. Appuis des panneaux structuraux massifs bois

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.4.2 s'appliquent.

2.6. Mise en œuvre

2.6.1. Dispositions relatives au montage

Egoin dispose d'une procédure détaillée pour la manutention des panneaux EGO-CLT.

Bien que les panneaux EGO-CLT 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 panneaux doivent être conçus et mis en œuvre de manière à fonctionner en flexion sur deux appuis et non pas sur 4 côtés.

2.6.1.1. Transport

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §6.1 s'appliquent.

2.6.1.2. Stockage sur chantier

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §6.2 s'appliquent.

2.6.1.3. Phase de mise en œuvre

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §6.3 s'appliquent.

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.

Avant le démarrage de tous travaux de structures bois, il est impératif de bien choisir les jours du démarrage des travaux (jours sans intempéries) et de s'organiser avec tous les corps de métier pour garantir un temps de montage court et en continu.

Une fois les travaux commencés, il faut protéger les éléments bois horizontaux des éventuelles intempéries à l'aide de bâches ou de films plastiques protecteurs.

Avant la pose des doublages isolants ou de membranes d'étanchéité, un contrôle du taux d'humidité des panneaux CLT supports doit être réalisé, afin de constater que les surfaces sont sèches.

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 en tête de panneaux et tout autre détail nécessaire (traitement des ouvertures, etc…).

2.6.2. Dispositions spécifiques relatives au passage de câbles techniques dans l'épaisseur même du panneau

Dans certains cas, à la demande des clients, des réservations pour les gaines peuvent être usinées.

2.6.2.1. Réservations dans les panneaux de mur

Les réservations dans les murs dépendent de la disposition et la composition des lamelles. Généralement les plis extérieurs sont verticaux. Dans le cas de feuillures dans les plis extérieurs, ces plis ne sont pas pris en compte dans le dimensionnement (usinage : 20 x 20 mm).

2.6.2.2. Réservations dans les panneaux de plancher

Les réservations sont généralement positionnées dans le sens de la longueur. Dans certain cas, on pourra faire un usinage longitudinal sur la face supérieure du panneau afin de passer les gaines électriques (usinage :20 x 20 mm).

2.6.3. Dispositions relatives aux parements extérieurs

2.6.3.1. Revêtement de façade

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.12.2 à 2.12.4 s'appliquent.

Sauf cas particulier (ouvrage provisoire, ouvrage à l'intérieur d'un autre bâtiment), le panneau est considéré comme un élément de structure à habiller avec :

- Bardage rapporté en bois conforme au DTU 41.2
- Bardage métallique conforme au cahier du CSTB 3747 et aux Règles Professionnelles Bardages métalliques,
- Bardage en pierre naturelle selon le DTU 55.2,
- Système d'enduit mince sur isolant bénéficiant d'un ATEC ou DTA visant la pose sur panneau CLT.
- Bardage rapporté bénéficiant d'un Avis Technique visant la pose sur panneau CLT ou sur paroi de construction bois conforme au DTU 31.2.

2.6.3.2. Etanchéité à l'eau

Les dispositions du Cahier 3802_P2 du CSTB §2.12.1 s'appliquent.

2.6.4. Traitement de préservation

En fonction de la classe d'emploi liée à la position du panneau EGO-CLT dans l'ouvrage d'une part, et à l'essence utilisée d'autre part, un traitement de préservation du bois peut être nécessaire. Il convient de respecter à cet égard les prescriptions des normes NF EN 335 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 EGO-CLT.

Conformément à la réglementation en vigueur, les panneaux EGO-CLT 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 de l'article 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.

2.6.5. Dispositions constructives générales

Lorsque les panneaux EGO-CLT sont utilisés pour la réalisation de bâtiments entrant dans le domaine d'application du DTU 31.2, c'est à dire d'une manière générale pour les bâtiments dont la structure principale porteuse est en bois, les dispositions non spécifiquement visées dans le cadre 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 EGO-CLT exposée au climat intérieur (entre le panneau EGO-CLT 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.

2.7. Assistance technique

La conception et le calcul des panneaux EGO-CLT sont à la charge du bureau d'études techniques référencé par le service d'assistance technique EGOIN qui doit également fournir un plan de pose complet.
Dans le cas particulier des DOM, seuls les bureaux d'études référencés par le service d'assistance technique EGOIN sont en charge des études techniques.

EGOIN 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 EGO-CLT en respect des prescriptions techniques particulières du présent Avis et des normes en vigueur.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Fabrication

La fabrication des panneaux EGO-CLT 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.).
La fabrication des panneaux EGO-CLT est assurée exclusivement par la société EGOIN dans l'usine d'EGOIN S.A à Olagorta Auzoa en Espagne. 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 l'ITEC de Barcelone et TECNALIA de Azpeitia.

Les plans de fabrication des panneaux EGO-CLT sont réalisés par le bureau études, pour être fabriqués dans les installations de EGOIN S.A. à EA.

Le processus de fabrication comporte les étapes suivantes :

- La procédure de réception et le stockage des matières premières ;
- Stockage des planches sèches de sciage à une humidité de 12 ± 2%. Une procédure doit définir les contrôles, leur fréquence et leur enregistrement ;
- Classification visuelle et vérification de l'humidité de chaque planche ;
- 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 ;
- Purge de défauts et aboutage à la longueur voulue des planches longues ;
- Purge de défauts et aboutage à la longueur multiple des planches courtes ;
- Rabotage des planches longues et empilage automatique du panneautage ;
- Rabotage des planches courtes, mise à longueur et empilage automatique du panneautage ;
- Transfert des planches et remplissage de la presse ;
- Application de la colle à l'aide d'un peigne sur chaque couche. (Grammage 160g/m²), sans encollage des chants ;
- Serrage de la presse à 100 KN/m². Stabilisation finale du panneau et usinage sur les machines à tailler numériques 5 axes ;
- Les traitements de préservation sont appliqués en usine ou par l'utilisateur.

2.8.2. Contrôle de la fabrication

La fabrication des panneaux EGO-CLT est soumise d'une part à une procédure de contrôle interne en usine mise en œuvre par le fabricant, d'autre part des contrôles externes sont assurés par les organismes TECNALIA de Azpeitia et ITEC de Barcelone. La fabrication des panneaux EGO-CLT est effectuée dans l'usine d'EGOIN S.A à Olagorta auzoa en Espagne.

2.8.3. Contrôle interne de fabrication

Le contrôle interne de la fabrication est destiné à assurer la maitrise de la qualité de production.

Dès l'arrivée des camions de bois, la qualité du bois est contrôlée (dimension et humidité du bois).

Les bois sont rentrés dans des locaux à humidité et à température contrôlées. Une fois que la production est lancée, chaque planche est contrôlée en humidité et les défauts structuraux sont purgés.

Ces contrôles sont réalisés conformément à la norme espagnole UNE 56544 et la norme harmonisée EN 14080.

Lors de la fabrication des panneaux, les points suivants sont contrôlés :

- Humidité des planches ;
- Epaisseur et largeur des planches. Les tolérances géométriques minimum à respecter pour les planches de bois ;
- Qualité du rabotage ;
- Heure de démarrage et fin de l'encollage ;
- Pression d'encollage ;
- 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 ;
- Quantité de colle utilisée.

Les essais de contrôle d'aboutages sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme EN 385 et les essais de cisaillement roulant sont réalisés conformément aux prescriptions de la norme EN 395.

Dans le cadre de l'ISO 9002, les appareils de mesure font l'objet d'un étalonnage périodique.

Les appareils contrôlés par des organismes certifiés sont les suivants :

- Valance ;
- Xylohydrometre ;
- Thermohydrometre ;
- Manomètre ;
- Machine d'essai universelle.

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.

2.8.4. Contrôle externe de fabrication

Les contrôles externes sont réalisés deux fois par an par les organismes de contrôle espagnols TECNALIA et ITEC.

Les contrôles comportent les taches suivantes :

- Vérification du respect des contrôles internes ;
- Formation du personnel, notamment les personnes qui font le classement du bois ;
- Le respect de tout le paramétrage de collage ;
- Prélèvement d'échantillons pour réalisation d'essais dans leur propre laboratoire.

La synthèse de ce contrôle externe est transmise une fois par an au CSTB.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats Expérimentaux

- Essais de délaminations au Inia de Madrid UNE EN 391 :20004 (2011)
- Essais de flexion UNE-EN 408 :2011 au Inia de Madrid (2011)
- Essais de cisaillement selon procédure Itec document 126-G-13 V7 (2011)
- Essais de cisaillement selon procédure Itec document 126-G-13 V7 (2011)
- Essai de détermination de la masse volumique du panneau selon UNE EN 323:1994 (2011)
- Projet de recherche et développement d'une maison écologique active à Ea. Projet Vita ou nous avons testé les performances thermiques du système constructif (2009-2011) www.proyectovita.com
- Essais de performances acoustiques réalisés au Laboratoire de Contrôle de la Qualité du Bâtiment du Gouvernement Basque selon les normes EN ISO 10140-2 et 3 :2011.
- Essais statiques et cycliques au FCBA à Bordeaux selon EN 594 EN 12512.
- Étude d'hygrothermique pour la détermination des risques d'humidité dans les parois et sur les toitures comportant le procédé Egoin. REF : 13-260-44338 réalisé par le CSTB de Grenoble.
- Appréciation laboratoire résistance au feu AL13-118 du 06/12/2013.
- Réaction au feu : selon la décision de la Commission 2003/43/EC et selon la décision de la commission 2007/348/EC : classement D,s2 d0.

2.9.2. Références chantiers

Bâtiment	**Ville**	**Date**
Bègles des logements R+3 1000 m²	Begles 33130	2016
Hôtel R+7 8000 m²	Gentilly 94250	2019
Résidence sénior 1500 m²	Pibrac 31270	2021
Résidence sénior 1500 m²	Cugnaux 31270	2018
Frères en Tardenois résidence sénior 3000 m²	Fère-en-Tardenois 02130	2020

Les premières applications des panneaux EGO-CLT en Espagne remontent à 2006.
Le procédé EGO-CLT a fait l'objet de plus de 3700m² en tant qu'élément porteur de toitures étanchées depuis 2013.
Les panneaux EGO-CLT utilisés en support de couverture ont permis la réalisation de plus de 3000 chantiers.

2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

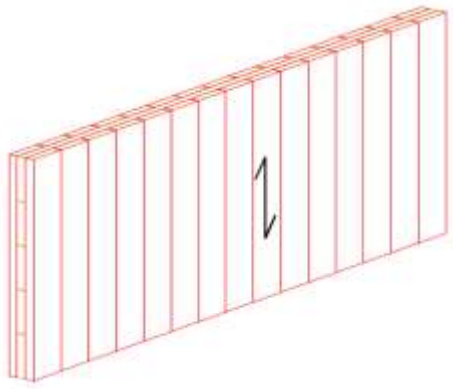
Tableau I – Capacités portantes des panneaux EGO CLT pour des actions perpendiculaires au panneau (extrait de l'ATE 11/0464)

B.2. Capacité portante et rigidité par rapport à actions mécaniques perpendiculaires au panneau en bois massif

Propriété	Méthode de vérification	Performance
Classe résistante des planches	EN 338	C24
Module d'élasticité		
- parallèle au fil des planches $E_{0,mean}$	I_{ef}	
	Annexe C de l'ETE	11.600 MPa
	Section 2.2.1.1 du DEE 130005-00-0304	
- perpendiculaire au fil des planches $E_{90,mean}$	EN 338	370 MPa
Module de cisaillement		
- parallèle au fil des planches extérieures G_{moyen}	EN 338	690 MPa
- perpendiculaire au fil des planches extérieures (module de cisaillement roulant) $G_{R,moyen}$	Section 2.2.1.3 du DEE 130005-00-0304	50 MPa
Résistance à la flexion		
- parallèle au fil des planches $f_{m,k}$	W_{ef}	
	Annexe C de l'ETE	24 MPa
	Section 2.2.1.1 du DEE 130005-00-0304	
Résistance à la traction		
- perpendiculaire au fil des planches $f_{t,90,k}$	EN 338	0,4 MPa
Résistance à la compression		
- perpendiculaire au fil des planches $f_{c,90,k}$	EN 338 (planches de *Picea Abies*)	2,50 MPa
	Essais selon EN 408 (planches de *Pinus Radiata)*	3,15 MPa
Résistance au cisaillement		
- parallèle au fil des planches extérieures $f_{v,k}$	EN 338	4,0 MPa
- perpendiculaire au fil des planches extérieures (résistance au cisaillement roulant) $f_{R,v,k}$	A_{brute}	
	Annexe C de l'ETE	0,65 MPa
	Section 2.2.1.3 du DEE 130005-00-0304	

Tableau II – dispositions des plis et épaisseurs des panneaux EGO-CLT

Panneau	Plis	Composition (mm)							Epaisseur (mm)	Largeur (m)	Longueur (m)	Poids propre ** (kN/m²)
EGO CLT 60	3			20	20	20			60	de 2.5 a 3,8m *	max. 17m *	0,31
EGO CLT 80	3			20	40	20			80			0,42
EGO CLT 100	3			30	40	30			100			0,52
EGO CLT 120	3			40	40	40			120			0,62
EGO CLT 135	3			45	45	45			135			0,70
EGO CLT 100	5		20	20	20	20	20		100			0,52
EGO CLT 150	5		30	30	30	30	30		150			0,78
EGO CLT 175	5		35	35	35	35	35		175			0,91
EGO CLT 200	5		40	40	40	40	40		200			1,04
EGO CLT 225	5		45	45	45	45	45		225			1,17
EGO CLT 245	7	35	35	35	35	35	35	35	245			1,27
EGO CLT 260	7	35	40	35	40	35	40	35	260			1,35
EGO CLT 280	7	40	40	40	40	40	40	40	280			1,46
EGO CLT 300	7	45	40	45	40	45	40	45	300			1,56
EGO CLT 315	7	45	45	45	45	45	45	45	315			1,64
EGO CLT 360	9		40+40	40+40	40	40+40	40+40		360			1,87



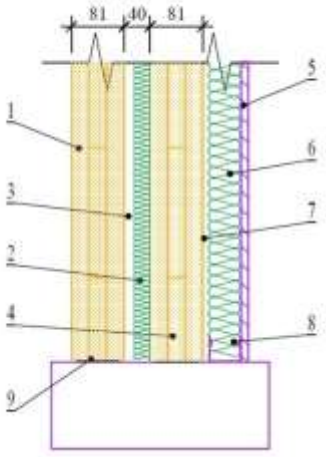
Panneau	Plis	Epaisseur (mm)	A_{total} (1) cm^2	A_{eff} (2) cm^2	I_{total} (3) cm^4	I_{eff} (4) cm^4			i_{eff} (5) cm		
						L=1m	L=2m	L=2.95m	L=1m	L=2m	L=2.95m
EGO CLT 60	3	60	600	400	1800	1314	1603	1671	1,81	2,00	2,04
EGO CLT 80	3	80	810	540	4429	2717	3716	3992	2,24	2,62	2,72
EGO CLT 100	3	100	990	660	8333	4252	6387	7067	2,54	3,11	3,27
EGO CLT 135	3	135	1350	900	20503	8031	14090	16622	2,99	3,96	4,30
EGO CLT 100	5	100	1000	600	8333	3941	5635	6117	2,56	3,06	3,19
EGO CLT 120	5	121	1210	670	14763	5504	8525	9485	2,87	3,57	3,76

Panneau	Plis	Epaisseur (mm)	A_{total} (1) cm^2	A_{eff} (2) cm^2	I_{total} (3) cm^4	I_{eff} (4) cm^4			
						L=2m	L=4m	L=6m	L=8m
EGO CLT 100	3	100	990	660	8333	6387	7377	7598	7679
EGO CLT 135	3	135	1350	900	20503	14090	17902	18876	19246
EGO CLT 100	5	100	1000	600	8333	5635	6328	6476	6530
EGO CLT 120	5	120	1200	670	14400	8525	9921	10234	10348
EGO CLT 135	5	135	1350	810	20503	12387	15059	15692	15926
EGO CLT 150	5	147	1470	930	26471	16127	20276	21303	21689
EGO CLT 165	5	165	1650	990	37434	20276	26547	28182	28804
EGO CLT 189	5	189	1890	1230	56261	29932	41870	45289	46627
EGO CLT 225	5	225	2250	1350	94922	40659	61796	68555	71298
EGO CLT 255	7	255	2550	1560	138178	75239	97155	103094	105389
EGO CLT 280	7	280	2800	1560	182933	92126	123146	131836	135234
EGO CLT 315	7	315	3150	2250	260466	120749	162510	174287	178903
EGO CLT 360	9	360	3600	2571	297660	137992	185716	199175	204450

Tableau III - Valeurs des résistances caractéristiques des panneaux ramenés à l'épaisseur totale homogène et équivalente en massif (valeurs calculées pour un panneau homogène en C24)

nb de plis	épaisseur totale (mm)	Valeurs de résistance caractéristiques [MPa]												Valeurs de rigidité moyenne [MPa]						Masses volumiques [kg/m³]	
		A plat						A chant		Dans le plan du panneau				A plat			A chant				
		flexion longitudinale	flexion transversale	compression perpendiculaire au panneau	traction perpendiculaire au panneau	cisaillementlongitudinal	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 transversal	masse volumique caractéristique à considérer pour le calcul des connecteurs en résistance	masse volumique moyenne à considérer pour le calcul des charges permanentes
		$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{v,0,k}$	$f_{v,90,k}$	$f_{m,0,k}$	$f_{m,90,k}$	$f_{v,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	G_{mean}	$E_{0,mean}$	$E_{90,mean}$	$G_{90,mean}$	ρ_k	ρ_{mean}
3	**60**	23,1	2,67	2,20	0,40	0,70	0,67	16,0	8,00	1,67	9,33	4,67	16,0	8,0	10590	407	60	7330	3660	230	350	420
	81	23,1	2,67	2,20	0,40	0,70	0,67	16,0	8,00	1,67	9,33	4,67	16,0	8,0	10590	407	60	7330	3660	230	350	420
	99	23,1	2,67	2,20	0,40	0,70	0,67	16,0	8,00	1,67	9,33	4,67	16,0	8,0	10590	407	60	7330	3660	230	350	420
	135	23,1	2,67	2,20	0,40	0,70	0,67	16,0	8,00	1,67	9,33	4,67	16,0	8,0	10590	407	60	7330	3660	230	350	420
5	**100**	19,0	8,32	2,20	0,40	0,80	0,42	14,4	9,60	2,00	8,40	5,60	14,4	9,6	8710	2288	60	6600	4400	276	350	420
	121	17,1	10,36	2,20	0,40	0,84	0,47	13,3	10,71	2,23	7,75	6,25	13,3	10,7	7820	3178	60	6090	4900	308	350	420
	135	19,0	8,32	2,20	0,40	0,80	0,42	14,4	9,60	2,00	8,40	5,60	14,4	9,6	8710	2288	60	6600	4400	276	350	420
	147	20,1	7,02	2,20	0,40	0,78	0,39	15,2	8,82	1,84	8,86	5,14	15,2	8,8	9220	1772	60	6950	4040	253	350	420
	165	19,0	8,32	2,20	0,40	0,80	0,42	14,4	9,60	2,00	8,40	5,60	14,4	9,6	8710	2288	60	6600	4400	276	350	420
	189	20,7	6,34	2,20	0,40	0,77	0,37	15,6	8,38	1,75	9,11	4,89	15,6	8,4	9470	1522	60	7150	3840	241	350	420
	225	19,0	8,32	2,20	0,40	0,80	0,42	14,4	9,60	2,00	8,40	5,60	14,4	9,6	8710	2288	60	6600	4400	276	350	420
7	**255**	18,9	7,96	2,20	0,40	0,71	0,52	14,7	9,32	1,94	8,56	5,44	14,7	9,3	8630	2360	60	6720	4270	268	350	420
	279	15,3	11,43	2,20	0,40	0,70	0,61	13,4	10,58	2,20	7,83	6,17	13,4	10,6	7020	3998	60	6150	4840	304	350	420
	315	17,1	9,70	2,20	0,40	0,71	0,57	13,7	10,29	2,14	8,00	6,00	13,7	10,3	7820	3175	60	6280	4710	394	350	420

DOUBLE PAROI EN BOIS EGO CLT 81mm + CHAMBRE D'AIR + DOUBLAGE – PAROI INTERIEURE

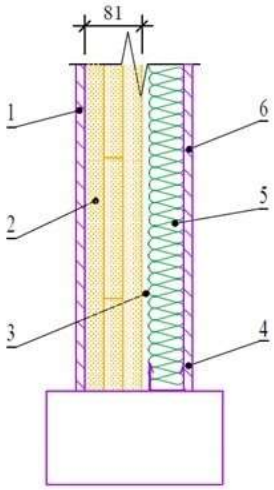


1.- Panneau EGO CLT 81mm
2.- Laine de roche 25mm (155kg/m^3)
3.- Chambre d'air 15mm
4.- Panneau EGO CLT 81mm
5.- Plaque de plâtre laminé (12.5mm)
6.- Laine de roche 50mm (35kg/m^3)
7.- Chambre d'air 10mm
8.- Profilés en Acier 48mm
9.- Résilient ISOLGOMA 10mm

$R_w(C;C_{tr})$= 61 (-5;-13) dB

Figure 5 – exemple de compositions acoustiques en murs double paroi en bois EGO-CLT 81 mm

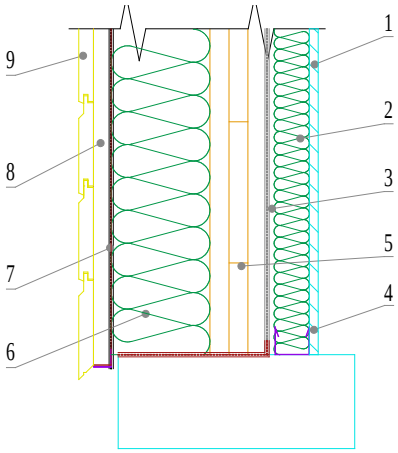
PANNEAU EN BOIS EGO CLT 81mm + DOUBLAGE + BA13 – PAROI INTERIEURE



1.- Plaque de plâtre laminé (12.5mm)
2.- Panneau EGO CLT 81mm
3.- Chambre d'air 10mm
4.- Profilés en Acier 48mm
5.- Laine de roche 50mm (35kg/m^3)
6.- Plaque de plâtre laminé (12.5mm)

$R_w(C;C_{tr})$= 53 (-4;-12) dB

Figure 6 – exemple de compositions acoustiques en murs double paroi en bois EGO-CLT 81 mm

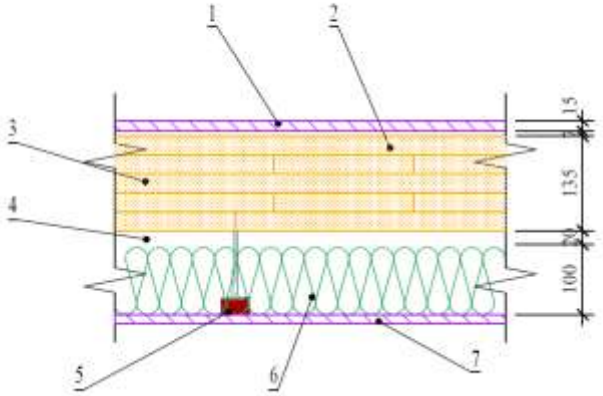


1.- Plaque de plâtre laminé
2.- Laine de roche 50mm (35kg/m^3)
3.- Par vapeur
4.- Profilés en Acier 48mm
5.- Panneau EGO CLT 81mm
6.- Laine de roche 140mm (140kg/m^3)
7.- Pare pluie
8.- Liteau verticale en bois (28mm tous les 600mm)
9.- Bardege bois (22mm)

$R_w(C;C_{tr})$	U [W/(m^{2}k)]	e [mm]
53 (-3;-9) dB	0.18	344

Figure 7 – exemple de compositions acoustiques en murs

PANNEAU EN BOIS EGO CLT 135mm + SOL FLOTTANT + FAUX PLAFOND



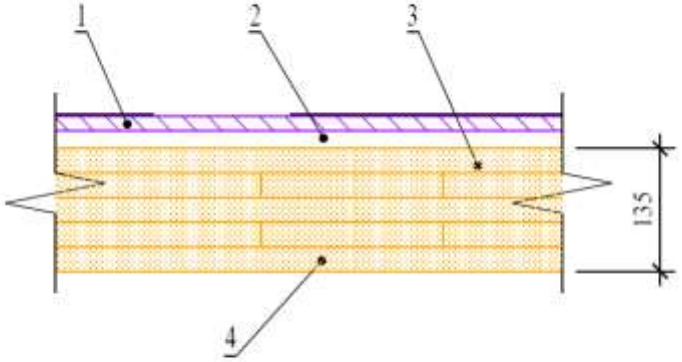
$L_{n,w}$ = 52 dB *

$R_w(C;C_{tr})$= 64 (-6;-12) dB

1.- Fermacell 15mm
2.- Stepisorel panneau fibre bois, 7mm
3.- EGO CLT plancher sol 135mm
4.- Chambre d'air 20mm
5.- Profile métallique avec support anti-vibratoire
6.- Laine de roche 100 mm. (75kg/m3)
7.- Plaque de plâtre laminé 12,5 mm

Figure 8 – exemple de compositions acoustiques en planchers panneau en bois EGO-CLT 135 mm

PANNEAU EN BOIS EGO CLT 135mm + SOL FLOTTANT



$L_{n,w}$ = 69 dB

$R_w(C;C_{tr})$= 49 (-2;-7) dB

1.- Sol en PVC heterogéne
2.-Fermacell 15mm
3.- Thermisorel fibre bois panneau 20mm
4.- EGO CLT plancher sol 135mm

Figure 9 – exemple de compositions acoustiques en planchers panneau en bois EGO-CLT 135 mm

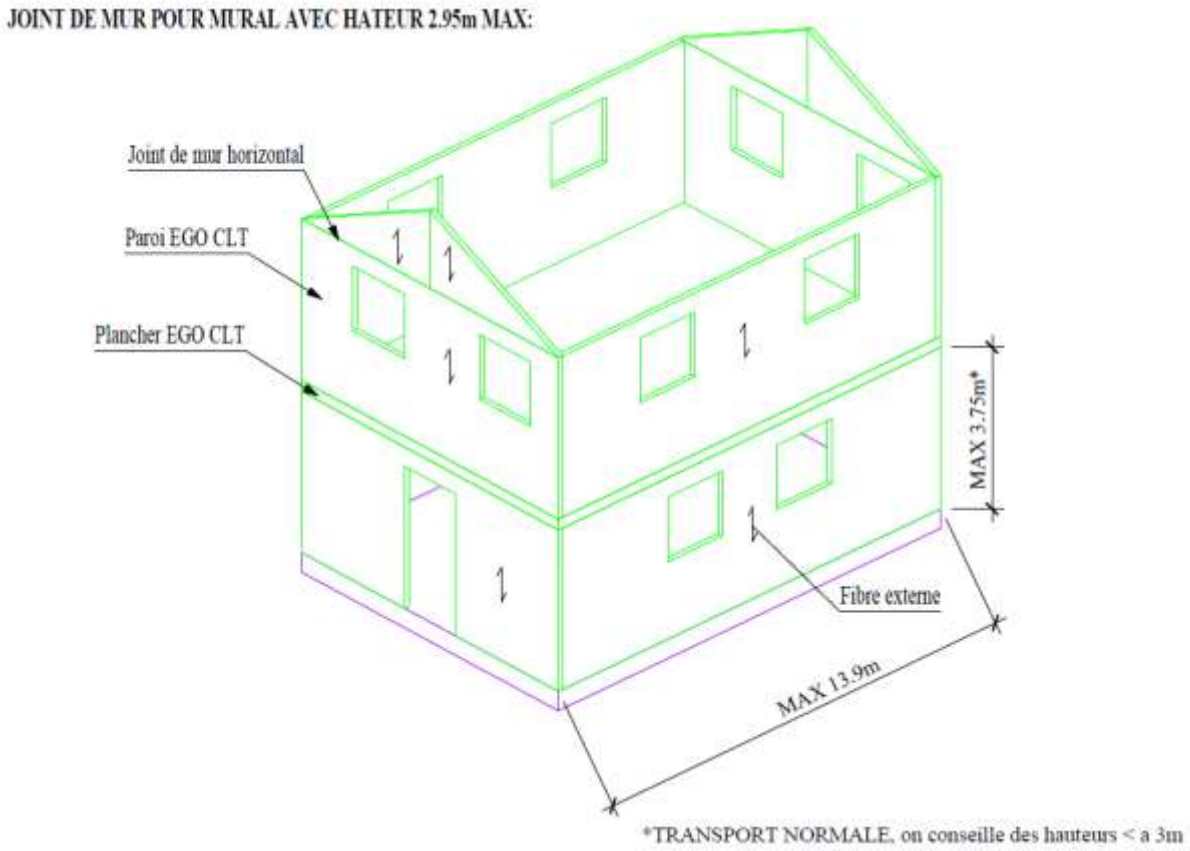


Figure 10 – Principes générales de conception – longueur maximale

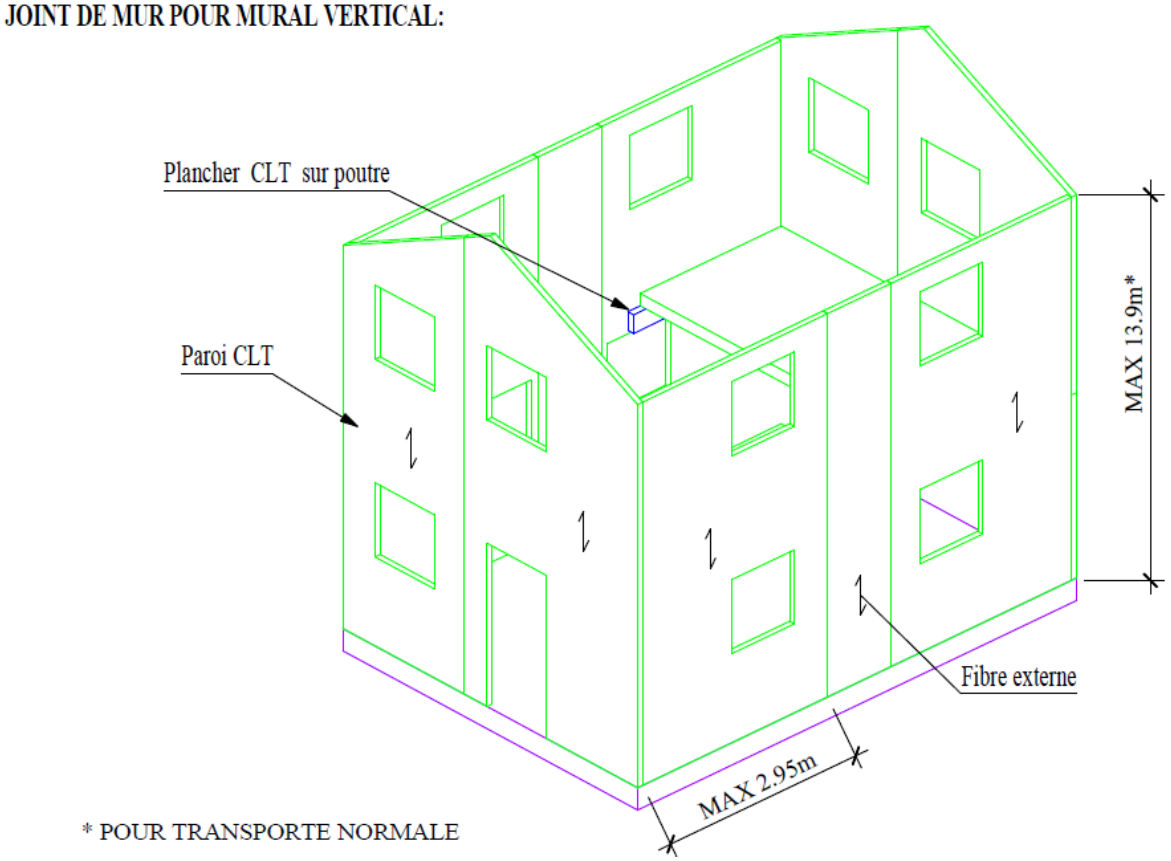


Figure 11 – Principes générales de conception – hauteur maximale

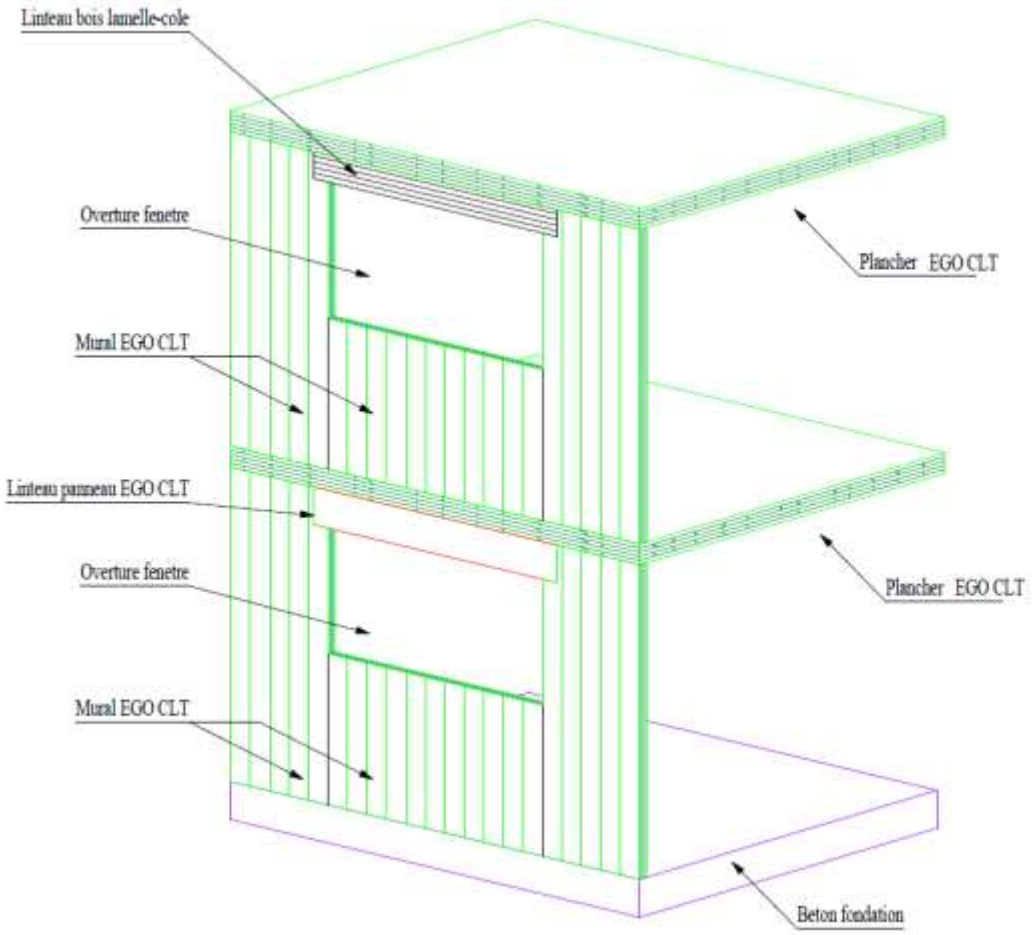


Figure 12 – Typologies des linteaux

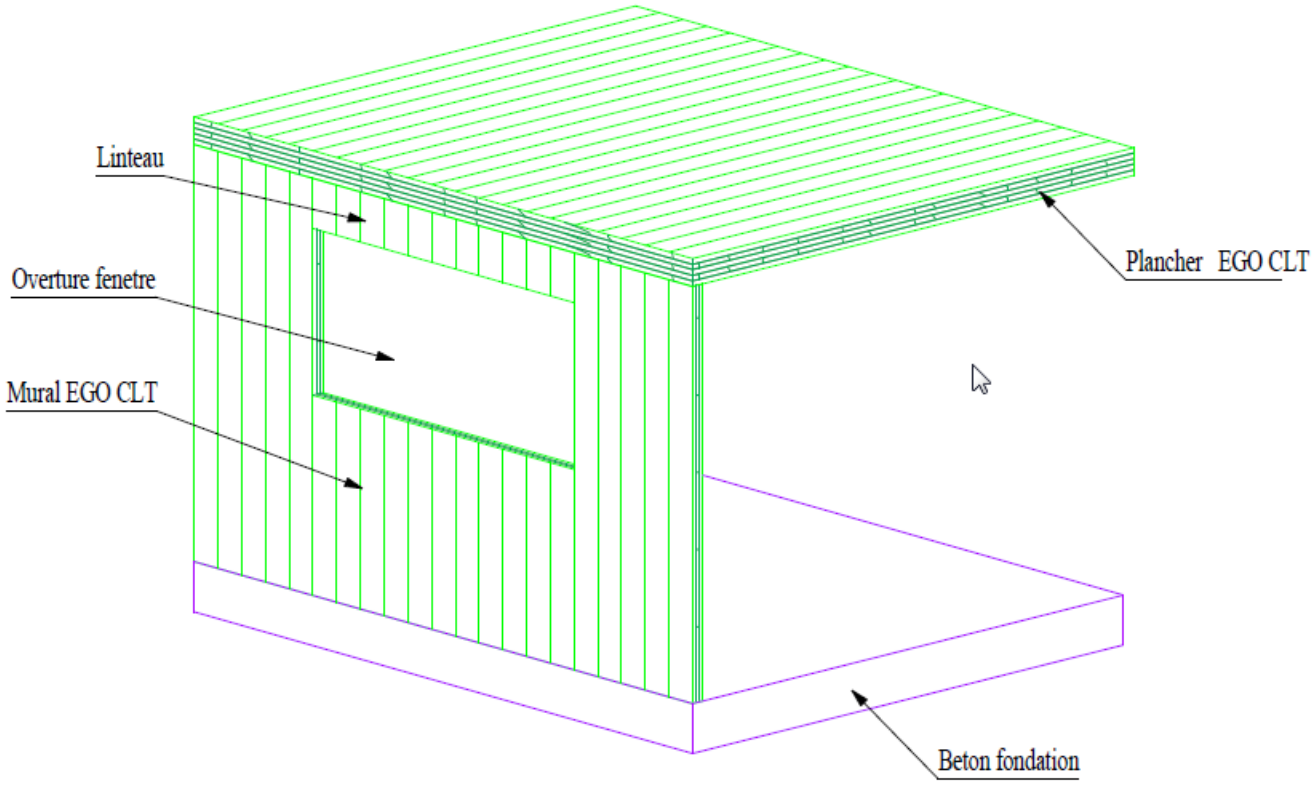


Figure 13 – Typologies des linteaux

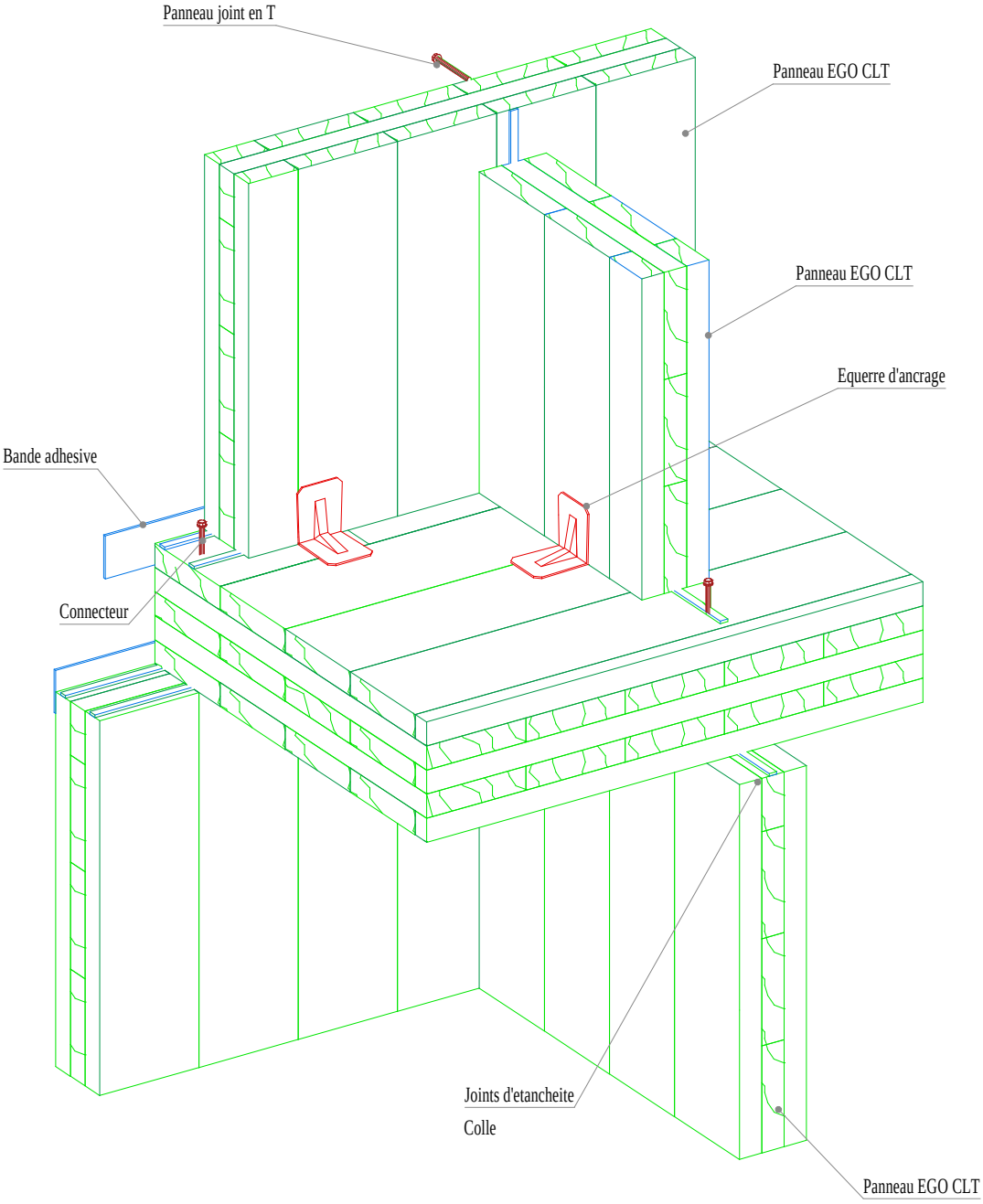


Figure 14 – assemblage mur/plancher

Tableau IV - 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 »)	

3.Annexe utilisation en support d'étanchéité

3.1. Généralités

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont composés de 3 à 9 couches de planches en bois massif. Chaque couche est croisée à 90° et les couches sont collées entre elles sur toute leur surface.

Les panneaux EGO-CLT font l'objet de l'ETA 11/0464.

Le procédé est utilisé comme support ou élément porteur des toitures étanchées selon le e-Cahier du CSTB n°3814, complété par les prescriptions du dossier technique.

3.2. Destination d'emploi

Les panneaux EGO-CLT sont destinés à la réalisation des toitures au-dessus :

- De locaux non chauffés et non isolés ouverts sur l'extérieur, en association avec une étanchéité sous protection lourde (toiture froide hors terrasse accessible aux piétons)
- De locaux chauffés à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport $W/n \leq 5$ g/m^3, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n le taux de renouvellement de l'air (toiture chaude).

Pour des toitures, en climat de plaine (altitude ≤ 900 m) :

- Inaccessibles avec chemins de circulation éventuels (pente ≤ 50 %), sans rétention temporaire d'eaux pluviales ;
- Inaccessibles avec procédés d'étanchéité avec films photovoltaïques souples bénéficiant d'un Avis Technique (pente ≤ 50 %) ;
- Inaccessibles avec procédés de végétalisation bénéficiant d'un Avis Technique (pente ≤ 20 % et ≥ 3 %) ;
- Techniques ou à zones techniques, sans chemins de roulement des appareils d'entretien de façades (pente ≤ 7 % en systèmes apparents et ≤ 5 % sous protection lourde) ;
- Accessibles aux piétons et au séjour avec une protection par dalles sur plots (pente ≤ 5 %), cf. § 3.7.

Les toitures peuvent comporter des noues à pente nulle.

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

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

Les panneaux structuraux EGO-CLT peuvent recevoir :

- Des systèmes adhérents, semi-indépendants ou indépendants faisant l'objet d'un DTA ou Avis Technique validé en GS 5.2 pour l'emploi sur éléments porteurs bois ou panneaux à base de bois ;
- Une isolation thermique en panneau isolant support d'étanchéité :
    - faisant l'objet d'un Document Technique d'Application particulier visant la pose sur éléments porteurs bois, sous revêtement d'étanchéité apparent et dans le cas de procédés d'isolation mixte ;
    - conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifiés ACERMI pour les spécifications prévues par les règles, pour l'emploi sur éléments porteurs CLT, sous revêtement d'étanchéité sous protection lourde ;
- Un procédé d'isolation inversée conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 et certifié ACERMI pour les spécifications prévues par les règles, pour l'emploi sur éléments porteurs bois et panneaux à base de bois ;
- Une protection lourde conforme au NF DTU 43.1 ou définie dans le DTA du revêtement d'étanchéité ou dans les Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture-terrasse » de juin 2021 ou l'AT du procédé de végétalisation, correspondant à la destination des toitures définies dans le présent paragraphe.

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

la résistance thermique du panneau EGO-CLT utilisé est calculée en considérant un $\lambda = 0{,}13$ W/m.K.

3.3. Conditions de mise en œuvre

3.3.1. Vérifications en phase définitive des éléments utilisés en support d'étanchéité

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. Elles sont limitées aux valeurs données au § 2.4.2.5.3.

Les toitures doivent présenter des pentes sur plan selon le § 3.2.

3.3.2. Résistance au vent des toitures

Les panneaux structuraux EGO CLT sont dimensionnés conformément au Dossier Technique.

Les systèmes d'étanchéité sont dimensionnés conformément aux Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application des procédés mentionnés au paragraphe 3.2 en considérant le panneau EGO-CLT comme étant un support en bois massif de même épaisseur. De plus, sont respectées à cet égard les prescriptions de l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

3.3.3. Attelages de fixation mécanique de l'isolant

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. Les attelages conforment à la norme NF P 30-317 conviennent.

Résistance à l'arrachement

Pour le calcul des densités de fixations des supports isolants, 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.

3.3.4. 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.

Equipement technique

Les dispositions du paragraphe § 7.7 du Cahier du CSTB 3814 s'appliquent.

Les équipements techniques pourront être :

- soit raccordés à la charpente selon le DTU 43.4 ;
- soit positionnés sur des massifs béton en respectant les préconisations du § 7.7 cité ci-dessus.

Il sera notamment important de s'assurer que le choix du revêtement d'étanchéité est adapté à la pression exercée par l'équipement technique avec plus petite dimension d'appui de 40 cm au moins.

3.3.5. Évacuation des eaux pluviales

L'implantation des dispositifs d'évacuation d'eaux pluviales est faite selon le Cahier du CSTB n°3814.

Les noues à pente nulle sont possibles dans le cas de panneaux EGO CLT 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%.

3.3.6. Terrasses et toitures végétalisées

Les dispositions des paragraphes § 3.6 et § 7.5 du Cahier du CSTB 3814, du Document Technique d'Application particulier des revêtements d'étanchéité et de l'Avis Technique du procédé de végétalisation s'appliquent.

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.

En référence aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » et 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 EGO CLT, puisque le fluage est pris en compte dans leur dimensionnement.

3.3.7. Terrasses accessibles aux piétons et au séjour

L'emploi en terrasses accessibles aux piétons et au séjour est prévu par le § 3.7 avec une constitution particulière du système d'étanchéité couche de protection/isolant/bicouche, protégé par des dalles sur plots.

Le maître d'ouvrage devra prévoir dans les DPM des descentes d'eaux 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'eaux pluviales spécifique selon la figure A6).

3.3.8. Classement FIT

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

3.4. Organisation de la mise en œuvre

3.4.1. Lot Structure (ou Charpente, ou Gros œuvre)

Conformément au e-Cahier du CSTB n°3814, le lot Structure (ou Charpente, ou Gros œuvre)assure :

- La protection aux intempéries avant la mise en œuvre du complexe d'étanchéité ;
- La construction du support ou de l'élément porteur de partie courante du système d'étanchéité en panneaux structuraux EGO-CLT ;
- L'exécution des points singuliers nécessaires au système d'étanchéité, reliefs - acrotères - costières - joint de dilatation par exemple ;

- La réalisation, dans les panneaux EGO-CLT, 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.

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

- Planéité du plan de pose avec notamment limitation du désaffleurement entre deux panneaux < 2 mm, compatible avec la nature des éléments à mettre en œuvre, et notamment l'isolant ;
- Ouverture entre panneaux EGO-CLT < 5 mm ;
- Respect de la pente prescrite par le présent DTA ;
- Désaffleur non admis pour les têtes de fixation des panneaux ;
- Contrôle de la siccité du support (voir ci-dessous) ;
- Rebouchage des trous laissés par les fixations des ancrages ayant permis la manipulation des panneaux, si leur diamètre est supérieur à 10 mm.

EGOIN fournit une assistance technique sur demande.

Afin de respecter les conditions de service des panneaux EGO-CLT, leur humidité mesurée à 40 mm de profondeur (pour les panneaux minces d'épaisseur inférieure à 50 mm, la mesure est prise à mi-épaisseur), ne doit pas être supérieure à 20 % au moment de la mise en œuvre du système d'étanchéité, mesurable en utilisant un humidimètre à pointes ou à lame selon la norme NF EN 13183-2:2002.

Les mesures d'humidité avant mise en œuvre du complexe d'étanchéité sont formalisées et transmises au maitre d'œuvre. avec les indications suivantes : plan de zonage, identification de la zone, n° AT/DTA, date, référence de l'instrument de mesure utilisé, espèce sélectionnée, température sélectionnée et profondeur de pénétration.

La société EGOIN n'est pas responsable de cette mesure.

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 EGO-CLT ne dépasse pas 22 %.

Le contrôle de l'hygrométrie des panneaux EGO CLT incombe au lot « Charpente/Structure ».

3.4.2. Lot Étanchéité

Conformément au e-Cahier du CSTB n°3814, 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 EGO-CLT ;
- 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.

3.4.3. Protection des panneaux EGO-CLT contre les intempéries

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

Cette étanchéité peut être aérienne et réalisée dans ce cas sous la forme d'un parapluie qui fonctionne sur le principe d'un coffrage, conçu, dimensionné et mis en œuvre par le lot « Structure ». Cette solution permet aux différents corps de métier de réaliser leur ouvrage sans intervenir sur l'ouvrage de protection (cf. § 8.2 du e-cahier CSTB 3814).

Cette étanchéité peut également consister en une protection par application de protections temporaires sous forme de lés fixés sur les panneaux EGO-CLT, mises en œuvre par le lot « Structure ». Cette solution est réservée aux formes de couvertures rectangulaires ou carrées, de surface maximale 200 m².

Dans les autres cas de toiture, il convient d'utiliser une protection de type « parapluie ».

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

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

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

Mise en œuvre

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

Les protections temporaires sont fixées aux panneaux EGO-CLT par des lignes de fixation (pointes ou des agrafes conformes à la partie 1-2 du NF DTU 31.2) d'entraxe 600 mm. L'entraxe entre pointes ou agrafes est de 300 mm maximum. Au droit de

chaque pointe ou agrafe, sont mises en œuvre des pastilles adhésives de diamètre minimum 2,5 cm, compatibles avec l'écran souple.

Gestion des points singuliers

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

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

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

Dans le cas de relief en bas de pente, sont réalisées dans les panneaux EGO-CLT des réservations permettant de recevoir des naissances et descentes d'eaux pluviales. Ces réservations doivent être justifiées mécaniquement conformément à l'avis technique EGO-CLT.

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

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

En cas de réservations dans les panneaux EGO-CLT, un panneau bois de type NF EN 13986 ou un panneau CLT dimensionné pour résister aux efforts de vents et aux passages éventuels est rapporté et fixé pour recouvrir la réservation. La protection temporaire est fixée sur le panneau de protection bois rapporté de la même manière qu'en section courante.

Il convient de contrôler les stagnations d'eaux éventuelles après chaque période d'intempéries et il est nécessaire le cas échéant d'évacuer l'eau accumulée au racleau en la dirigeant vers le bas de pente, ou dans le cas de présence de relief en bas de pente, en la dirigeant vers les descentes d'eaux pluviales.

Gestion de la protection

La protection, y compris les pointes ou agrafes de fixation, est déposée à l'avancement du chantier. Le composant du complexe de toiture mis en œuvre sur les panneaux EGO-CLT est posé de préférence du haut de pente vers le bas de la pente. En cas d'interruption du chantier, la protection temporaire de l'ouvrage d'étanchéité, installée par le titulaire du lot Etanchéité recouvre celle des panneaux EGO-CLT sur au moins 10 cm.

Dans le cas où la protection temporaire est abîmée, une réparation ponctuelle est réalisée, soit par empiècement avec le matériau d'origine, soit par bande adhésive en fonction de la taille de la zone concernée par le lot « Structure », sous la responsabilité du maître d'œuvre.

La société EGOIN est responsable des conditions de livraison mais non de mise en œuvre et de protections des panneaux EGO-CLT en fonction des conditions climatiques.

Préparation des panneaux EGO-CLT

Les panneaux EGO-CLT, supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être secs (cf. § 3.4.1), stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure d'huile ou d'hydrocarbures etc. Dans le cas de la pose d'une isolation inversée, les dispositions de pontage définies dans le DTA du revêtement d'étanchéité sont applicables. Les dispositions de pontage des panneaux EGO-CLT sont réalisées sur une largeur de 20 cm selon les dispositions du DTA du revêtement d'étanchéité.

3.5. Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité

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

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).

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

- Parement plafond éventuel non isolé en sous-face du panneau ;
- Panneau EGO-CLT ;
- Soit un complexe d'étanchéité support d'étanchéité :
    - Pare-vapeur (cf. paragraphe 3.5.1) ;
    - Isolant thermique non combustible (cf. paragraphe 3.5.2.2) (dans le cas d'une toiture chaude) ;
    - Revêtement d'étanchéité (cf. paragraphe 3.5.3) ;
- Soit un complexe d'étanchéité isolation inversée (dans le cas d'une toiture chaude) :
    - Revêtement d'étanchéité (cf. paragraphe 3.5.3) ;
    - Isolant inversé en polystyrène extrudé (cf. paragraphe 3.5.2.1) ;
- Protection lourde meuble ou par dalles sur plots assurant le lestage et la tenue au vent du système d'étanchéité.

3.5.1. 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 ou panneaux à base de bois.

3.5.2. Isolant thermique

Il est rappelé que les règles dites du 1/3 - 2/3 en climat de plaine hors zone très froide et du 1/4 – 3/4 en climat de plaine en zone très froide doivent être respectées.

3.5.2.1. Isolation inversée

Cf. § 3.5 du e-Cahier du CSTB 3814.

Peuvent être utilisés les isolants inversés en polystyrène extrudé conformes aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de juin 2021 et certifiés ACERMI.

En un ou plusieurs lits, ils sont posés conformément aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de juin 2021.

3.5.2.2. Isolant support d'étanchéité

Cf. § 3.3 du e-Cahier du CSTB 3814.

Peuvent être utilisés tous les isolants supports d'étanchéité :

- faisant l'objet de Documents Techniques d'Application particuliers favorables pour cet emploi, pour autant qu'ils visent la pose sur élément porteur bois, dans le cas d'un emploi sous revêtement d'étanchéité apparent ou dans le cas des procédés d'isolation mixte ;
- conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifiés ACERMI, dans le cas d'un emploi sous protection lourde.

En un ou plusieurs lits, ils sont posés conformément au DTA du revêtement d'étanchéité défini au *paragraphe* 2. Sous protection lourde, ils sont posés dans les conditions décrites par le Document Technique d'Application des panneaux isolants ou par les Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et selon celles du revêtement d'étanchéité.

3.5.3. Revêtement 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 ou panneaux à base de bois.

Les revêtements d'étanchéité sont mis en œuvre selon le Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité.

Résistance à l'arrachement des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement

Pour le calcul des densités de fixations des revêtements d'étanchéité, 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.

3.5.4. Protection rapportée

3.5.4.1. Protection meuble

La protection meuble est conforme au NF DTU 43.4.

3.5.4.2. Protection dure des chemins de circulation, et terrasses techniques ou à zones techniques

La protection dure est conforme au NF DTU 43.4, par dalles préfabriquées en béton rapportées sur une couche de désolidarisation par granulats de la partie courante ou en non-tissé de polyester d'au moins 300 g/m^2.

3.5.4.3. Protection en toiture inversée

La protection lourde rapportée des terrasses inversées, sur élément porteur en bois massif, est conforme à celle décrite dans les Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de juin 2021 pour à la destination de toitures prévue au *paragraphe 2*, du présent document.

3.5.4.4. Protection en toiture végétalisées

La réalisation de toiture-terrasse 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 soit nécessaire de prendre en compte la surcharge de 85 daN/m² :

- Des lors que le dimensionnement des panneaux 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 des panneaux prend en compte le fluage des panneaux.

3.5.5. Dispositions particulières pour les toitures froides

Les panneaux EGO CLT peuvent également constituer le support direct du revêtement d'étanchéité en toitures inaccessibles et techniques sous protection lourde, ou végétalisées.

Cette conception est limitée aux bâtiments ouverts sur l'extérieur, non isolés et non chauffés.
La sous-face des panneaux doit être ventilée sur l'air extérieur, conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4.

3.6. Ouvrages particuliers

3.6.1. Noues, chéneaux, faîtages et arêtiers

Les ouvrages particuliers (noues, faîtages – arêtiers, rives et égouts, chéneaux, traversées de toitures, etc.) sont réalisés conformément au e-Cahier du CSTB n°3814, § 16, complété par les documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.
Les conditions de mise en œuvre des chéneaux données dans le NF DTU 43.4 s'appliquent. Leur dimensionnement s'effectue selon le NF DTU 60.11 P3.

3.6.2. Naissances d'eaux pluviales et noues

Les dimensions, surfaces collectées, implantations des EEP en noues sont définies dans le § 18 et dans l'Annexe D du e-Cahier du CSTB 3814, selon le sens de portée des panneaux, la pente de la noue et les distances entre appuis des éléments supports de noue ou des panneaux EGO-CLT selon le cas.

3.6.3. Reliefs

Cf. § 13 du e-Cahier du CSTB n°3814.

Les reliefs sont réalisés en continuité des panneaux EGO-CLT. Ils sont réalisés par le lot charpente.

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

Les règles de dimensionnement sont conformes aux préconisations du DTU 43.4, § 8.2, pour les éléments en bois conformes au NF DTU 43.4.

Lorsque réalisés en panneaux structuraux EGO-CLT, les reliefs doivent être dimensionnés selon l'Annexe A3 du cahier du CSTB 3814.

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

3.6.4. Traitement des relevés

Cf.§ 14 du e-Cahier du CSTB 3814.

Le pare-vapeur est relevé 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 ou un couronnement métallique façonné suivant les prescriptions du cahier des clauses technique des DTU série 40. Il est protégé en tête par un dispositif d'écartement en tête des eaux de ruissellement.

3.6.5. Joints de dilatation

Les dispositions sont définies dans le § 15 du e-Cahier du CSTB n°3814.

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

Conformément au § 12 du e-Cahier du CSTB n°3814, en terrasses accessibles aux piétons et au séjour, l'ouvrage de toiture est constitué de la manière suivante (cf. tableau A1) :

- Panneau EGO-CLT support d'étanchéité (élément porteur) ;
- Couche de protection du panneau EGO-CLT servant de pare-vapeur (Cf. paragraphe 3.5.1) ;
- Isolant thermique non porteur (Cf. paragraphe 3.5.2) ;
- Revêtement d'étanchéité (Cf. paragraphe 3.5.3).

3.7.1. Couche de protection de l'élément porteur

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

- soit d'une feuille monocouche en bitume, utilisée sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports bois ou panneaux à base de bois, en climat de plaine uniquement,
- soit d'un revêtement d'étanchéité bicouche, utilisée sans autoprotection, faisant l'objet d'un DTA en tant que revêtement d'étanchéité visant la pose directe sur supports bois ou panneaux à base de bois, en climat de plaine uniquement.

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.

La couche de protection est relevée en acrotère et en points singuliers, selon les prescriptions de son DTA, jusqu'au revêtement d'étanchéité bicouche, en respectant une remontée de 6 cm.

3.7.2. Support isolant thermique non porteur

Sont admis, les panneaux isolants thermiques conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifiés ACERMI pour l'emploi en pose libre sur éléments porteurs en maçonnerie, en terrasses accessibles avec protection par dalles sur plots, à base de :

- Polyisocyanurate parementé ;
- Polystyrène expansé ;
- Perlite expansée ;
- Le verre cellulaire.

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément aux Règles Professionnelles, en pose libre.
Dans le cas d'un panneau isolant en verre cellulaire, la mise en œuvre est réalisée en pose collée à l'EAC conformément aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021, avec une finition de la couche de protection, définie ci-dessus, grésée ou sablée.

3.7.3. Revêtement d'étanchéité

Sont admis, les revêtements 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.

Pente nulle non visée (cf. paragraphe 2).

3.7.4. Traitement des relevés

La couche de protection 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 un dispositif d'écartement en tête des eaux de ruissellement.

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

3.7.5. 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 EGO-CLT et une descente reliée au revêtement d'étanchéité sous les dalles sur plots.

3.7.6. Protections

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

3.8. Montage – phase provisoire

D'une manière générale, et quelle que soit la fonction du panneau EGO-CLT dans l'ouvrage, la mise en œuvre des panneaux EGO-CLT impose les dispositions usuelles relatives à la sécurité des personnes contre les chutes de hauteur. Les panneaux EGO-CLT sont mis en œuvre par le lot structure ou par l'équipe de poseur de la société EGOIN SA ayant les qualifications pour effectuer les travaux de grutage et les travaux en hauteur.

Concernant la pose des panneaux de toiture, la société EGOIN SA munit les panneaux EGO-CLT de points d'accrochage pour un levage sécurisé.

Le lot structure ou l'équipe de poseurs de la société EGOIN SA assure la pose des panneaux EGO-CLT, les moyens de levage utilisés sont suffisants en vue de la masse des panneaux.

Les éléments doivent être levés un par un à l'aide d'une grue fixe ou mobile. Chaque panneau est fixé à la structure porteuse de manière définitive avant le décrochage des points de levage. Le montage commence par la pose des panneaux en partie basse de la structure afin de servir de point de référence et d'appui aux autres panneaux. Á 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).

Il convient d'apporter la plus grande attention aux conditions de levage : 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. Ce point est d'autant plus sensible pour un déchargement de camion, le panneau opposant au vent une surface progressivement plus importante.

3.9. Prescriptions particulières relatives aux panneaux, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur en ERP

Les panneaux en bois massifs contrecollés EGO-CLT sont de classe D-s2, d0 (cf. la Décision de la Commission européenne référencée au paragraphe 2.9 du Dossier Technique).

Seul l'emploi du procédé EGO-CLT pour toitures associé à des supports isolants non combustibles est visé.

En application des dispositions de l'article AM 8 § 1a modifié par l'arrêté du 6 octobre 2004, l'emploi de produits d'isolation au moins classés A2-s2, d0 (euroclasse) est possible sur les panneaux EGO-CLT, sans disposition complémentaire pour le feu intérieur.

Cette disposition est valable pour les isolants :

- de laine de verre,
- de laine de roche,

titulaires d'un Document Technique d'Application du Groupe Spécialisé n° 5.2.

L'isolation inversée n'est pas visée.

3.10. Entretien et réparation

Entretien

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, se reporter :
    - au paragraphe 5 de la norme NF DTU 43.1 P3,
    - aux Documents Techniques d'Application particuliers des revêtements d'étanchéité.

Cas de la réfection ultérieure du système d'étanchéité

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

L'humidité des panneaux EGO CLT ne devra pas dépasser 22 % (cf. § 3.4.1).

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 DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

3.11. Tableaux et figures

Tableau A1 – Domaine d'emploi

	Isolation	
	Avec	**Sans (1)**
Toitures et terrasses inaccessibles		
Autoprotégée	X	
Végétalisée	X	X
Protection par lit de granulats	X	X
Membrane avec film photovoltaïque souple	X	
Terrasses techniques	X	X
Terrasses accessibles aux piétons et au séjour		
Couche de protection et étanchéité bicouche en bitume modifié avec protection par dalles sur plots	X	
Les zones grisées correspondent à des exclusions d'emploi. (1) Toiture froide exclusivement au-dessus de bâtiments ouverts		

Tableau A2 – Emploi en toitures inaccessibles, chemins de circulation et terrasses à zones techniques (1) en France métropolitaine

Support direct du revêtement d'étanchéité (2) ≤ pente ≤ (3)	**Revêtement d'étanchéité** (4)				
	Systèmes apparents		**Systèmes sous protection lourde**		
	semi-indépendant	**adhérent**	**indépendant**	**semi-indépendant**	**Adhérent**
Panneaux EGO-CLT (5)			OUI	OUI	OUI
Panneaux EGO-CLT sous isolation inversée (6)		Case à griser	OUI	OUI	OUI
Panneaux EGO-CLT + pare-vapeur (7) + support isolant (8)	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI

Les zones 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 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. § 3.2)

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

(4) Pontage des panneaux EGO-CLT et mise en œuvre du revêtement selon DTA du revêtement d'étanchéité.

(5) Toitures froides exclusivement sur bâtiments ouverts non chauffés.

(6) Les Règles professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juin 2021 indiquent les protections admises pour les panneaux de polystyrène extrudé.

(7) Pare-vapeur conforme NF DTU 43.4 et selon DTA du revêtement d'étanchéité.

(8) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire dans le cas d'étanchéité apparente ou aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 dans le cas d'un système sous protection lourde.

Tableau A3 – Emploi en terrasses et toitures végétalisées (1) en France métropolitaine

Support direct du revêtement d'étanchéité pente : (2)	**Revêtement d'étanchéité** (3)		
	indépendant (6)	**semi-indépendant**	**adhérent**
Panneaux EGO-CLT		OUI	OUI
Panneaux EGO-CLT sous isolation inversée (4)		OUI	OUI
Panneaux EGO-CLT + 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) Pontage des panneaux EGO-CLT et mise en œuvre du revêtement selon DTA du revêtement d'étanchéité.
(4) Les Règles professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juin 2021 indiquent les protections admises pour les panneaux de polystyrène extrudé.
(5) Dans le cas d'un support isolant en verre cellulaire, on se reportera au Document Technique d'Application des plaques de verre cellulaire.
(6) L'indépendance peut être admise favorablement par l'Avis Technique du système de végétalisation de toiture étanchée en cas d'élément porteur à base de bois.

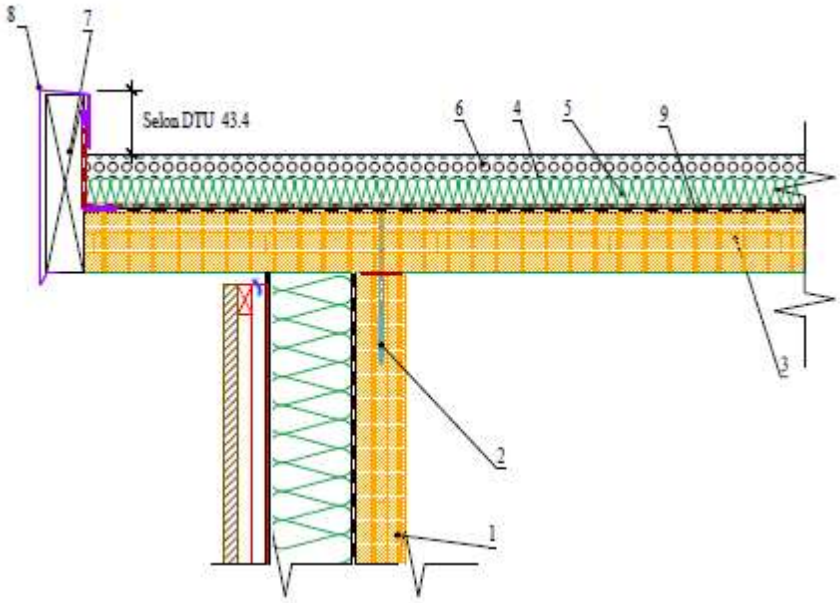
Tableau A4 – Emploi en terrasses accessibles avec dalles sur plots (1) en France métropolitaine

Support direct du revêtement d'étanchéité 1,6 ≤ pente ≤ 5 % (5)	**Revêtement d'étanchéité** (2)		
	Indépendant	**Semi-indépendant**	**Adhérent**
Panneaux EGO-CLT			
Panneaux EGO-CLT sous isolation inversée (3)			OUI
Panneaux EGO-CLT + couche de protection (4) + support isolant	OUI	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) Pontage des panneaux EGO-CLT et mise en œuvre du revêtement selon DTA du revêtement d'étanchéité.
(3) Les Règles professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juin 2021 indiquent les protections admises pour les panneaux de polystyrène extrudé.
(4) 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. Toiture froide exclue.
(5) Cf. paragraphe 3.2.



1 - Panneau structurel EGO-CLT vertical

2 – Vis

3 - Panneau EGO-CLT élément porteur de toiture, support d'étanchéité

4 – Revêtement d'étanchéité sous DTA

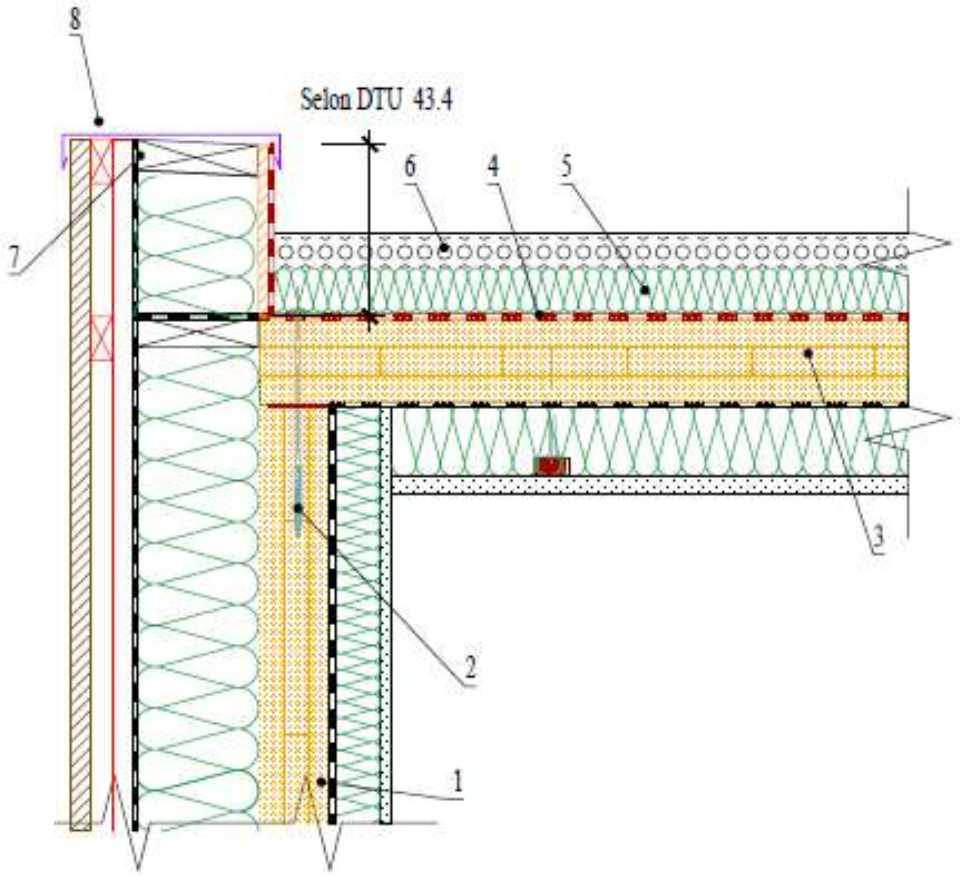
5 - Isolation inversée XPS conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de juin 2021 et certifié ACERMI

6 - Protection lourde meuble en granulat - Lestage de l'isolation inversée (cf. Règles Professionnelles)

7 – Costière en bois massif ou contreplaqué support de relevés d'étanchéité conforme au NF DTU 43.4

8 – Couvertine métallique étanche à l'eau

Figure A1 - Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT avec débord – Coupe perpendiculaire à la pente - Isolation inversée et revêtement d'étanchéité sous DTA – Terrasse inaccessible



1 - Panneau structurel EGO-CLT vertical

2 - Vis

3 – Panneau EGO-CLT élément porteur de toiture

4 – Revêtement d'étanchéité sous DTA

5 – Isolation inversée XPS conforme aux Règles Professionnelles « Isolation inversée de toiture terrasse » de juin 2021 et certifié ACERMI

6 – Protection lourde meuble - Lestage de l'isolation inversée (cf. Règles Professionnelles)

7 – Costière en bois massif ou contreplaqué support de relevés d'étanchéité conforme au NF DTU 43.4

8 – Couvertine métallique étanche à l'eau et pentée

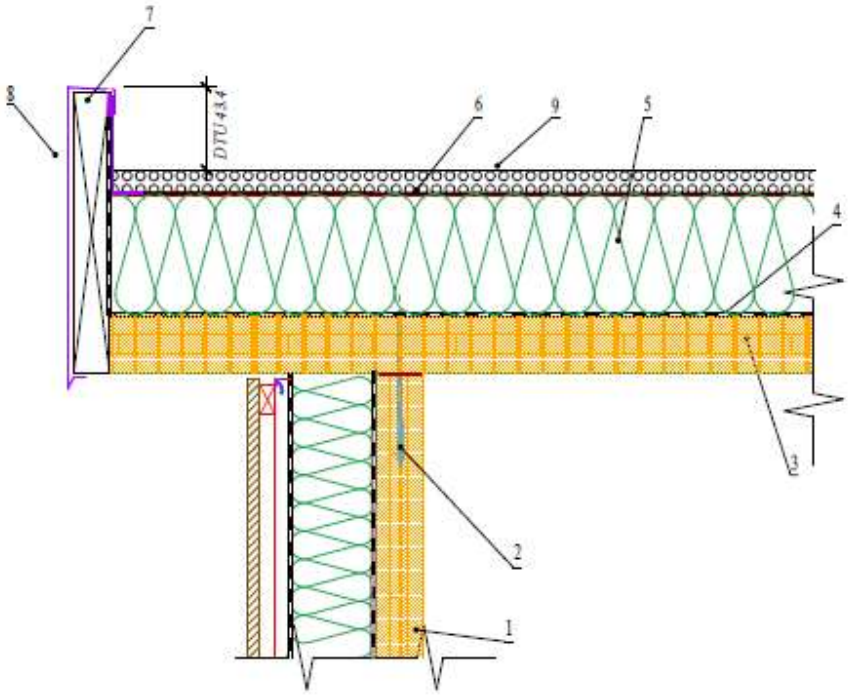
RAPPEL :

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 hors zone très froide ;
- à trois fois (règle des 3/4 - 1/4) en climat de plaine en zone très froide.

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

Figure A2 - Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT sans débord – Coupe perpendiculaire à la pente - Isolation inversée et revêtement d'étanchéité sous DTA – Terrasse inaccessible



1 - Panneau structurel EGO-CLT vertical

2 – Vis

3 - Panneau EGO-CLT élément porteur de toiture

4 – Pare-vapeur conforme NF DTU 43.4 ou défini par le DTA du revêtement d'étanchéité

5 - Isolation support d'étanchéité conforme aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021

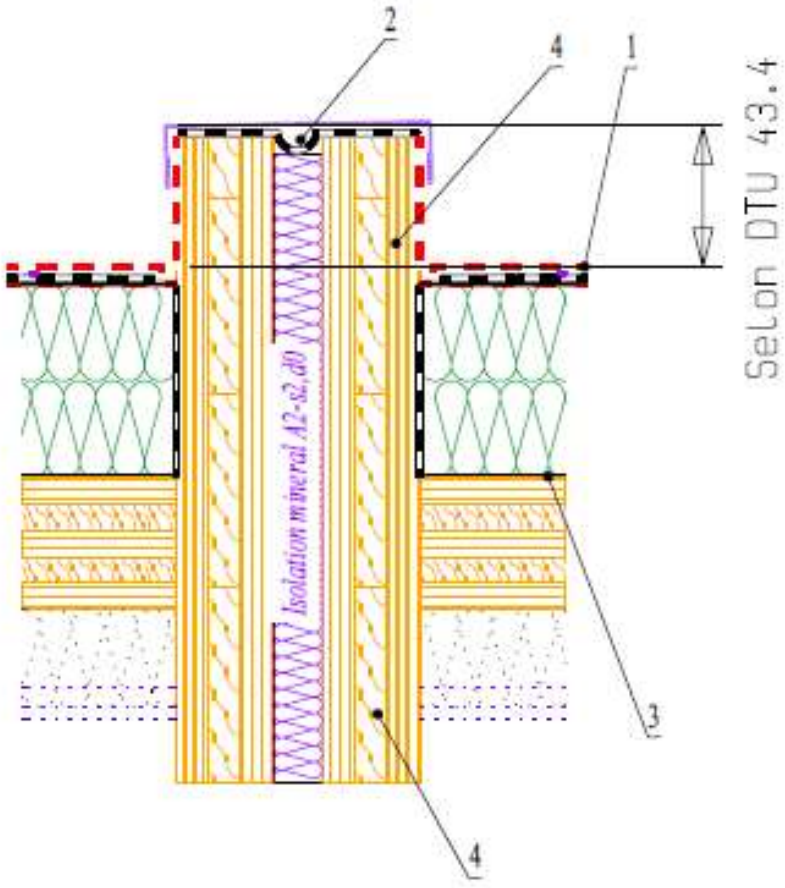
6 – Revêtement d'étanchéité sous DTA

7 – Costière en bois massif ou contreplaqué support de relevés d'étanchéité conforme au NF DTU 43.4

8 – Couvertine métallique étanche à l'eau et pentée

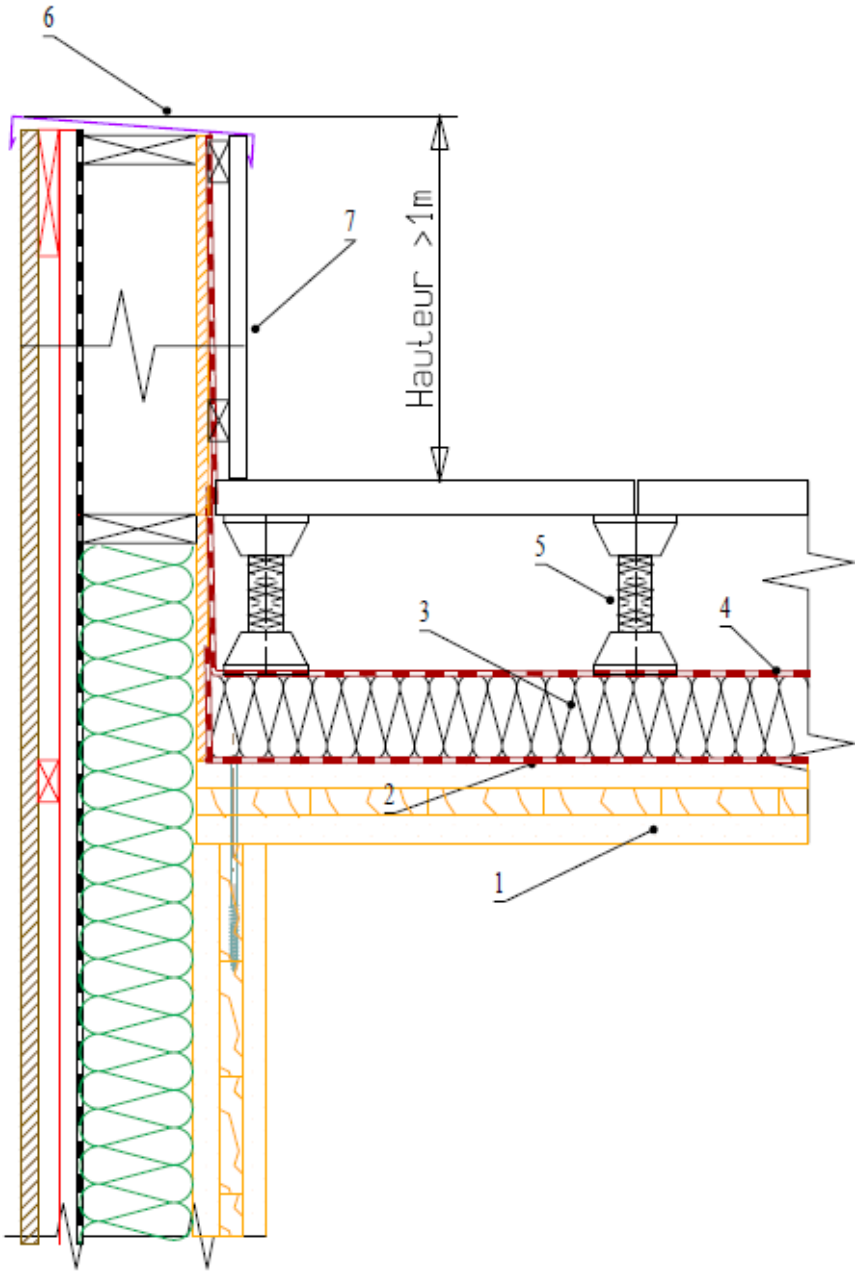
9 - Protection lourde meuble conforme NF DTU 43.4

Figure A3 - Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT avec débord dans le cas où le dispositif n'a pas pour but d'être un système collectif permanant – Coupe perpendiculaire à la pente - Isolation support d'étanchéité en terrasse inaccessible



1 – Revêtement d'étanchéité sous DTA
2 – Joint de dilatation défini dans le DTA du revêtement d'étanchéité
3 – Pare-vapeur conforme NF DTU 43.4 ou défini par le DTA du revêtement d'étanchéité
4 - Panneau structurel EGO-CLT vertical
5 - Panneau EGO-CLT élément porteur de toiture

Figure A4 - Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT avec joint de dilatation en terrasse inaccessible



1 – Panneau EGO CLT élément porteur de toiture

2 – Couche de protection faisant office de pare-vapeur

3 – Isolant support d'étanchéité conforme aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifié ACERMI

4 – Revêtement bicouche d'étanchéité

5 – Protection par dalles sur plots

6 – Couvertine métallique étanche à l'eau et pentée

7 – Bardage étanche à l'eau

Figure A5 - Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT – Coupe perpendiculaire à la pente - Isolation support d'étanchéité en terrasse accessible aux piétons et séjour

1 – Panneau EGO CLT élément porteur de toiture

2 – Couche de protection faisant office de pare-vapeur

3 – Isolant support d'étanchéité conforme aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021 et certifié ACERMI

4 – Revêtement bicouche d'étanchéité

5 – Protection par dalles sur plots

6 – Descente d'eaux pluviales

7 – Sortie de manchon visible

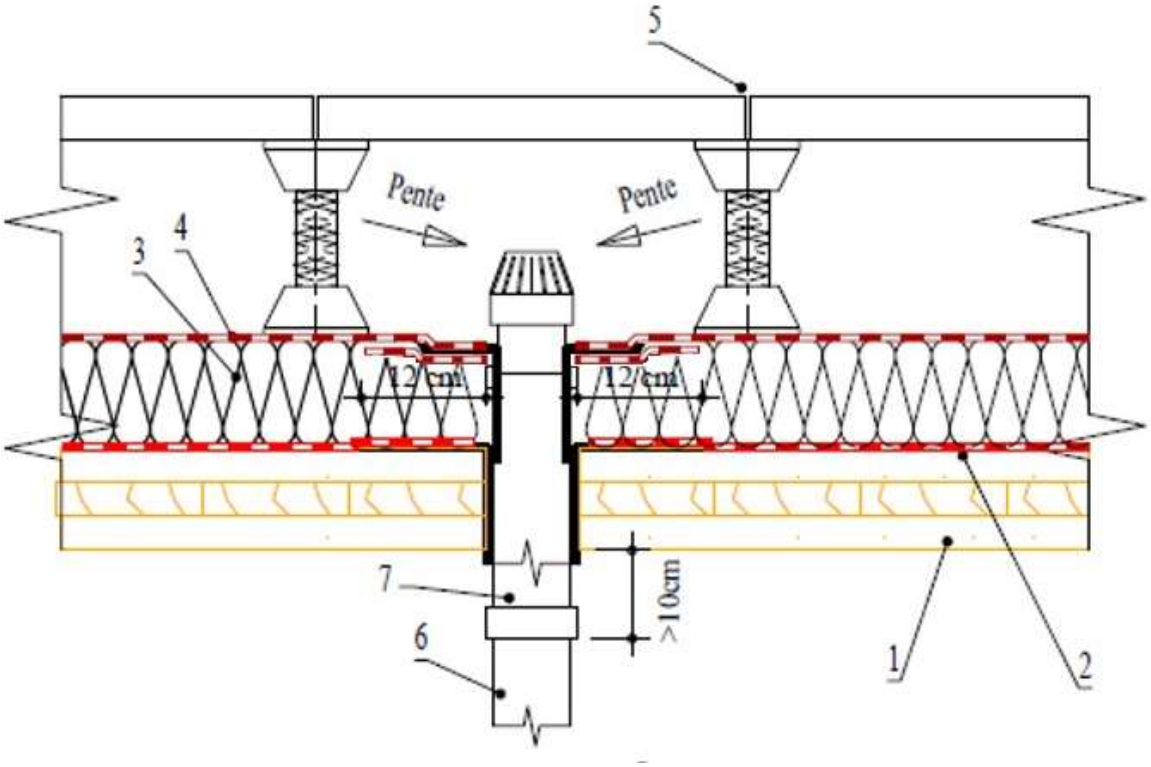


Figure A 6– Descente perpendiculaire des eaux pluviales en terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots

4.Annexe utilisation en support de couverture

4.1. Principe et domaine d'emploi

4.1.1. Principe

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

Les panneaux structuraux EGO-CLT sont destinés à l'emploi comme élément porteur de couverture, avec ou sans isolation.

4.1.2. Domaine d'emploi

Les panneaux EGO-CLT support de couverture peuvent être utilisés :

- En bâtiments à usage d'habitation ;
- En établissement recevant du public ;
- En bâtiments relevant du code du travail ;
- En construction neuve ou en rénovation totale (jusqu'à la charpente) ;
- Au-dessus de locaux à hygrométrie faible et moyenne c'est-à-dire pour lesquels le rapport $W/n \leq 5$ g/m^3, où W est la quantité de vapeur produite à l'intérieur du local par heure en g/m^3 et n le taux de renouvellement de l'air.

Les panneaux EGO-CLT peuvent être utilisés en climat de plaine et de montagne (altitude > 900 m et ≤ 2000 m).

Les panneaux EGO-CLT sont utilisés comme élément support de couverture plane ventilée (couvertures froides).

L'emploi en support de couverture est limité à la France Européenne.

4.1.3. Couvertures associées

Les couvertures sont de type « froide ». Leur conception nécessite une ventilation en sous-face de la couverture ou de son support direct, par l'aménagement d'une lame d'air ventilée avec entrée en partie basse de toiture et sortie en partie haute.

Les entrées et sorties d'air, la pente, et les épaisseurs minimales de lame d'air doivent être conformes au DTU ou à l'Avis Technique / Document Technique d'Application du procédé de couverture utilisé.

L'isolation de la couverture est mise en œuvre « par l'extérieur », sur le support en panneaux EGO-CLT (cf. § 4.2.4).

La pose du procédé de couverture s'effectue sur contrelattes ou chevrons fixés aux panneaux EGO-CLT, ou directement sur complexe isolant suivant un procédé de « Sarking » conformément à son DTA.

Les pentes minimales et les longueurs maximales de rampant sont données dans les DTU ou ATEC/DTA des couvertures associées.

4.1.3.1. Couvertures en climat de plaine

En climat de plaine (altitude ≤ 900 m), les panneaux EGO-CLT peuvent recevoir :

- Des couvertures discontinues froides ventilées sur liteaux et contrelattes, fixés directement à l'ossature rapportée sur les panneaux EGO-CLT ou sur complexe isolant (selon ATEC/DTA « Sarking ») :
    - ardoises naturelles (DTU 40.11) ;
    - ardoises en fibres-ciment (DTU 40.13) ;
    - tuiles de terre cuite à emboîtement et à glissement (DTU 40.21) ;
    - tuiles de terre cuite à emboîtement et à glissement à relief en pose à faible pente (Règles professionnelles pour la pose à faible pente des tuiles de terre cuite à emboîtement et à glissement à relief de septembre 2015),
    - tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat (DTU 40.211) ;
    - tuiles canal de terre cuite (DTU 40.22) ;
    - tuiles plates de terre cuite (DTU 40.23) ;
    - tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal (DTU 40.24) ;
    - tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal, (DTU 40.241) ;
    - tuiles plates en béton (DTU 40.25).
- Des couvertures discontinues froides ventilées sur voligeage jointif ou sur panneaux à base de bois ventilés et conformes aux DTU en vigueur-:
    - ardoises naturelles (DTU 40.11) ;
    - bardeaux bitumés, (DTU 40.14) ;
    - tuiles canal de terre cuite, (DTU 40.22) ;
    - feuilles et longues feuilles de zinc, d'acier inoxydable étamé, de cuivre ou de plomb (DTU série 40.4*)
- Des couvertures froides en plaques ventilées sur lambourdes :
    - plaques d'acier nervurées (DTU 40.35) ;
    - plaques d'aluminium nervurées (DTU 40.36) ;
    - plaques profilées en fibres-ciment (DTU 40.37) ;

- Des couvertures discontinues ou continues froides ventilées sous Avis Technique ou Document Technique d'Application :
    - tuiles métalliques (selon Document Technique d'Application) ;
    - bacs métalliques totalement supportés (selon Document Technique d'Application) ;
    - couvertures en petits éléments métalliques totalement supportés (selon Document Technique d'Application) ;
    - plaques bitumineuses (selon Document Technique d'Application) ;
    - plaques profilées en fibres-ciment supports de tuiles canal (selon Document Technique d'Application).

4.1.3.2. Couvertures en climat de montagne

En climat de montagne (altitude > 900 m et ≤ 2000 m), les panneaux EGO-CLT peuvent être associés aux :

- Couvertures décrites dans le « Guide des couvertures en climat de montagne » du CSTB de juin 2011 ;
- Couverture faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application visant une utilisation en climat de montagne sur support bois.

4.2. Accessoires complémentaires

4.2.1. Ouvrage pare-vapeur

Avec isolation entre chevrons

En climat de plaine, la mise en œuvre d'un ouvrage pare-vapeur, avec une perméance équivalente à un Sd ≥ 18 m (Sd ≥ 57 m en zone très froide hors climat de montagne), est obligatoire lorsqu'un écran de sous toiture certifié QB 25 et classé Sd1 est posé directement sur l'isolant (pas de ventilation en sous face).

Il peut également être imposé par le DTU 45.10 ou l'ATEC de l'isolant entre chevrons (cf. § 4.2.4.1)., ou encore prescrit par les Documents et Pièces du Marché (DPM).

En climat de montagne (altitude > 900 m et ≤ 2000 m), conformément au « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011, une membrane pare-vapeur, avec une perméance équivalente à un Sd ≥ 90 m, est systématique (cf. § 4.5).

L'ouvrage pare-vapeur est conforme au DTU 45.10, ou à la norme NF DTU 31.2.

NOTE : Une zone très froide est définie par une température de base strictement inférieure à – 15 °C, déterminée selon la norme NF P 52-612/CN. Les départements de la zone très froide sont :

- Le Bas-Rhin, le Haut-Rhin, les Vosges, le Territoire de Belfort, la Moselle et la Meurthe et Moselle pour les altitudes > 400 m.
- Le Doubs pour les altitudes > 600 m.
- L'Ain, les Hautes-Alpes, l'Isère, le Jura, la Loire, la Nièvre, le Rhône, la Haute-Saône, la Saône-et-Loire, la Savoie et la Haute-Savoie pour les altitudes > 800 m.

Avec isolation par technique sarking

Lors de la mise en œuvre d'un procédé du type « sarking », se référer à l'ATEC/DTA du procédé de sarking.

4.2.2. Ecrans souples de sous toiture (climat de plaine uniquement)

En climat de plaine, l'écran souple de sous-toiture doit être certifié QB 25. De plus, il doit être certifié Sd1 (Hautement Perméable à la Vapeur d'eau) s'il n'est pas ventilé en sous face.

4.2.3. Etanchéité complémentaire (climat de montagne)

En climat de montagne (altitude > 900 m et ≤ 2000 m), l'étanchéité complémentaire est conforme au « Guide des couvertures en climat de montagne » du CSTB de juin 2011.

4.2.4. Isolation

4.2.4.1. Isolation entre chevrons

Dans le cas d'une isolation posée entre chevrons, les isolants sont conformes à la norme NF DTU 45.10, ou à un ATEC/DTA spécifique du GS 20.

4.2.4.2. Isolation par technique sarking

Les panneaux isolants sont conformes à un ATEC/DTA de procédé sarking.

4.3. Dispositions de conception

4.3.1. Conditions de mise en œuvre

La mise en œuvre de ce support relève de la compétence d'entreprises qualifiées, notamment des entreprises de charpente qualifiée. Elle nécessite le recours à des moyens de levage appropriés. La commande à dimensions, après étude de calepinage, peut faciliter la pose.

4.3.2. Conditions concernant la structure porteuse

La mise en œuvre est prévue pour être exécutée sur des structures porteuses en :

- Acier, conformément à la norme NF EN 1993-1-1/NA et au NF DTU 32.1. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA ;
- Bois, conformément à la norme NF EN 1995-1-1/NA et au NF DTU 31.1. Dans ce cas, les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA ;
- Béton, conformément à la norme NF EN 1992-1-1/NA. Dans ce cas, des inserts bois ou métal doivent être mis en œuvre.

4.3.3. Sens de pose des panneaux

Les panneaux positionnés parallèlement ou perpendiculairement à l'égout seront mis en œuvre suivant leurs dimensions nominales (longueur jusqu'à 14 m et largeur de 1,25 à 3,8 m). Ils reposeront sur 2, 3 ou plus d'appuis, avec possibilités de porte à faux.

4.3.4. Dimensionnement des panneaux EGO-CLT

La conception, le calcul et le dimensionnement des panneaux EGO-CLT support de couverture et de ses fixations est réalisé par le lot « structure » suivant les prescriptions définies au § 2.

Le dimensionnement doit être réalisé en classe de service 2 pour les bâtiments ouverts.

Le maître d'œuvre doit veiller au dimensionnement des panneaux en fonction du mode de chargement (charges surfaciques, linéaires ou ponctuelles) transmis par la couverture, ou son support (ex : lambourdes, chargement linéaire).

Dans le cas d'une pose « sarking », les panneaux doivent être d'épaisseur minimale 80 mm.

4.3.5. Réalisation d'ouvertures pour pénétrations discontinues

Les pénétrations ponctuelles sont nécessaires pour les conduits de fumée et de ventilation, souches de cheminée, châssis d'éclairage et de ventilation.

Les calculs seront nécessaires si le diamètre de l'ouverture est > 500 mm. Au-delà de cette dimension une vérification sera effectuée avec mise en œuvre éventuelle d'un chevêtre de renfort. L'étanchéité aux raccords sera réalisée de façon identique à une couverture traditionnelle. Pour le passage des conduits de fumée, la distance de sécurité sera garnie d'un matériau isolant incombustible afin de protéger les panneaux et les structures complémentaires (cf. DTU 24.1).

4.3.6. Dimensionnement de la couverture

Les couvertures sont dimensionnées par le lot « couverture » conformément aux DTU et ATEC/DTA des procédés mentionnés au § 4.1.3 en considérant le panneau comme étant un support en bois massif de même épaisseur.

Il est possible d'avoir à augmenter l'épaisseur des panneaux EGO-CLT ou des pièces de bois structurelles intermédiaires pour respecter les profondeurs d'ancrages minimales exigées pour la fixation du procédé de couverture ou de son support direct.

La tenue au vent doit être justifiée pour l'ensemble du complexe de couverture (procédé de couverture, contrelattes et pièces de bois support de couverture éventuelles), jusqu'au support en panneaux structuraux en bois contrecollé-croisé. En fonction des valeurs P_k de résistance caractéristique à l'arrachement des fixation

s (selon NF P 30-310, dans l'épaisseur de support concerné) et de la densité de fixation, la dépression admissible devra être vérifiée avec un coefficient de sécurité de 2,35 minimum par rapport au vent normal (selon les règles NV65 modifiées, en considérant un vent perpendiculaire aux génératrices en rives, selon les règles NV 65 modifiées), poids propre des éléments et de la couverture déduits (soit poids propre de la couverture - Vent normal) :

$$Wchantier \leq \frac{d \times Pk}{2{,}35}$$

Avec :

$W_{chantier}$ = Dépression de vent propre au chantier = poids propre de la couverture - valeur de vent normal en rives, en considérant un vent perpendiculaire aux génératrices, selon les règles NV65 modifiées (Pa ou N/m²).

d = densité de fixation par m².

P_k = résistance caractéristique à l'arrachement des fixations, selon la norme NF P 30-310 (en N).

4.3.7. Mise hors d'eau

La mise hors d'eau des panneaux devra être immédiate.

Dans les conditions normales du chantier, la couverture sera exécutée à l'avancement. Si tel n'est pas le cas, une protection provisoire des panneaux conforme au § 4.4.3 devra être assuré par l'entreprise ayant posé ces supports.

4.3.8. Ventilation des couvertures froides ventilées

Les panneaux EGO-CLT revêtus de couvertures en feuilles et longues feuilles, bacs ou petits éléments métalliques totalement supportés, en tuiles, ardoises et en bardeaux bitumés, posés sur supports continus ventilés en sous-face, nécessitent un contre-litonnage et un voligeage supplémentaire sur chantier afin de respecter les espaces de ventilation prévus par les DTU ou ATEC/DTA relatifs à ces couvertures.

4.3.9. Butée en bas de pente pour retenir l'isolant

Pour les pentes de couverture supérieures à 100 %, il convient de réaliser un dispositif de butée en bas de pente (cf. figure B20). Le recours à l'assistance technique du titulaire peut être requis à cet égard.

4.3.10. Ouvrage pare-vapeur

La mise en place d'un ouvrage pare-vapeur est prévue dans les cas suivants :

- Lorsque le DTA du procédé de sarking et/ou de couverture le prévoit ;
- Lorsque le DTU 45.10, ou l'ATEC de l'isolant entre chevrons le prévoit.
- Lorsqu'un écran souple de sous-toiture classé Sd1, certifié QB 25, est prévu (excepté en toiture froide non isolée sur bâtiment ouvert ventilé par l'air extérieur) ;
- Lorsqu'il est prévu par les Documents et Pièces du Marché (DPM).
- En climat de montagne.

4.3.11. Complexité de couverture

Sous réserve du respect des dispositions de mise en œuvre prévues par les § 4.4 et 4.5 et du recours éventuel à l'assistance technique du fabricant, la réalisation de couvertures planes de forme complexe (rives biaises, noues, arêtiers) peut être considérée favorablement.

4.3.12. Finitions en plafond

L'aspect régulier du plafond est tributaire du nivellement des appuis supports et du soin apporté à la pose des panneaux.

4.3.13. Étanchéité à la neige poudreuse

Pour les couvertures en petits éléments, il y a lieu de recourir à l'emploi d'un écran souple de sous-toiture certifié QB 25, et mis en œuvre selon les dispositions du NF DTU 40.29.

4.3.14. Conception vis-à-vis de la condensation

Que ce soit pour les plaques nervurées issues de tôles d'acier ou d'aluminium, les dispositions du DTU 40.35 s'appliquent vis-à-vis de la condensation.

Dans le cadre du présent DTA, qui n'envisage que des couvertures froides, et en fonction de l'utilisation du local, de son hygrométrie et des variations thermiques et climatiques, il existe un risque de condensation en sous-face de la couverture (sauf dans le cas d'utilisation d'un feutre tendu de faible épaisseur bénéficiant d'un Avis Technique du GS 20). C'est pourquoi l'usage d'un régulateur de condensation en sous-face des plaques nervurées d'acier ou d'aluminium est obligatoire dans ces cas de figure.

Les applications du procédé en toitures froides ventilées avec isolation sous pannes requièrent une étude préalable, à l'instigation du maître d'œuvre afin d'étudier la faisabilité de l'installation vis-à-vis des risques de condensation. À défaut d'étude, des conditions météorologiques particulières pourraient conduire à la saturation du régulateur de condensation, amenant des condensations inévitables.

4.4. Disposition de mise en œuvre en climat de plaine (altitude ≤ 900 m)

4.4.1. Organisation de la mise en œuvre

4.4.1.1. Répartition entre les lots « structure » et « couverture »

Le charpentier a en charge la mise en œuvre des panneaux EGOIN, de ses fixations et des éventuels chevrons. Le couvreur met en œuvre uniquement l'ouvrage de couverture et éventuellement l'isolation et son pare-vapeur.

Les contrelattes sont à la charge du couvreur. Le maître d'œuvre doit veiller au dimensionnement des panneaux en fonction du mode de chargement transmis par la couverture (ex : lambourdes, chargement linéaire).

4.4.1.2. Acceptation du support de couverture

Les conditions présentées dans le § 8.3 du e-Cahier du CSTB 3814, complétées par les prescriptions spécifiques du paragraphe suivant devront être respectées.

Le support constitué par le titulaire du lot gros œuvre en charge de la pose des éléments structuraux doit faire l'objet d'une acceptation contradictoire avec le couvreur, en présence du Maitre d'Œuvre 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 (notamment l'isolant pour les couvertures) et ouverture entre deux panneaux < 10 mm ;
- Respect de la pente prescrite par la maîtrise d'œuvre, conformément au DTU ou à l'Avis Technique / Document Technique d'Application dont relève la couverture adoptée ;
- Rebouchage des perçages nécessaires au levage de diamètres supérieurs à 10 mm dans les panneaux ;
- Contrôle de siccité des panneaux EGO-CLT selon le § 4.4.4.

4.4.2. Mise en œuvre des panneaux EGO-CLT

La fixation des panneaux sur la structure porteuse et l'assemblage des panneaux entre eux sont effectués conformément aux dispositions § 2.

Le désaffleurement entre deux panneaux EGO-CLT d'un même plan ne doit pas excéder 2 mm.

Les jeux entre panneaux ou entre panneaux et éléments de jonctions rapportés de type languette ne doivent pas excéder 10 mm.

En phase chantier, les panneaux EGO-CLT mis en œuvre doivent recevoir une protection provisoire vis-à-vis du risque d'humidification selon le § 4.4.3.

Durant cette phase chantier provisoire, en cas de recours à des matériaux de construction nécessitant des phases de séchages et engendrant donc une phase d'évaporation d'eau dans le bâtiment, les locaux doivent être ventilés pour éviter

l'humidification des panneaux EGO-CLT. Il convient d'assurer une ventilation naturelle ou mécanique du bâtiment pour assurer le renouvellement de l'air dans le bâtiment lors de cette phase.

4.4.3. Protection provisoire des panneaux en phase chantier

Il est nécessaire de protéger les panneaux EGO-CLT vis-à-vis des intempéries par un ouvrage de protection provisoire imperméable en phase chantier.

4.4.3.1. Protection provisoire par ouvrage parapluie

La première solution consiste en une protection temporaire sous la forme d'un parapluie qui fonctionne sur le principe d'un coffrage, conçu, dimensionné et mis en œuvre par le lot « Structure ». Cette solution permet aux différents corps de métier de réaliser leur ouvrage sans intervenir sur l'ouvrage de protection (cf. § 8.2 du e-cahier CSTB 3814).

4.4.3.2. Protection provisoire par écran souple

La seconde solution consiste en une protection par application de protections temporaires sous forme de lés fixées sur les panneaux EGO-CLT. Cette solution est réservée aux formes de couvertures rectangulaires ou carrées, de surface maximale 200 m^2.

Dans les autres cas de toiture, il convient d'utiliser une protection de type « parapluie ».

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

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

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

4.4.3.2.1. Mise en œuvre de la protection provisoire par écran souple

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

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

4.4.3.2.2. Gestion des points singuliers

Il convient de protéger les chants des panneaux EGO-CLT exposés aux intempéries en descendant la protection temporaire de 10 cm en dessous des chants des panneaux, ou en fixant la protection sous le panneau EGO-CLT s'il est accessible, en assurant alors une cote de 10 cm minimum par rapport au chant du panneau. Dans le cas où la protection est descendue dans le plan du mur en bas de pente, il convient de l'arrêter sur un tasseau jouant le rôle de goutte d'eau (cf. figure B19).

Dans le cas d'une surface en plan de toiture supérieure à 100 m², et en l'absence de relief en bas de pente, il est nécessaire de mettre en œuvre une gouttière temporaire dimensionnée selon le DTU 60.11 P3 en bas de pente (cf. figure B19). La liaison entre la gouttière et la protection temporaire est complétée par une bande adhésive, compatible avec l'écran souple et le matériau de la gouttière. La gouttière est raccordée sur un réseau vertical, ou, à défaut, l'eau sera rejetée en façade avec un débord d'au moins 100 cm.

Les protections de section courante sont relevées au niveau des éventuels reliefs sur une hauteur minimale de 20 cm (cf. figure B19). La jonction entre la protection temporaire protégeant le relief et la protection temporaire de section courante est réalisée par la superposition de la protection du relief sur la protection de section courante avec un recouvrement vertical de 10 cm minimum. La jonction entre les lés est complétée avec une bande adhésive compatible avec la protection.

Dans le cas de relief en bas de pente, sont réalisées dans les panneaux EGO-CLT des réservations permettant de recevoir des naissances et descentes d'eaux pluviales. Ces réservations doivent être justifiées mécaniquement conformément au § 2.

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

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

En cas de réservations dans les panneaux EGO-CLT, un panneau bois de type NF EN 13986 ou un panneau CLT dimensionné pour résister aux efforts de vents et aux passages éventuels est rapporté et fixé pour recouvrir la réservation. La protection temporaire est fixée sur le panneau de protection bois rapporté de la même manière qu'en section courante (cf. figure B19).

Il convient de vérifier s'il y des stagnations d'eaux éventuelles après chaque période d'intempéries et il est nécessaire le cas échéant d'évacuer l'eau accumulée au racleau en la dirigeant vers le bas de pente, ou dans le cas de présence de relief en bas de pente, en la dirigeant vers les descentes d'eaux pluviales.

4.4.3.2.3. Gestion de la protection provisoire par écran souple

La protection, y compris les pointes ou agrafes de fixation, est déposée à l'avancement des travaux d'isolation et de couverture. Le composant du complexe de couverture mis en œuvre sur les panneaux EGO-CLT est posé de préférence du haut de pente vers le bas de la pente. En cas d'interruption du chantier, la protection temporaire de l'ouvrage de couverture, installée par le titulaire du lot couverture recouvre celle des panneaux EGO-CLT sur au moins 10 cm.

Dans le cas où la protection temporaire est abîmée, une réparation ponctuelle est réalisée, soit par empiècement avec le matériau d'origine, soit par bande adhésive en fonction de la taille de la zone concernée.

4.4.4. Contrôle de la siccité des panneaux EGO-CLT

Conformément au e-Cahier du CSTB 3814, afin de respecter les conditions de service des panneaux EGO-CLT, leur humidité, mesurée à 40 mm de la surface ou à mi épaisseur pour les panneaux d'épaisseur inférieure à 80 mm (cette profondeur doit être adaptée à +/- 5 mm s'il s'avère que la composition du panneau entraîne la présence d'un plan de collage à cette 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 de couverture. L'appareil de mesure sera du type humidimètre électrique à résistance équipé d'électrodes isolées et devra être calibré.

Un zonage délimitant sur plan des surfaces de 225 m² doit être réalisé. Sur chaque zone, un repérage des points de mesure doit être formalisé sur plan à raison d'un point tous les 5 m de chaque côté de la noue ou du bas de versant et 1 tous les 5 m environ en partie courante (soit une douzaine de mesures individuelles pour cette zone):

- Si, sur cette zone, l'humidité moyenne est < à 20 % avec au plus une valeur individuelle entre 20 et 25%, le support est admissible d'un point de vue de l'humidité ;
- Si, sur cette zone, l'humidité moyenne est < à 20 % mais qu'au moins deux valeurs individuelles sont comprises entre 20 et 25 %, il est nécessaire de protéger de l'eau et de ventiler les panneaux EGO-CLT ;
- Si, au moins une valeur individuelle est > à 25%, il est nécessaire de remplacer le/les panneaux EGO-CLT concernés et de refaire les mesures ;
- Si, sur cette zone, l'humidité moyenne est > à 20% mais que toutes les valeurs individuelles sont < à 25%, il est nécessaire de protéger de l'eau et de ventiler les panneaux EGO-CLT ;
- Dans les autres cas, il est nécessaire de remplacer les panneaux EGO-CLT.

Les mesures d'humidité avant mise en œuvre du complexe de couverture sont formalisées et transmises au maitre d'œuvre avec les indications suivantes : plan de zonage, identification de la zone, référence du panneau EGO-CLT, date, référence de l'instrument de mesure utilisé, essence des panneaux livrés, température sélectionnée et profondeur de pénétration.

Dans le cas où les mesures d'humidité des panneaux EGO-CLT ne sont pas concluantes, il est nécessaire de les protéger par une protection temporaire sous la forme d'un parapluie (cf. § 8.2 du e-cahier CSTB 3814) et de ventiler les panneaux EGO-CLT sur leurs deux faces. Le retour à une humidité admissible peut prendre un certain temps. Il est inutile de chauffer l'air à proximité des panneaux.

4.4.5. Mise en œuvre de l'ouvrage pare-vapeur en climat de plaine

Lorsqu'il est nécessaire, l'ouvrage pare-vapeur est placé côté chaud de la construction entre l'isolation thermique et le panneau EGO-CLT.

En climat de plaine, un pare-vapeur avec une perméance équivalente à un Sd ≥ 18 m (Sd ≥ 57 m en zone très froide hors climat de montagne), devra être mis en œuvre lorsqu'un écran souple de sous-toiture certifié QB 25 est mis en œuvre sans être ventilé en sous-face (classement Sd1).

L'ouvrage pare-vapeur est mis en œuvre conformément au DTU 45.10, au DTU 31.2, ou à l'ATEC/DTA du procédé d'isolation en rampant du GS 20.

Lors de la mise en œuvre d'un procédé du type « sarking », se référer à l'ATEC/DTA du procédé de sarking.

4.4.6. Mise en œuvre de l'isolation en partie courante

4.4.6.1. Procédé d'isolation continue posé directement sur le panneau (Sarking)

Avec ce procédé, les contre-liteaux sont fixés directement sur le panneau au travers de l'isolant.

On se réfèrera impérativement aux Avis Techniques / Documents Techniques d'Application des procédés pour la mise en œuvre suivant la méthode Sarking.

Pour ce type d'application, les panneaux EGO-CLT sont de 80 mm minimum. Ainsi, l'ancrage et la résistance à l'arrachement des fixations dans les panneaux EGO-CLT peuvent être considérés comme équivalent à une pose d'un système Sarking sur une charpente en bois massif.

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

- Panneaux EGO-CLT ;
- Pare vapeur lorsque nécessaire (cf. § 4.2.1) ;
- Isolant sarking sous ATEC/DTA ;
- Ecran souple de sous-toiture certifié QB 25, sur lame d'air ventilée sur l'extérieur s'il n'est pas certifié Sd1 ;
- Contrelattes ;
- Lame d'air sous couverture ventilée sur l'extérieur ;
- Couverture et éléments porteurs associés.

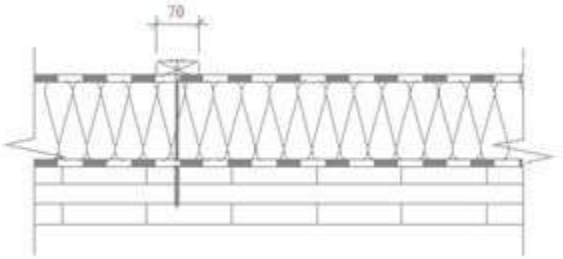


Figure B1 : EGO CLT support de couverture de type sarking

4.4.6.2. Isolation entre chevrons

La nature et les caractéristiques de l'isolant doivent être adaptées à l'utilisation en remplissage entre ossature. Il doit être mis en œuvre conformément, au DTU 45.10, ou à un ATEC/DTA spécifique du GS 20.

L'isolant utilisé est destiné à être posé entre chevrons sur toiture inclinée.

Il est nécessaire de protéger les isolants vis-à-vis des intempéries en phase chantier, soit par une protection provisoire par ouvrage parapluie (cf. § 4.4.3.1), soit en posant la couverture à l'avancement.

En l'absence d'écran de sous toiture, l'espace de ventilation en sous face de la couverture ne doit pas être obstrué, et la ventilation doit être conforme au DTU ou à l'ATEC/DTA du procédé de couverture.

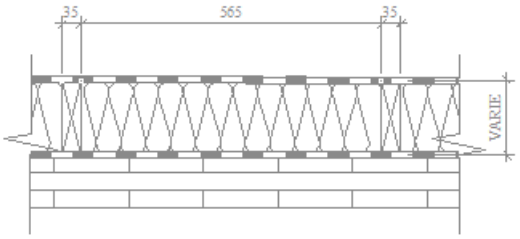


Figure B2 : EGO CLT support de couverture avec isolation entre chevrons

La fixation des chevrons sur les panneaux EGO-CLT sera assurée par des vis, avec un traitement anti-corrosion adapté à un emploi en classe de service 2 selon NF EN 1995-1-1, de diamètre 6 – 8, de type WFO de SFS intec ou de caractéristiques mécaniques identiques ou supérieures. Un préperçage dans le chevron est nécessaire suivant les préconisations du fabricant de visserie.

A titre indicatif, les longueurs et diamètres des vis SFS sont les suivantes en fonction des épaisseurs d'isolants :

- Isolant de 140 mm vis WFR-6x200 ;
- Isolant de 200 mm vis WFO-8x280 ;
- Isolant de 300 mm vis WFO-8x380.
- La longueur minimale nécessaire des vis est donnée dans le tableau B2.

Les fixations devront respecter les prescriptions du § 4.3.6.

4.4.6.3. Performances thermiques

D'après les Règles Th-Bât 2012, Th-U Fascicule 4/5, partie 3.9 (ponts thermiques intégrés courants), les valeurs des ponts thermiques pour une conductivité de l'isolant égale à 0,038 W/m.K sont données dans le tableau 1B en fin de dossier.

4.4.7. Pose des écrans souples de sous toiture (climat de plaine uniquement)

La pose d'un écran souple de sous toiture est obligatoire pour les couvertures en petits éléments.

La pose de l'écran souple de sous toiture doit respecter les prescriptions du NF DTU 40.29. La pose d'un écran de sous toiture perméable à la diffusion de vapeur d'eau (certifié QB25 et Sd1) est obligatoire si l'écran n'est pas ventilé en sous face (ex : pose directe sur isolant).

4.4.8. Mise en œuvre des couvertures en climat de plaine

4.4.8.1. Généralités

Les panneaux EGO-CLT devront être dimensionnés par l'entreprise mettant en œuvre les panneaux EGO-CLT, en tenant compte du fait que ce sont les liteaux et les lambourdes qui retransmettent les efforts. En ce qui concerne la mise en œuvre de couverture sur procédé sarking, il y a lieu de se reporter à l'avis technique en vigueur du procédé.

La mise en œuvre des couvertures se fait selon le référentiel mentionné au § 4.1.3.1 (DTU, Avis Technique / Document Technique d'Application, Règles professionnelles, ...).

4.4.8.2. Mise en œuvre des contrelattes

La mise en place d'une contrelatte en bois dans le sens parallèle au rampant, d'épaisseur minimale 2 cm et de largeur minimale 3,6 cm fixée au support à l'aide de clous ou de vis, permettra d'assurer la ventilation en sous-face de la couverture. Les prescriptions de mise en œuvre des contrelattes sont décrites dans les DTU ou ATEC/DTA des éléments de couvertures correspondant.

Les contre-lattes sont destinées à supporter les bois supports de couverture (Liteaux et voliges).

- La pénétration minimale du clou dans le panneau EGO-CLT est de 6 cm.
- La distance maximale autorisée, en partie courante, entre pointes est de 60 cm.
- En bas de pente, les contrelattes sont cloués sur les fourrures (2 clous minimum).
- Dans le cas d'un Sarking, il y aura lieu de se reporter à l'Avis Technique du procédé pour la mise en œuvre des contrelattes.

4.4.8.3. Couverture en ardoises

La conception et la pose de la couverture sont à réaliser conformément aux prescriptions des DTU 40.11 et du DTU 40.13. La pose directe des ardoises sur les panneaux EGO-CLT n'est pas admise.

4.4.8.4. Couverture en bardeaux bituminés

La conception et la pose de la couverture sont à réaliser conformément aux prescriptions des DTU 40.14. Les bardeaux bituminés ne seront jamais mis en œuvre directement sur les panneaux EGO-CLT comme supports direct de couverture.

Les bardeaux seront posés sur un support continu ventilé en sous face mis en œuvre au-dessus des panneaux EGO-CLT et conforme au § 3.2 du DTU 40.14.

4.4.8.5. Couverture en tuiles de terre cuite ou béton

La conception et la pose de la couverture sont à réaliser conformément aux prescriptions des DTU de la série 40.2*, ou éventuellement pour les pentes abaissées, aux ATEC/DTA ou aux « Règles professionnelles pour la pose à faible pente des tuiles de terre cuite à emboîtement et à glissement à relief » de septembre 2015.

Pour la pose des tuiles sur les panneaux EGO-CLT, on utilise des contre-liteaux et liteaux sur lesquels sont posées les tuiles. Les dimensions des contre-liteaux sont choisies de façon à ce qu'il subsiste un espace minimal de 20 mm entre la tuile et le panneau support.

4.4.8.6. Couverture en plaques nervurées métalliques ou plaques fibres-ciment

La conception et la pose de la couverture sont à réaliser conformément aux prescriptions des DTU de la série 40.3*. Les conditions de ventilation à respecter sont définies dans les DTU 40.3*.

En sous-face des plaques nervurées métalliques, il convient de mettre en œuvre :

- Soit un feutre tendu de faible épaisseur sous Avis Technique du GS 20.
- Soit un régulateur de condensation en sous-face, conforme au NF DTU 40.35 et au § 4.3.14, avec un procédé d'isolation en rampant sous Avis Technique du GS 20, visant l'emploi sous plaques métalliques nervurées. Les dispositions à considérer concernant l'ouvrage pare-vapeur et/ou l'écran de sous-toiture éventuel seront décrites dans l'Avis Technique.

En cas de procédé sarking, il y a lieu de se reporter à l'Avis Technique / Document Technique d'Application du système sarking visant la pose de couvertures en plaques nervurées métalliques ou plaques fibres-ciment.

4.4.8.7. Couverture en feuilles et longues feuilles métalliques

La mise en œuvre s'effectuera avec des contrelattes de hauteur 4 à 6 cm selon la longueur du rampant (cf. DTU 40.4*) et un platelage ventilé continu conforment aux DTU de la série 40.4* afin de supporter la couverture en feuilles ou bandes métalliques.

La conception et la pose de la couverture sont à réaliser conformément aux prescriptions des DTU de la série 40.4*.

4.4.8.8. Couverture en tuiles métalliques

Il peut être envisagé de réaliser des couvertures avec tuiles métalliques. On se réfèrera aux DTA en vigueur de ces produits pour en connaitre les limitations et préconisations de mise en œuvre.

On limitera leur utilisation à la réalisation de toiture froide, incluant la création d'une lame d'air ventilé (son épaisseur étant donné dans le DTA de la tuile métallique utilisé) en sous face du support de couverture rapporté sur les panneaux EGOIN par l'intermédiaire de contrelattes.

4.4.8.9. Couvertures non traditionnelles, selon Avis Techniques ou Document Technique d'Application

La mise en œuvre de couvertures non traditionnelles en ardoises, tuiles, bardeaux bituminés, plaques, tuiles métalliques, bacs ou petits éléments métalliques totalement supportés doivent se conformer aux prescriptions des Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application correspondants.

4.4.9. Traitement des points singuliers

Il convient de se référer aux dispositions des DTU ou aux ATec/DTA des couvertures concernés pour la réalisation des points singuliers. Des exemples de détails adaptés ci-dessous sont présentés en Annexe.

D'une manière générale, les ouvrages des points singuliers doivent être réalisés de manière à éviter la venue d'eau sur les panneaux EGO-CLT.

4.4.9.1. Egouts

Se référer aux figures B5 et B6 pour les éléments porteurs, et B7 et B8 pour les couvertures.

4.4.9.2. Rives latérales

Les avancées de toiture en rives latérales seront assurées par le dépassement des pannes ou abouts sur lesquels reposeront une ou plusieurs rangées de chevrons (cf. figure B16).

Les isolants de toiture seront arrêtés et maintenus, suivant les cas, par un chevron ou une entretoise de fermeture disposée entre pannes.

Les tranches des panneaux EGO-CLT serons toujours protégé avec des bandeaux périphériques en bois de classe d'emploi 3b ou 4 selon l'exposition (cf. figures B8 et B16).

4.4.9.3. Faîtages (cf. figure B11)

Suivant le sens de pose des panneaux EGOIN, ceux-ci peuvent être ou non supportés par un appui continu au faîtage (cf. figures B9 et B10).

L'assemblage des panneaux sera réalisé par vis.

Le faîtage sera traité en pose ventilé.

4.4.9.4. Noues et arêtiers (cf. figure B12)

Suivant le sens de pose des panneaux EGO-CLT, ceux-ci peuvent être ou non supportés par un appui continu (arêtier).

L'assemblage des panneaux sera réalisé par vis.

Pour ces points singuliers de couverture, il y aura lieu de veiller à conserver la ventilation en sous face des éléments.

4.4.10. Dispositions relatives à la sécurité incendie dans les ERP

Un recoupement du plan de toiture doit être réalisé par l'interposition d'une barrière étanche au flux thermique, aux effluents gazeux et matières fondues, au droit des écrans de cantonnement. Cette barrière de recoupement est réalisée sur chantier par le prolongement du panneau séparatif, ou par une pièce de bois d'une épaisseur de 70 mm (cf. figure B13).

4.5. Disposition de mise en œuvre particulières en climat de montagne

En climat de montagne (altitude > 900 m et ≤ 2000 m), les prescriptions du « Guide des couvertures en climat de montagne » CSTB de juin 2011, devront être suivies.

Les dispositions du § 4.4 « Dispositions de mise en œuvre en climat de plaine » sont applicables, aggravées par les dispositions particulières mentionnées dans le présent § 4.5.

La pose de l'isolation sera réalisée selon le § 4.4.6.

Une membrane pare-vapeur avec une perméance équivalente à un Sd ≥ 90m, sera placé côté chaud de la toiture entre l'isolation et le panneau EGO-CLT.

Aussi, le principe de conception de couverture à mettre en œuvre est celui de la double toiture ventilée, avec membrane d'étanchéité complémentaire sur support continu, conformément au « Guide des couvertures en climat de montagne » CSTB de juin 2011.

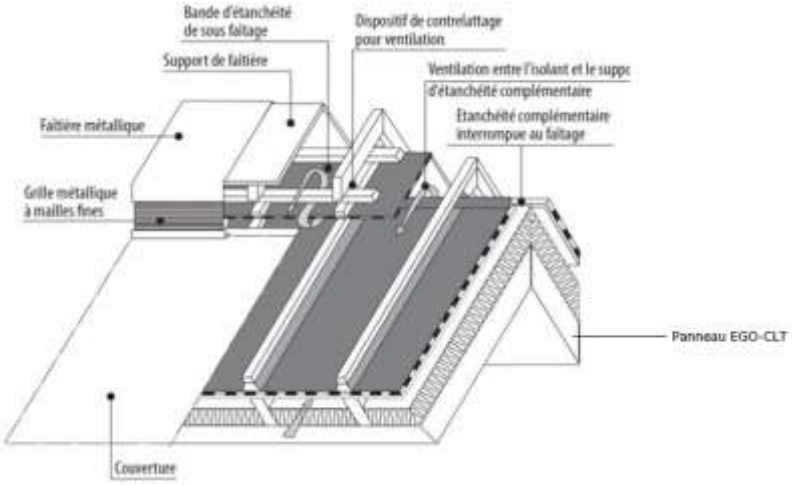


Figure B3 : Principe de la double-toiture ventilée

Le principe de la double toiture ventilée nécessite que chacun des espaces délimités par la membrane d'étanchéité complémentaire et son support soient convenablement ventilés, selon le principe suivant :

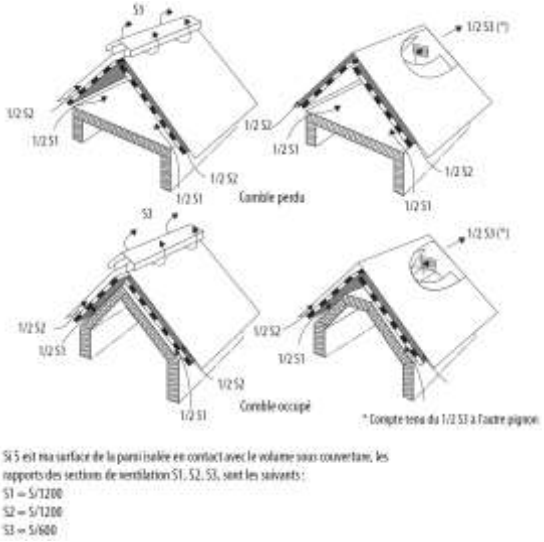


Figure B4 : Ventilation des toitures en climat de montagne

Il est nécessaire de mettre en œuvre une membrane d'étanchéité complémentaire, posée sur support continu ventilé et établie conformément aux dispositions prévues par le chapitre 2 du « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011.

Les figures B14, B15 et B17 montrent des exemples de composition de toiture inclinée pour une utilisation en climat de montagne.

Dans le cas d'une pose avec chevrons sur les panneaux EGO-CLT, seules les tuiles métalliques sont admises pour cette application et il y aura lieu de se reporter à leur Avis Technique / Document Technique d'Application, visant la pose en climat de montagne.

Dans le cas d'un Sarking, il y aura lieu de se reporter à l'Avis Technique / Document Technique d'Application du procédé, visant la pose en climat de montagne.

4.6. Assistance et organisation de la mise œuvre

La société EGOIN garantie une assistance technique auprès des entreprises de couverture intervenant sur des structures utilisant le panneau CLT en support de couverture, afin de valider les solutions de mises en œuvre en fonction du matériau de couverture utilisé, des spécificités de l'ouvrage et de sa localisation.

4.7. Prescriptions particulières relatives aux panneaux, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Les panneaux en bois massifs contrecollés EGO-CLT sont de classe D-s2, d0 (cf. la Décision de la Commission européenne référencée au § 2.9 du Dossier Technique).

Seul l'emploi du procédé EGO-CLT pour toitures associés à des supports isolants non combustibles est visé.

En application des dispositions de l'article AM 8 § 1a, modifié par l'arrêté du 6 octobre 2004, l'emploi de produits d'isolation au moins classés A2-s2, d0 (euroclasse) est possible sur les panneaux EGO-CLT, sans disposition complémentaire pour le feu intérieur.

Cette disposition est valable pour les isolants :

- de laine de verre ;
- de laine de roche.

4.8. Tableaux et figures

Tableau B1 – Performances thermiques

Panneaux de 81 mm d'épaisseur				
Ossature bois (U_p calculé avec un entraxe de chevrons de 0,61 m)				
Conductivité de l'isolant	Epaisseur d'isolant	U_c	Ψ	U_p
W/m.K)	*mm*	*W/(m².K)*	*W/(m.K)*	*W/(m².K)*
0,032	140	0,193	0,030	0,24
	200	0,142	0,036	0,20
	240	0,121	0,036	0,18
0,035	140	0,209	0,030	0,26
	200	0,154	0,036	0,21
	240	0,131	0,036	0,19
0,038	140	0,223	0,030	0,27
	200	0,165	0,036	0,23
	240	0,141	0,036	0,20
0,040	140	0,233	0,030	0,28
	200	0,173	0,036	0,23
	240	0,147	0,036	0,21
0,044	140	0,252	0,030	0,30
	200	0,187	0,036	0,25
	240	0,160	0,036	0,22
Sarking (U_p calculé avec 5 fixations par m²)				
Conductivité de l'isolant	Epaisseur d'isolant	U_c	Ψ	U_p
W/m.K)	*mm*	*W/(m².K)*	*W/(m.K)*	*W/(m².K)*
0,032	140	0,195	0,010	0,25
	200	0,143	0,008	0,18
	300	0,099	0,008	0,14
0,035	140	0,210	0,010	0,26
	200	0,155	0,008	0,20
	300	0,107	0,008	0,15
0,038	140	0,225	0,010	0,28
	200	0,166	0,008	0,21
	300	0,116	0,008	0,16
0,040	140	0,235	0,010	0,29
	200	0,174	0,008	0,21
	300	0,121	0,008	0,16
0,044	140	0,254	0,010	0,30
	200	0,189	0,008	0,23
	300	0,132	0,008	0,17

Tableau B2 – Longueurs des vis

Choix de la longueur de vis en fonction d'épaisseur	
Epaisseur totale isolation + contre liteaux	**longueur vis**
60	210
80	230
100	250
120	270
140	300
160	330
180	360
200	360
220	400
240	440

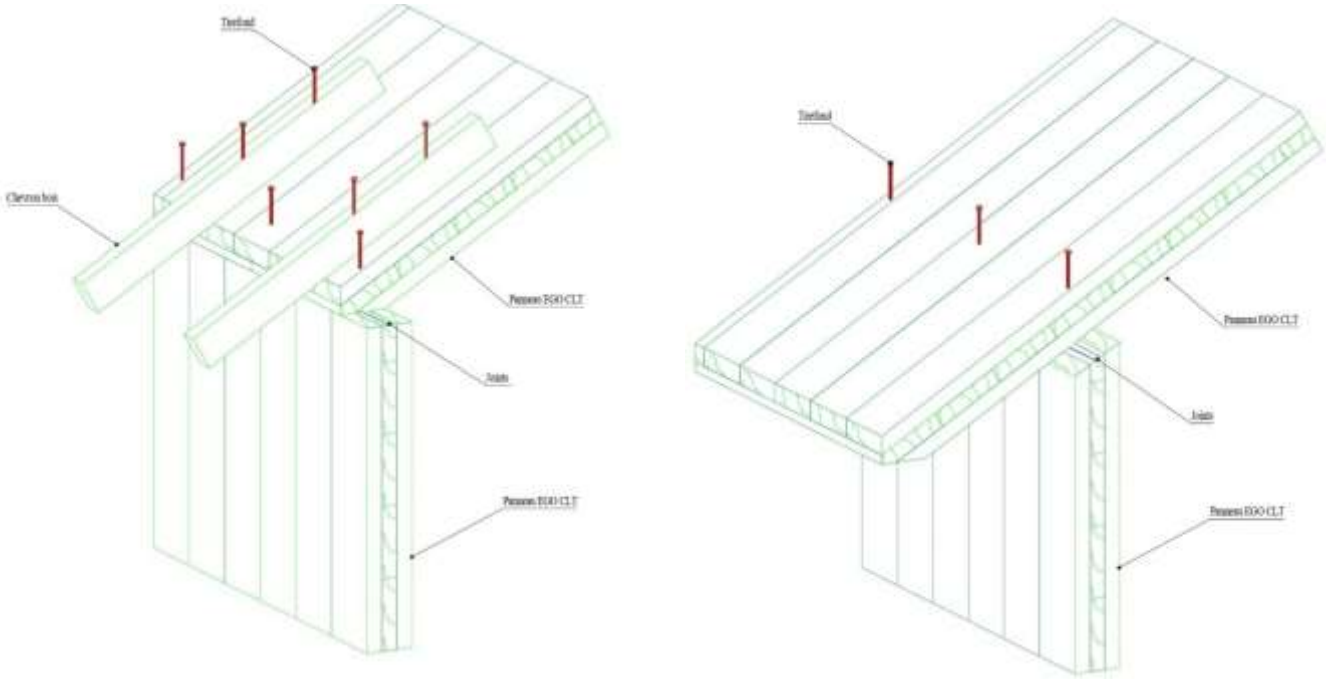


Figure B5 – Toiture en saillie

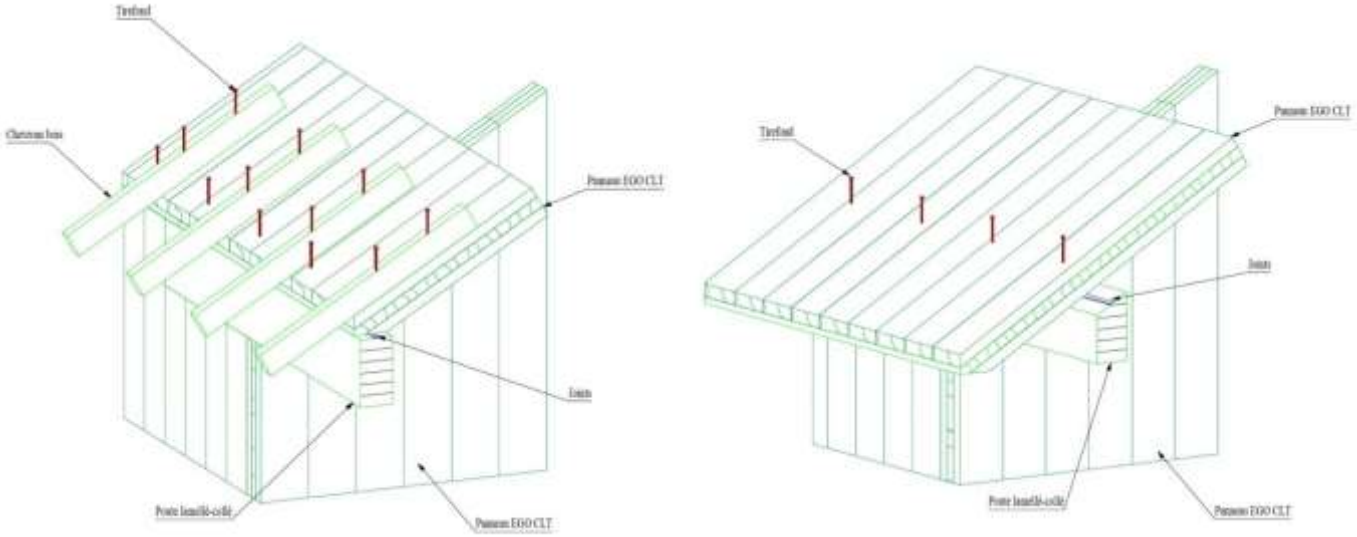
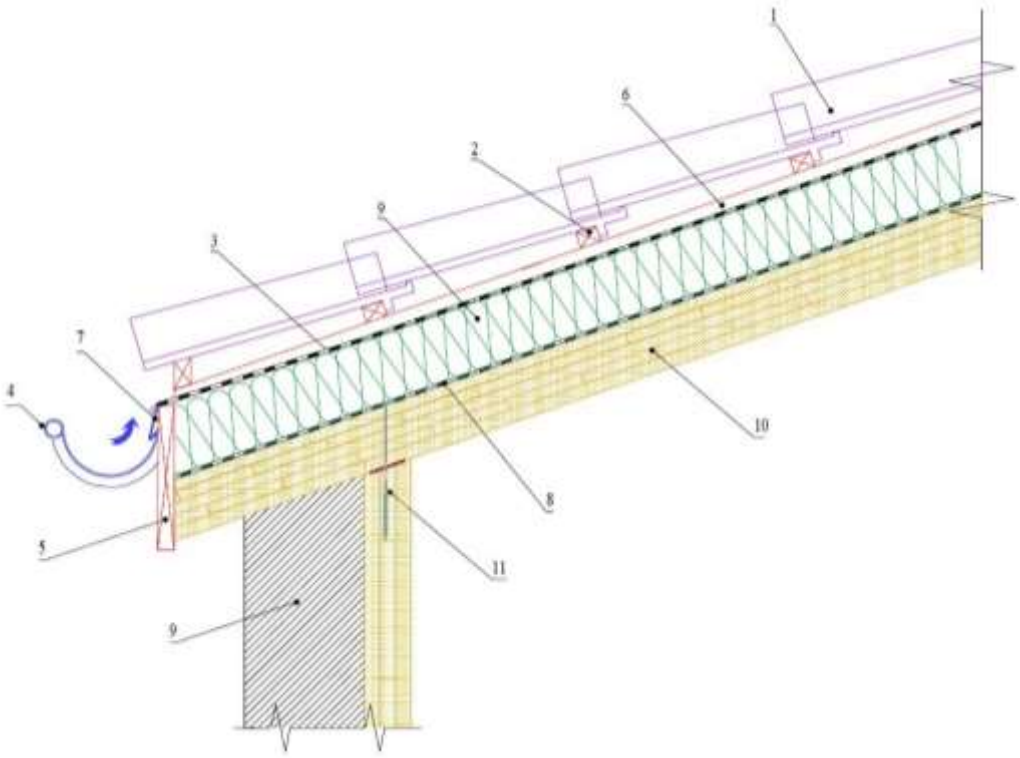
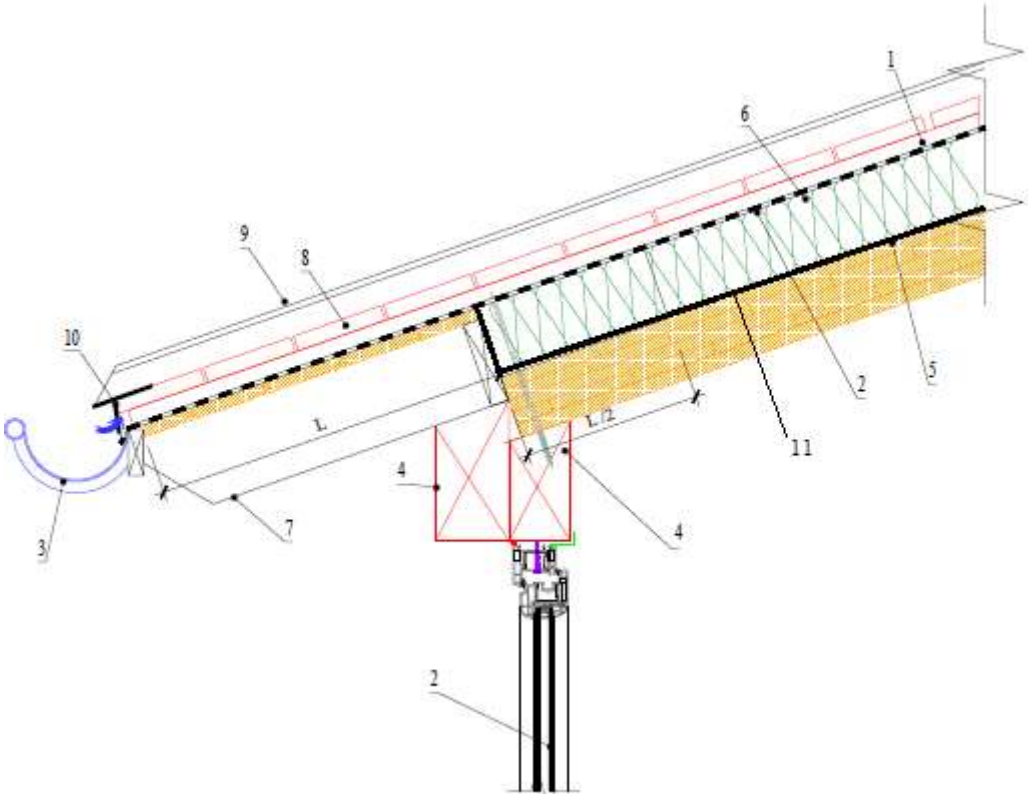


Figure B6 – Toiture en saillie 2 directions



1 – Tuile
2 – Liteau
3 – Ecran souple de sous-toiture certifié QB 25 et classé Sd1
4 – Gouttière
5 – Bandeau
6 – Contrelatte
7 – Larmier
8 – Pare-vapeur
9 –Isolation sarking ou entre chevrons
10 – Panneau EGO-CLT
11 – Vis

Figure B7 – Egout avec débord, couverture en tuiles, climat de plaine



1 – Contrelatte
2 – Ecran de sous-toiture certifié QB 25 et classé Sd1
3 – Gouttière
4 – Bandeau périphérique
5 – Panneau EGO-CLT
6 – Isolant
7 – Chevron
8 – Volige support de zinc
9 – Feuille de zinc 0,65 mm à joint debout
10 – Bande d'égout ventilée
11 – Pare-vapeur

Figure B8 – Egout avec débord, couverture en zinc, climat de plaine

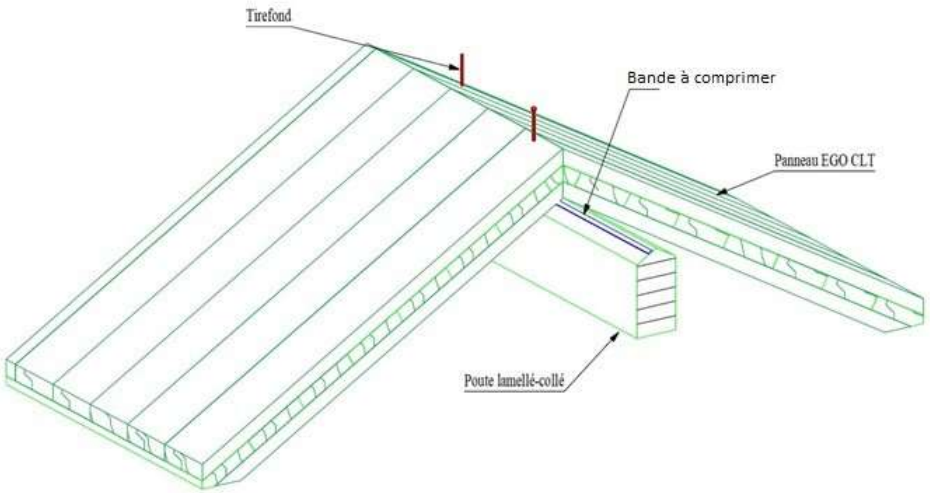


Figure B9 – Ligne de faitage avec poutre

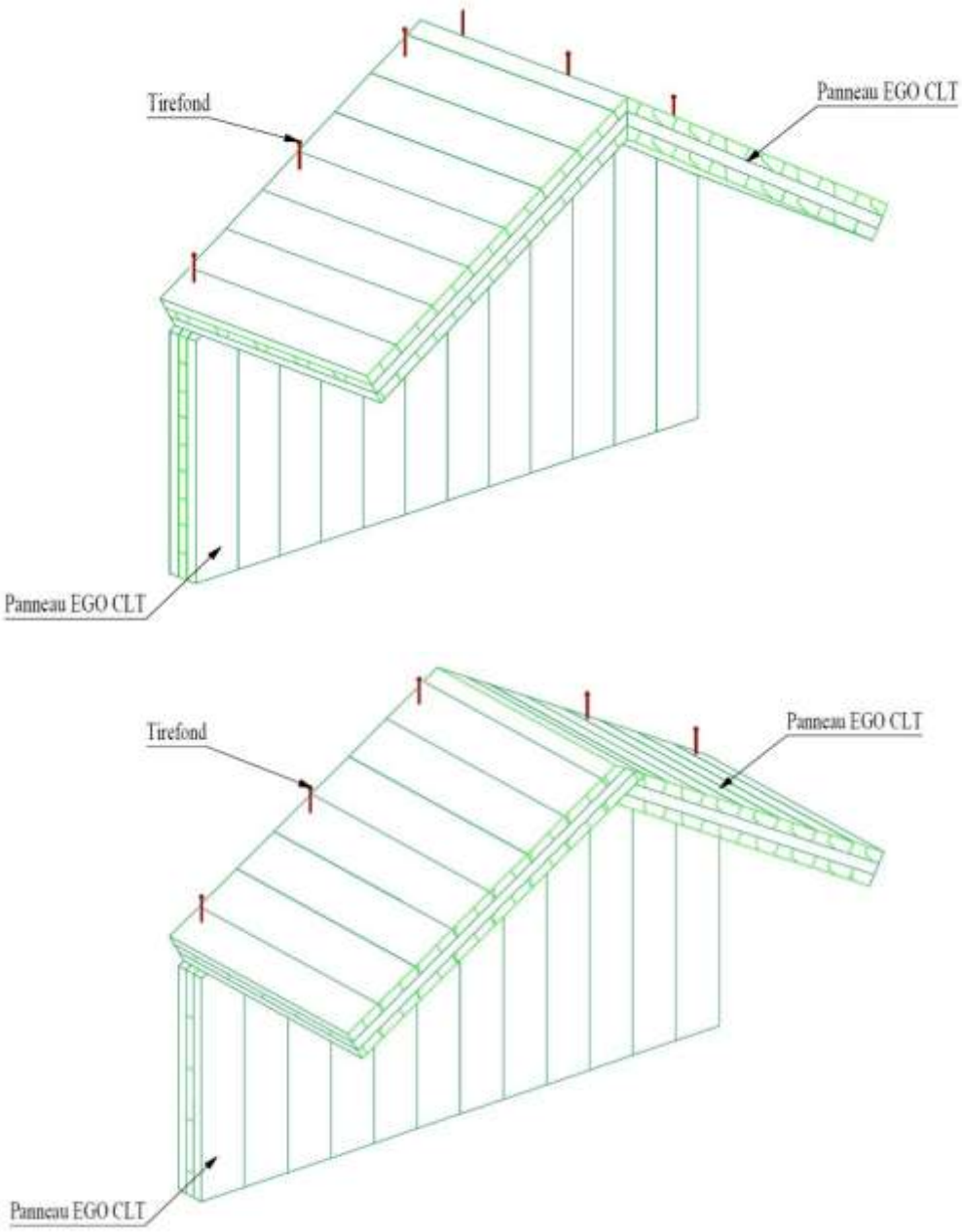
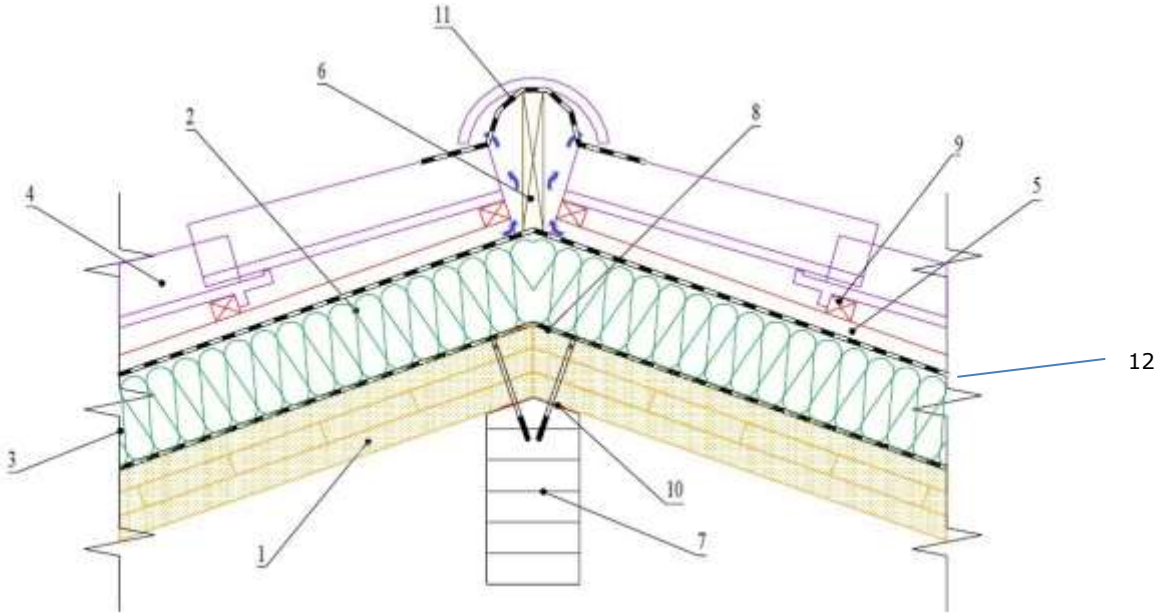
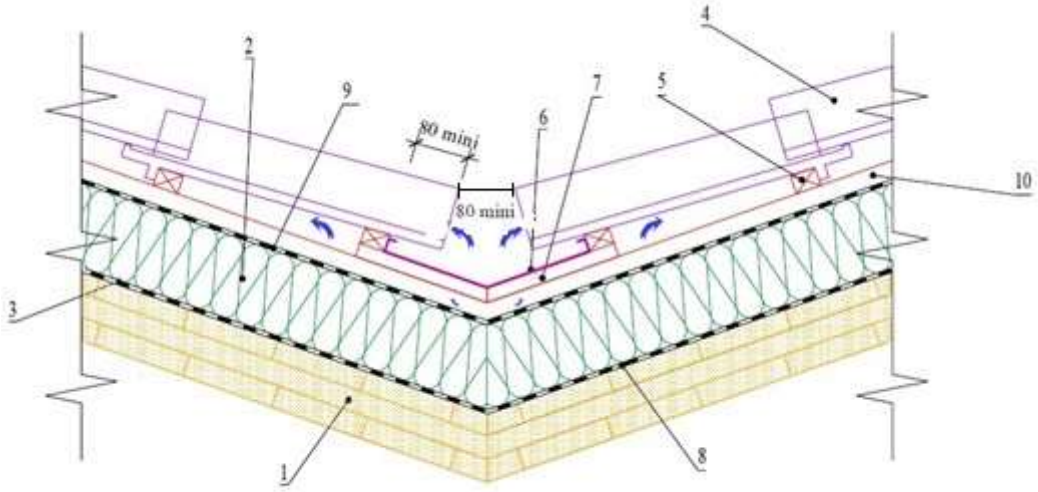


Figure B10 – Ligne de faitage sans poutre



1 – Panneau EGO-CLT
2 – Isolation entre chevrons
3 – Chevrons
4 – Tuile
5 – Contrelatte
6 – Rehausse
7 – Poutre
8 – Pare-vapeur
9 – Liteau
10 – Mousse à comprimer
11 – Closoir ventilé certifié QB 35
***12 - Ecran souple* de sous-toiture certifié QB *25 et classé* Sd1**

Figure B11 – Faitage, climat de plaine



1 – Panneau EGO-CLT
2 – Isolation entre chevrons
3 – Chevrons
4 – Tuile
5 – Liteau
6 – Noue
7 – Support de noue ventilé
8 – Pare-vapeur Sd > 18 m
9 – Ecran souple de sous-toiture certifié QB 25 et classé Sd1
10 – Contrelatte

Figure B12 – Noue

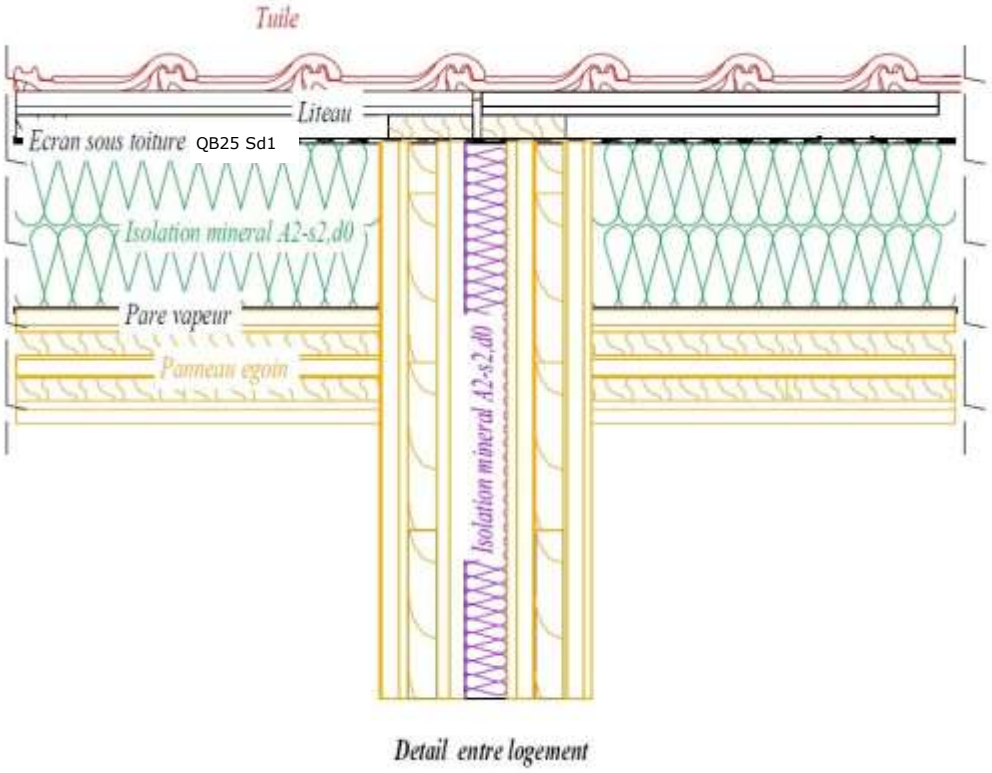
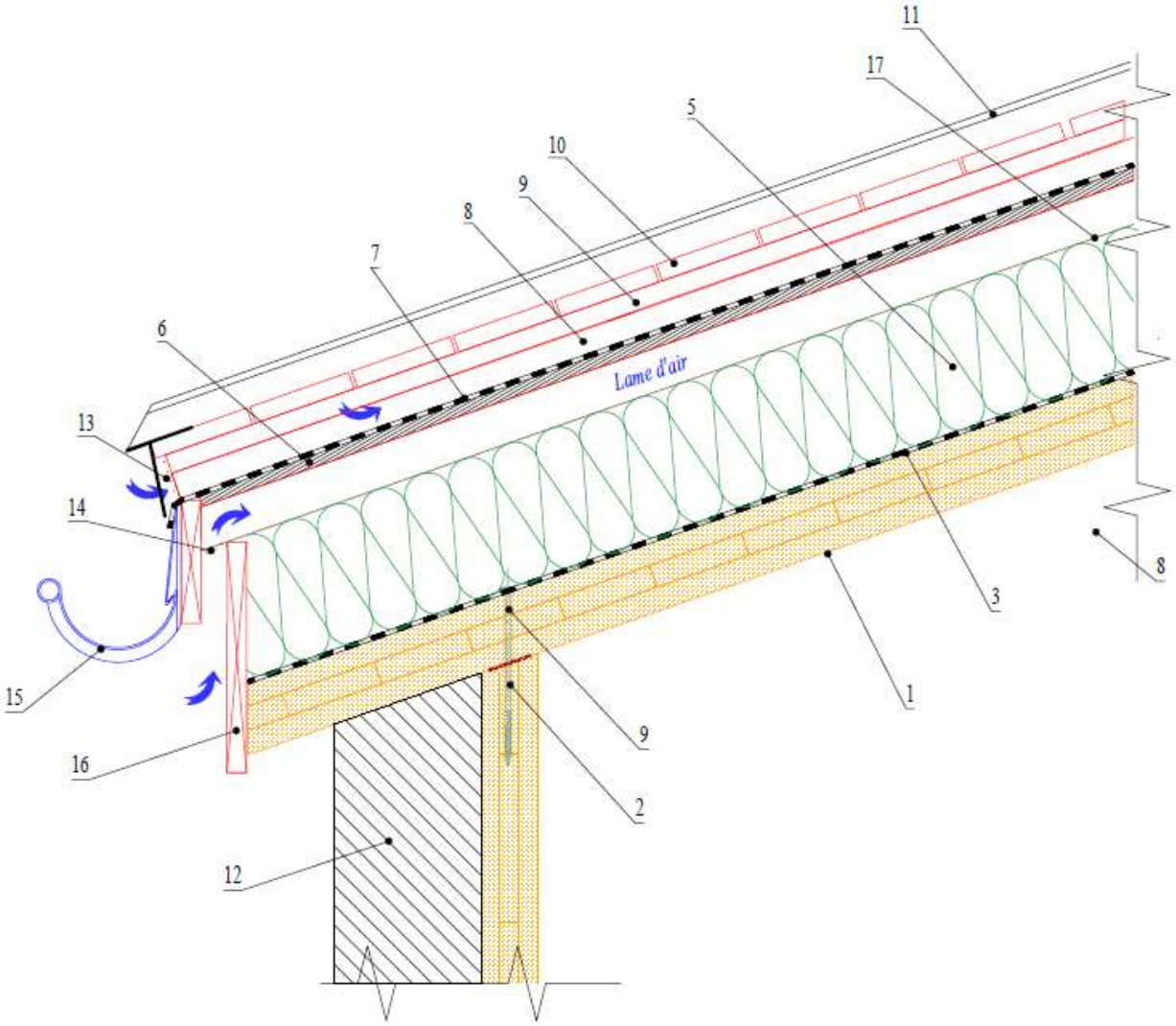
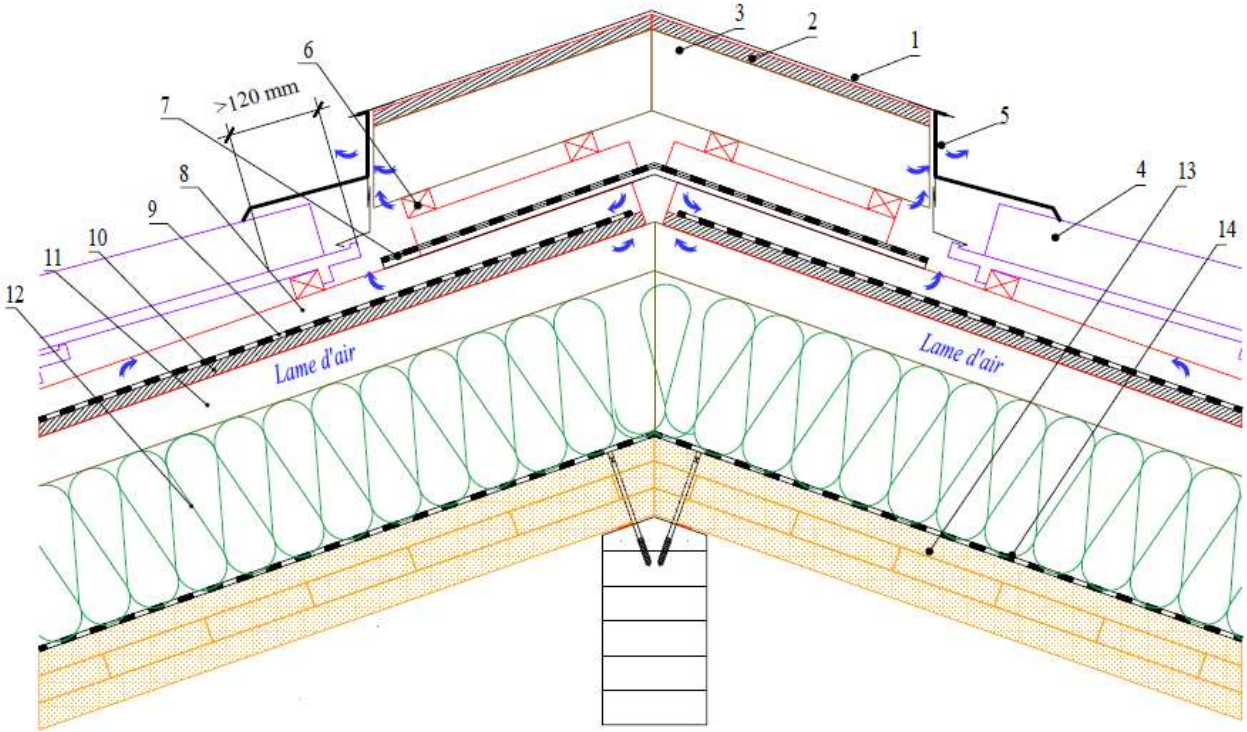


Figure B13 – Recoupement entre logement



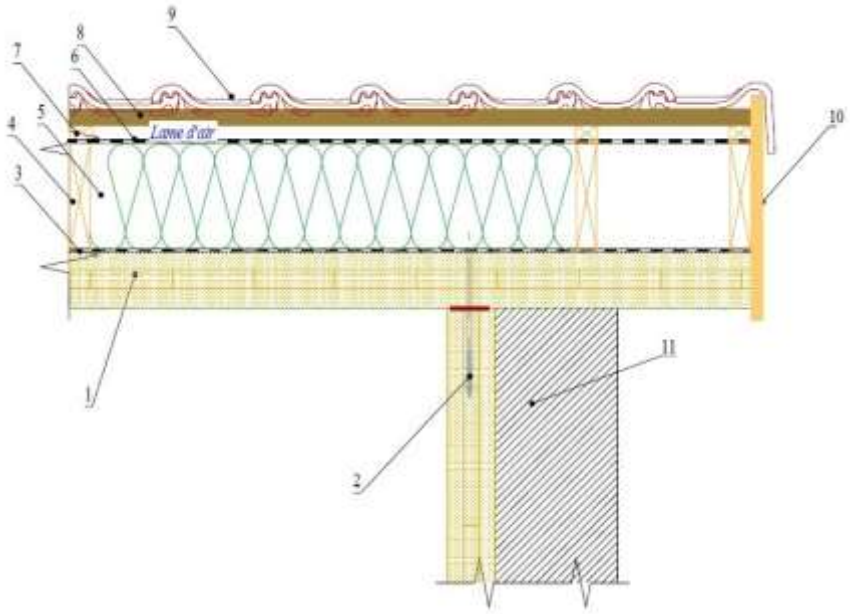
1 – Panneau EGO-CLT
2 – Vis
3 – Pare-vapeur Sd ≥90 m
4 – Contrelatte
5 – Isolation sarking
6 – volige support d'étanchéité complémentaire (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011)
7 – Etanchéité complémentaire (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011)
8 – Tasseau trapézoïdal recouvert par l'étanchéité complémentaire
9 –Réhausse
10 – Volige support de zinc
11 – Zinc à joint debout
12 – Isolation et revêtement extérieurs
13 –Bande d'égout
14 – Ventilation + grille anti-rongeurs
15 – Gouttière
16 – Bandeau

Figure B14 – Egout, climat de montagne, selon procédé Sarking.



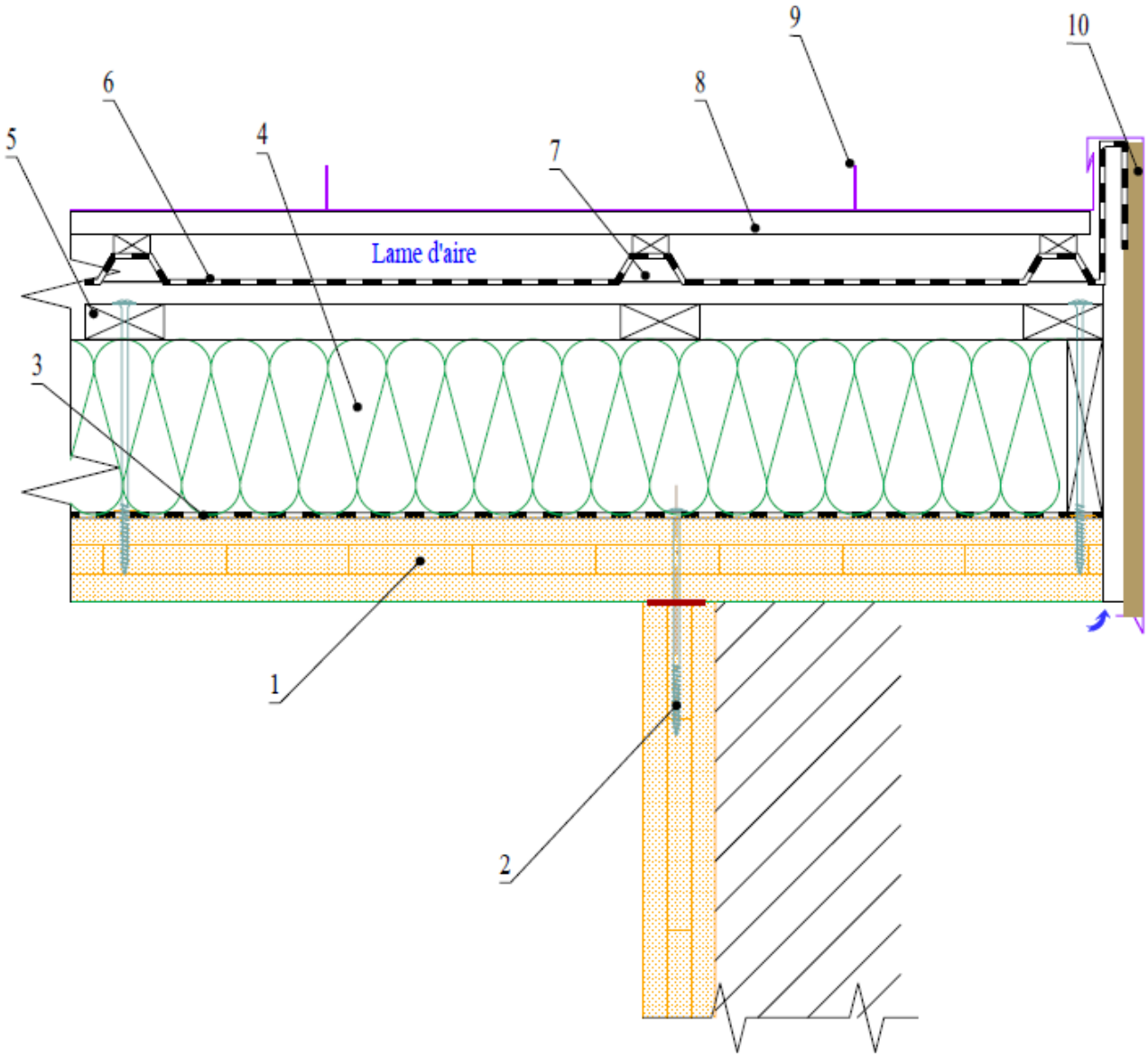
1 – Faîtière métallique
2 – Panneau support de faîtière
3 –Chevron de rehausse
4 – Couverture
5 –Grille métallique à mailles fines
6 – Liteau
7 – Etanchéité complémentaire sur support continu (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011)
8 – Rehausse
9 – Etanchéité complémentaire (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne » de juin 2011)
10 – volige support d'étanchéité complémentaire
11 – Contrelatte
12 – Isolation sarking
13 – Panneau EGO-CLT
14 – Pare-vapeur Sd ≥ 90m

Figure B15 – Faitage, climat de montagne, selon procédé Sarking.



1 – Panneau EGO-CLT
2 – Vis
3 – Pare-vapeur Sd ≥ 18m
4 –Chevron
5 – Isolation entre chevrons
6 – Ecran souple certifié QB et classé Sd 1
7 – Contrelatte
8 – Liteau
9 – Tuile
10 – Bandeau
11 – Isolation et revêtement extérieurs

Figure B16 – Rive, climat de plaine



1 – Panneau EGO-CLT
2 – Vis
3 – Pare-vapeur Sd ≥90 m
4 – Isolation sarking
5 –Contrelatte
6 – Etanchéité complémentaire sur support continu (cf. « Guide des couvertures en climat de montagne de juin 2011)
7 – Tasseau trapézoïdal recouvert par l'étanchéité complémentaire
8 – Volige support de couverture
9 – Zinc à joint debout
10 – Bandeau

Figure B17 – Rive, climat de montagne selon procédé Sarking.

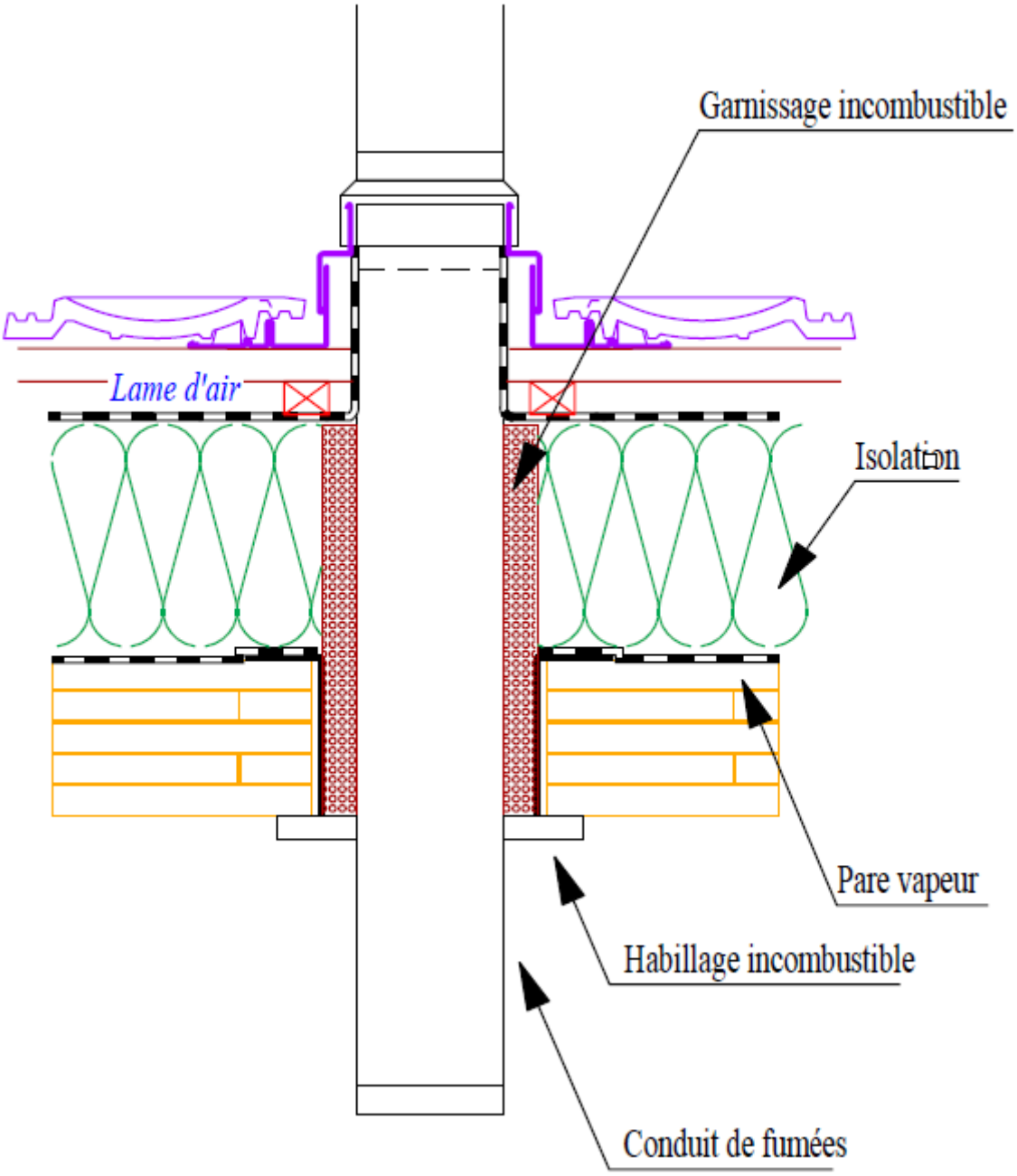


Figure B18 – Pénétration

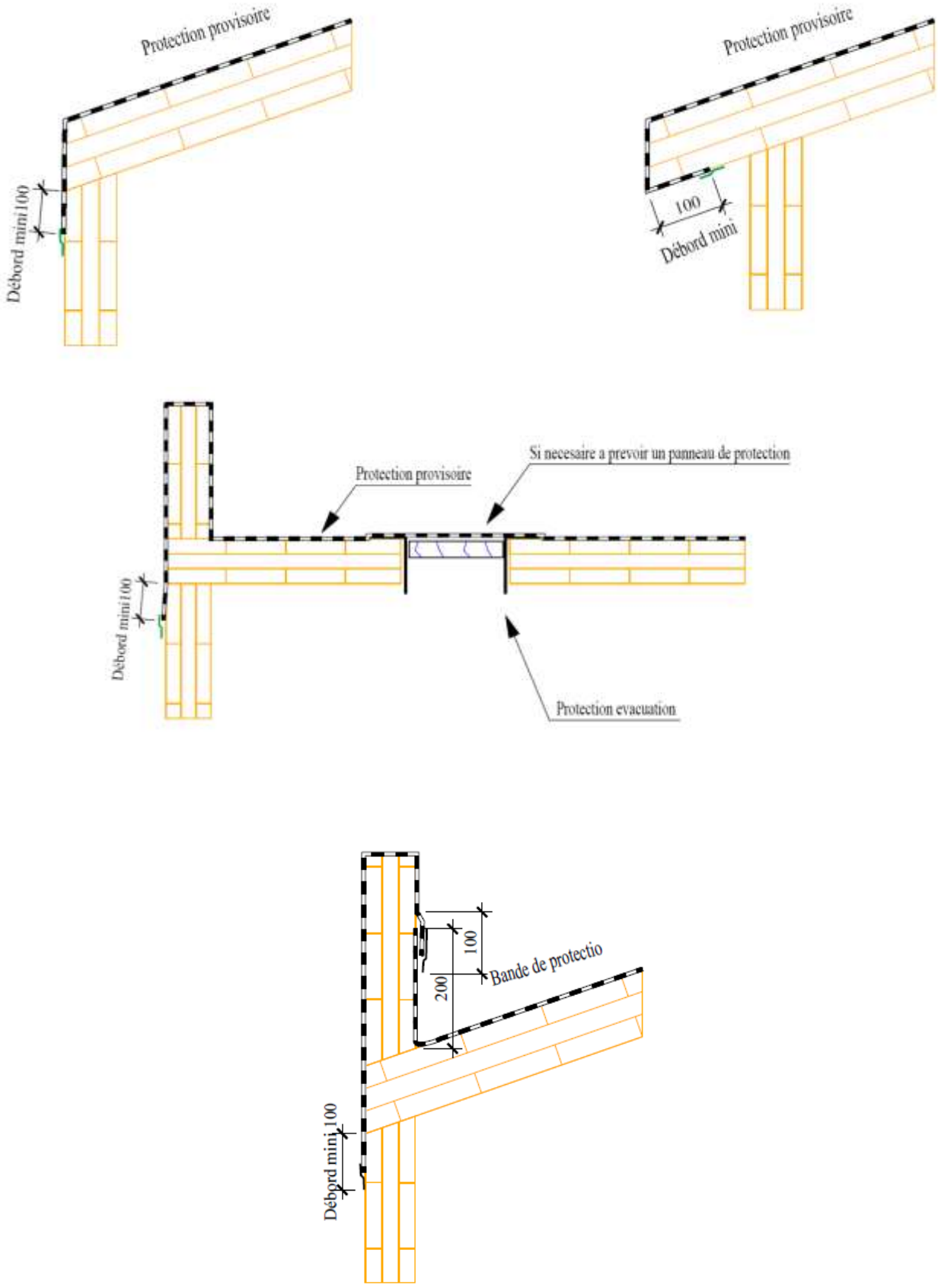


Figure B19 – Protection provisoire par écran souple

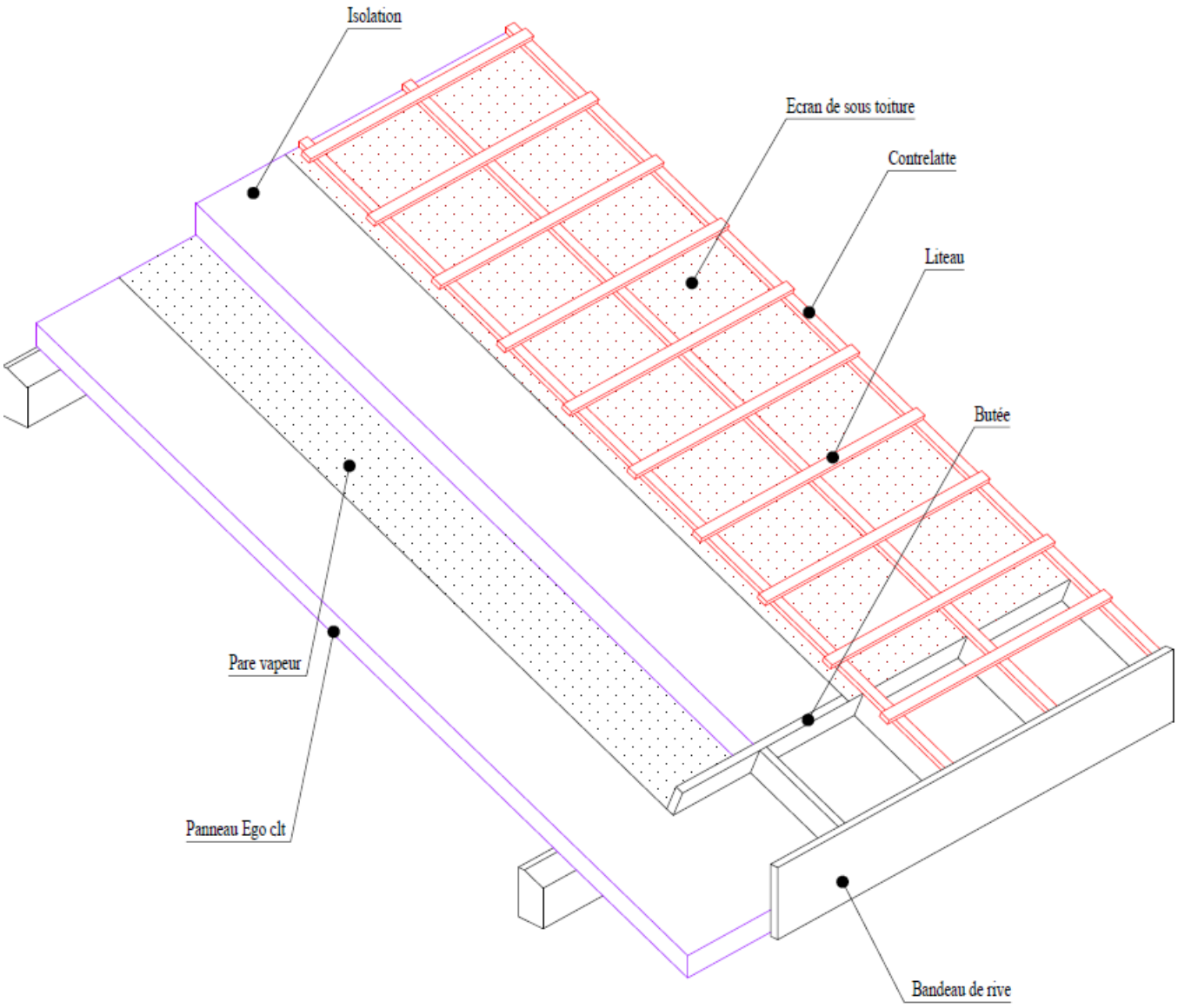


Figure B20 – Butée de bas de pente