

# APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3277\_V2

*ATEx de cas a*

**Validité du 02/09/2025 au 30/09/2027**



Copyright : POINT P SAS

---

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

---

**A LA DEMANDE DE :**

**POINT P SAS**

**12 place de l'IRIS, TOUR SAINT GOBAIN FR – 92400 COURBEVOIE**

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT**

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

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

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

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

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3277\_V2

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de parois COB/FOB avec intégration par projection humide d'un mélange à base de terre.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 02/09/2025, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : POINT P SAS - 12 place de l'IRIS, TOUR SAINT GOBAIN FR – 92400 COURBEVOIE
- Technique objet de l'expérimentation : TERLIAN MUR PREFABRIQUÉ BOIS est un procédé de murs à ossature bois porteurs (COB) ou non (FOB) avec remplissage intégral par projection par voie humide d'un mélange de terre, de liant, de fibres végétales et d'eau, d'épaisseur 95 à 145 mm (largeurs des montants).

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3277\_V2 et résumé dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée,

Donne lieu à une :

### APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation ne vaut que pour une durée limitée au **30/09/2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulés aux §4.

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

#### 1°) Sécurité

##### 1.1 – Stabilité des ouvrages et/ou sécurité des équipements

Le procédé TERLIAN MUR PREFABRIQUÉ BOIS est destiné à la réalisation de murs ou façades à ossature bois de bâtiments neufs ou en rénovation en France métropolitaine et en zone de sismicité 1 à 4, pour des murs à ossature bois porteurs (COB) au sens du NF DTU 31.2 dans la limite de R+3 ou 4 niveaux d'étage, et la hauteur des éléments individuels n'excédant pas 3,0 m et des façades à ossature bois non porteuses (FOB) en bandes horizontales conformément au NF DTU 31.4 (en pose interrompue ou en pose filante dans la limite de 3 niveaux d'étage). Il conviendra de tenir compte dans l'analyse globale du bâtiment et notamment pour la détermination des efforts de contreventement, de basculement et de cisaillement de :

- La masse additionnelle apportée par le remplissage ;
- L'apport de raideur du remplissage.

Il devra donc être réalisé une analyse de base (négligeant l'apport de raideur du remplissage) utilisant la raideur de base de la COB pour les murs concernés, puis une seconde analyse après affectation de la raideur de base de la COB augmentée de 25% aux murs destinés à recevoir un remplissage. La méthode de calcul peut également être réalisée de manière simplifiée, en réalisant uniquement l'analyse de base et en minorant les efforts de déplacements de 25%, moyennant le respect des dispositions décrites au §4.2 du Dossier Technique.

Le dimensionnement du système est réalisé conformément à la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale.

Compte tenu des éléments de justification fournis dans le Dossier Technique et sous condition de respecter les limitations indiquées dans la présente Appréciation, la stabilité de l'ouvrage peut être assurée.

##### 1.2 – Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants est considérée comme normalement assurée moyennant l'utilisation des dispositifs de manutention adaptés et le respect des prescriptions couramment utilisés pour ce type de parois.

##### 1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Compte tenu du fait que le remplissage n'a pas vocation à rester apparent, le procédé ne pose pas de problème particulier du point de vue de la réaction au feu.

Concernant la 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, le procédé est à même de satisfaire des degrés de stabilité au feu dans les conditions précisées dans l'Avis de laboratoire de résistance au feu n°EFR-24-003598 de septembre 2025.

Pour la propagation du feu par les 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 26 juillet 2023 V4.

## Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3277\_V2

### 1.4 – Sécurité en cas de séisme

Sur la base des éléments fournis par le demandeur et les prescriptions du cahier des charges, le procédé peut satisfaire aux exigences de sécurité en cas de séisme. Le domaine d'emploi du procédé est limité à une utilisation en France métropolitaine, zones sismiques 1 à 4 au sens de l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié.

### 2°) Faisabilité

#### 2.1 – Production

Le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS est fabriqué en usine et fait l'objet d'un autocontrôle lors de sa fabrication portant notamment sur la conformité des matériaux, l'humidité du bois, ainsi que des vérifications sur produits. Le Plan d'Assurance Qualité de l'usine de fabrication a été fourni par le demandeur.

La qualification et le suivi des terres provenant d'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) sont exclusivement réalisées par POINT P.

#### 2.2 – Mise en œuvre :

La mise en œuvre du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS relève de techniques usuelles et est décrite dans le NF DTU 31.2 dans le cas des COB ou dans le NF DTU 31.4 dans le cas des FOB.

Une attention particulière devra être apportée aux éléments FOB filantes sur 3 niveaux et ceux sur 2 niveaux. Dans le premier cas, la limite d'humidité du bois à la livraison devra être de 14% maximum et dans le second de 18% maximum lors de la livraison.

#### 2.3 – Assistance technique

La conception est effectuée par des bureaux d'études techniques externes. La société POINT P assure la formation du personnel de l'entreprise en charge du remplissage et fournit une assistance technique sur demande pour les chantiers.

### 3°) Risques de désordres

Le risque principal de désordre peut être dû à la mise en œuvre du procédé par une entreprise non formée à l'application. Les prescriptions de conception, de fabrication et de mise en œuvre précisées dans le Dossier Technique sont de nature à limiter ces risques.

### 4°) Recommandations

Il est recommandé :

- d'appliquer strictement les recommandations de l'Appréciation de Laboratoire au Feu n°EFR-23-003598 de septembre 2025 d'Efectis ;
- de porter une attention particulière aux éléments FOB filantes. Pour les FOB utilisées sur 3 niveaux, l'humidité à la livraison devra être de 14% maximum et pour celles utilisées sur 2 niveaux l'humidité pourra atteindre 18%.

### 5°) Rappel

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

## EN CONCLUSION

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

- La sécurité est assurée ;
- La faisabilité est probable ;
- Les désordres sont minimes.

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

Ménad CHENAF

## ANNEXE 1

### FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : POINT P SAS  
12 place de l'IRIS, TOUR SAINT GOBAIN FR – 92400 COURBEVOIE

Définition de la technique objet de l'expérimentation : TERLIAN MUR PREFA BOIS est un procédé de de murs à ossature bois porteurs (COB) ou non (FOB) avec remplissage intégral par projection par voie humide d'un mélange de terre, de liant, de fibres végétales et d'eau, d'épaisseur 95 à 145 mm (largeurs des montants).

Le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS est destiné à la réalisation de murs ou façades à ossature bois de bâtiments neufs ou en rénovation de la 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> famille ainsi que les bâtiments relevant du Code du travail ou Etablissements Recevant du Public dont le plancher bas du dernier niveau n'excède pas 28 m, en France métropolitaine et en zone de sismicité 1 à 4, pour des murs à ossature bois porteurs (COB) au sens du NF DTU 31.2 dans la limite de R+3 ou 4 niveaux d'étage, et la hauteur des éléments individuels n'excédant pas 3,0 m et des façades à ossature bois non porteuses (FOB) en bandes horizontales conformément au NF DTU 31.4 (en pose interrompue ou en pose filante dans la limite de 3 niveaux d'étage).

Le procédé est commercialisé par POINT P, qui s'appuie sur BULBAT pour la formulation, préparation et réalisation du remplissage. POINT P et BULBAT sont deux filiales de SAINT-GOBAIN DISTRIBUTION BATIMENT FRANCE. Les éléments préfabriqués du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS sont composés (de l'intérieur vers l'extérieur) comme suit :

- Contre-cloison (vide technique) non isolée conforme au NF DTU 25.41 ou au NF DTU 36.2 ;
- Ossature bois avec montants de largeur d = 95 à 145 mm et voile de contreventement ou panneau de stabilité côté extérieur.

ou deux faces (côté extérieur et intérieur), conformes aux dispositions du §3.2.2 du Dossier Technique ;

- Remplissage intégral à base de terre des cavités entre montants ;
- Revêtement extérieur listé au §3.3 du Dossier Technique avec isolant d'épaisseur 120 à 180 mm : bardage rapporté à lame d'air ventilée avec isolation thermique extérieure (ITE) ou système d'ITE avec enduit (ETICS)

Le domaine d'emploi est limité aux locaux à hygrométrie faible et moyenne tels que définis dans l'annexe B du NF DTU 31.2 (2019).

Le procédé est destiné à la réalisation d'ouvrages correspondant aux conditions des classes de service 1 et 2 au sens de de la norme NF EN 1995-1-1 et des classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

Côté extérieur, les murs ou façades en éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS reçoivent :

- Un système d'ITE avec enduit (ETICS) listé au §3.3.1 du Dossier Technique avec isolant d'épaisseur 120 à 180 mm ;  
Ou
- Un bardage rapporté à lame d'air ventilée listé au §3.3.2 du Dossier Technique avec isolation thermique extérieure d'épaisseur 120 à 180 mm.

*(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEX 3277\_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.*

**ANNEXE 2**

**CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE**

Ce document comporte 73 pages.

***Procédé TERLIAN MUR PREFABRIQUÉ BOIS***

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 10/09/2025

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3277\_V2.

Fin du rapport

Frank Kupferlé

Mob +33(0) 674 35 35 59

Email frank.kupferle@c4ci.eu



## DOSSIER TECHNIQUE

*ATEx n°3277\_V2 – TERLIAN MUR PREFABRIQUE BOIS – Élément de COB/FOB avec remplissage intégral hors site par un mélange à base de terre*

Etabli par C4Ci pour le compte de :

POINT P

12 place de l'Iris

Tour Saint-Gobain

92400 COURBEVOIE

CLIENT POINT P SAS

PROJET N° 2422

DATE 09/09/2025

VERSION REV2

---

## TABLE DES MATIERES

---

1	Principe.....	4
2	Domaine d'emploi.....	5
3	Caractéristiques des composants.....	6
3.1	MÉLANGE À BASE DE TERRE.....	6
3.1.1	Terre.....	6
3.1.2	Liant.....	6
3.1.3	Fibre végétale.....	6
3.1.4	Granulats recyclés.....	6
3.1.5	Caractéristiques du mélange à base de terre.....	7
3.2	AUTRES COMPOSANTS DE LA PAROI.....	7
3.2.1	Ossature bois.....	7
3.2.2	Voile de contreventement ou panneau de stabilité.....	7
3.2.3	Organes et ferrures d'assemblage.....	8
3.2.4	Pare-vapeur.....	8
3.2.5	Pare-pluie.....	8
3.2.6	Bandes adhésives.....	8
3.2.7	Contre-cloison intérieure.....	8
3.3	REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS.....	8
3.3.1	ITE avec enduit (ETICS).....	9
3.3.2	Bardage rapporté à lame d'air ventilée avec ITE.....	9
4	Conception.....	10
4.1	PRINCIPES GÉNÉRAUX.....	10
4.1.1	Rôle des acteurs.....	10
4.1.2	Formulation.....	10
4.1.3	Configurations de parois.....	11
4.1.4	Choix de la configuration de paroi TERLIAN MUR PREFE BOIS.....	12
4.2	CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT – CAS DE LA COB.....	13
4.2.1	Ancrages des éléments préfabriqués (COB).....	13
4.2.2	Assemblage des éléments préfabriqués entre eux (COB).....	13
4.2.3	Principes de conception et de dimensionnement (COB).....	13
4.2.4	Vérifications sous sollicitations sismiques.....	14
4.3	CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT – CAS DE LA FOB.....	14
4.3.1	Principes de conception et de dimensionnement (FOB).....	14
4.3.2	Conception de la structure primaire.....	15
4.3.3	Conception et dimensionnement des éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS.....	16
4.3.4	Conception et dimensionnement des assemblages.....	17
4.3.5	Dimensionnement des jeux fonctionnels entre les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS et la structure primaire.....	18
4.3.6	Vérifications sous sollicitations sismiques.....	19
4.4	VÉRIFICATIONS EN SITUATION D'INCENDIE.....	19
4.4.1	Réaction au feu.....	19
4.4.2	Résistance au feu.....	19
4.4.3	Propagation du feu par les façades.....	19
4.5	RÉSISTANCE AUX CHOCS.....	20
4.5.1	Résistance aux chocs de sécurité intérieurs.....	20
4.5.2	Résistance aux chocs de conservation des performances.....	20
4.6	REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS.....	20
4.6.1	ITE avec enduit (ETICS).....	20
4.6.2	Bardage rapporté à lame d'air ventilée avec ITE.....	21
4.7	INTÉGRATION DES MENUISERIES EXTÉRIEURES.....	23

4.8	ÉTANCHÉITÉ À L’AIR, À LA VAPEUR D’EAU ET À L’EAU.....	23
4.8.1	Principe et dispositions communes.....	23
4.8.2	Plan formant barrière à la diffusion de vapeur d’eau.....	23
4.8.3	Plan d’étanchéité à l’air.....	24
4.8.4	Plan d’étanchéité à l’eau en phase provisoire.....	24
4.8.5	Plan d’étanchéité à l’eau en phase définitive.....	24
4.8.6	Points singuliers.....	25
<b>5</b>	<b>Préfabrication et Mise en œuvre.....</b>	<b>26</b>
5.1	SÉQUENÇAGE.....	26
5.2	PRÉFABRICATION DES ÉLÉMENTS TERLIAN MUR PREFA BOIS.....	26
5.3	VÉRIFICATIONS PRÉALABLES À LA MISE EN ŒUVRE DU REMPLISSAGE.....	26
5.3.1	Vérifications du support et des conditions de mise en œuvre.....	26
5.3.2	Vérification des intrants.....	27
5.4	MISE EN ŒUVRE DU REMPLISSAGE À BASE DE TERRE.....	27
5.4.1	Principe et équipement.....	27
5.4.2	Préparation du mélange.....	27
5.4.3	Mise en œuvre du remplissage.....	28
5.4.4	Bon à lever.....	28
5.5	SÉCHAGE – BON À FERMER OU BON POUR MISE EN ŒUVRE.....	29
5.6	STOCKAGE ET MANUTENTION.....	29
5.6.1	Stockage hors site.....	29
5.6.2	Stockage sur site.....	30
5.6.3	Manutention.....	30
5.7	GESTION DE L’HUMIDITÉ EN PHASE CHANTIER.....	30
5.8	MISE EN ŒUVRE DES ÉLÉMENTS TERLIAN MUR PREFA BOIS SUR SITE.....	30
5.9	MISE EN ŒUVRE DES AUTRES PARTIES D’OUVRAGE.....	31
5.9.1	Mise en œuvre des menuiseries extérieures.....	31
5.9.2	Revêtement extérieur.....	31
5.9.3	Pare-vapeur.....	32
5.9.4	Contre-cloison.....	32
<b>6</b>	<b>Assistance technique.....</b>	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Contrôles.....</b>	<b>33</b>
7.1	CONTRÔLES AVANT LIVRAISON DE LA TERRE SUR SITE DE FABRICATION.....	33
7.1.1	Validation du site d’excavation.....	33
7.1.2	Validation initiale d’un lot de terre pour son application.....	33
7.1.3	Procédure de prélèvement et stockage des éprouvettes pour essais de compression.....	33
7.1.4	Procédure de validation initiale d’un liant ou de granulats de bois.....	33
7.2	CONTRÔLES SUR SITE DE FABRICATION.....	33
7.2.1	Contrôle de l’humidité de l’ossature bois et du voile de contreventement.....	33
7.2.2	Gâchées de contrôle.....	34
7.2.3	Contrôle de l’humidité du remplissage en terre.....	34
<b>8</b>	<b>Réparation.....</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Mention des justificatifs.....</b>	<b>35</b>

# 1 PRINCIPE

TERLIAN MUR PREFA BOIS est un procédé d'éléments préfabriqués de murs à ossature bois porteurs (COB) ou non (FOB) avec remplissage intégral réalisé hors site avec un mélange de terre, de granulats recyclés, de liant, de fibres végétales et d'eau, d'épaisseur 95 à 145 mm (largeur des montants).

Le procédé est commercialisé par POINT P, qui s'appuie sur BULBAT pour la formulation, préparation et réalisation du remplissage. POINT P et BULBAT sont deux filiales de SAINT-GOBAIN DISTRIBUTION BATIMENT FRANCE.

Les éléments préfabriqués du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS sont composés (de l'intérieur vers l'extérieur) comme suit :

- Contre-cloison (vide technique) non isolée conforme au NF DTU 25.41 ou au NF DTU 36.2 ;
- Ossature bois avec montants de largeur  $d = 95$  à  $145$  mm et voile de contreventement ou panneau de stabilité côté extérieur ou deux faces (côté extérieur et intérieur), conformes aux dispositions du §3.2.2 ;
- Remplissage intégral à base de terre des cavités entre montants ;
- Revêtement extérieur listé au §3.3 avec isolant d'épaisseur 120 à 180 mm : bardage rapporté à lame d'air ventilée avec isolation thermique extérieure (ITE) ou système d'ITE avec enduit (ETICS).

Les configurations de parois admises sont décrites au Tableau 2.

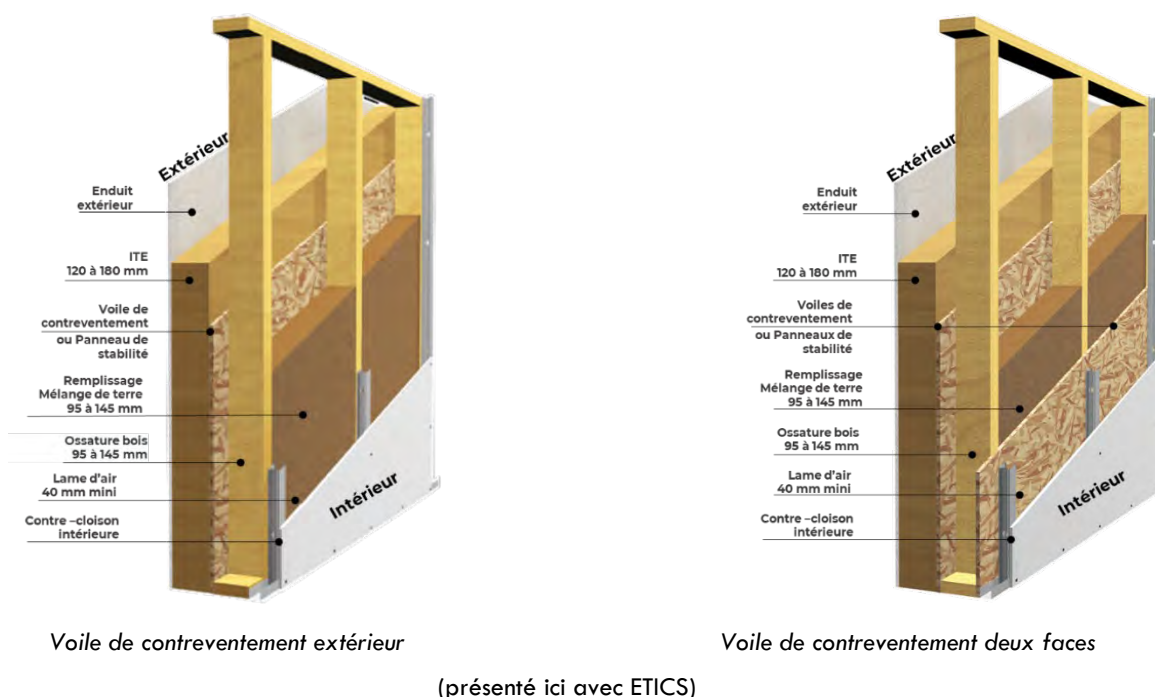
Le mélange ainsi que la mise en œuvre du remplissage sont réalisés hors site selon une formulation prédéfinie, exclusivement à partir d'un lot de terre préalablement qualifié par BULBAT, avec le liant et les fibres végétales visés.

Le remplissage à base de terre, qui n'a pas de fonction structurale, contribue à la performance thermique de l'ouvrage par son apport inertiel notamment vis-à-vis du confort d'été et sa contribution à la régulation hygrothermique du local.

Le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS se distingue des ouvrages à ossature bois courantes par :

- Le remplissage à base de terre entre les montants, qui nécessite la mise en œuvre systématique d'un ITE de 120 à 180 mm ;
- L'absence de pare-vapeur, le plan du panneau extérieur formant barrière à la diffusion de vapeur d'eau et plan d'étanchéité à l'air ;
- La mise en œuvre systématique d'un pare-pluie (membrane souple ou panneau) en phase provisoire qui est majoritairement conservé en phase définitive (cf. Tableau 3) et contribue à la fois à l'étanchéité à l'eau, à l'étanchéité à l'air et au fonctionnement hygrothermique de la paroi.

Figure 1 : Principe de paroi utilisant le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS



## 2 DOMAINE D'EMPLOI

Le procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS est destiné à la réalisation de murs ou façades à ossature bois de bâtiments neufs ou en rénovation en France métropolitaine et en zone de sismicité 1 à 4, pour :

- Les murs à ossature bois porteurs (COB) au sens du NF DTU 31.2 dans la limite de R+3 ou 4 niveaux d'étage, et la hauteur des éléments individuels n'excédant pas 3,0 m.
- Les façades à ossature bois non porteuses (FOB) en bandes horizontales :
  - Interrompues au sens du NF DTU 31.4 dans la limite du domaine d'emploi de ce dernier ;
  - Avec appui unique en pied au sens du NF DTU 31.4 dans la limite de R+2 ou 3 niveaux d'étage.
- Les bâtiments d'habitation de la 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> famille ainsi que les bâtiments relevant du Code du travail ou Etablissements Recevant du Public dont le plancher bas du dernier niveau n'excède pas 28 m, en tenant compte :
  - Des limitations spécifiques relatives aux configurations d'éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS décrites au §4.1.4, et particulièrement au Tableau 2 et au Tableau 3 ;
  - Des éventuelles limitations du domaine d'emploi résultant du respect de la réglementation en vigueur applicable aux bâtiments, notamment vis-à-vis du Règlement de Sécurité pour la Construction (cf. §4.3) ;
  - Des éventuelles limitations du domaine d'emploi (hauteur de façade, action du vent, sécurité incendie) sur support COB ou FOB visé par le référentiel (NF DTU ou Avis Technique ou Règles/Recommandations Professionnelles) dont relève le système de bardage rapporté ou le système d'ETICS visé, le domaine d'emploi du procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS se substituant à l'éventuelle absence du support FOB dans ledit référentiel ;
  - Et, en zone de sismicité 1 à 4, des limitations spécifiques au référentiel du système de bardage rapporté ou le système d'ETICS visé.
- Les locaux à hygrométrie faible et moyenne tels que définis dans l'annexe B du NF DTU 31.2 (2019), ponctuellement rafraîchis.
- La réalisation d'ouvrages correspondant aux conditions des classes de service 1 et 2 au sens de de la norme NF EN 1995-1-1 et des classes d'emploi 1 et 2 au sens de la norme NF EN 335.

Côté extérieur, les murs ou façades en éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS reçoivent :

- Un système d'ITE avec enduit (ETICS) listé au §3.3.1 avec isolant d'épaisseur 120 à 180 mm ; ou
- Un bardage rapporté à lame d'air ventilée listé au §3.3.2 avec isolation thermique extérieure d'épaisseur 120 à 180 mm.

Côté intérieur, les murs ou façades en éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS reçoivent une contre-cloison non isolée.

Seuls sont visés le remplissage intégral de la cavité entre montants d'ossature et la réalisation hors site (ou en conditions d'atelier) du mélange et du remplissage.

En dehors du remplissage, les éléments préfabriqués à ossature bois sont conformes au NF DTU 31.2 (cas de la COB) ou au NF DTU 31.4 (cas de la FOB), et composés :

- De pièces d'ossature en bois résineux au sens de la NF EN 14081 ;
- De montants de largeur 95 à 145 mm ;
- D'un voile de contreventement (COB) ou panneau de stabilité (FOB) listé au §3.2.2 et positionné côté extérieur (COB et FOB) ou deux faces (côté extérieur et intérieur, d'épaisseur identique – COB uniquement).

Les configurations de paroi TERLIAN MUR PREFE BOIS admises sont décrites au Tableau 2.

Une liste des configurations de parois TERLIAN MUR PREFE BOIS applicables selon les exigences de l'ouvrage (hauteur de façade, action du vent) est donnée au Tableau 3. Ce tableau est indicatif et ne dispense pas de s'assurer de l'adéquation de la solution choisie avec les exigences de l'ouvrage, notamment celles de la réglementation incendie.

Les balcons fixés sur les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS ne sont pas visés. Seuls sont admis les balcons dont la fixation est réalisée dans les éléments de structure primaire autres que les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS en veillant à conserver le cas échéant une garde au sol de 20 cm.

Les parois courbes ne sont pas visées.

La mise en œuvre d'éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS devant une autre paroi pleine extérieure est proscrite.

---

## 3 CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

---

### 3.1 Mélange à base de terre

Le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS utilise un mélange de terre, de granulats recyclés, de liant, de fibres végétales et d'eau remplissant intégralement la cavité entre les montants d'ossature.

#### 3.1.1 TERRE

Terre est exclusivement issue :

- D'Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) relevant des articles L541-30-1 et R 541-65 et suivants du code de l'environnement, ou de carrières (terres de découvertes non valorisées), préalablement qualifiées par BULBAT, auditées, et suivies dans la durée tel que décrit au §7.1.1 ;
- De lots isolés et stockés par l'ISDI, préalablement analysés et qualifiés par BULBAT pour l'application visée tel que décrit au §7.1.2 ;
- De l'excavation du sol du chantier considéré, préalablement analysés et qualifiés par BULBAT pour l'application visée tel que décrit au §7.1.2.

répondant à un cahier des charges spécifique BULBAT.

Les principales caractéristiques sont :

- Classe de terre B selon NF P 11-300
- Granulométrie  $\leq 30$  mm
- Masse volumique apparente sèche : 1 100 à 1 700 kg/m<sup>3</sup>

#### 3.1.2 LIANT

Liant minéral hydraulique qualifié pour l'application visée, dont la principale caractéristique est :

- Masse volumique apparente : 0,9 – 1,2 g/cm<sup>3</sup>

Le liant est conditionné en sacs, en big bag ou en vrac.

La procédure de qualification préalable du liant est décrite au §7.1.4. Les liants suivants ont été qualifiés au préalable :

- Weber Liant terre développé par SAINT-GOBAIN Weber ;
- TERLIAN LT développé par BULBAT.

#### 3.1.3 FIBRE VEGETALE

##### **Granulats de bois**

Granulats de bois neutralisés par traitement minéralisant et thermique, dont les principales caractéristiques sont :

- Granulométrie représentative : 1 – 10 mm
- Dimension maximale : 20 à 30 mm
- Dimension minimale : environ 7-8% de granulats de moins d'1 mm
- Masse volumique moyenne : 150 – 250 kg/m<sup>3</sup>

La procédure de qualification préalable des granulats de bois est décrite au §7.1.4.

Les granulats AGRESLITH-C anciennement visés par l'AT 16/05-487 ou GRANUPREFA visés par le DTA 13/18-1403\_V2 répondent à ces exigences.

#### 3.1.4 GRANULATS RECYCLES

Granulats recyclés qualifiés selon NF EN 12620+A1 et NF P 18-545, de Type 1 ou Type 2, dans la classe granulaire des gravillons (d/D avec  $d \geq 2$  mm et  $D \leq 30$  mm).

### 3.1.5 CARACTERISTIQUES DU MELANGE A BASE DE TERRE

#### Formulation

Le mélange est composé :

- Terre (ou mixte Terre – Granulats recyclés)
- Fibres végétales
- Liant

L'eau de gâchage est ajustée afin d'atteindre une classe de consistance S4 au plus (mesure de l'affaissement au cône d'Abrams selon NF EN 12350-8), tout en veillant à ce que la quantité d'eau totale n'excède pas 22%.

La formulation précise est définie tel que décrit au §(6).

#### Caractéristiques principales

- Résistance à la compression à 28 jrs : 1 à 10 MPa (procédure cf. §7.1.3 ; plage cible d'approche performancielle)
- Conductivité thermique : 0,55 W/m<sup>2</sup>.K (valeur mesurée issue des essais déjà augmentée de 15 %)
- Perméabilité à la vapeur d'eau :  $\mu = 6$  à 25  $S_d = 0,57$  à 3,7 m (ép. 95 à 145 mm)
- Masse volumique apparente sèche : 1 200 – 2 000 kg/m<sup>3</sup>
- Masse volumique à l'état frais : 1 680 – 2 300 kg/m<sup>3</sup>

Le respect des plages cibles de résistance à la compression et de masse volumique humide permet d'assurer les valeurs de conductivité thermique et de perméabilité à la vapeur d'eau indiquées.

#### Autres caractéristiques

- Porosité : 24 – 50%
- Capacité thermique massique sèche : 700 – 900 J.kg<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>

#### Epaisseur

L'épaisseur nominale du remplissage  $e_r$  est de 95 mm à 145 mm.

## 3.2 Autres composants de la paroi

### 3.2.1 OSSATURE BOIS

Ossature bois préfabriquée conforme au NF DTU 31.2 (COB) ou NF DTU 31.4 (FOB) de largeur  $d = 95$  à 145 mm.

Pour permettre la manutention des éléments pourvus du remplissage, les éléments préfabriqués n'excèdent en général pas 7 m de longueur et 3 m de hauteur, et leur poids n'excède ainsi généralement pas 2 400 kg.

Les parois de largeur de montant non comprise entre 95 et 145 mm ou de hauteur > 3,0 m n'ont pas été évaluées.

Les fixations, ancrages, etc... sont également conformes aux dispositions du NF DTU 31.2 (COB) ou NF DTU 31.4 (FOB).

Seuls sont admis les murs à ossature bois dont le voile de contreventement (ou panneau de stabilité) est positionné côté extérieur (COB et FOB) ou les deux (COB), et satisfait aux dispositions du §3.2.2 ci-après.

Seules sont admises les ossatures bois (COB ou FOB) réalisées en bois résineux au sens de la NF EN 14081.

### 3.2.2 VOILE DE CONTREVENTEMENT OU PANNEAU DE STABILITE

Voile de contreventement (COB) ou panneau de stabilité (FOB) :

- Conforme aux dispositions du NF DTU 31.2 P1-2 (COB) ou NF DTU 31.4 P1-2 (FOB) ; ou
- Disposant d'un Avis Technique, DTA ou d'une ATE<sub>x</sub> de cas a visant l'emploi en tant que voile de contreventement de COB conforme au NF DTU 31.2 (ce qui couvre l'emploi en COB et en FOB) et/ou l'emploi en tant que panneau de stabilité de FOB conforme au NF DTU 31.4 (ce qui ne couvre que l'emploi en FOB).

En outre, seuls sont admis les voiles de contreventement ou panneaux de stabilité dont la perméabilité à la vapeur d'eau fait l'objet d'un suivi dans les conditions prévues par le NF DTU 31.2 P1-1 et P1-2 (suivi requis pour l'application de la règle dite du facteur 5) et la valeur  $S_d$  se situe entre 0,13 et 3,6 m (coupelle sèche).

Le cas échéant (configuration [C] du Tableau 2), les voiles de contreventement intérieur et extérieur sont d'épaisseur identique.

### 3.2.3 ORGANES ET FERRURES D'ASSEMBLAGE

Les fixations entre éléments TERLIAN MURPREFA BOIS et structure primaire bois, acier ou béton sont réalisées au moyen de :

- Vis conformes à la NF EN 14592 ou sous ETE visant la fixation des pièces de bois, bois lamellé-collé, lamibois (LVL), bois lamellé-croisé ou panneaux à base de bois ;
- Boulons, tiges filetées ou broches conformes à la NF EN 14592 ;
- Chevilles métalliques sous ETE selon l'EAD 330232-00-0601 ;
- Boîtiers, étriers ou équerres métalliques sous ETE selon l'ETAG 015 ou l'EAD 130186-00-0603 ;
- Ferrures pliées ou mécano-soudées fabriquées sur mesure selon NF EN 1090-2 à partir de d'acier de nuances (S235 ou supérieure) et qualités conventionnelles selon NF EN 10025-1 à 6, et conformes aux exigences des NF EN 1993-1-1, 1993-1-8 et NF EN 1995-1-1 ;

Les ferrures métalliques sont laquées ou galvanisées. Le traitement satisfait aux exigences des NF DTU 31.2 et 31.4 et du §4.2 de la NF EN 1995-1-1 vis-à-vis du risque de corrosion en classe de service 1 et 2. En outre, les platines sont en général disposées côté intérieur du mur extérieur, et ne sont donc jamais exposées directement à l'atmosphère extérieure.

### 3.2.4 PARE-VAPEUR

En partie courante, la paroi est réalisée sans membrane pare-vapeur.

Pour le traitement de certains points singuliers de l'ouvrage (cf. §4.8.6), des pièces de membrane pare-vapeur conforme aux dispositions des P1-2 des NF DTU 31.2 et 31.4 sont utilisés.

Les bandes adhésives sont conformes aux dispositions du §3.2.6.

### 3.2.5 PARE-PLUIE

La membrane pare-pluie, en partie courante ou pour le traitement de certains points singuliers de l'ouvrage (cf. §4.8.6), est conforme aux dispositions des P1-2 des NF DTU 31.2 et 31.4. Sa valeur  $S_d$  est  $\leq 0,18$  m.

Les bandes adhésives sont conformes aux dispositions du §3.2.6.

La fonction pare-pluie peut également être assurée par un panneau disposant d'un Avis Technique, DTA ou d'une ATEEx de cas a visant l'emploi combiné en tant qu'écran pare-pluie et voile de contreventement de COB conforme au NF DTU 31.2 (ce qui couvre l'emploi en COB et en FOB) et/ou l'emploi combiné en tant qu'écran pare-pluie et panneau de stabilité de FOB conforme au NF DTU 31.4 (ce qui ne couvre que l'emploi en FOB). Dans ce cas, les bandes adhésives sont celles visées par le référentiel du panneau à fonction combinée.

### 3.2.6 BANDES ADHESIVES

Les bandes adhésives utilisées pour traiter les divers points singuliers ou les jonctions ou recouvrements en partie courante de la paroi sont conformes aux P1-2 des NF DTU 31.2 et 31.4, et ont fait l'objet d'essais de compatibilité entre les supports (panneau, bois, béton, ...) et/ou membranes (pare-pluie, pare-vapeur) concernées.

En cas d'utilisation d'un panneau combinant la fonction d'écran pare-pluie et de voile travaillant ou panneau de stabilité les bandes adhésives sont celles visées par le référentiel (Avis Technique, DTA ou d'une ATEEx de cas a) du panneau.

### 3.2.7 CONTRE-CLOISON INTERIEURE

Contre-cloison intérieure non isolée d'épaisseur minimale 40 mm conforme au NF DTU 25.41 ou au NF DTU 36.2 assurant un vide technique.

Les fixations de l'ossature (bois ou métallique) de la contre-cloison dans le remplissage à base de terre ne sont pas admises.

## 3.3 Revêtements extérieurs

Seuls sont admis les revêtements extérieurs listés ci-après.

Le Tableau 3 indique les configurations de revêtement (ETICS, bardages à joints ouverts ou fermés) applicables selon les exigences de l'ouvrage (hauteur de façade, action du vent).

Il convient de respecter les éventuelles limitations du domaine d'emploi du référentiel du revêtement extérieur choisi plus restrictives que celles décrites au §2.

Les revêtements dont les référentiels listés ci-après ne visent que la COB conforme au NF DTU 31.2 au moment de la rédaction du présent dossier sont admis sur les éléments TERLAN MUR PFREA BOIS aussi bien en COB qu'en FOB, dans les conditions du présent dossier.

Les critères de choix et la compatibilité des divers systèmes d'ITE selon les conditions de l'ouvrage sont décrits au §4.1.4 et au Tableau 3.

### 3.3.1 ITE AVEC ENDUIT (ETICS)

Système d'ITE avec enduit dont le référentiel (Avis Technique, DTA ou ATE<sub>x</sub>) vise la mise en œuvre sur COB conforme au NF DTU 31.2 ou FOB conforme au NF DTU 31.4 et l'isolant est conforme aux dispositions suivantes :

- Epaisseur comprise entre 120 et 180 mm (en partie courante).
- Coefficient de transmission de vapeur d'eau de l'isolant :  $\mu \leq 5$  (laine minérale ou fibre de bois) ou  $\mu \leq 20$  (liège)
- Epaisseur de lame d'air équivalente de l'enduit :  $S_d \leq 0,5$  m
- Absorptivité à la pluie battante :  $A \leq 0,00079$  kg/m<sup>2</sup>.s<sup>0.5</sup>

Les enduits de finition et systèmes d'ETICS listés ci-après satisfont à ces exigences :

- Webertherm XM roche COB relevant de l'AT 7/18-1742\_V2
- Webertherm XM natura COB relevant de l'AT 7/20-1778\_V2
- Webertherm XM FdB COB relevant du DTA 7/21-1786\_V1

### 3.3.2 BARDAGE RAPPORTE A LAME D'AIR VENTILEE AVEC ITE

Système de bardage rapporté à lame d'air ventilée à joints ouverts ou à joints fermés dont le référentiel vise la mise en œuvre sur COB conforme au NF DTU 31.2 ou FOB conforme au NF DTU 31.4, notamment :

- Les bardages bois conformes au NF DTU 41.2, mis en œuvre conformément aux prescriptions du NF DTU 41.2, complétées des prescriptions du NF DTU 31.4.
- Les bardages métalliques en plaques relevant des Recommandations Professionnelles RAGE « Bardages en acier protégé et en acier inoxydable – neuf et rénovation » (juillet 2014).
- Les bardages métalliques en lames ou clins ou en cassettes métalliques relevant du Cahier du CSTB 3747\_V2.
- Les bardages en panneaux stratifiés HPL, en panneaux fibres-ciment ou en clins PVC, à fixations traversantes, relevant des Recommandations Professionnelles PROFEEL « Conception et mise en œuvre de systèmes de bardages rapportés sur parois bois COB et CLT » (avril 2025).
- Les bardages en tuiles de terre cuite relevant des Règles Professionnelles « Bardage rapporté en tuiles terre cuite sur construction à ossature bois et panneaux CLT » (Mai 2021).
- Les bardages en ardoises fibres-ciment et ardoises naturelles, relevant des Recommandations Professionnelles PROFEEL « Conception et mise en œuvre de systèmes de bardages rapportés sur parois bois COB et CLT » (mai 2025).
- Les bardages rapportés sous Avis Technique (AT) ou ATE<sub>x</sub> de cas a visant la pose sur COB ou FOB.

En outre, l'isolation thermique extérieure est conforme aux dispositions suivantes :

- Isolant semi-rigide d'épaisseur comprise entre 120 et 180 mm (en partie courante).
- Isolant en laine minérale conforme au NF DTU 45.4 P1-2.
- Coefficient de transmission de vapeur d'eau de l'isolant :  $\mu \leq 5$  (laine minérale)

## 4 CONCEPTION

### 4.1 Principes généraux

De manière générale, le remplissage du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS vient intégralement remplacer l'isolation entre montants de l'ossature bois, dont la conception ne diffère des dispositions du NF DTU 31.2 ou 31.4 que par les dispositions spécifiques décrites dans le présent dossier.

#### 4.1.1 ROLE DES ACTEURS

La conception globale de la paroi et le respect des configurations et choix des matériaux de la paroi réalisée avec le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS est réalisée par la Maitrise d'œuvre de l'opération.

Le dimensionnement de la structure est réalisé par le bureau d'études en charge de l'analyse globale en tenant compte des dispositions du présent dossier.

Le calcul thermique réglementaire est réalisé par le bureau d'études en charge de la vérification réglementaire.

La réalisation des composants de la paroi est répartie comme suit :

Tableau 1 : Répartition de la réalisation des parties de paroi entre les acteurs

Revêtement extérieur ETICS	Façadier
Préfabrication de l'ossature bois <sup>(1)</sup>	Entreprise construction bois
Formulation, assistance dans la préparation et la fabrication du mélange à base de terre et les contrôles qualités associés	BULBAT
Remplissage hors site avec mélange de terre	BULBAT avec assistance de l'Entreprise de construction bois <sup>(6)</sup>
Bon à lever <sup>(2)</sup>	BULBAT <sup>(6)</sup>
Bon à fermer / Bon pour mise en œuvre <sup>(3)</sup>	BULBAT <sup>(6)</sup>
Finition des éléments préfabriqués d'ossature bois <sup>(4)</sup>	Entreprise de construction bois
Pose des éléments préfabriqués et fin des travaux d'ossature bois <sup>(5)</sup>	Entreprise de construction bois
Contre-cloison non isolée	Entreprise en charge de la contre-cloison intérieure

(1) Ossature, voile de contreventement ou panneau de stabilité sur une face (avant remplissage). Mesures d'humidité de l'ossature bois préalables au remplissage (cf. §5.3.1).

(2) Autorisation de manutention des éléments pour stockage dans une autre zone et/ou finition (cf. §5.4.4).

(3) Bon à fermer / Bon pour mise en œuvre délivré après bon à lever et séchage des éléments. Les mesures d'humidité de l'ossature bois sont réalisées par l'Entreprise de construction bois. BULBAT est en charge des autres mesures et points de contrôle et du respect des dispositions du §5.5 pour la délivrance du bon.

(4) Fermeture le cas échéant de l'élément préfabriqué avec l'éventuel 2<sup>ème</sup> voile ou panneau après bon à fermer. Pose du pare-pluie provisoire et de tout autre élément provisoire de protection.

(5) Pose des éléments, ancrages et autres éléments structuraux ; traitement des jonctions aux points singuliers ; calfeutrements en périphérie de FOB interrompue ; pose du pare-pluie le cas échéant.

(6) Sous réserve d'approbation préalable par BULBAT, ces tâches pourront être réalisées par l'Entreprise de construction bois qui aura préalablement été formée par BULBAT et réalisé un certain nombre d'opérations.

#### 4.1.2 FORMULATION

La formulation du mélange à base de terre est réalisée exclusivement par BULBAT au moment de la qualification d'un lot de terre et du liant associé, en tenant compte :

- Des caractéristiques physiques de la terre et du granulats recyclés lorsqu'il est associé dans la formulation ;
- Des caractéristiques du liant retenu pour la formulation ;
- Des caractéristiques physiques du granulats de bois ;

- Des performances visées (cf. §3.1.5 – Caractéristiques principales) ;
- Du mode de mise œuvre (ici le remplissage intégral hors site).

Cette étape de formulation conduit à la réalisation d'une fiche formulation unique.

La fiche formulation comprend en outre, en lecture directe, les informations permettant de définir avec précision la quantité d'eau de gâchage à ajouter en fonction de l'humidité réelle de la terre sur site, afin d'atteindre la teneur en eau globale et la masse volumique à l'état frais cibles.

Le mode opératoire de préparation du mélange au moyen de cette fiche formulation est décrit au §5.4.

#### 4.1.3 CONFIGURATIONS DE PAROIS

Seules sont admises les configurations de parois décrites au Tableau 2, dans le respect des dispositions (notamment dimensionnelles) relatives aux composants décrites au §3.2 et §3.3.

Le Tableau 2 doit être lu en combinaison avec le Tableau 3 qui précise les combinaisons admises pour les types d'isolant et types de revêtements extérieurs en fonction de la hauteur de façade et de la situation de l'ouvrage, ainsi que les dispositions relatives au pare-pluie provisoire et la nécessité éventuelle d'une membrane pare-pluie additionnelle.

Tableau 2 : Configurations de parois du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS

Composant	[A]	[B]	[C]
Type de paroi	FOB	COB	COB
Revêtement extérieur	ETICS (cf. §3.3.1) <sup>(1)</sup> ou Bardage rapporté à lame d'air ventilée (cf. §3.3.2) <sup>(2)</sup> avec épaisseur d'isolant 120 – 180 mm et, le cas échéant (cf. Tableau 3), avec membrane pare-pluie additionnelle (cf. §3.2.5)		
Pare-pluie de protection en phase provisoire <sup>(3)</sup>	Membrane ou panneau écran pare-pluie systématique en phase provisoire (cf. §3.2.5) généralement conservé en phase définitive (cf. Tableau 3)		
Contreventement extérieur <sup>(2)</sup> ou Panneau de stabilité	Conforme au NF DTU 31.4 P1-2		Conforme au NF DTU 31.2 P1-2
	ou sous AT, DTA ou ATEX visant cet usage (cf. §3.2.2) <sup>(2)</sup>		
	0,13 ≤ S <sub>d</sub> ≤ 3,6 m		
Ossature bois	Conforme au NF DTU 31.4 largeur 95 à 145 mm	Conforme au NF DTU 31.2 – largeur 95 à 145 mm	
Isolant	Sans Sans		
Remplissage	Mélange à base de terre par projection – ép. 95 à 145 mm		
Contreventement intérieur <sup>(4)</sup>	-		Identique au contreventement extérieur <sup>(3)</sup>
Pare-vapeur souple	Sans		
Contre-cloison non isolée	Plaque de plâtre sur ossature conforme au NF DTU 25.41 ou Lambris bois ou panneau à base de bois conforme au NF DTU 36.2 sans ITI		

(1) Uniquement enduits des systèmes d'ETICS listés au §3.3.1.

(2) Uniquement systèmes de bardage rapporté à lame d'air ventilée avec ITE listés au §3.3.2.

(3) En configuration [C], les deux voiles de contreventement sont d'épaisseur identique.

Le plan d'étanchéité à l'air qui forme également barrière à la diffusion de vapeur d'eau est systématiquement positionné côté extérieur (présence systématique du voile de contreventement ou panneau de stabilité).

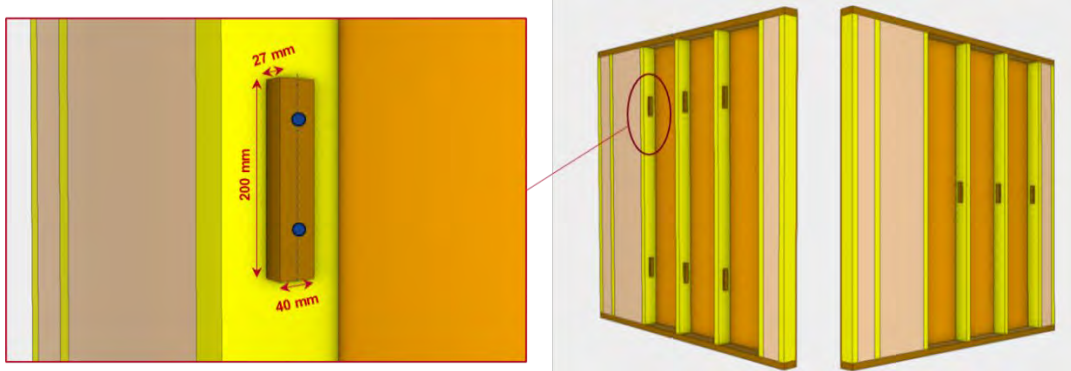
Le pare-pluie de protection en phase provisoire contribue à la fois à l'étanchéité à l'eau, à l'étanchéité à l'air et au fonctionnement hygrothermique de la paroi. A ce titre il est généralement conservé (cf. Tableau 3)

Il convient en outre de porter une attention particulière au traitement des joints entre panneaux de contreventement ou de stabilité (au moyen d'un adhésif conforme au §3.2.6) et les jonctions aux autres parties d'ouvrage (cf. §4.8.6).

Dans le cas de murs à ossature bois porteurs (COB), la hauteur des éléments individuels n'excède pas 3,0 m.

Le maintien hors plan du remplissage est assuré par des tasseaux de bois ponctuels fixés sur les faces (côté cavité) des montants d'ossature bois à raison d'1 à 3 tasseaux par montant et par face (Figure 2).

Figure 2 : Tasseaux de maintien hors plan du remplissage à base de terre



#### 4.1.4 CHOIX DE LA CONFIGURATION DE PAROI TERLIAN MUR PREFA BOIS

Le choix du type de paroi TERLIAN MUR PREFA BOIS et particulièrement le choix parmi les combinaisons admises pour les types d'isolant et types de revêtements extérieurs en fonction de la hauteur de façade et de la situation de l'ouvrage, ainsi que les dispositions relatives au pare-pluie provisoire et la nécessité éventuelle d'une membrane pare-pluie supplémentaire est réalisé en tenant compte des dispositions suivantes :

- Seules sont admises les configurations de parois (revêtement extérieur, élément de façade bois, contre-cloison) décrites au §4.1.3 et au Tableau 2.
- Pour les systèmes d'ITE avec enduit (ETICS) : seuls sont admis les ETICS listés au §3.3.1 et dont la conception et la vérification satisfont aux dispositions visées au §4.6.1.
- Pour les systèmes de bardage rapporté à lame d'air ventilée avec ITE : seuls sont admis les systèmes avec ITE listés au §3.3.2 et dont la conception et la vérification satisfont aux dispositions visées au §4.6.2.
- Seules sont admises les contre-cloisons non isolées listées au §3.2.7.
- Il convient enfin de sélectionner la composition de paroi en application du Tableau 3 et de veiller aux dispositions relatives aux pare-pluies (additionnel ou de protection en phase provisoire) de ce même tableau.

Tableau 3 : Combinaisons d'isolant et de revêtements extérieur et dispositions relatives aux pare-pluies des parois TERLIAN MUR PREFA BOIS

Hauteur de façade	Hauteur ≤ 12 m*		Hauteur > 12 m*	
	Biosourcé	Laine minérale	Biosourcé	Laine minérale
Pare-pluie provisoire	1000h UV au moins		5000h UV	
ETICS Pose collée	①	①		
ETICS Fixation mécanique	②	②	Vérification au cas par cas (*)	②
Bardage à joints ouverts		②		Vérification au cas par cas (**)
		Pare-pluie additionnel 5000h UV		
Bardage à joints fermés		②		②
		-		-

\* Les hauteurs indiquées devront être conformes aux référentiels du procédé de façade (DTU, Avis Technique, ATEEx, etc.)

	Configuration non admise
①	Configuration admise. Le pare-pluie provisoire <b>doit être retiré</b> . Les joints entre panneaux extérieurs doivent être traités (bande adhésive)
②	Configuration admise. Le pare-pluie provisoire <b>doit être conservé</b> (contribution à la fois à l'étanchéité à l'eau, à l'étanchéité à l'air et au fonctionnement hygrothermique de la paroi).
(*)	Cette configuration a pu être vérifiée pour le climat de référence de Nice. Une étude de simulation de transferts hygrothermiques doit être réalisée au cas par cas et visée par BULBAT. Le pare-pluie provisoire doit être conservé.
(**)	Cette configuration, <b>limitée aux façades n'excédant pas 18 m</b> , a pu être vérifiée pour les climats de référence de Nice, Nancy et La Chaux de Fond. Une étude de simulation de transferts hygrothermiques doit être réalisée au cas par cas et visée par BULBAT. Le pare-pluie provisoire doit être conservé.

## 4.2 Conception et dimensionnement – Cas de la COB

### 4.2.1 ANCRAGES DES ELEMENTS PREFABRIQUES (COB)

Les éléments préfabriqués étant livrés déjà remplis et pourvus de leur voile de contreventement, leurs ancrages permettant la reprise des efforts de cisaillement et de traction (basculement) sont impérativement mis en œuvre sur la face intérieure ou extérieure (la cavité n'étant plus accessible).

La mise en place d'une lisse d'implantation est systématique dans le cas du levage par élingues sous la traverse basse des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS, et peut être nécessaire dans les cas prévus par le NF DTU 31.2 en fonction de la planéité du support. Dans ce cas :

- La lisse d'implantation est fixée au support (dalle, plancher) sur site avant la pose des éléments.
- Les éléments sont préfabriqués avec un débord du voile de contreventement en partie basse facilitant le positionnement sur site des éléments (Figure 3).

Les ancrages permettant la reprise des efforts de cisaillement et de traction (basculement) sont fixés à la lisse d'implantation, à la traverse basse et, le cas échéant) aux montants.

### 4.2.2 ASSEMBLAGE DES ELEMENTS PREFABRIQUES ENTRE EUX (COB)

Les éléments préfabriqués adjacents sont assemblés entre eux soit par vis croisées, soit par le biais de plats métalliques cloués aux montants.

### 4.2.3 PRINCIPES DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT (COB)

Moyennant le respect des configurations de parois décrites au Tableau 2, et des dispositions d'ancrage et d'assemblages décrites précédemment, le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS ne modifie pas les principes de conception du mur à ossature bois selon le NF DTU 31.2, ni ses principes structuraux.

Le remplissage à base de terre n'a pas de fonction structurale, mais il convient de tenir compte dans l'analyse globale du bâtiment (notamment pour la détermination des efforts de contreventement, de basculement et de cisaillement) de :

- La masse additionnelle apportée par le remplissage ;
- L'apport de raideur du remplissage, à hauteur de 25%.

#### **Prise en compte de l'apport de raideur dans l'analyse globale**

La raideur de base de la COB (sans prise en compte du remplissage) peut être déterminée selon la méthode du Guide AQCEN – Ossature bois.

Il convient dans le cas général, afin de déterminer les efforts de contreventement, de basculement (dimensionnement des ancrages) et de cisaillement décisifs puis de procéder aux vérifications, de réaliser deux analyses globales (ne nécessitant qu'une seule modélisation) :

- L'analyse de base (négligeant l'apport de raideur du remplissage) utilisant la raideur de base de la COB pour les murs concernés ; puis
- L'analyse après affectation aux murs destinés avec remplissage de la raideur de base de la COB augmentée de 25% .

Alternativement, il est possible de procéder de manière simplifiée, en réalisant uniquement l'analyse de base (négligeant l'apport de raideur du remplissage) et en majorant les efforts et minorant déplacements ainsi obtenus de 25% (ou en se limitant lors des vérifications à un taux de travail maximum de 80%). Cette approche simplifiée n'est admise que pour les bâtiments satisfaisant à toutes les dispositions suivantes :

- Bâtiments réguliers en plan et en élévation au sens de la NF EN 1998-1+A1 et son Annexe Nationale.
- Bâtiments approximativement symétriques en plan en ce qui concerne la répartition des masses et des sections de contreventement, au moins dans la grande direction.
- La hauteur de plancher à plancher (hauteur de niveau) ne doit pas dépasser 3,4 m.
- L'ensemble des voiles de contreventement périphériques du bâtiment doit être réalisé en ossature bois selon les mêmes dispositions constructives, avec ou sans remplissage TERLIAN MUR PREFA BOIS.
- En cas de présence d'un mur de refend, celui-ci doit être positionné au milieu des deux façades, un décalage de  $\pm 25\%$  étant admis (NF DTU 31.2, §D.1.2 et Figure D.1).
-

- Les conditions suivantes du Guide CP-MI EC8 Zone 3-4 (août 2021) sont toutes respectées :
  - Conditions sur les planchers (et trémies) du §1.8 du Guide CP-MI.
  - Conditions de limitations de l'élancement (critère 1) du §2.3.1 du Guide CP-MI, en limitant en outre la distance entre deux voiles de contreventement parallèles à 10 m (NF DTU 31.2, §D.1.4 et Figure D.4).
  - Conditions de compacité (critère 2), d'implantation des voiles de contreventement (critère 3) et d'effort normal sur les éléments secondaires (critère 6) du §2.3.1 du Guide CP-MI.
  - Conditions de position des voiles de contreventement par rapport au périmètre du bâtiment (critère 4) du §2.3.1 du Guide CP-MI, précisées de la Figure D.7 du NF DTU 31.2.
  - Conditions de limitation de l'effet de torsion (critère 5) du §2.3.1 du Guide CP-MI, en restreignant en outre la plage admise du rapport des longueurs cumulées entre 0,5 et 2,0 (NF DTU 31.2, §D.1.2).
  - Conditions sur la configuration en élévation (écart entre les surfaces des planchers ; continuité des éléments de contreventement du sommet à la fondation) du §2.3.2 du Guide CP-MI.

#### Vérification de la résistance au contreventement

La résistance au contreventement (vent, séisme) est assurée par la seule COB, et vérifiée selon la méthode A du § 9.2.4 de la NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, en négligeant de manière sécuritaire l'apport de résistance du remplissage.

#### 4.2.4 VERIFICATIONS SOUS SOLLICITATIONS SISMIQUES

Le principe de dimensionnement d'un mur à fonction de contreventement avec le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS sous sollicitations sismiques s'apparente en tout point à celui d'un mur à ossature bois traditionnel conforme au NF DTU 31.2, en tenant compte des dispositions ci-après.

La justification doit être menée en suivant le principe de comportement de structure faiblement dissipatif (DCL) ou moyennement dissipatif (DCM) conformément à la norme NF EN 1998-1-1 (cf. § 8.1.3 et § 8.6 (2)P), avec un coefficient de comportement qu'il convient de limiter à  $q = 2,0$ .

Les principes de conception et de dimensionnement décrits au §4.2.3, en particulier la prise en compte de l'apport de raideur dans l'analyse globale, doivent être respectés.

Compte tenu de la masse rapportée dans l'ossature, il convient en outre de procéder systématiquement à la vérification hors plan.

### 4.3 Conception et dimensionnement – Cas de la FOB

#### 4.3.1 PRINCIPES DE CONCEPTION ET DE DIMENSIONNEMENT (FOB)

Moyennant le respect des configurations de parois décrites au Tableau 2, le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS ne modifie pas les principes de conception de l'élément de façade à ossature bois non porteuse interrompue ou avec appui unique en pied selon le NF DTU 31.4, ni ses principes structuraux.

Les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS permettent la réalisation de façades à ossature bois non porteuses (FOB) en bandes horizontales :

- Interrompues au sens du NF DTU 31.4 dans la limite du domaine d'emploi de ce dernier :
  - Chaque élément est inséré entre les éléments de la structure primaire (poteaux, refends, poutres, planchers), en étant appuyé en pied sur le plancher bas, et en ménageant un jeu fonctionnel au droit des verticaux et du plancher haut.
- Avec appui unique en pied au sens du NF DTU 31.4 dans la limite de R+2 ou 3 niveaux d'étage :
  - Les éléments superposés s'appuient verticalement l'un sur l'autre, l'élément du niveau le plus bas étant appuyé en pied sur la structure primaire (fondation ou plancher), soit directement, soit sur une ferrure métallique continue. Les éléments superposés et juxtaposés sont liés entre eux.

La conception du procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS s'articule autour des points clés suivants :

- La conception de la structure primaire doit prendre en compte les dispositions spécifiques relatives à la façade tant du point de vue de la compatibilité des déformations (notamment la flèche nuisible) que de ses tolérances d'exécution suivants les dispositions du §4.3.2).
- Le choix du type de paroi TERLIAN MUR PREFA BOIS et de la composition du revêtement extérieur, ainsi que des caractéristiques de la contre-cloison intérieure en fonction des exigences liées à l'ouvrage (destination, hauteur de façade, action du vent, sécurité incendie) est réalisé en tenant compte des dispositions du §4.1.4.
- Le dimensionnement des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS, de leurs ancrages à la structure primaire et de leurs éventuelles jonctions entre eux est réalisé tel que décrit au §4.3.3 en prenant en compte :

- La répartition des points d'ancrage à la structure primaire visant à supporter le poids de la façade ;
- Les degrés de liberté des ancrages visant à limiter les déformations imposées aux éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS par la structure primaire au seul fléchissement des supports horizontaux reprenant le poids des éléments.
- Les critères de déformation nuisible imposés par le procédé de bardage visé.
- Dans le cas de la FOB interrompue, le dimensionnement des jeux fonctionnels entre les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS et la structure primaire est réalisé conformément aux dispositions du §4.3.5 en tenant compte :
  - Des déformations différentielles inter-étages de la structure primaire ;
  - Des tolérances d'exécution de la structure primaire et de l'élément de façade ;
  - Des variations dimensionnelles liées à la température et aux variations hygrométriques ; et
  - D'une cote de sécurité permettant d'assurer la non mise en contact des éléments.

## 4.3.2 CONCEPTION DE LA STRUCTURE PRIMAIRE

### 4.3.2.1 Principe

Le Bureau d'Etudes Structures en charge de la vérification de la stabilité globale de l'ouvrage procède à l'étude globale correspondante, et prend en compte l'influence des parois en éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS sur la structure porteuse primaire.

Le Bureau d'Etudes Structures transmet les efforts résultants à prendre en compte par l'entreprise de construction bois pour le dimensionnement des éléments et de leurs fixations.

Dans le cas de la FOB interrompue, la conception et le dimensionnement de la structure primaire doit permettre de respecter les critères de déformation nuisible imposés par le procédé d'ETICS ou de bardage (déformations différentielles entre montants de FOB dans le plan de la façade).

### 4.3.2.2 Compatibilité des déformations de la structure primaire avec les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS

#### Cas de la FOB interrompue

Il convient à ce titre de concevoir la structure primaire afin d'en limiter la déformation verticale à long terme. Pour les porteurs horizontaux de portée  $L$ , la flèche nuisible (définie par la NF P18 717) ne doit pas excéder  $L/500$  pour  $L \leq 5,0$  m et  $5 \text{ mm} + L/1000$  pour  $L > 5,0$  m.

Le procédé d'ETICS ou de bardage rapporté peut imposer des limitations de déformations supplémentaires à l'élément TERLIAN MUR PREFA BOIS et donc aux déformations de la structure primaire.

Il convient également d'évaluer systématiquement les déformations différentielles inter-étages (entre niveaux successifs) en tenant compte notamment des cas d'application non simultanée des charges d'exploitation des planchers de chaque niveau (chargement du niveau supérieur mais pas du niveau inférieur, et vice versa).

#### Cas de la FOB filante avec appui unique en pied

Il convient d'évaluer systématiquement les déformations de la structure primaire et de vérifier l'adéquation des degrés de liberté des ferrures d'ancrage de la FOB (§4.3.4) avec ces déformations pour éviter la mise en charge ou en parallélogramme de la FOB par la structure.

### 4.3.2.3 Tolérances du support

Il convient de noter que la plupart de ces tolérances décrites ci-après sont plus restrictives que les tolérances indiquées dans les NF DTU des ouvrages primaires.

Conformément au NF DTU 31.4, dans le cas de structures primaires ayant des tolérances incompatibles avec celles décrites ci-dessous, le concepteur devra prévoir un OCIL (Ouvrage Complémentaire d'Interface Localisé).

La structure primaire horizontale formant appui des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS devra satisfaire aux tolérances acceptables attendues du support précisées par le NF DTU 31.4 P1-1 pour les surfaces horizontales, et en particulier aux tolérances de planéité au droit des murs périphériques et sous semelle d'assise du mur :

- $\pm 5$  mm sur une longueur de 10m linéaires, alignés ou non, et  $\pm 2$  mm sous réglet de 20 cm ;

et

- $\pm 5$  mm sous la règle de 2 m.

Note : Dans le cas d'une dalle ces exigences de planéité horizontale correspondent à une finition surfacée lissée du NF DTU 21 avec une exigence plus sévère (5 mm maximum au lieu de 7 mm) sous la règle de 2 m.

Il convient en outre que la structure primaire, quelle que soit sa nature, respecte les tolérances d'exécution les plus strictes entre celles indiquées dans le NF DTU de l'ouvrage primaire et les tolérances suivantes :

- Position d'un pied de poteau ou de voile :  $\pm 5$  mm en plan (XY) et en altimétrie (Z)
- Position d'une tête de poteau ou de voile :  $\pm 15$  mm en plan (XY) et  $\pm 5$  mm en altimétrie (Z)

soit une tolérance totale de positionnement en tête de poteau ou de voile :  $\pm 20$  mm en plan (XY) et  $\pm 10$  mm en altimétrie (Z).

- La tolérance en altimétrie (Z) de  $\pm 10$  mm s'applique également à l'altimétrie des planchers.
- Tolérance de planimétrie :  $\pm 2$  mm par mètre linéaire et  $\pm 10$  mm sur une longueur de 10 m linéaires, alignés ou non ;
- Tolérance de niveau :  $\pm 20$  mm sur une longueur de 10 m linéaires.

Il convient en outre de s'assurer que les tolérances d'altimétrie ne se cumulent pas d'étage en étage de manière de plus en plus défavorables, mais soient respectées à chaque niveau par rapport à l'altimétrie théorique vis-à-vis du terrain naturel ou de l'altimétrie de référence.

### 4.3.3 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES ELEMENTS TERLIAN MUR PREFA BOIS

Les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS ainsi que leurs ancrages à la structure primaire sont dimensionnés conformément à la NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale.

Le dimensionnement des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS est réalisé tel que décrit aux §4.3.3.1 et §4.3.3.2.

La conception des ancrages des éléments à la structure primaire et le dimensionnement des divers assemblages sont réalisés tels que décrits au §4.3.4.

La conception et le dimensionnement des éléments et de leurs ancrages doit permettre :

- D'éviter que les éléments soient sollicités par les déformations de la structure primaire (à l'exception, dans le cas de la FOB interrompue, du fléchissement des support horizontaux sur lesquels reposent les éléments qui agira nécessairement sur ces derniers) ;
- De respecter les critères de déformation nuisible imposés par le procédé d'ETICS ou de bardage (flèche hors plan et déformations différentielles dans le plan de la façade) ou par d'autres composants de l'éléments (p.ex. linteaux de baies).

#### 4.3.3.1 Vérifications hors plan

L'élément TERLIAN MUR PREFA BOIS est soumis à l'action du vent déterminée conformément à la NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale (et notamment selon le §7.2.2 de la NF EN 1991-1-4 avec  $C_{p,net} = C_{pe} - C_{pi}$  pour une paroi intérieure imperméable). On vérifie :

- La résistance de l'élément à l'ELU sous l'action du vent ;
- La résistance des ancrages sous l'action du vent à l'ELU (cf. §4.3.4) ;
- La déformation de l'élément hors plan sous l'action du vent, limitée aux flèches maximales du référentiel de revêtement extérieur ou, à défaut, de l'Annexe Nationale de la NF EN 1995-1-1, sans excéder H/500 pour un ETICS ou H/300 pour un bardage rapporté.

#### 4.3.3.2 Vérifications dans le plan

L'élément TERLIAN MUR PREFA BOIS est soumis à l'action de son poids propre ainsi que de celui de l'ensemble de ses composants (notamment les menuiseries extérieures) et de celui du revêtement extérieur. On vérifie :

- La résistance de l'élément à l'ELU sous l'action du poids propre (une vérification combinée avec l'action du vent hors plan est à prévoir) ;
- La résistance des ancrages supportant le poids de l'élément à l'ELU (cf. §4.3.4) ;
- La déformation des linteaux intégrés aux éléments, limitée aux flèches maximales de l'Annexe Nationale de la NF EN 1995-1-1, en veillant à respecter celles du §10.2.3.1 du NF DTU 31.4 ( $w_{fin} \leq L/500$  sans excéder 10 mm) ;
- Dans le cas de la FOB interrompue, le respect des critères de déformation nuisible imposés par le procédé d'ETICS ou de bardage visé, comme suit :

La déformation différentielle entre deux montants d'ossature consécutifs, obtenue par lecture de la courbe de déformation totale, doit rester inférieure ou égale au critère de déformation nuisible du revêtement extérieur visé (voir ci-dessous).

---

Le critère de déformation différentielle nuisible du revêtement extérieur est pris égal à :

- Pour l'ETICS : 3 mm ;
- Pour le bardage rapporté :
  - La valeur déterminée expérimentalement ou définie dans le référentiel du bardage sur support bois si elle existe ;
  - Dans le cas contraire, le bardage dont le référentiel ne précise pas cette valeur ne pourra pas être utilisé.

Dans le cas de la FOB interrompue, la vérification du critère de déformation (différentielle) nuisible imposé par le revêtement extérieur ne se substitue pas à la conception des jeux fonctionnels entre les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS et la structure primaire (cf. §4.3.5) qui doit être réalisée systématiquement.

#### 4.3.4 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES ASSEMBLAGES

Les organes et ferrures d'assemblage (ancrages) conformes au §3.2.3 sont conçus et dimensionnés conformément aux dispositions :

- Du §4.3.4.1 pour les dispositions visant à éviter la sollicitation de l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS par la structure primaire ;
- Du §4.3.4.2 pour le dimensionnement des ferrures d'ancrage ;
- Du §4.3.4.3 pour le dimensionnement des fixations à un support béton ;
- Du §4.3.4.4 pour le dimensionnement des fixations et assemblages à un support bois ou métallique.

##### 4.3.4.1 Principes de conception

Les ferrures de liaison et d'ancrage à la structure primaire sont conçues et dimensionnées conformément au NF DTU 31.4 P1-1 et aux dispositions suivantes, en s'assurant notamment de leur compatibilité avec les déformations de la structure primaire et les tolérances et variations dimensionnelles des divers composants, et en veillant à ce qu'en aucun cas l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS ne soit sollicité par les déformations du gros-œuvre (à l'exception, pour la FOB interrompue, du fléchissement des supports horizontaux sur lesquels reposent les éléments).

Sauf cas particulier, seules les directions verticale et horizontale dans le plan de l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS sont concernées par les degrés de liberté des assemblages.

##### **Cas des façades interrompues**

En partie courante, chaque élément TERLIAN MUR PREFE BOIS est fixé à la structure primaire par des ferrures de pied (bridées verticalement) et de tête susceptibles de reprendre des efforts horizontaux uniquement.

La désolidarisation vis-à-vis de la structure primaire est traitée de la manière suivante :

- Au moins une ferrure de pied par élément est bridée horizontalement et se déplace avec la structure primaire ;
- Des ferrures de pied secondaires avec un degré de liberté horizontal peuvent être utilisées pour éviter les sollicitations horizontales liées aux variations dimensionnelles différentielles ;
- Les ferrures de tête disposent d'un degré de liberté vertical et horizontal.

##### **Cas des façades filantes avec appui unique en pied**

En partie courante, chaque élément TERLIAN MUR PREFE BOIS est fixé à la structure primaire par trois types de ferrures :

- Les ferrures de pied pour les éléments du 1<sup>er</sup> niveau appuyés en pied, susceptibles de reprendre des efforts verticaux et horizontaux ;
- Les ferrures d'assemblage entre éléments superposés adjacents, susceptibles de reprendre des efforts horizontaux uniquement ;
- Les ferrures de tête (pour tous les éléments), susceptibles de reprendre des efforts horizontaux uniquement.

La désolidarisation vis-à-vis de la structure primaire est traitée de la manière suivante :

- Les ferrures de pied sont bridées et se déplacent avec la structure primaire ;
- Les ferrures de tête disposent d'un degré de liberté vertical et horizontal.

##### **Détermination des dimensions des trous oblongs pour degré de liberté**

Lorsqu'un degré de liberté dans une direction est attendu, il est réalisé au moyen d'un trou oblong orienté dans cette direction, et dont la longueur est déterminée en fonction :

- Des tolérances d'exécution des éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS :

- Tolérance de fabrication des éléments préfabriqués (NF DTU 31.4 P1-1) ;
- Tolérance de mise en œuvre des ferrures (+/- 5 mm) et de réglage des éléments ;
- Des déformations et déplacements de la structure primaire ;
- Des variations dimensionnelles différentielles liées au retrait-gonflement du bois et à la dilatation thermique de la structure primaire.

Un degré de liberté dans les deux directions est obtenu par deux trous oblongs, chacun dans une direction et une aile de la ferrure différentes (usuellement un trou oblong vertical dans l'aile verticale et un trou oblong horizontal dans l'aile horizontale).

#### 4.3.4.2 Ferrures d'assemblage ou d'ancrage

La capacité résistante des ferrures d'assemblage ou d'ancrage (hors capacité portante des organes de fixation dans le support concerné) est vérifiée :

- Pour les ferrures mécano-soudées ou ferrures sur mesure pliées : selon NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-8 et leurs Annexes Nationales, ainsi que les Recommandations CN2CM pour le dimensionnement des assemblages selon la NF EN 1993-1-8 ;
- Pour les boîtiers, étriers ou équerres métalliques sous ETE : selon les dispositions de l'ETE correspondantes.

#### 4.3.4.3 Fixation au support béton

Seules les fixations par chevilles métalliques (mécaniques ou à scellement chimique) dans le support béton sont visées. Les fixations dans la maçonnerie sont exclues.

Les fixations dans le béton par chevilles métalliques sont dimensionnées selon NF EN 1992-1-1 et son annexe nationale, NF EN 1992-4 et FD P18 717. La liaison du cône béton avec la structure doit être assurée avec un ferrailage suivant le schéma bielle-tirant conformément à la norme NF EN 1992-1-1.

Il convient en outre de veiller le cas échéant au respect des dispositions relatives aux ouvrages nécessitant une vérification relative au risque sismique décrites au §4.3.6.

#### 4.3.4.4 Fixation au support bois, métallique ou entre éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS

Les assemblages bois-bois et métal-bois par vis, boulons, tiges filetées ou broches, ainsi que les boîtiers, étriers ou équerres métalliques sous ETE, sont dimensionnés selon NF EN 1995-1-1 (et son Annexe Nationale).

Les assemblages métal-bois à base de ferrures mécano-soudées ou ferrures sur mesure pliées sont dimensionnés selon NF EN 1995-1-1, NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-8 et leurs Annexes Nationales, ainsi que les Recommandations CN2CM pour le dimensionnement des assemblages selon la NF EN 1993-1-8.

Il convient en outre de veiller le cas échéant au respect des dispositions relatives aux ouvrages nécessitant une vérification relative au risque sismique décrites au §4.3.6.

#### 4.3.5 DIMENSIONNEMENT DES JEUX FONCTIONNELS ENTRE LES ELEMENTS TERLIAN MUR PREFA BOIS ET LA STRUCTURE PRIMAIRE

Les dispositions suivantes s'appliquent au cas de la façade interrompue et sont sans objet pour la façade avec appui unique en pied.

Les jeux fonctionnels visent à empêcher que les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS et la structure primaire n'entrent en contact d'un point de vue mécanique du fait des déformations attendues en service et induisent ainsi des efforts de compression ou de mise en parallélogramme sur les éléments et/ou le revêtement extérieur.

Les jeux fonctionnels sont dimensionnés et prévus en périphérie des éléments de façade TERLIAN MUR PREFA BOIS, au droit de la structure primaire, sur 3 côtés (à l'exception des supports horizontaux inférieurs sur lesquels reposent les éléments).

L'espace généré par ces jeux fonctionnels est calfeutré dans les conditions décrites au §5.8.

Le dimensionnement des jeux fonctionnels est réalisé en tenant compte :

- Des déformations différentielles inter-étages de la structure primaire ;
- Des tolérances d'exécution de la structure primaire et de l'élément de façade ;
- Des variations dimensionnelles liées à la température et aux variations hygrométriques ;
- D'une cote de sécurité permettant d'assurer la non mise en contact des éléments ; et
- Du taux de compression admissible des matériaux de calfeutrement périphérique.

Le cumul favorable ou défavorable dans une direction donnée permet de définir la plage de jeu minimum et maximum, puis le jeu fonctionnel théorique (la différence étant assurée par les taux de compression admissibles des matériaux de calfeutrement périphérique ou la plage de variation dimensionnelle admissible du détail retenu – p. ex. membrane pare-pluie ou pare-vapeur avec repli).

Par défaut, il convient de ménager un jeu théorique minimal de 20 mm (structure bois ou métallique) ou 30 mm (structure béton) entre la traverse haute de l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS et la sous-face de la structure primaire supérieure (poutre ou plancher) ainsi qu'entre les montants d'extrémités de l'élément et la structure primaire verticale adjacente (poteau ou voile).

Ce jeu minimal doit en outre être vérifié au cas par cas et augmenté lorsque la prise en compte des déformations de la structure primaire et des tolérances et variations dimensionnelles des divers composants le nécessite.

Le calepinage et les dimensions des éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS sont déterminés à partir des dimensions nominales de la structure primaire, en tenant compte d'un jeu théorique défini comme suit.

#### 4.3.6 VÉRIFICATIONS SOUS SOLLICITATIONS SISMIQUES

Le principe de dimensionnement d'un élément de façade non porteuse TERLIAN MUR PREFE BOIS sous sollicitations sismiques s'apparente en tout point à celui d'un élément de façade à ossature bois non porteuse traditionnel conforme au NF DTU 31.4, en tenant compte des dispositions ci-après.

Par référence au guide ENS PS (Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti – bâtiment « à risque normal » - juillet 2013), les vérifications en situations sismiques tiennent compte des paramètres suivants :

- De par leur conception, les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS correspondent au cas b) (ductile) du guide ENS-PS fixant les limites de déplacement inter-étage dans les cas d'exigence de limitation des dommages et de sécurité des personnes, et correspondant à un coefficient de comportement  $q_a = 2,0$  ;
- On s'assurera donc que les degrés de libertés des ferrures permettent d'éviter la sollicitation de l'élément de façade par la structure primaire en situation sismique pour un séisme fréquent en s'appuyant sur les valeurs du cas b) du Tableaux 2-6 (limitation des dommages) du guide ENS-PS ;
- On s'assurera en outre que les ferrures et ancrages, si elles ne permettent pas d'éviter la sollicitation de l'élément de façade par la structure primaire en situation sismique pour le séisme de référence, sont à même de reprendre les efforts induits sous hypothèse de déplacement inter-étage des Tableaux 2-7 et 2-8 (sécurité des personnes) du guide ENS-PS.

Les fixations sont vérifiées conformément aux dispositions du §4.3.4, en veillant en outre au respect des dispositions suivantes :

- Pour les fixations dans le béton, les chevilles mécaniques ou à scellement chimique (par ailleurs conformes au §3.2.3) sont :
  - Titulaires d'une Evaluation Technique Européenne visant l'utilisation sous sollicitation sismique ;
  - De classe C1 pour les bâtiments de catégorie d'importance II ;
  - De classe C2 pour les bâtiments de classe d'importance III et IV.
- Pour les fixations dans l'acier ou le bois, les vis, boulons ou tiges filetées sont conformes au §3.2.3.

## 4.4 Vérifications en situation d'incendie

### 4.4.1 REACTION AU FEU

On rappelle que le remplissage n'a pas vocation à rester apparent.

### 4.4.2 RESISTANCE AU FEU

L'appréciation de laboratoire n°EFR-23-003598 (Efectis) décrit des solutions de parois à même de satisfaire à cette disposition pour des degrés de résistance allant jusqu'à (R)EI 60.

### 4.4.3 PROPAGATION DU FEU PAR LES FAÇADES

Lorsque la réglementation en vigueur applicable aux bâtiments, notamment vis-à-vis du Règlement de Sécurité pour la Construction formule des exigences relatives au risque de propagation du feu par les façades, les parois verticales à ossature bois (porteuses ou non porteuses) du procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS doivent satisfaire aux dispositions du Guide Bois construction et propagation du feu par les façades (V4 du 26/07/2023), ci-après référencé « Guide ».

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

- Cas de l'ETICS :
  - Le système d'ETICS comporte un isolant en laine de roche et est conforme au §3.3.1.

- Un écran thermique de type plaque rigide conforme aux dispositions du Guide est interposé entre l'ETICS et le voile de contreventement ou panneau de stabilité.

La possibilité que l'ETICS avec isolant en laine de roche puisse assurer seul la fonction d'écran thermique n'a pas été évaluée.

- Cas du bardage rapporté :

- Soit l'ITE est en laine de roche avec contre-ossature en double-réseau de chevrons bois en fixation directe tel que décrit au §4.6.2 et satisfait aux dispositions du Guide : il joue alors le rôle d'écran thermique.
- Soit un écran thermique de type plaque rigide conforme aux dispositions du Guide est fixé sur la contre-ossature d'ITE.

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

- L'appréciation de laboratoire n°EFR-23-003598 (Efectis) décrit des solutions à même de satisfaire aux exigences suivantes :
  - $RE_{li>0}$  30 sans contre-cloison, avec voile de contreventement côté extérieur ou deux faces.
  - $RE_{li>0}$  60 avec une contre-cloison justifiant d'un classement EI 30.
  - $E_{li>0}$  60 sans contre-cloison, avec voile de contreventement côté extérieur ou deux faces.

## 4.5 Résistance aux chocs

### 4.5.1 RESISTANCE AUX CHOCS DE SECURITE INTERIEURS

L'élément TERLIAN MUR PREFA BOIS (avec ou sans contre-cloison intérieure) permet de répondre aux exigences en matière de résistance aux chocs de sécurité telles que définies dans la NF P 08-302, sans endommagement du voile de contreventement extérieur, aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive.

### 4.5.2 RESISTANCE AUX CHOCS DE CONSERVATION DES PERFORMANCES

La résistance aux chocs de conservation des performances de la paroi finie est assurée :

- Côté extérieur par le revêtement extérieur de la paroi ;
- Côté intérieur par la contre-cloison, par exemple par application des solutions conformes aux NF DTU 25.41 pour l'usage considéré.

## 4.6 Revêtements extérieurs

Seuls sont admis les revêtements extérieurs listés au §3.3, en veillant au respect des compositions de parois décrites au Tableau 2 et à la compatibilité de la paroi (notamment du type d'ITE) avec les exigences de l'ouvrage décrite au Tableau 3.

Il convient également de respecter les éventuelles limitations du domaine d'emploi plus restrictives du référentiel du revêtement extérieur choisi.

### 4.6.1 ITE AVEC ENDUIT (ETICS)

La conception du système d'ITE avec enduit (ETICS) se conforme aux dispositions du référentiel dont il relève, complété des dispositions spécifiques ci-après.

#### Dispositions communes

Les isolants en laine minérale sont admis sans restriction. Concernant l'isolant biosourcé :

- Pour les façades de hauteur  $\leq 12$  m : son utilisation est admise sans restriction ;
- Pour les façades de hauteur  $> 12$  m : son utilisation a pu être vérifiée pour le climat de référence de Nice, et doit donc faire systématiquement l'objet d'une étude de simulation de transferts hygrothermiques au cas par cas, visée par BULBAT.

La fixation des ETICS par collage est admise uniquement pour les façades de hauteur  $\leq 12$  m et nécessite la dépose de la membrane pare-pluie de protection en phase provisoire (§4.8.4), conformément aux dispositions du Cahier du CSTB 3729\_V2. En conséquence, les jonctions entre panneaux extérieurs doivent être traitées avec bandes adhésives préalablement à la pose de la membrane pare-pluie provisoire.

La fixation mécanique des ETICS est admise pour toutes les hauteurs de façade du domaine d'emploi visé (cf. §2), en application des dispositions du Cahier du CSTB 3729\_V2, en tenant compte des dispositions particulières suivantes :

- La membrane pare-pluie de protection provisoire est traitée conformément aux dispositions du (§4.8.4).

- Les fixations dans les montants bois sont réalisées au moyen des vis à rosace visées par l'Avis Technique ou l'ATEX de l'ETICS dans le respect des dispositions du référentiel concerné.
- La fixation à travers le panneau extérieur dans le remplissage à base de terre peut être réalisée moyennant le respect des dispositions suivantes :
  - Sont admises les vis à rosace de type EJOT STR-H (également utilisables dans les montants bois) :
 

Ces vis sont de classe de résistance 1 (effort de traction résistant par cheville ELU : 75 daN) pour leur ancrage dans le bois ou un ancrage minimal de 60 mm dans le remplissage à base de terre.

Ces vis sont de classe de résistance 3 (effort de traction résistant par cheville ELU : 45 daN) pour un ancrage minimal de 35 mm dans le remplissage à base de terre.
  - La profondeur d'ancrage minimale dans le remplissage à base de terre est de 35 mm ou 60 mm selon la résistance à l'arrachement souhaitée (il convient à cet effet de tenir compte de l'épaisseur du panneau extérieur pour déterminer la longueur de vis à rosace adaptée).
  - Les vis listées ci-dessus peuvent être insérées sans nécessité de pré-perçage du panneau ou du remplissage à base de terre.
  - L'espacement minimal entre vis à rosace adjacentes dans le remplissage est de 105 mm pour une profondeur d'ancrage de 35 mm respectivement 180 mm pour une profondeur d'ancrage de 60 mm.
  - La distance minimale au bord du remplissage est de 55 mm pour une profondeur d'ancrage de 35 mm respectivement 90 mm pour une profondeur d'ancrage de 60 mm.
  - Les distances minimales au bord du panneau isolant (usuellement 75mm) et l'espacement minimal entre rosaces (usuellement 150 mm) dictées par le panneau isolant doivent également être vérifiées.
- Un plan de calepinage des panneaux d'isolant et des fixations dans le remplissage et, le cas échéant, dans les montants d'ossature est systématiquement établi et transmis à l'entreprise en charge de la mise en œuvre de l'ETICS.

Les principes et des exemples de calepinage des fixations de l'ETICS sont illustrés en Figure 17.

- Un repérage des montants et des traverses d'ossature bois est rendu visible sur les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS.

#### **Dispositions complémentaires relatives à la FOB interrompue**

La présence des jeux fonctionnels en périphérie des éléments de FOB nécessite la mise en œuvre de joints de fractionnement dans l'ETICS et doit être prise en compte dans le calepinage des panneaux d'isolant et, le cas échéant, des fixations mécaniques.

Il convient en outre de veiller à ce qu'en aucun cas un même panneau d'isolant soit fixé à la fois sur l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS et sur la structure primaire.

Pour le traitement de ces points singuliers, se référer au §4.8.6 et aux figures afférentes du dossier technique.

#### **4.6.2 BARDAGE RAPPORTE A LAME D'AIR VENTILEE AVEC ITE**

La conception du système de bardage rapporté se conforme aux dispositions du référentiel dont il relève, complété des dispositions spécifiques ci-après.

##### **Dispositions communes**

Les isolants et pare-pluies mentionnés ci-après sont conformes aux dispositions respectivement du §3.3.2 et du §3.2.5.

Le pare-pluie (membrane ou panneau) de protection provisoire est traité conformément aux dispositions du (§4.8.4).

L'emploi de systèmes de bardage à joints fermés sur éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS est admis pour les toutes les hauteurs de façades dans la limite du domaine d'emploi défini au §2 avec membrane pare-pluie additionnelle de type 5000h UV protégeant l'isolant de l'ITE dans les cas prévus au Tableau 3.

L'emploi de systèmes de bardage à joints ouverts sur éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS est limité aux façades dont la hauteur est  $\leq 12$  m et requiert une membrane pare-pluie additionnelle de type 5000h UV protégeant l'isolant de l'ITE quelle que soit la nature de ce dernier.

L'emploi de systèmes de bardage à joints ouverts pour des façades dont la hauteur est  $\leq 18$  m, a pu être vérifiée pour les climats de référence de Nice, Nancy et La Chaux de Fond et doit donc faire systématiquement l'objet d'une étude de simulation de transferts hygrothermiques au cas par cas, visée par BULBAT. Il requiert également une membrane pare-pluie additionnelle de type 5000h UV protégeant l'isolant de l'ITE quelle que soit la nature de ce dernier.

Compte-tenu de l'épaisseur d'isolant semi-rigide (120 à 180 mm) de l'ITE dans le cadre du procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS, l'ITE et sa contre-ossature, et l'ossature du système de bardage sont conçues selon l'un des principes suivants :

- Contre-ossature d'ITE en double-réseau de chevrons bois en fixation directe :

- Un premier réseau de chevrons verticaux de profondeur 60 à 100 mm est fixé directement aux montants de l'ossature des éléments de COB ou FOB (dont l'espacement n'excède pas 600 mm).
  - Le second réseau de chevrons horizontaux de profondeur 60 à 100 mm (dont l'espacement n'excède pas 600 mm) est fixé à l'intersection avec chaque chevron vertical.
  - L'isolant de la 1<sup>ère</sup> couche insérée entre les chevrons verticaux est mis en œuvre soit conformément aux dispositions relatives au complément d'isolation extérieure du NF DTU 31.2, notamment pour la mise en œuvre de traverses horizontales de support espacées d'au plus 3 m dans le sens de la hauteur, soit conformément aux principes du NF DTU 45.4 P1-1-1 avec fixation de l'isolant dans le remplissage à base de terre (fixation analogue à celle dans le béton).
  - L'isolant de la 2<sup>ème</sup> couche insérée entre les chevrons horizontaux est mis en œuvre conformément aux dispositions relatives au complément d'isolation extérieure du NF DTU 31.2.
  - L'ossature (bois ou métallique) du système de bardage (simple ou double réseau selon le sens de pose du revêtement) est fixée aux chevrons du second réseau horizontal, en s'assurant de la continuité de la lame d'air verticale de 20 mm minimum.
  - Le cas échéant, la membrane pare-pluie supplémentaire est posée sur le second réseau horizontal avant mise en œuvre de l'ossature du système de bardage.
- Contre-ossature d'ITE en simple réseau vertical de chevrons bois ou de profilés métalliques avec pattes-équerres :
    - Un profilé vertical (latte bois ou plat métallique) est fixé directement aux montants de l'ossature des éléments de COB ou FOB (dont l'espacement n'excède pas 600 mm). Le dispositif de maintien du pare-pluie en phase provisoire décrit au §4.8.4 peut être conservé et remplir ce rôle.
    - Les pattes-équerres sont fixées aux montants de l'ossature des éléments de COB ou FOB à travers les profilés verticaux ci-avant. La pose directe des pattes-équerres sur l'élément TERLIAN MUR PREFE BOIS n'est pas admise.
    - Un réseau vertical de chevrons bois ou de profilés métalliques (conformes aux dispositions du NF DTU 45.4 P1-1-1 ou au référentiel du système de bardage rapporté concerné) fixé au support par l'intermédiaire des pattes-équerres forme l'ossature primaire du système.
    - L'isolant est posé sur la paroi support soit derrière l'ossature primaire en une ou deux couches, soit en deux couches successives, l'une derrière l'ossature primaire, l'autre entre l'ossature primaire, conformément aux principes du NF DTU 45.4 P1-1-1 avec fixation de l'isolant dans le remplissage à base de terre (fixation analogue à celle dans le béton).
    - Lorsqu'un pare-pluie additionnel protégeant l'isolant n'est pas requis, la lame d'air verticale minimale de 20 mm peut être assurée par le retrait de l'isolant vis-à-vis du plan extérieur de l'ossature primaire, et l'ossature primaire peut recevoir directement le revêtement ou l'ossature secondaire du système de bardage selon le sens de pose de ce dernier.
    - Lorsqu'un pare-pluie additionnel protégeant l'isolant est requis, la membrane pare-pluie supplémentaire est posée sur le premier réseau vertical avant mise en œuvre de l'ossature du système de bardage, et l'ossature (bois ou métallique) du système de bardage (simple ou double réseau selon le sens de pose du revêtement) est fixée à l'ossature primaire verticale.
  - Contre-ossature d'ITE en simple réseau vertical de profilés métalliques :
    - Un réseau vertical de profilés métalliques (conformes aux dispositions du NF DTU 45.4 P1-1-1 ou au référentiel du système de bardage rapporté concerné) est fixé directement aux montants de l'ossature des éléments de COB ou FOB (dont l'espacement n'excède pas 600 mm). Posé en amont, il peut remplir le rôle de dispositif de maintien du pare-pluie en phase provisoire décrit au §4.8.4.
    - L'isolant est posé sur la paroi support en une ou deux couches entre l'ossature primaire, conformément aux principes du NF DTU 45.4 P1-1-1 avec fixation de l'isolant dans le remplissage à base de terre (fixation analogue à celle dans le béton).
    - Lorsqu'un pare-pluie additionnel protégeant l'isolant n'est pas requis, la lame d'air verticale minimale de 20 mm peut être assurée par le retrait de l'isolant vis-à-vis du plan extérieur de l'ossature primaire, et l'ossature primaire peut recevoir directement le revêtement ou l'ossature secondaire du système de bardage selon le sens de pose de ce dernier.
    - Lorsqu'un pare-pluie additionnel protégeant l'isolant est requis, la membrane pare-pluie supplémentaire est posée sur le premier réseau vertical avant mise en œuvre de l'ossature du système de bardage, et l'ossature (bois ou métallique) du système de bardage (simple ou double réseau selon le sens de pose du revêtement) est fixée à l'ossature primaire verticale.

### Dispositions complémentaires relatives à la FOB interrompue

La présence des jeux fonctionnels en périphérie des éléments de FOB nécessite la mise en œuvre de joints de fractionnement dans le système de bardage et doit être prise en compte dans le calepinage du système d'ossature et du revêtement de bardage.

En aucun cas le système d'ossature ou un élément de revêtement ne doit ponter un joint de fractionnement vertical ou horizontal.

Il en résulte qu'un même profilé d'ossature ne peut être fixé à la fois dans l'élément de FOB et dans un élément vertical ou horizontal de la structure primaire adjacents.

Pour le traitement de ces points singuliers, se référer au §4.8.6 et aux figures afférentes du dossier technique.

## 4.7 Intégration des menuiseries extérieures

Le remplissage à base de terre du procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS est réalisé côté intérieur et entre montants d'ossature bois et n'a donc pas d'interface avec les menuiseries extérieures qui sont mises en œuvre conformément aux dispositions des NF DTU 36.5, 31.2 et 31.4.

Les menuiseries extérieures sont mises en œuvre :

- Pour les façades de hauteur  $\leq 12$  m : en tunnel affleurant extérieur ou en applique intérieure, l'encadrement de baie pouvant être réalisé selon les détails du référentiel de l'ETICS ou avec un encadrement de baie métallique.
- Pour les façades de hauteur  $> 12$  m : en tunnel affleurant extérieur avec encadrement de baie métallique uniquement.

La fixation des menuiseries dans le remplissage à base de terre n'est pas admise.

Pour les façades de hauteur  $> 12$  m, les encadrements de baie métalliques satisfont en outre aux dispositions suivantes :

- Pour les ETICS, la conception des encadrements de baie suit les principes décrits dans les Figures 19 à 25.
- Pour les bardages rapportés, les encadrements de baie sont conformes aux dispositions du référentiel dont relève le système de bardage, tout en s'assurant du respect des principes décrits dans les Figures 38 à 44.
- De manière générale, ou plus particulièrement dans le cas de hauteurs de façades non visées par le référentiel du système de bardage, il convient :
  - De mettre en œuvre des précadres métalliques préalablement validés pour l'effort de vent du projet (p.ex. Précadre de la Sté Louineau certifié CTB Composants et Systèmes Bois) ; ou
  - De justifier au cas par cas de l'aptitude du système envisagé par le biais d'essais AEV Façade selon NF EN 13830 (et l'annexe D du NF DTU 31.4 – 2020).

## 4.8 Etanchéité à l'air, à la vapeur d'eau et à l'eau

### 4.8.1 PRINCIPE ET DISPOSITIONS COMMUNES

De manière générale, les dispositions relatives à l'étanchéité à l'air des parois à ossature bois conformes aux NF DTU 31.2 et 31.4 s'appliquent aux parois comportant un remplissage TERLIAN MUR PREFE BOIS, dans le respect des dispositions particulières suivantes remplaçant le cas échéant celles des NF DTU précités.

Le remplissage à base de terre, positionné dans le plénum de l'ossature bois, ne joue aucun rôle dans l'étanchéité de la paroi qui est assurée tel que décrit ci-après.

On rappelle que les éléments TERLIAN MUR PREFE BOIS comportent systématiquement un voile de contreventement ou panneau de stabilité conforme au §3.2.2 côté extérieur (appelé ci-après panneau extérieur), qui peut combiner la fonction pare-pluie (cf. §3.2.5) ou non.

En l'absence de pare-vapeur, le plan du panneau extérieur formant barrière à la diffusion de vapeur d'eau et plan d'étanchéité à l'air. La présence systématique d'un pare-pluie (membrane souple ou panneau) en phase provisoire qui est majoritairement conservé en phase définitive (cf. Tableau 3) contribue à la fois à l'étanchéité à l'eau, à l'étanchéité à l'air et au fonctionnement hygrothermique de la paroi.

Dans le cas du procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS on définit les plans d'étanchéité suivants :

- Plan formant barrière à la diffusion de vapeur d'eau (§4.8.2) ;
- Plan d'étanchéité à l'air (§4.8.3) ;
- Plan d'étanchéité à l'eau en phase provisoire (§4.8.4) ;
- Plan d'étanchéité à l'eau en phase définitive (§4.8.5).

La continuité de ces plans d'étanchéité doit être garantie en considérant les mouvements éventuels des ossatures de COB ou FOB.

Il convient de se référer en outre au §4.1.3 et aux compositions de parois décrites au Tableau 2 et au Tableau 3.

### 4.8.2 PLAN FORMANT BARRIERE A LA DIFFUSION DE VAPEUR D'EAU

En partie courante, la paroi est réalisée sans membrane pare-vapeur.

La barrière à la diffusion de vapeur d'eau est assurée en partie courante par le panneau extérieur.

Sa continuité en périphérie des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS est assurée au moyen d'une bande adhésive conforme aux dispositions du §3.2.6.

Cette disposition a été validée pour les configurations, composants et domaine d'emploi du présent dossier, et se substitue ainsi à l'exigence de mise en œuvre d'une membrane pare-vapeur  $S_d \geq 18$  m des NF DU 31.2 et 31.4 dans le cas des bardages rapportés ou l'exigence de mise en œuvre d'une membrane pare-vapeur  $S_d \geq 90$  m des Avis Techniques des procédés d'ETICS sur COB et du Cahier 3729\_V2 (décembre 2014) à la date de rédaction du présent dossier.

Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est décrit au §4.8.6.

#### 4.8.3 PLAN D'ETANCHEITE A L'AIR

En parie courante, l'étanchéité à l'air est assurée par la continuité de la barrière à la diffusion de vapeur d'eau (§4.8.2) et le traitement des joints entre panneaux extérieur au moyen d'un adhésif conforme au §3.2.6.

Lorsque le pare-pluie provisoire doit être retiré (cf. Tableau 3 et §4.8.4), les bandes adhésives au droit des joints entre panneaux extérieurs doivent être mises en œuvre préalablement à la pose de la membrane pare-pluie provisoire.

Lorsque le pare-pluie provisoire doit être conservé (cf. Tableau 3 et §4.8.4), les bandes adhésives au droit des joints entre panneaux de contreventement ou de stabilité peuvent être omis.

Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est décrit au §4.8.6.

#### 4.8.4 PLAN D'ETANCHEITE A L'EAU EN PHASE PROVISOIRE

Les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS comportent :

- Soit une membrane pare-pluie conforme aux dispositions du §3.2.5 mise en œuvre sur le panneau extérieur, fixée à l'élément conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4, et maintenue en phase provisoire par des profilés linéiques (lattes, plats métalliques) parallèles aux montants d'ossature et fixés à ces derniers ;
- Soit un panneau extérieur conforme aux dispositions du §3.2.5 assurant à la fois la fonction décran pare-pluie et de voile travaillant ou panneau de stabilité,

qui assure un plan d'étanchéité à l'eau en phase provisoire.

Le Tableau 3 décrit les situations pour lesquelles la membrane pare-pluie doit être retirée, et celles pour lesquelles le pare-pluie (membrane ou panneau) doit être conservée.

Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est décrit au §4.8.6.

##### **Cas des façades de hauteur $\leq 12$ m**

La membrane (ou le panneau) pare-pluie est de type 1000h UV au moins, le type 5000h UV étant requis si la durée d'exposition aux intempéries en phase provisoire définie par les DPM excède 3 mois.

La membrane doit impérativement être retirée dans le cas d'un ETICS en pose collée.

Le pare-pluie (membrane ou panneau) doit impérativement être conservé en phase définitive dans les autres cas.

##### **Cas des façades de hauteur $> 12$ m**

La membrane (ou le panneau) pare-pluie est de type 5000h UV.

Les lés de membrane pare-pluie sont jointoyés et sa continuité en périphérie des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS est assurée au moyen d'une bande adhésive conforme aux dispositions du §3.2.6.

Les jonctions entre panneaux formant pare-pluie sont jointoyés et sa continuité en périphérie des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS est assurée au moyen des dispositions du référentiel du panneau conforme aux dispositions du §3.2.5.

Le pare-pluie (membrane ou panneau) doit impérativement être conservé en phase définitive.

#### 4.8.5 PLAN D'ETANCHEITE A L'EAU EN PHASE DEFINITIVE

Les isolants et membranes pare-pluie mentionnés ci-après sont conformes aux dispositions respectivement du §3.3.2 et du §3.2.5.

##### **Cas du système d'ITE avec enduit (ETICS)**

L'étanchéité à l'eau est assurée par le système d'ITE avec enduit (ETICS).

Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est réalisé conformément aux dispositions de l'Avis Technique ou ATEx de l'ETICS.

---

### **Cas du bardage rapporté à joints fermés**

L'étanchéité à l'eau est assurée par le bardage :

- Sans membrane pare-pluie supplémentaire protégeant l'isolant de l'ITE;
- Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est réalisé conformément aux dispositions du référentiel du système de bardage.

### **Cas du bardage rapporté à joints ouverts (uniquement pour les façades de hauteur visées au Tableau 3)**

L'étanchéité à l'eau est assurée par le bardage avec membrane pare-pluie supplémentaire de type 5000h UV protégeant l'isolant de l'ITE quelle que soit la nature de ce dernier (§3.3.2).

Le traitement des points singuliers (notamment au droit des menuiseries extérieures ou traversées) est réalisé conformément aux dispositions du référentiel du système de bardage.

#### **4.8.6 POINTS SINGULIERS**

Pour le traitement des points singuliers et des jonctions aux autres parties de l'ouvrage, des pièces de membrane pare-vapeur ou pare-pluie conformes respectivement aux dispositions du §3.2.4 et du §3.2.5 ainsi qu'un adhésif compatible et conforme aux dispositions du §3.2.6 sont utilisés. Le principe de traitement de ces points singuliers est décrit dans les figures du dossier technique (recherche via le [sommaire en page 41-42](#)).

---

## 5 PREFABRICATION ET MISE EN ŒUVRE

---

### 5.1 Séquençage

#### Hors site

La préfabrication des éléments est réalisée selon le séquençage suivant :

- Préfabrication de l'ossature bois : ossature, voile de contreventement ou panneau de stabilité (sur une seule face).
- Vérifications préalables (§5.3).
- Remplissage à base de terre (§5.4).
- Bon à lever (§5.4.4).
- Séchage (§5.5).
- Bon à fermer ou Bon pour mise en oeuvre (§5.5).
- Fermeture le cas échéant par l'éventuel 2<sup>ème</sup> voile de contreventement.
- Pose du pare-pluie et de toute autre protection provisoire.

#### Sur site

La mise en œuvre du mur à ossature bois sur site est réalisée selon le séquençage suivant :

- Le cas échéant, pose de la lisse d'implantation.
- Levage, pose, stabilisation et assemblage des éléments préfabriqués.
- Pose des ancrages.
- Dans le cas de la COB, mise en œuvre des autres éléments structuraux.
- Traitement des jonctions et des points singuliers (étanchéité à l'air, à la vapeur d'eau et à l'eau) (§4.8.6).

### 5.2 Préfabrication des éléments TERLIAN MUR PREFABRICATION BOIS

La préfabrication des éléments TERLIAN MUR PREFABRICATION BOIS est réalisée par l'Entreprise de construction bois préalablement formée, en veillant au respect du séquençage décrit au §5.1 et des dispositions et suivantes :

- L'ossature bois est préfabriquée conformément aux dispositions du NF DTU 31.2 ou 31.4.
- L'utilisation pour la fabrication du mur de bois d'ossature dont l'humidité n'excède pas 15% est recommandée. Conformément au NF DTU 31.2 elle ne doit en aucun cas excéder 18%.
- Le remplissage de l'ossature préfabriquée avec le mélange à base de terre est réalisé conformément aux dispositions du §5.4, après réalisation des vérifications préalables décrites au §5.3.
- La fermeture le cas échéant par l'éventuel 2<sup>ème</sup> voile de contreventement et la livraison ne doivent être réalisées qu'après le Bon à fermer ou Bon pour mise en oeuvre décrit au §5.5.

### 5.3 Vérifications préalables à la mise en œuvre du remplissage

Les vérifications suivantes sont à réaliser par BULBAT (en charge de la mise en œuvre du remplissage hors site) avant le début de ses travaux avec l'appui de l'Entreprise de construction bois pour tous les contrôles en lien avec les éléments bois.

#### 5.3.1 VÉRIFICATIONS DU SUPPORT ET DES CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE

##### Conditions de mise en œuvre

- Les éléments préfabriqués sont disposés en atelier, à l'intérieur, dans une zone permettant la réalisation du remplissage.
- La température de mise en œuvre admise se situe entre 5° et 30° C.

##### Support

- Vérification de la conformité des éléments aux plans d'assemblage.
- Vérification préalable de l'humidité des bois d'ossature et du voile de contreventement (selon le protocole décrit au §7.2.1) qui ne pourra excéder 18% au moment de la mise en oeuvre mélange à base de terre.

### 5.3.2 VERIFICATION DES INTRANTS

- Vérification de la disponibilité de la fiche formulation de référence.
- Evaluation des quantités de matières premières et vérification de leur disponibilité.
- Vérification (sur Bon de livraison) :
  - De l'origine de la terre (et le cas échéant du granulats recyclé) et de la conformité du lot avec la fiche formulation prévue pour le chantier ;
  - Du type et du conditionnement du liant minéral ;
  - Du type et du conditionnement de la fibre végétale.

Les contrôles réalisés au moment de la première gâchée (et des gâchées de contrôle suivantes) sont décrits au §5.4.2 et au §7.2.2.

## 5.4 Mise en œuvre du remplissage à base de terre

### 5.4.1 PRINCIPE ET EQUIPEMENT

La mise en œuvre s'effectue hors site et s'apparente à la mise en œuvre d'un béton dans des éléments coffrés.

#### Maîtrise des quantités

Selon les caractéristiques des équipements de réalisation du mélange, on distingue deux configurations de mesure et de maîtrise des quantités :

- Mesure massique ou de débit : Mesure de masse des différents intrants solides et mesure de débit ou de masse pour l'eau (intrant liquide).
- Mesures par Unités de Quantification (UQ) préalablement qualifiées par BULBAT pour chaque intrant solide ainsi que pour l'eau selon le protocole correspondant visé au plan d'assurance qualité.

#### Equipement de mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée avec un malaxeur ou une centrale à béton mobile ou après déchargement à la goulotte ou au tapis/toboggan.

Les outils de vibration, réglage et lissage sont identiques à ceux utilisés pour la mise en œuvre du béton.

#### Equipement pour la fabrication du mélange

- Malaxeur ou centrale mobile ou auto-bétonnière.
- Poêle et réchaud ou micro-ondes pour la mesure de la teneur en eau de la terre.
- Eprouvettes 11/22 pour les essais de résistance mécanique (cf. §7.2.2).
- Cône d'Abrams pour la consistance du mélange.
- En cas de mesures par UQ : récipient(s) correspondant à l'UQ de chaque intrant.

### 5.4.2 PREPARATION DU MELANGE

La fabrication du mélange à base de terre est réalisée sur le site de préfabrication des éléments d'ossature bois ou sur un site intermédiaire (où les éléments préfabriqués d'ossature bois auront été préalablement transportés) au moyen d'un malaxeur ou d'une centrale mobile.

BULBAT définit et gère l'approvisionnement des matières premières requises pour la préparation du mélange, l'organisation, la préparation et la mise en œuvre du mélange avec l'appui de l'Entreprise de construction bois.

BULBAT réalise les contrôles qualité et essais associés à la production du mélange (masse volumique, quantité d'eau ajoutée, consistance)

#### Formulation – Recette

La fiche formulation définie par BULBAT permet de définir, par lecture directe après saisie des paramètres du projet :

- Les diverses quantités de la recette ;
- La quantité d'eau de gâchage en fonction de l'humidité de la terre préalablement déterminée (cf. gâchée de contrôle)
- La quantité de chaque matière première nécessaire au projet, ajustée en fonction du conditionnement correspondant.

En cas de mesures par UQ : les quantités massiques des intrants issues du fichier formulation sont préalablement converties en nombre d'UQ correspondant.

### Gâchée de contrôle

La gâchée de contrôle permet de mesurer la masse volumique à l'état frais et donc l'humidité réelle du mélange de terre, de valider (et ajuster si nécessaire) la quantité d'eau de gâchage et de vérifier la consistance et la conformité du mélange avant remplissage.

On réalise systématiquement une gâchée de contrôle pour la 1<sup>ère</sup> gâchée de chaque journée de remplissage et à chaque réapprovisionnement de lot de terre sur le site de fabrication selon la procédure décrite au §7.2.2.

### Préparation de la gâchée

On prépare chaque gâchée comme suit :

- Selon la configuration de l'équipement de réalisation du mélange, mesure massique (ou de débit pour l'intrant liquide) ou mesure par UQ de chaque intrant solide et liquide ;
- Incorporation de 40% du volume d'eau de gâchage ;
- Incorporation de la terre et le cas échéant des agrégats (granulat recyclé ou granulat de bois) ;
- Incorporation de 30% du volume d'eau de gâchage ;
- Incorporation du liant ;
- Ajustement de la quantité d'eau finale en fonction de la consistance voulue, tout en veillant à ce que la quantité d'eau totale n'excède pas 22% ;
- Vérifications et mesures intermédiaires décrites au §7.2.2 s'il s'agit d'une gâchée de contrôle.
- Contrôles décrits au §7.2.2 s'il s'agit d'une gâchée de contrôle.

Il convient de respecter un temps de malaxage entre chacune de ces étapes afin d'obtenir une homogénéité du mélange (contrôle visuel par l'opérateur ou prélèvement en cas de contrôle visuel impossible).

### 5.4.3 MISE EN ŒUVRE DU REMPLISSAGE

Les éléments à ossature bois préfabriqués sont positionnés horizontalement sur 3 cales en bois d'au moins 38 x 60 mm de section posées à plat perpendiculairement aux montants d'ossature.

La mise en œuvre du mélange se fait cavité par cavité dans chaque élément à ossature bois préfabriqué. Elle s'apparente à la mise en œuvre d'un béton dans des éléments coffrés. A l'issue du remplissage de l'ensemble des cavités :

- Dans le cas d'un mélange de consistance S1 ou S2 : le mélange de terre est vibré (aiguille vibrante) puis lissé (règle de maçon).
- Dans le cas d'un mélange de consistance S3 ou S4 : le mélange n'est pas vibré.

Après remplissage du premier élément, 3 cales sont positionnées sur sa face supérieure, posées à plat perpendiculairement aux montants d'ossature à l'aplomb des cales supportant l'élément. On empile ensuite le prochain élément à remplir.

On procède ainsi de suite sans que la hauteur d'empilement totale n'excède 2,1 m, en veillant à ce que les « MOB référent max » (cf. §7.2 et §7.2.1) soient positionnés de sorte à rester accessible pour les contrôles décrits aux §7.2.1 et 7.2.3.

Alternativement, le remplissage des éléments sur cales peut également être réalisé sans empilement à l'avancement (les éléments sont alors calés individuellement sur le sol), l'empilement étant réalisé au plus tard 3 heures après le coulage (période d'ouvrabilité du mélange avant le début de prise) et, selon les mêmes principes et limitations.

Les éléments ainsi remplis et empilés sont maintenus en position jusqu'au bon à lever (cf. §5.4.4).

### 5.4.4 BON A LEVER

Le bon à lever est délivré par BULBAT (ou par l'Entreprise de construction bois lorsqu'elle a été préalablement approuvée par BULBAT – cf. note 6 du Tableau 1) sous réserve que la résistance à la compression à 7 jours soit supérieure ou égale à 0,7 MPa ou que l'angle de rebond du scléromètre pendulaire soit supérieur ou égale à 20°.

Le bon à lever autorise la manutention des éléments préfabriqués pour leur déplacement vers une autre zone en vue, selon les cas, de poursuivre le séchage et/ou de procéder à la finition des éléments et/ou d'être stockés en attendant la livraison sur site, voire d'être chargés pour livraison sur site.

Le bon à lever n'est pas requis pour le déplacement des éléments fraîchement remplis durant la période d'ouvrabilité de 3 heures décrite au §5.4.3.

## 5.5 Séchage – Bon à fermer ou Bon pour mise en oeuvre

Le cas général est celui où BULBAT est en charge des vérifications clés. Néanmoins, lorsqu'elle a été préalablement approuvée par BULBAT (cf. note 6 du Tableau 1), l'Entreprise de construction bois peut se substituer à BULBAT lorsque cette dernière est mentionnée dans la présente section.

### Dispositions générales

La poursuite des travaux sur les éléments préfabriqués ayant reçu un remplissage à base de terre est impérativement subordonnée au suivi du séchage et au bon à fermer / bon pour mise en oeuvre desdits éléments délivré dans les conditions décrites ci-après. Ceci concerne aussi bien :

- La mise en oeuvre le cas échéant de l'éventuel 2<sup>ème</sup> voile de contreventement ;
- La mise en oeuvre du pare-pluie ou de toute autre protection provisoire ;
- La livraison sur chantier.

On entend dans ce qui suit par « fin du séchage » la délivrance du bon à fermer / bon pour mise en oeuvre et par « durée de séchage » la durée entre la réalisation du remplissage et la délivrance du bon à fermer / bon pour mise en oeuvre.

Les vérifications sont réalisées par BULBAT (en charge de la mise en oeuvre du remplissage hors site) avec l'appui de l'Entreprise de construction bois pour tous les contrôles en lien avec les éléments bois.

### Bon à fermer ou Bon pour mise en oeuvre

Le bon à fermer ou Bon pour mise en oeuvre est sous la responsabilité de BULBAT.

L'Entreprise de construction bois réalise les mesures d'humidité de l'ossature bois et du voile de contreventement décrites ci-après et les transmet à BULBAT.

Il convient de prévoir une campagne de mesures d'humidité de l'ossature bois et du voile de contreventement chaque jour de réalisation du remplissage, puis tous les 3 jours à compter de cette date et pendant la durée de séchage.

BULBAT est en charge des autres mesures, prélèvements et points de contrôle décrits ci-après et délivre le bon à fermer / bon pour mise en oeuvre dans les conditions cumulatives suivantes :

- Le bon à lever décrit au §5.4.4 a été préalablement délivré,
- L'humidité des bois d'ossature et du voile de contreventement (vérifiée selon le protocole décrit au §7.2.1) ne doit pas excéder la valeur limite de l'humidité des bois  $H_{\text{bois,lim}}$  fixée à 18%, cette limite étant abaissée à 14% lorsque les éléments sont produits pour un ouvrage de FOB filante avec appui unique en pied de 3 niveaux,
- Le délai de séchage du voile de contreventement (période d'humidité supérieure à 18%) n'a pas excédé 4 semaines,
- L'humidité du remplissage en terre (mesurée selon le protocole décrit au §7.2.3) ne doit pas excéder 20%.

Si les trois conditions ne sont pas remplies, la période de séchage doit être prolongée. La mise en oeuvre de dispositifs permettant d'accélérer le séchage de manière assistée est permise.

### Durée de séchage

La durée de séchage est usuellement de 7 jours. Elle est en tout état de cause soumise à la satisfaction des trois critères de délivrance du bon à fermer ou bon pour mise en oeuvre, pouvant conduire à un délai inférieur, mais également supérieur.

## 5.6 Stockage et manutention

### 5.6.1 STOCKAGE HORS SITE

Lors du remplissage, les éléments sont empilés à plat, séparés du sol ou des éléments adjacents par 3 cales posées à plat perpendiculairement aux montants d'ossature, chaque cale étant à l'aplomb des cales des éléments inférieurs. La hauteur d'empilement totale n'excède pas 2,1 m.

Les éléments ainsi empilés sont maintenus en position jusqu'au bon à lever (cf. §5.4.4).

Une fois le bon à lever délivré, les éléments sont stockés à l'abri, à l'horizontale (selon le même principe décrit ci-avant).

Dans le cas où le bon à fermer / bon pour mise en oeuvre n'a pas été délivré en même temps que le bon à lever, on veille à ce que les « MOB référent max » (cf. §7.2 et §7.2.1) soient positionnés de sorte à rester accessible pour les contrôles décrits aux §7.2.1 et 7.2.3.

Le stockage à l'abri, à la verticale (sur des supports inclinés à env. 83° ou à 90° avec un dispositif de stabilisation adéquat) est admis une fois le bon à fermer / bon pour mise en oeuvre délivré.

## 5.6.2 STOCKAGE SUR SITE

Dans le cas général, l'ordonnancement du chantier doit permettre la mise en œuvre des éléments sur chantier le jour de leur livraison, à l'avancement.

Lorsqu'un stockage sur site s'avère nécessaire, les éléments sont stockés sur un sol plan et globalement de niveau, sur des cales permettant d'éviter tout contact avec le sol et de limiter les projections d'eau. Ils sont stabilisés par tout moyen adéquat et bâchés.

Avant mise en œuvre d'éléments stockés sur site plus de 4 jours, il convient de vérifier que l'humidité des bois d'ossature (vérifiée selon le protocole décrit au §7.2.1) de chaque élément individuel n'excède pas 18%.

## 5.6.3 MANUTENTION

La manutention des éléments de mur à ossature bois non remplis est réalisée conformément aux dispositions usuelles de la construction bois.

Chaque élément préfabriqué et rempli comprend une étiquette qui indique son poids total nominal sur la base d'un mélange de terre à 20% de teneur en eau initiale.

Deux solutions de levage sont admises :

- Levage directement par élingues passantes sous la traverse basse des éléments préfabriqués :  
Les éléments préfabriqués sont pourvus de réservations en pied de mur permettant le passage et le retrait des élingues (Figure 4 et Figure 5).
- Levage par l'intermédiaire de crochets de levage fixés à la traverse haute des éléments préfabriqués :
- Tout dispositifs de levage, ses fixations à la traverse haute et la composition des éléments préfabriqués qu'ils peuvent impliquer sont systématiquement vérifiés et validés au préalable par BULBAT.
- Le système RAPTOR de Rothoblass, fixé au moyen de vis HBS Plate ou de type VGS avec rondelles HUS10 a été validé par BULBAT et dispose d'abaques permettant la conception du système de levage pour les éléments.

La manutention des éléments préfabriqués à la verticale est réalisée exclusivement au moyen d'élingues selon l'un des deux systèmes décrits ci-dessus et d'un dispositif de retournement et de levage.

La manutention des éléments préfabriqués à l'horizontale peut être réalisée au moyen d'un chariot élévateur.

Jusqu'à la mise en œuvre sur site, l'Entreprise de construction bois veille à la compatibilité :

- Des équipements de levage et de transport avec le poids du ou des éléments préfabriqués à lever ;
- Des zones de stockage (planéité, propreté, portance) des éléments préfabriqués avec leur poids ;
- Des accessoires permettant la pose et la stabilisation provisoire des éléments préfabriqués dans l'ouvrage (étaielement,...).

Le détail des modes opératoire de manutention, de transport et les dispositions de levage des éléments préfabriqués est décrit dans le PAQ.

## 5.7 Gestion de l'humidité en phase chantier

Outre le respect des dispositions de protection des éléments lors du stockage sur site, il convient de prendre les dispositions visant à limiter les reprises d'humidité en phase chantier des éléments installés, ces dispositions ne se limitant pas à la seule mise en œuvre systématique du pare-pluie provisoire (cf. §4.8.4).

Les recommandations du guide « Construction bois et gestion de l'humidité en phase chantier » (Ingeneco Technologies, CODIFAB) sont applicables au procédé TERLIAN MUR PREFABRICATION BOIS.

## 5.8 Mise en œuvre des éléments TERLIAN MUR PREFABRICATION BOIS sur site

La mise en œuvre sur site des éléments TERLIAN MUR PREFABRICATION BOIS est réalisée conformément au NF DTU 31.2 ou 31.4 par l'Entreprise de construction bois préalablement formée, en veillant au respect du séquençage décrit au §5.1 et des dispositions et spécifiques suivantes :

- Le risque lié à une montée incontrôlée de l'humidité en phase chantier doit être pris en compte. Il convient à cet effet de respecter les dispositions du guide « Construction Bois et gestion de l'humidité en phase chantier » (avril 2020) édité par le CODIFAB, qui doivent être maintenues *a minima* jusqu'à la mise en œuvre de l'ETICS ou du bardage.
- En particulier, le pare-pluie provisoire dont sont pourvus les éléments préfabriqués (cf. §4.8.4) devra être maintenu en place et en bon état à tout moment. Il ne peut être retiré que dans les cas prévus au Tableau 3 et uniquement au moment de la mise en œuvre de l'ITE (sous enduit ou bardage).

Pour le traitement des points singuliers, se référer au §4.8.6 et aux figures afférentes du dossier technique.

### Dispositions complémentaires relatives à la FOB interrompue

Les jeux fonctionnels avec la structure primaire sur les côtés et le dessus des éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS sont traités sur site après pose en veillant au respect des dispositions suivantes :

- Les pontages périphériques permettant d'assurer la continuité du plan d'étanchéité à l'air, de la barrière à la vapeur d'eau et du plan d'étanchéité à l'eau provisoire sont réalisés en veillant à ce que les bandes adhésives ou bandes de pare-pluie ou pare-vapeur soient posées avec un soufflet.
- Le remplissage des jeux est réalisé avec un isolant en laine minérale de masse volumique 40 kg/m<sup>3</sup>, d'épaisseur adaptée, et mis en œuvre en veillant à ne pas trop comprimer l'isolant, préférentiellement après traitement des pontages périphériques.

## 5.9 Mise en œuvre des autres parties d'ouvrage

De manière générale, il convient de se référer aux figures du dossier technique qui illustrent les dispositions relatives à la mise en œuvre de ces parties d'ouvrage.

### 5.9.1 MISE EN ŒUVRE DES MENUISERIES EXTERIEURES

Les menuiseries extérieures sont mises en œuvre dans le mur à ossature bois conformément aux dispositions des NF DTU 36.5, 31.2 et 31.4, en veillant aux dispositions suivantes :

- La fixation des menuiseries dans le remplissage à base de terre n'est pas admise.
- Les encadrements de baie sont mis en œuvre avant la pose de l'ITE et leurs pontages périphériques avec le pare-pluie provisoire réalisés tel que décrit dans les figures du dossier technique.

### 5.9.2 REVETEMENT EXTERIEUR

De manière générale, et à l'exception de la possibilité de fixation mécanique de l'ETICS dans le remplissage à base de terre, la présence du remplissage à base de terre ne modifie pas les dispositions de mise en œuvre sur COB des revêtements extérieurs listés au §3.3, qui est réalisée conformément à leurs référentiels respectifs, complétés le cas échéant des dispositions spécifiques ci-après.

#### 5.9.2.1 ITE avec enduit (ETICS)

La mise en œuvre du système d'ITE avec enduit (ETICS) se conforme aux dispositions du référentiel dont il relève, complété le cas échéant des dispositions spécifiques ci-après.

Pour la pose collée : pas de disposition particulière, à l'exception des dispositions particulières relatives au cas de la pose sur FOB interrompue décrites au §4.6.1.

Pour la fixation mécanique :

- Les fixations peuvent être vissées sans pré-perçage dans les montants bois et/ou à travers le panneau extérieur dans le remplissage à base de terre, au moyen des vis à rosace décrites au §4.6.1, dans le respect des dispositions du référentiel concerné et des dispositions complémentaires du §4.6.1.
- A cet effet, un plan de calepinage des panneaux d'isolant et des fixations dans le remplissage et, le cas échéant, dans les montants d'ossature est systématiquement établi et transmis à l'entreprise en charge de la mise en œuvre de l'ETICS.
- Un repérage des montants et des traverses d'ossature bois est rendu visible sur les éléments TERLIAN MUR PREFA BOIS pour permettre à l'entreprise en charge de la mise en œuvre de l'ETICS de procéder à la mise en œuvre dans le respect strict dudit calepinage.
- Les principes et des exemples de calepinage des fixations de l'ETICS sont illustrés en Figure 17.
- Il convient en outre de veiller au respect des dispositions particulières relatives au cas de la pose sur FOB interrompue décrites au §4.6.1 et dans les Figures 15 à 31.

#### 5.9.2.2 Bardage rapporté à lame d'air ventilée avec ITE

La mise en œuvre du système de bardage rapporté se conforme aux dispositions du référentiel dont il relève, complété des dispositions spécifiques décrites au §4.6.2, notamment pour ce qui concerne les systèmes de contre-ossature d'ITE et les dispositions complémentaires relatives à la FOB interrompue.

Ces dispositions sont illustrées dans les Figures 32 à 50.

### 5.9.3 PARE-VAPEUR

En partie courante, la paroi est réalisée sans membrane pare-vapeur.

Pour le traitement des points singuliers et des jonctions aux autres parties de l'ouvrage (cf. 4.8.6), des pièces de membrane pare-vapeur conforme aux dispositions du §3.2.4 de valeur  $S_d \geq 18$  m en cas de bardage rapportée ou  $S_d \geq 90$  m en cas d'ETICS ainsi qu'un adhésif compatible et conforme au §3.2.6 sont utilisés. Leur mise en œuvre est réalisée conformément aux dispositions du NF DTU 31.2 P1-1 ou NF DTU 31.4 P1-1.

### 5.9.4 CONTRE-CLOISON

La présence du remplissage à base de terre ne modifie pas les dispositions de mise en œuvre sur COB ou FOB de la contre-cloison non isolée décrite au §3.2.7, qui est réalisée conformément au NF DTU 25.41 ou au NF DTU 36.2.

Les fixations de l'ossature (bois ou métallique) de la contre-cloison dans le remplissage à base de terre ne sont pas admises.

## 6 ASSISTANCE TECHNIQUE

Outre la qualification et le suivi des fournisseurs de terre, POINT P, par l'intermédiaire de BULBAT, accompagne les projets visant à l'utilisation du procédé TERLIAN MUR PREFABOIS et fournit une assistance technique dans les conditions suivantes.

### Concepteurs

BULBAT fournit une assistance dès la phase de conception aux maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et concepteurs souhaitant mettre en œuvre le procédé.

### Caractérisation de la formulation

BULBAT caractérise et valide la formulation du mélange de terre tel que décrit au §7.1.

### Fabrication & Montage

BULBAT, en coordination avec l'Entreprise de construction bois (ou l'Entreprise de construction bois lorsqu'elle a été préalablement approuvée par BULBAT – cf. note 6 du Tableau 1) :

- Définit et gère l'approvisionnement des matières premières requises pour la préparation du mélange, l'organisation, la préparation et la mise en œuvre du mélange.
- Réalise les contrôles qualité et essais associés à la production du mélange (masse volumique, quantité d'eau ajoutée, consistance).
- Assiste l'Entreprise de construction bois dans la réalisation des contrôles qualité concernant l'humidité de l'ossature bois avant et après remplissage.
- Réalise les contrôles, essais et mesures d'humidité du mélange de terre nécessaires à la délivrance du bon à lever et du bon à fermer / bon pour mise en œuvre, et délivre ces derniers.
- Assiste l'Entreprise de construction bois dans la vérification de la compatibilité de la conception des murs avec le mode de levage par élingues et les divers modes opératoires de manutention et de stockage des éléments préfabriqués.

### Suivi durant la période d'expérimentation

Durant la période d'expérimentation, BULBAT (ou l'Entreprise de construction bois lorsqu'elle a été préalablement approuvée par BULBAT – cf. note 6 du Tableau 1) :

- Assurera l'accompagnement technique des acteurs de chaque projet d'expérimentation (Maître d'ouvrage, Maîtrise d'œuvre, Entreprise de construction bois).
- Veillera à la prise en compte des dispositions de conception, de fabrication, de mise en œuvre et de contrôle en cours de fabrication et de mise en œuvre du présent dossier.
- Enregistrera dans la base de données INVEN'TERRE (BULBAT) ou dédiée (Entreprise) dans un document synthèse l'ensemble des fiches de contrôles et de collecte de données établies lors des phases de fabrication.

## 7 CONTROLES

L'ensemble des contrôles, documents de préqualification, documents de suivi est enregistré dans une base documentaire centralisée INVEN'TERRE établie à cet effet par BULBAT (ou une base de données dédiée établie à cet effet par l'Entreprise de construction bois lorsqu'elle a été préalablement approuvée par BULBAT – cf. note 6 du Tableau 1), pour une conservation pendant 10 ans.

Le procédé fait en outre l'objet d'un suivi par

### 7.1 Contrôles avant livraison de la terre sur site de fabrication

#### 7.1.1 VALIDATION DU SITE D'EXCAVATION

BULBAT réalise un audit de préqualification de tout ISDI ou gisement local de terre envisagés pour la livraison de lots de terre destinés au procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS, selon la procédure décrite dans le PAQ Site afin de vérifier la satisfaction au cahier des charges spécifique BULBAT.

Lorsque le site est en capacité de fournir la terre dans la durée, le site est ensuite audité annuellement par BULBAT.

#### 7.1.2 VALIDATION INITIALE D'UN LOT DE TERRE POUR SON APPLICATION

BULBAT procède à la validation initiale de chaque lot de terre destiné au procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS, selon la procédure décrite dans le PAQ Lot de terre, afin de vérifier son aptitude à atteindre les caractéristiques listées au §3.1.5 et de définir les caractéristiques à suivre par l'ISDI ou l'organisation en charge de l'extraction dans le cadre de son propre PAQ.

L'ISDI ou l'organisation en charge de l'extraction réalise un suivi des caractéristiques convenues, audité par BULBAT lors des audits de site.

#### 7.1.3 PROCEDURE DE PRELEVEMENT ET STOCKAGE DES EPROUVETTES POUR ESSAIS DE COMPRESSION

Le prélèvement du mélange en éprouvettes 11/22 est réalisé hors site, en sortie du malaxeur, selon la procédure décrite au PAQ.

Les éprouvettes sont stockées non démoulées, couvertes et à l'abri en attendant leur envoi à un laboratoire externe.

L'expédition des éprouvettes est organisée pour s'assurer d'un départ après au moins 24 h de stockage et d'une arrivée au laboratoire au plus tard le 6<sup>ème</sup> jour.

#### 7.1.4 PROCEDURE DE VALIDATION INITIALE D'UN LIANT OU DE GRANULATS DE BOIS

BULBAT procède à la validation initiale d'un liant ou de granulats de bois destinés au procédé TERLIAN MUR PREFABOIS selon la procédure interne correspondante, afin de vérifier leur aptitude à atteindre les caractéristiques principales listées au §3.1.5 et de définir les fiches formulation correspondantes.

Cette validation est réalisée sous le contrôle d'un organisme tiers, qui s'assurera du respect de la procédure et de la conformité des valeurs obtenues pour les caractéristiques cibles.

### 7.2 Contrôles sur site de fabrication

Outre les vérifications préalables des intrants décrites au §5.3.2, les contrôles et mesures réalisées sur site sont décrits ci-après.

Dans ce qui suit, on entend par :

- « panneau » de remplissage la zone comprise entre deux montants d'ossature ;
- « MOB » un élément préfabriqué d'ossature bois ;
- « série de MOB » l'ensemble des éléments MOB prévus pour être remplis au cours d'une même journée ;
- « MOB référent max » l'élément MOB d'une série de MOB pour lequel la valeur moyenne des mesures d'humidité est la plus élevée dans ladite série.

#### 7.2.1 CONTROLE DE L'HUMIDITE DE L'OSSATURE BOIS ET DU VOILE DE CONTREVENTEMENT

Le contrôle de l'humidité des bois d'ossature et du voile de contreventement est réalisé avant mise en œuvre du remplissage à base de terre (vérification préalable à la mise en œuvre du remplissage – cf. §5.3.1) et pour le suivi du séchage et la délivrance du bon à fermer (cf. §5.5) au moyen d'un humidimètre à pointes selon les dispositions du guide « Construction Bois et gestion de l'humidité en phase chantier » (avril 2020) édité par le CODIFAB pour l'ossature, et sur la tranche à une profondeur de 0,3 fois l'épaisseur du panneau pour le voile de contreventement.

### **Contrôle sur matière entrante – Panneaux extérieur (à base de bois)** [NDLR : cette section a été ajoutée]

L'humidité des panneaux entrants est mesurée et enregistrée sur le site de fabrication selon la procédure décrite au PAQ fabrication.

### **Contrôle sur matière entrante – Bois d'ossature** [NDLR : cette section a été ajoutée]

L'humidité des bois d'ossature entrants est mesurée et enregistrée sur le site de fabrication selon la procédure décrite au PAQ fabrication.

### **Détermination du « MOB référent max »**

On détermine et on identifie 2 « MOB référent max » parmi une série d'éléments d'ossature préfabriqués selon la procédure décrite au PAQ fabrication.

On veille à préfabriquer l'ossature d'une série de référence d'éléments exclusivement à partir de panneaux issus de la « Palette de référence panneaux » et de bois d'ossatures issus de la « Palette de référence bois ».

Parmi les éléments de cette série de référence, on choisit au hasard 2 éléments qui sont identifiés comme « MOB référent max » et qui seront ceux qui feront l'objet du contrôle de l'humidité pour la suite du process de fabrication.

### **Contrôle de l'humidité des composants bois d'un « MOB référent max »**

Le contrôle de l'humidité d'un « MOB référent max » est réalisé et enregistré après sa fabrication comme suit :

- Le contrôle est effectué pour chaque « MOB référent max » à raison de :
  - une mesure à mi-hauteur d'un montant d'extrémité et tous les 3 montants intermédiaires (au minimum 2 mesures en tout par MOB) ;
  - une mesure à mi-épaisseur de la traverse basse par MOB ;
  - trois mesures réparties régulièrement sur un panneau de contreventement du MOB.
- Pour le suivi du séchage et la délivrance du bon à fermer, le contrôle est effectué sur les seuls « MOB référent max », selon les mêmes points de mesure que pour le contrôle après préfabrication.

La valeur limite de l'humidité des bois  $H_{\text{bois,lim}}$  est fixée à 18%. Elle est abaissée à 14% lorsque les éléments sont produits pour un ouvrage de FOB filante avec appui unique en pied de 3 niveaux.

De manière générale, l'humidité obtenue pour chaque mesure individuelle ne doit pas excéder  $H_{\text{bois,lim}}$ .

Si une mesure d'un « MOB référent max » excède  $H_{\text{bois,lim}}$ , la durée de séchage de toute la série doit être prolongée.

Si la durée de séchage (période où l'humidité excède  $H_{\text{bois,lim}}$ ) d'un voile de contreventement excède 4 semaines, la série de MOB doit être vérifiée et les panneaux excédant  $H_{\text{bois,lim}}$  après 4 semaines doivent être remplacés.

Lorsque toutes les mesures du « MOB référent max » sont  $\leq H_{\text{bois,lim}}$ , et que le contrôle de l'humidité du remplissage en terre (cf. §7.2.3) est également satisfaisant, le bon à fermer / bon pour mise en œuvre peut être délivré pour l'ensemble des MOB de la série.

## **7.2.2 GACHES DE CONTROLE**

On réalise systématiquement une gâchée de contrôle pour la 1<sup>ère</sup> gâchée de chaque journée de remplissage et à chaque réapprovisionnement de lot de terre sur le site de fabrication selon la procédure décrite au PAQ fabrication.

Le protocole de conservation des éprouvettes destinées aux essais de résistance à la compression ainsi que la réalisation de ces essais sont décrits au §7.1.3.

## **7.2.3 CONTROLE DE L'HUMIDITE DU REMPLISSAGE EN TERRE**

Le contrôle de l'humidité du remplissage en terre durci est réalisé pour le suivi du séchage et la délivrance du bon à fermer (cf. §5.5) :

- Au moyen d'une bombe à carbure (telle que celle décrite à l'Annexe B du NF DTU 53.12 P1-1-1) : la teneur en eau du prélèvement de 10g est obtenue à partir de la pression mesurée et du tableau de conversion du PAQ Chantier (résultat d'une étude de calibration) ou au moyen d'un humidimètre capacitif à sphère préalablement calibré et validé par BULBAT.
- Pour le seul MOB référent max, à raison d'un prélèvement à mi-hauteur de mur tous les 4 panneaux de remplissage (au minimum 1 mesure par pan de mur).

De manière générale, l'humidité obtenue pour chaque mesure individuelle ne doit pas excéder 20%.

Si une mesure d'un MOB référent max excède 20%, la durée de séchage de toute la série doit être prolongée.

Lorsque la mesure du MOB référent max est  $\leq 20\%$ , que le contrôle de l'humidité de l'ossature bois (cf. §7.2.1) et que la prise du mélange avec le respect du critère de résistance mécanique à 7 jours obtenu avec les essais d'éprouvette sont également satisfaisant, le bon à fermer / bon pour mise en œuvre peut être délivré pour l'ensemble des MOB de la série.

## 8 REPARATION

En cas d'endommagement d'un voile travaillant (fuite d'eau, infiltrations, ...) nécessitant son remplacement, il est possible de procéder à ce remplacement comme suit.

- Dépose du revêtement (côté du voile à remplacer) et retrait de l'isolant le cas échéant.
- Dépose progressive et soignée du panneau endommagé en veillant à ne pas endommager l'ossature, les panneaux adjacents et leurs fixations.
- Si la pose du panneau de remplacement n'est pas immédiatement possible, mise en œuvre d'entretoises et/ou de profils de contreventement provisoire (en K ou X).
- Mise en œuvre du panneau de remplacement de manière identique à sa mise en œuvre en construction neuve.
- Réfection du revêtement :
  - Côté intérieur : conformément aux dispositions du NF DTU 25.41 ou NF DTU 36.2 pour la contre-cloison non isolée ;
  - Côté extérieur : pour l'ETICS, conformément aux dispositions de l'AT ou du DTA de l'ETICS et du §6.2 du Cahier du CSTB 3035\_V3 ; pour le bardage rapporté, conformément à son référentiel.

## 9 MENTION DES JUSTIFICATIFS

Le procédé TERLIAN MUR PREFA BOIS a fait l'objet de plusieurs études expérimentales, complétées de rapports d'interprétation. On mentionne ci-après les éléments principaux.

- Rapport d'essais (caractéristiques du mélange) :
  - Résistance à la compression : nombreux rapports CERIB et internes et mesures lors des campagnes d'essais ci-après
  - Conductivité thermique : RE 2023-02 (Lasie)
  - Chaleur massique : RE 2023-03 (Lasie)
  - Sorption/désorption : RE 2023-04 (Lasie)
  - Perméabilité à la vapeur d'eau : RE 2023-05 (Lasie)
  - Propriétés physiques, mécaniques et variation dimensionnelle :  
RE-043634-A (Cerib) ; RE-041383-A (Cerib) ; 043656 – A (Cerib) ; 042703- A (Cerib) ; DSSF-14977-C (CSTB)
- Rapports d'essais (comportement mécanique) :
  - Essais de contreventement statique : EEM 21-08938 (CSTB)
  - Essais de contreventement et durabilité statique et quasi-statiques : EEM 22-132922 (CSTB)
  - Chocs intérieurs de sécurité : DSSF-22-14977-A, -B et -D (CSTB)
- Rapports d'essais (durabilité)
  - Suivi de l'humidité (séchage) après mise en œuvre : 2023-285-1206 et 23-0014-1-1 (FCBA)
- Sécurité incendie :
  - Appréciation de laboratoire – résistance au feu : n°EFR-23-003598 (Efectis)
- Etudes de transfert hygrothermique :
  - Etude des différentes configurations, climats, et analyse de sensibilité : (B6/WIGWAM – 20/01/2023)
  - Etude complémentaire et étude de points singuliers (Wigwam – 14/04/2023)
  - Etude complémentaire variantes panneaux contreventement, ETICS Liege & Laine de Bois, variation Cp (Wigwam – 02/10/2023)
  - Etudes Hygrothermique – Paroi courante & Points singuliers – Dossier ATEX a V2 (Wigwam – 29/05/2025)

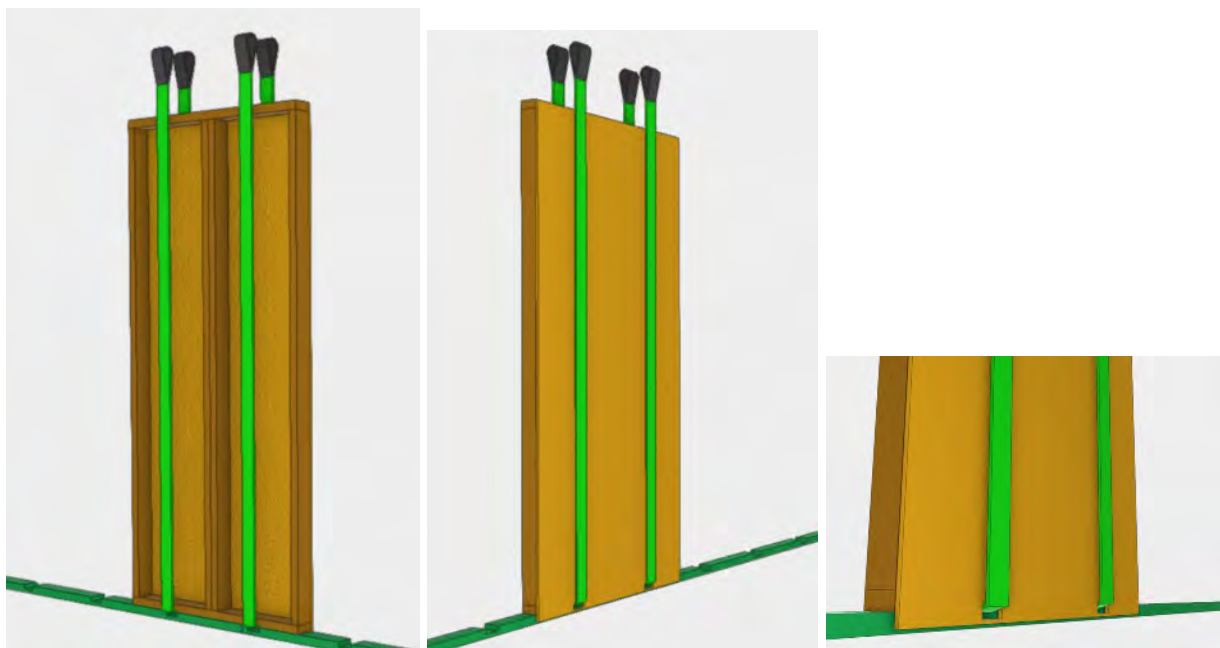
Figure 1 : Principe de paroi utilisant le procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS .....	4
Figure 2 : Tasseaux de maintien hors plan du remplissage à base de terre.....	12
<b>TERLIAN MUR PREFE BOIS en COB et Principes généraux</b>	
Figure 3 : Principe de pose de l'élément préfabriqué avec procédé TERLIAN MUR PREFE BOIS avec lisse d'implantation .....	38
Figure 4 : Principe levage avec élingues passant dans les réservations.....	39
Figure 5 : Détails de principe des réservations des traverse basse et lisse d'implantation pour passage des élingues.....	39
Figure 6 : COB – Exemple d'ancrages et de liaisons entre éléments préfabriqués et dalle, chaînage ou refend – CVT 1 face..	40
Figure 7 : COB – Exemple d'ancrages et de liaisons entre éléments préfabriqués et dalle, chaînage ou refend – CVT 2 faces	41
Figure 8 : COB – Coupe de principe d'ancrage (traction) des éléments préfabriqués à la dalle.....	42
Figure 9 : COB – Coupes de principe liaison plancher bois / Mur ossature bois et continuité des tirants – CVT 1 face (extérieur)	42
Figure 10 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions entre éléments préfabriqués .	43
Figure 11 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec d'autres éléments structuraux bois.....	43
Figure 12 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec ouvrages béton ou maçonnerie.....	44
Figure 13 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec un plafond sous comble non chauffé .....	44
Figure 14 : Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des chevêtres de menuiseries extérieures en applique intérieure.....	45
Figure 15 : Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des traversées de paroi .....	46
<b>TERLIAN MUR PREFE BOIS et ITE avec enduit (ETICS)</b>	
Figure 16 : ETICS – COB et FOB – Partie courante.....	48
Figure 17 : ETICS – COB et FOB – Principes et exemples de calepinage de fixations mécaniques .....	49
Figure 18 : ETICS – COB et FOB – Appui bas sur structure primaire.....	50
Figure 19 : ETICS – COB et FOB – Acrotère.....	50
Figure 20 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau.....	51
Figure 21 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Appui.....	51
Figure 22 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau.....	52
Figure 23 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec BSO.....	53
Figure 24 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec BSO.....	53
Figure 25 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec VR.....	54
Figure 26 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec VR.....	54
Figure 27 : ETICS – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle sortant.....	55
Figure 28 : ETICS – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle rentrant.....	55
Figure 29 : ETICS – COB – Passage de plancher plateforme .....	56
Figure 32 : ETICS – FOB interrompue – Jonction horizontale avec structure primaire.....	56
Figure 30 : ETICS – FOB interrompue – Angle sortant.....	57
Figure 31 : ETICS – FOB interrompue – Angle rentrant.....	57
Figure 33 : ETICS – FOB interrompue – Jonction verticale avec structure primaire .....	58

## TERLIAN MUR PREFA BOIS et Bardage rapporté ave clame d'air ventilée

Figure 34 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE double réseau.....	60
Figure 35 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE simple réseau avec pattes-équerres.....	62
Figure 36 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE simple réseau avec profil métallique .....	64
Figure 37 : BARDAGE – COB et FOB – Appui bas sur structure primaire.....	65
Figure 38 : BARDAGE – COB et FOB – Acrotère .....	65
Figure 39 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau.....	66
Figure 40 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Appui.....	66
Figure 41 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau.....	67
Figure 42 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec BSO .....	68
Figure 43 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec BSO .....	68
Figure 44 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec VR .....	69
Figure 45 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec VR .....	69
Figure 46 : BARDAGE – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle sortant .....	70
Figure 47 : BARDAGE – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle rentrant .....	70
Figure 48 : BARDAGE – COB – Passage de plancher plateforme .....	71
Figure 52 : BARDAGE – FOB interrompue – Jonction verticale avec structure primaire.....	71
Figure 49 : BARDAGE – FOB interrompue – Angle sortant .....	72
Figure 50 : BARDAGE – FOB interrompue – Angle rentrant .....	72
Figure 51 : BARDAGE – FOB interrompue – Jonction horizontale avec structure primaire .....	73

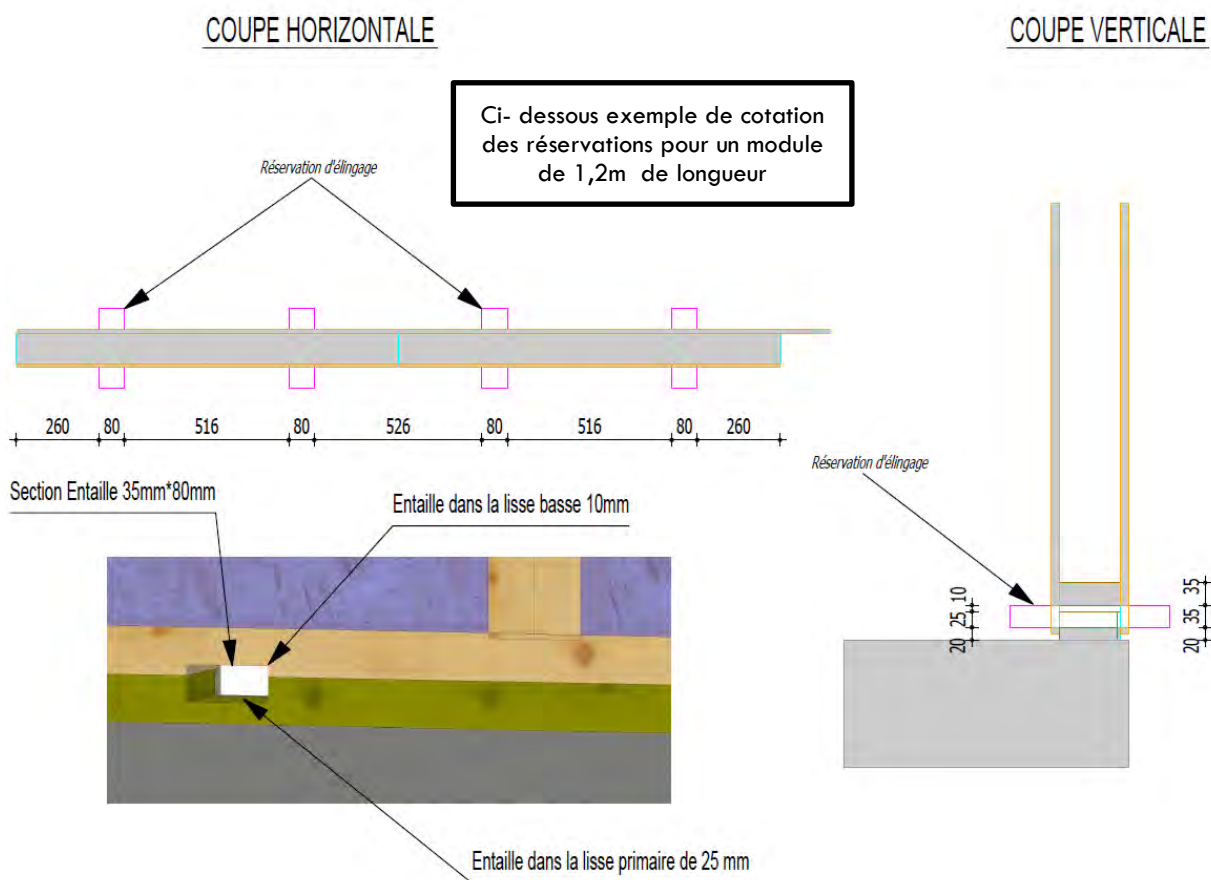


Figure 3 : Principe de pose de l'élément préfabriqué avec procédé TERLIAN MUR PREFABRIQUE BOIS avec lisse d'implantation



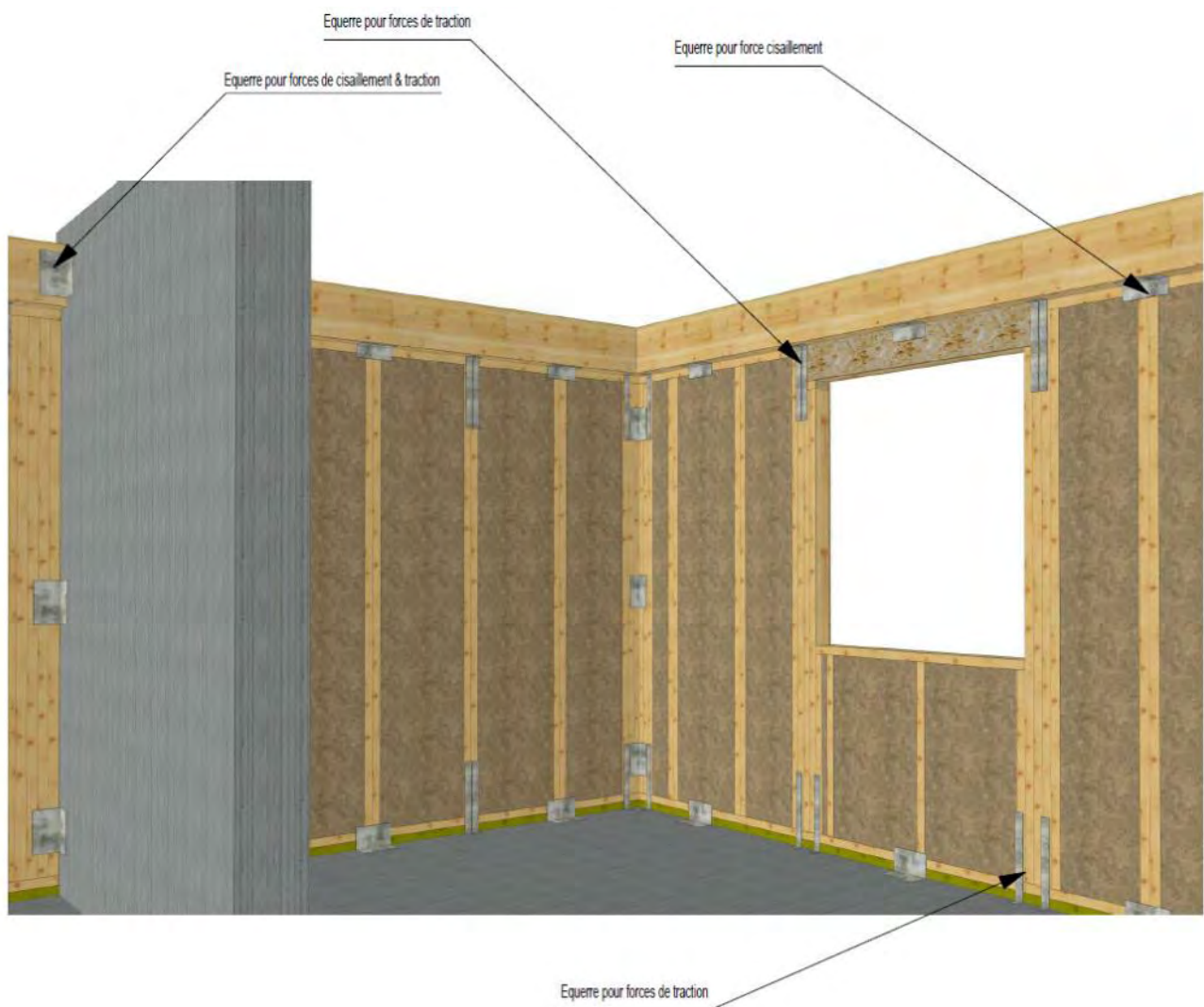
(ici avec panneau de CVT 1 face)

Figure 4 : Principe levage avec élingues passant dans les réservations



(ici avec panneau de CVT 2 faces)

Figure 5 : Détails de principe des réservations des traverse basse et lisse d'implantation pour passage des élingues



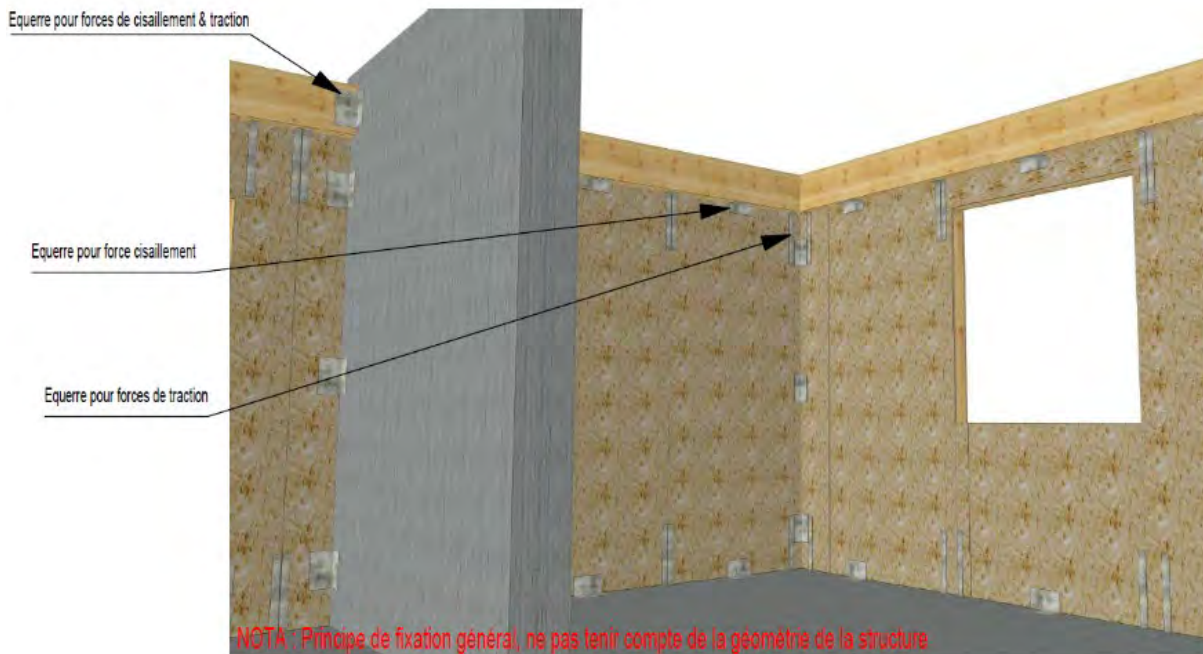
Fixation MOB sur maçonnerie :

- 2 Equerres pour force de traction + chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes 4\*60, pour chaque raccord de MOB + 1 à 2 équerres au droit des ouvertures
- 3 Equerres pour force de cisaillement + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque angle MOB sur MOB
- 1 Equerre pour force de cisaillement + Chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque pied de MOB + 3 équerres pour chaque angle MOB sur maçonnerie

Fixation chaînages 200\*280 sur MOB :

- 2 Equerres pour force de traction + Tire-fonds  $\varnothing 12 \times 80$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque raccord de MOB + 1 à 2 équerres au droit des ouvertures
- 1 Equerre pour force de cisaillement + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque tête de MOB
- 1 Equerre pour force de traction et cisaillement + Chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaînage sur maçonnerie

Figure 6 : COB – Exemple d'ancrages et de liaisons entre éléments préfabriqués et dalle, chaînage ou refend – CVT 1 face



Fixation chaînages 200\*280 sur MOB :

- 2 Equerres pour force de traction + Tire-fonds  $\varnothing 12 \times 80$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque raccord de MOB + 1 à 2 équerres au droit des ouvertures
- 1 Equerre pour force de cisaillement + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque tête de MOB
- 1 Equerre pour force de traction et cisaillement + Chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaînage sur maçonnerie

Fixation MOB sur maçonnerie :

- 2 Equerres pour force de traction + chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque raccord de MOB + 1 à 2 équerres au droit des ouvertures
- 3 Equerres pour force de cisaillement + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque angle MOB sur MOB
- 1 Equerre pour force de cisaillement + Chevilles mécaniques  $\varnothing 12 \times 100$  + Pointes  $\varnothing 4 \times 60$ , pour chaque pied de MOB + 3 équerres pour chaque angle MOB sur maçonnerie

Figure 7 : COB – Exemple d’ancrages et de liaisons entre éléments préfabriqués et dalle, chaînage ou refend – CVT 2 faces

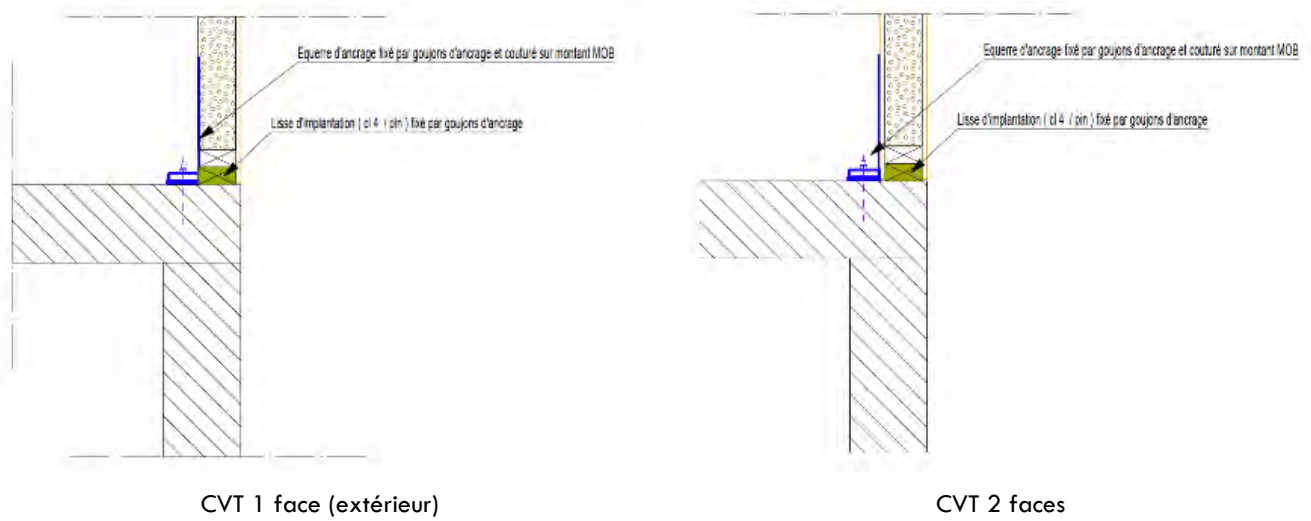


Figure 8 : COB – Coupe de principe d'ancrage (traction) des éléments préfabriqués à la dalle

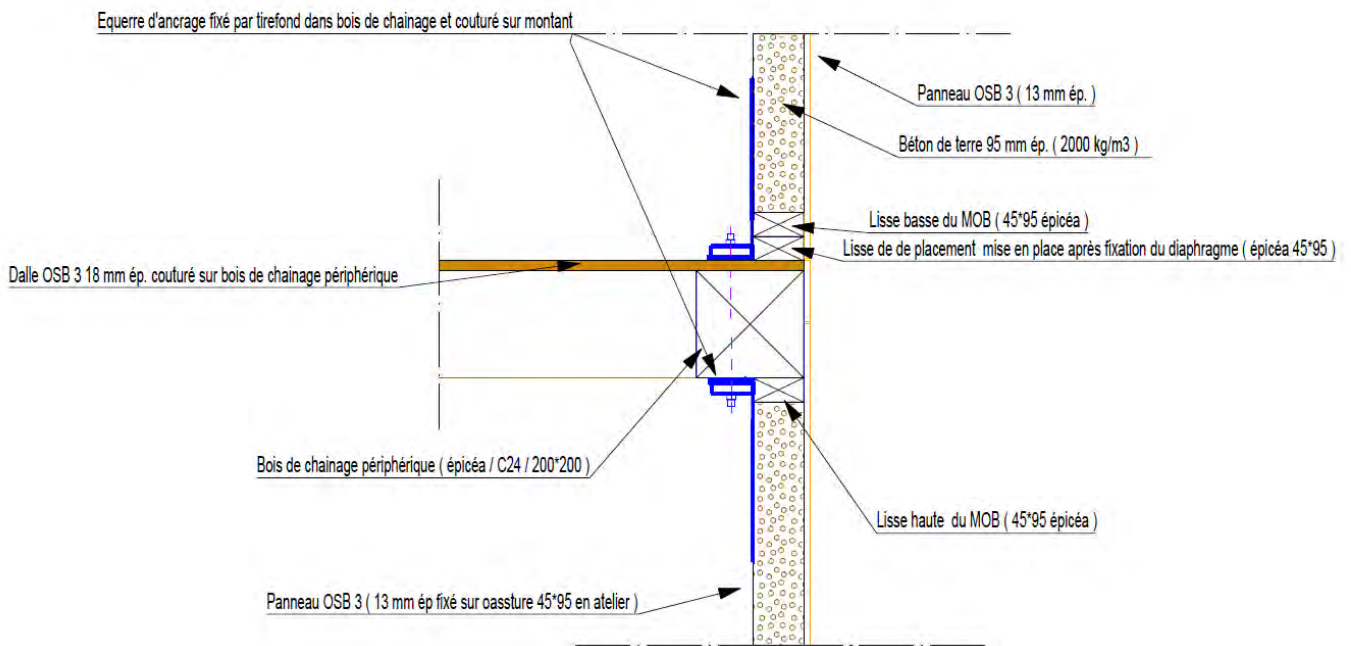


Figure 9 : COB – Coupes de principe liaison plancher bois / Mur ossature bois et continuité des tirants – CVT 1 face (extérieur)

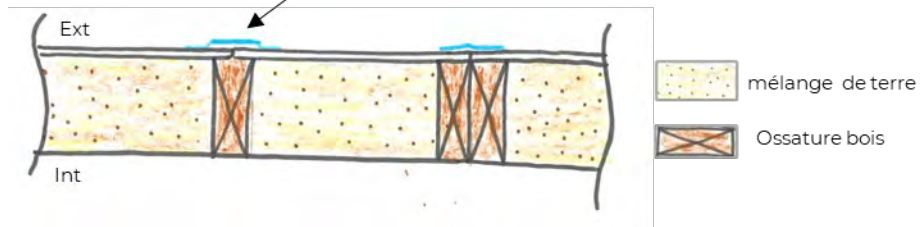


Figure 10 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions entre éléments préfabriqués

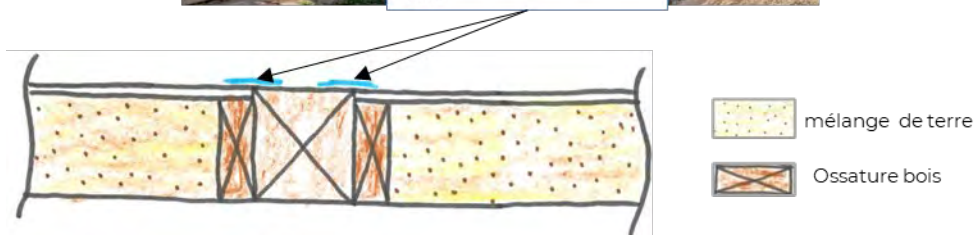


Figure 11 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec d'autres éléments structuraux bois

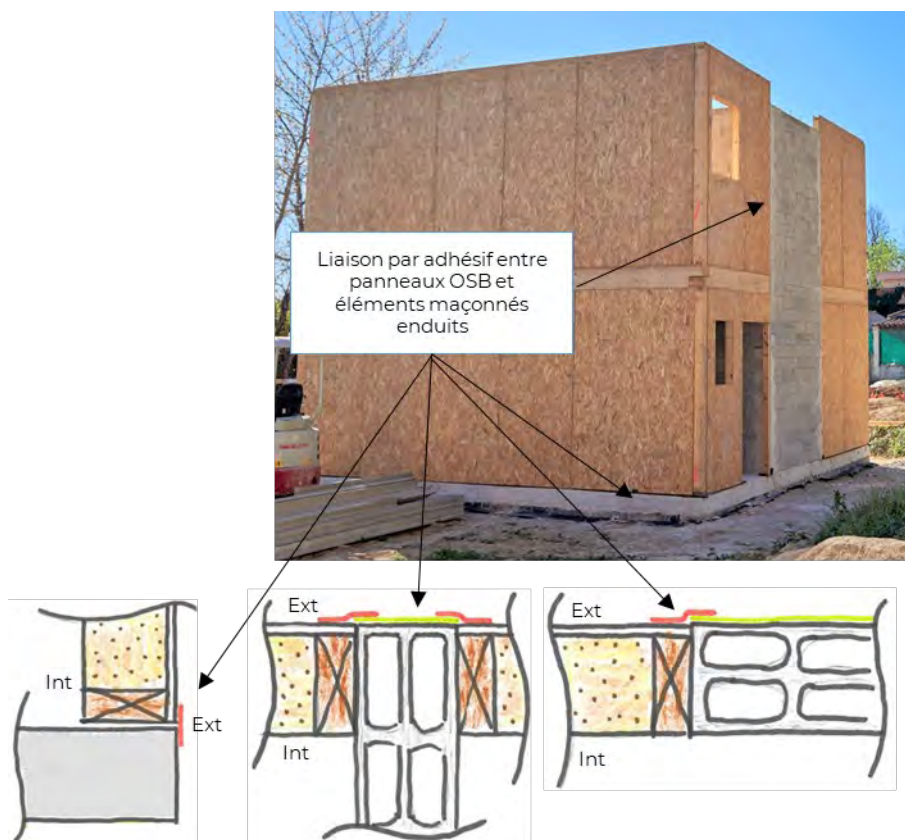


Figure 12 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec ouvrages béton ou maçonnerie

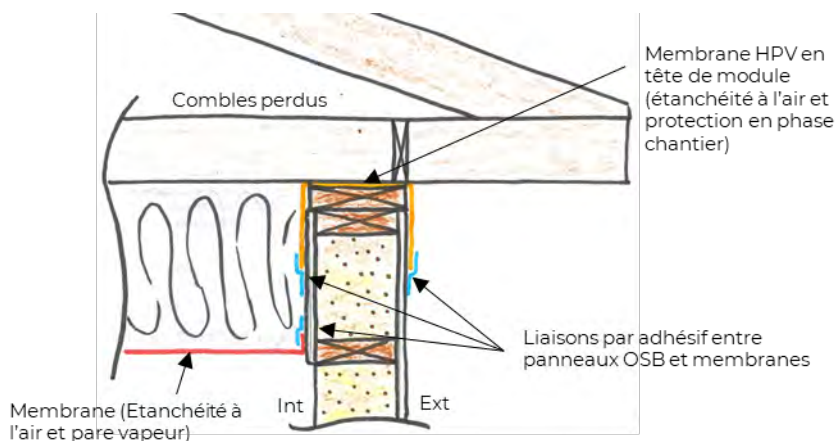
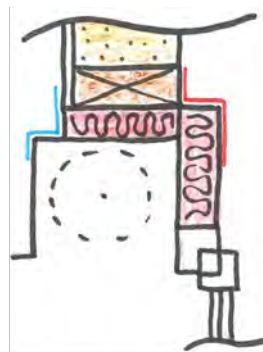
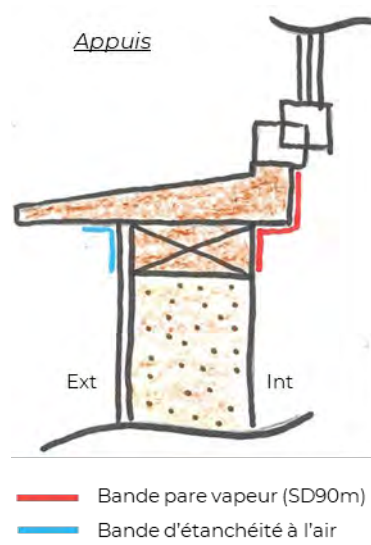
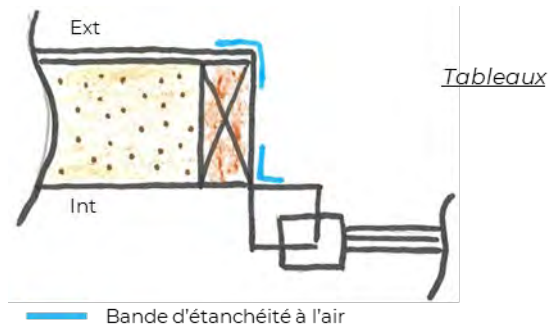


Figure 13 : COB – Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des jonctions avec un plafond sous comble non chauffé



*Linteaux  
avec VR*

- Bande pare vapeur (SD90m)
- Bande d'étanchéité à l'air

(ici avec caisson de volet roulant)

La pose des menuiseries extérieures en applique intérieure est limitée aux façades de hauteur  $\leq 12$  m

Figure 14 : Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des chevêtres de menuiseries extérieures en applique intérieure

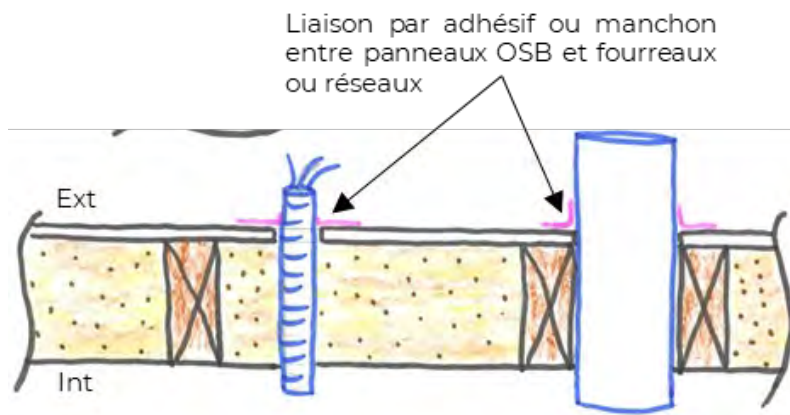


Figure 15 : Etanchéité à l'air et à la vapeur d'eau – Principe de traitement des traversées de paroi

Légende commune aux détails « ETICS » ci-après

Nomenclature système :

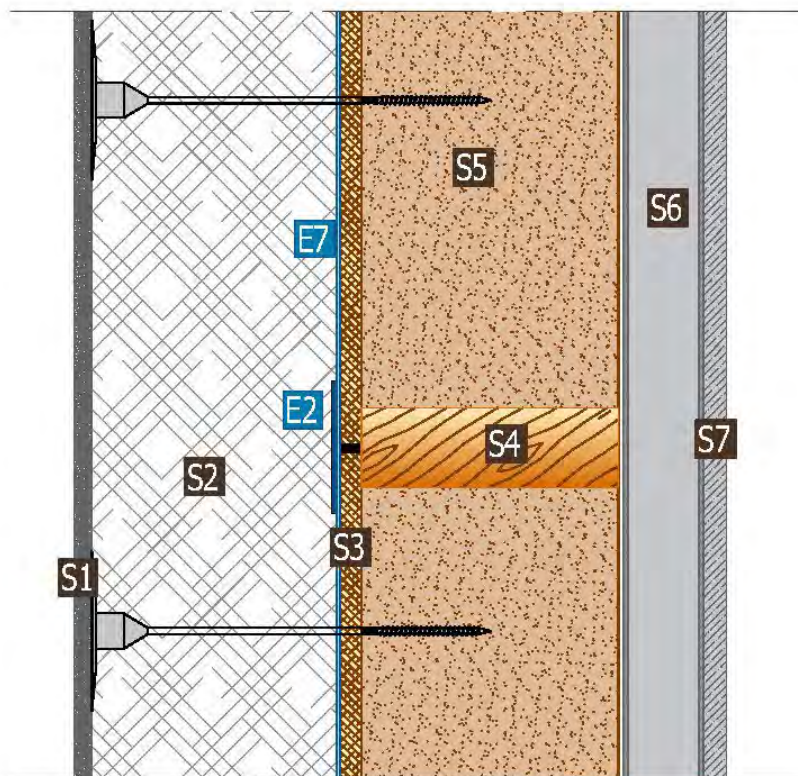
- S1** Enduit extérieur
- S2** ITE - Isolation thermique par l'extérieur - 120 à 180 mm  
40 mm derrière le BSO
- S3** Voile de contreventement ou panneau de stabilité
- S4** Ossature bois - 95 à 145 mm
- S5** Au coeur du système, le mélange TERLIAN à base de  
terre excavée - 95 à 145 mm
- S6** Lamé d'air - 40 mm mini
- S7** Contre-cloison intérieure
- S8** Ossature verticale + contre bardage
- S9** Profil de renfort d'angle
- S10** Profil à soufflet
- S11** Colle à dispersion
- S12** Laine de roche - 40kg/m3 mini
- S13** Profil de départ perforé
- S14** Bavette de fractionnement

Nomenclature menuiserie :

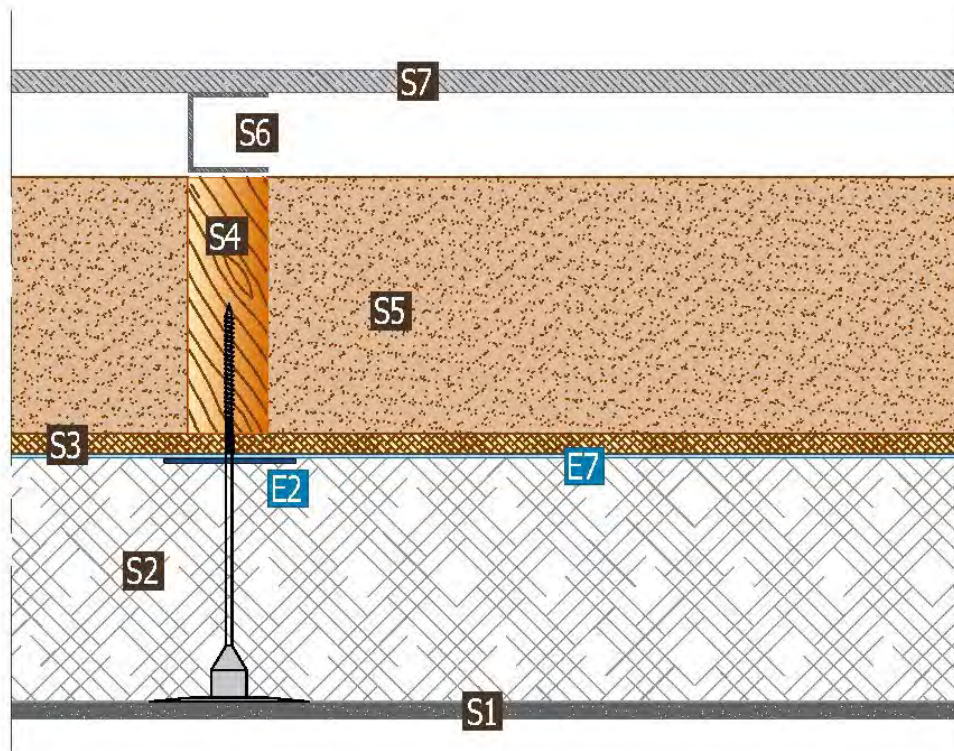
- M1** Menuiserie
- M2** BSO
- M3** Coffre VR

Nomenclature étanchéité air, eau, vapeur d'eau :

- E1** Membrane HPV
- E2** Adhésif adapté au support
- E3** Isolant
- E4** Mousse décompressible imprégnée
- E5** Précadre monobloc - Acier laqué 10/10°
- E6** Bande d'arase
- E7** Pare pluie (obligatoire en 3e famille)



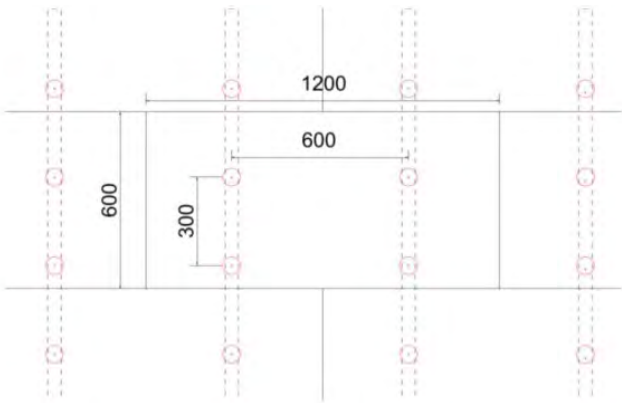
Fixation dans le mélange à base de terre (coupe horizontale)



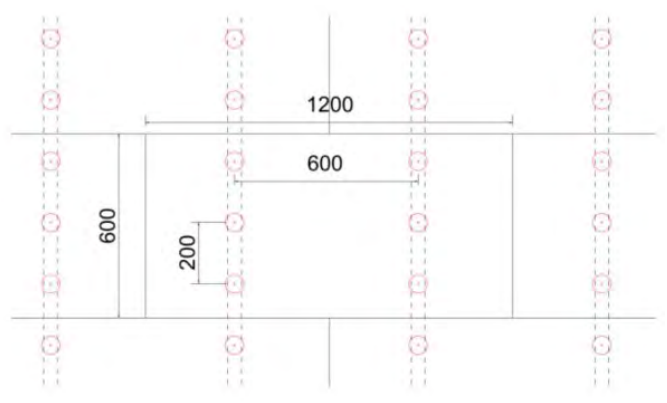
Fixation dans le montant d'ossature (coupe horizontale)

Figure 16 : ETICS – COB et FOB – Partie courante

**Calepinage pour ancrage dans les montants d'ossature bois uniquement**

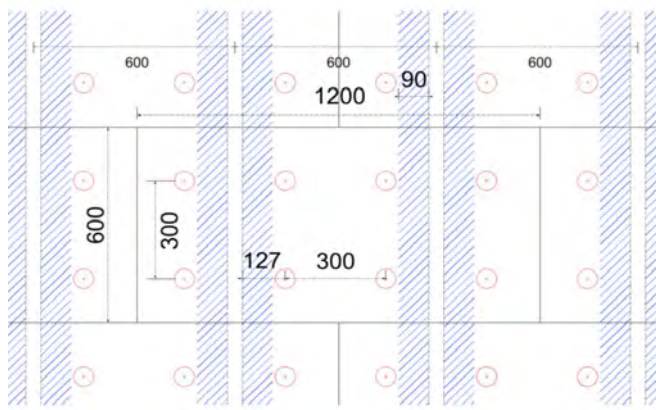


4 U / panneau (5,5 fixations /m<sup>2</sup>)

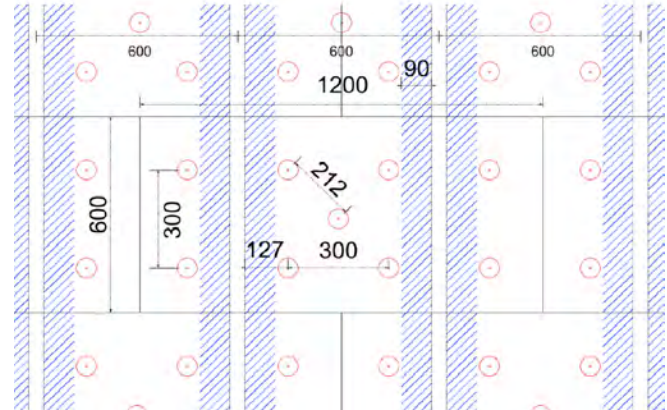


6 U / panneau (8,3 fixations /m<sup>2</sup>)

**Calepinage pour ancrage dans le remplissage à base de terre uniquement**

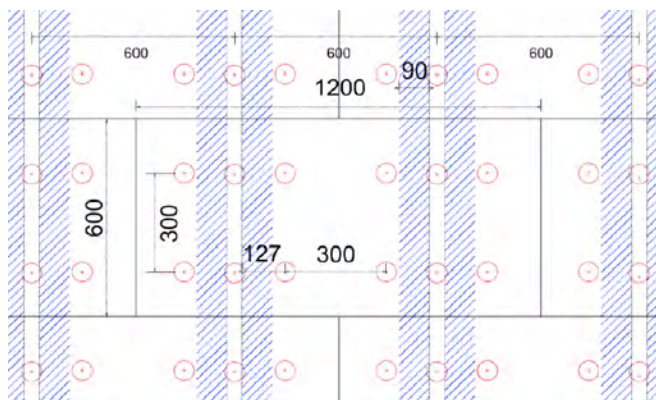


8 U / panneau (11,1 fixations /m<sup>2</sup>)

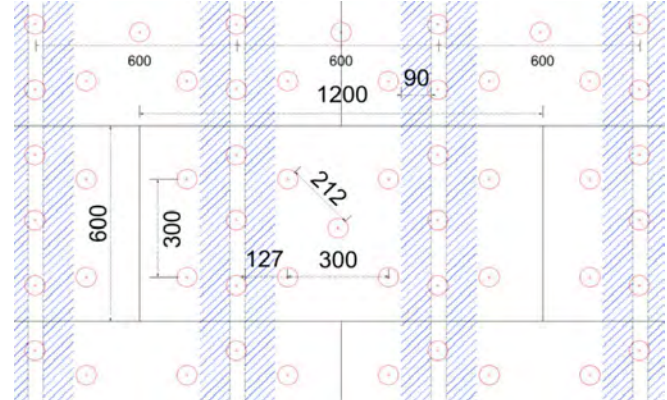


9 U / panneau (12,5 fixations /m<sup>2</sup>)

**Calepinage pour ancrage dans le remplissage à base de terre et l'ossature bois**

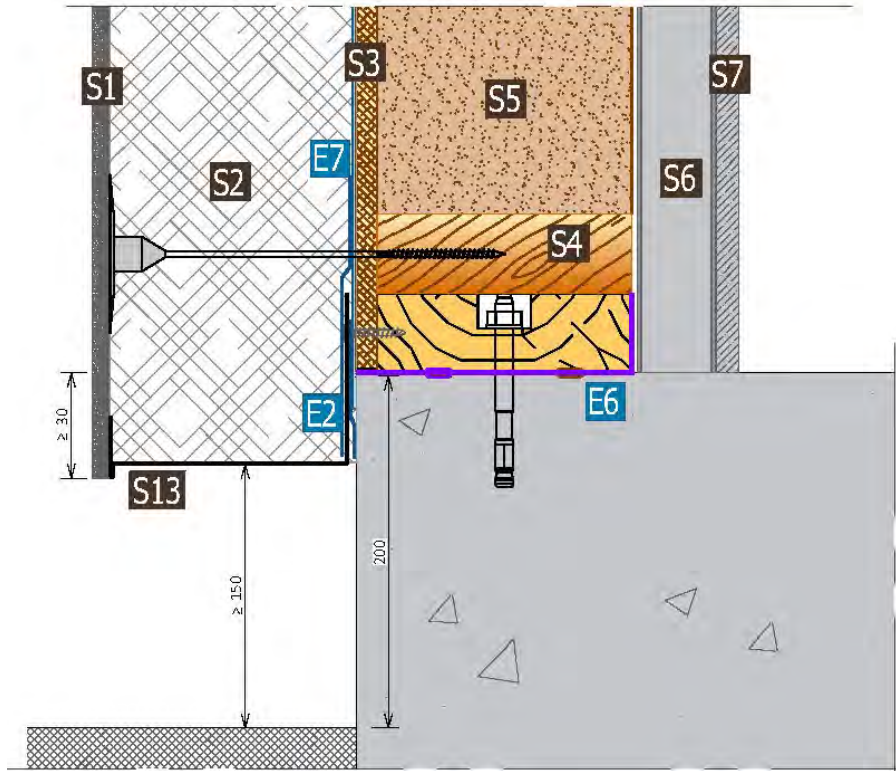


9 U / panneau (12,5 fixations /m<sup>2</sup>)



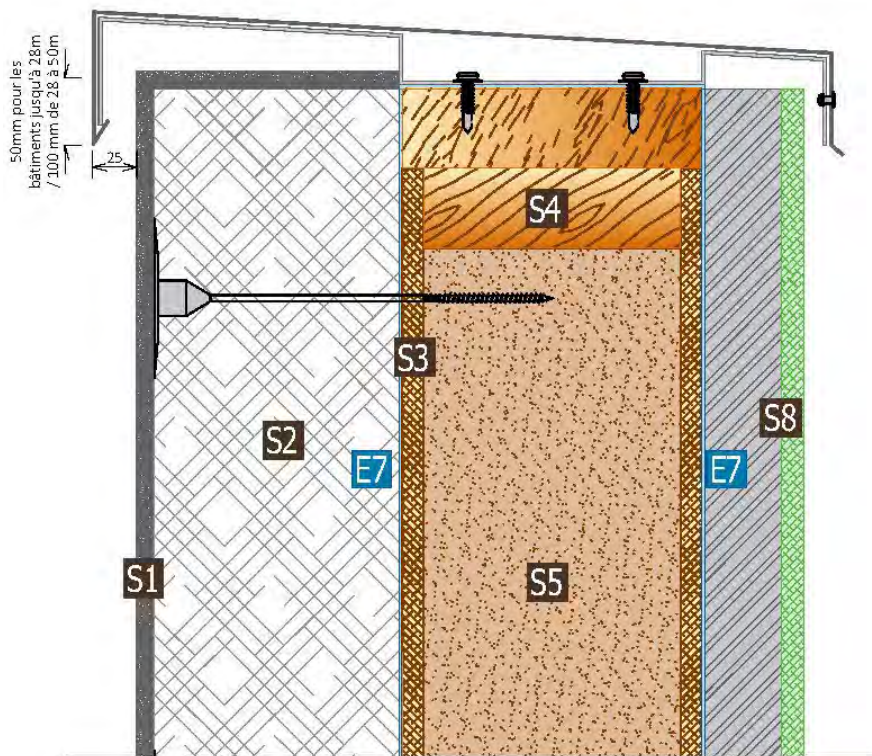
15 U / panneau (20,8 fixations /m<sup>2</sup>)

Figure 17 : ETICS – COB et FOB – Principes et exemples de calepinage de fixations mécaniques



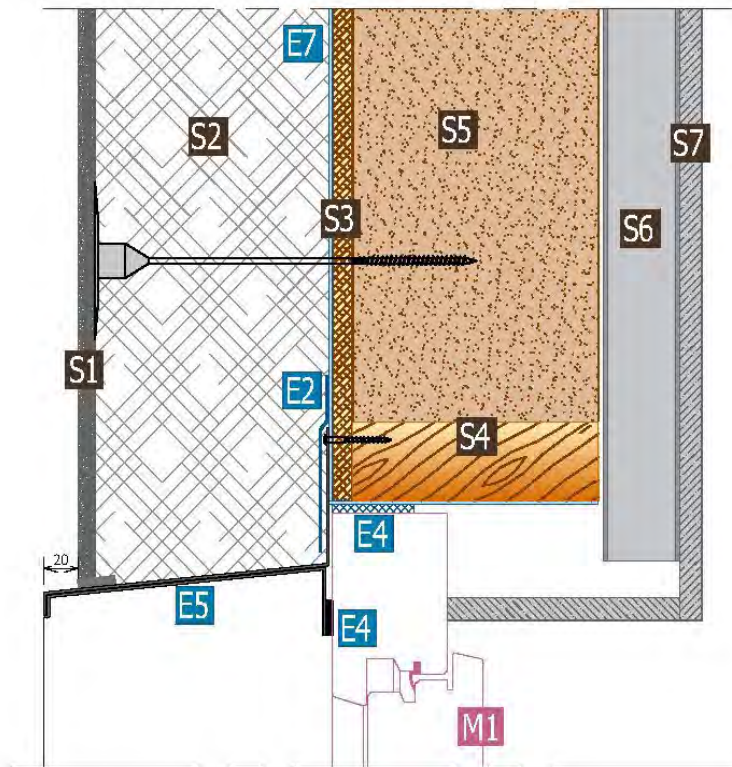
(coupe verticale)

Figure 18 : ETICS – COB et FOB – Appui bas sur structure primaire



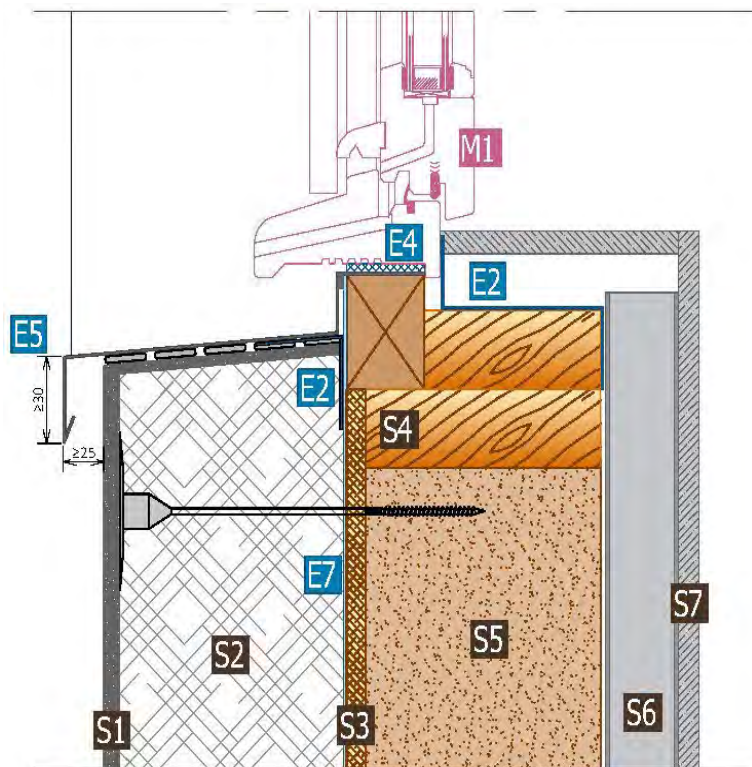
(coupe verticale)

Figure 19 : ETICS – COB et FOB – Acrotère



(coupe verticale)

Figure 20 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau



(coupe verticale)

Figure 21 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Appui

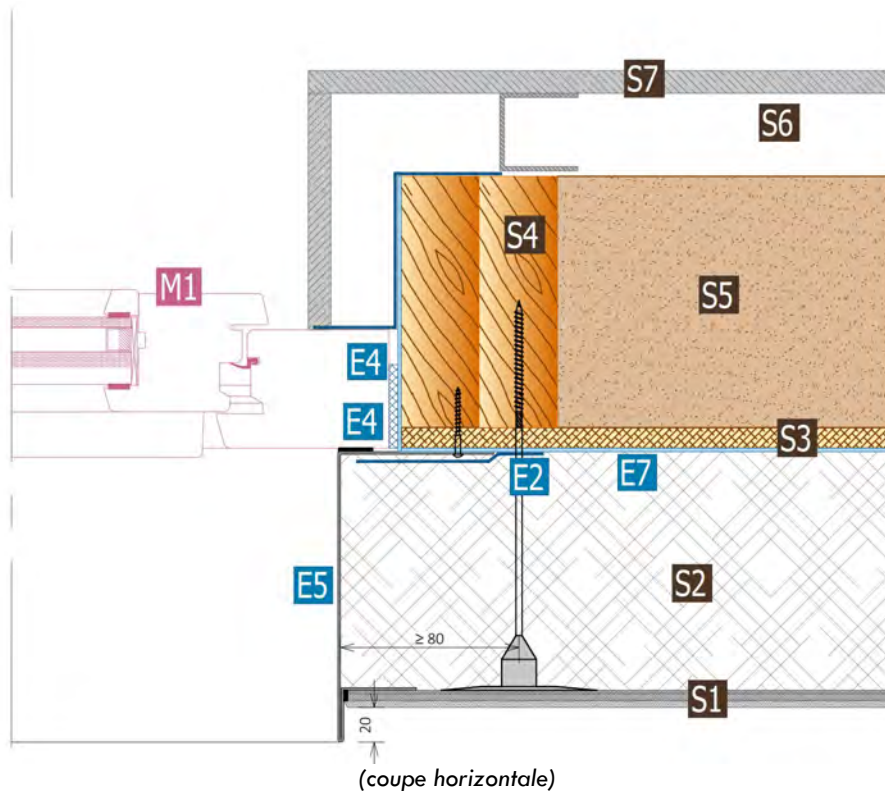
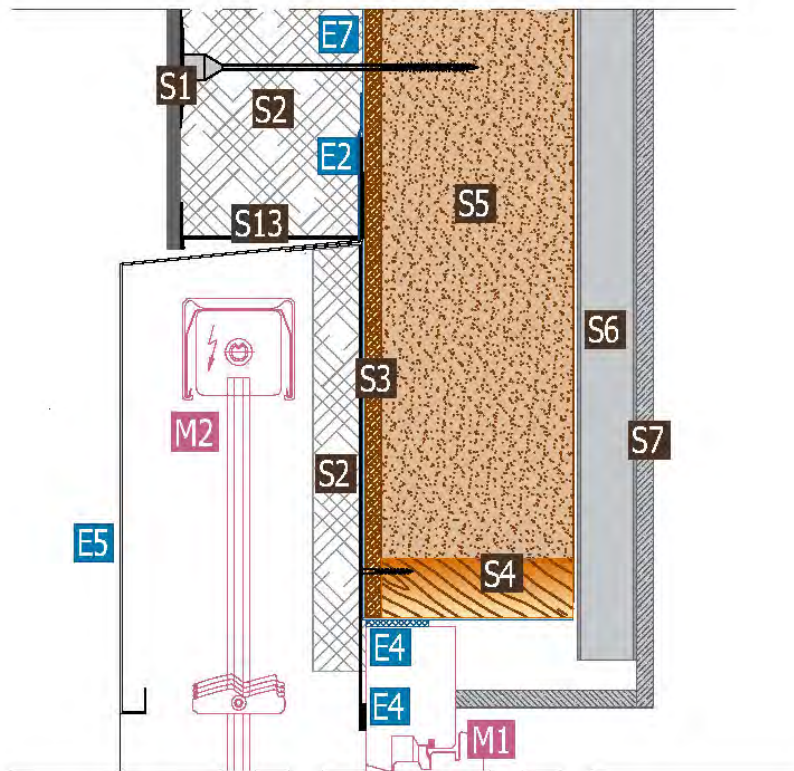
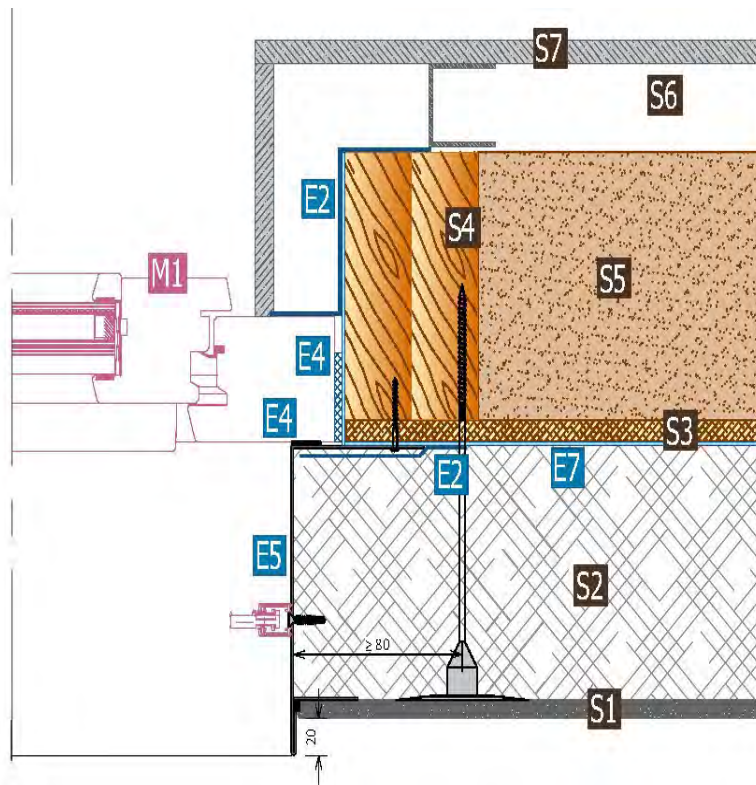


Figure 22 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau



(coupe verticale)

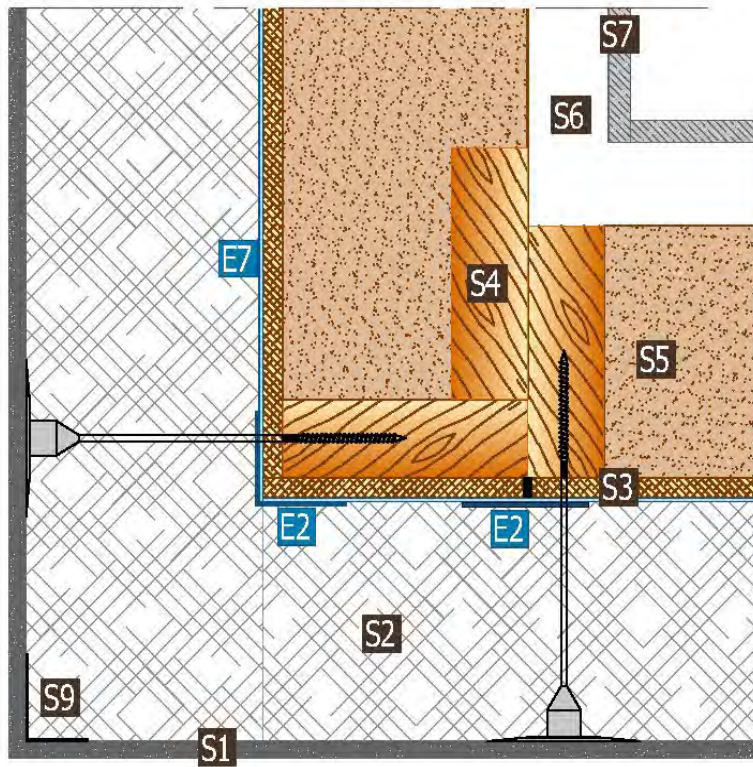
Figure 23 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec BSO



(coupe horizontale)

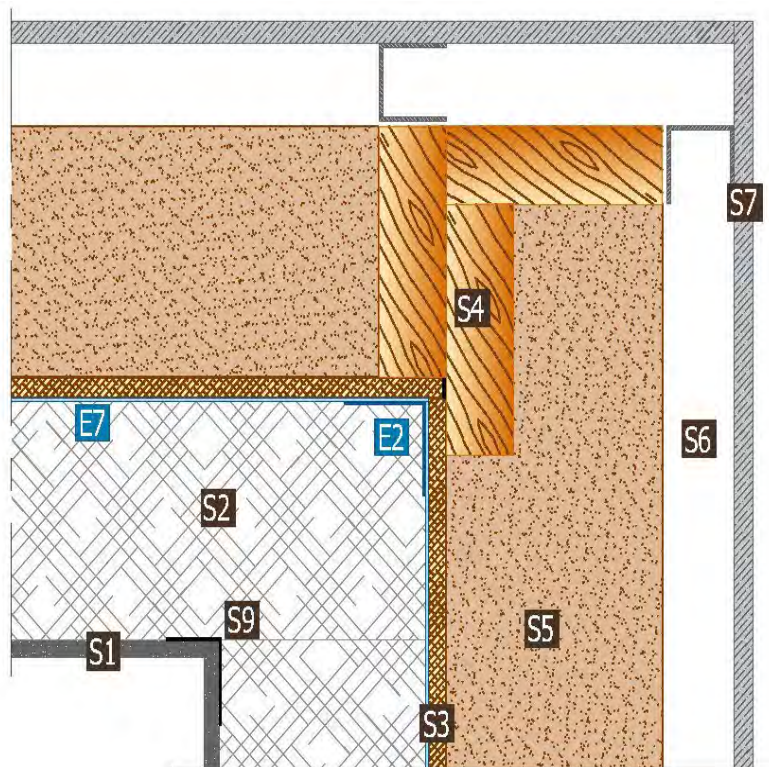
Figure 24 : ETICS – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec BSO





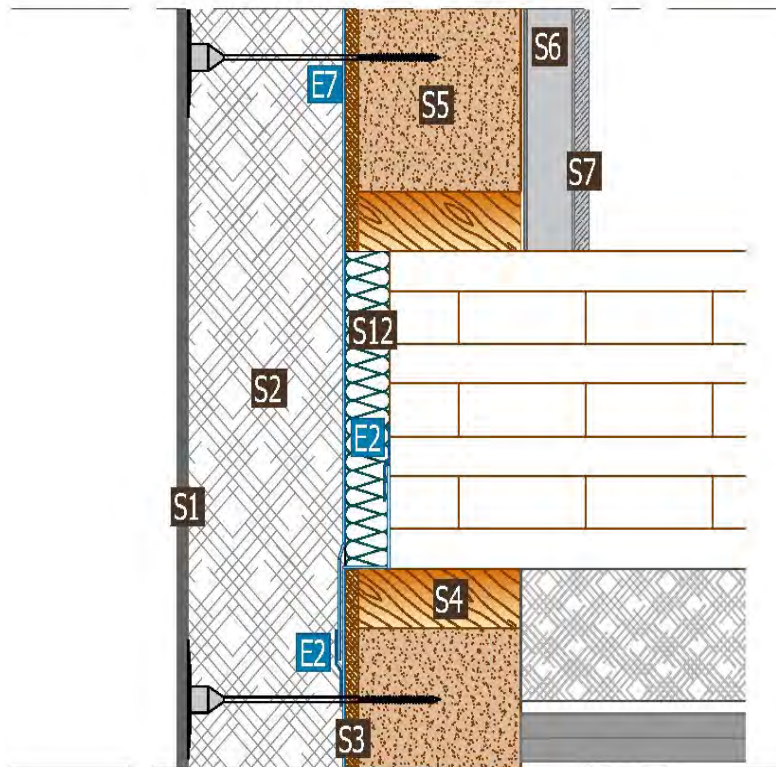
(coupe horizontale)

Figure 27 : ETICS – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle sortant



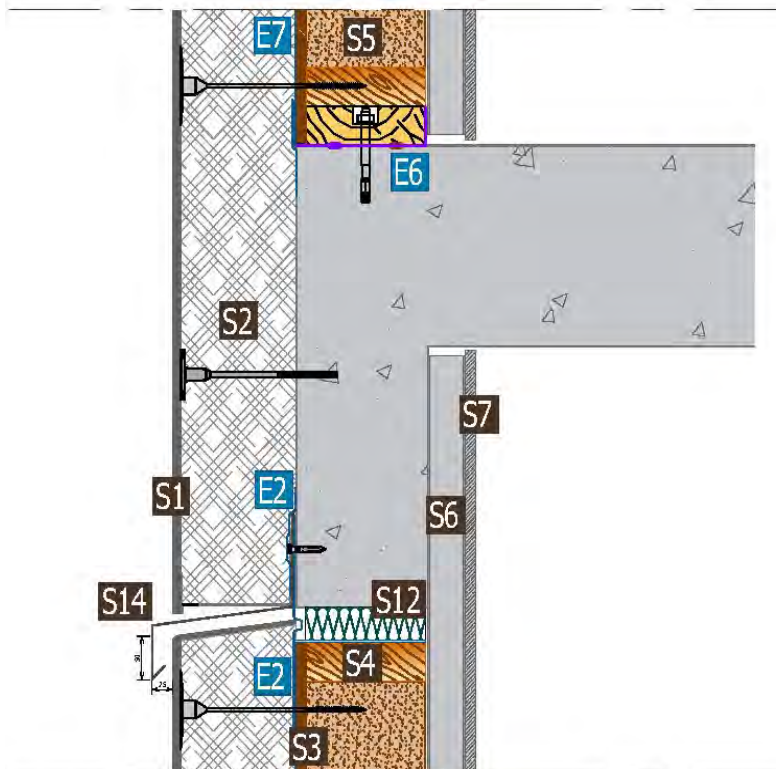
(coupe horizontale)

Figure 28 : ETICS – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle rentrant



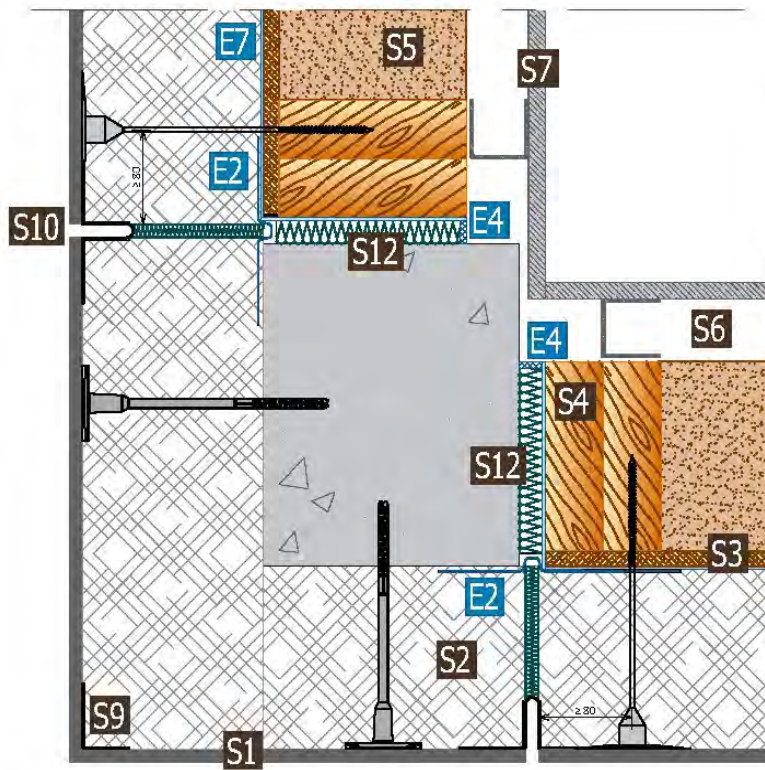
(coupe verticale)

Figure 29 : ETICS – COB – Passage de plancher plateforme



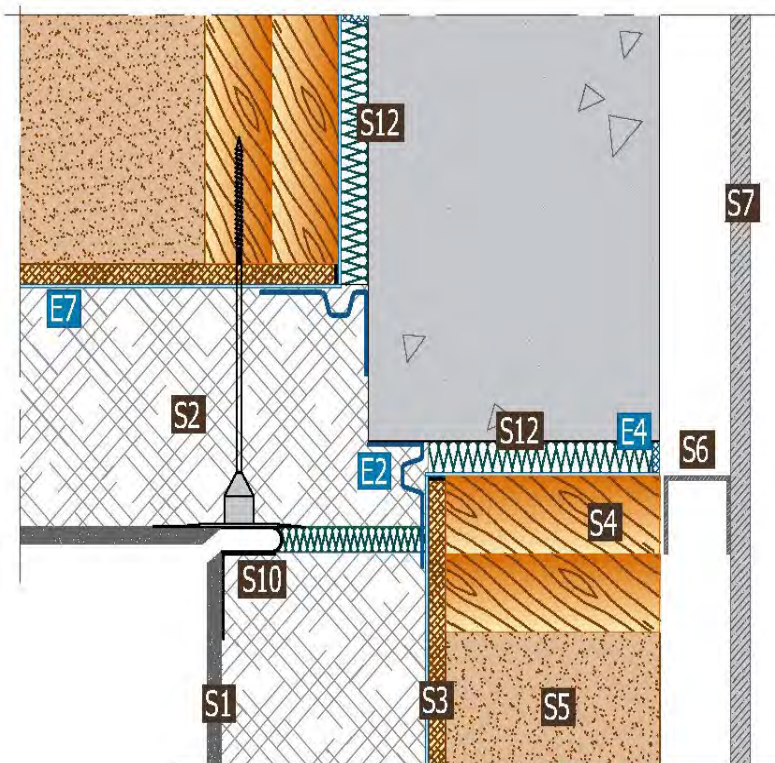
(coupe verticale)

Figure 30 : ETICS – FOB interrompue – Jonction horizontale avec structure primaire



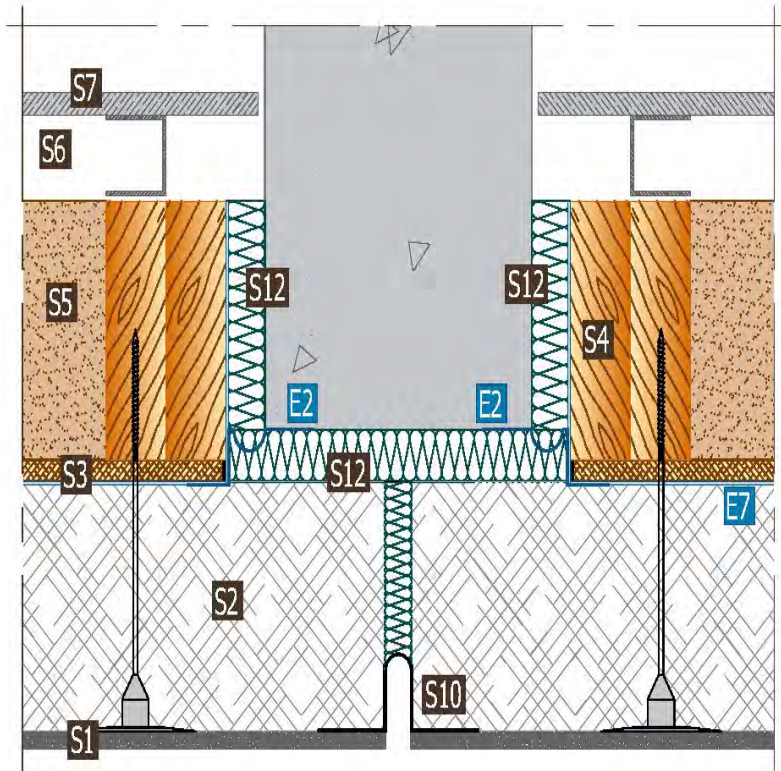
(coupe horizontale)

Figure 31 : ETICS – FOB interrompue – Angle sortant



(coupe horizontale)

Figure 32 : ETICS – FOB interrompue – Angle rentrant



(coupe horizontale)

Figure 33 : ETICS – FOB interrompue – Jonction verticale avec structure primaire

Légende de la Figure 34 (page suivante)

Nomenclature système :

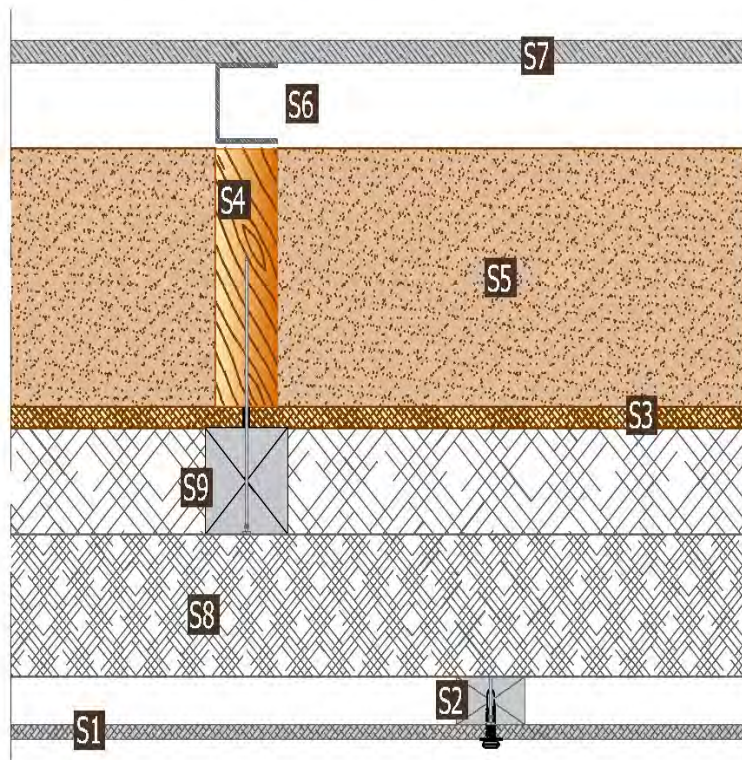
- S1** Bardage
- S2** Tasseau vertical support de bardage
- S3** Second réseau de chevrons horizontaux de profondeur 60 à 100mm est fixé à l'intersection de chaque chevron vertical avec isolant entre montants
- S4** Premier réseau de chevrons verticaux de profondeur 60 à 100mm, fixé directement aux montants de l'ossature des éléments COB et FOB - Entraxe 600 mm maxi
- S5** Voile de contreventement ou panneau de stabilité
- S6** Ossature bois - 95 à 145 mm
- S7** Au coeur du système, le mélange TERLIAN à base de terre excavée - 95 à 145 mm
- S8** Lame d'air - 40 mm mini
- S9** Contre-cloison intérieure

Nomenclature menuiserie :

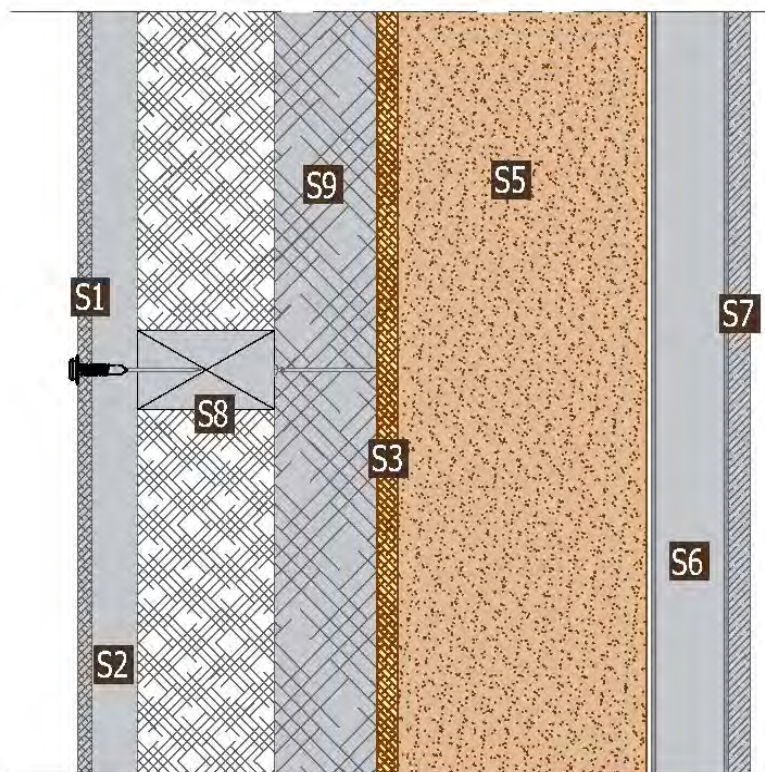
- M1** Menuiserie
- M2** BSO
- M3** Coffre VR

Nomenclature étanchéité air, eau, vapeur d'eau :

- E1** Membrane HPV
- E2** Adhésif adapté au support
- E3** Isolant
- E4** Mousse décompressible imprégnée
- E5** Précadre soudé - Acier laqué 10/10°
- E6** Bande d'arase
- E7** Pare pluie (obligatoire en 3e famille)



(coupe horizontale)



(coupe verticale)

Figure 34 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE double réseau

Légende de la Figure 35 (page suivante)

Nomenclature système :

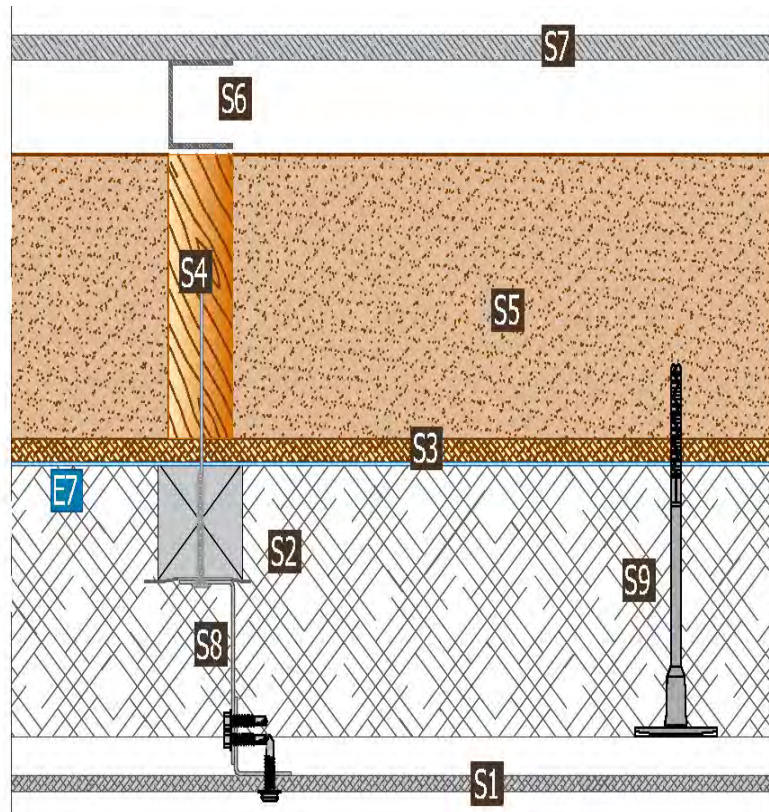
- S1** Bardage
- S2** ITE - Isolation thermique par l'extérieur - 120 à 180 mm  
40 mm derrière le BSO
- S3** Voile de contreventement ou panneau de stabilité
- S4** Ossature bois - 95 à 145 mm
- S5** Au coeur du système, le mélange TERLIAN à base de terre excavée - 95 à 145 mm
- S6** Lame d'air - 40 mm mini
- S7** Contre-cloison intérieure
- S8** Profilé vertical + patte équerre - Entraxe 600 mm maxi
- S9** Fixation isolant dans la terre

Nomenclature menuiserie :

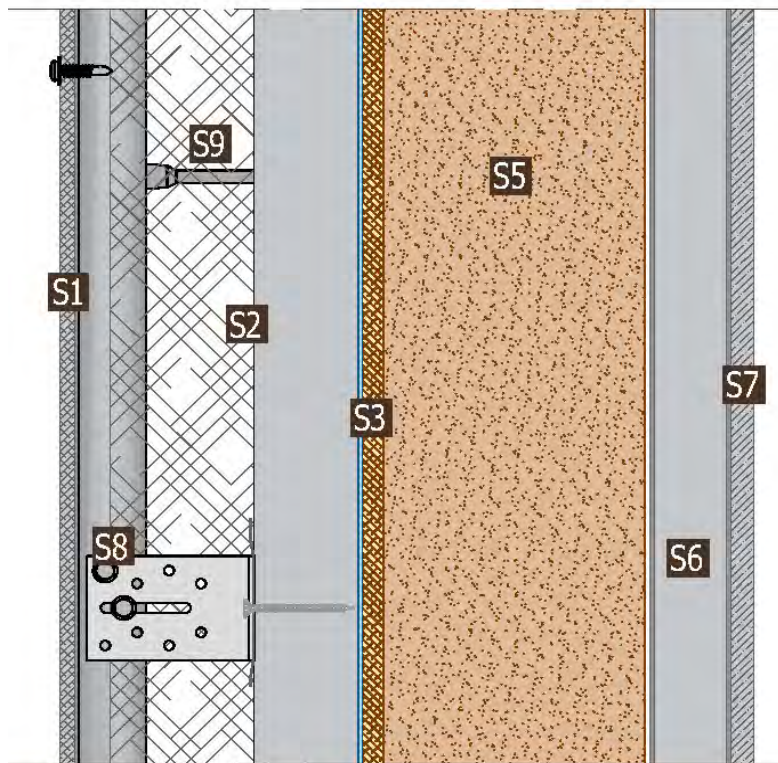
- M1** Menuiserie
- M2** BSO
- M3** Coffre VR

Nomenclature étanchéité air, eau, vapeur d'eau :

- E1** Membrane HPV
- E2** Adhésif adapté au support
- E3** Isolant
- E4** Mousse décompressible imprégnée
- E5** Précadre monobloc - Acier laqué 10/10°
- E6** Bande d'arase
- E7** Pare pluie (obligatoire en 3e famille)



(coupe horizontale)



(coupe verticale)

Figure 35 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE simple réseau avec pattes-équerres

## Légende commune aux détails « Bardage » ci-après

### Nomenclature système :

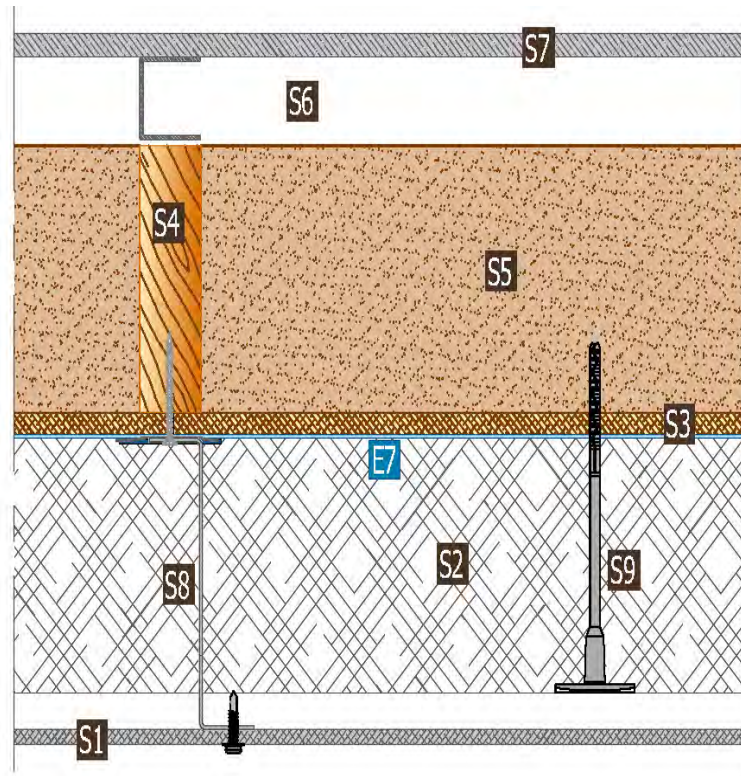
- S1** Bardage
- S2** ITE - Isolation thermique par l'extérieur - 120 à 180 mm  
40 mm derrière le BSO
- S3** Voile de contreventement ou panneau de stabilité
- S4** Ossature bois - 95 à 145 mm
- S5** Au coeur du système, le mélange TERLIAN à base de terre excavée - 95 à 145 mm
- S6** lame d'air - 40 mm mini
- S7** Contre-cloison intérieure
- S8** Ossature verticale Z + EPDM - Fixée directement aux montants de l'ossature des éléments COB ou FOB
- S9** Fixation isolant dans la terre
- S10** Profil de départ perforé
- S11** Fractionnement vertical de la lame d'air acier 15/10°
- S12** Ossature verticale + contre bardage
- S13** Laine de roche - 40kg/m3 mini
- S14** Bavette de recoupement de la lame d'air  
Acier laqué 15/10°

### Nomenclature menuiserie :

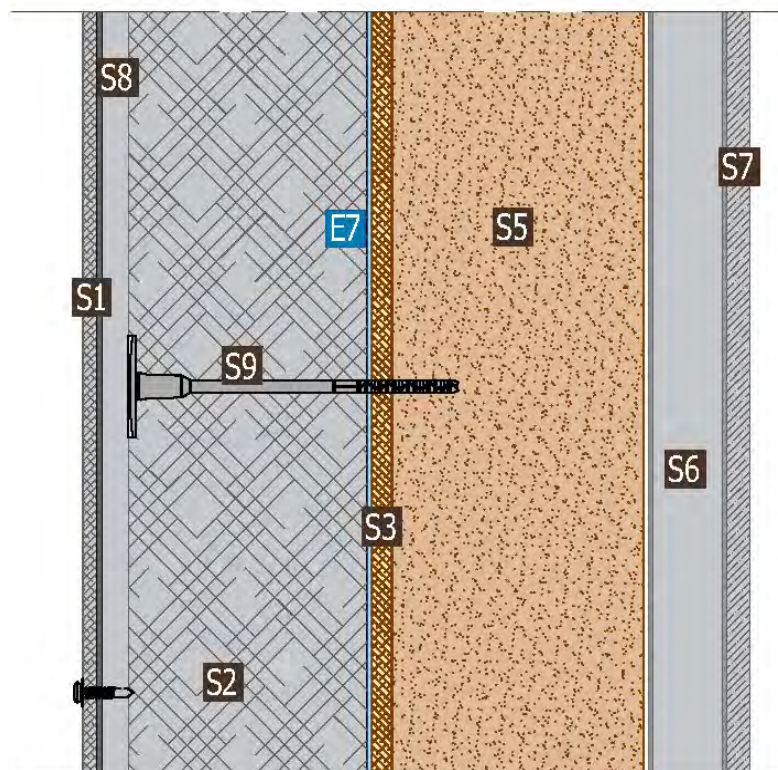
- M1** Menuiserie
- M2** BSO
- M3** Coffre VR

### Nomenclature étanchéité air, eau, vapeur d'eau :

- E1** Membrane HPV
- E2** Adhésif adapté au support
- E3** Isolant
- E4** Mousse décompressible imprégnée
- E5** Précadre soudé - Acier laqué 10/10°
- E6** Bande d'arase
- E7** Pare pluie (obligatoire en 3e famille)



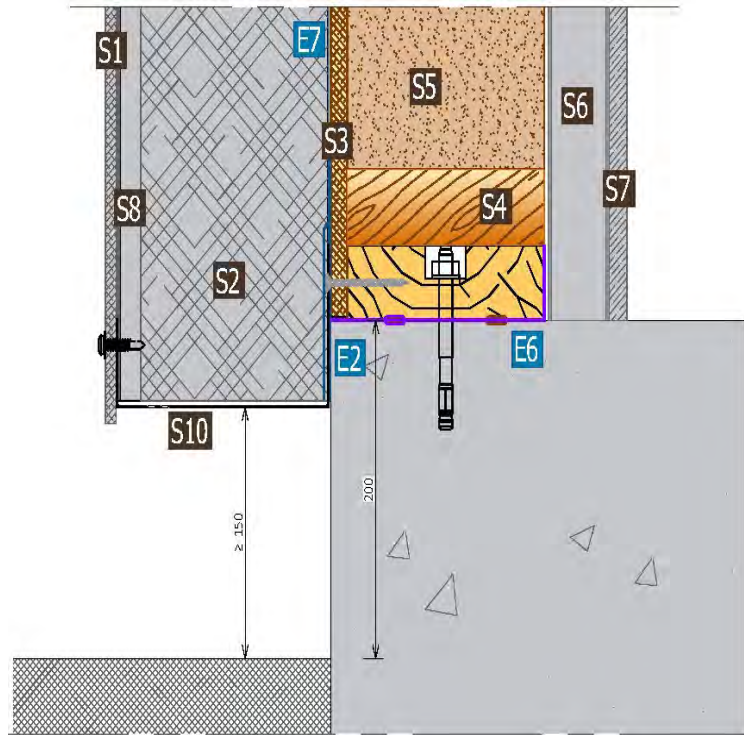
(coupe horizontale)



(coupe verticale)

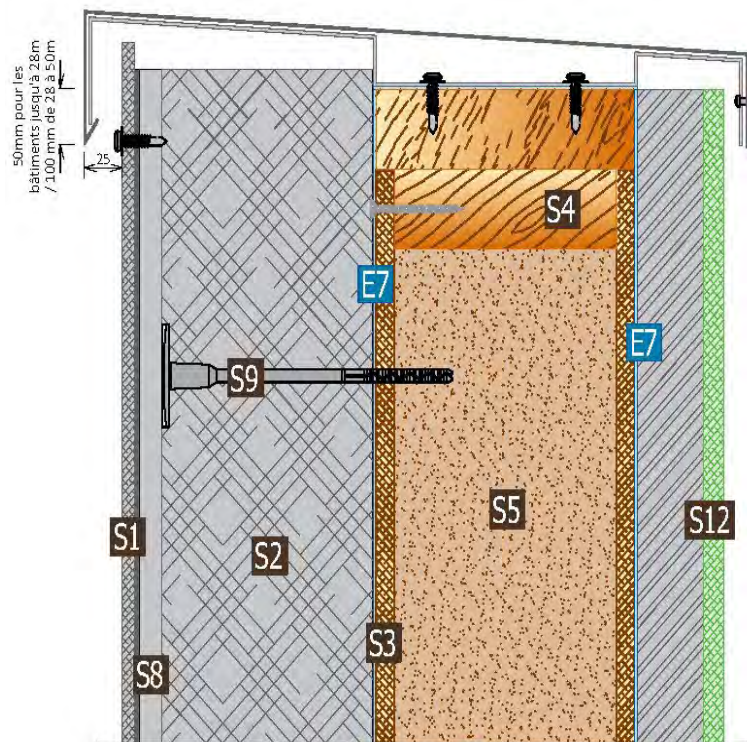
Figure 36 : BARDAGE – COB et FOB – Partie courante – Contre-ossature d'ITE simple réseau avec profil métallique

Les détails suivants sont uniquement représentés avec Contre-ossature d'ITE simple réseau avec profil métallique, les principes étant applicables aux autres configurations de contre-ossature d'ITE.



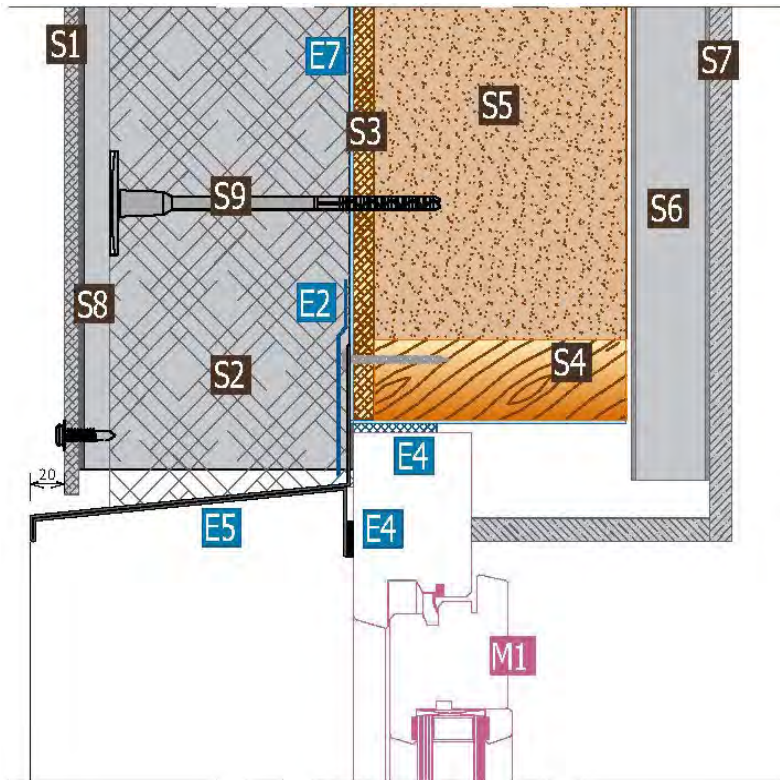
(coupe verticale)

Figure 37 : BARDAGE – COB et FOB – Appui bas sur structure primaire



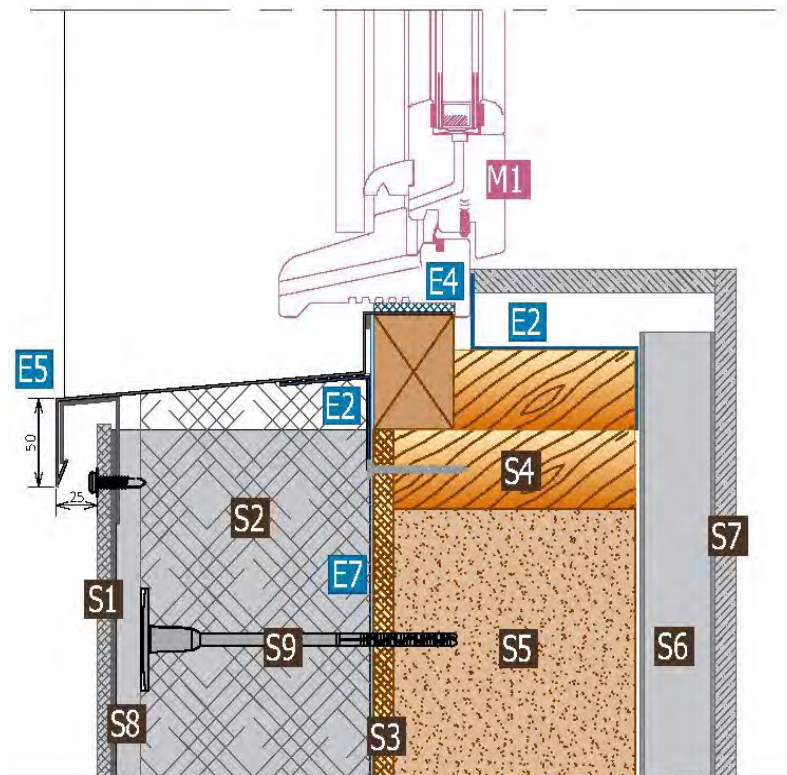
(coupe verticale)

Figure 38 : BARDAGE – COB et FOB – Acrotère



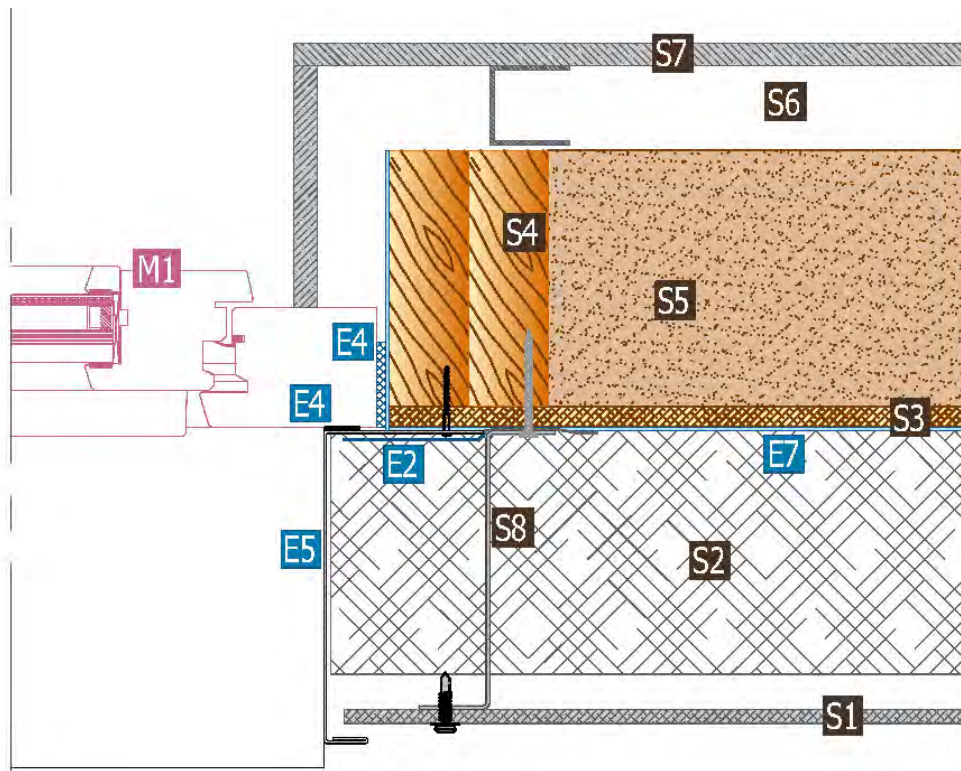
(coupe verticale)

Figure 39 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau



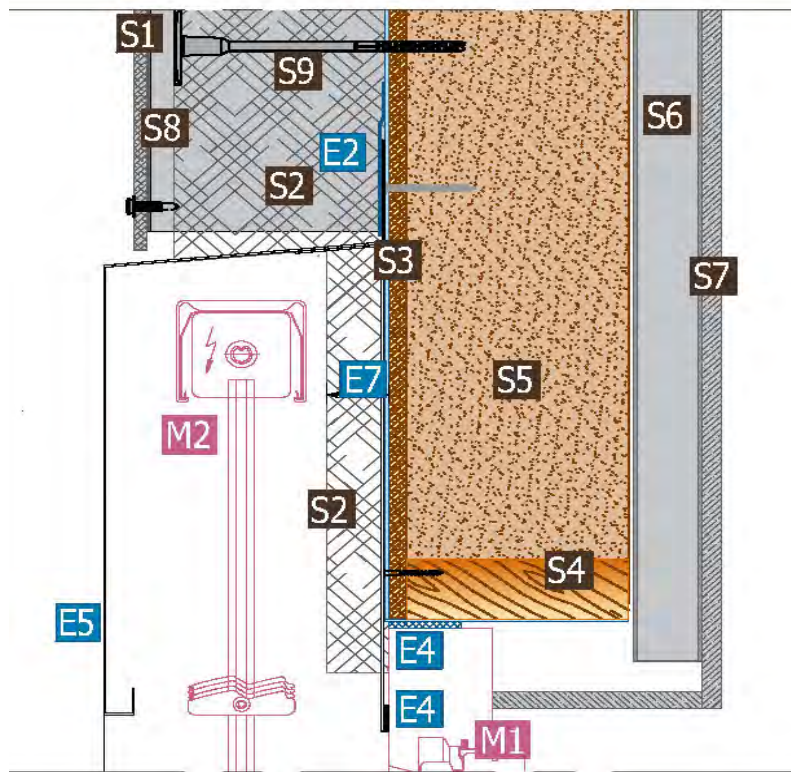
(coupe verticale)

Figure 40 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Appui



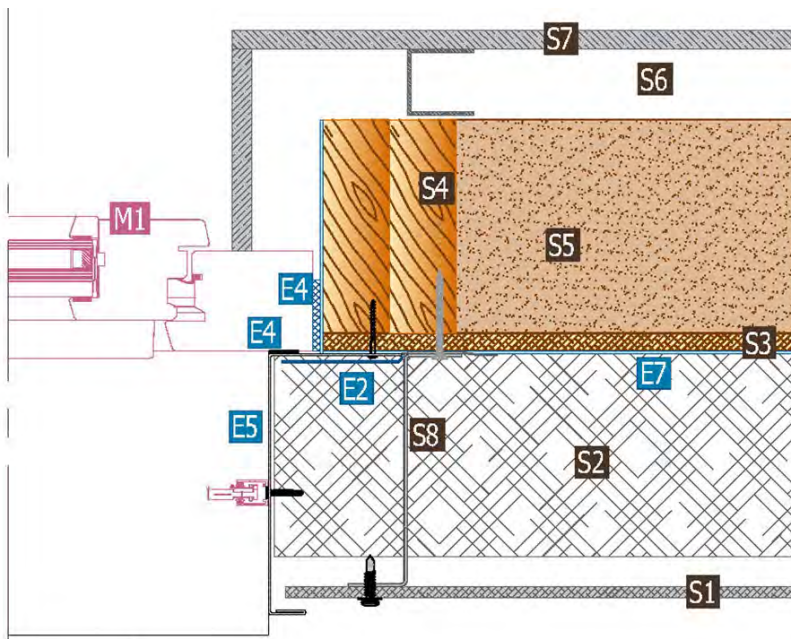
(coupe horizontale)

Figure 41 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau



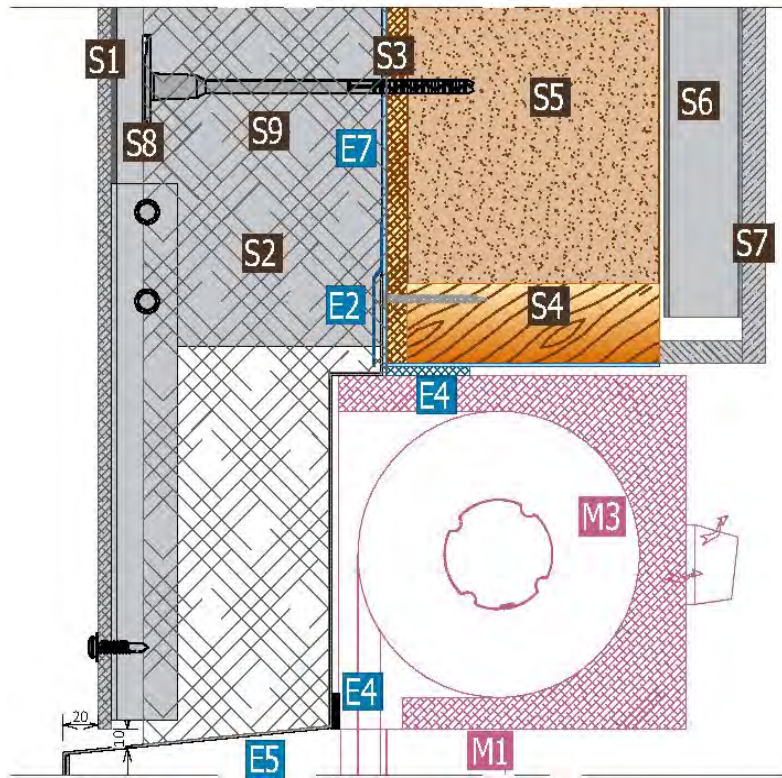
(coupe verticale)

Figure 42 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec BSO



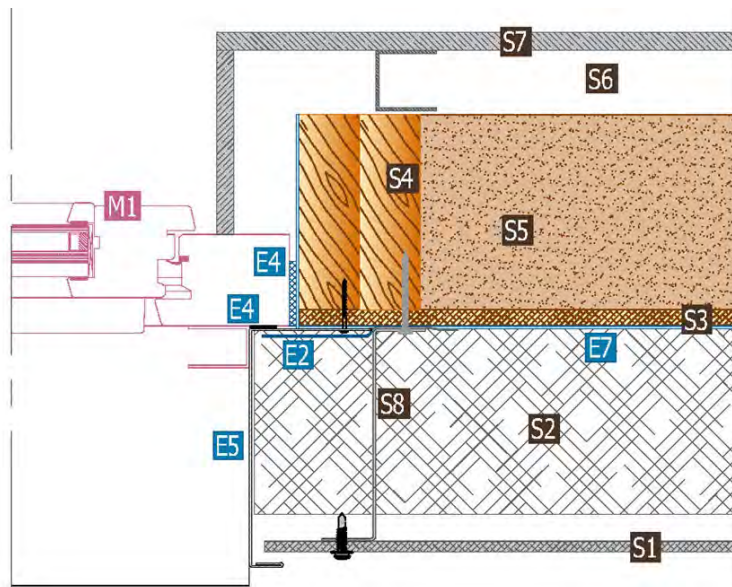
(coupe horizontale)

Figure 43 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec BSO



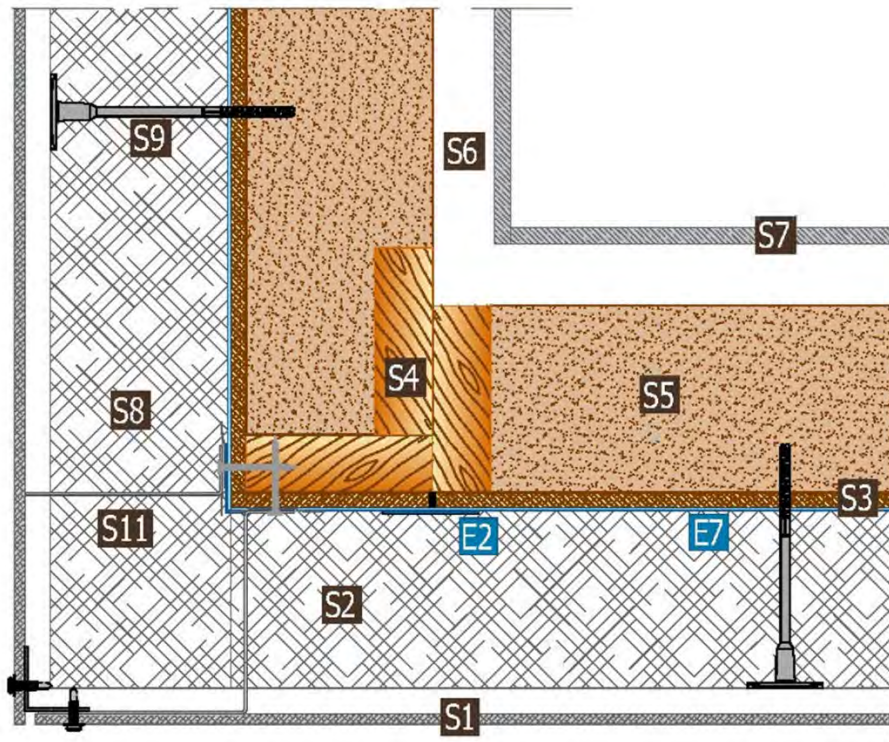
(coupe verticale)

Figure 44 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Linteau avec VR



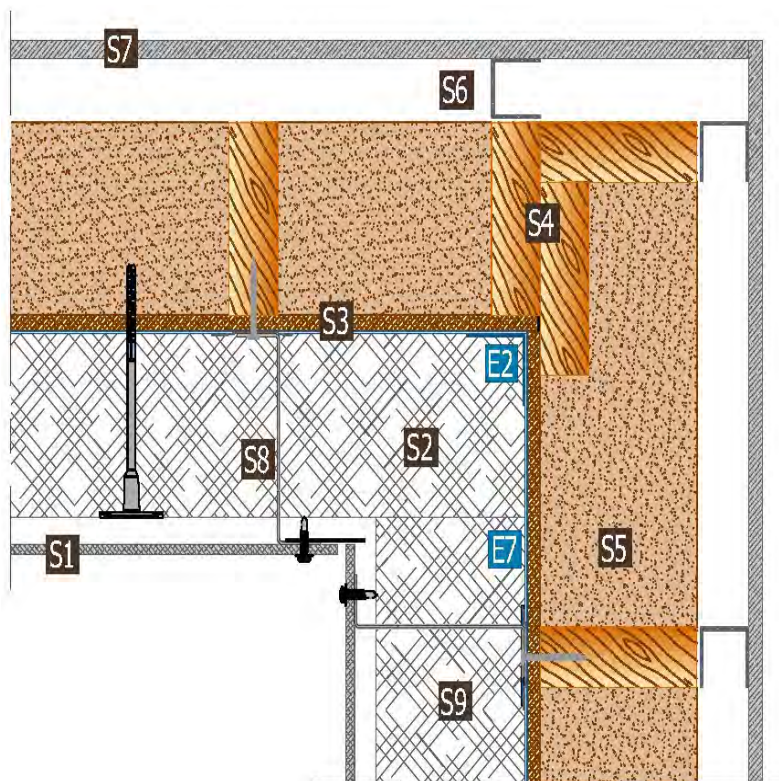
(coupe horizontale)

Figure 45 : BARDAGE – COB et FOB – Menuiserie en tunnel affleurant extérieur – Tableau avec VR



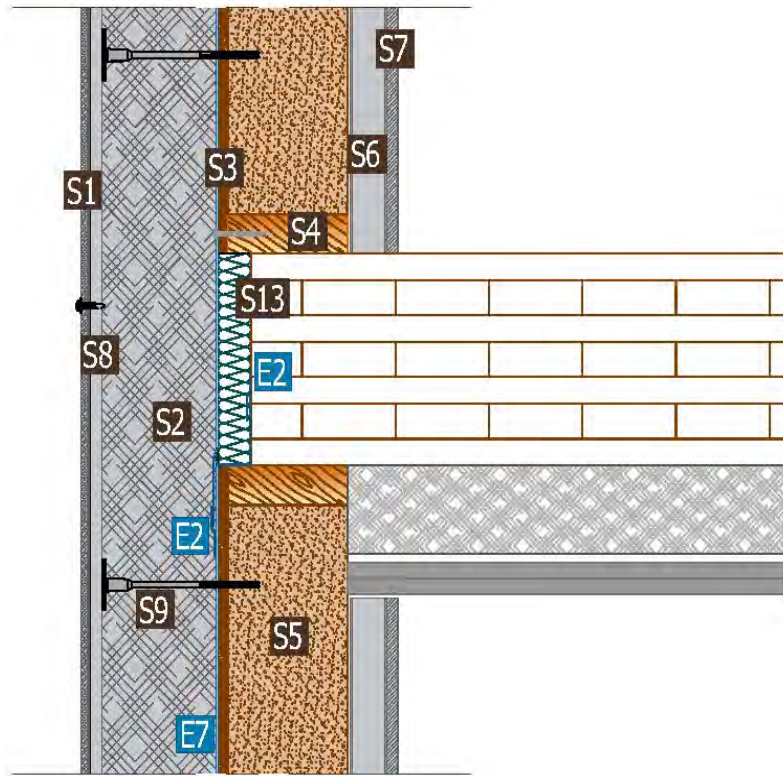
(coupe horizontale)

Figure 46 : BARDAGE – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle sortant



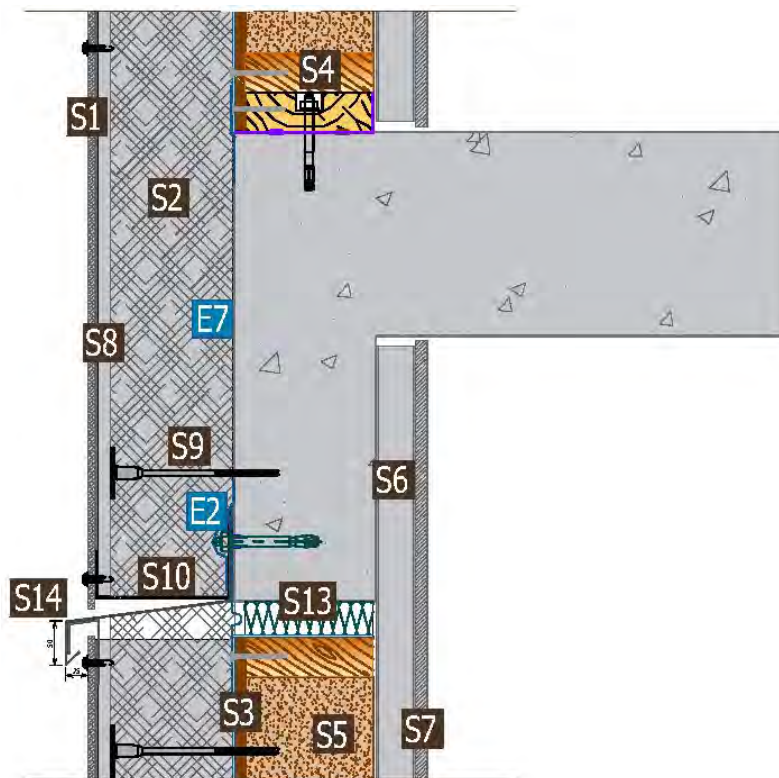
(coupe horizontale)

Figure 47 : BARDAGE – COB et FOB avec appui unique en pied – Angle rentrant



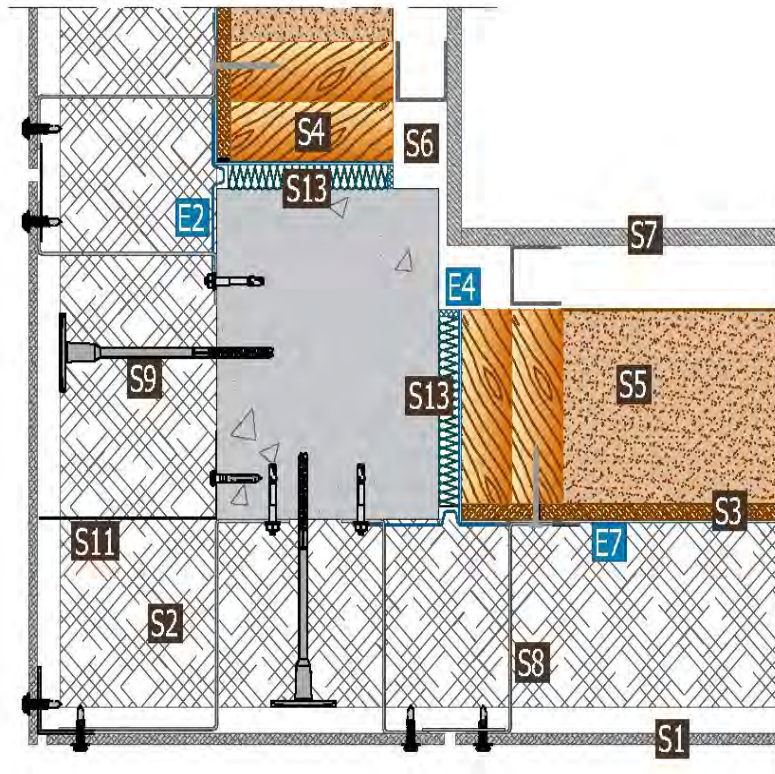
(coupe verticale)

Figure 48 : BARDAGE – COB – Passage de plancher plateforme



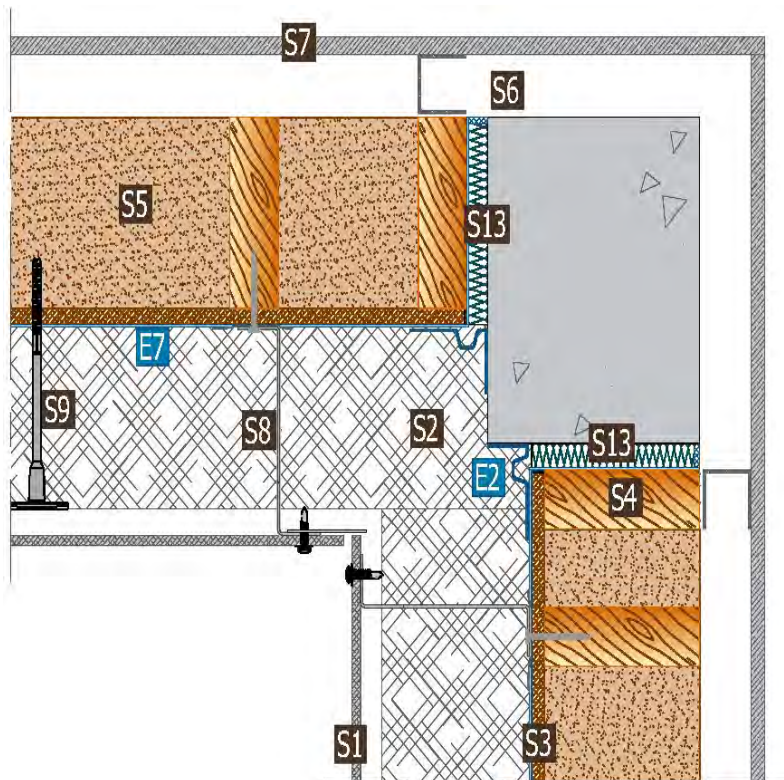
(coupe horizontale)

Figure 49 : BARDAGE – FOB interrompue – Jonction verticale avec structure primaire



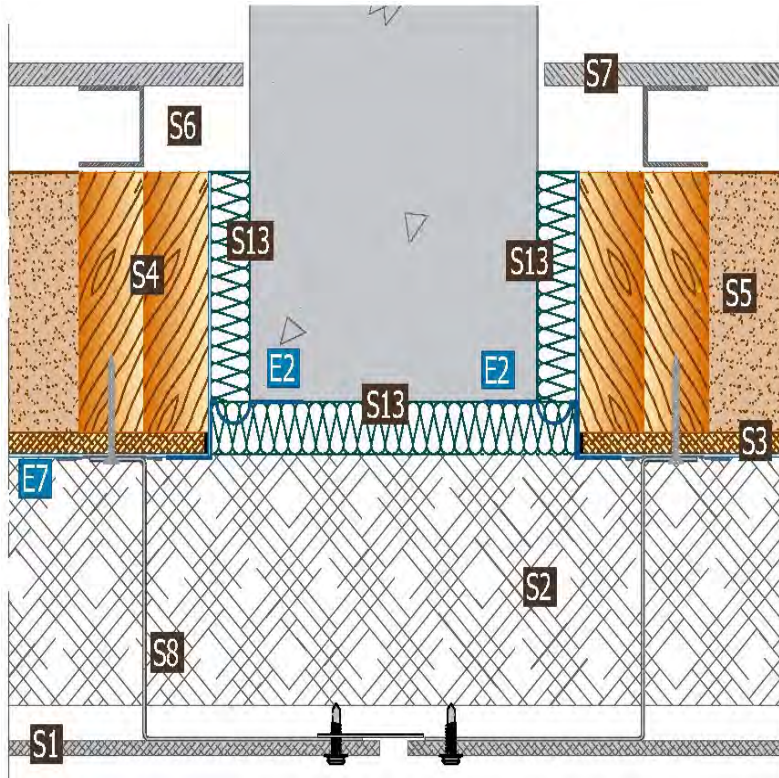
(coupe horizontale)

Figure 50 : BARDAGE – FOB interrompue – Angle sortant



(coupe horizontale)

Figure 51 : BARDAGE – FOB interrompue – Angle rentrant



(coupe verticale)

Figure 52 : BARDAGE – FOB interrompue – Jonction horizontale avec structure primaire