

APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3469_V1

ATEx de cas a

Validité du 30/06/2025 au 30/06/2027



Copyright : Société WIENERBERGER

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 :

WIENERBERGER

8 rue du Canal, Achenheim, FR 67087 Strasbourg Cedex 2

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

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

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

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

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

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3469_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé COBrique, paroi extérieure de murs doubles en brique de parement sur une ossature en bois.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 30/06/2025, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- demandeur : Société WIENERBERGER
- technique objet de l'expérimentation : paroi extérieure de murs doubles en brique de parement sur ossature bois :
 - maçonnerie en briques de parement pleines ou perforées en terre cuite d'épaisseur comprise entre 65 mm et 110 mm destiné à la réalisation de maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double au sens du NF DTU 20.1 ;
 - la paroi interne support du parement étant à ossature bois porteuse (COB) ou non porteuse (FOB filante avec appui unique en pied) ou en panneaux structuraux massifs bois (CLT) ;

Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3469_V1 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 06 2027**, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées au §4.

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

1°) Sécurité

1.1 – Stabilité des ouvrages

La stabilité à froid de la paroi extérieure en maçonnerie peut être normalement assurée en partie courante, celle-ci ne participant pas à la stabilité d'ensemble du bâtiment.

La paroi interne en bois est dimensionnée selon la norme NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, conformément au référentiel dont elle relève (NF DTU 31.2, NF DTU 31.4 ou Avis Technique en cours de validité).

Les attaches anti-dévers de la maçonnerie ont quant à elles été évaluées expérimentalement en compression et en traction. Les calculs sont réalisés en utilisant les coefficients partiels de sécurité indiqués dans la norme NF DTU 20.1 P3. Le dimensionnement des consoles de supportage doit être justifié par le fournisseur sur la base des données spécifiques de chaque projet. Ces consoles doivent être fixées à la structure bois à l'aide de fixation conformes à la norme NF EN 14592 ou faisant l'objet d'une Évaluation Technique Européenne (ETE/ATE).

1.2 – Sécurité des intervenants

La sécurité des intervenants est assurée, à condition que les règles de sécurité applicables aux opérations classiques d'exécution des murs doubles en maçonnerie soient respectées. La sécurité est assurée au même titre que pour les procédés de murs doubles traditionnels.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Le procédé COBrique est à même de satisfaire aux exigences réglementaires relatives au risque de propagation du feu en façade, dans les conditions décrites dans l'appréciation de laboratoire agréé n° EFR-18-002064. Seules les parois internes bois avec écran thermique A2-s3,d0 tel que défini dans le Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » et donc les compléments d'isolation thermique par l'extérieur en laine de roche A2-s3,d0 sur contre-ossature bois sont visés, dans le respect des dispositions de l'appréciation de laboratoire agréé n° EFR-18-002064.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3469_V1

L'utilisation du procédé dans des ouvrages nécessitant des dispositions parasismiques n'est pas visée dans le cadre de cette Appréciation Technique d'Expérimentation.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

La fabrication industrialisée des éléments constitutifs de la façade ne pose pas de problème particulier. La faisabilité de la fabrication des dispositifs métalliques anti-divers et des consoles de supportage est avérée.

2.2 – Mise en œuvre

La mise en œuvre relève des techniques classiquement utilisées pour la réalisation des parois extérieures de murs doubles. Il convient notamment de prendre les précautions habituelles visant à assurer la stabilité de la paroi en maçonnerie en phase provisoire. Il faudra tout de même veiller à la bonne implantation des différents connecteurs dans les montants en bois de la façade à ossatures bois afin de s'assurer du maintien de la paroi extérieure.

2.3 – Assistance technique

Les services techniques de WIENERBERGER (parement) et de FIXINOX (consoles, systèmes d'attache de liaison, fixations) fournissent en première ligne le support technique aux concepteurs dans les conditions décrites au §4.1 du cahier des charges annexé au présent document.

3°) Risques de désordres

Le risque de désordres peut être limité moyennant le respect des recommandations ci-dessous.

4°) Recommandations

Il est recommandé :

- d'étendre les dispositions pour l'encadrement de baies prévues pour les bâtiments de hauteur comprise entre 10 et 18 m aux bâtiments de hauteur comprise entre 0 et 10 m ;
- de ne pas utiliser le procédé dans le cas où la paroi interne est une FOB filante avec appui multiple ou une FOB interrompue.

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.

Dans le cas de volumes vendus par un distributeur, le demandeur devra communiquer au CSTB pour chaque distributeur le volume vendu.

En complément, l'Avis de Déclaration, par le titulaire, des applications couvertes par l'ATEX, et disponible via le site de gestion des comités d'ATEX, devra être fourni.

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 limités.

Champs sur Marne,

Le Président du Comité d'Experts,



Ménad CHENAF

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3469_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : Société WIENERBERGER
8 rue du Canal, Achenheim, FR 67087 Strasbourg Cedex 2

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Procédé destiné à la réalisation de murs non porteurs constituant la paroi extérieure de murs doubles. Cette paroi est en maçonnerie en briques de parement pleines ou perforées en terre cuite d'épaisseur comprise entre 65 mm et 110 mm, rapportée sur un mur porteur bois par l'intermédiaire d'organes de supportage en acier et d'attaches anti-dévers réparties sur la surface de l'ouvrage.

La paroi externe est supportée par une fondation, dalle ou corbeau béton (catégorie A1 ou A2) ou par une console métallique dimensionnée en conséquence.

Le montage est réalisé à joints horizontaux semi-épais (5 à 10 mm) ou épais (10 à 20 mm ou 10 à 12 mm lorsque l'IT249 s'applique) et à joints verticaux garnis ou non, ceux-ci étant systématiquement garnis en partie courante (hors rangées de ventilation de la lame d'air) pour les hauteurs de façade excédant 10 m.

La stabilité hors plan de la maçonnerie est assurée par des tiges anti-dévers fixées dans la structure bois. Leur extrémité est noyée dans le joint de mortier côté mur de façade en maçonnerie. L'autre extrémité est fixée à l'aide de connecteurs conformes à la norme NF EN 14592 ou faisant l'objet d'une Évaluation Technique Européenne (ETE/ATE) dans la structure bois.

Caractéristiques des éléments de maçonnerie :

Les briques de parement sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1+A1. Le niveau d'attestation de conformité dans le cadre du marquage CE est 2+.

Les mortiers utilisés pour l'exécution des joints sont des mortiers industriels performanciers dont les caractéristiques répondent aux spécifications de la norme NF EN 998-2 et marqués CE. Le mortier est au minimum de classe M10.

Caractéristiques des cornières et des attaches :

Les accessoires métalliques (attaches de liaison, linteaux et consoles de supportage) sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 845-1 « Spécification pour composants accessoires de maçonnerie »

Les consoles de supportage sont fabriquées par FIXINOX dans le respect des dispositions de l'EN 1090-1 et l'EN 1090-2. Le dimensionnement des consoles, attaches et de leurs fixations est réalisé par le service technique de FIXINOX.

Les attaches anti-dévers, les consoles de supportage, les cornières filantes et les organes de fixation sont en acier galvanisé ou inoxydable selon la classe d'exposition de l'ouvrage.

Conditions d'exploitation du procédé :

Les fabricants de briques livrent à l'entreprise de pose les briques de parement ainsi que le mortier en fonction des quantités de briques livrées. Le fabricant de consoles livre à l'entreprise de pose les différents éléments de supportage (consoles, attaches et leurs fixations) dimensionnés en fonction du projet.

Résultats expérimentaux :

- Essais sur systèmes d'attaches de liaison : rapports M18148-1 à M18148-5, M18250, M18392, M18777 et M18833 (entre août 2023 et juillet 2024) de HAINAUT ANALYSES
- Appréciation de laboratoire agréé n° EFR-18-002064 (EFECTIS France)

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3469_V1 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.

Le présent document comporte 48 pages dont deux annexes ; il ne peut en être fait état qu'in extenso.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 43 pages.

***Procédé de Double mur en briques sur support bois
COBrique***

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 18 08 2025

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3469_V1.

Fin du rapport

FRANK KUPFERLE

Mob +33(0) 674 35 35 59

Email frank.kupferle@c4ci.eu



DOSSIER TECHNIQUE

ATEx de cas a n°3469_V1 – COBrique – Double mur en briques sur support bois

Etabli par C4Ci pour le compte de WIENERBERGER et FIXINOX

Demandeur :
WIENERBERGER
8 rue du Canal
67204 ACHENHEIM
France

TERREAL
13-17 rue Pagès
92150 SURESNES
France

Codemandeur :
FIXINOX
ZI de Jumet – 1^{ère} rue n°8
6040 JUMET
Belgique

CLIENT WIENERBERGER - FIXINOX

DATE 18/08/2025

PROJET N° 2077

VERSION REV5

TABLE DES MATIERES

1	Principe.....	4
2	Domaine d'emploi.....	5
3	Caractéristiques des composants.....	6
3.1	BRIQUES.....	6
3.1.1	Briques TERCA Ecobrick.....	6
3.1.2	Briques de terre cuite.....	6
3.2	MORTIER DE HOURDAGE.....	6
3.3	SYSTÈMES D'ATTACHES DE LIAISON.....	6
3.3.1	Dispositions communes.....	6
3.3.2	Système linéaire d'attache avec rail en C pour support bois.....	6
3.3.3	Système linéaire d'attache avec profil Z pour support bois.....	8
3.3.4	Attache ponctuelle avec rail en C court.....	8
3.3.5	Attache ponctuelle avec équerre et fil de retenue.....	9
3.4	CONSOLES DE SUPPORTAGE.....	9
3.5	ORGANES DE FIXATION.....	10
3.5.1	Dispositions générales.....	10
3.5.2	Fixation des rails et attaches de liaison dans le bois.....	11
3.5.3	Fixation des consoles dans le support bois.....	11
3.5.4	Fixation des consoles dans le support béton (cas particulier de la FOB filante avec appui unique en pied).....	11
3.6	TÔLES D'ACIER.....	11
3.7	CHOIX DES MATÉRIAUX MÉTALLIQUES SELON LA CLASSE D'EXPOSITION.....	11
3.8	ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR.....	11
3.9	AUTRES COMPOSANTS.....	11
4	Dispositions de conception.....	12
4.1	RÔLE DES ACTEURS.....	12
4.2	PRINCIPES.....	12
4.3	SUPPORT DE PAREMENT.....	13
4.3.1	Paroi interne bois.....	13
4.3.2	Déplacement horizontal admissible de la paroi interne bois.....	14
4.3.3	Déformation verticale admissible de la paroi interne bois.....	14
4.3.4	Planéité du support.....	14
4.4	PRINCIPES DE FIXATION DES CONSOLES, ATTACHES ET RAILS.....	14
4.4.1	Fixation des attaches et rails.....	14
4.4.2	Fixation des consoles.....	15
4.5	DIMENSIONNEMENT.....	16
4.5.1	Hypothèses de chargement.....	16
4.5.2	Structure primaire et paroi interne bois.....	17
4.5.3	Consoles.....	17
4.5.4	Fixations des consoles.....	17
4.5.5	Systèmes d'attaches de liaison.....	17
4.6	SÉCURITÉ INCENDIE.....	19
4.7	SÉCURITÉ VIS-À-VIS DU RISQUE SISMIQUE.....	19
4.8	CALFEUTREMENT AU DROIT DU PLANCHER.....	19
4.9	PLAN DE CALEPINAGE.....	20
4.10	ENCADREMENTS DE BAIE.....	20
5	Dispositions de mise en œuvre.....	21
5.1	MISE EN ŒUVRE DE LA PAROI INTERNE BOIS.....	21

5.1.1	Principes.....	21
5.1.2	Pose du rail en C ou profil en Z ou profilé plat interposé sous attaches ponctuelles.....	21
5.2	POSE.....	22
5.2.1	Réception du support.....	22
5.2.2	Principe général de mise en œuvre.....	22
5.2.3	Points de contrôle de la mise en œuvre.....	22
5.2.4	Joints de fractionnement.....	22
5.2.5	Joints de dilatation.....	23
5.2.6	Tête de mur - Acrotère.....	23
5.2.7	Raccordement horizontal avec un autre revêtement.....	23
5.2.8	Raccordement vertical avec un autre revêtement.....	23
5.2.9	Encadrements de baie.....	23
6	Assistance technique	23
7	Principe de fabrication et contrôle de cette fabrication	24
7.1	BRIQUES TERCA, TERCA ECOBRICK ET TERREAL	24
7.1.1	Fabrication.....	24
7.1.2	Contrôles.....	24
7.2	CONSOLES DE SUPPORTAGE ET SYSTÈMES D'ATTACHES DE LIAISON	24
8	Mentions des justificatifs	24

Figures du dossier technique	25
------------------------------------	----

1 PRINCIPE

Le procédé COBrique est un système de maçonnerie en briques de parement pleines ou perforées en terre cuite d'épaisseur comprise entre 65 mm et 110 mm destiné à la réalisation de maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double (avec lame d'air ventilée) au sens du NF DTU 20.1, la paroi interne support du parement étant à ossature bois porteuse (COB) ou non porteuse (FOB filante avec appui unique en pied) ou en panneaux structuraux massifs bois (CLT), avec ou sans complément d'isolation thermique par l'extérieur, avec ou sans contre-cloison intérieure.

La paroi externe peut :

- Soit reposer entièrement (Catégorie A4) ou partiellement (Catégorie A5) sur une console de supportage filante dans les conditions prévues au NF DTU 20.1 ;
- Soit reposer sur une fondation, une dalle ou un corbeau béton (Catégorie A1 ou A2).

Les briques TERCA Ecobrick (épaisseur comprise entre 65 et 89 mm) diffèrent des exigences du NF DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles par leur épaisseur inférieure à 9 cm et sont visées, pour leur utilisation sur paroi interne béton, par l'Avis Technique 16/24-807_V1.

Les autres briques de parement en terre cuite TERCA ou TERREAL du procédé COBrique sont conformes aux exigences du NF DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles.

Dans les deux cas, les briques de parement sont montées :

- à joints horizontaux semi-épais (5 à 10 mm) ou épais (10 à 20 mm ou 10 à 12 mm lorsque l'IT249 s'applique), liés au mortier, et
- à joints verticaux garnis ou non, ceux-ci étant systématiquement garnis en partie courante (hors rangées de ventilation de la lame d'air) pour les hauteurs de façade excédant 10 m.

Conformément au NF DTU 20.1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 12 m en partie courante. Au départ des angles (sortant ou rentrants) du bâtiment, le premier pan de mur réalisé ne doit pas excéder 6 m.

Afin d'assurer à la fois l'ancrage minimal des attaches de liaison dans le mortier et le recouvrement minimal des têtes d'attaches par le mortier (cf. Tableau 3), le jointoiement des briques d'épaisseur ≤ 80 mm est réalisé avec un retrait réduit compris entre 0 et 5 mm.

Compte-tenu de la paroi interne support du parement, les dispositions particulières du §4.2 et §4.4 s'appliquent, notamment :

- La paroi externe est recoupée par une console filante à chaque niveau du bâtiment (la paroi filante sur 2 niveaux est exclue), à l'exception de la mise en œuvre sur FOB avec appui unique en pied pour laquelle 2 niveaux sont admis sans excéder 6 m.
- La fixation de la console dans le support est réalisée dans l'épaisseur du plancher (ou poutre de rive), sauf pour la FOB filante avec appui unique en pied où il est réalisé dans le support béton (la fixation en tête de paroi interne est exclue).
- Le système d'attaches de liaison en acier est celui listé au §3.3 et permet un déplacement vertical libre.
- L'épaisseur nominale de la lame d'air est de 50 mm.

Dans le présent dossier il convient de bien distinguer :

- Le vide, qui est la distance entre le nu extérieur de la paroi bois support de mur double et le nu intérieur du parement en briques, ce vide pouvant comporter ou non un complément d'isolation extérieure ;
- La longueur nominale L_a de l'attache de liaison qui correspond à sa longueur libre de flambement, c'est à dire la distance entre le nu extérieur de la paroi bois support de mur double et le support de l'attache (qui peut être la paroi bois support de mur double ou un chevron d'ossature d'ITE) ; et
- La lame d'air, qui est l'espace permettant la ventilation de la face arrière des briques et du support ou complément d'isolation extérieure, cette lame d'air ne pouvant être entravée par un quelconque composant de la paroi (à l'exception des consoles de supportage, attaches de liaisons et éventuelles tôles de protection incendie, dans le respect des dispositions du présent dossier permettant d'assurer la ventilation).

2 DOMAINE D'EMPLOI

Le procédé COBrique est destiné à la réalisation de maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double de bâtiments neufs ou en rénovation en France Européenne pour :

- Les bâtiments à usage d'habitation de 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} famille ;
- Les établissements recevant du public (ERP) et les bâtiments de bureaux ou industriels régis par le Code du travail avec plancher haut $\leq 28\text{m}$ du sol ;
- Les ouvrages en classe d'exposition MX1 à MX4 (la classe MX5 étant exclue).
- Les parois internes bois support de parement suivantes :
 - Les murs à ossature bois porteurs (COB) conformes au NF DTU 31.2 pour les bâtiments n'excédant pas R+3 ou 4 niveaux de surélévation ;
 - Les façades à ossature bois non porteuses (FOB) filantes avec appui unique en pied uniquement, conformes au NF DTU 31.4 pour les supports admissibles décrits dans ce dernier, et n'excédant pas 2 niveaux ;
 - Les murs en panneaux structuraux massifs bois sous Avis Technique ou DTA relevant du Cahier 3802 (parties 1 et 2) ;avec ou sans complément d'isolation thermique par l'extérieur, avec ou sans contre-cloison intérieure.
- Les ouvrages dont la structure primaire est dimensionnée de sorte que les déformations horizontale et verticale des éléments supports du mur double n'excèdent pas les limites indiquées respectivement aux §4.3.2 et §4.3.3.

L'utilisation du procédé COBrique pour les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti est exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié complété des dispositions du Guide ENS PS (Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti) de juillet 2013 n'est pas visée.

Lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade, seules les parois internes bois avec écran thermique A2-s3,d0 tel que défini dans le Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » et donc les compléments d'isolation thermique par l'extérieur en laine de roche A2-s3,d0 sur contre-ossature bois sont admis, dans le respect des dispositions de l'appréciation de laboratoire agréée n° EFR-18-002064.

Enfin, lorsque la hauteur de la façade revêtue du parement brique excède 18 m, il convient de réaliser un essai AEV conformément à la NF EN 13830 avec l'intégration d'une menuiserie et du cadre d'ébrasement. La maquette devra tenir compte des tolérances minimales de fabrication et des jeux maximum de mise en œuvre.

3 CARACTERISTIQUES DES COMPOSANTS

3.1 Briques

3.1.1 BRIQUES TERCA ECOBRICK

Les briques TERCA Ecobrick sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1+A1 (briques de type U) et marquées CE selon ce référentiel. Elles sont par ailleurs visées par l'ATEx n°2923_V2/l'Avis Technique 16/24-807_V1 pour leur utilisation sur paroi interne béton.

Elles ont une épaisseur comprise entre 65 et 89 mm.

Les briques TERCA Ecobrick utilisées proviennent des usines du groupe WIENERBERGER. Les palettes comportent des étiquettes où figurent un QR code et/ou un numéro de DoP qui permet d'accéder aux caractéristiques techniques.

Trois types de briques sont disponibles, avec jusqu'à 4 finitions différentes. Leurs caractéristiques principales sont décrites dans l'Avis Technique 16/24-807_V1.

3.1.2 BRIQUES DE TERRE CUITE

Les briques TERCA ou TERREAL sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1+A1 (briques de type U) et marquées CE selon ce référentiel.

Elles ont une épaisseur comprise entre 90 et 110 mm et sont perforées, ou pleines avec différents aspects de finition (lisses, structurées ou moulées main).

Les briques utilisées proviennent des usines du groupe WIENERBERGER ou de TERREAL. Les palettes comportent des étiquettes où figurent un QR code et/ou un numéro de DoP qui permet d'accéder aux caractéristiques techniques.

3.2 Mortier de hourdage

Il convient d'utiliser des mortiers industriels performanciers conformes aux exigences du NF DTU 20.1 P1-2, marqués CE selon la norme NF EN 998-2 et de classe minimale M10 pour les joints épais (10 à 20 mm ou 10 à 12 mm lorsque l'IT249 s'applique) et pour les joints semi-épais 5 à 10 mm).

3.3 Systèmes d'attaches de liaison

3.3.1 DISPOSITIONS COMMUNES

Seuls les systèmes d'attaches de liaison FIXIBOIS suivants (conformes à la NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2) sont admis :

- Système linéaire avec rail en C et attache de retenue CA ou CB à blocage de forme (cf. §3.3.2)
- Système linéaire avec profil en Z et attache de retenue Z à blocage de forme (cf. §3.3.3)
- Attache ponctuelle avec rail en C court et attache de retenue CA ou CB à blocage de forme (cf. §3.3.4)
- Attache ponctuelle avec équerre et fil de retenue (cf. §3.3.5)

L'utilisation d'attaches ponctuelles sur COB ou FOB filante avec appui unique en pied nécessite l'interposition d'un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.

Ces systèmes d'attaches de liaison permettent un déplacement vertical libre sans être mises en flexion.

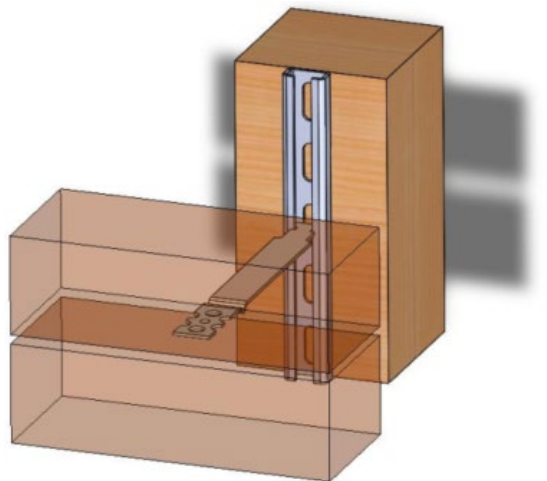
Le matériau du système d'attaches de liaisons est choisi selon la classe d'exposition conformément aux dispositions du §3.7.

3.3.2 SYSTEME LINEAIRE D'ATTACHE AVEC RAIL EN C POUR SUPPORT BOIS

L'attache de liaison est réalisée au moyen de l'ensemble (Figure 1) composé :

- D'un rail en C de type A (28 x 15 mm ; ép. 2,5 mm) de largeur 28 mm ou de type B (26 x 18 mm ; ép. 1,25 mm) de largeur 26 mm, disponibles en longueurs standard de 3 000 mm, et pourvu de percements de diamètre 6,0 mm à entraxe régulier (50 mm) permettant la fixation au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.2; et
- D'attaches à blocage de forme (en traction/compression) de type CA ou CB (compatibles respectivement avec les rails en C de type A et B) de longueur adaptée en fonction de la longueur nominale d'attache L_a définie au §1 .

Les attaches FIXIBOIS de type CA (Figure 2) ou CB (Figure 3) sont disponibles en épaisseur 1,5 mm (pour $L_a \leq 90$ mm) et 2 mm (pour $90 \text{ mm} < L_a \leq 160$ mm) et en diverses longueurs.



(le rail illustré ci-dessus est figuratif – se référer aux figures ci-après)

Figure 1 : Principe du système linéaire d'attaches avec rail en C FIXIBOIS

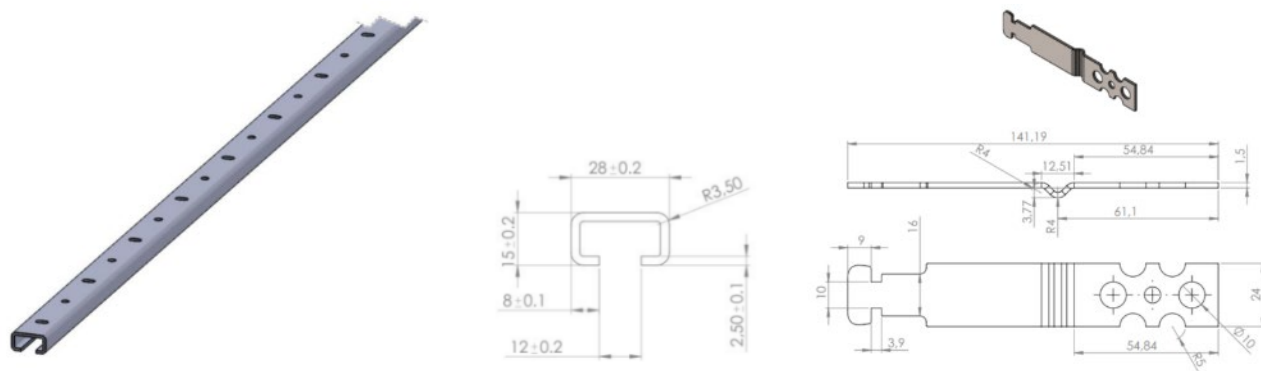


Figure 2 : Attaches FIXIBOIS de type CA et rail en C de type A

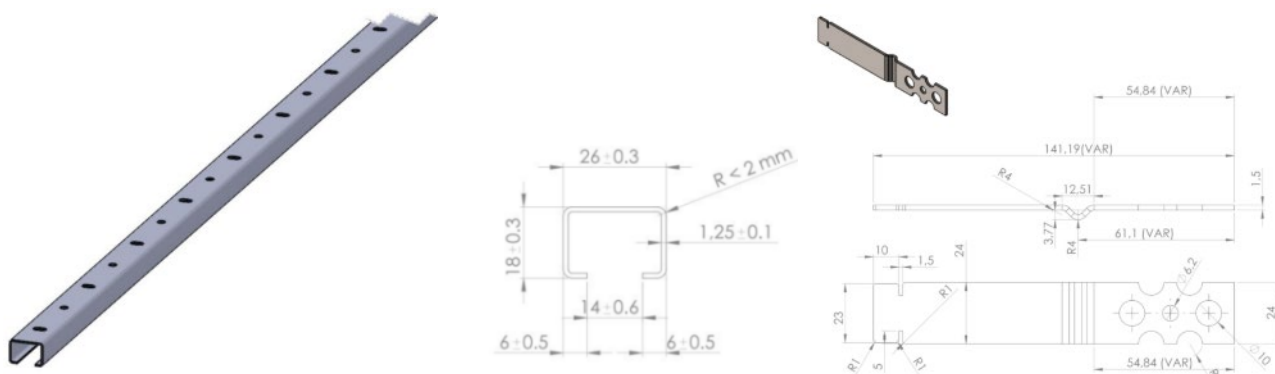


Figure 3 : Attaches FIXIBOIS de type CB et rail en C de type B

3.3.3 SYSTEME LINEAIRE D'ATTACHE AVEC PROFIL Z POUR SUPPORT BOIS

L'attache de liaison est réalisée au moyen de l'ensemble (Figure 4 et Figure 5) composé :

- D'un profil en Z de dimensions 17 x 27 x 26 mm, d'épaisseur 2 ou 3 mm, disponible en longueurs standard de 2 980 mm, et pourvu d'un repli sur sa longueur et de percements oblongs de diamètre 5 mm à entraxe régulier permettant la fixation au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.2; et
- D'attaches à blocage de forme (en traction/compression) de type Z d'épaisseur 2 mm et de longueur adaptée en fonction de la longueur nominale d'attache L_a définie au §1.

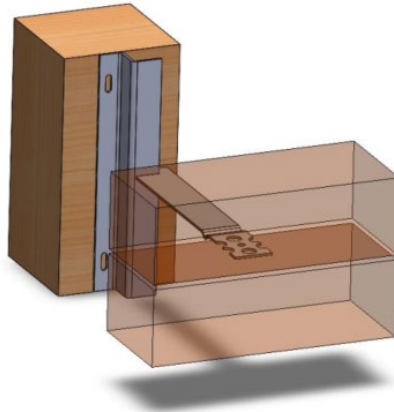


Figure 4 : Principe du système linéaire d'attaches avec profil Z FIXIBOIS

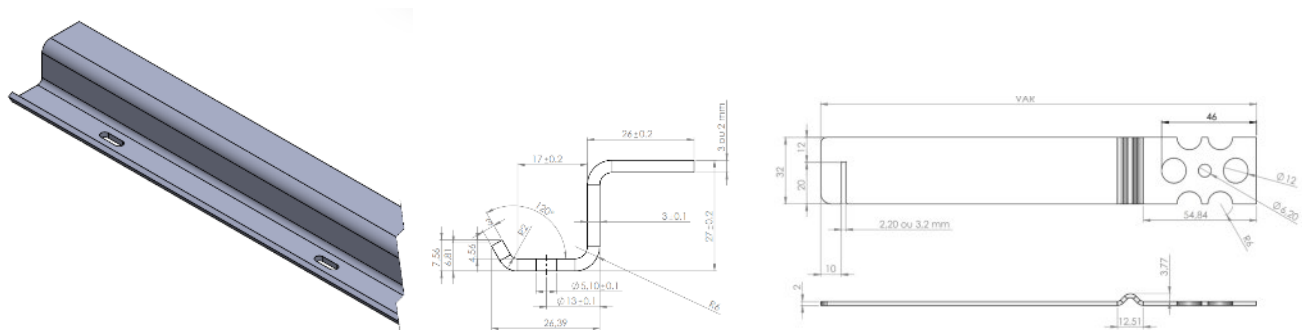


Figure 5 : Attaches FIXIBOIS de type Z et profil Z

3.3.4 ATTACHE PONCTUELLE AVEC RAIL EN C COURT

L'attache ponctuelle est réalisée selon le même principe que le système linéaire FIXIBOIS avec rail en C et attaches de retenues CA ou CB, mais avec une pièce courte de rail en C de 100 mm de longueur pourvue d'un seul percement de diamètre 5,1 mm.

Chaque ensemble est donc composé d'un rail court et d'une attache (Figure 6).

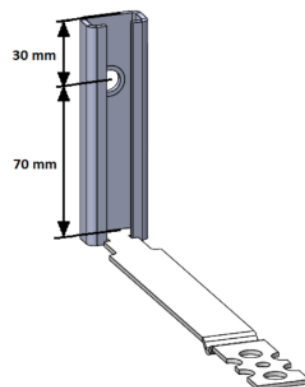


Figure 6 : Attache ponctuelle FIXIBOIS avec rail en C court et attache CA ou CB

3.3.5 ATTACHE PONCTUELLE AVEC EQUERRE ET FIL DE RETENUE

L'attache de liaison est réalisée au moyen de l'ensemble (Figure 7 et Figure 8) composé :

- D'une équerre FIXIBOIS de dimensions 20 x 25 x 37 mm, d'épaisseur 2 mm, pourvue d'un repli sur sa longueur et d'un percement oblong de diamètre 5,1 mm permettant la fixation au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.2 et d'une rainure crantée de 4 x 26 mm ; et
- D'un fil de retenue (en traction/compression) spécifique de diamètre 4 mm et de longueur adaptée en fonction de la longueur nominale d'attache L_a définie au §1.

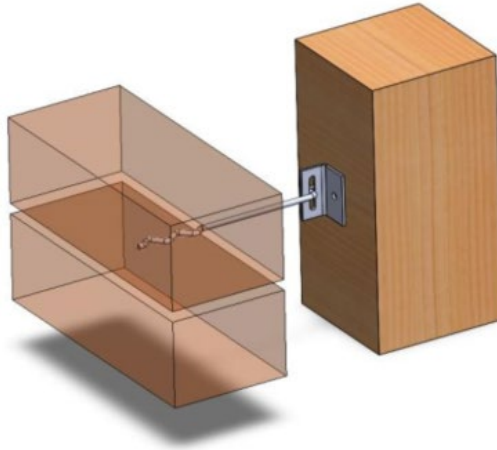


Figure 7 : Attache ponctuelle FIXIBOIS avec équerre et fil de retenue

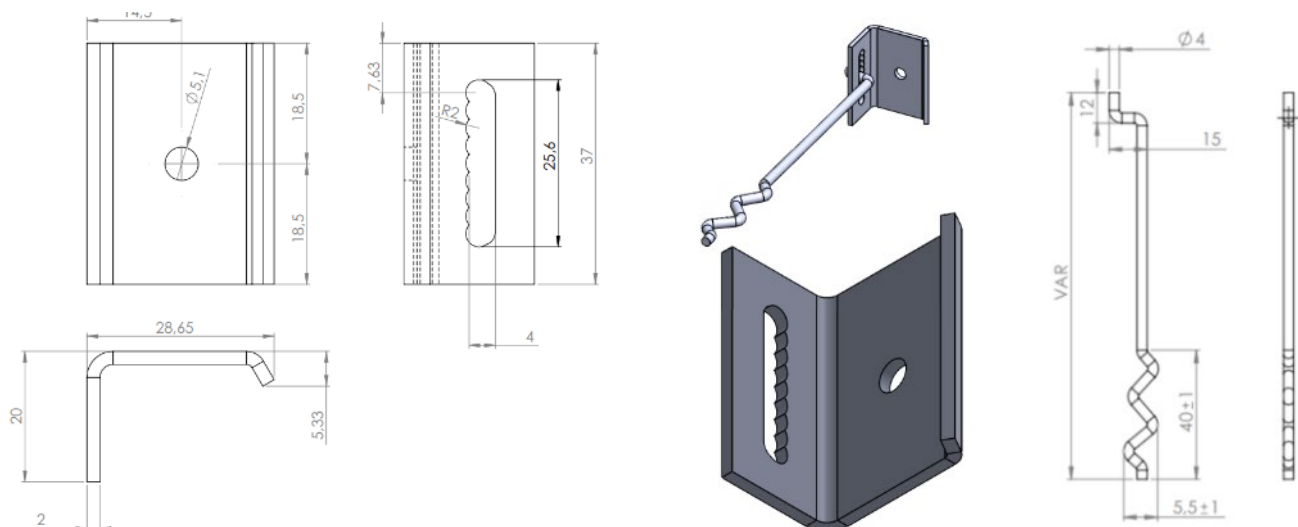


Figure 8 : Equerre FIXIBOIS et fil de retenue

3.4 Consoles de supportage

Il convient d'utiliser des consoles filantes de supportage conformes à la NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2, et dont le matériau est choisi selon la classe d'exposition conformément aux dispositions du §3.7.

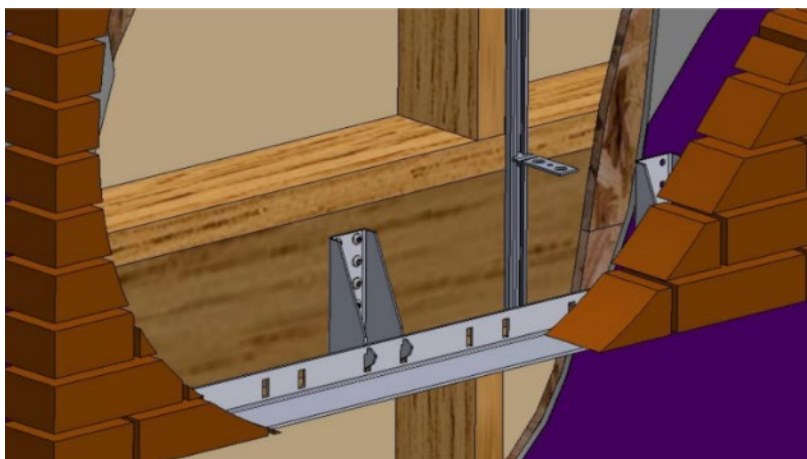
Ces dispositions s'appliquent également aux cornières en L des linteaux.

Cas général : Consoles FIXIBOIS

Il convient d'utiliser les consoles FIXIBOIS (Figure 9 et Figure 10) qui sont composées :

- D'une cornière en L munie de paires d'encoches à intervalle régulier, permettant leur accroche aux goussets ; et
- De goussets métalliques en U formant platine de fixation au support, et munis d'ergots côté cornière en L et de percements de diamètre 6,2 mm ou 8,2 mm permettant la fixation au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.2.

Les consoles sont fixées au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.3.



(le support bois est figuratif et peut être composé de diverses manières non détaillées ici)

Figure 9 : Principe des consoles de supportage FIXIBOIS

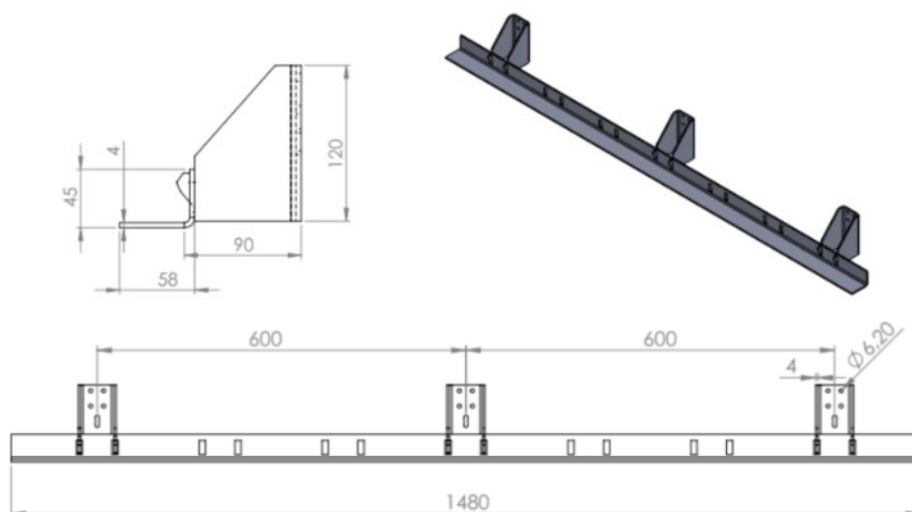


Figure 10 : Console de supportage FIXIBOIS

Cas alternatif : Consoles classiques avec ou sans batée

Lorsque la configuration architecturale de la façade nécessite par exemple un déport de la cornière en L par rapport à la ligne des points de fixations de la console dans le support bois, ou l'utilisation de consoles avec batée, ou dans tout cas particulier pour lequel la console FIXIBOIS n'est pas adaptée, il convient d'utiliser des consoles filantes de supportage classiques, avec ou sans batée, conformes à la NF EN 845-1 et au NF DTU 20.1 P1-2.

Ces consoles sont fixées au support bois par vis conforme aux dispositions du §3.5.3.

3.5 Organes de fixation

3.5.1 DISPOSITIONS GENERALES

Le matériau des fixations est choisi selon la classe d'exposition conformément aux dispositions du §3.7.

Les fixations métal-bois sont réalisées avec des vis conformes à la NF EN 14592 ou sous ETE visant le support bois ou en panneaux structuraux massifs bois concerné.

Le type et les dimensions de ces fixations sont déterminés pour chaque projet par le service technique de FIXINOX.

3.5.2 FIXATION DES RAILS ET ATTACHES DE LIAISON DANS LE BOIS

La fixation des rails et attaches de liaison dans le bois est réalisée avec des vis à tête plate ou ronde ou bombée, à filetage partiel de diamètre 5 ou 6 mm et de longueur adaptée au support pour assurer l'ancrage minimal requis par la résistance à l'arrachement (résistance à l'effort de vent) déterminée selon NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale.

3.5.3 FIXATION DES CONSOLES DANS LE SUPPORT BOIS

La fixation consoles dans le bois est réalisée avec des vis à tête plate ou ronde ou bombée, à filetage total, de diamètre 6 à 12 mm et de longueur adaptée au support pour assurer l'ancrage minimal requis par la résistance au cisaillement et à l'arrachement (résistance aux efforts induits par le poids propre du double-mur) déterminées selon NF EN 1995-1-1 et son annexe nationale.

3.5.4 FIXATION DES CONSOLES DANS LE SUPPORT BETON (CAS PARTICULIER DE LA FOB FILANTE AVEC APPUI UNIQUE EN PIED)

La fixation des consoles dans le béton est réalisée avec des chevilles métalliques (mécanique ou à scellement chimique) sous l'Evaluation Technique Européenne (ETE) selon l'EAD 330232-00-0601.

3.6 Tôles d'acier

Lorsque la mise en œuvre du procédé COBrique fait appel à des tôles d'acier (p.ex. pour les profilés d'arrêt à l'interface avec un autre revêtement de façade, profilés d'habillage de joints de dilatation ou de fractionnement, encadrements de baie, recoupements,...), celles-ci sont d'épaisseur minimale 6/10^{ème} et sont soit en acier galvanisé Z235 conforme à la NF EN 10025, soit en acier inoxydable conforme à la NF EN 10088, en tenant compte des dispositions de choix des matériaux en fonction de la classe d'exposition décrites au §3.7.

Pour les bâtiments soumis aux exigences relatives au risque de propagation du feu par la façade, les dispositions spécifiques de l'APL EFR 18-002064 (notamment en termes d'épaisseur des tôles) doivent être respectées.

Note : Les profilés ou habillages en aluminium sont choisis conformément aux dispositions du NF DTU 20.1 et en fonction de la classe d'exposition. Ils ne sont pas visés par l'APL EFR 18-002064 pour les recoupements de lame d'air ou encadrements de baies.

3.7 Choix des matériaux métalliques selon la classe d'exposition

Il convient de choisir les matériaux métalliques des attaches de liaison (§3.3), consoles de supportage et cornières filantes (§3.4), organes de fixation (§3.5) et tôles d'acier (§3.6) en fonction de la classe d'exposition de l'ouvrage comme suit :

- En classe d'exposition MX1 et hauteur de façade ≤ 6 m (sauf pignon) : en acier galvanisé $\geq 70 \mu\text{m}$ (460 g/m²), sauf pour les attaches de liaisons admises en acier galvanisé $\geq 40 \mu\text{m}$ (265 g/m²) ;
- En classe d'exposition MX2 ou MX3 et hauteur de façade ≤ 6 m (sauf pignon) : en acier galvanisé $\geq 100 \mu\text{m}$ (710 g/m²) ;
- En classe d'exposition MX1 à MX3 et hauteur de façade > 6 m (sauf pignon) : en acier inoxydable A2 (1.4301 / 304 ou 1.4307 / 304L) ;
- Dans tous les autres cas : en acier inoxydable A4 (1.4401 / 316 ou 1.4404 / 316L).

3.8 Isolation thermique par l'extérieur

Les isolants admis sont ceux visés par les NF DTU 20.1, 31.2 et 31.4. Le pare-pluie est posé entre l'isolant et la paroi bois.

Lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade, seules les parois internes bois avec écran thermique tel que défini dans le Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » et donc les compléments d'isolation thermique par l'extérieur en laine de roche A2-s3,d0 sur contre-ossature bois sont admis, dans le respect des dispositions de l'appréciation de laboratoire agréée n° EFR-18-002064.

3.9 Autres composants

La mise en œuvre du procédé COBrique fait appel aux composants courants pour la réalisation des maçonneries de façade non porteuses constituant le parement extérieur d'un mur double (avec lame d'air ventilée), conformes au NF DTU 20.1 P1-2, notamment :

- Barrières contre les remontées capillaires ;
- Barrières d'étanchéité pour appuis de baie ;
- Isolants éventuels et leurs dispositifs de fixation ;
- Profilés, bandes à former ou feuilles du dispositif de recueil d'eau en pied de mur.
- Les mastics de calfeutrement et fonds de joints sont visés par les NF DTU 20.1, 31.2, 31.4 et 36.5.

4 DISPOSITIONS DE CONCEPTION

Les briques de TERCA Ecobrick (épaisseur comprise entre 65 et 89 mm) diffèrent des exigences du DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles par leur épaisseur inférieure à 9 cm et sont visées, pour leur utilisation sur paroi interne béton, par l'ATEX n°2923_V2/l'Avis Technique 16/24-807_V1.

Les autres briques de parement en terre cuite du procédé COBrique sont conformes aux exigences du DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles.

A l'exception de la nécessaire adaptation dimensionnelle des composants et de la nécessité de vérifier les dispositifs d'attaches sans s'appuyer sur seules règles forfaitaires du NF DTU 20.1 P3, la conception du procédé COBrique n'emporte pas de déviation vis-à-vis du NF DTU 20.1.

Le procédé COBrique diffère donc du NF DTU 20.1 principalement par la présence d'un support bois et des systèmes d'attache et de supportage spécifiques à ce support.

Seules sont donc précisées ci-après les particularités relatives à la conception du double mur avec paroi interne bois, et le cas échéant les dispositions prises pour l'adaptation dimensionnelle, la cohérence avec l'appréciation de laboratoire EFR-18-002064, ou les dispositions visant à faciliter la maîtrise de la conception.

4.1 Rôle des acteurs

Les services techniques de WIENERBERGER (parement) et de FIXINOX (consoles, systèmes d'attache de liaison, fixations) fournissent en première ligne le support technique aux concepteurs.

Les services techniques de WIENERBERGER et FIXINOX :

- Transmettent les hypothèses de dimensionnement et de modélisation du procédé COBrique à ce Bureau d'Etudes Structures, et ce dernier transmet les éléments (notamment la configuration de paroi interne et les détails de fixation envisagés) et les efforts résultants à prendre en compte par FIXINOX pour le dimensionnement des consoles, attaches et de leurs fixations.
- Visent les détails constructifs relatifs aux consoles, attaches et leurs fixations préalablement à leur réalisation.

Le service technique de FIXINOX :

- Réalise la conception et le dimensionnement des consoles, attaches et de leurs fixations.

Compte-tenu des possibilités de préfabrication des parois à ossature bois d'une part, et des systèmes d'attaches linéaires par le biais d'un rail ou profil vertical conçu pour être fixé dans les montants ou la contre-ossature bois d'autre part, il convient de définir systématiquement en amont du projet, et au cas par cas, le lot qui mettra en œuvre le rail en C ou profil en Z (fournis avec leurs fixations par FIXINOX) sur la paroi interne (voir aussi §5.1.2).

4.2 Principes

Les briques sont montées :

- À joints horizontaux semi-épais (5 à 10 mm) ou épais (10 à 20 mm ou 10 à 12 mm lorsque l'IT249 s'applique), liés au mortier de classe minimale M10 (le couple épaisseur minimale – classe de mortier étant destiné à satisfaire au domaine de validité des essais réalisés sur les attaches décrites au §3.3) ;
- À joints verticaux garnis (semi-épais ou épais) ou non garnis (0 à 3 mm), ceux-ci étant systématiquement garnis en partie courante (hors rangées de ventilation de la lame d'air ; cf. §5.2.2) pour les hauteurs de façade excédant 10 m.

Afin d'assurer à la fois l'ancrage minimal des attaches de liaison dans le mortier et le recouvrement minimal des têtes d'attaches par le mortier (cf. Tableau 3), le jointoiement des briques d'épaisseur ≤ 80 mm est réalisé avec un retrait réduit compris entre 0 et 5 mm.

En cas de mise en œuvre sur COB ou panneaux structuraux massifs bois :

- Conformément au NF DTU 20.1 P1-1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 12 m en partie courante.
- Dans le cas d'un harpage du mur, au départ des angles (sortant ou rentrants) du bâtiment, le premier pan de mur réalisé ne doit pas excéder 6 m.

En cas de mise en œuvre sur FOB filante avec appui unique en pied :

- Le harpage des angles sortants ou rentrants n'est pas admis ;
- La longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder la plus petite valeur entre la longueur de l'élément de FOB et la longueur maximale définie au NF DTU 20.1 (12 m).

La paroi externe peut :

- Soit reposer entièrement (Catégorie A4) ou partiellement (Catégorie A5) sur une console de supportage filante dans les conditions prévues au NF DTU 20.1 ;
- Soit reposer sur une fondation, une dalle ou un corbeau béton (Catégorie A1 ou A2).

La paroi externe est recoupée par une console filante à chaque niveau du bâtiment (la paroi filante sur 2 niveaux est exclue), à l'exception de la mise en œuvre sur FOB appuyée en pied pour laquelle 2 niveaux sont admis sans excéder 6 m.

La fixation de la console dans le support est réalisée dans l'épaisseur du plancher (ou poutre de rive), sauf pour la FOB filante avec appui unique en pied où il est réalisé dans le support béton (la fixation en tête de paroi interne est exclue).

Les linteaux sont supportés par des cornières en L (appuyées sur le parement) sans fixation à la paroi support ou au moyen de consoles de supportage dont les cornières d'appui du parement et les fixations sont alors alignées avec celles des consoles de la partie courante. Dans le cas contraire, un fractionnement vertical du parement de part et d'autre de l'ouverture est requis.

Les systèmes d'attaches de liaison sont ceux listés au §3.3 et permettent un déplacement vertical libre.

L'utilisation d'attaches ponctuelles sur COB ou FOB filante avec appui unique en pied nécessite l'interposition d'un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.

L'épaisseur nominale de la lame d'air est de 50 mm.

En partie supérieure du parement d'un étage, un jeu horizontal d'au moins 10 mm entre la dernière rangée et la sous-face de la cornière filante du niveau suivant (ou de la cornière de protection) est laissé pour permettre de compenser les variations dimensionnelles du parement (dilatation thermique) et de la paroi interne bois (retrait-gonflement) en service. Ce joint peut être garni ou non de mastic sur fond joint.

Les encadrements de baies (menuiseries extérieures) sont systématiquement réalisés au moyen d'un habillage métallique (les retours de maçonnerie en tableau ne sont pas admis) dans le respect des dispositions du §4.10.

Lorsque la paroi interne bois est complétée par un doublage intérieur, l'épaisseur de l'isolant du doublage intérieur doit être limité de sorte que sa résistance thermique soit toujours inférieure ou égale à la moitié de celle de l'isolant du mur (règle dite des $1/3 - 2/3$) en climat de plaine (hors zone très froide) respectivement au tiers de celle de l'isolant du mur (règle dite des $1/4 - 3/4$) en climat de montagne et zone très froide, tout en restant inférieure à 100 mm.

4.3 Support de parement

4.3.1 PAROI INTERNE BOIS

Parois internes bois admises

Les murs à ossature bois porteurs (COB) et leurs éléments constitutifs sont conformes au NF DTU 31.2.

Les façades à ossature bois non porteuses (FOB) filantes avec appui unique en pied, ainsi que leurs éléments constitutifs, sont conformes au NF DTU 31.4.

Les murs en panneaux structuraux massifs bois et leurs éléments constitutifs sont conformes aux dispositions de l'Avis Technique ou DTA dont ils relèvent et au Cahier 3802 (parties 1 et 2).

Dispositions relatives au pare-pluie

Le parement brique ne pouvant être considéré à joints fermés et ne pouvant en général être mis en œuvre avant la fin du gros-œuvre bois, il convient de mettre en œuvre un pare-pluie souple avec étanchéité de niveau W1 après vieillissement 5 000 h UV dans tous les cas.

En cas de présence d'une isolation thermique par l'extérieur (ITE), le pare-pluie est posé entre l'isolant et la paroi bois.

Sur support en panneaux structuraux massifs bois, les fixations du pare-pluie doivent être disposées en quinconce ou selon un schéma de répartition limitant les alignements.

Sur support COB ou FOB filante avec appui unique en pied, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4, le pare-pluie doit être pincé entre les montants d'ossature bois et des profilés linéaires parallèles aux montants et fixés à ces derniers, aussi bien en phase provisoire qu'en phase définitive. Ceci peut être réalisé par l'intermédiaire des rails en C ou profils en Z des systèmes d'attaches de liaison linéaires, par l'interposition d'un profilé plat métallique (ou en bois) interposé entre les attaches ponctuelles et le support, ou par les chevrons verticaux d'une ossature d'ITE. En cas de présence d'ITE, ces dispositions conduisent à privilégier soit la mise en œuvre d'une ossature d'ITE simple réseau verticale, soit la mise en œuvre d'une ossature d'ITE double réseau dont le premier réseau est vertical.

Pour la protection en phase provisoire de la paroi bois, lorsque le pare-pluie définitif est mis en œuvre ultérieurement, l'utilisation d'un pare-pluie souple avec étanchéité de niveau W1 après vieillissement 336 h UV est suffisante, cette membrane n'ayant pas pour objet d'assurer sa performance en service pendant la durée de vie de l'ouvrage.

4.3.2 DEPLACEMENT HORIZONTAL ADMISSIBLE DE LA PAROI INTERNE BOIS

Paroi interne COB ou en panneaux structuraux massifs bois

Afin de limiter les déplacements horizontaux différentiels entre attaches du parement brique dans son plan, il convient de dimensionner la paroi interne bois sous efforts de contreventement de sorte que le déplacement horizontal différentiel (inter-étage) en tête dans le plan du mur n'excède pas $H/500$ (où H est la hauteur d'étage).

Paroi interne FOB filante avec appui unique en pied

On rappelle que dans le cas des façades à ossature bois non porteuses, les ferrures de liaison et d'ancrage des éléments de façade bois à la structure primaire sont conçues et dimensionnées conformément au NF DTU 31.4 P1-1, 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 de façade ne soit sollicité par les déformations du gros-œuvre. Bien que ceci sous-entende que l'élément bois ne puisse être mis en parallélogramme, on veillera au respect de la limite à $H/500$ décrite précédemment.

4.3.3 DEFORMATION VERTICALE ADMISSIBLE DE LA PAROI INTERNE BOIS

Il convient de concevoir la structure primaire afin d'en limiter la déformation verticale à long terme. Pour les porteurs horizontaux support de mur double, la flèche nuisible ne doit pas dépasser 5 mm (en référence au NF DTU 33.1).

La flèche nuisible, définie dans le FD P18-717, correspond à la part des déformations des porteurs horizontaux risquant de provoquer des désordres dans l'ouvrage supporté (ici la façade bois support du parement brique). C'est donc l'accroissement de la flèche, ou fléchissement, pris par les porteurs horizontaux à partir de l'achèvement de la façade et du parement.

On entend par porteurs horizontaux support de mur double tout élément de structure primaire fléchi auquel est fixée une console de supportage du mur double. Compte-tenu des typologies de paroi interne bois visées au §2, ces cas se limitent usuellement aux poutres formant linteau de menuiserie extérieure auxquelles seraient fixées des consoles de supportage.

Il convient également d'évaluer systématiquement les déformations différentielles entre niveaux successifs et d'augmenter le cas échéant le jeu minimal de 10 mm entre la sous-face de la console et la rangée supérieure de briques du parement inférieur.

4.3.4 PLANEITE DU SUPPORT

La paroi interne bois doit satisfaire aux exigences de tolérance d'exécution fixées par son référentiel (NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ou Avis Technique/DTA et Cahier 3802).

Le respect de ces exigences satisfait de facto à celles du NF DTU 20.1 pour la réalisation du parement du mur double.

Les ouvrages de soubassement doivent satisfaire aux spécifications du NF DTU correspondant, et notamment se conformer aux tolérances d'exécution fixées :

- Pour les ouvrages en maçonnerie par le NF DTU 20.1 ;
- Pour les ouvrages en béton par le NF DTU 21 et NF DTU 23.1.

En outre, la dalle basse devra satisfaire aux tolérances acceptables attendues du support précisées par les NF DTU 31.2 P1-1 et 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 :

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

4.4 Principes de fixation des consoles, attaches et rails

De manière générale, les fixations sont conformes aux dispositions du §3.5.

4.4.1 FIXATION DES ATTACHES ET RAILS

Les rails en C et profils en Z ont une longueur standard permettant usuellement le franchissement d'un niveau avec un seul rail. Le cas échéant, il convient de maintenir un jeu de 5 mm entre deux rails successifs.

Les nombres d'attaches et de fixations des rails ou profils sont déterminés à partir des efforts de vent à reprendre, en respectant en outre les entraxes maximaux suivants :

- Entraxe vertical des attaches : $e_{\text{attache}} \leq 500 \text{ mm}$.
- Entraxe horizontal des rails ou profils : $e_{\text{rail}} \leq 645 \text{ mm}$; il doit permettre d'assurer une fixation du rail dans les montants de COB/FOB.
- Entraxe vertical des fixations des rails ou profils :
 - Pour le rail CA : $e_{\text{fix}} \leq 640 \text{ mm}$;
 - Pour le rail CB : $e_{\text{fix}} \leq 655 \text{ mm}$;
 - Pour le rail Z : $e_{\text{fix}} \leq 600 \text{ mm}$;

Un entraxe plus resserré peut être requis (Tableau 1).

On distingue le cas des parois interne en panneaux structuraux massifs bois sans ITE (et donc sans écran thermique en laine de roche) pour lesquels le positionnement des attaches est libre de contraintes constructives particulières, des autres configurations pour lesquelles la fixation des rails ou attaches dans les montants d'ossature ou chevrons de contre-ossature d'ITE impose certaines dispositions synthétisées au Tableau 1.

Le dimensionnement des rails, attaches et de leurs fixations est décrit au §4.5.5.

Tableau 1 : Dispositions relatives à la fixation des attaches et rails selon les configurations de mur double

Configuration		Paroi interne bois		
ITE ¹⁾	Ecran thermique	Façade à ossature bois non porteuse	Mur porteur	
		FOB Filante avec appui unique en pied	Ossature bois (COB)	Panneaux structuraux massifs bois
Sans	Sans	Rail ou profil fixé sur les montants de COB/FOB Attaches adaptées (cf. §3.3) ³⁾		Attaches ponctuelles (cf. §3.3.4 et §3.3.5) répartition libre ⁴⁾
	Plaque ou panneau ¹⁾			
Sans ossature	Sans			
Sur ossature verticale	Sans	Rail ou profil fixé sur l'ossature verticale de l'ITE Attaches adaptées (cf. §3.3) ⁵⁾		
Sur ossature double-réseau	Avec ou sans	Rail ou profil fixé sur l'ossature secondaire horizontale ($e_{\text{fix}} \leq 600 \text{ mm}$) Attaches adaptées (cf. §3.3.2 ou §3.3.3)		
Sur ossature horizontale	Sans	Rail ou profil fixé sur l'ossature horizontale ($e_{\text{fix}} \leq 600 \text{ mm}$) Attaches adaptées (cf. §3.3.2 ou §3.3.3)		
Laine de roche sur contre-ossature horizontale (entraxe $\leq 600 \text{ mm}$) ²⁾				

¹⁾ Ecrans thermiques A2-s3,d0 au sens du §1.3 du Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » v4 du 26/07/2023 exceptés la solution en laine de roche sur contre-ossature horizontale.

²⁾ Ecran thermique en laine de roche de masse volumique $\geq 70 \text{ kg/m}^3$, d'épaisseur 60 à 100 mm, sur contre-ossature d'épaisseur 36 x 60 mm à 45 x 100 mm, conformément au Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » v4 du 26/07/2023.

³⁾ Rail en C et attaches CA ou CB (cf. §3.3.2), ou profil en Z et attaches de type Z (cf. §3.3.3), ou attaches ponctuelles (cf. §3.3.4 ou §3.3.5) fixées à travers un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.

⁴⁾ Il convient de distribuer les attaches ponctuelles en quinconce ou selon un schéma de répartition limitant les alignements. Cette disposition n'est pas requise en cas d'interposition d'un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.
L'utilisation de systèmes de rail en C et attaches CA ou CB (cf. §3.3.2), ou profil en Z et attaches de type Z (cf. §3.3.3) est également possible.

⁵⁾ Rail en C et attaches CA ou CB (cf. §3.3.2), ou profil en Z et attaches de type Z (cf. §3.3.3), ou attaches ponctuelles (cf. §3.3.4 ou §3.3.5). En présence d'un pare-pluie positionné sur les chevrons verticaux, les attaches ponctuelles sont fixées à travers un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.

4.4.2 FIXATION DES CONSOLES

Principes

La fixation de la console dans le support est réalisée :

- COB et panneaux structuraux massifs bois : dans l'épaisseur du plancher ou dans une poutre de rive.
- FOB filante avec appui unique en pied (le cas échéant) : dans le support béton.

La fixation en tête de la paroi interne bois est exclue.

L'adéquation des dimensions du support aux fixations de la console retenue doit être systématiquement vérifiée.

Le Tableau 2 ci-après synthétise les différentes configurations de mur double visées et les dispositions particulières relatives à la fixation des consoles selon le support.

Le dimensionnement des consoles et de leurs fixations est décrit aux §4.5.2 et §4.5.4.

Fixation dans le support bois

Les éléments du support bois recevant la fixation des consoles FIXIBOIS doivent être conçus en tenant compte des dimensions minimales des fixations visées au §3.5.3 et en prenant en compte :

- Le respect des règles de pinces de la NF EN 1995-1-1 implique que la hauteur h de la pièce de bois doit vérifier *a minima* $h \geq a_{4,c} + n_h \cdot 0,7 \cdot a_{2,t} + a_{4,t}$ où n_h est le nombre de vis alignées verticalement (facteur 0,7 : NF EN 1995-1-1, §8.3.1.4(1))
 Cette disposition conduit usuellement à une hauteur minimale $h \geq 100$ mm avec préperçage et $h \geq 120$ mm sans préperçage :
 $a_{4,c} + 2 \cdot 0,7 \cdot a_{2,t} + a_{4,t} = 18,5 \cdot d$ pour vis de diamètre > 5 mm sans pré-perçage (NF EN 1995-1-1) et $d \geq 6$ mm
 $a_{4,c} + 2 \cdot 0,7 \cdot a_{2,t} + a_{4,t} = 12,8 \cdot d$ pour vis de diamètre > 5 mm avec pré-perçage (NF EN 1995-1-1) et $d \geq 6$ mm
 L'ETE de certaines vis permet cependant d'utiliser ces pinces également sans pré-perçage, y compris dans l'épaisseur des panneaux massifs structuraux bois, sans distinction de l'orientation du fil de la couche dans laquelle est insérée la fixation.
- L'épaisseur de la plaque métallique de la console (usuellement ≥ 4 mm), de l'éventuel voile de contreventement (COB) ou panneau de stabilité (FOB) usuellement ≥ 12 mm et de l'éventuel écran thermique (usuellement ≥ 10 mm) pour ajuster la longueur de la fixation et assurer un ancrage maximal dans la pièce de bois.
 Cette disposition conduit usuellement à une épaisseur minimale $b \geq 100$ mm et une longueur minimale de vis de 120 mm.

Tableau 2 : Dispositions relatives à la fixation des consoles selon les configurations de mur double

Plancher		Paroi interne bois		
		Façade à ossature bois non porteuse	Mur porteur	
		FOB filante avec appui unique en pied	Ossature bois (COB)	Panneaux structuraux massifs bois
Bois à solivage	Plateforme		Fixation dans la poutre de rive $b \geq 100$ mm ¹⁾	
	Poteau-poutre			
Panneaux structuraux massifs bois	$h < 120$ mm ¹⁾ avec poutre de rive	Fixation dans le support béton	Fixation en pied de l'élément de mur/façade : COB/FOB : traverse basse $b \times h \geq 100 \times 120$ mm ¹⁾ Panneau massif : $b \geq 100$ mm ¹⁾	
	$h < 120$ mm ¹⁾ sans poutre de rive		Fixation dans l'épaisseur du plancher ou dans la poutre de rive $b \geq 100$ mm ¹⁾	
	$h \geq 120$ mm ¹⁾ avec ou sans poutre de rive			

¹⁾ Hauteur h et largeur b minimales répondants aux dispositions décrites plus haut pour la fixation de console dans le support bois ou béton. Ces dimensions sont à vérifier systématiquement et ajuster aux fixations du projet. La valeur de 120 mm peut être réduite à 100 mm dans le cas de vis avec préperçage.

4.5 Dimensionnement

4.5.1 HYPOTHESES DE CHARGEMENT

Le poids propre G_k du parement brique induit une charge F_k excentrée, considérée comme agissant à l'axe vertical médian de l'épaisseur du parement.

Le poids propre surfacique du parement se situe habituellement entre 160 et 240 kg/m² pour les briques TERCA ou TERREAL et entre 100 et 150 kg/m² pour les briques TERCA Ecobrick, selon l'épaisseur et le type de brique (pleine, perforée, ...) choisis. La valeur à prendre en compte est indiquée par le service technique de WIENERBERGER.

(Ces valeurs tiennent compte du poids des briques, du mortier, ainsi que des divers accessoires)

Le parement est également soumis aux efforts de pression/dépression du vent perpendiculaires à son plan, déterminés selon la NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale.

4.5.2 STRUCTURE PRIMAIRE ET PAROI INTERNE BOIS

Le Bureau d'Etudes Structures en charge de la vérification de la stabilité globale de l'ouvrage procède à l'étude globale, et prend en compte l'influence du parement brique sur la structure porteuse sur la base des hypothèses de chargement décrites au §4.5.1.

La paroi interne bois est dimensionnée selon NF EN 1995-1-1 et son Annexe Nationale, conformément au référentiel dont elle relève (NF DTU 31.2 pour les murs à ossature bois porteurs (COB), NF DTU 31.4 pour les façades à ossature non porteuses (FOB) filantes avec appui unique en pied, l'Avis Technique ou DTA du procédé pour les panneaux structuraux massifs bois).

Les dispositions relatives au déplacement horizontal (§4.3.2) et à la déformation verticale (§4.3.3) admissibles doivent être vérifiées pour la paroi interne, ainsi que pour la structure primaire lorsque la paroi interne est non porteuse.

Dans le cas de FOB filante avec appui unique en pied il convient notamment de prendre en compte avec une attention particulière le cumul en pied du poids propre de l'ensemble des éléments de façade à ossature bois (parement compris).

4.5.3 CONSOLES

On vérifie la capacité portante de la console seule (hors fixations vérifiées par ailleurs) sous la charge F_k excentrée induite par le poids propre du parement, au regard de la charge admissible (ELS) et de la déformation limite fixée à $L_g / 500$ où L_g est la distance entre deux goussets (raidisseurs avec point de fixation) de la console.

La charge ultime est déterminée par le service technique de FIXINOX par modélisation aux éléments finis sur la base des propriétés des tôles d'acier utilisées pour la fabrication des consoles.

4.5.4 FIXATIONS DES CONSOLES

La capacité portante des fixations des consoles au support est systématiquement vérifiée par le service technique de FIXINOX.

Chaque chantier fait l'objet d'une étude spécifique pour laquelle est vérifiée l'adéquation de la solution de supportage choisie (type de console, entraxe des goussets, fixation, et, pour les vis, pré-perçage ou non).

Il convient de fixer les consoles dans le support à raison d'une (béton) ou 4 (bois) fixation(s) dans chaque gousset.

Les fixations dans le support bois conformes aux dispositions du §3.5.3 sont dimensionnées selon NF EN 1995-1-1 (et son Annexe Nationale), en tenant compte des dispositions éventuelles de l'ETE de la vis.

Les fixations dans le béton par chevilles métalliques conformes aux dispositions du §3.5.4 sont dimensionnées selon NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-4 et leurs Annexes Nationales. 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 et son Annexe Nationale.

On peut déterminer la charge caractéristique F_k par gousset (raidisseur des consoles) comme suit :

$$F_k = (1,1 \cdot G_k \cdot H + g_k) \cdot e_{\text{gousset}} \quad \text{où le coefficient } 1,1 \text{ est un coefficient de continuité}$$

avec : G_k le poids propre du parement brique tel que défini au §4.5.1 (kN/m²)
 H la hauteur du parement porté par la console (hauteur d'étage) (m)
 g_k en kN/m ; le poids propre de la cornière de supportage soudée aux goussets de la console
 e_{gousset} l'entraxe des goussets (m)

On vérifie la capacité portante des fixations de la consoles sous l'action combinée :

- De l'effort de cisaillement vertical à l'ELU V_{Ed} induit par la charge F_k par gousset : $V_{Ed} = \gamma_G \cdot F_k$
- Et de l'effort d'arrachement à l'ELU N_{Ed} généré par le moment induit par l'excentricité e_p de F_k (ou V_{Ed}), tenant compte de l'effet de levier en compression en partie basse de la console.

4.5.5 SYSTEMES D'ATTACHES DE LIAISON

On vérifie séparément :

- La capacité de l'attache seule vis-à-vis des actions du vent permettant de déterminer le nombre minimal d'attaches par m² ;
- La résistance à l'arrachement de la vis de fixation du rail en C ou profil en Z ou de l'équerre FIXIBOIS dans l'élément bois ;
- Pour les systèmes linéaires d'attache avec rail en C ou profil en Z : la charge maximale par mètre linéaire admissible (limitée par la flexion du rail ou profil) en fonction de l'entraxe e_{fix} des fixations du rail ou profil au support.

Capacité de l'attache seule vis-à-vis des actions du vent

Le Tableau 3 indique les résistances caractéristiques des attaches en traction $N_{Rk,t}$ et en compression $N_{Rk,c}$ déterminées selon NF EN 1990, Annexe D à partir des résultats d'essais selon NF EN 845-1.

Il convient de déterminer au cas par cas pour chaque projet le nombre n d'attaches de liaison nécessaires à la reprise des efforts de compression et de traction induits respectivement par l'action du vent en pression W^+ et en dépression W^- déterminée selon NF EN 1991-1-4 et son Annexe Nationale, sans que ce nombre soit inférieur à 5 attaches par m^2 (les dispositions forfaitaires du NF DTU 20.1 P3 ne s'appliquent pas).

$$n = \max \left(5 ; \frac{1,5 \cdot W^- \cdot \gamma_M}{N_{Rk,t}} ; \frac{1,5 \cdot W^+ \cdot \gamma_M}{N_{Rk,c}} \right)$$

avec : W^- action du vent en dépression non pondérée (ELS), par m^2
 W^+ action du vent en pression non pondérée (ELS), par m^2
 $N_{Rk,t}$ résistance caractéristique à la traction de l'attache (cf. Tableau 3)
 $N_{Rk,c}$ résistance caractéristique à la compression de l'attache (cf. Tableau 3)
 γ_M coefficient de sécurité du NF DTU 20.1-P3 pour les attaches de liaisons
(catégorie F : $\gamma_M = 2,7$ respectivement 2,2 pour un niveau de contrôle IL1 respectivement IL2)

Tableau 3 : Résistances caractéristiques des attaches FIXIBOIS

Attache	Résistance à la traction $N_{Rk,t}$ (kN)		Résistance à la compression $N_{Rk,c}$ (kN)		Longueur minimale d'ancrage (mm)	Recouvrement minimal de mortier (mm)
	Mortier M10 mini - ép. ≥ 4 mm		$L_a \leq 90$ mm ⁽¹⁾	$90\text{mm} < L_a \leq 160\text{mm}$ ⁽¹⁾		
CA	2,21		1,48 ⁽²⁾	1,73 ⁽²⁾	40	20
CB	$e_{fix} \leq 300$ mm	$300 \text{ mm} < e_{fix} \leq 655$ mm				
	2,21	1,86				
Z	1,55		1,73			
Equerre + Fil	1,81		1,19	0,675		

⁽¹⁾ L_a est la longueur nominale de l'attache de liaison définie au §1, qui correspond à sa longueur libre de flambement.

⁽²⁾ Les attaches FIXIBOIS de type CA ou CB sont disponibles en épaisseur de 1,5 mm pour $L_a \leq 90$ mm et de 2 mm pour $90 \text{ mm} < L_a \leq 60$ mm.

Résistance à l'arrachement de la vis de fixation du rail en C ou profil en Z ou de l'équerre FIXIBOIS

On vérifie séparément la résistance à l'arrachement de la vis de fixation du rail en C ou profil en Z ou de l'équerre FIXIBOIS dans l'élément bois, la résistance admissible à l'arrachement $F_{ax,ELS}$ pouvant être obtenue à partir de la résistance caractéristique $F_{ax,Rk}$ déterminée selon NF EN 1995-1-1, §8.7.2 selon :

$$F_{ax,ELS} = \frac{k_{mod} \cdot F_{ax,Rk}}{\gamma_M \cdot \gamma_F} = \frac{1,1 \cdot F_{ax,Rk}}{1,3 \cdot 1,5} = \frac{F_{ax,Rk}}{1,773}$$

et comparée à l'action du vent en dépression non pondérée (ELS) déterminée, dans le cas de l'équerre FIXIBOIS, en tenant compte du bras de levier entre l'axe de la vis et celui du fil.

Charge maximale par mètre linéaire des systèmes linéaires d'attache avec rail en C ou profil en Z

Le Tableau 4 indique les charges maximales admissibles (ELS) par mètre linéaire (limitées par la flexion du rail en C ou profil en Z) $W_{ELS,max}$ déterminées à partir des essais selon NF EN 845-1 en limitant la déformation respectivement à 1, 2 et 3 mm pour un entraxe e_{fix} des fixations du rail ou profil au support de respectivement de l'ordre de 300 à 320mm, 400 à 450 mm et 600 à 655 mm.

Pour les systèmes linéaires d'attache avec rail en C ou profil en Z, on vérifie séparément la charge maximale par mètre linéaire admissible $W_{ELS,max}$ en fonction de l'entraxe e_{fix} des fixations, comparée à l'action du vent en dépression non pondérée (ELS).

Tableau 4 : Charge maximale admissible par mètre linéaire des rails en C et profils en Z FIXIBOIS

Rail ou profil FIXIBOIS	Charge maximale admissible par mètre linéaire $W_{ELS,max}$ (N/ml)		
Rail CA	$e_{fix} \leq 320$ mm	$320 \text{ mm} < e_{fix} \leq 400$ mm	$400 \text{ mm} < e_{fix} \leq 640$ mm
	2 210	1 300	840
Rail CB	$e_{fix} \leq 300$ mm	$300 \text{ mm} < e_{fix} \leq 655$ mm	
	2 240	850	
Profil Z ép. 2 mm	$e_{fix} \leq 450$ mm		$450 \text{ mm} < e_{fix} \leq 600$ mm
	1 130		350
Profil Z ép. 3 mm	$e_{fix} \leq 600$ mm		
	1 280		

4.6 Sécurité incendie

Le procédé COBrique est à même de satisfaire aux exigences réglementaires relatives au risque de propagation du feu en façade, dans les conditions décrites dans l'appréciation de laboratoire agréée n° EFR-18-002064, dont les dispositions principales sont reprises par ailleurs ci-après.

La vérification de l'aptitude de la paroi bois à satisfaire aux exigences réglementaires relatives à la sécurité incendie (réaction au feu, résistance au feu, risque de propagation du feu en façade) relève de la responsabilité du concepteur.

Ci-après, on entend par « Guide » le Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » v4 du 26/07/2023.

Lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade :

- Seules les parois internes bois avec écran thermique A2-s3,d0 tel que défini dans le Guide et donc les compléments d'isolation thermique par l'extérieur en laine de roche A2-s3,d0 sur contre-ossature bois sont visés, dans le respect des dispositions de l'appréciation de laboratoire agréée n° EFR-18-002064.
- Il convient de respecter les dispositions dudit Guide relatives :
 - A l'écran thermique pour son choix et sa mise en œuvre, ainsi que pour le traitement des points singuliers (notamment au droit des encadrements de baies) ;
 - Aux exigences relatives classements $(R)E_{l(i \rightarrow o)}$ et $(R)E_{l(o \rightarrow i)}$ de la paroi interne bois, qui doit y satisfaire indépendamment du parement brique.
- Les encadrements de baie sont protégés par une tôle d'acier pliée d'épaisseur 15/10^{ème} conforme aux dispositions du §3.6 et du Guide.
- Conformément à l'appréciation de laboratoire EFR-18-002064, les déflecteurs requis par le Guide et recoupant la lame d'air à chaque niveau sont remplacés par les protections des consoles de supportage décrites dans l'appréciation de laboratoire. Ces tôles de protection sont pliées avec une pente de 3% orientée vers l'extérieur.

La rangée située immédiatement sous la tôle de protection doit être traitée comme une rangée de ventilation (cf. §5.2.2).

- Le jeu en tête de mur est de 10mm minimum. Il peut être laissé non garni ou être fermé au moyen d'un mastic acrylique. Dans ce dernier cas, la rangée de tête doit être traitée comme une rangée de ventilation (cf. §5.2.2).

En outre, selon les configurations de paroi interne bois, un calfeutrement complémentaire au droit du plancher (cf. §4.8) est nécessaire, conformément aux dispositions du Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » reprises dans l'appréciation de laboratoire EFR-18-002064.

4.7 Sécurité vis-à-vis du risque sismique

L'utilisation du procédé COBrique pour les bâtiments à risque normal pour lesquels l'application des règles parasismiques relatives aux éléments non structuraux du cadre bâti est exigée par l'arrêté du 22 octobre 2010 modifié complété des dispositions du Guide ENS PS (Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti) de juillet 2013 n'est pas visée.

4.8 Calfeutrement au droit du plancher

Un calfeutrement au droit du plancher est nécessaire lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade, selon les dispositions du Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » reprises et complétées dans l'appréciation de laboratoire n° EFR-18-002064.

Ce calfeutrement est réalisé au moyen de bandes d'isolant et satisfait aux dispositions suivantes :

- Lorsque la réglementation exige la prise en compte de dispositions vis-à-vis du risque de propagation du feu en façade, le calfeutrement est impérativement en laine de roche de masse volumique nominale supérieure ou égale à 40 kg/m³.
- L'isolant est comprimé à 75% de son épaisseur nominale au minimum.
- L'épaisseur minimale découle de l'épaisseur nominale à calfeutrer (usuellement 30 mm) en tenant compte des tolérances du support et de la compression minimale décrite précédemment, nécessitant le cas échéant d'adapter cette épaisseur.
- La largeur (ou hauteur) minimale dépend de la configuration du calfeutrement :
 - Pour un calfeutrement simple au droit d'un élément de structure porteuse linéique, la largeur du calfeutrement est supérieure ou égale à la dimension de cet élément ;
 - Pour un calfeutrement en nez de dalle ou en sous-face dans les cas prévus par le §1.5 du Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » v4 du 26/07/2023, il convient de respecter les dispositions dudit guide ;
 - Il convient en outre de respecter les dispositions et dimensions des calfeuttements selon les prescriptions de l'appréciation de laboratoire agréé n° EFR-18-002064.

4.9 Plan de calepinage

Dans le cadre de la validation par WIENERBERGER et FIXINOX des détails constructifs relatifs aux consoles, attaches et leurs fixations, un plan de principe de calepinage des rails et attaches en partie courante est mis à disposition du concepteur, de l'entreprise de mise en œuvre et de l'entreprise titulaire du lot comportant la paroi interne bois.

Compte-tenu des faibles dimensions des briques et de la possibilité d'ajuster la hauteur des joints, un calepinage des éléments n'est pas indispensable. Il est néanmoins recommandé que l'entreprise de pose réalise un calepinage vertical de l'ouvrage préalablement à sa réalisation.

4.10 Encadrements de baie

Les encadrements de baies (menuiseries extérieures) sont systématiquement réalisés au moyen d'un habillage métallique (cf. Tableau 5 ci-après). Les retours de maçonnerie en tableau ne sont pas admis.

Ces encadrements de baies doivent être réalisés selon les principes décrits en Figures 25 à 32 (pose en tunnel affleurant intérieur) ou en Figures 33 à 38 (pose en tunnel affleurant extérieur).

Lorsque la hauteur de la façade revêtue du parement brique excède 18 m, il convient de réaliser un essai AEV conformément à la NF EN 13830 et l'annexe D du NF DTU 31.4 avec l'intégration d'une menuiserie, de l'encadrement métallique. La maquette devra tenir compte des tolérances minimales de fabrication et des jeux maximum de mise en œuvre.

Il est également admis 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).

Tableau 5 : Intégration des menuiseries extérieures et encadrements de baie selon la hauteur de pose

Hauteur de pose (+ pointe de pignon)	Zone de vent	Situation	Traitement des joints verticaux entre briques	Encadrements de baies
$0 < H \leq 18 \text{ m}$	1 à 4	a, b, c et d	Joints verticaux fermés	Encadrement de baie métallique (cf. Figures 29 à 34) avec : – Bavettes à oreilles en profilés métalliques prolongées au-delà du parement vertical – Profilés métalliques préformés en linteau prolongés de 40mm au-delà des tableaux des baies – Profilés métalliques préformés sur les tableaux de baies
$H > 18 \text{ m}$				Idem ci-dessus + Réalisation d'un essai AEV conformément à la NF EN 13830 et l'annexe D du NF DTU 31.4 OU Mise en œuvre d'un précadre validé

Les menuiseries sont en bois, conformes au NF DTU 36.5, ou en Aluminium ou PVC sous Avis Technique ou DTA visant la pose sur COB.

5 DISPOSITIONS DE MISE EN ŒUVRE

Les briques de TERCA Ecobrick (épaisseur comprise entre 65 et 89 mm) diffèrent des exigences du DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles par leur épaisseur inférieure à 9 cm et sont visées, pour leur utilisation sur paroi interne béton, par l'ATEX n°2923_V2/l'Avis Technique 16/24-807_V1.

Les autres briques de parement en terre cuite du procédé COBrique sont conformes aux exigences du DTU 20.1 (juillet 2020) relatives à la paroi externe des murs doubles.

A l'exception de la nécessaire adaptation dimensionnelle des composants et de la nécessité de mettre en œuvre les dispositifs d'attaches sans s'appuyer sur seules règles forfaitaires du NF DTU 20.1 P3, la conception du procédé COBrique n'emporte pas de déviation vis-à-vis du NF DTU 20.1.

Le procédé COBrique diffère donc du NF DTU 20.1 principalement par la présence d'un support bois et des systèmes d'attache et de supportage spécifiques à ce support.

Seules sont donc précisées ci-après les particularités relatives à la mise en œuvre du double mur avec paroi interne bois, et le cas échéant les dispositions prises pour l'adaptation dimensionnelle, la cohérence avec l'appréciation de laboratoire EFR-18-002064, ou les dispositions visant à faciliter la maîtrise de la mise en œuvre.

5.1 Mise en œuvre de la paroi interne bois

5.1.1 PRINCIPES

La mise en œuvre est réalisée par l'entreprise titulaire du lot comportant la paroi interne bois selon le référentiel concerné (NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ou Avis Technique/DTA et Cahier 3802). En cas de présence d'ITE, le pare-pluie est posé entre l'isolant et la paroi bois.

Les éléments de paroi interne bois sont livrés avec le pare-pluie définitif ou avec une protection provisoire, conformément aux dispositions du référentiel concerné (NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ou Avis Technique/DTA et Cahier 3802).

Ils sont usuellement montés à l'avancement à la livraison. Dans le cas contraire il convient de respecter les conditions de stockage temporaires du référentiel concerné (NF DTU 31.2 ou NF DTU 31.4 ou Avis Technique/DTA et Cahier 3802).

Le calfeutrement des menuiseries et la mise en œuvre du pare-pluie doivent respecter les dispositions des NF DTU 31.2 et NF DTU 31.4 pour pose en tunnel (la pose en applique au nu extérieur n'est pas visée).

Afin d'assurer l'étanchéité à l'eau au droit des menuiseries, il convient de réaliser les ébrasements en tôle d'acier conformes au §3.6, indépendamment de l'existence ou non d'une exigence réglementaire relative au risque de propagation au feu par les façades.

5.1.2 POSE DU RAIL EN C OU PROFIL EN Z OU PROFILE PLAT INTERPOSE SOUS ATTACHES PONCTUELLES

Compte-tenu des possibilités de préfabrication des parois à ossature bois d'une part, et du système d'attaches par le biais d'un rail ou profil vertical conçu pour être fixé dans les montants ou la contre-ossature bois d'autre part, il convient de définir systématiquement en amont du projet, et au cas par cas, le lot qui mettra en œuvre le rail en C ou profil en Z (fourni avec ses fixations par FIXINOX) ou le profilé plat métallique (ou bois) interposé sous les attaches ponctuelles sur la paroi interne.

De manière générale, et dans la mesure du possible, l'installation des rails en C ou profils en Z ou profilés plats interposés par l'entreprise titulaire du lot comportant la paroi interne bois est à privilégier, celle-ci facilitant la mise en œuvre des attaches par le titulaire du lot double-mur en briques tout en assurant la tenue provisoire comme définitive d'un pare-pluie souple,

En l'absence de mise en œuvre des rails en C ou profils en Z ou profilés plats interposés par l'entreprise titulaire du lot comportant la paroi interne bois, celle-ci devra mettre en œuvre le pare pluie en veillant à la mise en œuvre d'un repérage pérenne des montants d'ossature :

- Dans le cas d'un pare-pluie souple : par l'intermédiaire de contrelattes sur les montants, permettant d'assurer le maintien provisoire du pare-pluie. Le titulaire du lot double-mur en briques procèdera alors à la dépose à l'avancement de ces contrelattes avec rebouchage des trous par un adhésif adapté. Les contrelattes seront immédiatement remplacées par le rail en C ou profil en Z ou profilé plat interposé ;
- Dans le cas d'un pare-pluie rigide : par un tracé pérenne de l'axe des montants, pouvant également être matérialisé par la mise en œuvre d'une bande adhésive (compatible avec le pare-pluie selon le NF DTU 31.2 P1-2 ou NF DTU 31.4 P1-2) de largeur n'excédant pas 50 mm.

Les solutions ci-dessus peuvent être remplacées par des solutions d'effet équivalent.

5.2 Pose

5.2.1 RECEPTION DU SUPPORT

Il est impératif que l'entreprise de pose fasse valider au préalable avec les services techniques de WIENERBERGER et FIXINOX la constitution et le mode de fixation des consoles de supportage et des attaches de liaison en fonction du type de support bois et de sa configuration, et notamment :

- Le type de fixation adaptée ;
- L'entraxe de fixation des consoles de supportage ;
- Le système de rail et d'attache de liaison à déplacement vertical libre ;
- Le nombre d'attaches de liaison.

Avant la mise en œuvre, l'équipe de pose vérifie la conformité du support aux prescriptions du §4.3.4. Il convient de procéder à cette vérification le plus tôt possible après réalisation du gros-œuvre, afin de permettre le cas échéant la mise en œuvre de solution de remédiation ou la prise en compte de déviations trop importantes dans la conception du parement et de ses fixations.

5.2.2 PRINCIPE GENERAL DE MISE EN ŒUVRE

Une fois prises en compte les dispositions relatives à la fixation des consoles et des attaches et rail dans la paroi interne bois, ainsi que les dispositions issues de l'appréciation de laboratoire EFR-18-002064 le cas échéant, le parement brique est mise en œuvre dans les conditions prévues par le NF DTU 20.1, avec l'outillage traditionnel du maçon (règle, niveau, maillet en caoutchouc, ...).

Afin d'assurer à la fois l'ancrage minimal des attaches de liaison dans le mortier et le recouvrement minimal des têtes d'attaches par le mortier (cf. Tableau 3), le jointoiement des briques d'épaisseur ≤ 80 mm est réalisé avec un retrait réduit compris entre 0 et 5 mm.

Lorsqu'une rangée doit assurer la ventilation de la lame d'air, elle est posée à joints non garnis avec un jeu de 5 mm minimum toutes les 3 briques.

Les joints verticaux sont systématiquement garnis en partie courante pour les hauteurs de façade excédant 10 m, à l'exception des joints de la rangée permettant d'assurer la ventilation de la lame d'air (cf. ci-dessus).

L'utilisation d'attaches ponctuelles sur COB ou FOB filante avec appui unique en pied nécessite l'interposition d'un profilé plat métallique (ou en bois) permettant de pincer le pare-pluie entre celui-ci et le montant d'ossature, conformément aux dispositions des NF DTU 31.2 et 31.4.

5.2.3 POINTS DE CONTROLE DE LA MISE EN ŒUVRE

Outre les points de contrôle d'usage pour la réalisation d'un parement en brique de double mur selon le NF DTU 20.1, il convient de vérifier à l'avancement que la quantité d'attaches correspond bien à ce qui a été déterminé au moment de l'étude et dans le plan de principe de calepinage en partie courante fourni.

Il convient également de s'assurer que la rangée (de ventilation) qui repose sur la console soit bien posée à joints non garnis avec un jeu de 5 mm minimum toutes les 3 briques pour la ventilation de la lame d'air (cf. §5.2.2).

5.2.4 JOINTS DE FRACTIONNEMENT

En cas de mise en œuvre sur COB ou panneaux structuraux massifs bois :

- Conformément au NF DTU 20.1 P1-1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 12 m en partie courante.
- Dans le cas d'un harpage du mur, au départ des angles (sortant ou rentrants) du bâtiment, le premier pan de mur réalisé ne doit pas excéder 6 m.

En cas de mise en œuvre sur FOB filante avec appui unique en pied :

- Conformément au NF DTU 20.1 P1-1, la longueur d'un pan de mur de briques ne doit pas excéder 12 m en partie courante.
- Le harpage des angles sortants ou rentrants n'est pas admis ;

Lorsque la longueur de la façade recevant le parement excède ces dimensions, il convient de réaliser un joint de fractionnement vertical. Ce joint de fractionnement correspond à un joint ouvert de :

- 10 mm pour un pan de mur de longueur $L \leq 6$ m ;
- 15 mm pour un pan de mur de longueur $6 \text{ m} < L \leq 9$ m ;
- 20 mm pour un pan de mur de longueur $9 \text{ m} < L \leq 12$ m ;

calfeutré au mastic sur fond de joint ou par la mise en œuvre de toute autre solution visée par le NF DTU 20.1.

Les angles non harpés réalisés à bords droits ou biseautés à bec d'onglet forment également un joint de fractionnement.

Du fait du recoupement de la lame d'air tous les niveaux par une console filante, il n'y a pas de cas nécessitant un fractionnement horizontal.

5.2.5 JOINTS DE DILATATION

Conformément au NF DTU 20.1, les joints de dilatation sont traités au moyen de profilés d'habillage fixés au support avant la mise en œuvre des briques.

La configuration naturelle du support bois permet de disposer au droit du joint de dilatation des zones d'appui nécessaires à la fixation des profilés d'habillages, et à la fixation d'un premier rail (ou première rangées verticale) d'attaches de part et d'autre du joint de dilatation.

5.2.6 TETE DE MUR - ACROTERE

Conformément au NF DTU 20.1, il convient de protéger la cavité du double mur en tête (mur ou acrotère) contre l'entrée d'eau de pluie, soit par un ouvrage de couverture ou d'étanchéité, soit par une couvertine.

Dans les deux cas il faudra veiller à maintenir une circulation d'air horizontale de 10 mm minimum.

5.2.7 RACCORDEMENT HORIZONTAL AVEC UN AUTRE REVETEMENT

En cas de raccordement horizontal entre le parement brique et un revêtement d'une autre nature situé au-dessus du parement brique, il convient de mettre en œuvre une bavette métallique fixée au support dépassant du nu extérieur du parement d'au moins 3 cm, et assurant la ventilation de la lame d'air en tête comme décrit au §5.2.6.

Si le revêtement supérieur est également à lame d'air ventilée, et que la réglementation exige la prise en compte du risque de propagation au feu par les façades, cette bavette devra le cas échéant former un déflecteur au sens du Guide « Bois construction et propagation du feu par les façades » tout en respectant les dispositions de ce référentiel en fonction de la paroi interne bois ou de l'appréciation de laboratoire du revêtement de façade concerné.

En cas de raccordement horizontal entre le parement brique et un revêtement d'une autre nature situé en-dessous du parement brique, il convient de respecter les dispositions de protection en tête dudit revêtement.

5.2.8 RACCORDEMENT VERTICAL AVEC UN AUTRE REVETEMENT

En cas de raccordement vertical entre le parement brique et un revêtement d'une autre nature, il convient de prévoir un profilé d'habillage vertical permettant le calfeutrement au mastic et fond de joint entre ce profilé et le parement brique.

Il convient donc également de s'assurer de la présence au droit de ce raccordement de zones d'appuis dans la paroi interne bois (montants pour les parois à ossature bois) afin de pouvoir fixer ce profilé ainsi que la première rangée verticale d'attaches.

5.2.9 ENCADREMENTS DE BAIE

Les encadrements de baies (menuiseries extérieures) sont systématiquement réalisés au moyen d'un habillage métallique (les retours de maçonnerie en tableau ne sont pas admis) en veillant au respect des dispositions du §4.10 et Tableau 5, notamment :

- Des principes décrits en Figures 25 à 38 ; ou
- Des principes correspondant à la solution d'encadrement ayant fait l'objet d'un essai AEV conformément à la NF EN 13830 et l'annexe D du NF DTU 31.4 tel que prévu au §4.10 ; ou
- Des instructions du fabricant de précadre métallique préalablement validé tel qu'admis au §4.10.

6 ASSISTANCE TECHNIQUE

Les services techniques de WIENERBERGER (parement) et de FIXINOX (consoles, systèmes d'attache de liaison, fixations) fournissent en première ligne le support technique aux concepteurs dans les conditions décrites au §4.1.

Le service technique de FIXINOX réalise le dimensionnement des consoles, attaches et de leurs fixations dans les conditions décrites au §4.1 et fournit un plan de principe de calepinage des rails et attaches en partie courante au concepteur, à l'entreprise de mise en œuvre du parement et au titulaire du lot comportant la paroi interne bois.

L'ensemble des détails constructifs relatifs aux consoles, attaches et leurs fixations doivent être préalablement validés par WIENERBERGER et FIXINOX.

Une assistance sur chantier est également fournie sur demande lors de la réalisation de la 1^{ère} opération sur paroi interne bois par une entreprise nouvellement amenée à mettre en œuvre le parement COBrique.

Le bureau d'études, l'entreprise en charge de la réalisation de la structure et de la paroi interne bois, ainsi que le poseur du parement devront se coordonner afin d'assurer la gestion des interfaces entre leurs activités respectives.

7 PRINCIPE DE FABRICATION ET CONTROLE DE CETTE FABRICATION

7.1 Briques TERCA, TERCA Ecobrick et TERREAL

Les briques TERCA, TERCA Ecobrick et TERREAL sont conformes aux spécifications de la norme NF EN 771-1+A1 (briques de type U) et marquées CE selon ce référentiel.

7.1.1 FABRICATION

Etapes principales du process de fabrication :

- Extraction des matières premières.
- Stockage des matières premières.
- Dosage et broyage des mélanges.
- Homogénéisation et stockage intermédiaire des mélanges.
- Humidification, filage et coupage, ou moulage selon modèle.
- Séchage avant cuisson par ventilation régulée en température et humidité.
- Cuisson à haute température selon un cycle régulé automatiquement.
- Dépilage et conditionnement des produits par palettisation et housage.

7.1.2 CONTROLES

Les contrôles sont réalisés conformément aux exigences de la norme EN 771-1 :

- Contrôle quotidien des dosages.
- Contrôle quotidien de l'écartement des cylindres de broyage.
- Séchage des briques avant cuisson : la température et le taux d'humidité sont enregistrés par des sondes couplées à un automate de régulation.
- Le cycle de température le long du four de cuisson est enregistré par des sondes couplées à des automates de régulation.

Essais et contrôles de conformité sur les caractéristiques suivantes :

- Dimensions
- Géométrie
- Masse volumique apparente sèche

7.2 Consoles de supportage et systèmes d'attaches de liaison

La fabrication des consoles de supportage et systèmes d'attaches de liaison FIXINOX et FIXIBOIS est réalisée par FIXINOX, dans le respect des dispositions de l'EN 1090-1 et l'EN 1090-2 (certificat de conformité du CPU n° 0408-CPR-TA04539).

Les contrôles de production requis par la norme sont repris dans le PAQ de l'entreprise. Le CPU est suivi dans le cadre du marquage CE selon EN 1090.

8 MENTIONS DES JUSTIFICATIFS

Résultats expérimentaux

- Essais sur systèmes d'attaches de liaison : rapports M18148-1 à M18148-5, M18250, M18392, M18777 et M18833 (entre août 2023 et juillet 2024) de HAINAUT ANALYSES
- Appréciation de laboratoire agréé n° EFR-18-002064 (EFFECTIS)

FIGURES DU DOSSIER TECHNIQUE

Systèmes d'attaches de liaison et consoles

Figure 1 : Principe du système linéaire d'attaches avec rail en C FIXIBOIS	7
Figure 2 : Attaches FIXIBOIS de type CA et rail en C de type A.....	7
Figure 3 : Attaches FIXIBOIS de type CB et rail en C de type B.....	7
Figure 4 : Principe du système linéaire d'attaches avec profil Z FIXIBOIS.....	8
Figure 5 : Attaches FIXIBOIS de type Z et profil Z	8
Figure 6 : Attache ponctuelle FIXIBOIS avec rail en C court et attache CA ou CB	8
Figure 7 : Attache ponctuelle FIXIBOIS avec équerre et fil de retenue	9
Figure 8 : Equerre FIXIBOIS et fil de retenue.....	9
Figure 9 : Principe des consoles de supportage FIXIBOIS.....	10
Figure 10 : Console de supportage FIXIBOIS	10

Détails de principe

Figure 11 : COB – Coupe horizontale – sans ITE – écran thermique plaque	26
Figure 12 : COB – Coupe horizontale – écran thermique laine de roche (ITE) ossature simple réseau	26
Figure 13 : COB – Coupe horizontale – écran thermique LDR (ITE) ossature double réseau.....	27
Figure 14 : COB : Principe du joint de fractionnement – sans ITE – écran thermique plaque.....	27
Figure 15 : Panneaux structuraux massifs bois – Coupe horizontale – sans ITE – écran thermique plaque	28
Figure 16 : COB : Exemple de traitement du joint de dilatation – sans ITE – écran thermique plaque	28
Figure 17 : COB : Angle sortant à bord droit – sans ITE – écran thermique plaque.....	29
Figure 18 : COB : Angle sortant biseauté à bec d'onglet – sans ITE – écran thermique plaque	30
Figure 19 : COB : Acrotère avec couverture – sans ITE – écran thermique plaque.....	31
Figure 20 : COB – Fixation de la console dans le plancher bois — sans ITE – écran thermique plaque	32
Figure 21 : COB – Fixation de la console dans le plancher bois – écran thermique LDR (ITE) ossature simple réseau	33
Figure 22 : Panneaux structuraux massifs bois – sans ITE – écran thermique plaque.....	34
Figure 23 : Panneaux structuraux massifs bois – écran thermique LDR (ITE) ossature simple réseau.....	35
Figure 24 : Panneaux structuraux massifs bois – écran thermique LDR (ITE) ossature double réseau.....	36

Encadrements de baies

Figure 25 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Appui	37
Figure 26 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Linteau.....	37
Figure 27 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle	38
Figure 28 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle débordante	38
Figure 29 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Perspective – Habillage tôle	39
Figure 30 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Perspective – Habillage tôle débordante	39
Figure 31 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle – Variante –	40
Figure 32 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle débordante – Variante -	40
Figure 33 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Appui	41
Figure 34 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Linteau	41
Figure 35 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Tableau – Habillage tôle.....	42
Figure 36 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Tableau – Habillage tôle débordante.....	42
Figure 37 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Perspective – Habillage tôle.....	43
Figure 38 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Perspective – Habillage tôle débordante.....	43

Les cas illustrés ne représentent pas de manière exhaustive les configurations visées.

Le cas échéant, les détails sont conformes à ceux visés par l'appréciation de laboratoire agréée n° EFR-18-002064.

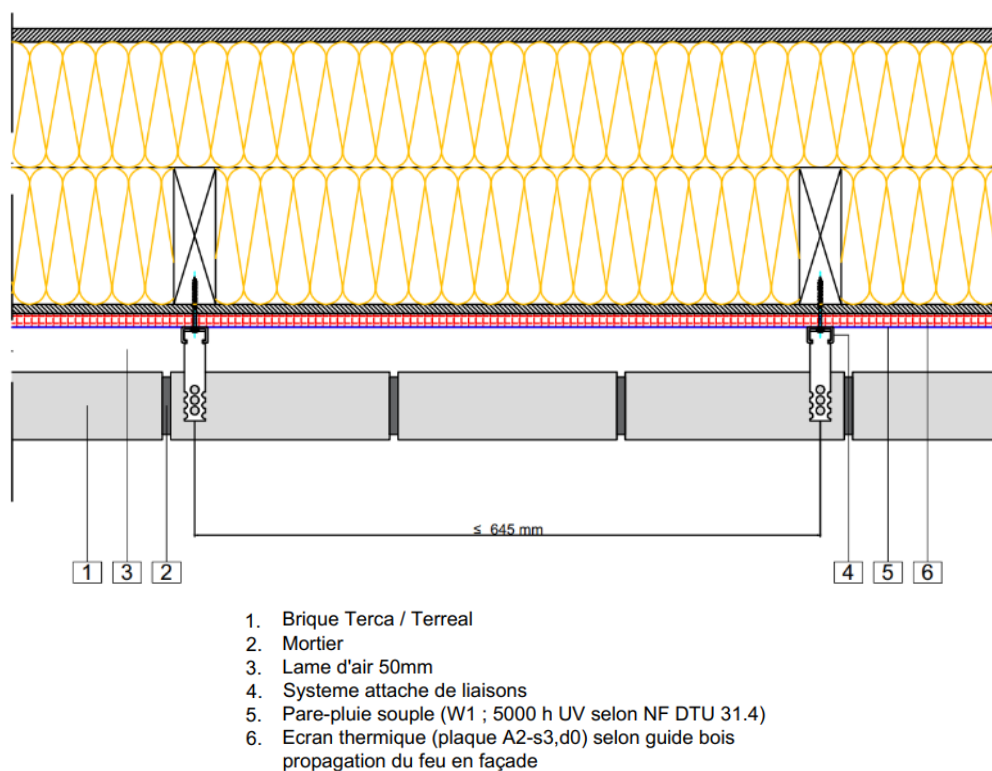
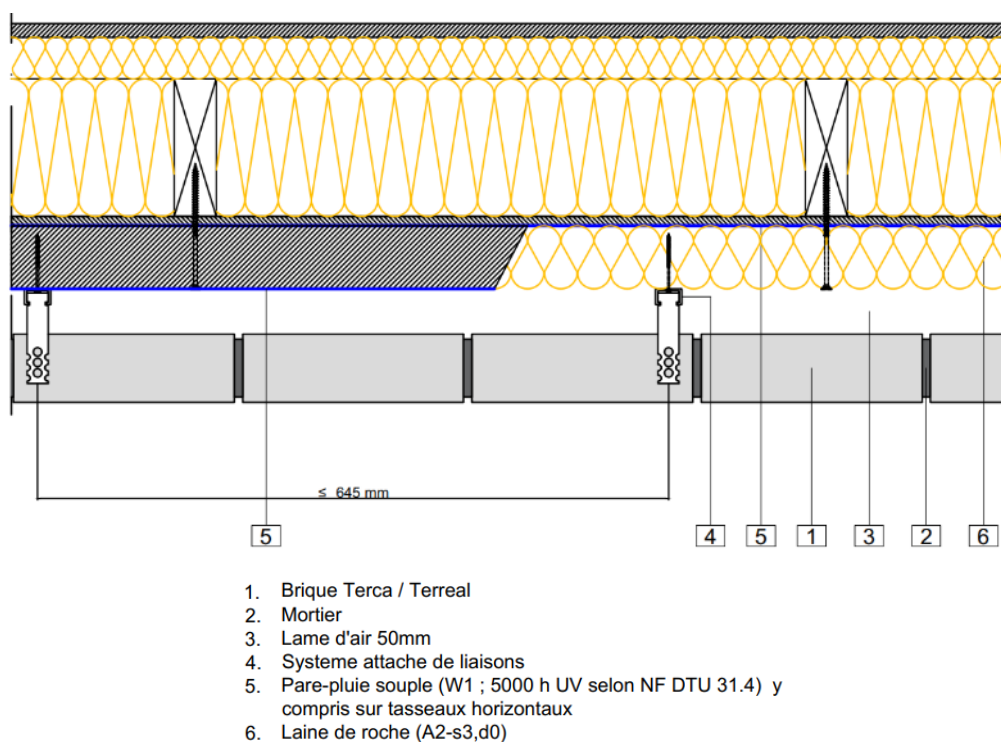
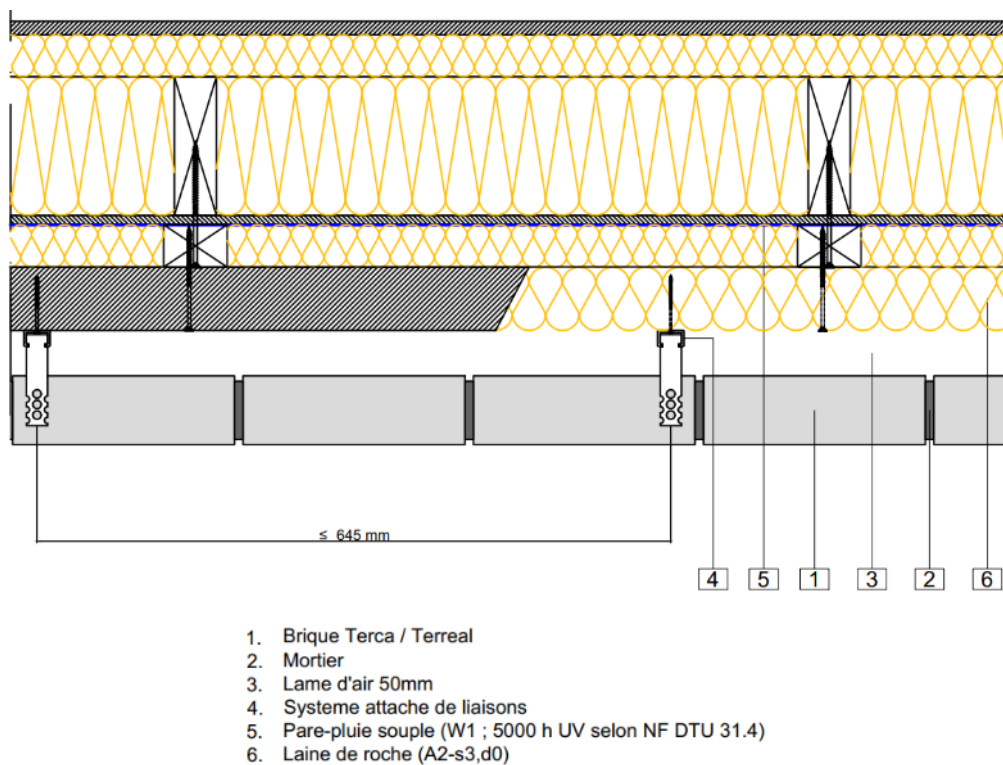


Figure 11 : COB – Coupe horizontale – sans ITE – écran thermique plaque



(pour la coupe verticale voir par exemple Figure 21 (COB) ou Figure 27 (panneaux massifs structuraux bois))

Figure 12 : COB – Coupe horizontale – écran thermique laine de roche (ITE) ossature simple réseau



(pour la coupe verticale voir par exemple Figure 28 (panneaux massifs structuraux bois))

Figure 13 : COB – Coupe horizontale – écran thermique LDR (ITE) ossature double réseau

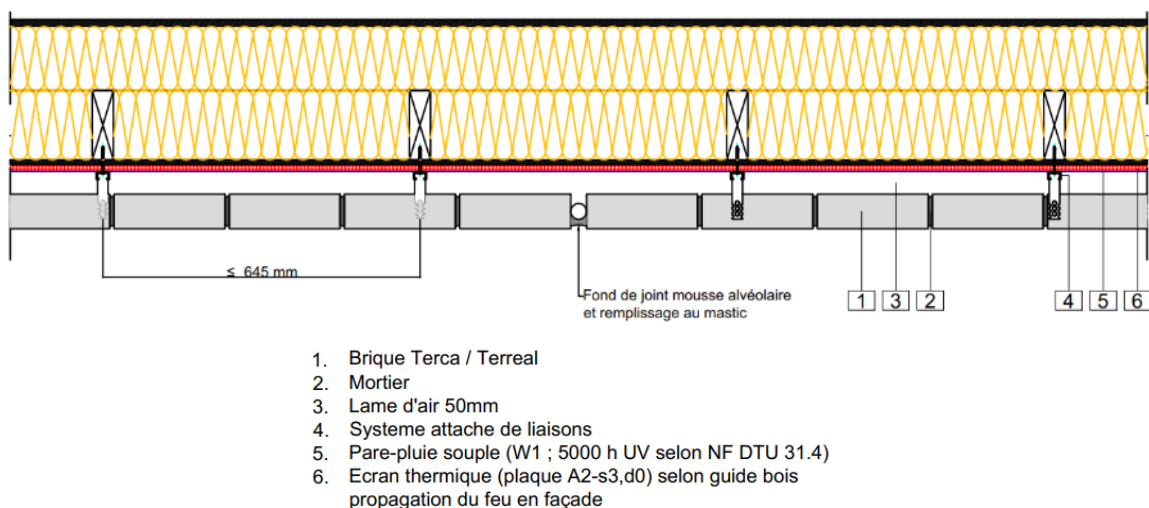


Figure 14 : COB : Principe du joint de fractionnement – sans ITE – écran thermique plaque

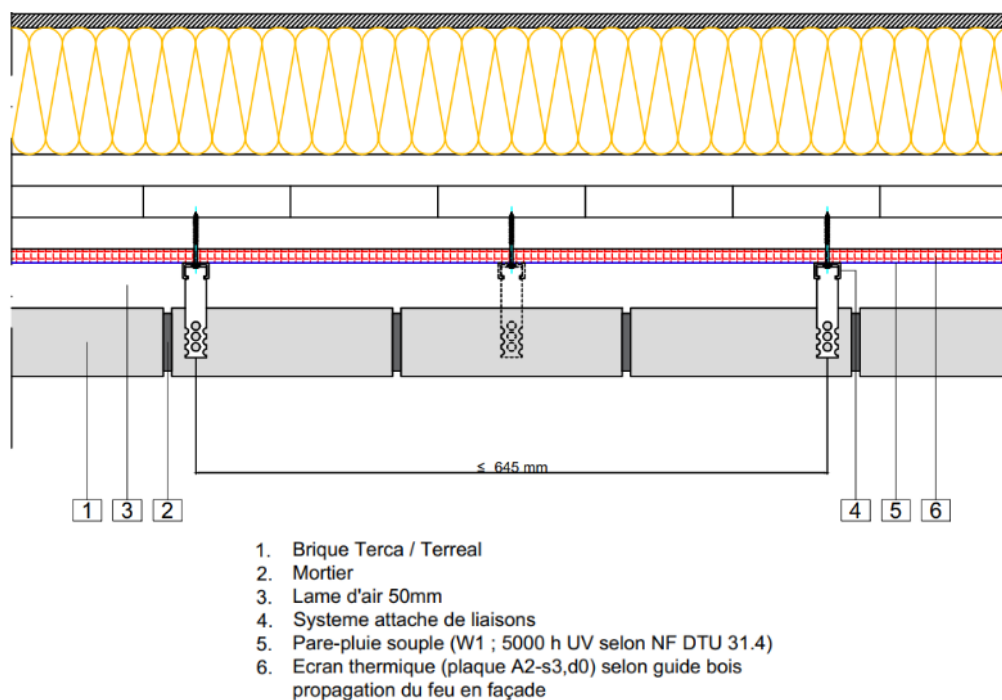


Figure 15 : Panneaux structuraux massifs bois – Coupe horizontale – sans ITE – écran thermique plaque

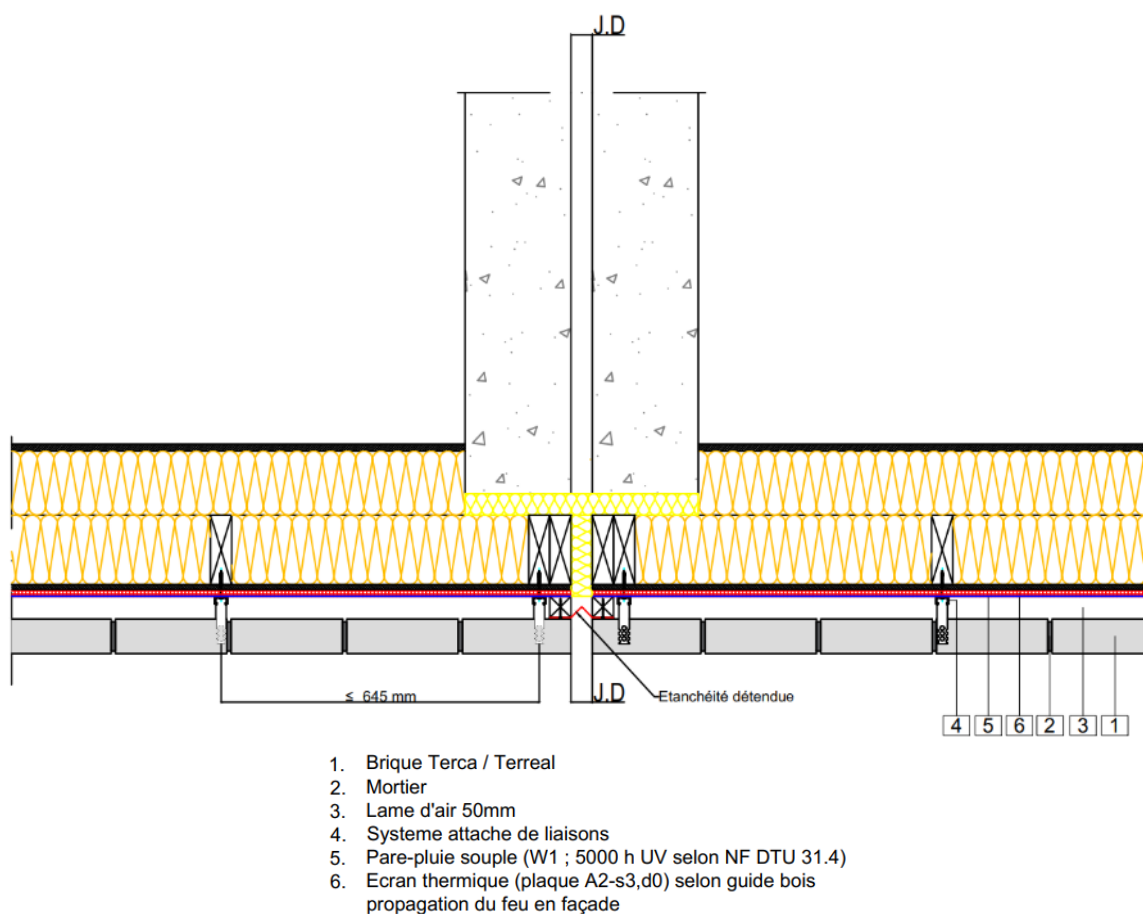


Figure 16 : COB : Exemple de traitement du joint de dilatation – sans ITE – écran thermique plaque

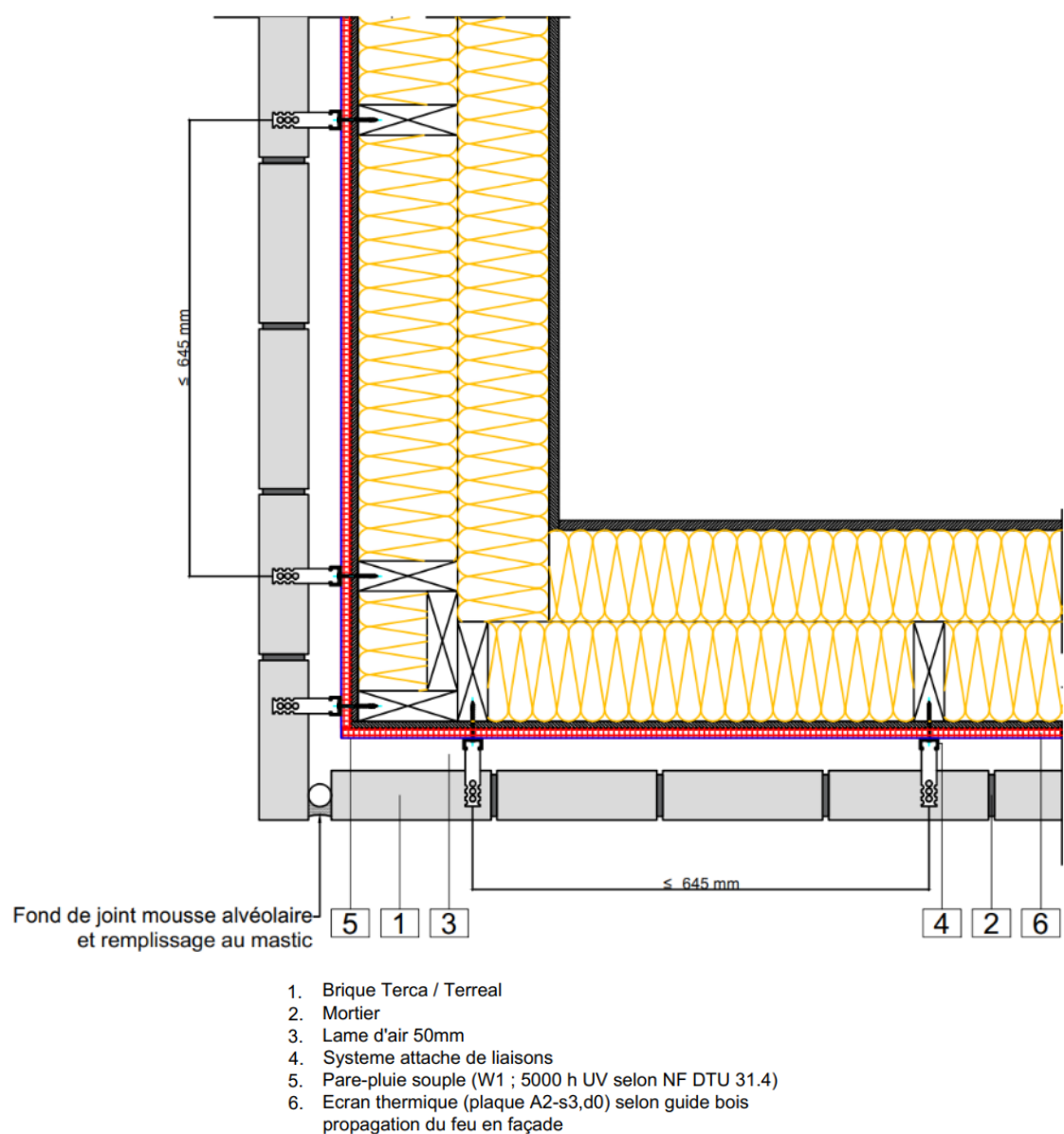


Figure 17 : COB : Angle sortant à bord droit – sans ITE – écran thermique plaque

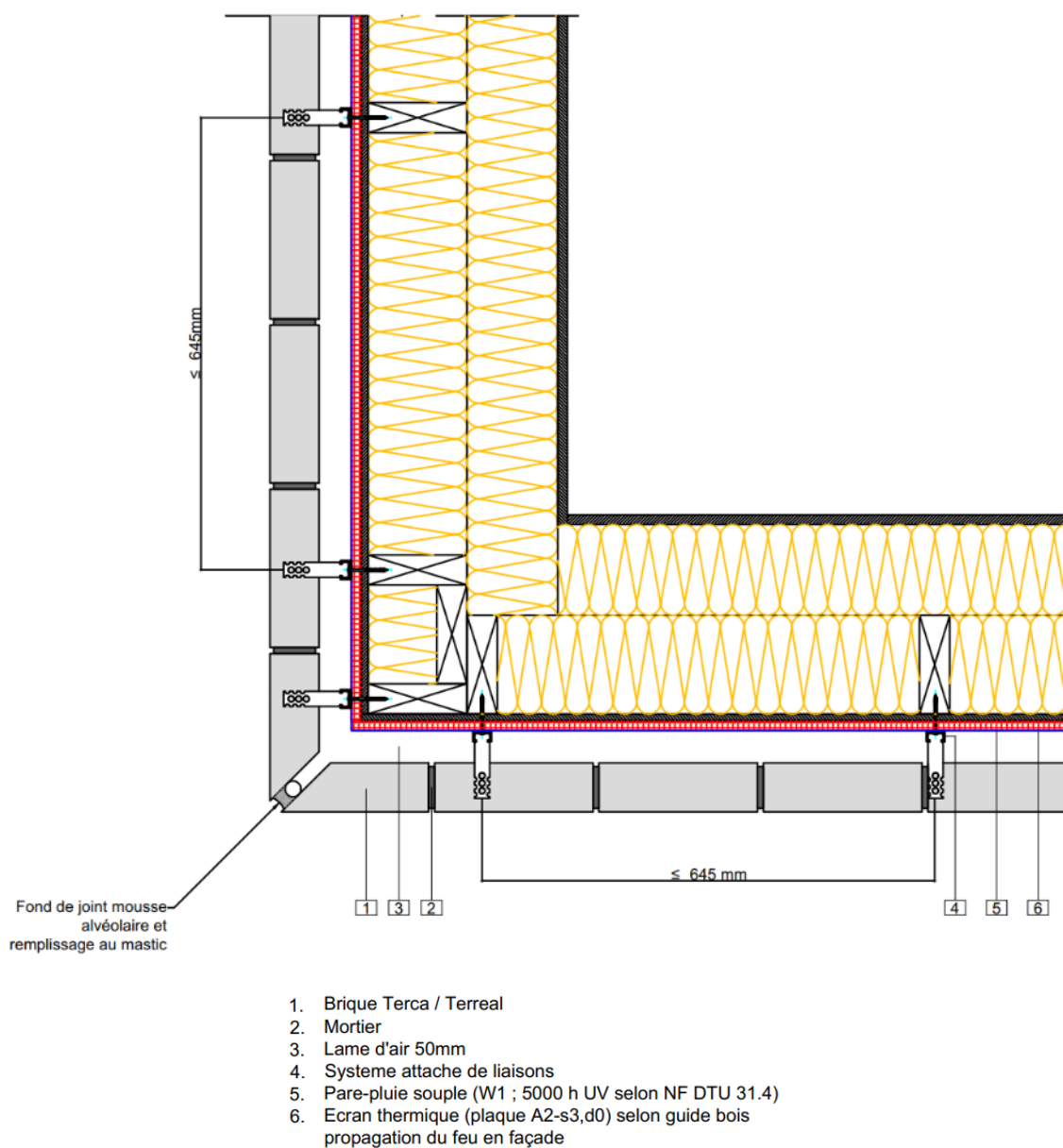


Figure 18 : COB : Angle sortant biseauté à bec d'onglet – sans ITE – écran thermique plaque

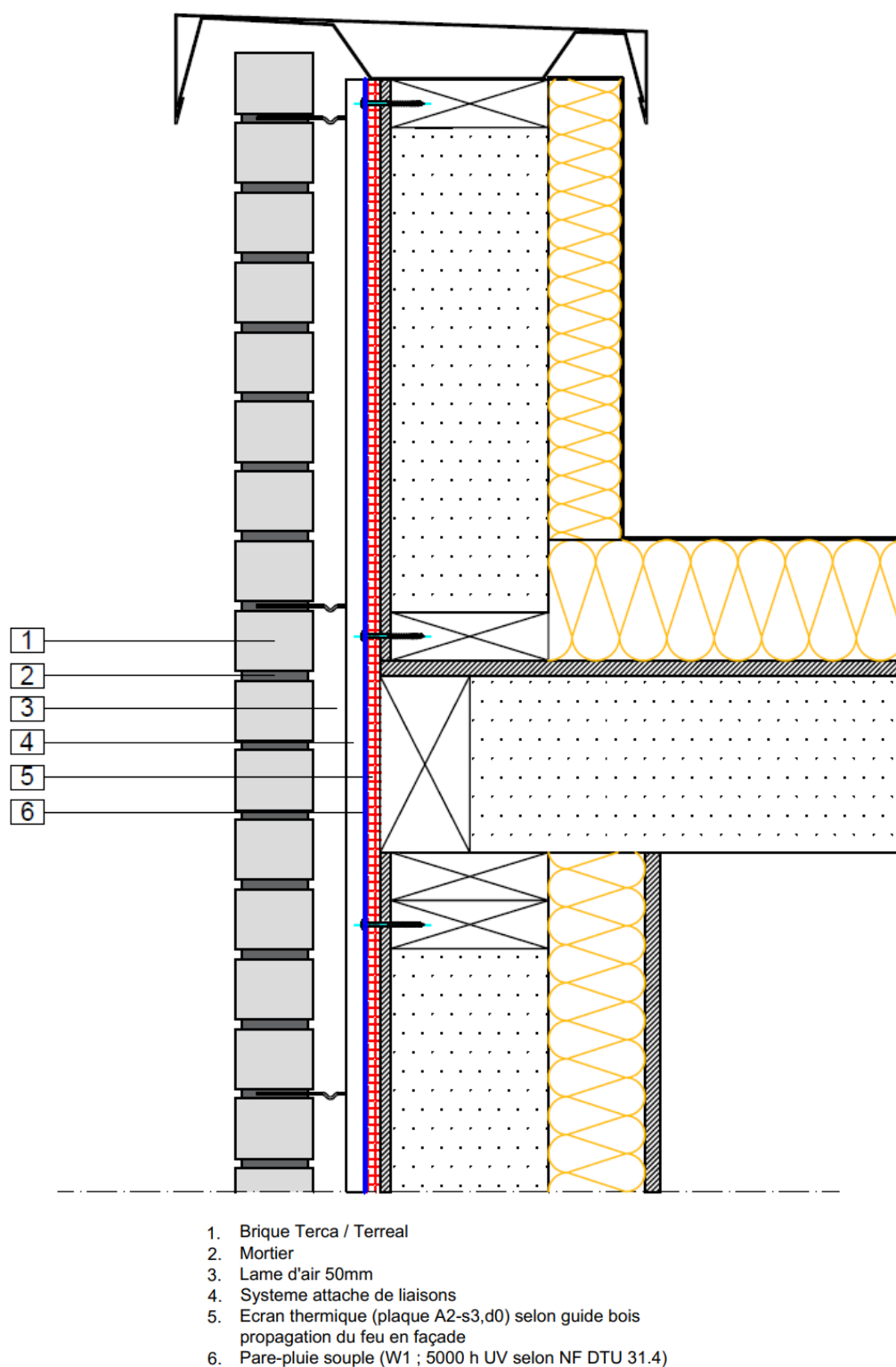


Figure 19 : COB : Acrotère avec couvertine – sans ITE – écran thermique plaque

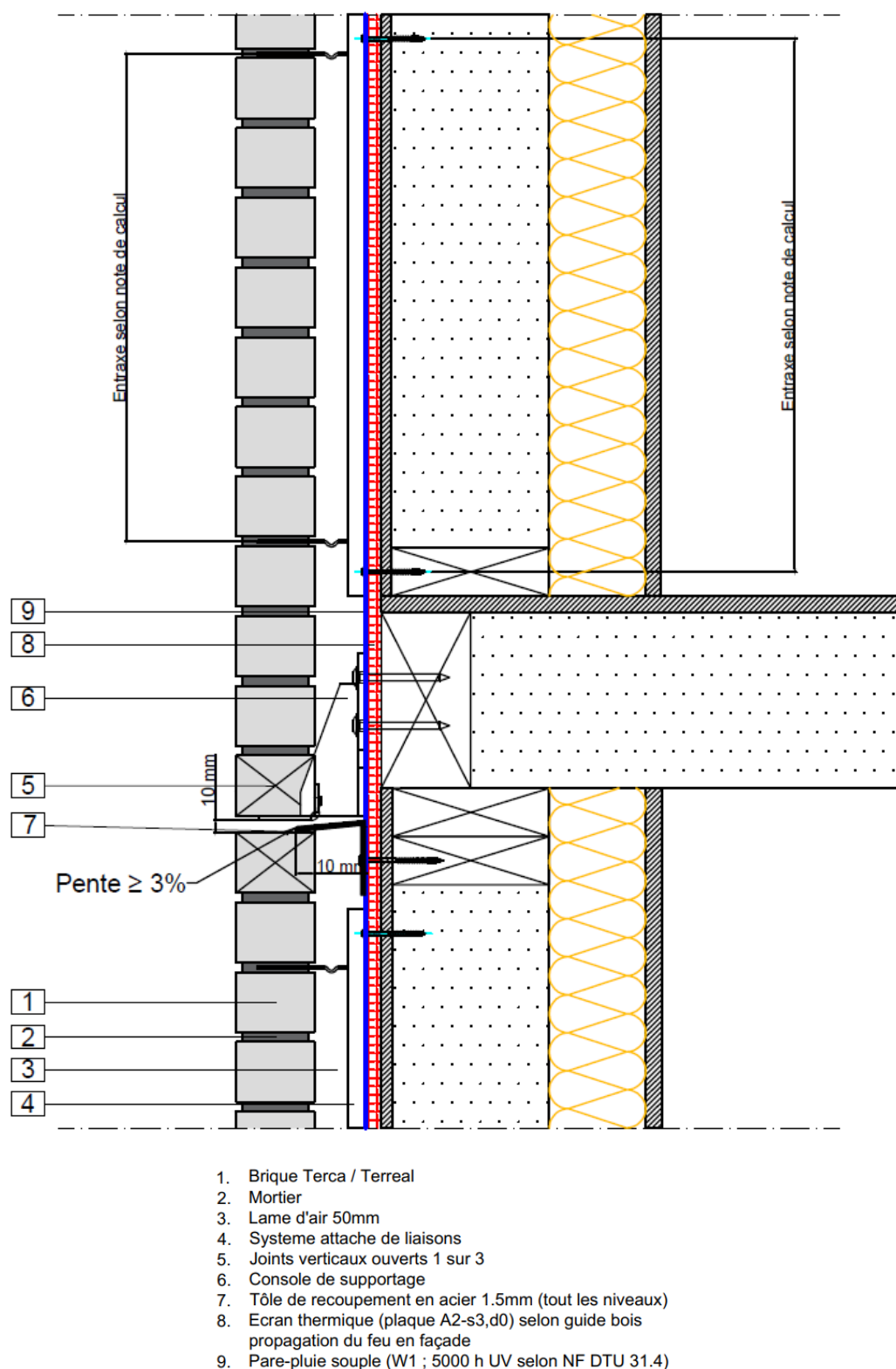


Figure 20 : COB – Fixation de la console dans le plancher bois — sans ITE – écran thermique plaque

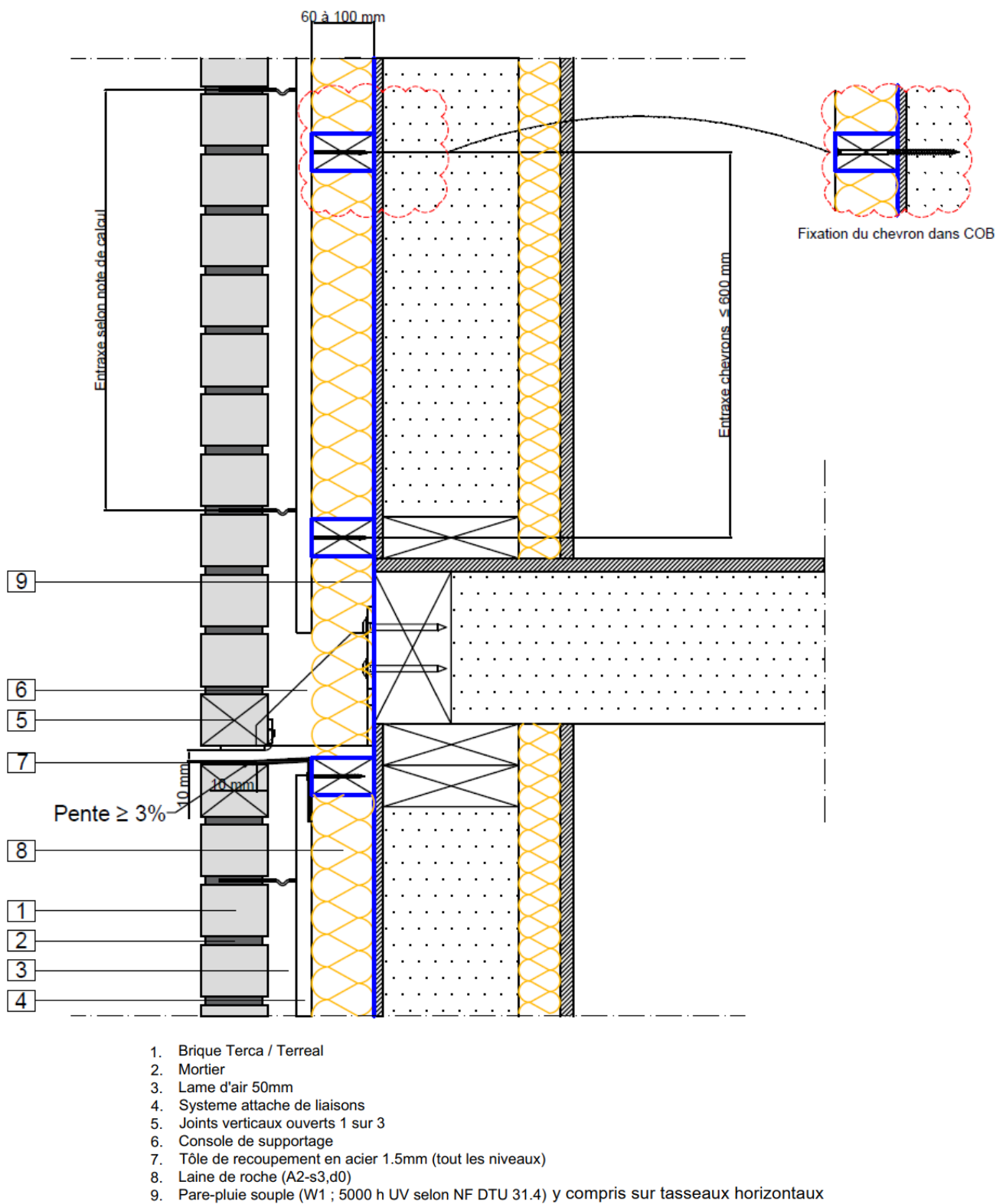
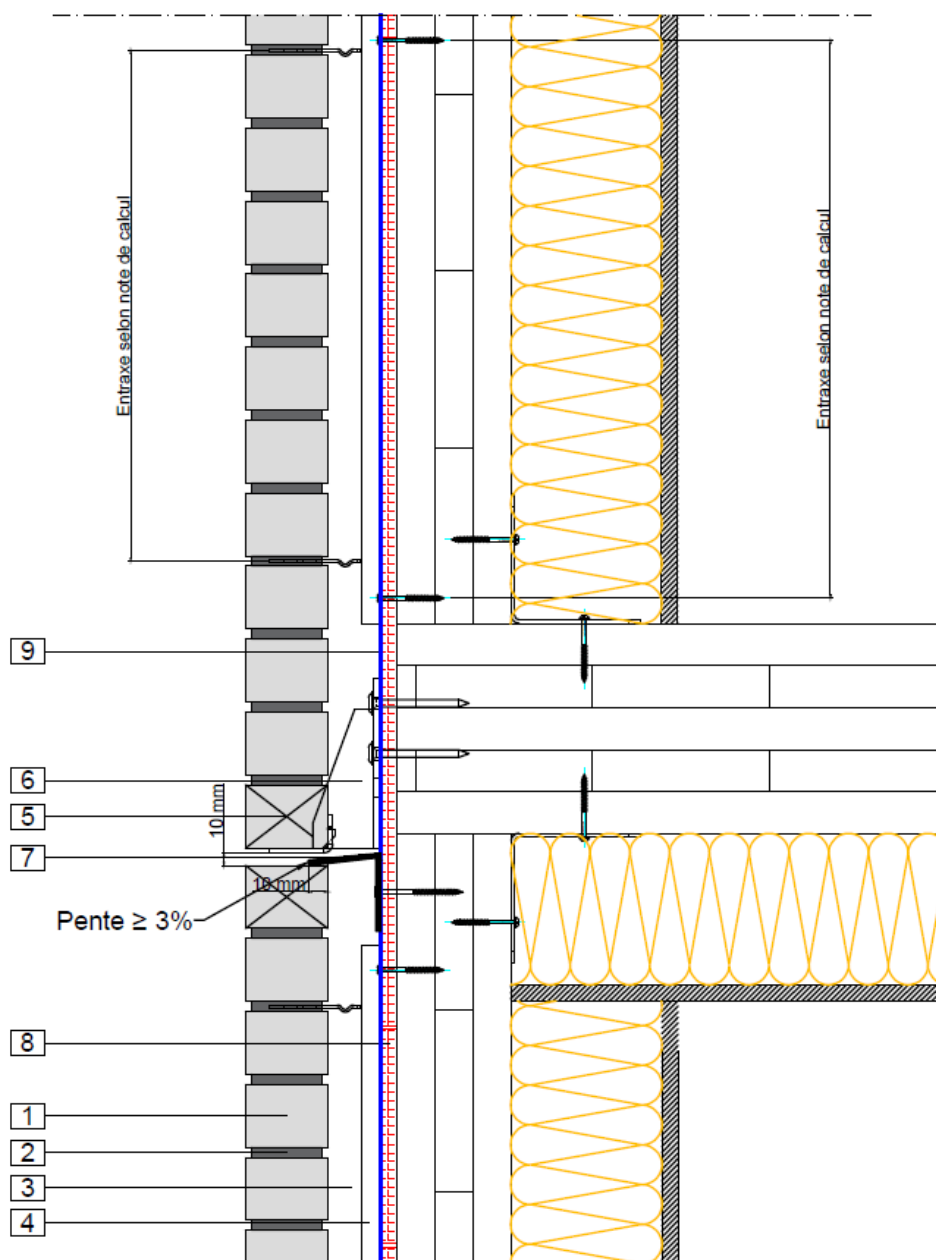
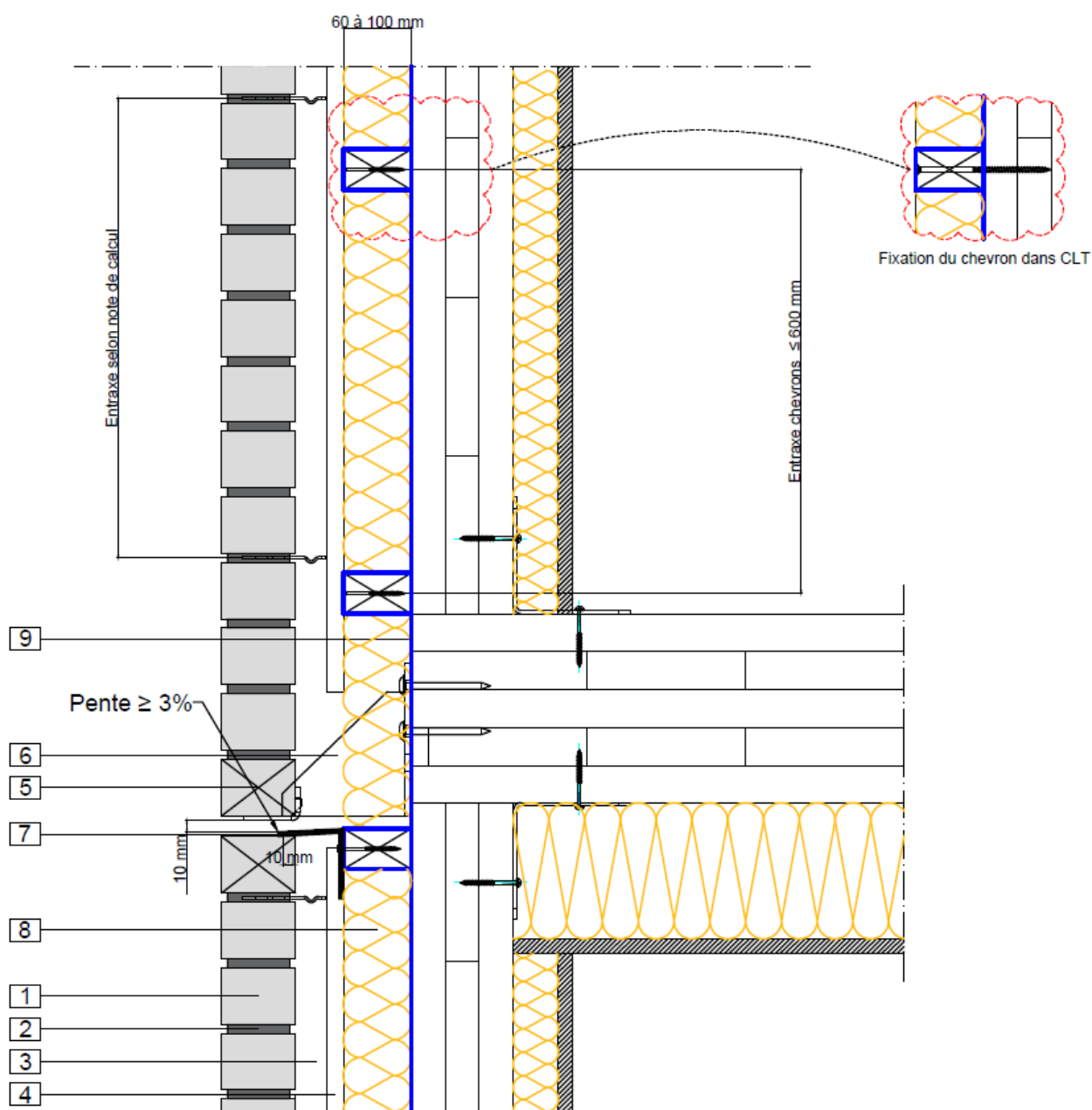


Figure 21 : COB – Fixation de la console dans le plancher bois – écran thermique LDR (ITE) ossature simple réseau



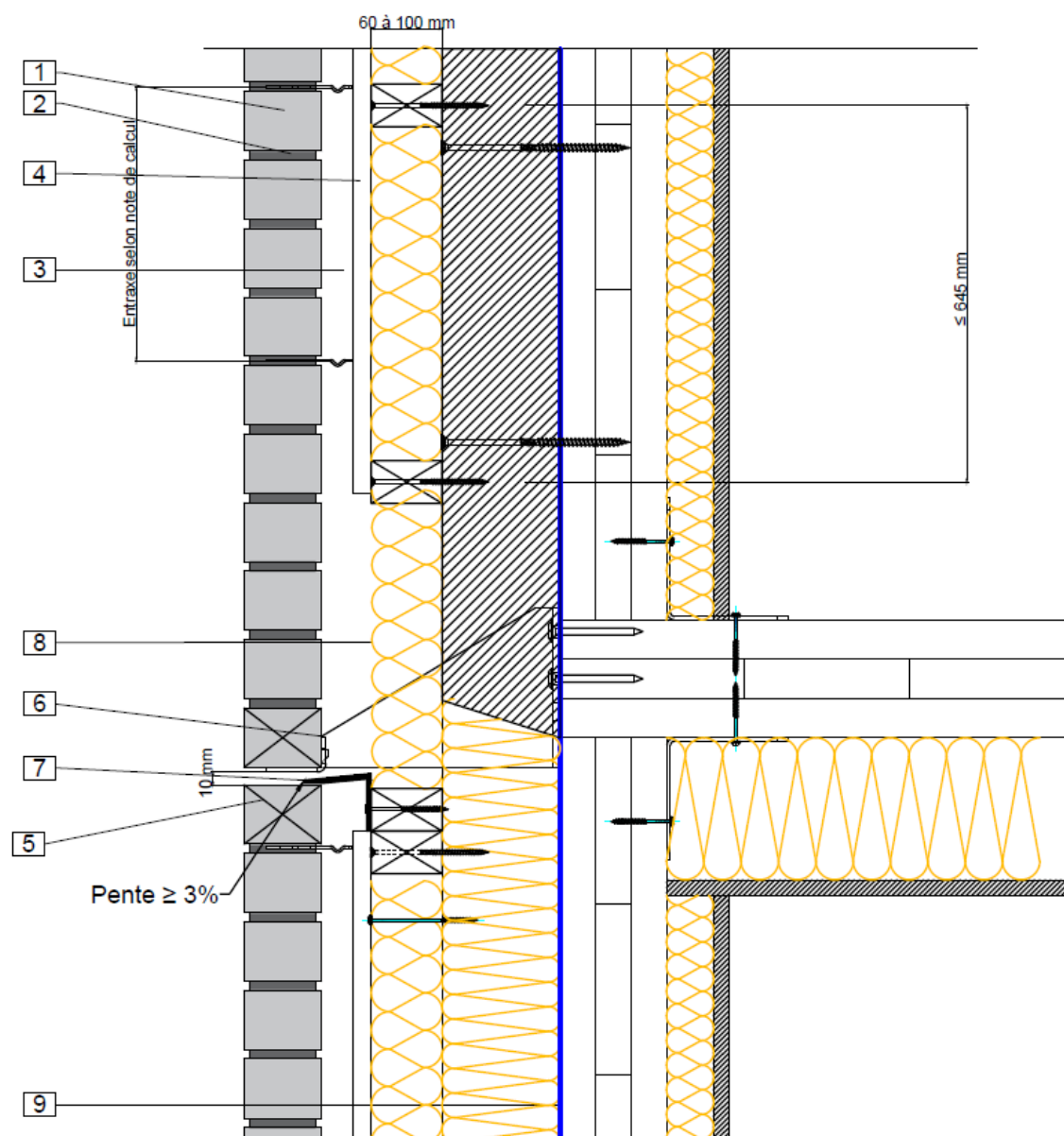
1. Brique Terca / Terreal
2. Mortier
3. Lame d'air 50mm
4. Systeme attache de liaisons
5. Joints verticaux ouverts 1 sur 3
6. Console de supportage
7. Tôle de recouvrement en acier 1.5mm (tout les niveaux)
8. Ecran thermique (plaque A2-s3,d0) selon guide bois propagation du feu en façade
9. Pare-pluie souple (W1 ; 5000 h UV selon NF DTU 31.4)

Figure 22 : Panneaux structuraux massifs bois – sans ITE – écran thermique plaque



1. Brique Terca / Terreal
2. Mortier
3. Lame d'air 50mm
4. Systeme attache de liaisons
5. Joints verticaux ouverts 1 sur 3
6. Console de supportage
7. Tôle de recouvrement en acier 1.5mm (tout les niveaux)
8. Laine de roche (A2-s3,d0)
9. Pare-pluie souple (W1 ; 5000 h UV selon NF DTU 31.4) y compris sur tasseaux horizontaux

Figure 23 : Panneaux structuraux massifs bois – écran thermique LDR (ITE) ossature simple réseau



1. Brique Terca / Terreal
2. Mortier
3. Lame d'air 50mm
4. Systeme attache de liaisons
5. Joints verticaux ouverts 1 sur 3
6. Console de supportage
7. Tôle de recoupement en acier 1.5mm (tout les niveaux)
8. Laine de roche (A2-s3,d0)
9. Pare-pluie souple (W1 ; 5000 h UV selon NF DTU 31.4)

Figure 24 : Panneaux structuraux massifs bois – écran thermique LDR (ITE) ossature double réseau

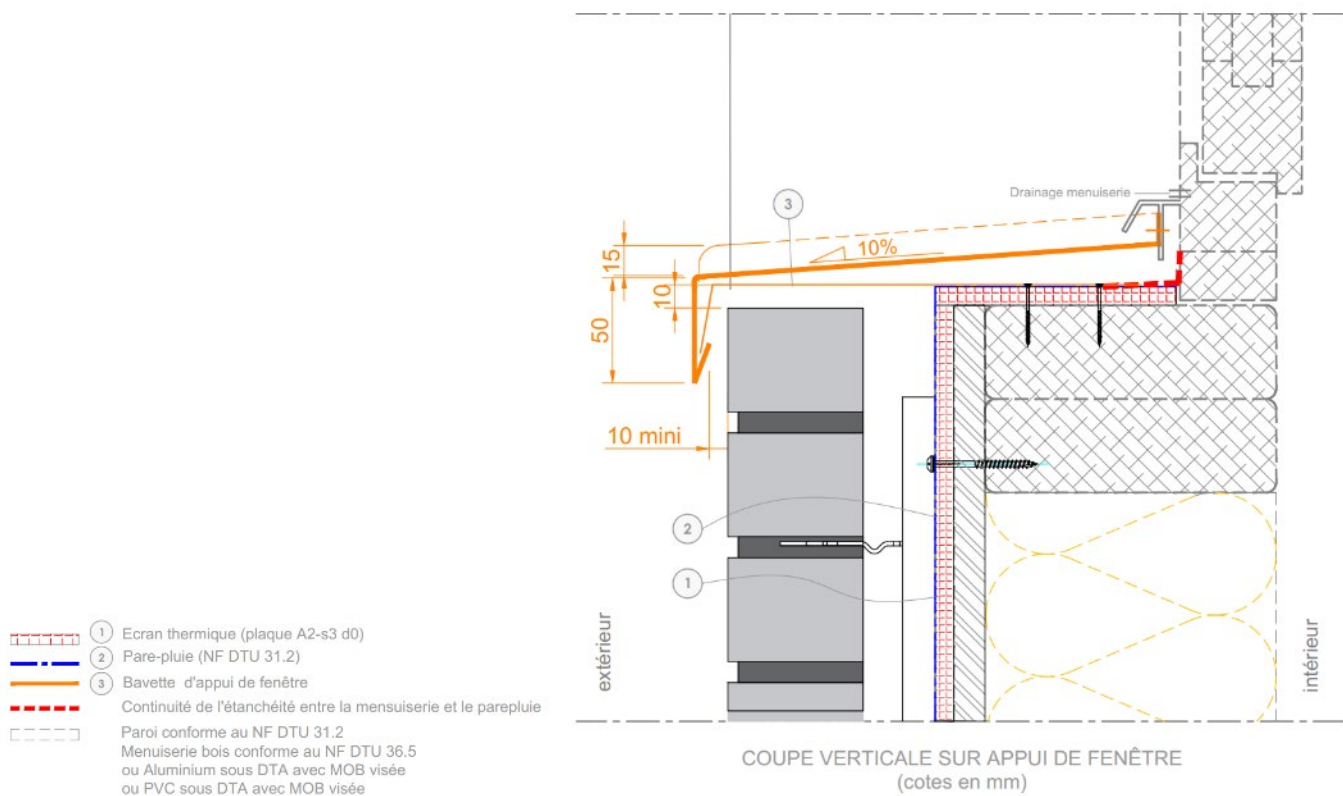


Figure 25 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Appui

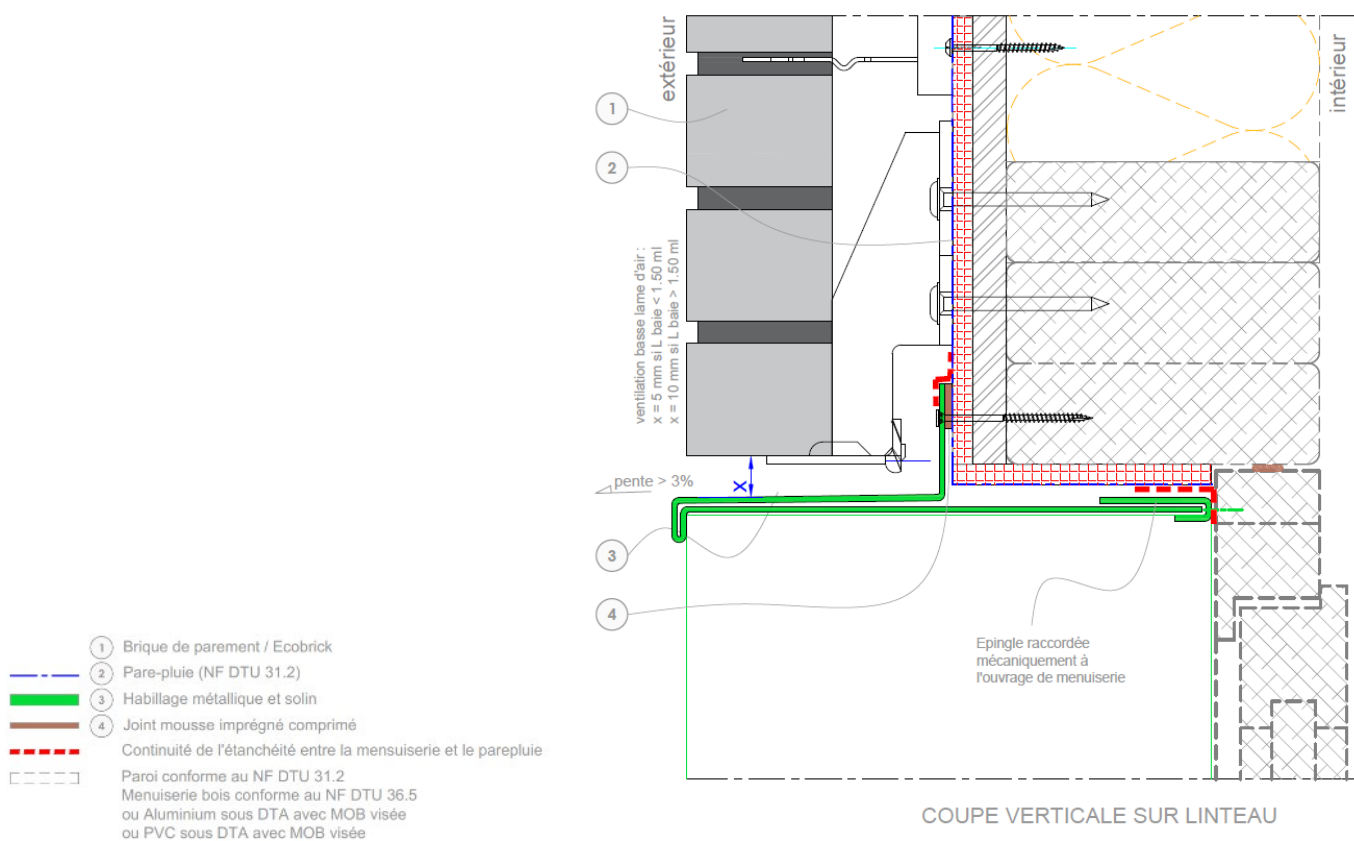


Figure 26 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Linteau



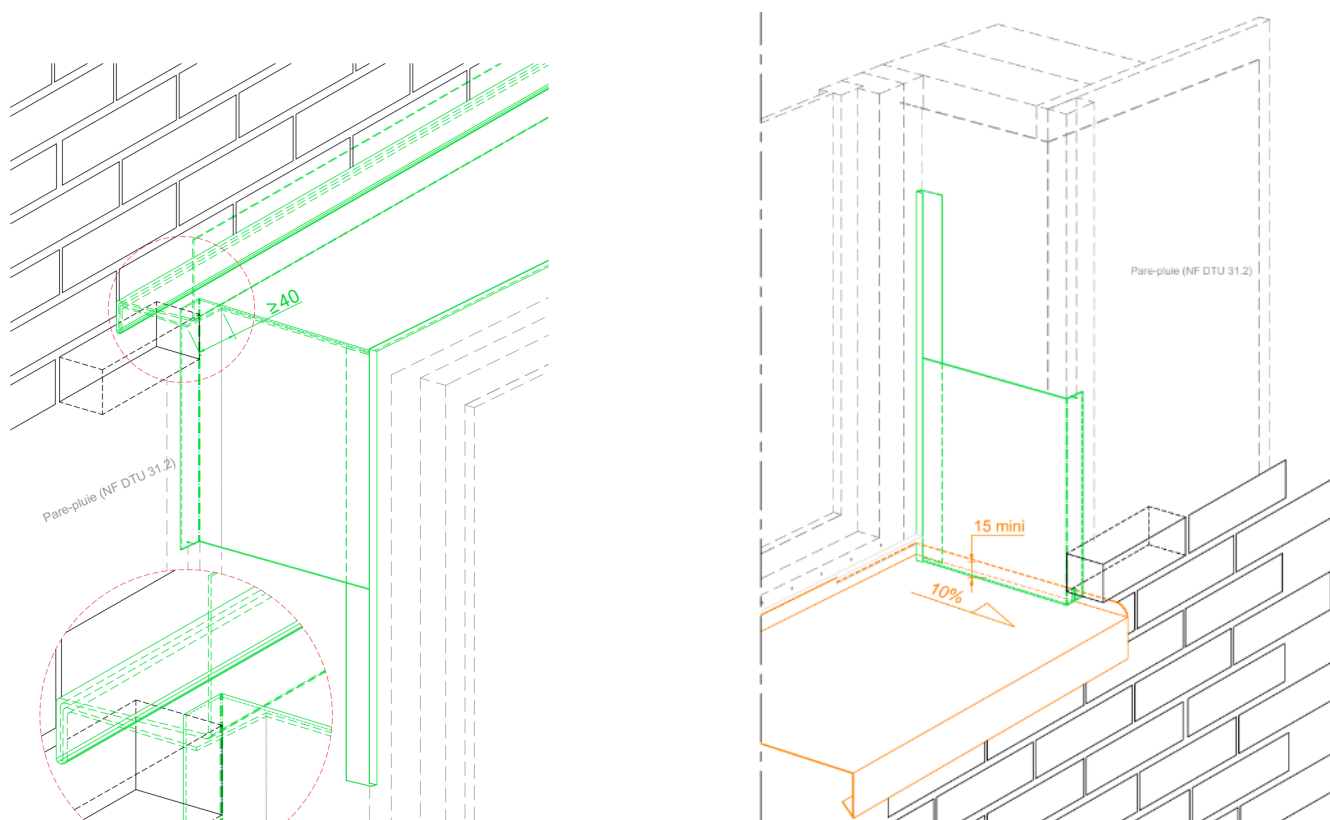


Figure 29 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Perspective – Habillage tôle

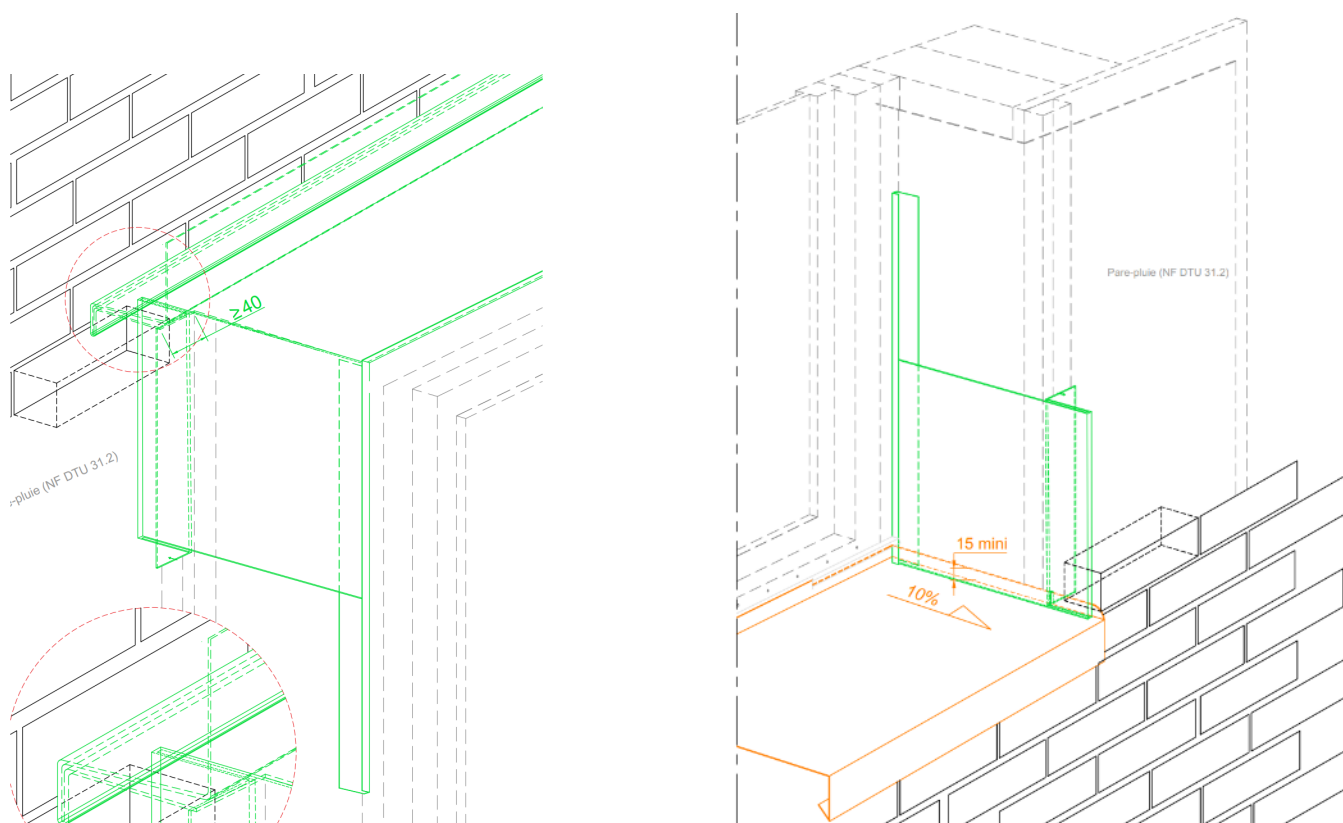


Figure 30 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Perspective – Habillage tôle débordante

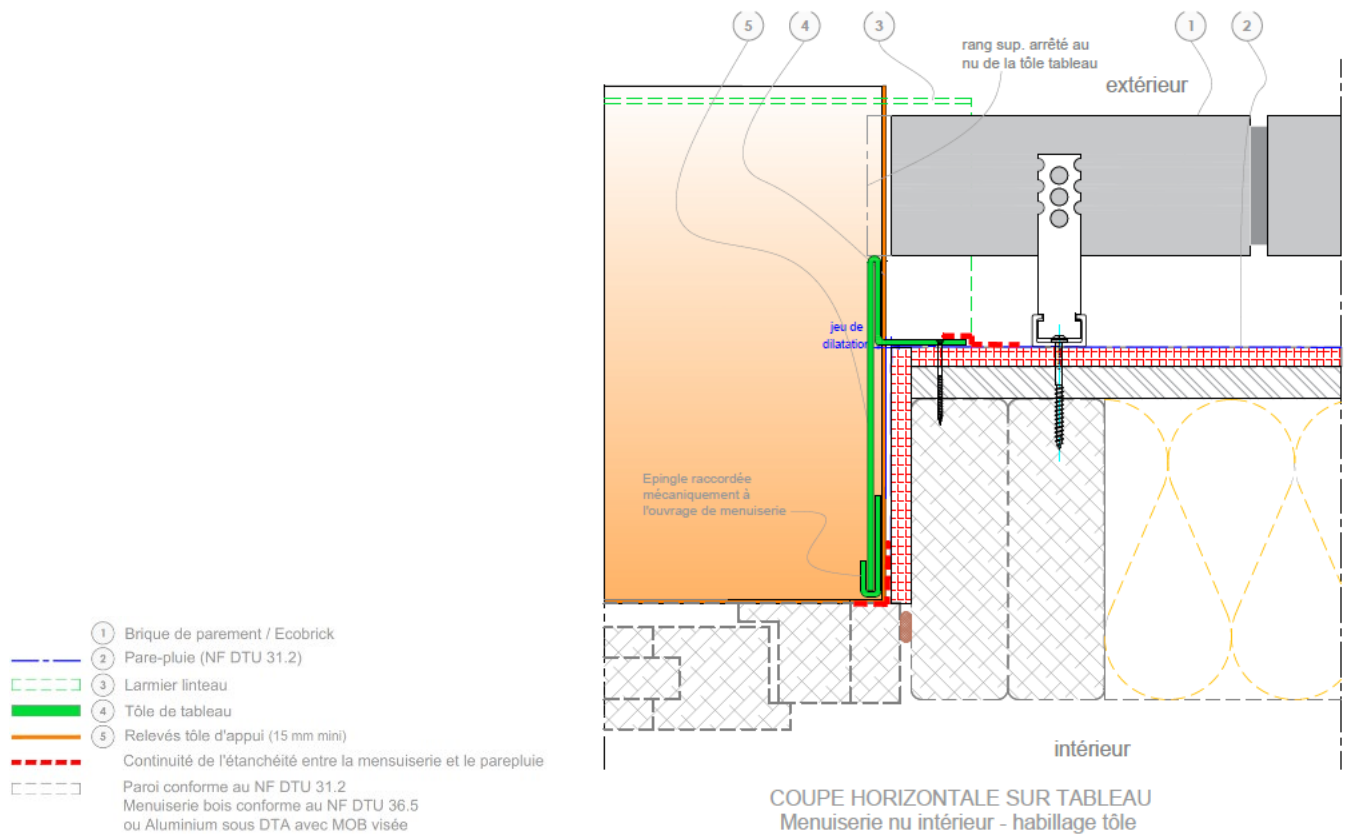


Figure 31 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle – Variante –

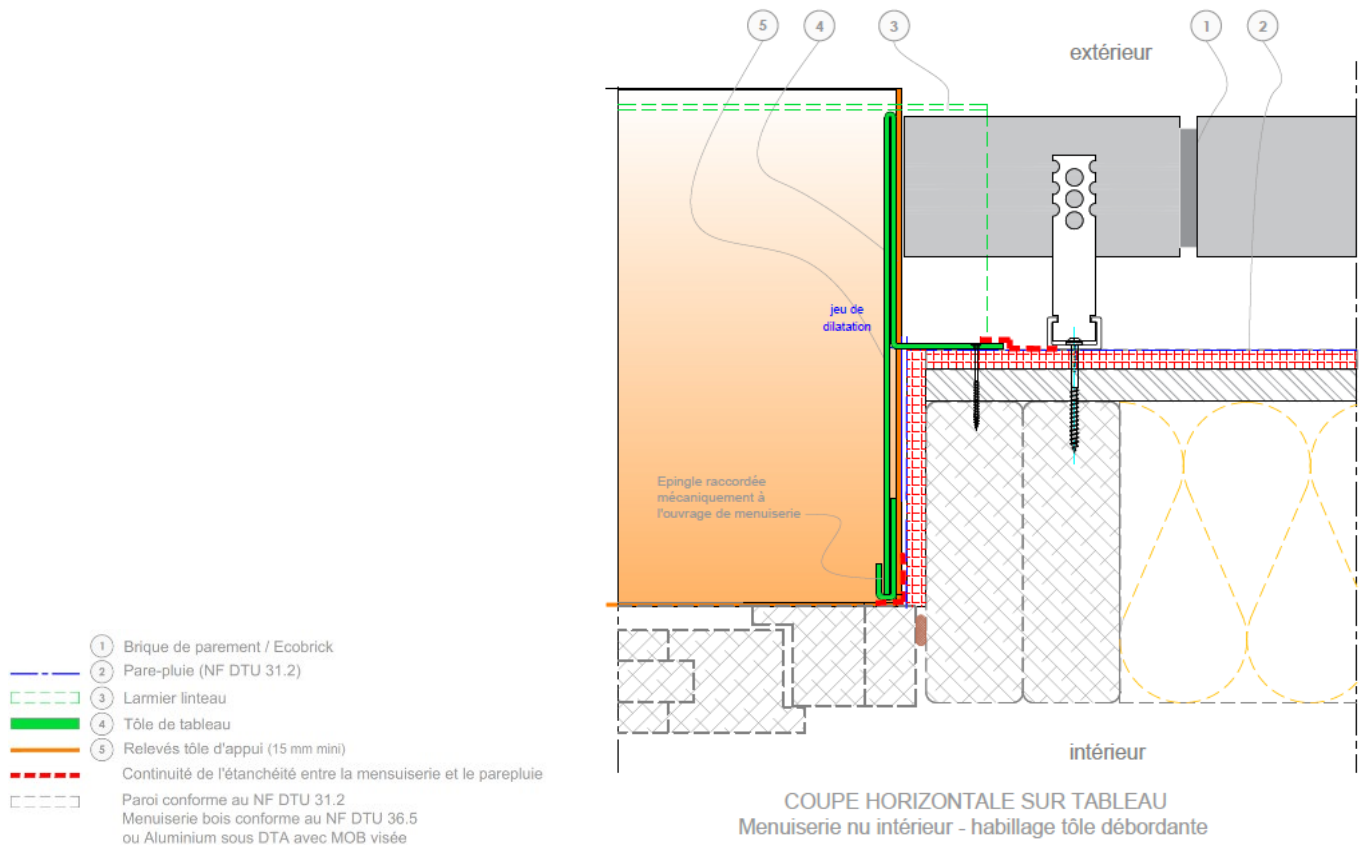


Figure 32 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant intérieur – Tableau – Habillage tôle débordante – Variante -

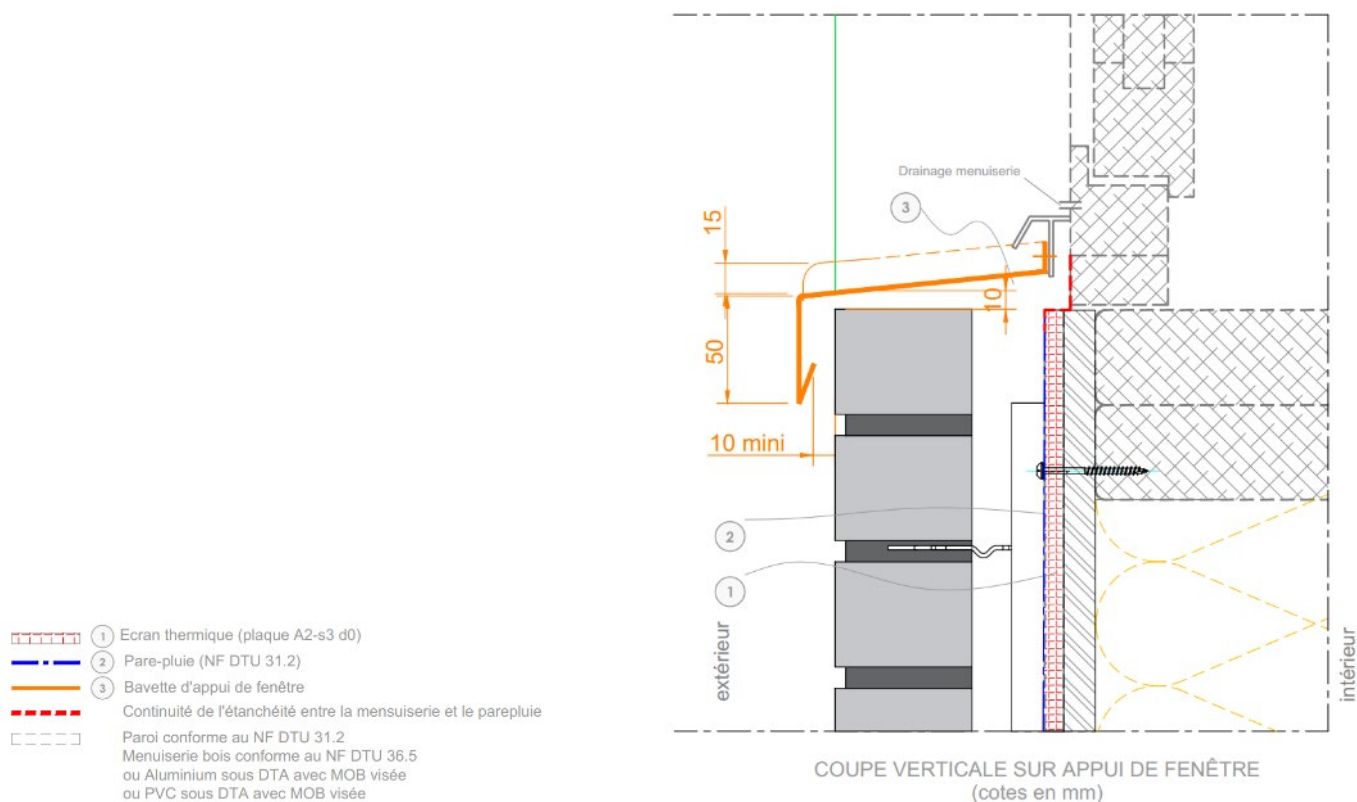
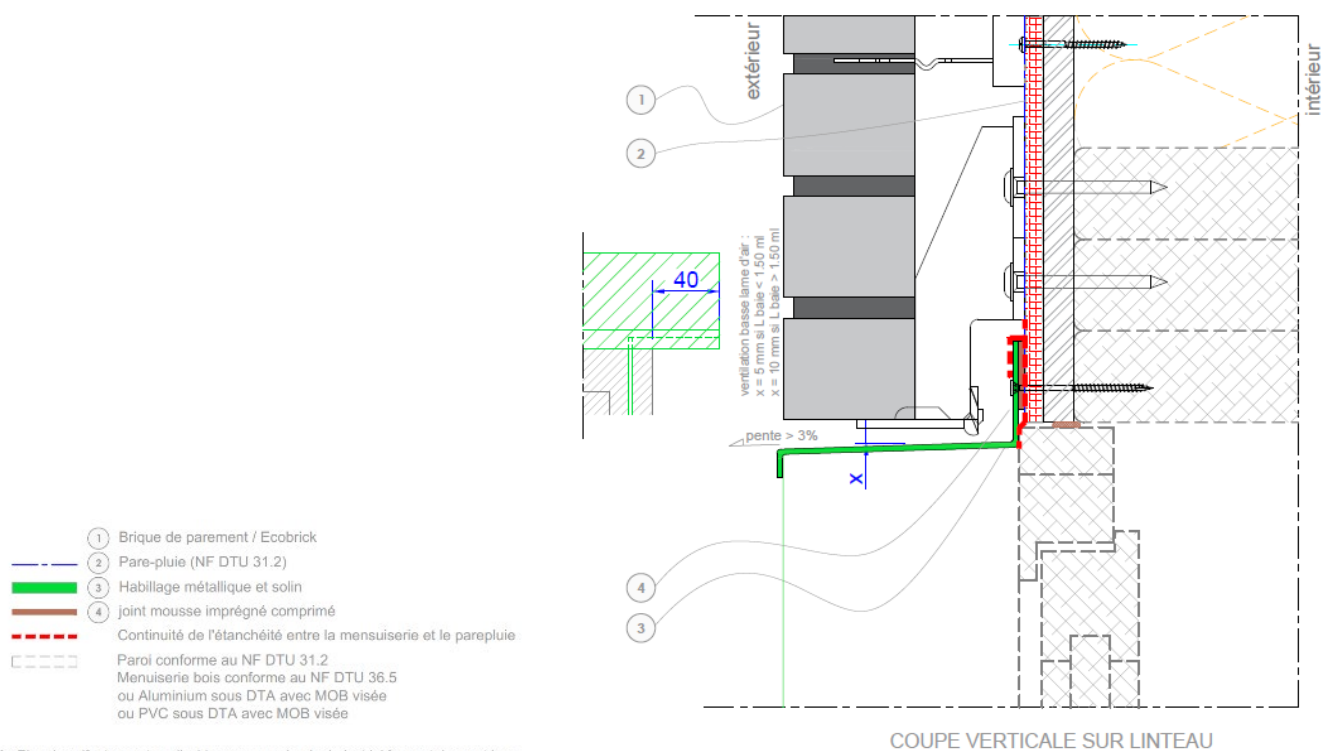


Figure 33 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Appui



NOTA : Plan de calfeutrement applicable avec un précadre industriel formant dormant large

Figure 34 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Linteau



Figure 35 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Tableau – Habillage tôle

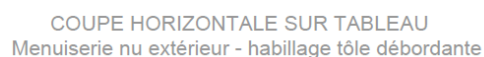


Figure 36 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Tableau – Habillage tôle débordante

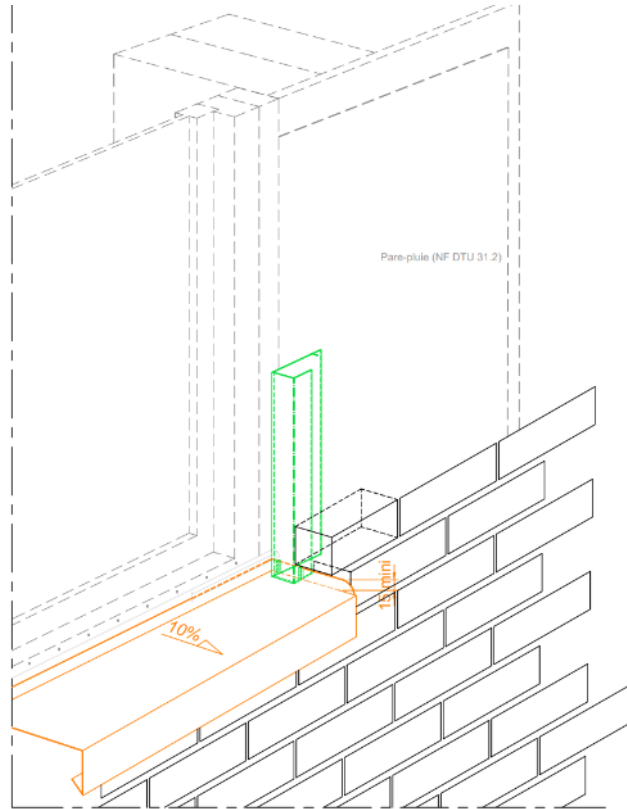


Figure 37 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Perspective – Habillage tôle

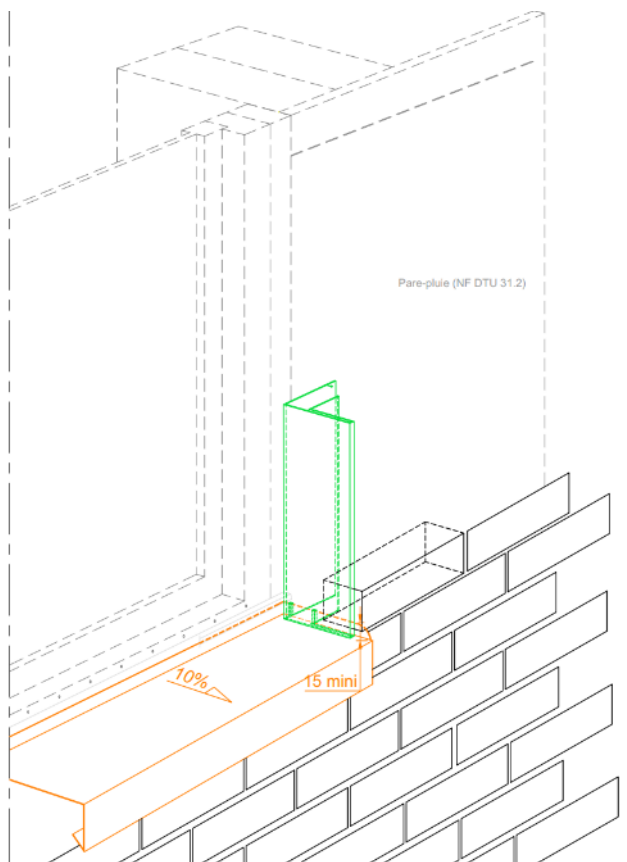


Figure 38 : Encadrement de baie – Tunnel affleurant extérieur – Perspective – Habillage tôle débordante