

Sur le procédé

LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION

Famille de produit/Procédé : Bardage rapporté en céramique

Titulaire(s) : Société LAMINAM

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

Groupe Spécialisé n° 2.2 - Produits et procédés de bardage rapporté, vêtage et vêtiture

Versions du document

| Version | Description | Rapporteur | Président |
|---------|---|------------------|-----------------|
| V3 | <p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 2.1-1808_V2.</p> <p>Cette première révision intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mise à jour du rapport feu • Ajout du paragraphe "ancrage d'échafaudage" | MOKRANI Youcef | FAYARD Stéphane |
| V2 | <p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 2.2/21-1808_V1.</p> <p>Cette version consolidée intègre l'ajout de l'usine de Borgo Val di Taro</p> | SCHNEIDER Cédric | FAYARD Stéphane |

Descripteur :

Le système « LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION » est un procédé de bardage rapporté constitué de plaques céramiques fixées par pattes-agrafes en acier inoxydable sur une ossature verticale de profilés en aluminium (cf. fig. 1). Les pattes-agrafes peuvent être laquées à la couleur de la plaque céramique. Une lame d'air est systématiquement aménagée entre la face arrière de la plaque et l'éventuel isolant.

Les plaques sont munies d'une natte anti-morcellement en fibre de verre appliquée en face arrière.

Les plaques sont disposées horizontalement ou verticalement.

Un ruban adhésif en néoprène est appliqué entre les plaques et les profils d'ossature pour éviter les vibrations des plaques et le coulissement horizontal.

Les ouvrages visés sont décrits au §1.1.2.

Supports : Béton, maçonnerie enduite et COB à 6 m de hauteur

Tenue aux chocs : cf. § 1.2.1.5

Contribution à l'étanchéité cf. § 1.2.1.8

L'exposition au vent correspondant à une pression ou une dépression admissible sous vent normal selon les NV 65 modifiées est décrite en §1.1.2.

Le procédé de bardage rapporté peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments suivant les tableaux décrits au § 1.2.1.4.

Les principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication sont décrits au § 2.8.

Table des matières

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | Avis du Groupe Spécialisé..... | 5 |
| 1.1. | Domaine d'emploi accepté..... | 5 |
| 1.1.1. | Zone géographique..... | 5 |
| 1.1.2. | Ouvrages visés..... | 5 |
| 1.2. | Appréciation..... | 6 |
| 1.2.1. | Aptitude à l'emploi du procédé..... | 6 |
| 1.2.2. | Durabilité..... | 7 |
| 1.2.3. | Fabrication et contrôles (cf. § 2.8)..... | 7 |
| 1.2.4. | Impacts environnementaux..... | 7 |
| 1.3. | Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé..... | 7 |
| 2. | Dossier Technique..... | 8 |
| 2.1. | Mode de commercialisation..... | 8 |
| 2.1.1. | Identification..... | 8 |
| 2.1.2. | Distribution..... | 8 |
| 2.1.3. | Assistance technique..... | 8 |
| 2.2. | Description..... | 9 |
| 2.2.1. | Matériaux utilisés pour la fabrication..... | 9 |
| 2.2.2. | Éléments de bardage..... | 9 |
| 2.2.3. | Colle et mat de verre..... | 9 |
| 2.2.4. | Bande adhésive en néoprène..... | 9 |
| 2.2.5. | Fixations..... | 9 |
| 2.2.6. | Ossature aluminium (cf. fig. 11 à 12)..... | 10 |
| 2.2.7. | Pattes-équerres..... | 10 |
| 2.2.8. | Chevilles de fixation au support..... | 10 |
| 2.2.9. | Isolation thermique..... | 10 |
| 2.2.10. | Accessoires associés..... | 10 |
| 2.3. | Dispositions de conception..... | 10 |
| 2.3.1. | Dimensionnement..... | 10 |
| 2.3.2. | Fixations sur béton et maçonnerie..... | 11 |
| 2.3.3. | Ossature aluminium..... | 11 |
| 2.4. | Dispositions de mise en œuvre..... | 11 |
| 2.4.1. | Principes généraux de pose..... | 11 |
| 2.4.2. | Pose de l'isolant thermique..... | 11 |
| 2.4.3. | Pose des ossatures aluminium..... | 11 |
| 2.4.4. | Mise en place des plaques..... | 11 |
| 2.4.5. | Pose des pattes-agrafes..... | 11 |
| 2.4.6. | Pose des plaques sur les pattes-agrafes..... | 12 |
| 2.4.7. | Découpe sur chantier..... | 12 |
| 2.4.8. | Traitement des joints (cf. fig. 15 et 17)..... | 12 |
| 2.4.9. | Compartimentage vertical de la lame d'air..... | 12 |
| 2.4.10. | Ventilation de la lame d'air..... | 12 |
| 2.4.11. | Pose en habillage de sous-face (cf. fig. 28 et 28bis)..... | 12 |
| 2.4.12. | Points singuliers..... | 13 |
| 2.4.13. | Sécurité incendie..... | 13 |
| 2.5. | Pose sur COB (cf. fig. 29 à 34)..... | 13 |
| 2.5.1. | Principes généraux de pose sur paroi de COB..... | 13 |
| 2.5.2. | Pose sur un triple réseau en pose horizontale et verticale..... | 13 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.6. | Entretien et remplacement | 13 |
| 2.6.1. | Entretien | 13 |
| 2.6.2. | Remplacement d'un panneau | 13 |
| 2.6.3. | Ancrage d'échafaudage | 14 |
| 2.7. | Traitement en fin de vie | 14 |
| 2.8. | Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication | 14 |
| 2.8.1. | Fabrication..... | 14 |
| 2.8.2. | Contrôles de fabrication | 14 |
| 2.9. | Mention des justificatifs | 15 |
| 2.9.1. | Résultats expérimentaux | 15 |
| 2.9.2. | Références chantiers | 16 |
| | Tableau du Dossier Technique | 17 |
| | Schémas du Dossier Technique..... | 18 |
| | Pose en sous-face..... | 35 |
| | Pose sur COB..... | 36 |
| | Remplacement..... | 42 |
| | Annexe A - Pose du procédé LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION disposé horizontalement sur Ossature aluminium en zones sismiques | 48 |
| | A1 Domaine d'emploi..... | 48 |
| | A2 Assistance technique | 48 |
| | A3 Prescriptions | 48 |
| | Tableaux de l'Annexe A..... | 50 |
| | Figures de l'Annexe A | 51 |

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 30 janvier 2024, par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

Ce procédé est utilisable sur parois planes et verticales, neuves ou préexistantes, en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au NF DTU 23.1), ou de COB, conforme au NF DTU 31.2 de 2019, situées en étage et à rez-de-chaussée (cf. §1.2.1.5).

Domaine d'emploi par type de profilés

| | Pose horizontale | Pose verticale |
|---|---|--|
| Pose sur parois en maçonnerie ou en béton | Profilés en alliage d'aluminium : en T de surface d'appui minimale de 80 mm en L de surface d'appui minimale de 65 mm | Profilés en alliage d'aluminium en T de surface d'appui minimale de 140 mm |
| Pose sur COB | Profilés tubulaires en acier de surface d'appui minimale de 65 mm | Profilés tubulaires en acier de surface d'appui minimale de 140 mm |

Tableau 1 - Domaine d'emploi par type de profilés

Le système Laminam 5+ clip de fixation est classifié, selon la norme P08-302 :

- Q4 en parois facilement remplaçable, en pose horizontale, avec un entraxe entre les montants de 500 mm.
- Q2 en parois facilement remplaçable, en pose horizontale, avec un entraxe entre les montants de 750 mm.
- Q1 en parois facilement remplaçable, en pose verticale, avec un entraxe entre les montants de 500 mm.

Mise en œuvre possible aussi en habillage de sous-face de supports plans et horizontaux en béton, neufs ou déjà en service, inaccessibles (à plus de 3 m du sol), et sans aire de jeux à proximité, et selon les dispositions décrites dans le § 2.4.11.

Pose possible sur Constructions à Ossature Bois (COB) conformes au NF DTU 31.2 de 2019, limitée à une hauteur de 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 1 à 4 et/ou en situation a à d, en respectant les prescriptions du § 2.5 du Dossier Technique et les figures 29 à 34.

Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

L'exposition au vent du système correspond à des valeurs de pression et dépression admissibles sous vent normal selon les Règles NV 65 modifiées qui dépendent du format des plaques et qui sont données dans les tableaux ci-après :

| Formats des plaques (HxL) | Performance admissible [Pa] | Nombre d'agrafes par plaque (cf. fig. 4 à 6) | Entraxe maxi entre montants [mm] |
|---------------------------|-----------------------------|--|----------------------------------|
| 1000 x 3000 | 657 | 14 | 500 |
| 1000 x 1500 | 657 | 8 | 500 |
| 1000 x 1000 | 657 | 6 | 500 |
| 500 x 3000 | 1149 | 10 | 750 |
| 500 x 3000 | 1478 | 14 | 500 |
| 500 x 1500 | 1149 | 6 | 750 |
| 500 x 1500 | 1478 | 8 | 500 |
| 500 x 1000 | 1478 | 6 | 500 |

Tableau 2 - résistances admissibles au vent normal selon NV65 modifiées des plaques disposées horizontalement

| Formats des plaques (HxL) | Performance admissible [Pa] | Nombre d'agrafes par plaque (cf. fig. 7 et 8) | Entraxe maxi entre montants [mm] |
|---------------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|
| ≤ 2000x1000 | 857 | 14 | 500 |
| ≤ 2000x500 | 1085 | 10 | 500 |

Tableau 3 - résistances admissibles au vent normal selon NV65 modifiées des plaques disposées verticalement

Le procédé de bardage rapporté LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments définis au § 1.2.1.4 selon les dispositions particulières décrites en Annexe A.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

Le bardage rapporté ne participe pas aux fonctions de transmission des charges, de contreventement et de résistance aux chocs de sécurité. Elles incombent à l'ouvrage qui le supporte.

La stabilité du bardage rapporté sur cet ouvrage est convenablement assurée dans le domaine d'emploi proposé.

1.2.1.2. Sécurité en cas d'incendie

Le respect de la Réglementation incendie en vigueur est à vérifier au cas par cas selon le bâtiment visé.

Les vérifications à effectuer (notamment quant à la règle dite du "C + D", y compris pour les bâtiments en service) doivent prendre en compte les caractéristiques suivantes :

- Classement de réaction au feu : A2-s1,d0 selon les prescriptions du rapport cité § 2.9.1 du Dossier Technique.
- Masse combustible du parement : 5,5 MJ/m².

Les dispositions à respecter dans les bâtiments pour lesquels l'IT249 de 2010 mis à jour en 2016 est appliquée sont décrites au § Sécurité incendie du Dossier Technique.

1.2.1.3. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

1.2.1.4. Pose en zones sismiques

Le procédé de bardage rapporté LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION peut être mis en œuvre en zones sismiques et bâtiments (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) selon les dispositions particulières décrites en Annexe A.

1.2.1.5. Performances aux chocs

Les performances aux chocs extérieurs du procédé « LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION » correspondent, selon la norme P08-302 et les Cahiers du CSTB 3546-V2 et 3534, à la classe d'exposition :

- Q4 en parois facilement remplaçable, en pose horizontale, avec un entraxe entre les montants de 500 mm
- Q2 en parois facilement remplaçable, en pose horizontale, avec un entraxe entre les montants de 750 mm.
- Q1 en parois facilement remplaçable, en pose verticale, avec un entraxe entre les montants de 500 mm.

1.2.1.6. Isolation thermique

Le respect de la Réglementation Thermique en vigueur est à vérifier au cas par cas selon le bâtiment visé.

1.2.1.7. Éléments de calcul thermique

Le coefficient de transmission thermique surfacique U_p d'une paroi intégrant un système d'isolation par l'extérieur à base de bardage ventilé se calcule d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \sum_i \frac{\psi_i}{E_i} + n \cdot \chi_j$$

Avec :

U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en W/(m².K).

ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, en W/(m.K), (ossatures).

E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i, en m.

n est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m² de paroi.

χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K (pattes-équerres).

Les coefficients ψ et χ doivent être déterminés par simulation numérique conformément à la méthode donnée dans les règles Th-Bât, fascicule Ponts thermiques.

En absence de valeurs calculées numériquement, des valeurs par défaut sont fournies sur le site RT-RE-bâtiment dans le paragraphe mur du dossier d'application du fascicule parois opaques.

Au droit des points singuliers, il convient de tenir compte, en outre, des déperditions par les profilés d'habillage.

1.2.1.8. Etanchéité

A l'air : elle incombe à la paroi support,

A l'eau : elle est assurée de façon satisfaisante en partie courante par la faible largeur des joints ouverts entre plaques adjacentes, compte tenu de la verticalité de l'ouvrage et de la présence de la lame d'air ; et en points singuliers, par les profilés d'habillage.

- Sur les supports béton ou maçonnés : le système permet de réaliser des murs de type XIII au sens du document « Conditions Générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 1833 de mars 1983), les parois supports devant satisfaire aux prescriptions des chapitres 2 et 4 de ce document, et être étanches à l'air.
- Sur supports COB : l'étanchéité est assurée de façon satisfaisante dans le cadre du domaine d'emploi accepté.

1.2.2. Durabilité

La durabilité du gros-œuvre est améliorée par la mise en œuvre de ce bardage rapporté, notamment en cas d'isolation thermique associée.

1.2.3. Fabrication et contrôles (cf. § 2.8)

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.4. Impacts environnementaux

1.2.4.1. Données environnementales¹

Le procédé « LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION » ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.4.2. Aspects sanitaires

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le respect du guide du SNBVI « Protection contre l'incendie des façades en béton ou en maçonnerie revêtues de systèmes d'isolation thermique extérieure par bardage rapporté ventilé » et du classement de réaction au feu peut induire des dispositions techniques et architecturales à respecter, pour satisfaire la Réglementation incendie en vigueur, qui ne sont pas illustrées dans les détails du Dossier Technique.

Pour les bâtiments d'habitation pour lesquels une appréciation de laboratoire est nécessaire celle-ci doit désormais inclure les exigences de l'arrêté du 7 août 2019.

Ces dispositions ne se substituent pas à celles qui sont visées par le Groupe Spécialisé dans le présent Avis Technique pour les aspects qui ne relèvent pas de la sécurité incendie, notamment les bavettes débordantes pour les reprises de ventilation.

Cet Avis Technique est assujéti à une certification de produits  portant sur les éléments LAMINAM 5+.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

2. Dossier Technique



Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation


Titulaire : Société LAMINAM Spa
Via Ghiarola Nuova 258 -
IT-41042 FIORANO MODENESE (MO) - Italie
Tél. : +39 0536 1844201
Email : info@laminam.com
Internet : www.laminam.com

Distributeur : Société LAMINAM Spa
Via Ghiarola Nuova 258 -
IT-41042 FIORANO MODENESE (MO) - Italie
Tél. : +39 0536 1844201
Email : info@laminam.com
Internet : www.laminam.com


2.1.1. Identification

Les éléments LAMINAM 5+ bénéficiant d'un certificat  sont identifiables par un marquage conforme aux « Exigences particulières de la Certification  des bardages rapportés, vêtements et vêtages, et des habillages de sous-toiture » et comprenant notamment :

Sur le produit

- Le logo ,
- Le numéro du certificat,
- Le repère d'identification du lot de la fabrication

Sur les palettes

- Le logo ,
- Le numéro du certificat,
- Le nom du fabricant,
- L'appellation commerciale du produit,
- Le numéro de l'Avis Technique.

Cet Avis Technique est assujéti à une certification de produits  portant sur les panneaux LAMINAM 5+.

2.1.2. Distribution

La Société Laminam S.p.A. ne pose pas elle-même ; elle distribue et livre les plaques Laminam 5+, les pattes-agrafes et la bande adhésive à des entreprises de pose.

Tous les autres éléments sont directement approvisionnés par le poseur, en conformité avec les préconisations du présent Dossier Technique.

2.1.3. Assistance technique

La société Laminam S.p.A dispose d'un service technique qui doit apporter, à la demande du poseur, une assistance technique tant au niveau de l'étude d'un projet qu'au stade de son exécution.

2.2. Description

2.2.1. Matériaux utilisés pour la fabrication

Matières premières argileuses, roches granitiques et métamorphiques à composant feldspathique et pigments céramiques, compactées par un moulage spécial dans un compacteur et frittage à 1200°C, avec une cuisson hybride.

2.2.2. Eléments de bardage

Le procédé LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION est un système complet de bardage comprenant :

- Les plaques céramiques LAMINAM 5+,
- Les pattes-agrafes (système MFT-CV HILTI) de départ (cf. fig. 9), courante (cf. fig.10) et les fixations (non fournies),
- L'ossature aluminium (non fourni par Laminam, cf. fig.11, 12),
- L'isolation thermique complémentaire (non fourni par Laminam).

La peau du bardage rapporté est constituée de plaques céramiques compactées LAMINAM 5+, teintées dans la masse, avec décoration sur la surface. Les plaques LAMINAM 5 sans fibre de verre sont conformes à la norme NF EN 14411 (EN ISO 10545), à faible absorption d'eau – groupe B1a ($\leq 0,5\%$) à bord carré mono calibré, avec renfort structurel en matériau inerte (natte en fibre de verre appliquée en face arrière).

- Ces plaques reçoivent en usine une natte en fibre de verre collée sur leur face arrière.

Caractéristiques dimensionnelles

- Formats standards de fabrication : 1000x3000 mm
- Formats intermédiaire possibles obtenus par découpe : 1000x1500 mm, 1000x1000 mm, 500x3000 mm, 500x1500 mm, 500x1000 mm ;
- Format maximum de pose 3000x1000 mm en pose horizontale et 2000x1000 mm en pose verticale ;
- Les tolérances dimensionnelles des éléments standards de fabrication et sur les plaques découpées sont les suivantes :
 - Epaisseur : céramique nominale 5,6 mm (tolérance entre 5,5 et 6,3 mm) + 0,4 mm pour la fibre de verre (valeur moyenne).
 - Sur longueur et largeur : $\pm 0,5\text{mm}$
 - Sur diagonale : $\pm 1\text{mm}$
- Masses surfaciques :
 - nominales ép. 5,6 : 14,5 kg/m² (sans la natte) ; ép. 6 mm : 14,9 kg/m² (avec la natte).
 - masse surfacique maximale de la plaque seule est de 16 kg/m² (16,4 kg/m² avec la fibre de verre). Cette masse surfacique maximale est valide pour toutes les finitions.

Caractéristiques mécaniques

Les autres caractéristiques des éléments sont données dans le tableau 4 en fin de Dossier Technique.

- Les plaques peuvent avoir différentes finitions de surface (mate, structuré, semi-lustré, silk-touch/lappato, poli).

2.2.3. Colle et mat de verre

- Mat 100% fibres de verre (référence interne : ST001)
- Colle pour encollage à 2 composants, (référence interne A001 (part A), et B001 (part B))

La colle et le mat de verre utilisés dans le processus de fabrication constituent un système fermé, les références et les quantités utilisées font l'objet de contrôles internes et suivi dans le cadre de la certification QB15.

2.2.4. Bande adhésive en néoprène

Bande résiliente mono-adhésive de WURTH de dimension environ 30/42x40mm x 3 mm évitant les vibrations et le déplacement des plaques.

2.2.5. Fixations

2.2.5.1. Pattes-agrafes

La fixation des plaques céramiques LAMINAM 5+ s'effectue par l'intermédiaire du système des pattes-agrafes MFT-CV HILTI adaptées aux parements d'épaisseur 6 mm, fournies par le titulaire (fabriquées par la Société HILTI), fixée par vis de fixation ou rivets (cf. § 2.2.5.2).

Ce système comporte une patte-agrafe de partie courante servant aussi d'arrêt haut (cf. fig. 10), de départ (cf. fig. 9).

Elles sont réalisées par pliage et emboutissage d'une tôle en acier inoxydable X5CrNi18-10, d'épaisseur 10/10e mm et de largeur 65 mm.

Les pattes-agrafes sont de nuance A2 (X5CrNiMo17-12-2), le bord de mer est exclu.

Sur demande, Laminam peut fournir les pattes-agrafes colorées.

2.2.5.2. Fixation des pattes-agrafes

Les pattes-agrafes sont fixées à l'ossature support sur profilés aluminium soit par :

- Rivets inox/inox 3,2x8,0 à collerette Ø 6,5 mm, P_K sur aluminium 2,0 mm : 1780 N selon la NF P30-310. Le rivet N.E. tout inox non Etanche Ø 3,2 x 8 de la Société ETANCO répond à ces exigences.
- Vis auto-perceuse en inox 2,9 x 13 à tête bombée 5,3 mm, P_K sur aluminium 2,5 mm : 1450 N. La vis auto-perceuse Zebra Pias AW TCB Inox A2 de la Société WURTH répond à ces exigences.

D'autres fixations de caractéristiques géométriques et mécaniques égales ou supérieures peuvent également être utilisées.

2.2.6. Ossature aluminium (cf. fig. 11 à 12)

Les composants de l'ossature sont conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3.

L'ossature est composée de profilés en alliage d'aluminium 6060-T5, d'épaisseur 2,5 mm lors d'une utilisation de vis ou de 2 mm lors d'une utilisation de rivet, bruts ou laqués en noir. Elle est de conception librement dilatable.

L'ossature est située en atmosphère extérieure directe.

- La coplanarité des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- L'entraxe maximal de montants et traverses est 750 mm ou 645 mm sur COB.
- Profil en T de surface d'appui minimale de 80 mm jusqu'à 6m de longueur (cf. fig. 11),
- Profil en T de surface d'appui minimale de 140 mm permettant d'appliquer deux pattes-agrafes côte à côte pour la pose verticale uniquement (cf. fig. 7, 8 et 42), des plaques Laminam 5+ 1000x2000 mm jusqu'à 6m de longueur.
- Profil en L de surface d'appui minimale de 65 mm jusqu'à 6m de longueur (cf. fig. 12) pour les appuis intermédiaires uniquement et pour la pose horizontale uniquement,
- Pour la pose sur COB l'ossature est composée de profils tubulaires en acier, S220 GD au minimum, et sont conformes au Cahier du CSTB 3194_V3, avec surface d'appui minimale de 65 mm, une profondeur minimale de 40mm (lame d'air) et 1,5 mm minimale d'épaisseur. Ces profilés ont une longueur limitée à 3m (cf. fig. 13).

2.2.7. Pattes-équerres

Les pattes-équerres sont conformes au Cahier du CSTB 3194_V3, renforcées par celles ci-après :

- Elles sont en aluminium de série 3000 minimum et présentant une limite d'élasticité Rp0,2 supérieure à 110 MPa.
- La résistance admissible de la patte aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 1 mm

2.2.8. Chevilles de fixation au support

Les fixations à la structure porteuse doivent être choisies compte tenu des conditions d'exposition au vent et de leur valeur de résistance de calcul à l'arrachement dans le support considéré.

Dans le cas de supports en béton plein de granulats courants ou maçonneries, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera calculée selon l'ETE selon les ETAG 001, 020 ou 029 (ou DEE correspondants).

Dans le cas de supports dont les caractéristiques sont inconnues, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera vérifiée par une reconnaissance préalable, conformément au document « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique de bardage rapporté » (Cahier du CSTB 1661-V2).

2.2.9. Isolation thermique

Isolant, certifié ACERMI est conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3.

2.2.10. Accessoires associés

Les éventuelles tôles des raccords dans les angles, avec châssis, sont en tôle métallique en alliages d'aluminium d'épaisseur 1 mm pré laquée selon la norme EN 1396, façonnées selon les principes des détails du Dossier Technique.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Dimensionnement

La dépression de vent du site est à comparer avec les performances au vent admissible au vent normal selon les règles NV65 modifiées indiquées aux tableaux 2 et 3.

les ossatures bois et métalliques doivent faire l'objet d'une note de calcul pour chaque chantier, selon les *Cahiers du CSTB* 3316_V3 et 3194_V3.

Concernant la tenue au vent, les résistances admissibles sous vent normal annoncées vis-à-vis des effets de la dépression tiennent compte d'un coefficient de sécurité pris égal à 3,5 sur la valeur de ruine, laquelle s'est traduite en essai par la flexion de la plaque.

2.3.2. Fixations sur béton et maçonnerie

Les fixations à la structure porteuse doivent être choisies compte tenu des conditions d'exposition au vent et de leur valeur de résistance de calcul à l'arrachement dans le support considéré.

Dans le cas de supports en béton plein de granulats courants ou maçonneries, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera calculée selon l'ETE selon les ETAG 001, 020 ou 029 (ou DEE correspondant).

Dans le cas de supports dont les caractéristiques sont inconnues, la résistance à l'état limite ultime des chevilles sera vérifiée par une reconnaissance préalable, conformément au document « Détermination sur chantier de la résistance à l'état limite ultime d'une fixation mécanique de bardage rapporté » (Cahier du CSTB 1661-V2).

2.3.3. Ossature aluminium

L'ossature sera de conception librement dilatable, conforme aux prescriptions du document « Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 3194_V3), renforcées par celles ci-après :

- Aluminium : série 3000 minimum et présentant une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieure à 110 MPa.
- La coplanéité des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- La résistance admissible des pattes-équerres aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 1 mm.
- L'entraxe des montants est au maximum de 750 mm (ou 645 mm sur COB).

L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par le titulaire la Société Laminam SpA.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Principes généraux de pose

Préalablement à la pose du système LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION l'établissement d'un plan de calepinage précis est nécessaire. Les découpes en forme de L sur les plaques sont à exclure pour les entourages de baies.

Les plaques sont disposées horizontalement ou verticalement.

La pose du système comprend les opérations suivantes :

- Traçage et repérage
- Mise en place de l'ossature
- Mise en place de l'isolation
- Fixation des agrafes à l'ossature
- Pose des plaques sur les pattes-agrales
- Traitement des points singuliers

2.4.2. Pose de l'isolant thermique

L'isolant, certifié ACERMI, est mis en œuvre conformément aux prescriptions des documents : « Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (Cahier du CSTB 3194_V3).

2.4.3. Pose des ossatures aluminium

La mise en œuvre de l'ossature métallique librement dilatable sera conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3, renforcées par celle ci-après :

- La coplanéité des montants doit être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm,
- La résistance admissible de la patte aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 1 mm.
- Profilés en alliage d'aluminium 6060-T5 d'épaisseur 2,5 mm ou 2 mm (cf. fig.11 et 12).
- L'entraxe des montants est au maximum de 750 mm.
- Pour la pose horizontale au droit des joints verticaux les profilés sont doublés.

2.4.4. Mise en place des plaques

La plaque, dans la taille maximale de 1000x3000mm, peut être transportée et mise en place par deux opérateurs, avec l'aide d'outils de manipulation adaptés (ventouses par exemple).

L'installation en étage est habituellement réalisée à l'aide d'échafaudages ou de plates-formes d'élévation.

2.4.5. Pose des pattes-agrales

Les pattes-agrales sont conformes au §2.2.5.1.

Les joints horizontaux entre les plaques sont de 6 à 8mm et les joints verticaux de 6 à 8mm. Les pattes-agrales de départ sont fixées en pied de bardage pour recevoir le premier rang des plaques (cf. fig. 37 et 41). Les pattes-agrales courantes viennent

par la suite coiffer la rangée de plaques du rang inférieur et ainsi de suite. En arrêt haut, des pattes-agrafes d'arrêt viendront maintenir le dernier rang de plaque.

Les pattes-agrafes sont fixées (2 vis ou rivets par patte-agrafes conformes au §2.2.5.2). Elles sont positionnées dans les trous des pattes-agrafes.

2.4.6. Pose des plaques sur les pattes-agrafes

La pose s'effectue à l'avancement de bas en haut, par rangées horizontales successives des plaques.

La rive basse de la plaque céramique est mise en appui sur les griffes supérieures des pattes-agrafes, coiffant ainsi la rangée inférieure des plaques déjà posées.

Une bande adhésive en néoprène est appliquée au niveau de l'agrafe entre la plaque et les profils d'ossature pour éviter les vibrations et la reptation des plaques (cf. fig. 2 et 3).

La plaque est ensuite bloquée en arrêt haut en coiffant celle-ci par les griffes inférieures de pattes d'arrêt (cf. fig. 14).

En linteau, la patte-agrafe la plus à l'extérieur est fixée, puis la plaque est placée, enfin la patte-agrafe la plus à l'intérieur est fixée (cf. fig. 23bis).

Sur les plaques disposées horizontalement, la distance maxi entre la patte-agrafe et le bord de la plaque est 50 mm.

Pour la pose horizontale au droit des joints verticaux les profilés sont doublés (cf. fig. 1).

En cas de disposition verticale des plaques, celles-ci doivent être bloquées aussi sur les côtés verticaux par des pattes-agrafes.

Sur les côtés horizontaux des plaques disposées verticalement, les pattes-agrafes externes sont placés sur le coin (cf. fig. 7).

Le pontage des jonctions entre montants successifs non éclissés de manière rigide, par les plaques LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION est exclu.

En pose verticale :

- pour les plaques jusqu'à 500 mm de large, il est prévu d'utiliser 2 Pattes-agrafes sur le côté court ;
- pour les plaques plus larges que 500 mm et jusqu'à 1000 mm, il est prévu d'utiliser 4 pattes-agrafes sur les côtés courts et un profilé de largeur 140mm (§2.2.6 et tableau du § 1.1.2).

2.4.7. Découpe sur chantier

Une découpe éventuelle des plaques sur chantier doit rester exceptionnelle, la découpe s'effectue sur table de découpe à coupe-verre ou des meuleuses électriques avec des disques diamantés à bande continue de manière à respecter les tolérances définies au paragraphe 2.2.2.

2.4.8. Traitement des joints (cf. fig. 15 et 17)

Les éléments standards sont disposés de façon à laisser des joints horizontaux et verticaux d'une largeur comprise entre 6 et 8 mm.

2.4.9. Compartimentage vertical de la lame d'air

Un compartimentage de la lame d'air devra être prévu en angle des façades adjacentes ; ce cloisonnement réalisé en matériau durable (tôle d'acier galvanisé au moins Z 275 ou d'aluminium) devra être propre, sur toute la hauteur du bardage, à s'opposer à un appel d'air latéral.

2.4.10. Ventilation de la lame d'air

Une lame d'air est toujours ménagée entre nu externe de la paroi support ou de l'isolant et face arrière du relief d'accroche de 20 mm minimum ainsi que les entrées et sorties d'air conformément au Cahier du CSTB 3194_V3.

L'épaisseur minimale de la lame d'air dépend de la hauteur du bâtiment ainsi que les entrées et sorties d'air conformément aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3.

La lame d'air présente derrière le parement céramique doit être de 20 mm au minimum ou 40 mm lorsque la réglementation incendie l'exige.

La continuité de cette lame d'air est assurée y compris dans les points singuliers.

2.4.11. Pose en habillage de sous-face (cf. fig. 28 et 28bis)

L'opération de pose en habillage de sous-face consiste à fixer les profilés sur des pattes-équerres disposées dos à dos. Pour revendiquer les mêmes performances au vent que la pose verticale il faut augmenter la densité des fixations (entraxe maximale entre les fixations de 500 mm) et tenir en compte du poids propre du procédé dans le dimensionnement au vent. On place les plaques et on fait coulisser les pattes-agrafes centrales et on les fixe avec les rivets ou les vis (décrits au §2.2.5.2). On répète le procédé jusqu'à la rive.

Pour la fixation de la dernière rangée des plaques, un joint minimal de 50 mm entre l'extrémité du profilé et le mur doit être ménagé. La dernière rangée de plaques est fixée.

La mise en œuvre en sous-face est admise pour le système « LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION » sur les parois horizontales en béton neuves ou déjà en service inaccessibles (à plus de 3 m du sol), sans aire de jeux à proximité, en respectant les préconisations suivantes :

- La plus petite dimension de la plaque est limitée à 500 mm, la plus grande dimension peut atteindre jusqu'à 3000 mm,
- Les entraxes des montants d'ossature et des agrafes donnés sont limités à 500 mm,
- Les pattes-équerres sont doublées,

- Mise en œuvre d'un profilé de rejet d'eau ou constitution d'un déport goutte d'eau en pied de bardage,
- L'ossature porteuse de la sous-face doit être indépendante des ouvrages de façade.

2.4.12. Points singuliers

Les figures 18 à 26 constituent un catalogue d'exemples de solution pour le traitement des points singuliers.

2.4.13. Sécurité incendie

Le guide « Protection contre l'incendie des façades en béton ou en maçonnerie revêtues de systèmes d'isolation thermique extérieure par bardage rapporté ventilé » est à prendre en compte pour l'application des paragraphes 5.2.1 et 5.4 de l'IT249 de 2010 mis à jour en 2016.

2.5. Pose sur COB (cf. fig. 29 à 34)

2.5.1. Principes généraux de pose sur paroi de COB

La paroi de COB conforme au NF DTU 31.2 de 2019 est limitée à une hauteur de 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 1 à 4 et/ou en situation a à d.

Les situations a, b, c et d sont définies dans le NF DTU 20.1 P3.

Un film pare-pluie testé pour 5000h UV, conforme au NF DTU 31.2 de 2019 sera mis en œuvre sur la paroi de la COB. Il sera maintenu par des profils tubulaires verticaux (cf. fig.13a et 13b), fixés sur les montants verticaux de la COB.

Ils peuvent être prépercés en usine et sur chantier.

En situations a, b et c, les panneaux de contreventement de la COB peuvent être positionnés coté intérieur ou coté extérieur de la paroi. Une lame d'air d'épaisseur minimale de 40 mm est systématiquement constituée en partie arrière des plaques.

L'ossature est constituée de profilés tubulaires en acier, elle est fractionnée à tous les niveaux.

En aucun cas, le pare-pluie ne devra pas être posé contre les plaques LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION (lame d'air de 40 mm minimum).

Les figures 29 à 34 illustrent les dispositions minimales de mise en œuvre sur COB.

2.5.2. Pose sur un triple réseau en pose horizontale et verticale

Le triple réseau est nécessaire pour la pose des plaques Laminam disposées verticalement et pour les configurations du tableau 2 en pose horizontale.

Le triple réseau se compose d'un premier réseau de tasseaux verticaux de section minimale 20x40 mm fixé au droit des montants de COB et ayant pour but de fixer le pare pluie sur lequel vient se fixer un second réseau horizontal constitué de tasseaux de section minimale 50x60mm, avec entraxe maximal de 1000 mm, fixés au droit des ossatures de la COB avec vis à bois en acier inox, exemple type Etanco FTLX120060, Vis TPS 6x120 (120 mm de longueur); Pk à l'arrachement: 5,30 kN (ancrage de 50mm dans les montants de COB), puis d'un troisième réseau vertical constitué de profils tubulaires en acier. Ces profils sont en acier S220 GD au minimum et sont conformes au Cahier du CSTB 3194_V3, avec surface d'appui minimale de 65 mm (140 mm en pose verticale) et une profondeur minimale de 40mm (lame d'air). Ces profilés ont une longueur limitée à 3m et sont fixés dans le réseau horizontal de tasseau précédemment posé par vis, exemple de type Hilti S-MD 51 S 5,5x50 de 50 mm de longueur et de Pk à l'arrachement selon P30 310 de 3,33 kN mini (ancrage de 50mm mini).

2.6. Entretien et remplacement

2.6.1. Entretien

Le seul entretien prévu se limite à un nettoyage périodique à l'éponge imbibée d'eau savonneuse.

Les plaques peuvent avoir le traitement antipollution « Ambience » sur demande spécifique.

2.6.2. Remplacement d'un panneau

2.6.2.1. Remplacement d'une plaque posée horizontalement (cf. fig. 44 à 49)

On dévisse les vis des pattes-agrafes supérieures de la plaque à remplacer et on les fait glisser à droite et à gauche de façon à dégager la plaque endommagée.

Si des rivets ont été utilisés, il est nécessaire de percer chaque rivet des pattes-agrafes supérieures de la plaque à remplacer. Ensuite, on fait glisser les agrafes à droite ou à gauche de façon à dégager la plaque endommagée. Pour ce faire, il faudra utiliser des forets d'un diamètre inférieur à 3 mm pour éviter le risque d'agrandir l'ancien trou.

On remplace la plaque céramique et on place la nouvelle en appui en rive basse, sur les griffes supérieures des pattes-agrafes coiffant la plaque inférieure. On refait glisser les pattes-agrafes préalablement déplacées sur la nouvelle plaque. On fixe les vis des pattes-agrafes à l'ossature. Les fixations de remplacement à utiliser sont des vis décrites au §2.2.5.

La performance au vent est conservée après remplacement.

2.6.2.2. Remplacement d'une plaque posée verticalement (cf. fig. 50 à 55)

On dévisse les vis des pattes-agrafes supérieures de la plaque à remplacer et on les fait glisser à droite et à gauche. On dévisse les vis des 3 premières lignes en haut des pattes-agrafes latéraux de la plaque à remplacer et on les fait glisser vers le bas de façon à dégager la plaque endommagée.

Si des rivets ont été utilisés, il est nécessaire de percer chaque rivet des pattes-agrafes qui doivent être déplacés. Pour ce faire, il faudra utiliser des forets d'un diamètre inférieur à 3 mm pour éviter le risque d'agrandir l'ancien trou.

On remplace la plaque céramique et on place la nouvelle l'insérant dans les pattes-agrafes latéraux en appui en rive basse sur les griffes supérieures des pattes-agrafes coiffant la plaque inférieure. On refait glisser les pattes-agrafes préalablement déplacées sur la nouvelle plaque. On fixe les vis des pattes-agrafes à l'ossature. Les fixations de remplacement à utiliser sont des vis décrites au §2.2.5.

La performance au vent est conservée après remplacement.

2.6.3. Ancrage d'échafaudage

Les réparations sont réalisées conformément au §2.6.2.

2.7. Traitement en fin de vie

Pas d'information apportée.

2.8. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.8.1. Fabrication

Les plaques Laminam 5+ sont fabriquées par la société Laminam SpA en son usine de Fiorano Modenese (Italie) ou de Borgo Val di Taro (Italie), certifiée ISO 9001.

Les pattes-agrafes MFT-CV HILTI sont fabriquées par la Société HILTI en Allemagne.

Le fabricant bénéficie d'un certificat .

2.8.2. Contrôles de fabrication

La fabrication des éléments « LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION » fait l'objet d'un autocontrôle systématique régulièrement surveillé par le CSTB, permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Tous les contrôles sont faits dans la Société Laminam dans son usine certifiée suivant la procédure UNI EN ISO 9001 -2008.

2.8.2.1. Sur matières premières (selon plan de contrôle LAMINAM)

- Réception de l'argile, roches granitiques et métamorphiques à composant feldspathique ;
- Réception de la natte ;
- Réception de la colle polyuréthane bi composant ;

Matières premières

- Humidité / 1 fois par semaine
- ton/pollution / 1 fois par semaine
- Perte au feu / 1 fois par semaine
- Retrait / 1 fois par mois
- Absorption / 1 fois par mois
- Viscosité de la colle/ chaque lot

Coloration / Atomiseur

- Humidité / chaque préparation
- Ton / chaque lot
- Colorimètre / chaque lot
- Surveillance de la radioactivité des pâtes /1 fois par année
- Content ZrO2-Lab est / chaque nouvel atomiseur

Natte en fibre de verre

- Poids / chaque lot

Colle bi composant

- Durée de vie du mélange / chaque lot
- Viscosité / chaque lot

2.8.2.2. En cours de fabrication (selon plan de contrôle LAMINAM)

Pressage et séchage

- Inspection visuelle / chaque plateau

- Décoration
- Densité
- Viscosité

Cuisson

- Inspection visuelle / chaque plateau
- Epaisseur / chaque plateau
- Dimensions / chaque plateau
- Absorption AA% /chaque jour
- Charge de rupture /chaque plateau

2.8.2.3. Sur produits finis (selon plan de contrôle LAMINAM)

- Tonalité chromatique, défauts /toutes les plaques

Collage

- Contrôle de la quantité de colle
- Déchirure (pour vérifier l'adhésion de la natte à la plaque) / chaque tour
- Flexions /chaque jour
- Adhésion / chaque jour
- Contrôle des mélanges / chaque semaine

Découpage

- Control dimensionnel / chaque deux heures
- Control visuel / chaque tour

Emballage

- Contrôle des plaques emballées /toutes les plaques
- Vérification des caractéristiques de résistance en flexion selon NF EN ISO 10545-4 :

Valeurs certifiées  : $\geq 35 \text{ N/mm}^2$

Contrôles sur les pattes-agrafes

- Contrôle dimensionnel et contrôle visuel + certificat matière à la réception

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Mesure dimensionnelle (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164081/1, 20164080/1, 20164079/1.
- Absorption d'eau (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164090.
- Porosité ouverte (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164091/1.
- Densité (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164091/1.
- Résistance à la flexion (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164084.
- Résistance à la flexion finition lisse (essais Modena Centro prove) : n° 20160623/1.
- Résistance à la flexion finition structurée (essai Modena Centro prove) : n° 20158568/1.
- Résistance à la flexion après des cycles gel/dégel (Essais Modena Centro Prove): n° 20164088/1.
- Dilatation humide (Essais Modena Centro Prove) : n° 20164095/1.
- Dureté superficielle (Essais TCNA) : n° TCNA-292-13.
- Résistance à l'abrasion (Essais Modena Centro Prove) : n°20124073/2.
- Coefficient de dilatation thermique linéique (Essais Modena Centro Prove) : n° 20124073/4.
- Résistance aux chocs thermique (Essais Modena Centro Prove) : n° 20166114/1.
- Résistance chimique (Essai Main Laboratory Sassuolo) : n° 12172/2013.
- Résistance au gel (Essais Modena Centro Prove) : n° 20124073/3.
- Essais de résistance aux effets du vent : rapport d'essais n° 304096 du 18/02/2013, n° 358552 du 12/02/2019 et n°358553 du 12/02/2019, réalisé à l'Istituto Giordano.
- Résistance à la charge statique au vent : rapport d'essais n° FaCeT 17-26068347 -1 selon Cahier 3517.
- Essais de résistance aux chocs : rapport d'essais n° 314590 du 15/04/2014 réalisé à l'Istituto Giordano.
- Rapport d'essai de résistance aux chocs n° FaCeT 16-26065515 réalisé le 15/11/2016 au CSTB selon Cahier 3534 et P08 302.
- Essais de résistance aux chocs : rapport d'essais n° 343732 du 11/07/2017 réalisé de Istituto Giordano.
- Essais de résistance aux chocs : rapport d'essais n° 358552 du 12/02/2019 et n°358553 du 12/02/2019, réalisés à l'Istituto Giordano.
- Essais de classement de réaction au feu pour les plaques Laminam 5+ : rapport de classification n°RA25-0127 de juillet 2024.

- Essai Pelage, rapport d'essai n° 323624, réalisé de Istituto Giordano.
- Essais sismiques : rapport d'essai n°MRF 19 26074122 du 21/05/2018 réalisé au CSTB.

2.9.2. Références chantiers

Laminam SpA réalise des chantiers de bardage rapporté depuis plus de vingt ans en Europe.
En France 31000 m² de bardages rapportés avec pattes-agrafes ont été réalisés depuis 2017.

Tableau du Dossier Technique

| Caractéristique | Unité | Norme | Valeur |
|--|-------------------|--------------|--|
| Absorption d'eau | % en masse | ISO 10545-3 | Valeur moyenne 0,1% (<0,3%) |
| Porosité ouverte | % | ISO 10545-3 | Valeur moyenne 0,11% (<0,2%) |
| Densité | g/cm ³ | ISO 10545-3 | Valeur moyenne 1,59 g/cm ³ |
| Résistance en flexion | N/mm ² | ISO 10545-4 | Valeur moyenne 50 N/mm ² Valeur minimum 35 N/mm ² |
| Résistance à la flexion après des cycles gel/dégel | N/mm ² | ISO 10545-4 | Valeur moyenne 50 N/mm ² Valeur minimum 35 N/mm ² |
| Dilatation humide | % | ISO 10545-10 | Valeur moyen 0,01% |
| Dureté superficielle | Mohs | EN 101 | ≥ 5 |
| Résistance à l'abrasion | mm ³ | ISO 10545-6 | ≤ 175 |
| Coefficient de dilatation thermique linéique | K ⁻¹ | ISO 10545-8 | 6,6 x10 ⁻⁶ m/m°C |
| Résistance aux chocs thermiques | - | ISO 10545-9 | résistant |
| Résistance chimique | - | ISO 10545-13 | aucun effet visible |
| Résistance au gel | - | ISO 10545-12 | résistant |

Tableau 4 - Caractéristiques mécaniques et générales

Schémas du Dossier Technique



Figure 1 – Principe de mise en œuvre

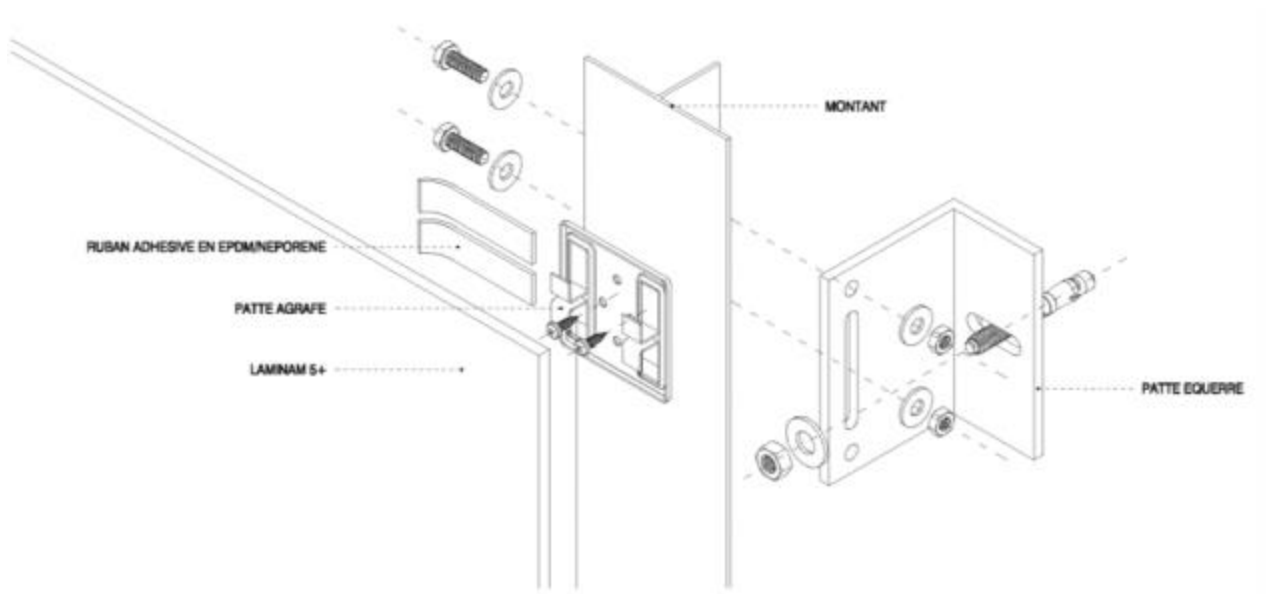


Figure 2 - Principe de mise en œuvre

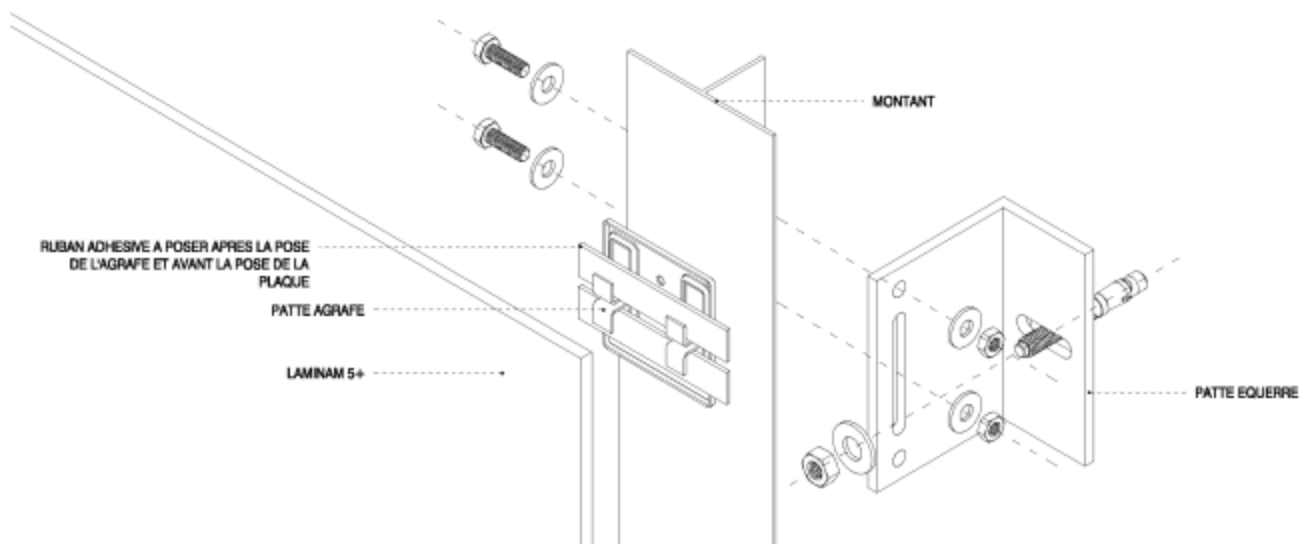


Figure 3 – Principe de mise en œuvre : positionnement de la bande résiliente

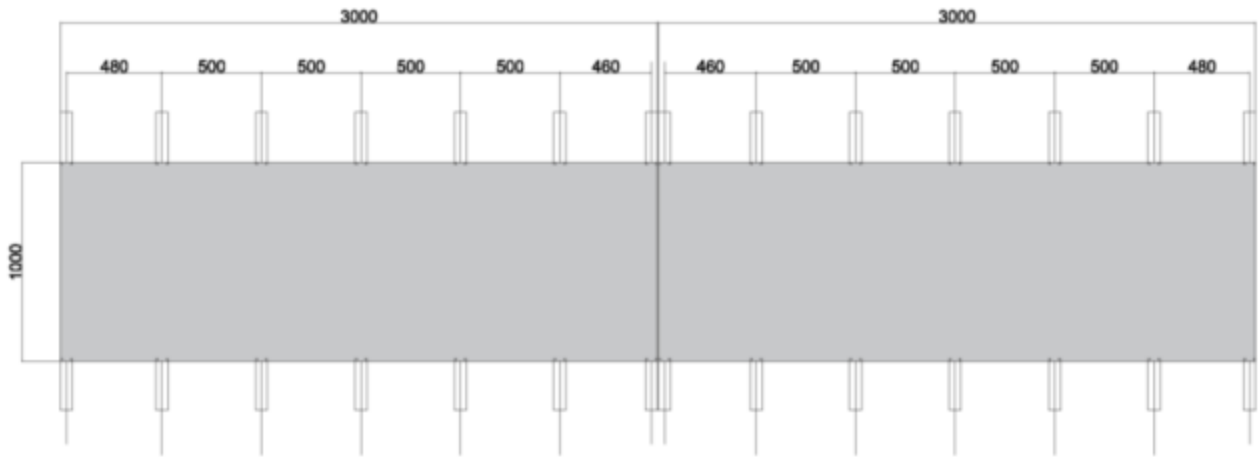


Figure 4 - Plaques 1000x3000 disposées horizontalement - 7 pattes-agrafes (14 demi-agrafes) par plaque Schéma de principe 1000x3000mm

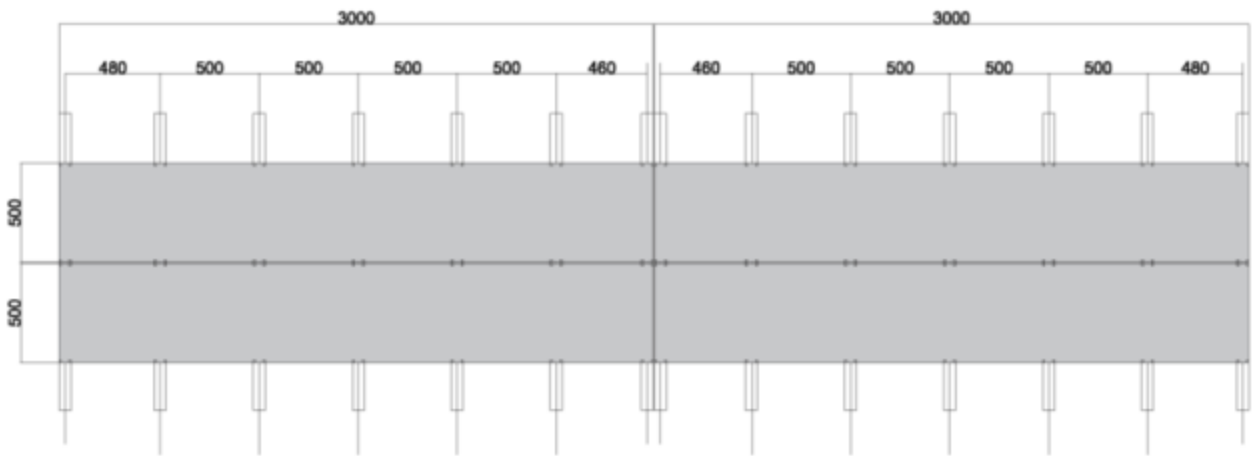


Figure 5 - Plaques 500x3000 disposées horizontalement - 7 pattes-agrafes (14 demi-agrafes) par plaque Schéma de principe 500x3000mm

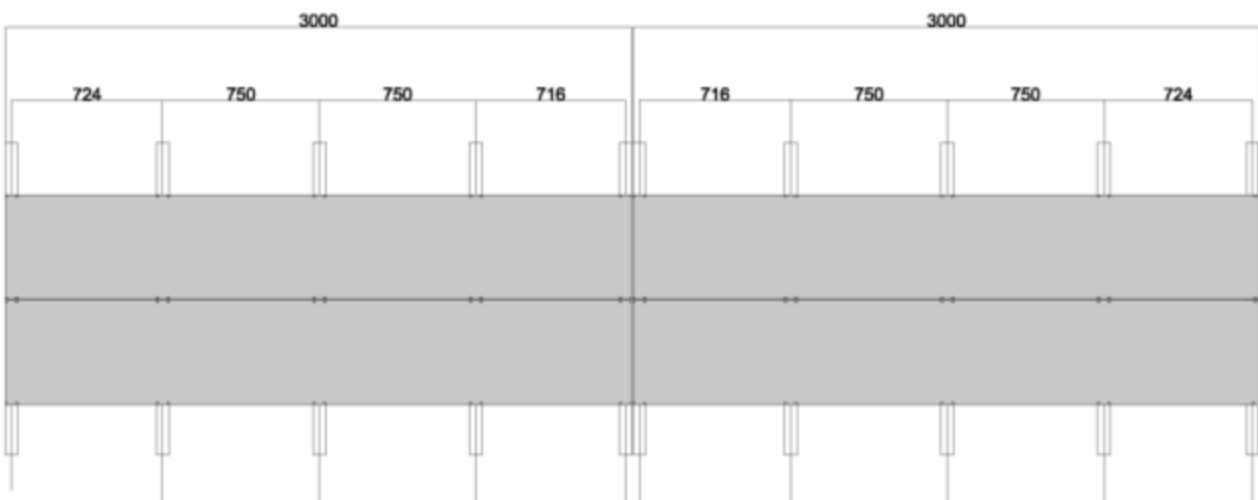


Figure 6 - Plaques 500x3000 mm disposées horizontalement - 5 pattes-agrafes (10 demi-agrafes) par plaque Schéma de principe 500x3000mm

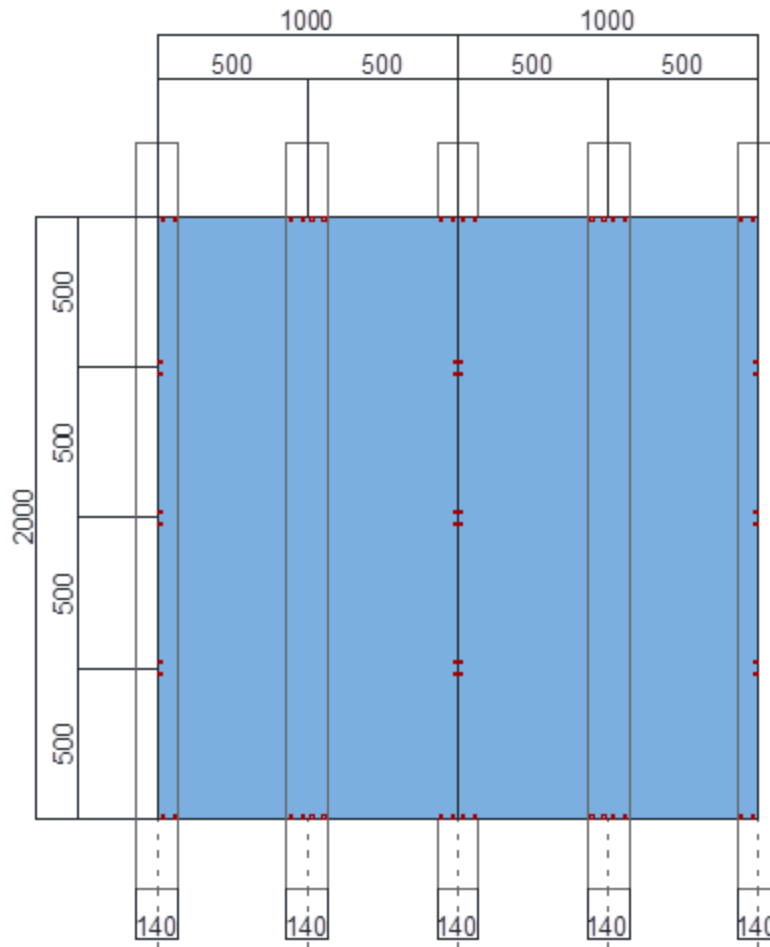


Figure 7 - Plaques 1000x2000 disposées verticalement - 7 pattes-agrafes (14 demi-agrafes) par plaque

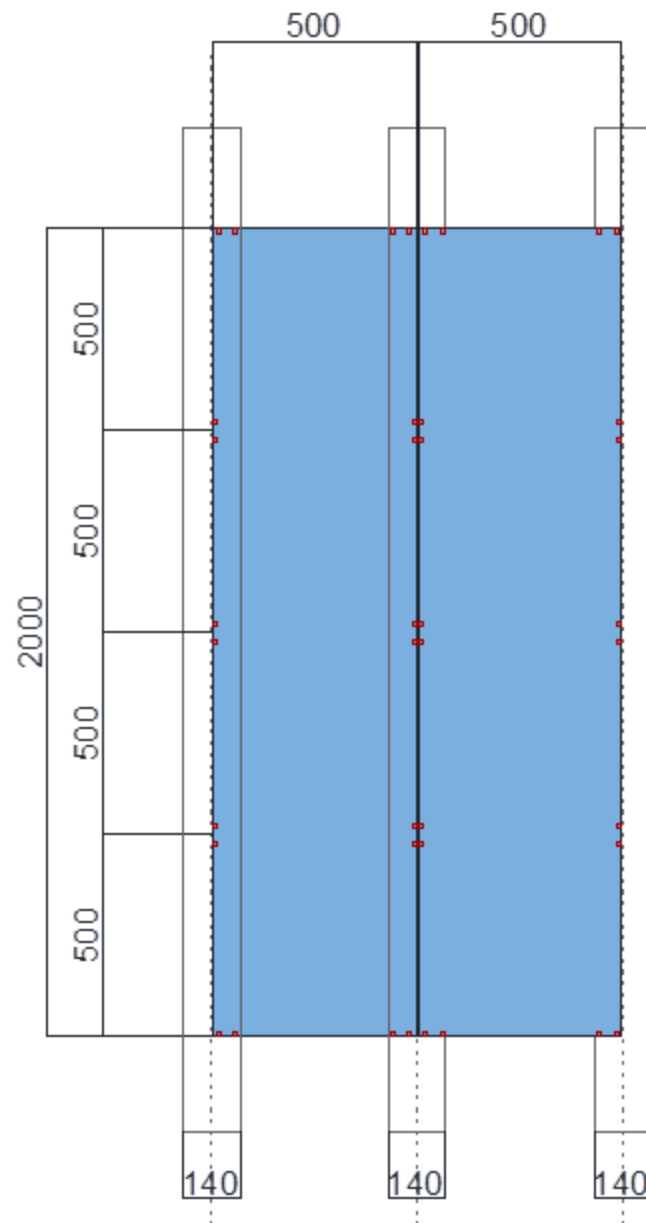


Figure 8 - Plaques 500x2000 disposées verticalement – 5 pattes-agrafes (10 demi-agrafes) par plaque

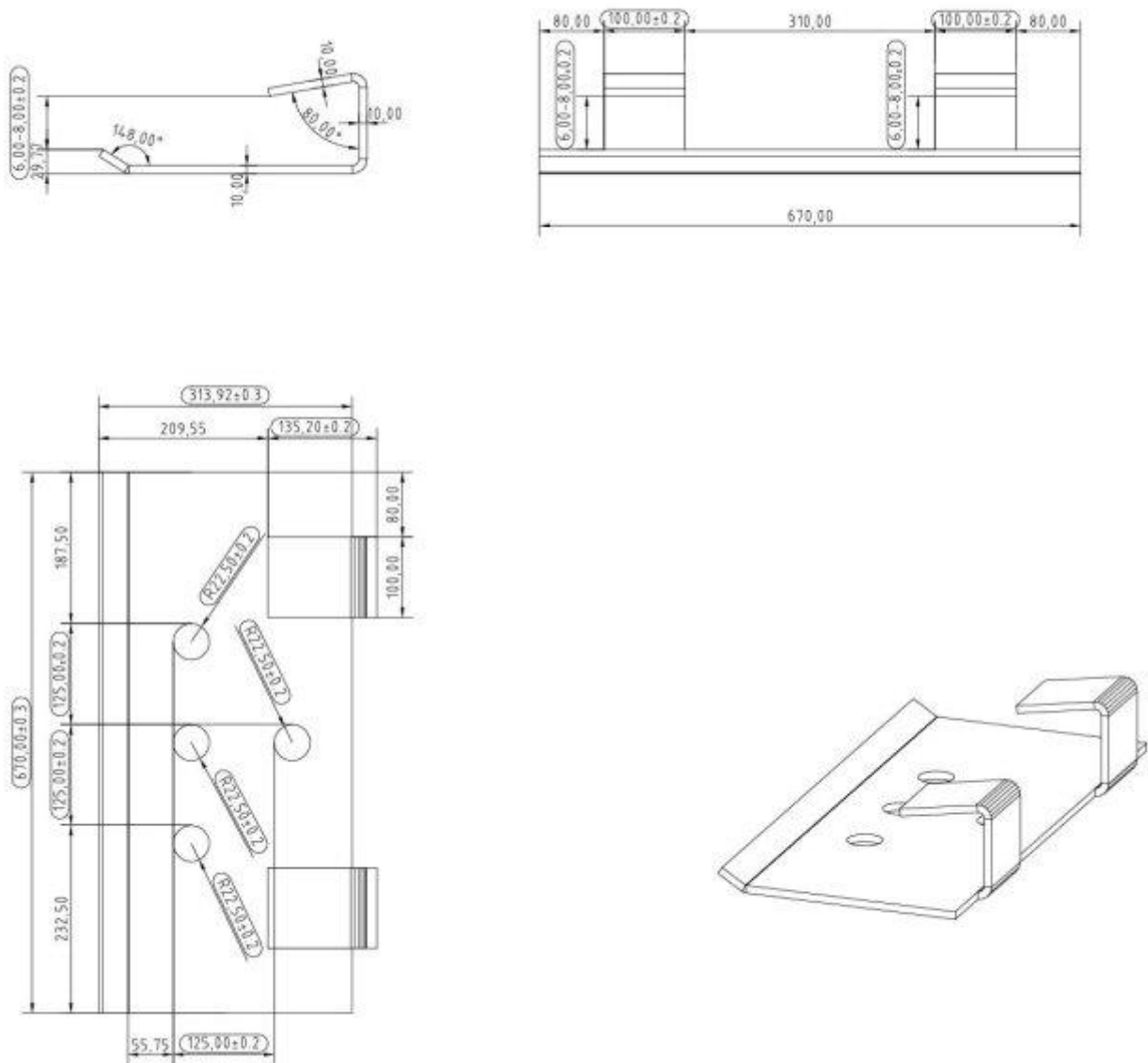


Figure 9– Patte-agrafe de départ

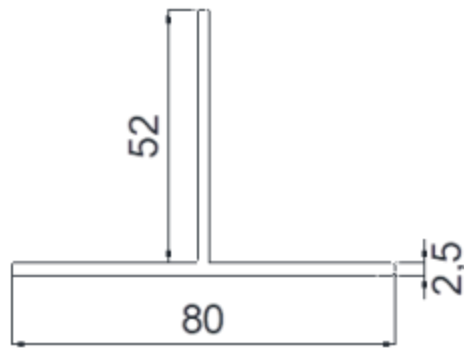


Figure 11b – Exemple des profils en T - Profilé pour fixation avec vis - Pose horizontale

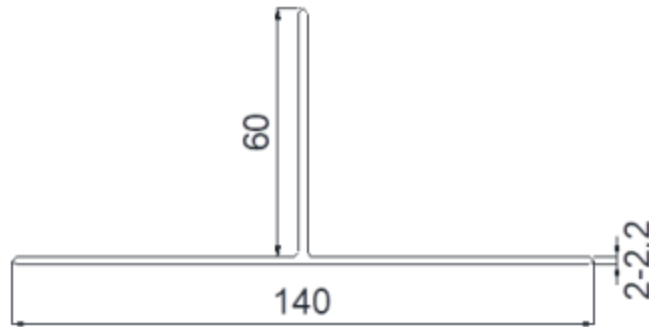


Figure 11c – Exemple des profils en T - Profilé pour fixation avec vis - Pour la pose verticale

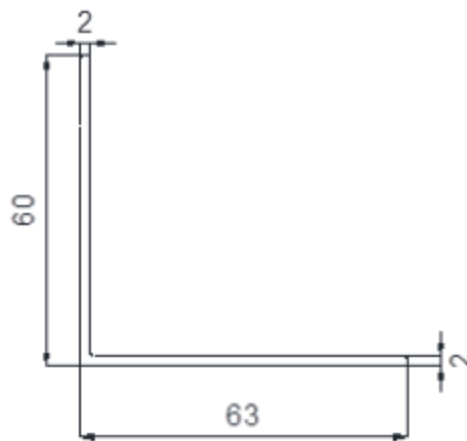


Figure 12a – Exemple des profils en L - Pose horizontale - Profilé pour fixation avec rivet

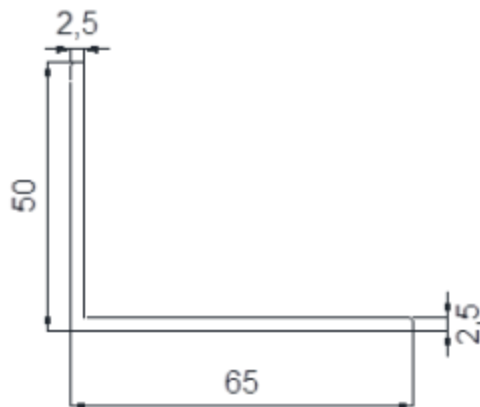


Figure 12b – Exemple des profils en L - Pose horizontale - Profilé pour fixation avec vis

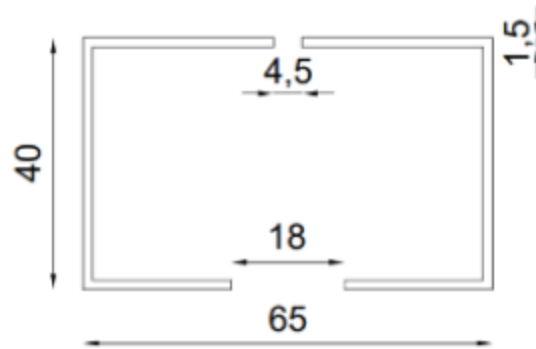


Figure 13a – Exemple de profils tubulaires en acier - Pour la pose horizontale sur COB

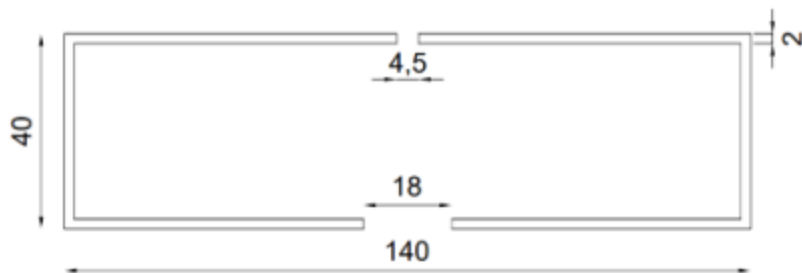


Figure 13b – Exemple de profils tubulaires en acier - Pour la pose verticale sur COB

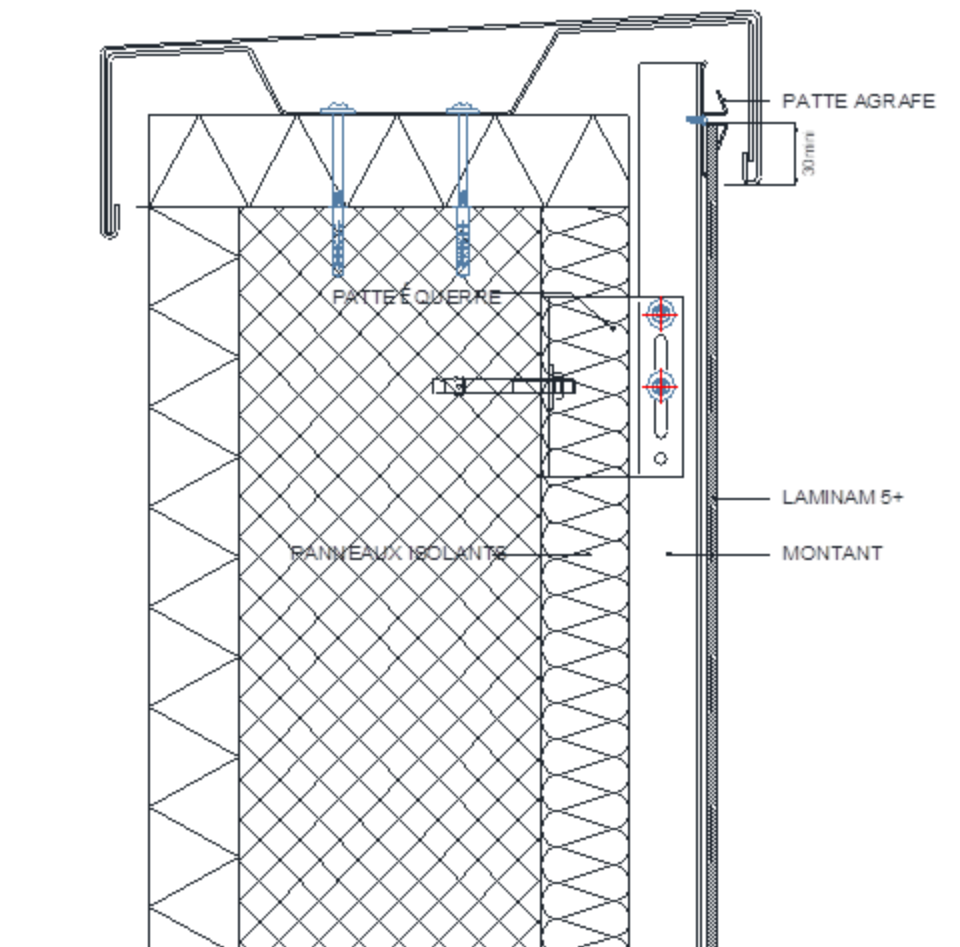


Figure 14 – Acrotère

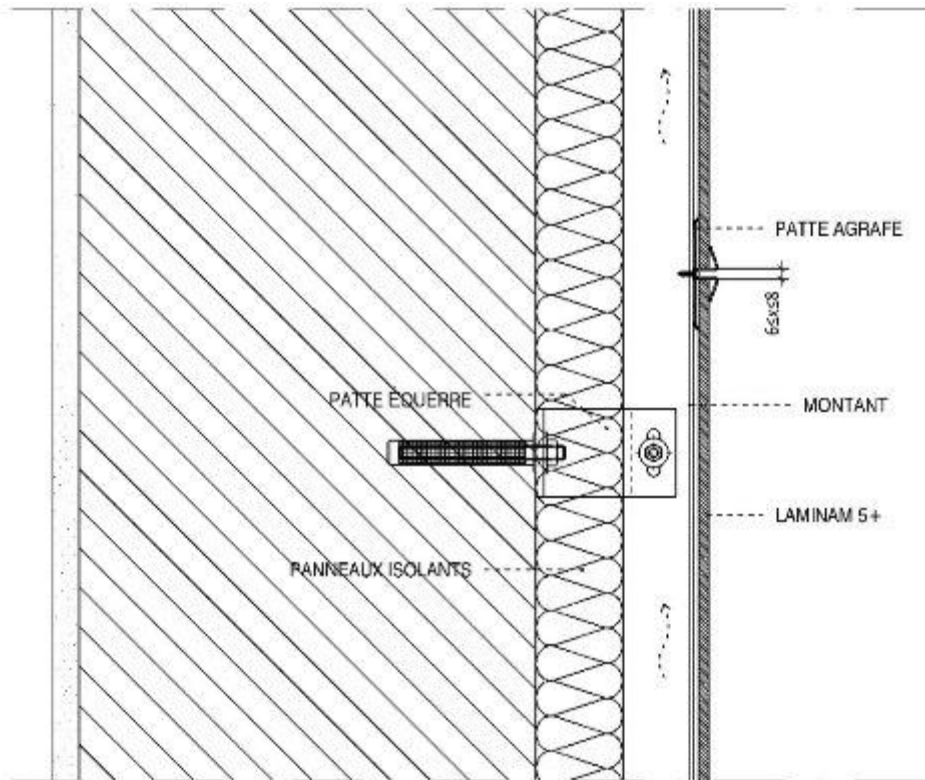


Figure 15 - Joint horizontal (coupe verticale)

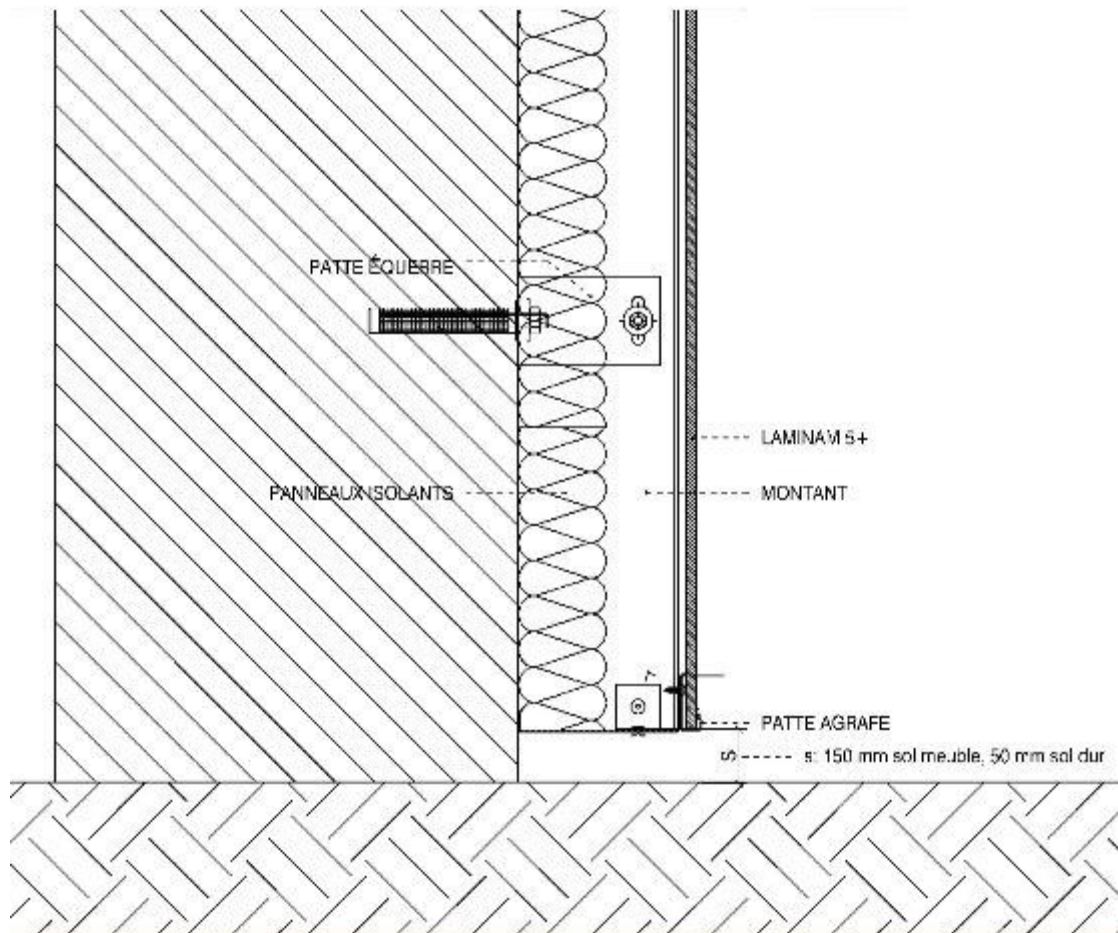


Figure 16- Départ de bardage

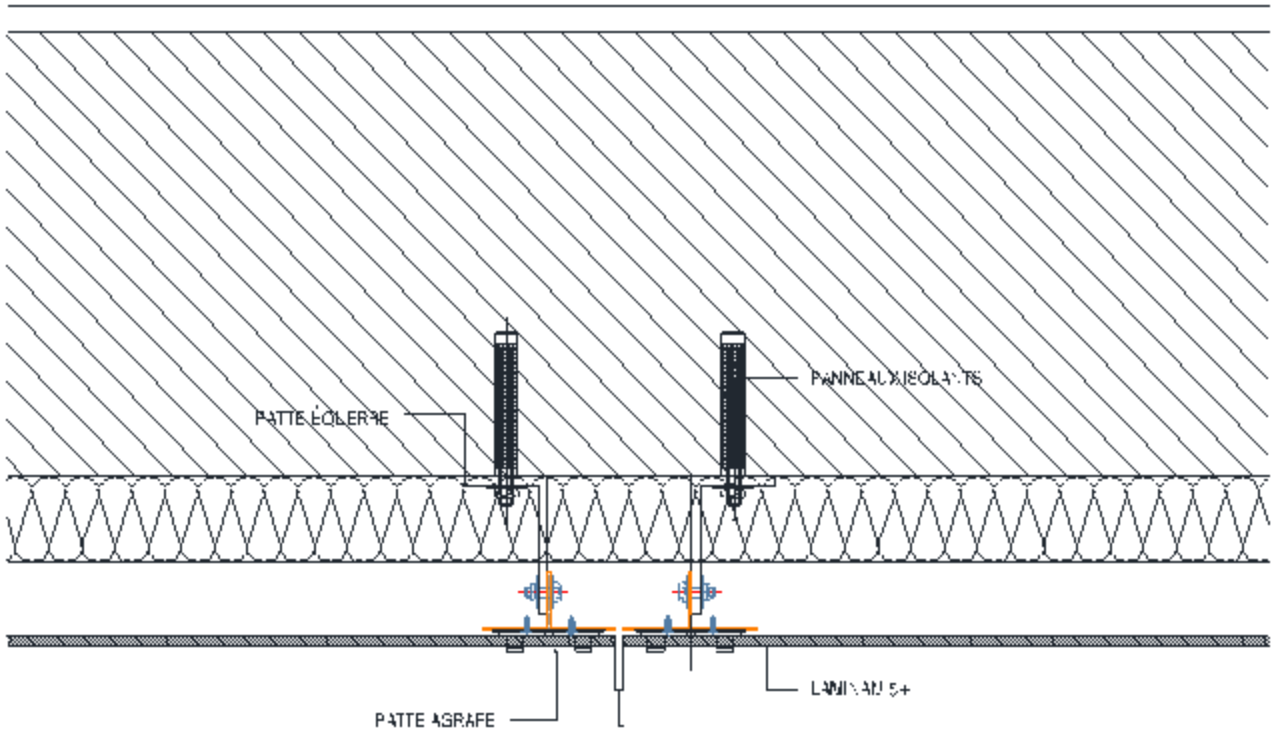


Figure 17 - Joint vertical (coupe horizontale) - Montant T

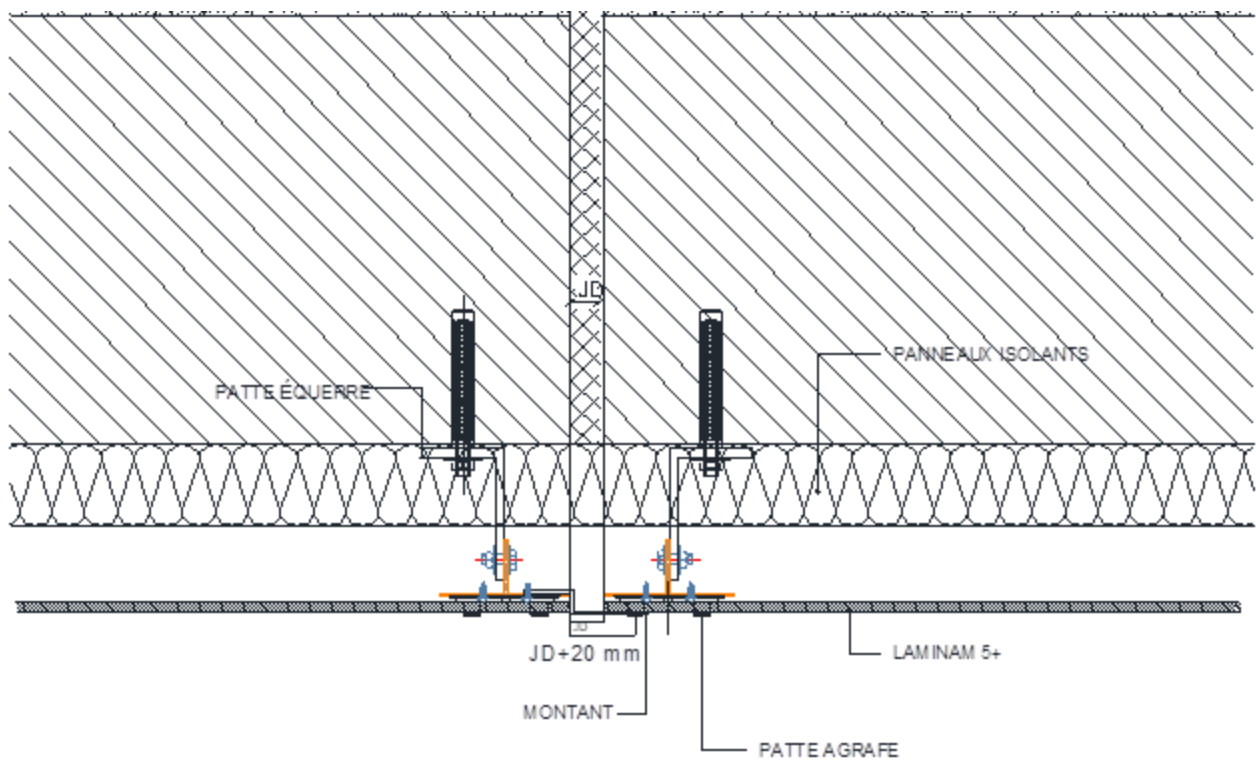


Figure 18 - Joint de dilatation

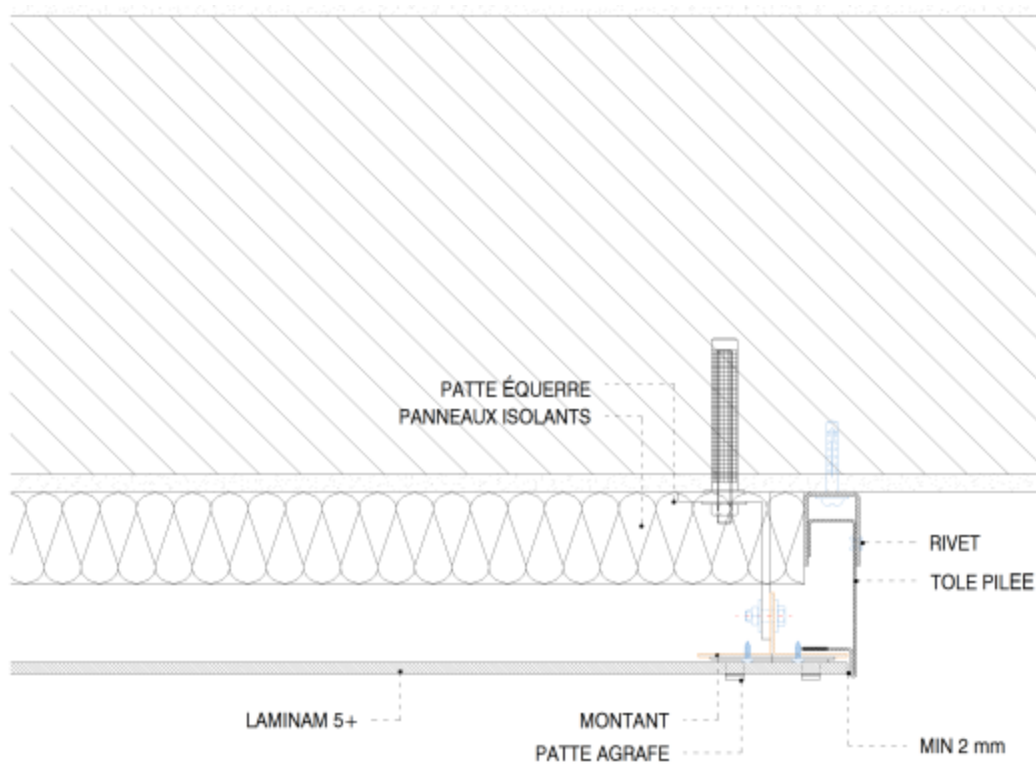
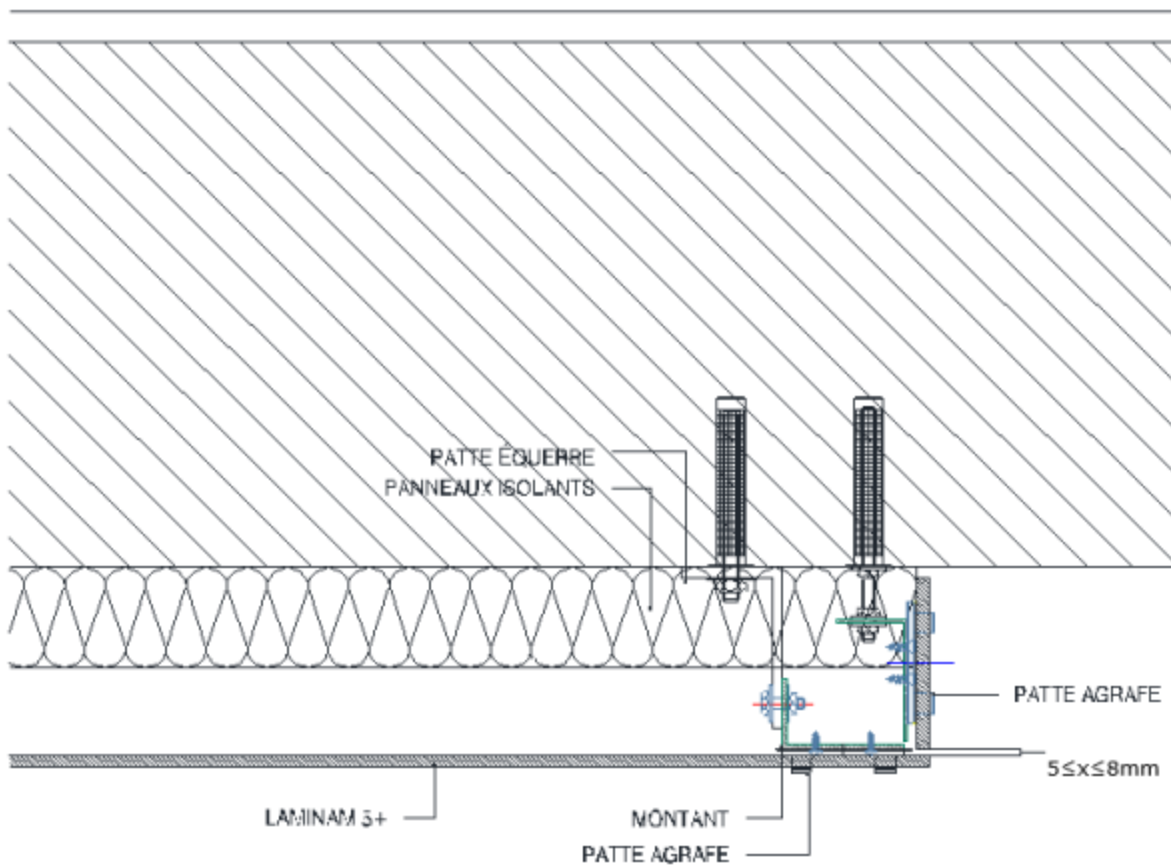


Figure 19 - Arrêt latéral en tôle pilée en aluminium



La largeur sera égale à l'épaisseur de l'isolant + l'épaisseur de la lame d'air. il n'y a pas de limite de largeur.

Jusqu'à 10 cm de largeur on utilise une patte-agrafe; pour des largeurs plus grandes il est nécessaire d'utiliser deux pattes agrafes.

Figure 20- Arrêt latéral en Laminam 5+

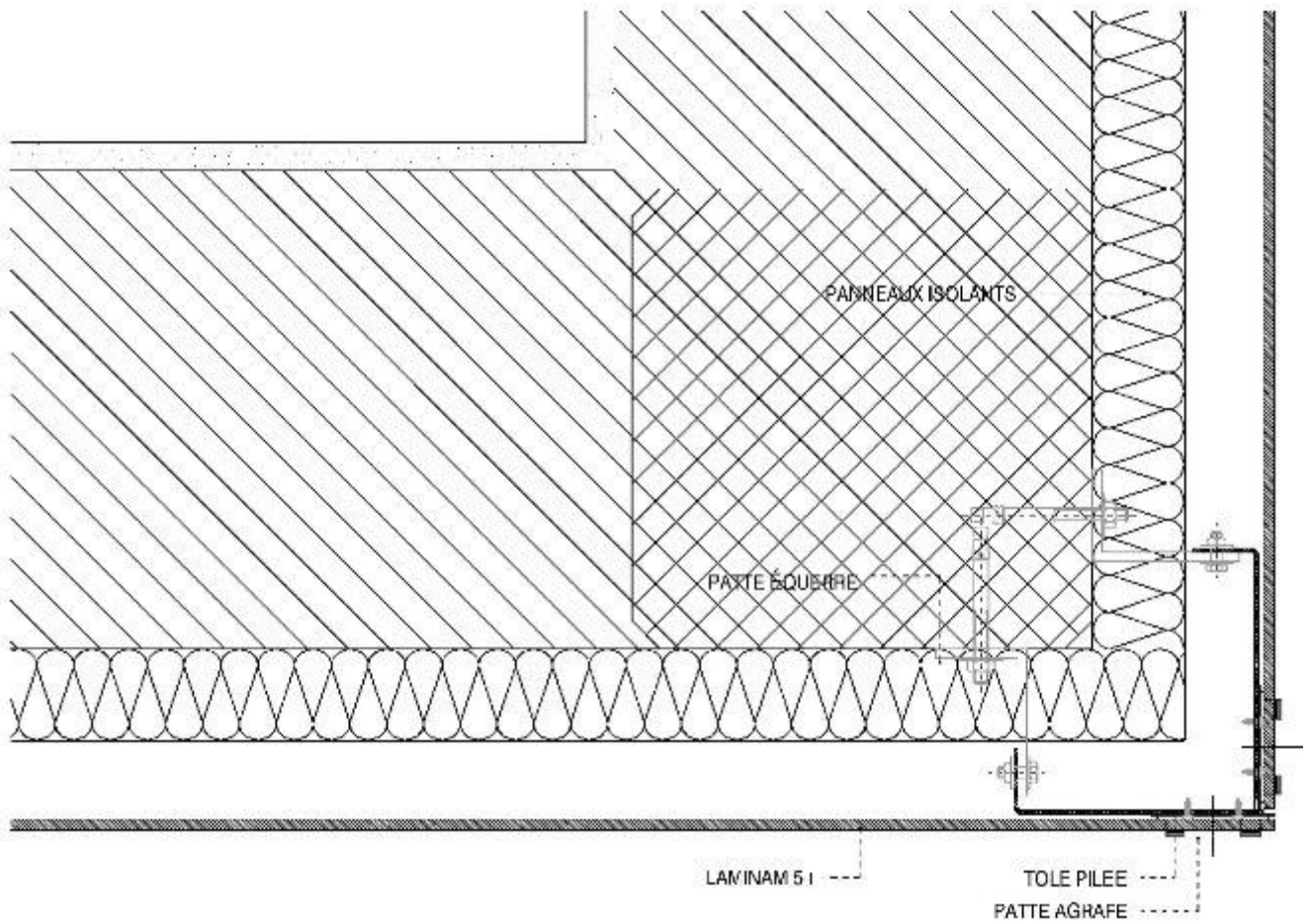


Figure 21 - Angle sortant

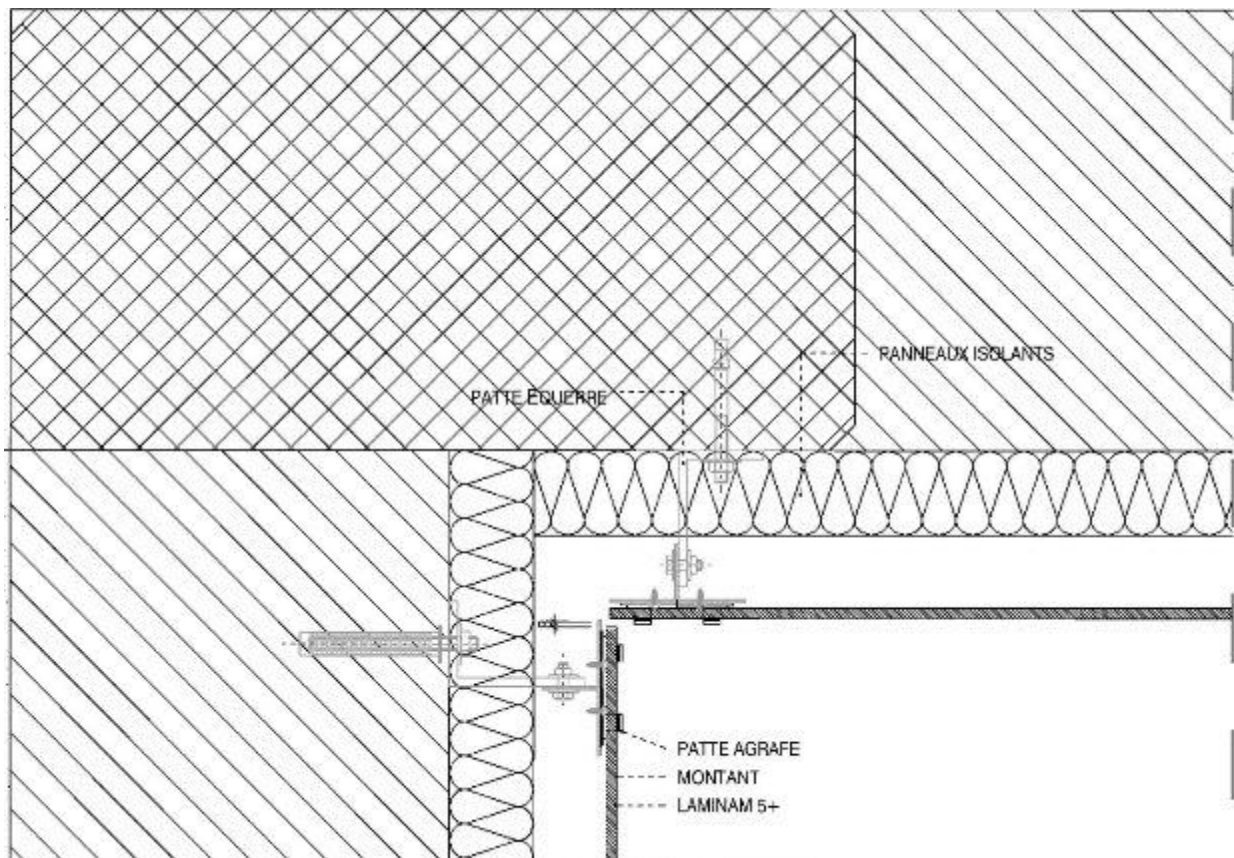


Figure 22 - Angle rentrant

Pose de la plaque en linteau (cf. § 2.4.6)

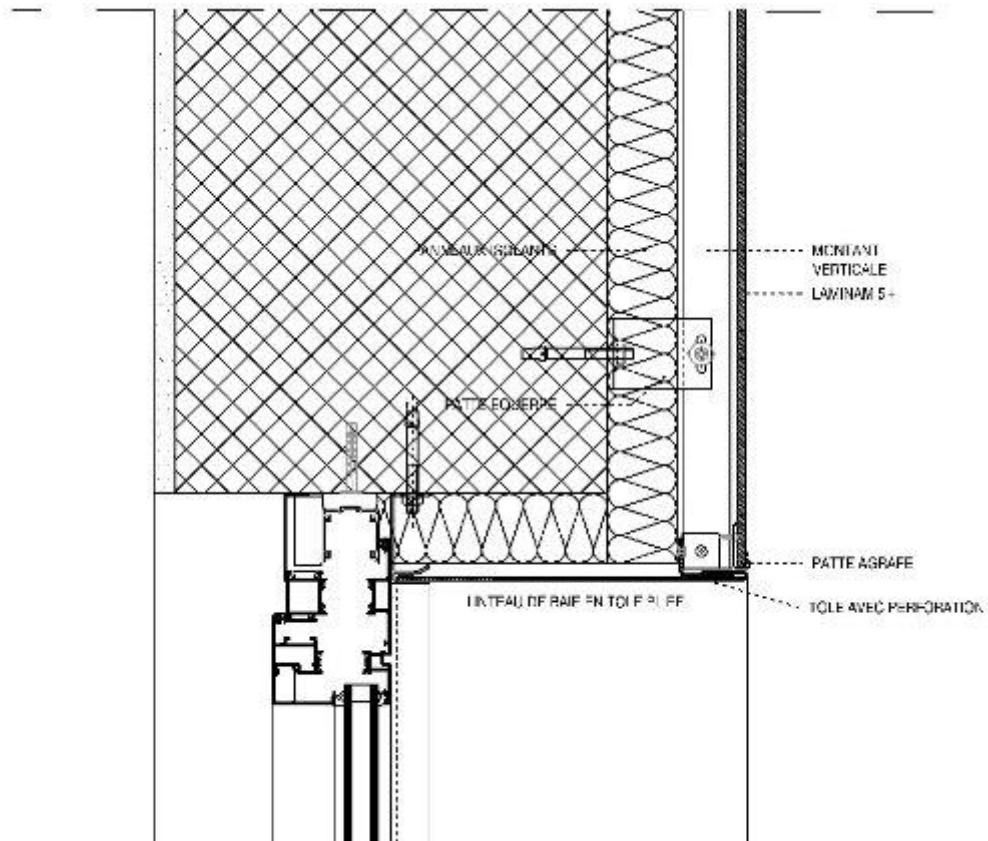


Figure 23 - Linteau en tôle pilée (alu - ép. 1mm)

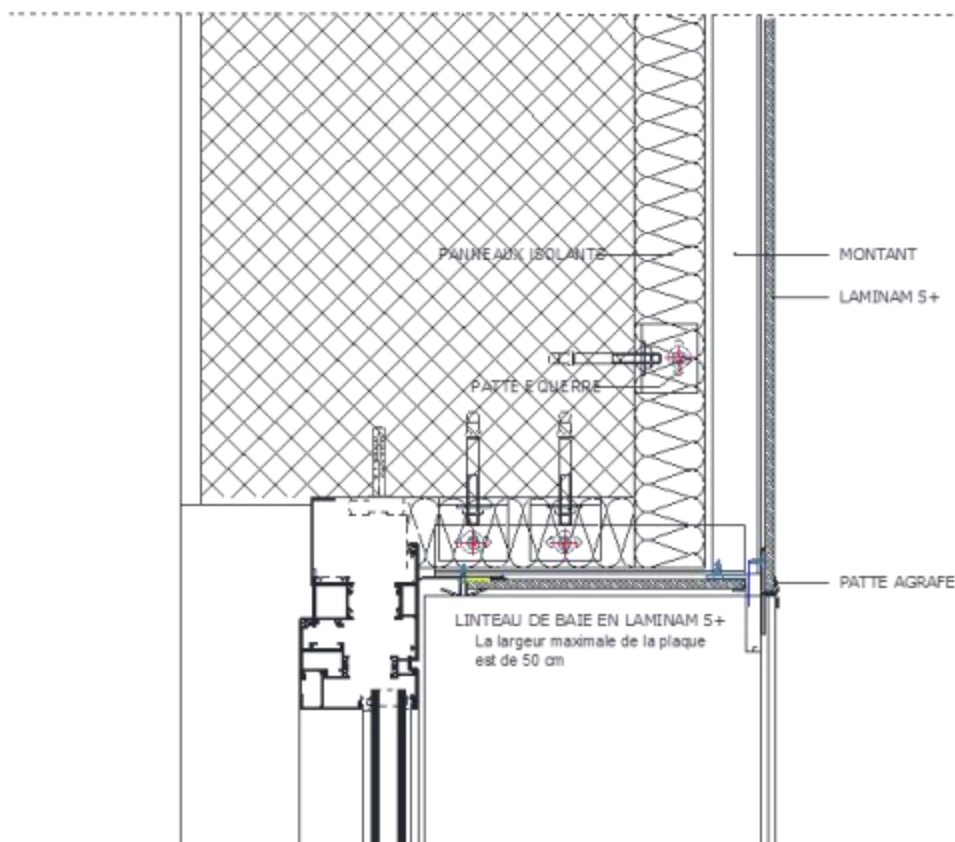


Figure 23bis - Linteau en Laminam 5+

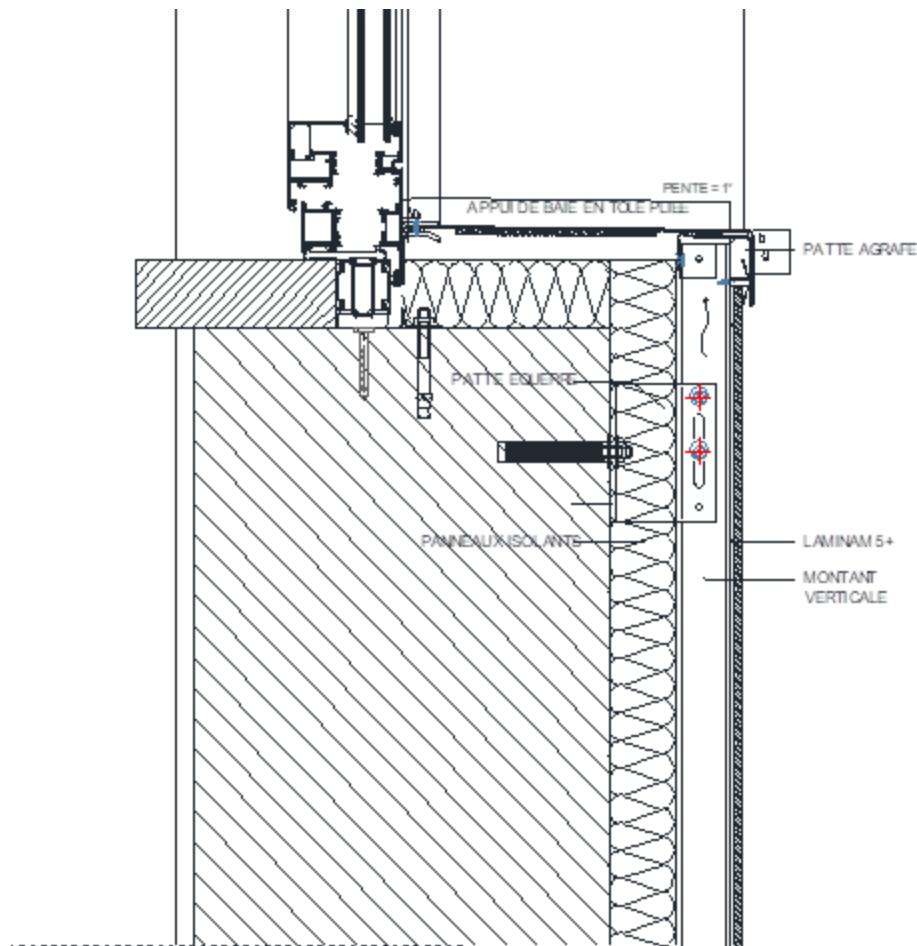


Figure 24 - Appui de baie en tôle pliée

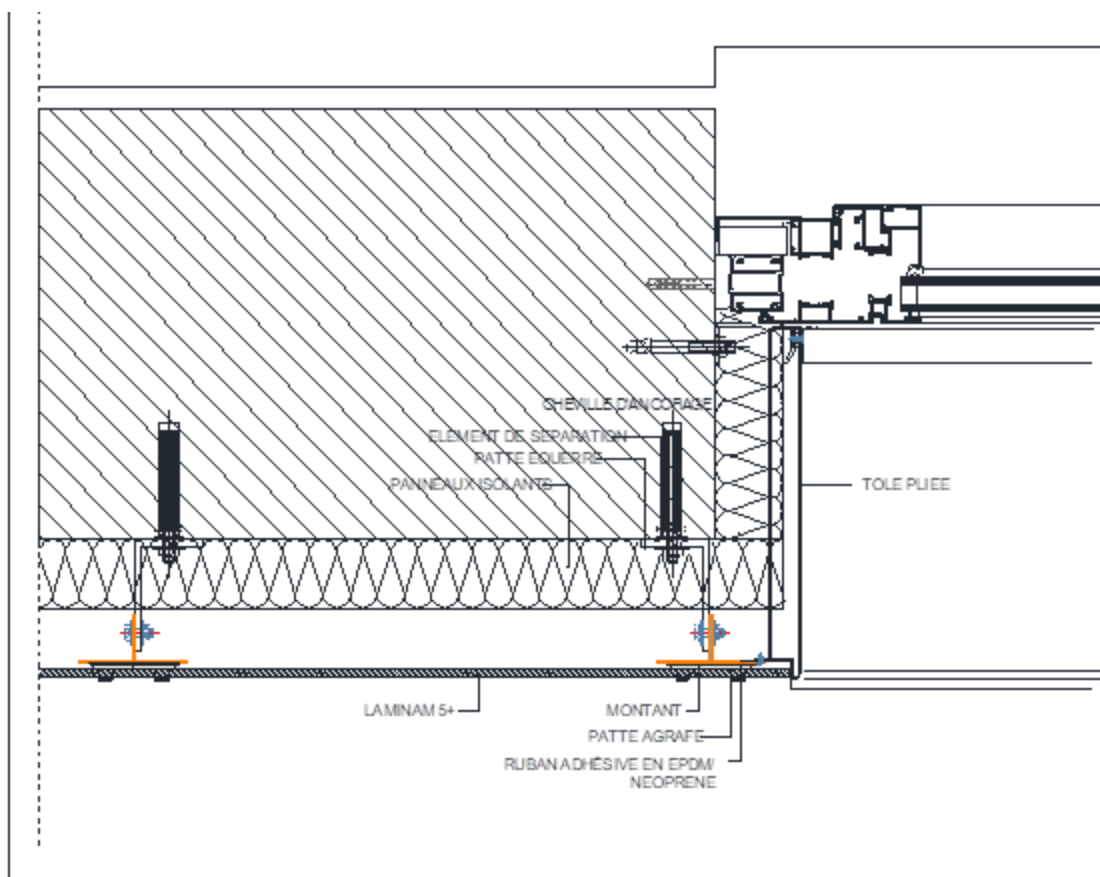


Figure 25- Tableau en tôle pliée

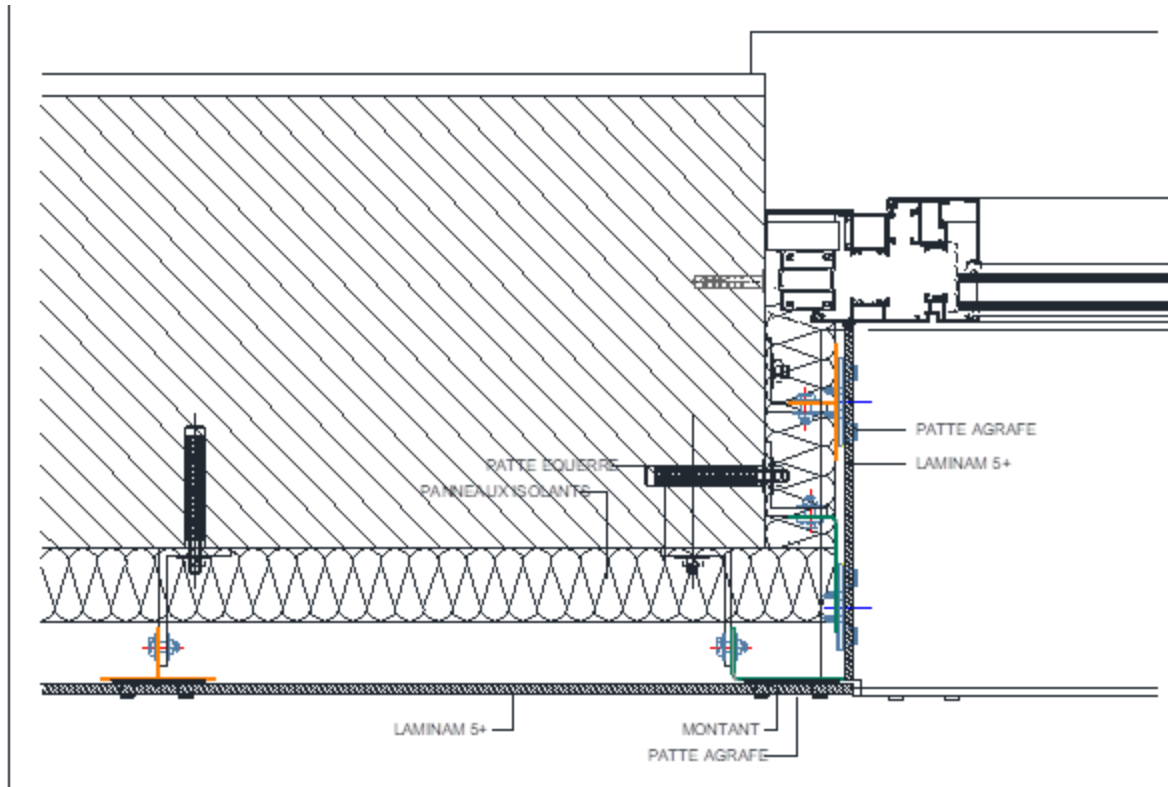


Figure 26 - Tableau en Laminam

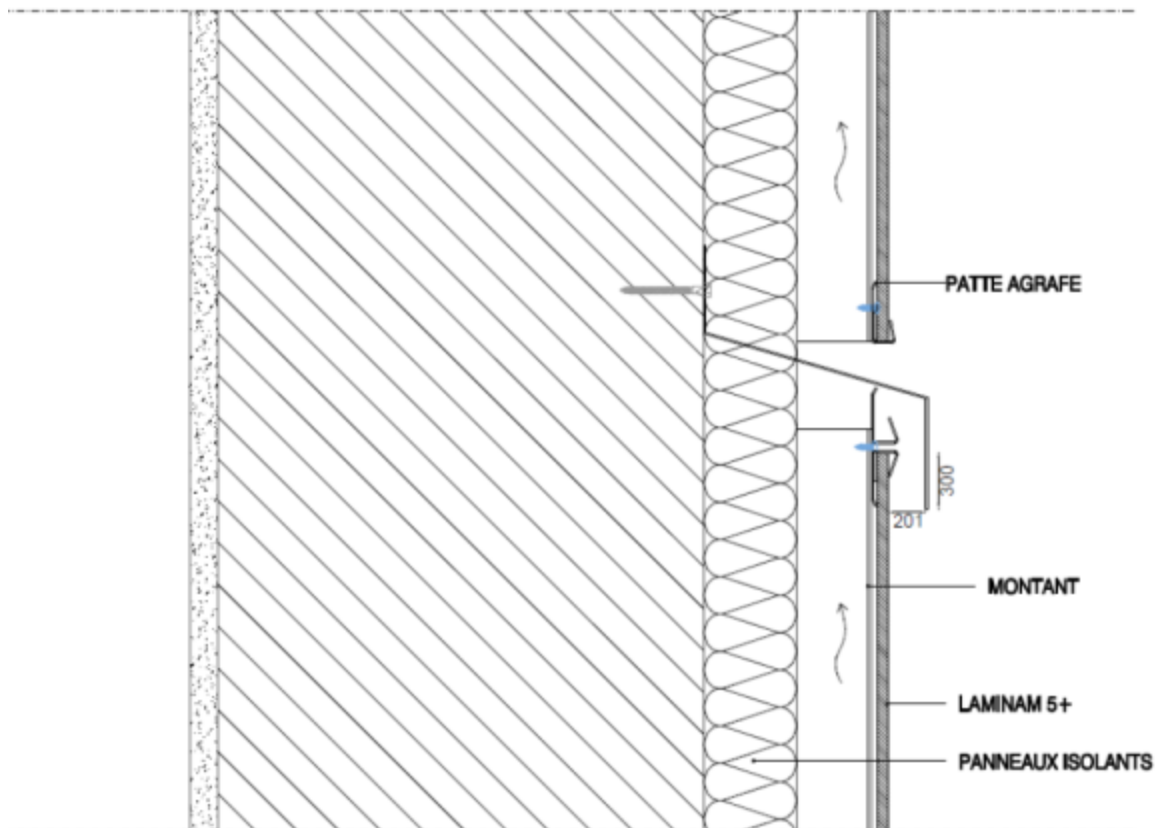


Figure 27 - Fractionnement de l'ossature et de la lame d'air

Pose en sous-face

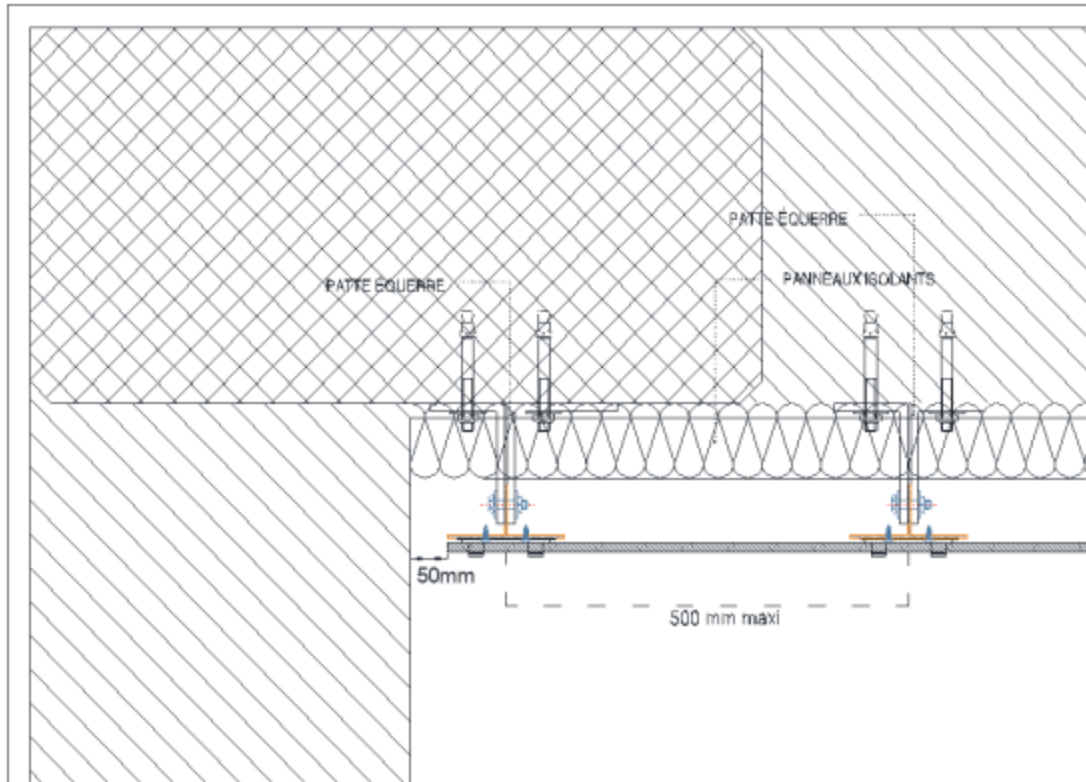


Figure 28 - Pose en sous-face

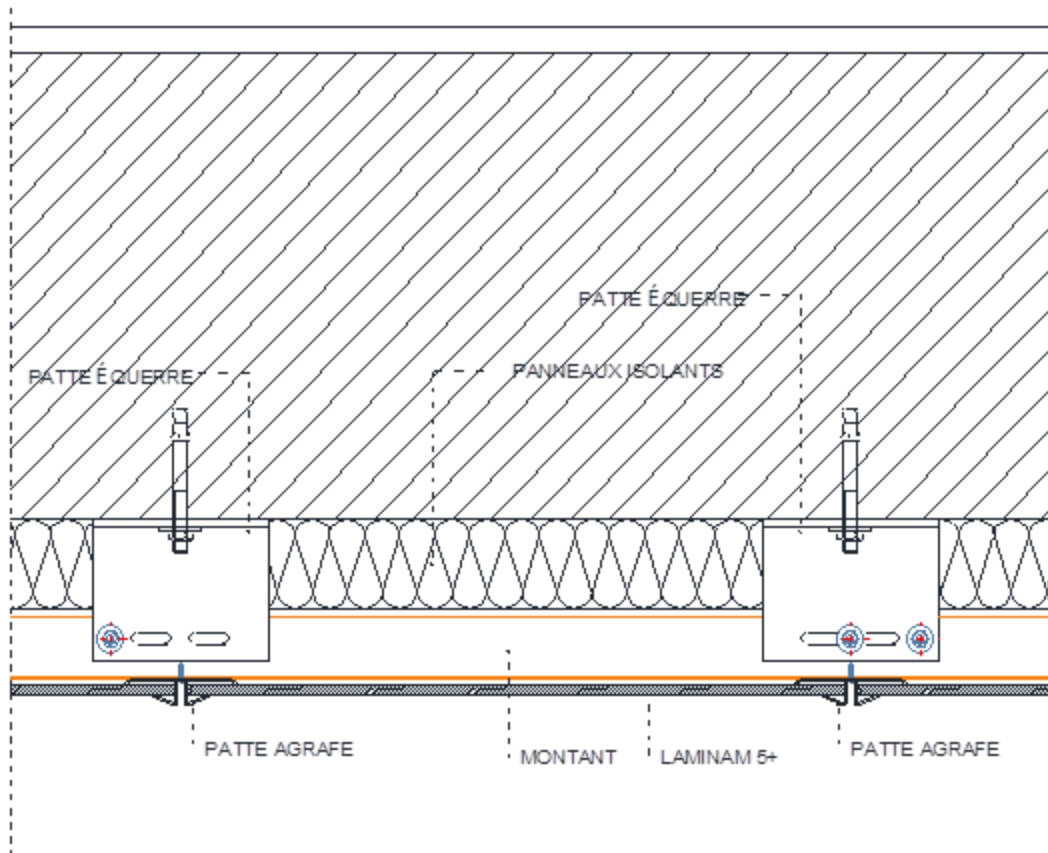


Figure 28bis - Pose en sous-face – coupe transversale

Pose sur COB

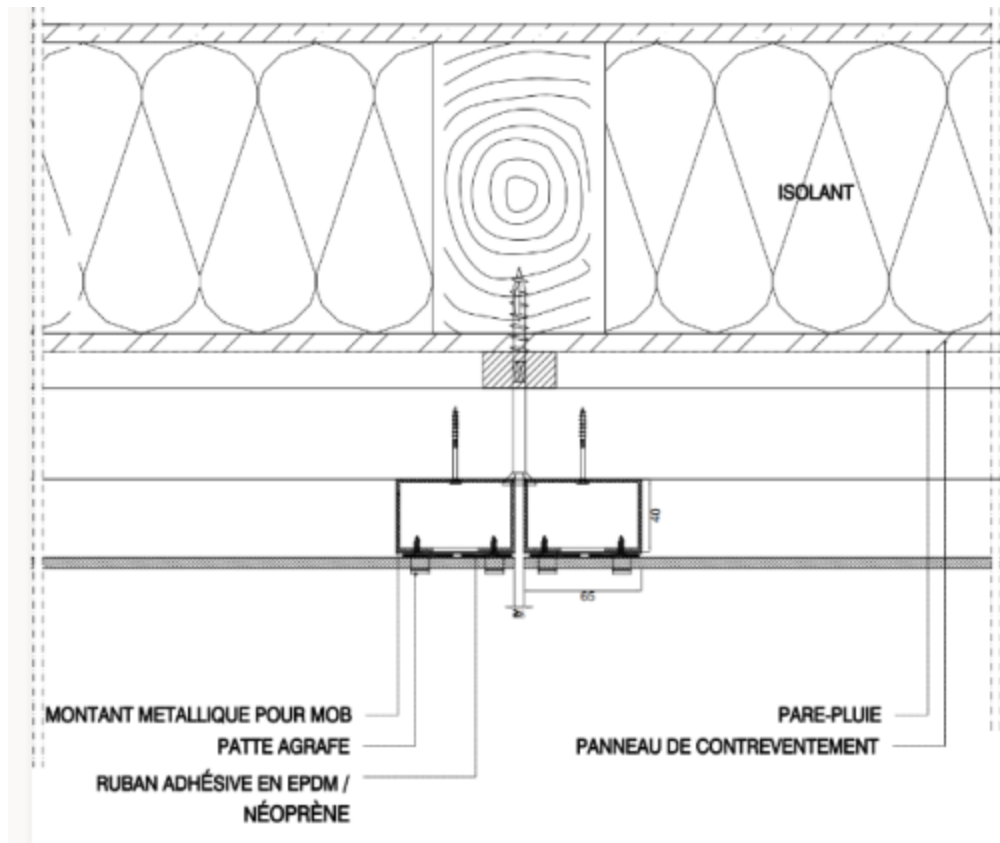


Figure 29 - Triple réseau - Coupe horizontale - Pose sur COB

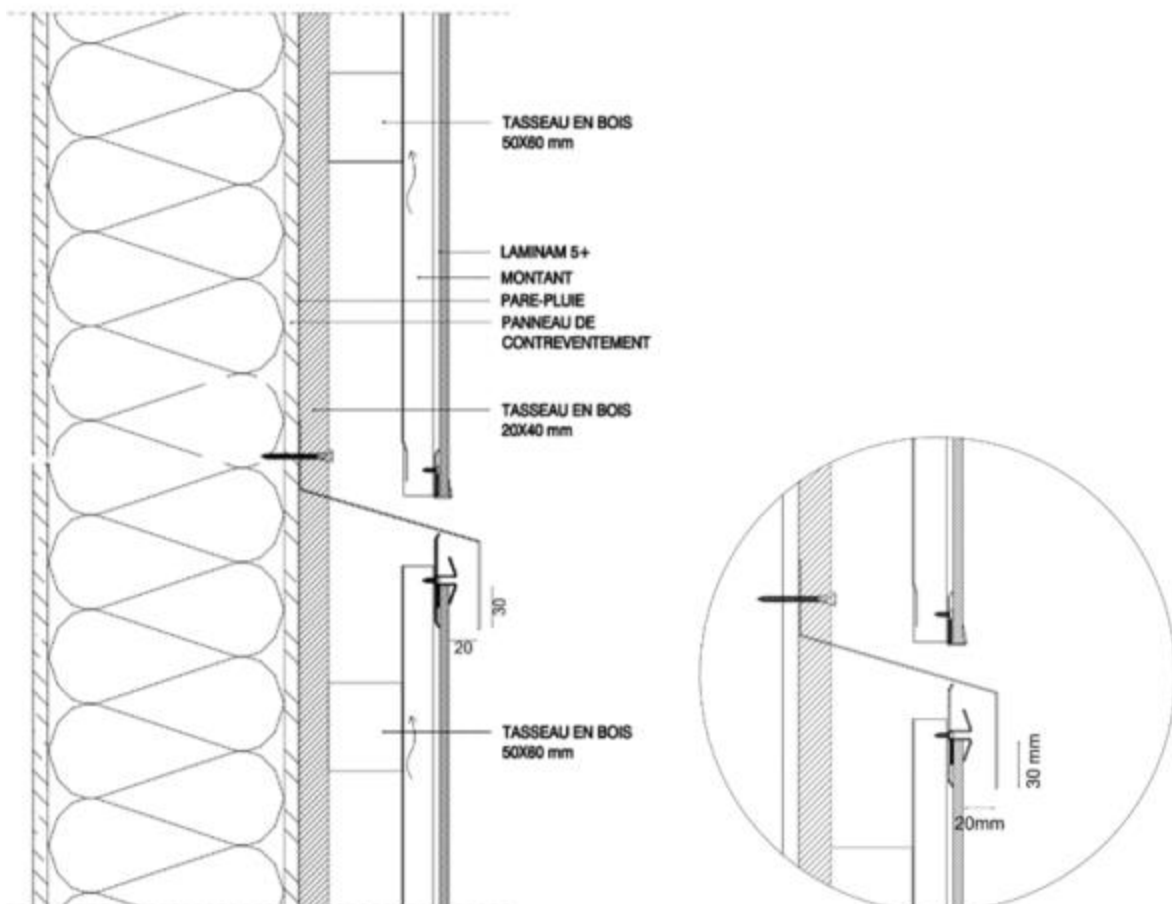


Figure 30 - Triple réseau - Recoupement de la lame d'air - Pose sur COB

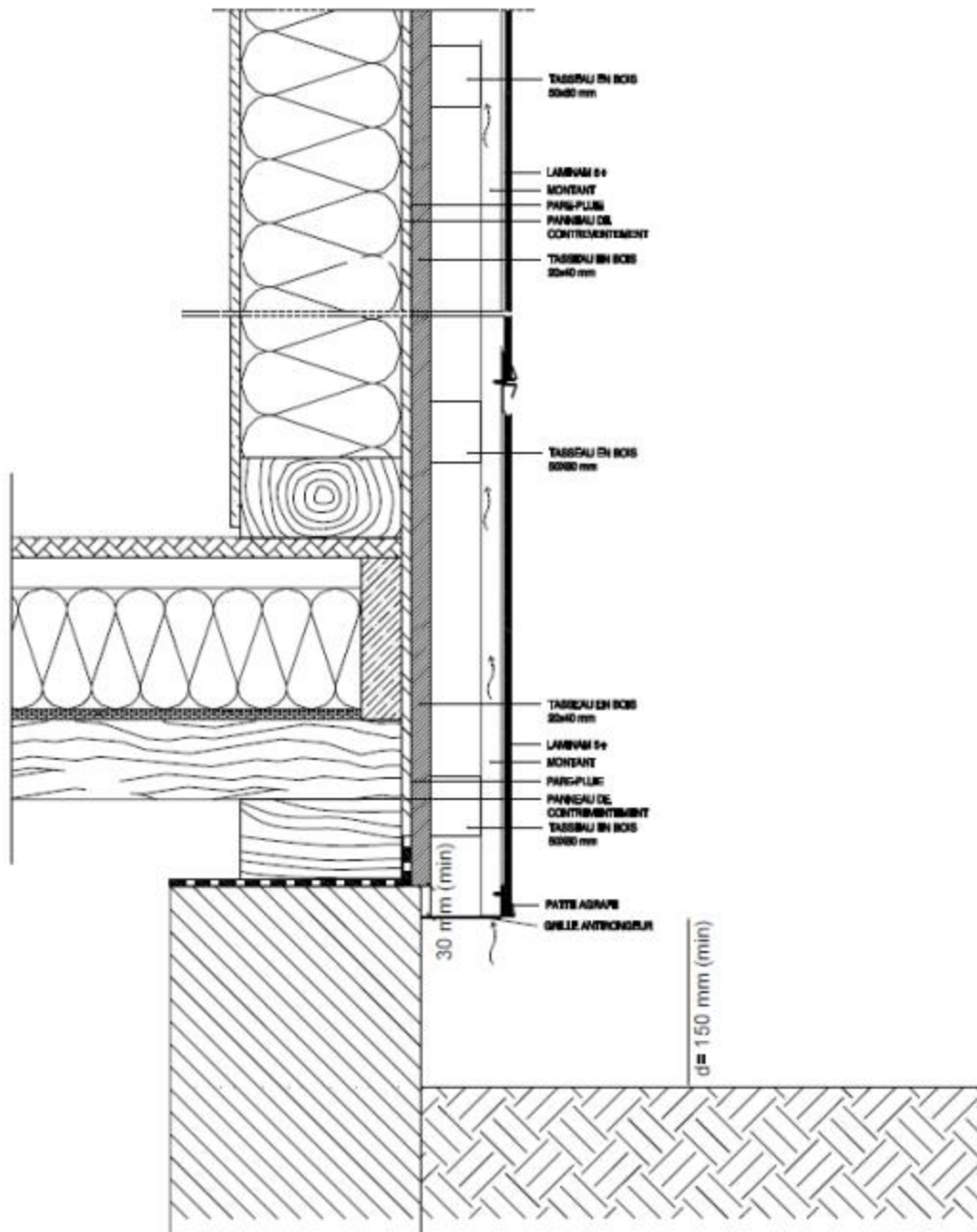
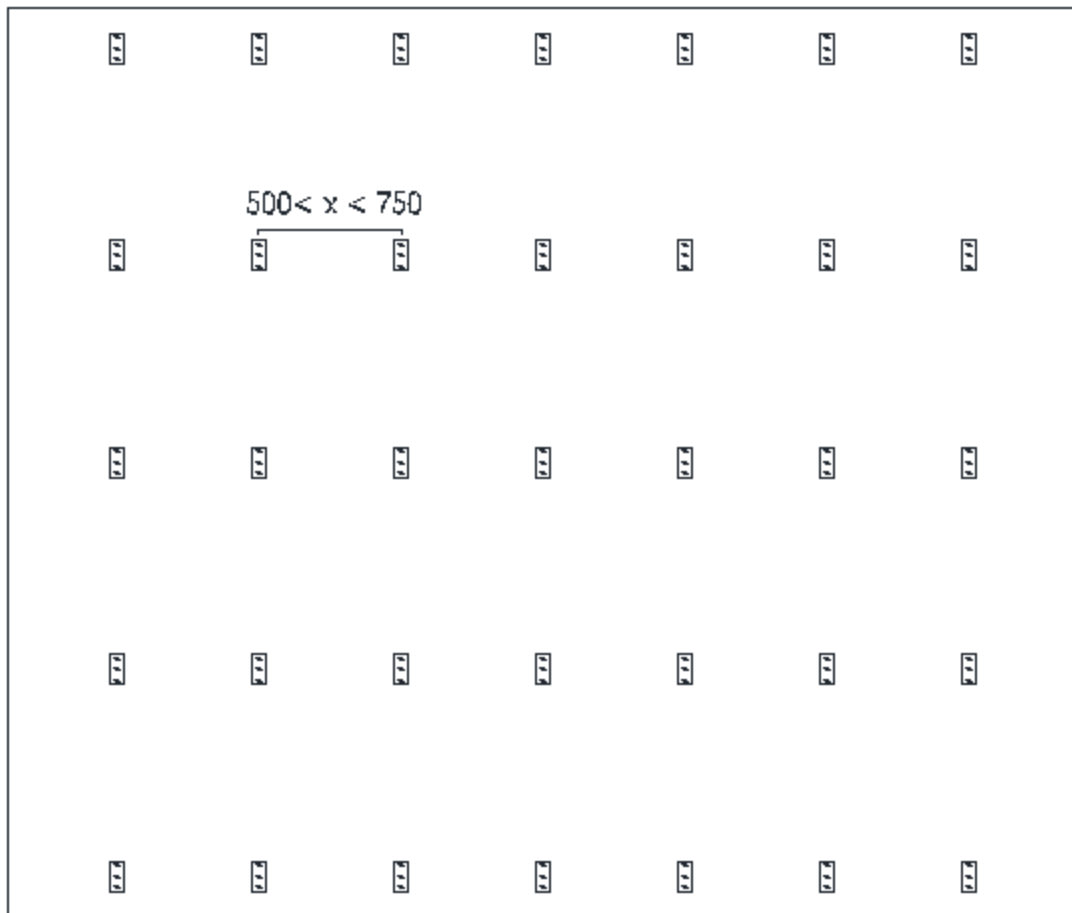


Figure 31 - Triple réseau - Coupe verticale - Pose sur COB

Mise en œuvre**Figure 32 – Schéma de pose**

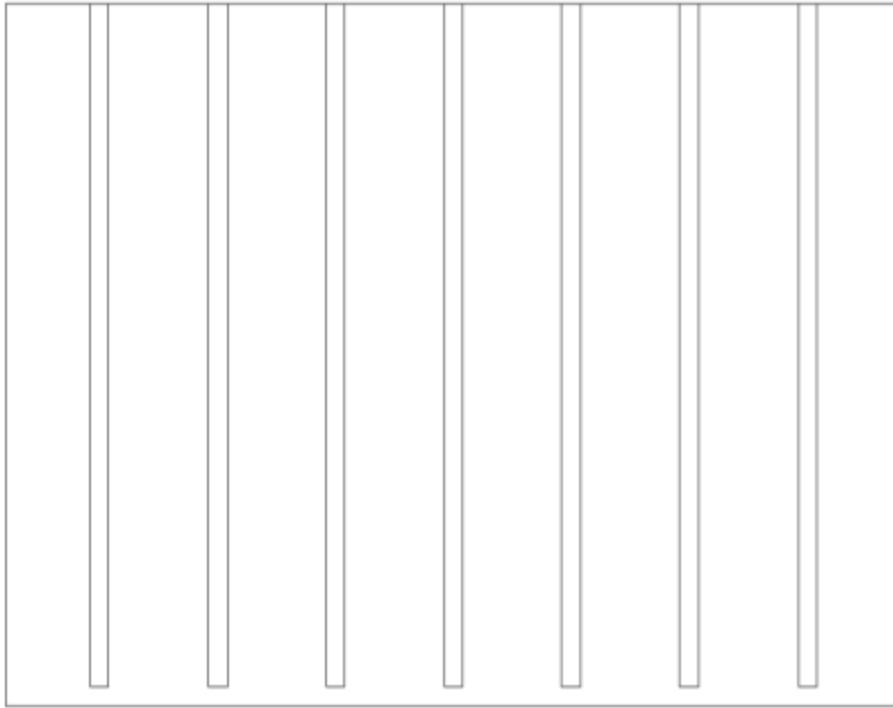


Figure 33 – Pose des profilés d'aluminium pour les plaques disposées horizontalement

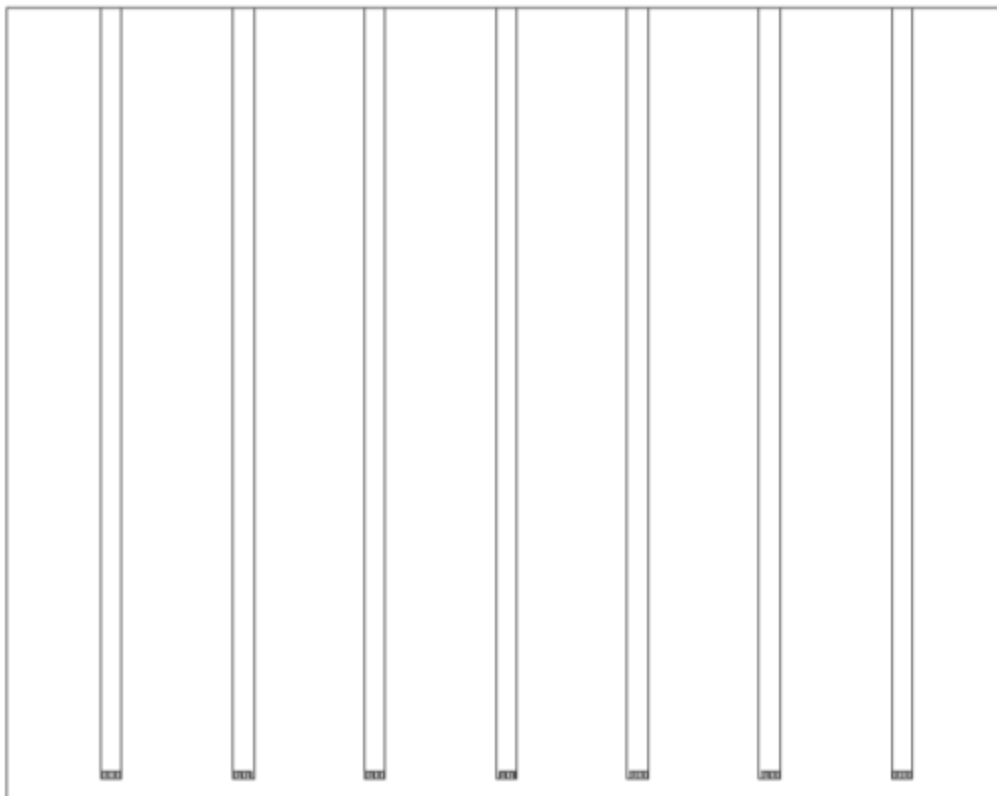


Figure 34 – Pose de la première rangée des pattes agrafes pour les plaques disposées horizontalement

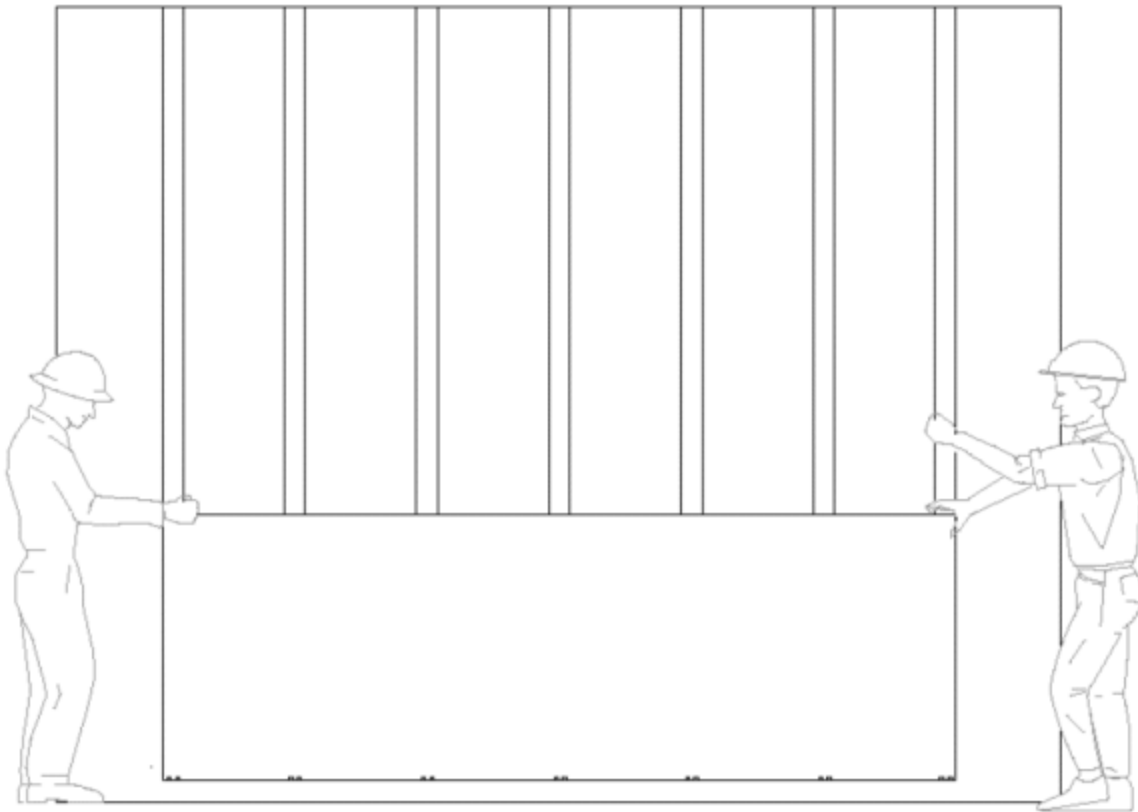


Figure 35 - Pose de la plaque disposée horizontalement en rive basse

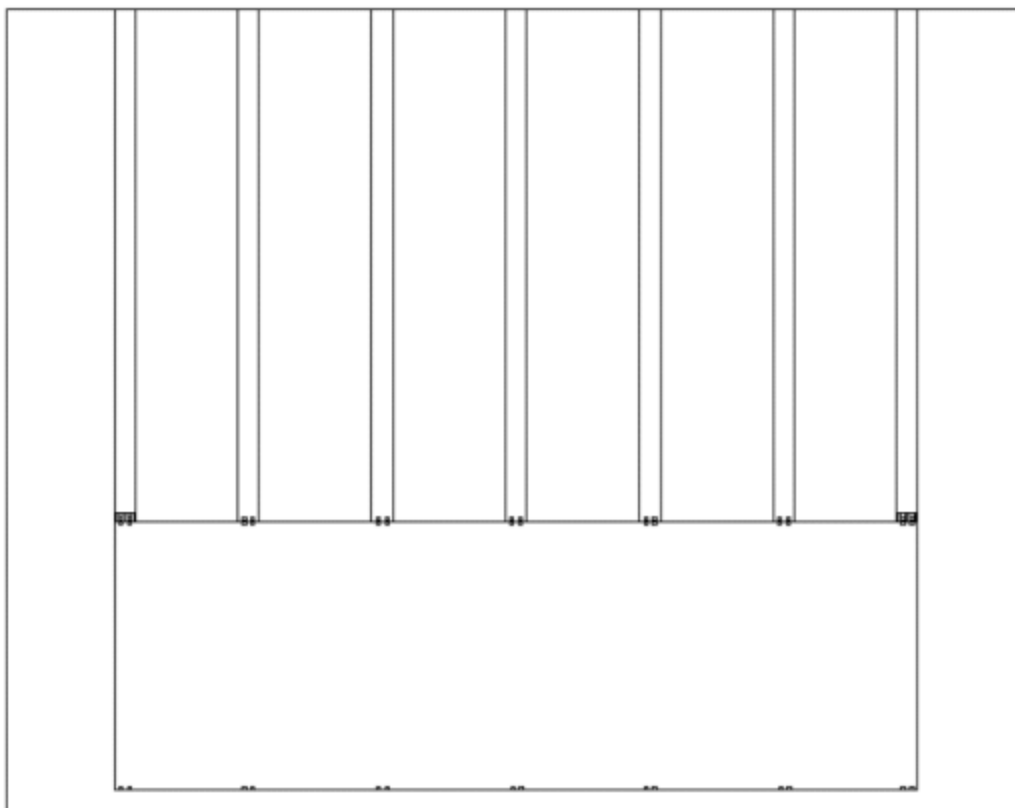


Figure 36 - Pose des pattes agrafes en rive haute de la plaque

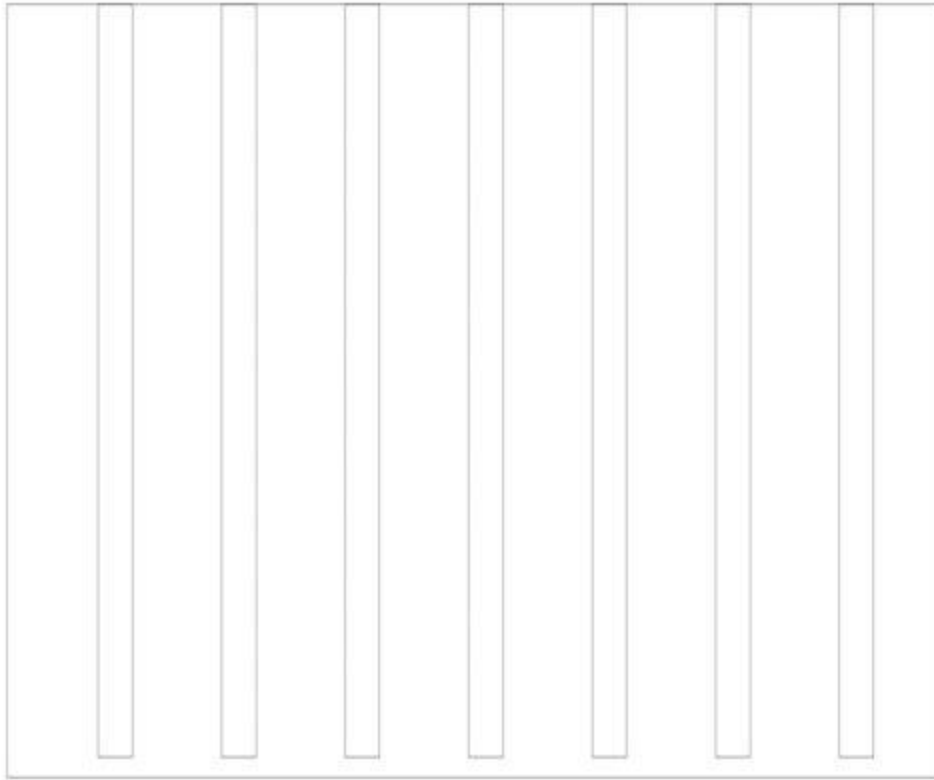


Figure 37 - Pose des profilés d'aluminium pour les plaques disposées verticalement

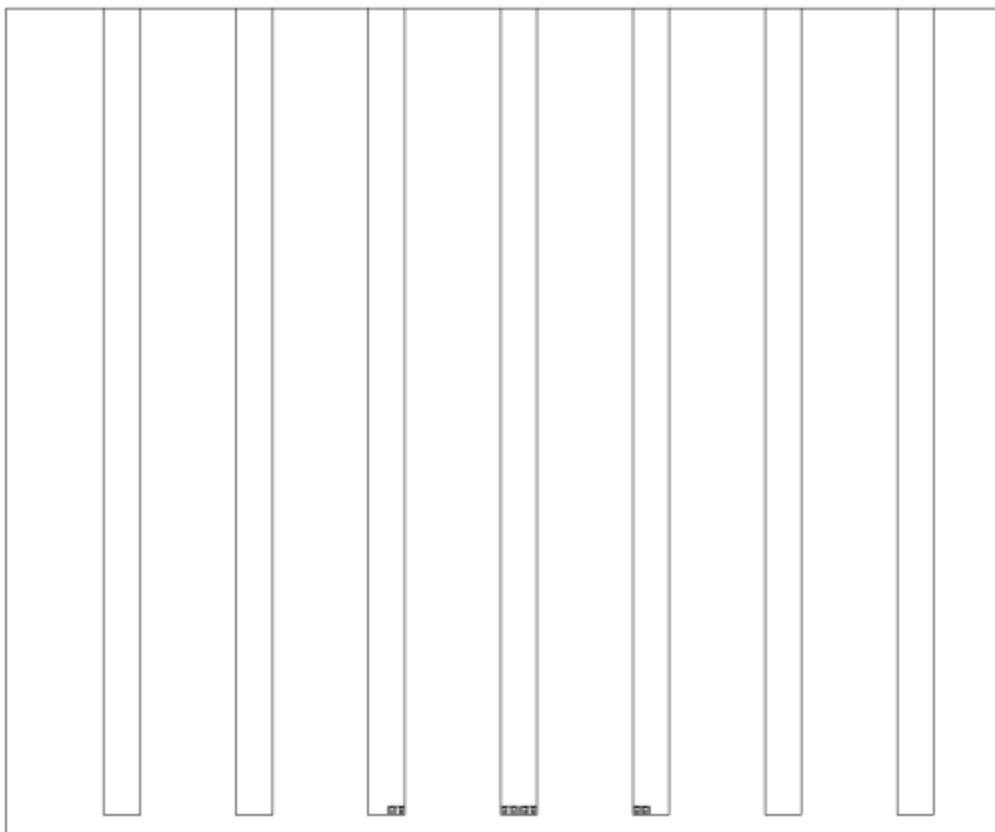


Figure 38 - Pose de la première rangée des pattes agrafes pour les plaques disposées verticalement

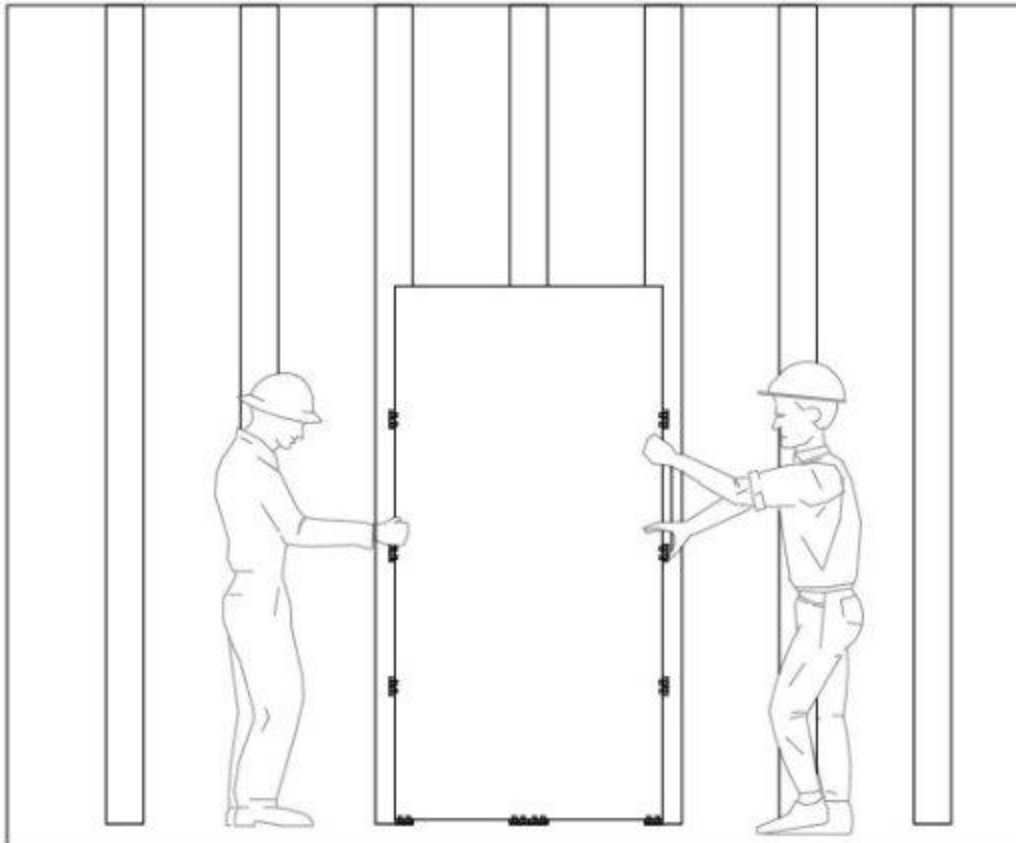


Figure 39 - Pose de la plaque disposée verticalement en rive basse

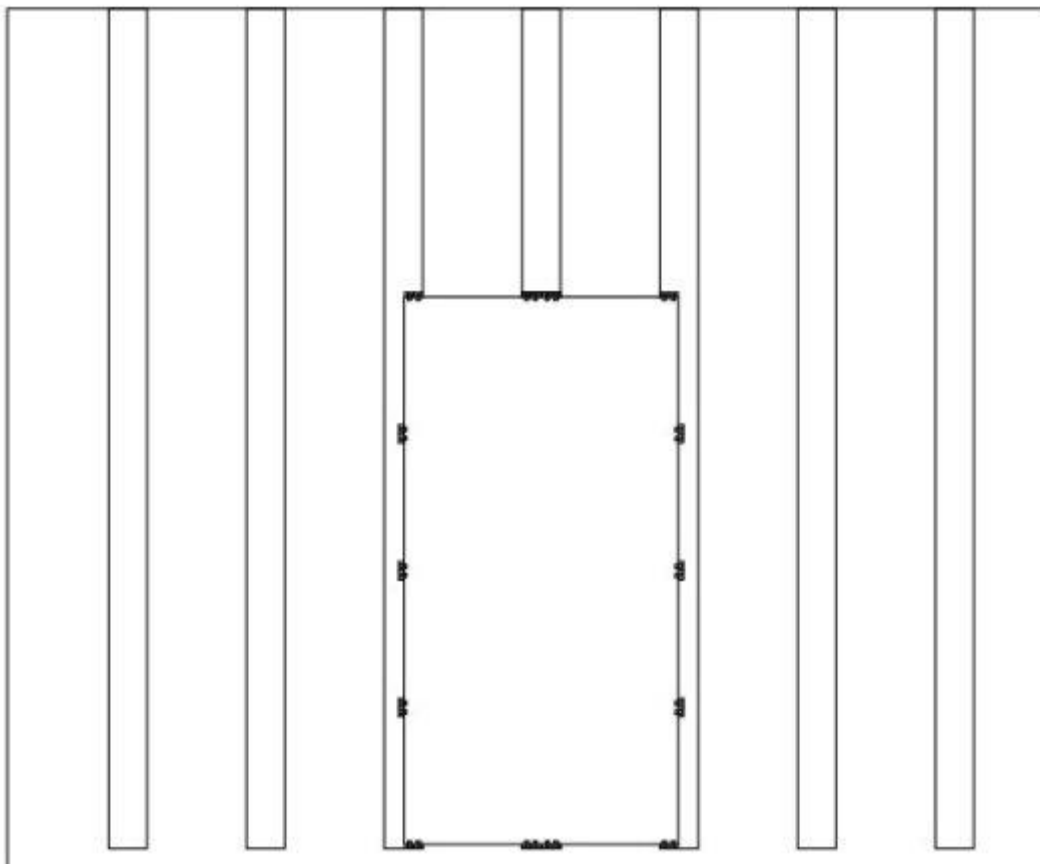
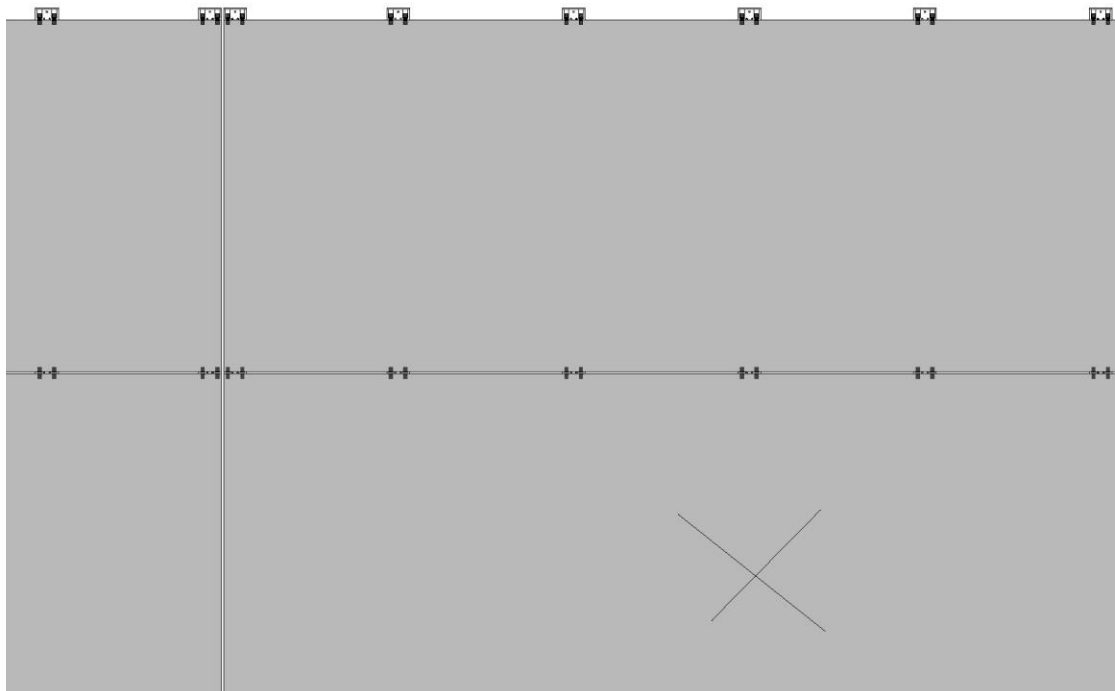


Figure 40 - Pose des pattes agrafes en rive haute de la plaque

Remplacement



**Figure 41 - Identification de la plaque à remplacer
Remplacement de la plaque céramique**

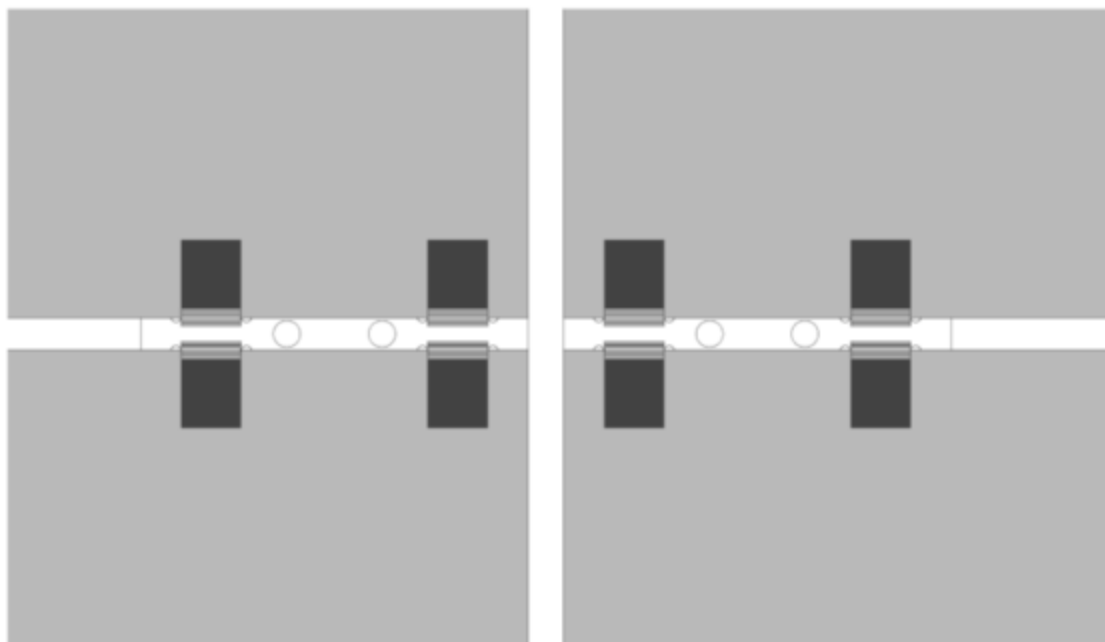


Figure 42 - Elimination des rivets de fixation des pattes-agrafes supérieures à l'aide d'une perceuse

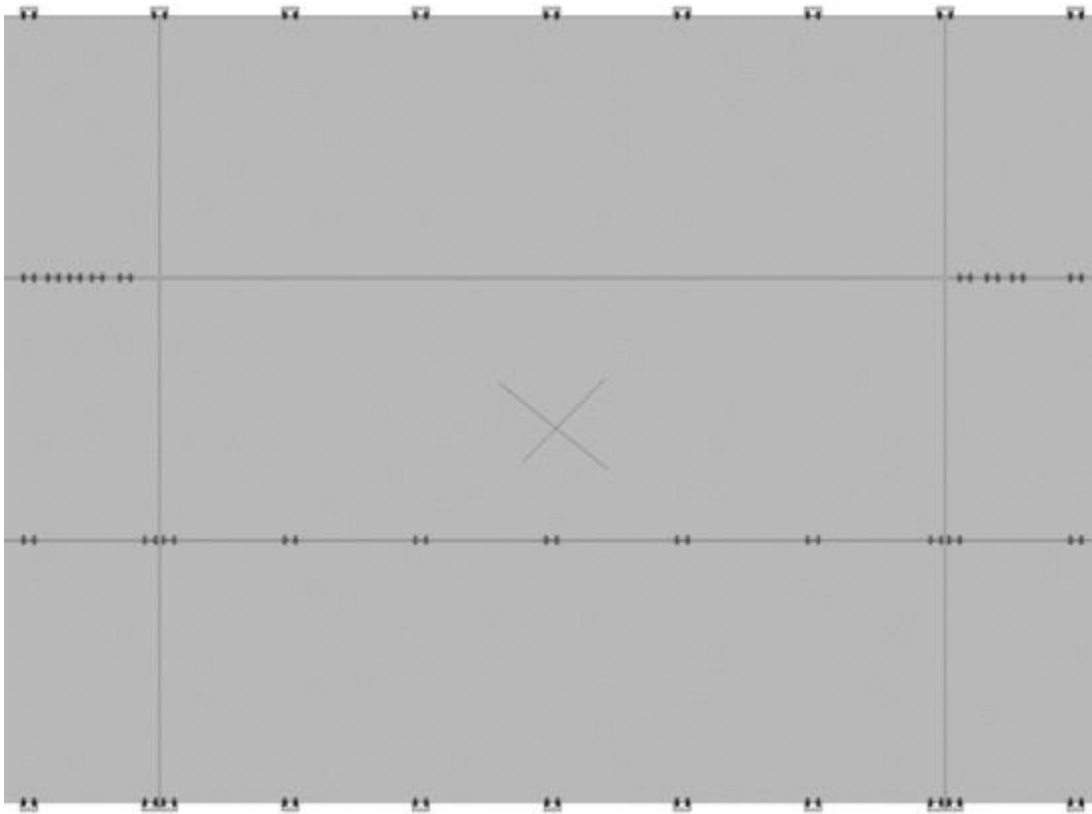


Figure 43 - Déplacement latéral des pattes-agrafes pour libérer la plaque à remplacer, tout en tenant la plaque supérieure



Figure 44 - Détail du déplacement des pattes-agrafes

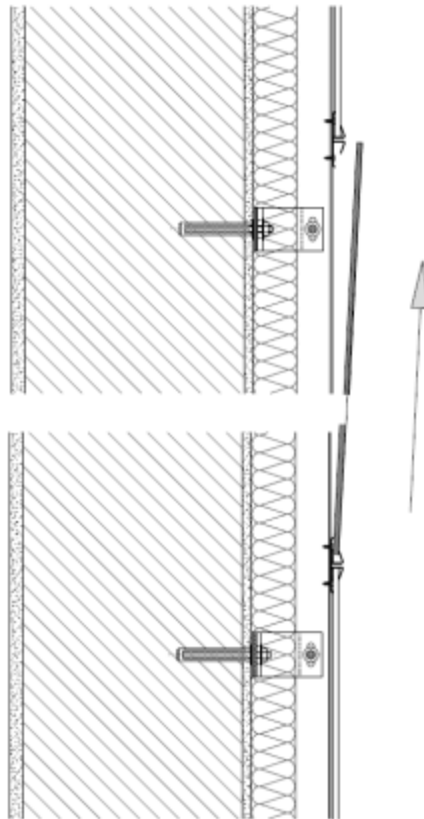


Figure 45 - Mise en place de la nouvelle plaque



Figure 46 - Détail de remplacement des pattes-agrafes sur la plaque disposée horizontalement

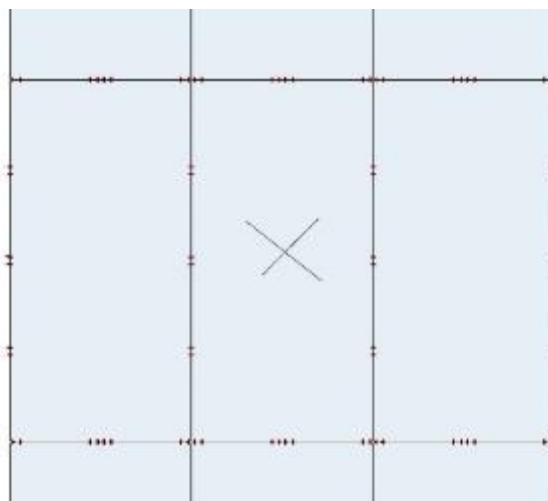


Figure 47 - Identification de la plaque disposée verticalement à remplacer

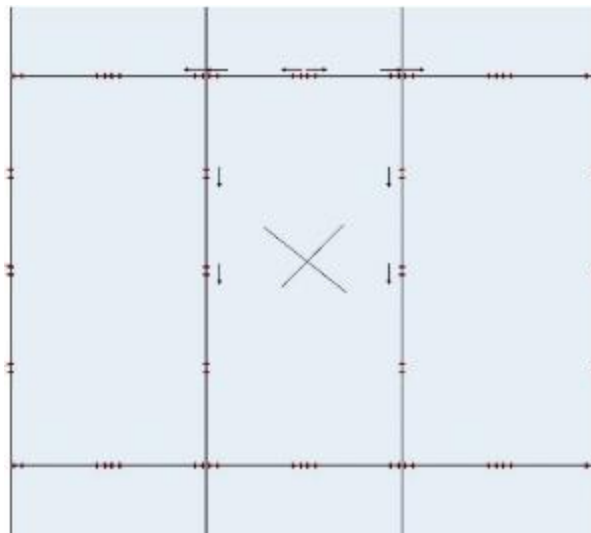


Figure 48 - Déplacement des pattes-agrafes pour libérer la plaque disposée verticalement à remplacer, tout en tenant la plaque supérieure

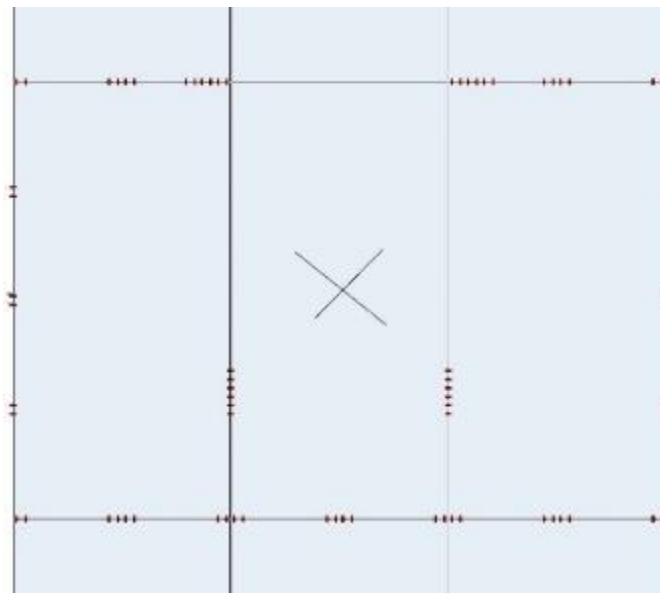


Figure 49 - Pattes-agrafes déplacées pour libérer la plaque à remplacer, tout en tenant la plaque supérieure

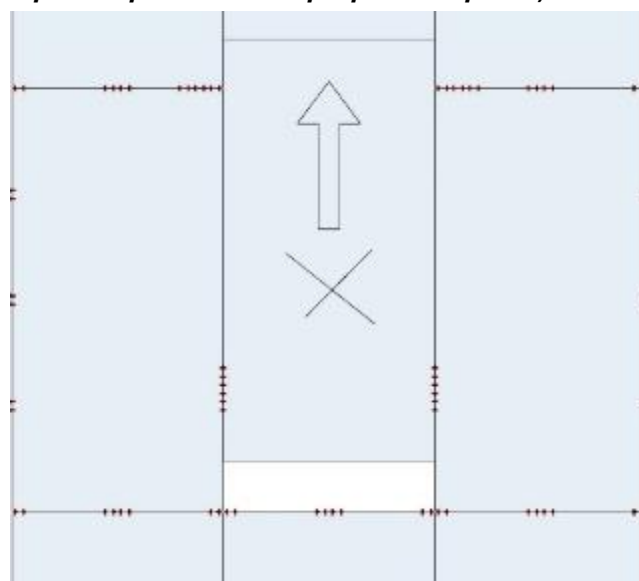


Figure 50 - Remplacement de la plaque abimée

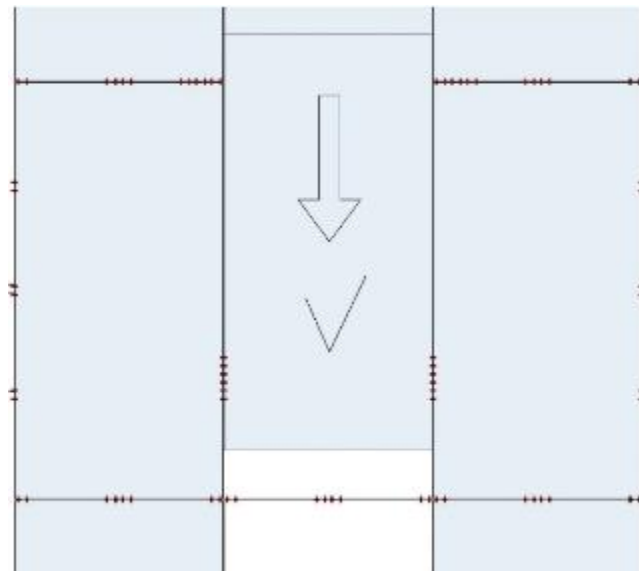


Figure 51 - Détail de remplacement de la plaque disposée verticalement

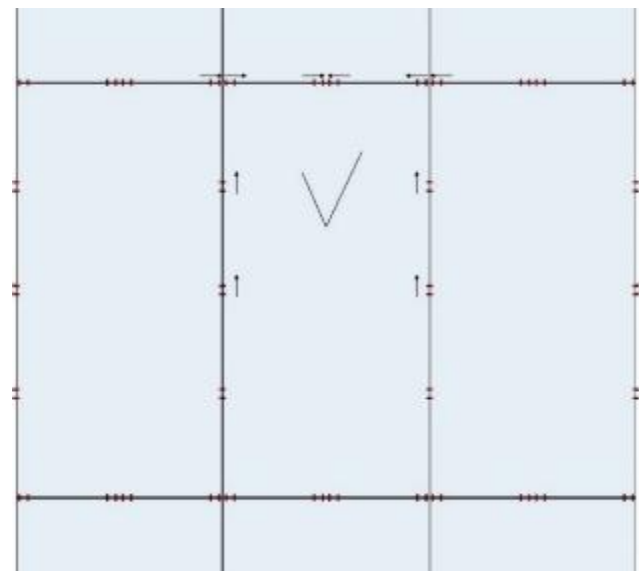


Figure 52 - Détail déplacement des pattes agrafes sur la plaque disposée verticalement

Annexe A - Pose du procédé LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION disposé horizontalement sur Ossature aluminium en zones sismiques

A1 Domaine d'emploi

Pour des hauteurs d'ouvrage $\leq 3,5$ m, la pose en zones sismiques du procédé de bardage rapporté LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION est autorisée sans disposition particulière, quelles que soient la catégorie d'importance du bâtiment et la zone de sismicité (cf. Guide ENS)

Le procédé LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION disposé horizontalement peut être mis en œuvre sur des parois planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

| Zones de sismicité | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | | |
|--------------------|---|----------------|-----|----|
| | I | II | III | IV |
| 1 | ✖ | ✖ | ✖ | ✖ |
| 2 | ✖ | ✖ | X | X |
| 3 | ✖ | X ^① | X | X |
| 4 | ✖ | X | | |
| ✖ | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté. | | | |
| X | Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton selon les dispositions décrites dans l'Annexe A. | | | |
| ① | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions définies au chapitre I " Domaine d'application " du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 Zones 3-4, édition 2021. | | | |
| | Pose non autorisée | | | |

Tableau A1 – Mise en œuvre des plaques LAMINAM 5+ disposées horizontalement sur support béton en zones sismiques

| Zones de sismicité | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | | |
|--------------------|---|----|-----|----|
| | I | II | III | IV |
| 1 | ✖ | ✖ | ✖ | ✖ |
| 2 | ✖ | ✖ | | |
| 3 | ✖ | ① | | |
| 4 | ✖ | ① | | |
| ✖ | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté | | | |
| ① | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions définies au chapitre I " Domaine d'application " du Guide de construction parasismique des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 Zones 3-4, édition 2021. | | | |
| | Pose non autorisée | | | |

Tableau A2 - Mise en œuvre des plaques LAMINAM 5+ en pose verticale sur support béton et disposées horizontalement ou verticalement sur COB ou en pose en sous-face en zones sismiques

A2 Assistance technique

La Société LAMINAM 5+ CLIP DE FIXATION ne pose pas elle-même.

La pose est réalisée par une entreprise spécialisée dans l'isolation extérieure à laquelle Laminam S.p.A. apporte, sur demande, son assistance technique.

A3 Prescriptions

A3.1 Support

Le support devant recevoir le système de bardage rapporté est en béton banché conforme au DTU 23.1 et à l'Eurocode 8-P1.

A3.2 Chevilles de fixation au support béton

La fixation au gros-œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ETE selon ETAG 001 - Parties 2 à 5 (admis comme DEE) avec catégorie de performance C1 évaluée selon l'Annexe E pour toutes les zones de sismicité et toutes les catégories d'importance de bâtiments nécessitant une justification particulière.

Les chevilles en acier zingué peuvent convenir, lorsqu'elles sont protégées par un isolant, pour les emplois en atmosphères extérieures protégées rurales non polluées, urbaines et industrielles normales ou sévères.

Pour les autres atmosphères, les chevilles en acier inoxydable A4 doivent être utilisées.

Ces chevilles métalliques doivent résister à des sollicitations données aux tableaux A1 ou A2.

Exemple de cheville : Hilti HST3(-R) M10x90 30/10

Pour les configurations non envisagées dans ces tableaux, les sollicitations peuvent être calculées selon le Cahier du CSTB 3725 dans la limite du domaine d'emploi accepté.

A3.3 Fixation des montants au support béton par pattes-équerres

- Les pattes-équerres en aluminium et de longueur comprise entre 60 et 270mm de la Société HILTI référencée MFT MF L pour la reprise du poids (point fixe) et les pattes équerres MFT MF M pour la tenue au vent (point coulissant). Elles sont posées en quinconce avec un espacement maximum de 1 m.
- Les montants sont solidarités aux équerres par 2 rivets 3,2x8,0 à collerette Ø 9,5 mm rivecolor inox/inox de la société ETANCO.

A3.4 Ossature aluminium

L'ossature aluminium est de conception librement dilatable conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3 et au paragraphe 2.2.6 du Dossier Technique.

- Profilés verticaux aluminium de forme de « T » référencés MFT-T 60x100x2.0 profilé T 6060 TS HILTI.
- L'entraxe des profilés est de 750 mm maximum selon les formats indiqués dans le tableau 2 du Dossier Technique.
- Les montants sont fractionnés au droit de chaque plancher

A3.5 Panneaux de Bardage

La fixation des agrafes sur le profilé et les agrafes elles-mêmes sont conforme au § 2.2.5 du Dossier Technique.

La mise en œuvre des plaques est conforme au §2.4 du Dossier Technique.

A3.6 Points singuliers

Les figures de l'Annexe A constituent des exemples de solutions.

Tableaux de l'Annexe A

| Sollicitations (N) | Zones de sismicité | Plan perpendiculaire à la façade | | | Plan parallèle à la façade | | |
|--------------------|--------------------|--|------|------|--|------|------|
| | | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | |
| | | II | III | IV | II | III | IV |
| Traction (N) | 2 | | 2216 | 2240 | | 2637 | 2731 |
| | 3 | 2261 | 2299 | 2337 | 2812 | 2960 | 3109 |
| | 4 | 2347 | | | 3149 | | |
| Cisaillement (V) | 2 | | 224 | 224 | | 233 | 236 |
| | 3 | 224 | 224 | 224 | 239 | 245 | 252 |
| | 4 | 224 | | | 254 | | |

| | |
|--|------------------------------------|
| | Domaine sans exigence parasismique |
| | Pose non autorisée |

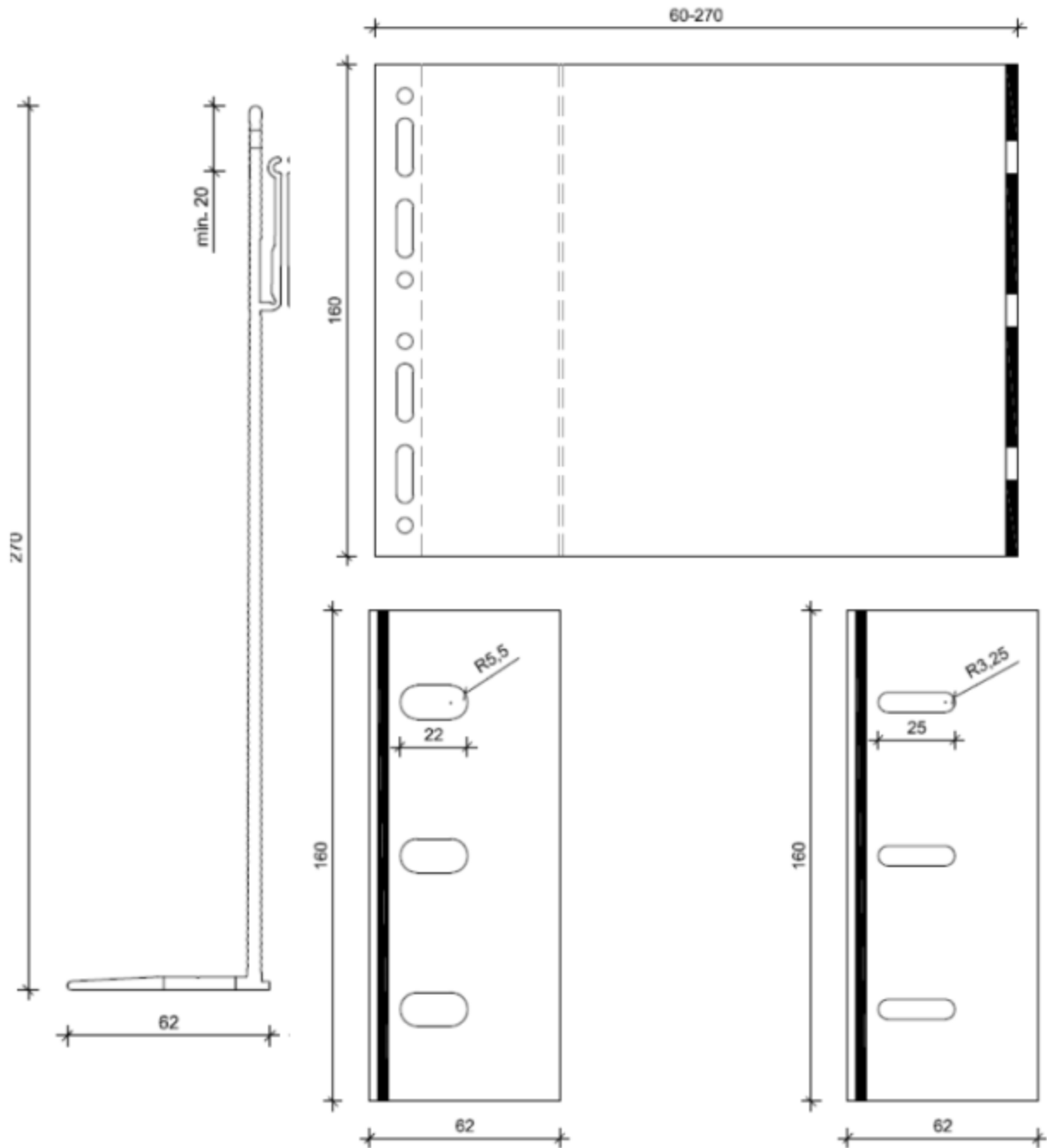
**Tableau A1 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux chevilles métalliques
Plaques de 3000x1000 posées horizontalement sur profilés de longueur 3200 mm maintenus par 4 équerres de longueur 275 mm maximum, d'entraxe 1000 mm posées en quinconce
Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1**

| Sollicitations (N) | Zones de sismicité | Plan perpendiculaire à la façade | | | Plan parallèle à la façade | | |
|--------------------|--------------------|--|------|------|--|------|------|
| | | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | | Classes de catégories d'importance des bâtiments | | |
| | | II | III | IV | II | III | IV |
| Traction (N) | 2 | | 3324 | 3360 | | 3955 | 4097 |
| | 3 | 3391 | 3449 | 3501 | 4218 | 4440 | 4663 |
| | 4 | 3521 | | | 4724 | | |
| Cisaillement (V) | 2 | | 336 | 336 | | 349 | 353 |
| | 3 | 336 | 336 | 336 | 358 | 367 | 378 |
| | 4 | 336 | | | 381 | | |

| | |
|--|------------------------------------|
| | Domaine sans exigence parasismique |
| | Pose non autorisée |

**Tableau A2 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux chevilles métalliques
Plaques de 3000x500 posées horizontalement sur profilés de longueur 3200 mm maintenus par 4 équerres de longueur 275 mm maximum, d'entraxe 1000 mm posées en quinconce
Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1**

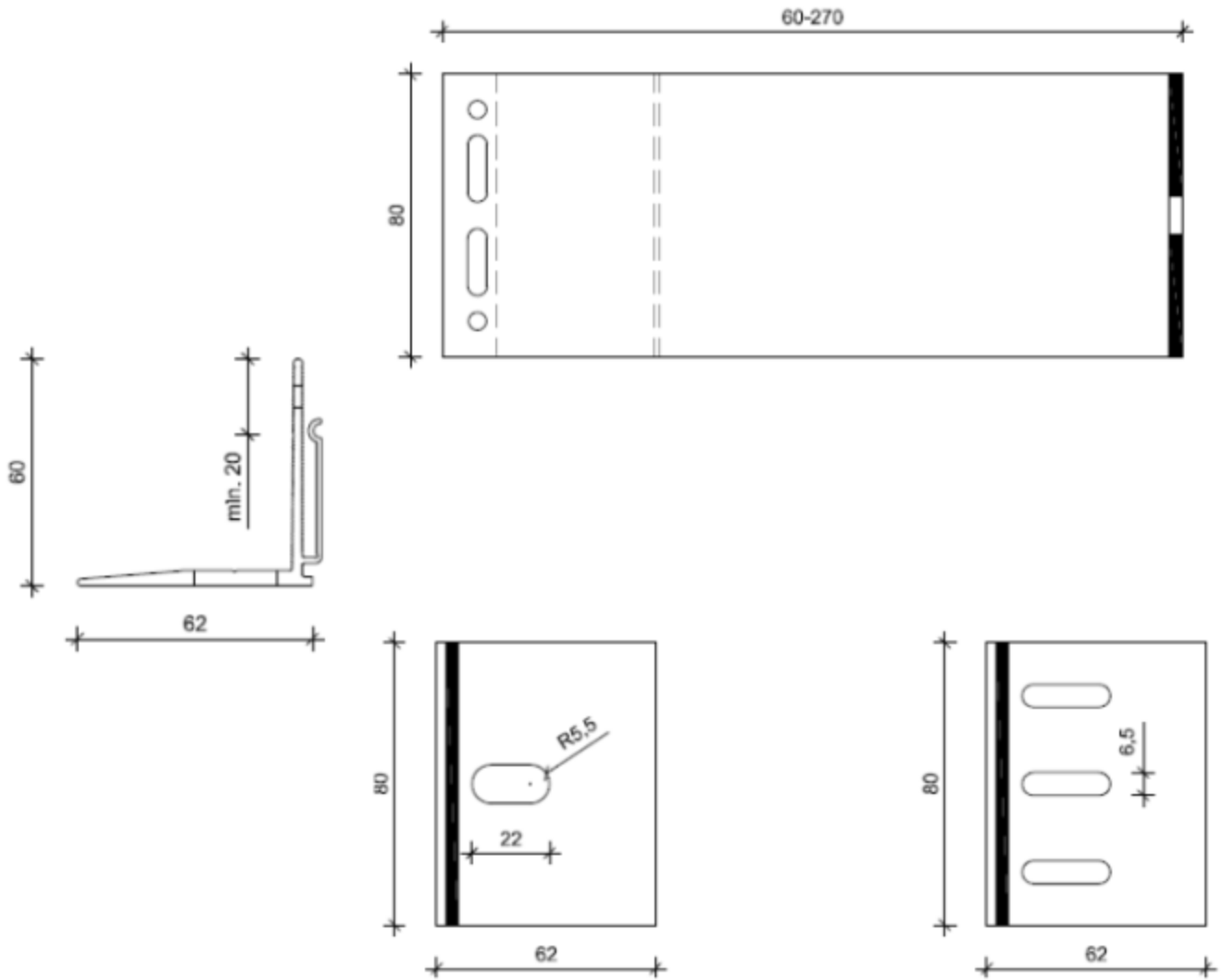
Figures de l'Annexe A



Résistance admissible F_d à 1 mm, $\alpha = 2,5$

| Longueur de la patte équerre MFT-MF L (mm) | Résistance (daN) |
|--|------------------|
| 60 | 174 |
| 95 | 167 |
| 125 | 173 |
| 155 | 181 |
| 185 | 160 |
| 215 | 83 |
| 245 | 104 |
| 270 | 77 |

Figure A1.1 – Patte-équerre Hilti MFT-MF L



Résistance admissible sous vent normal

| Type de la patte équerre MFT-MF M (mm) | Résistance (daN) |
|--|------------------|
| MFT-MF M (point coulissant) | 280 |
| MFT-MF L (point fixe) | 555 |

Figure A1.2 – Patte-équerre Hilti MFT-MF M

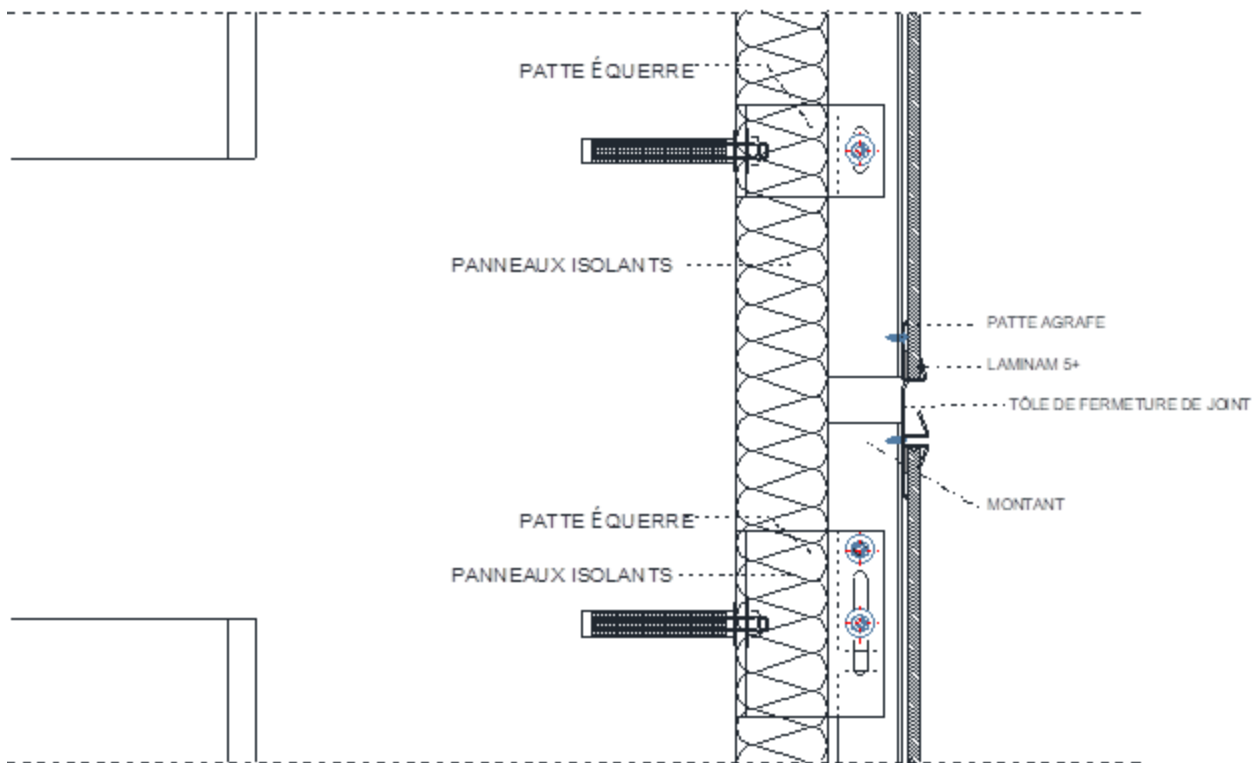


Figure A2 – Fractionnement de l'ossature au droit de chaque plancher sur béton

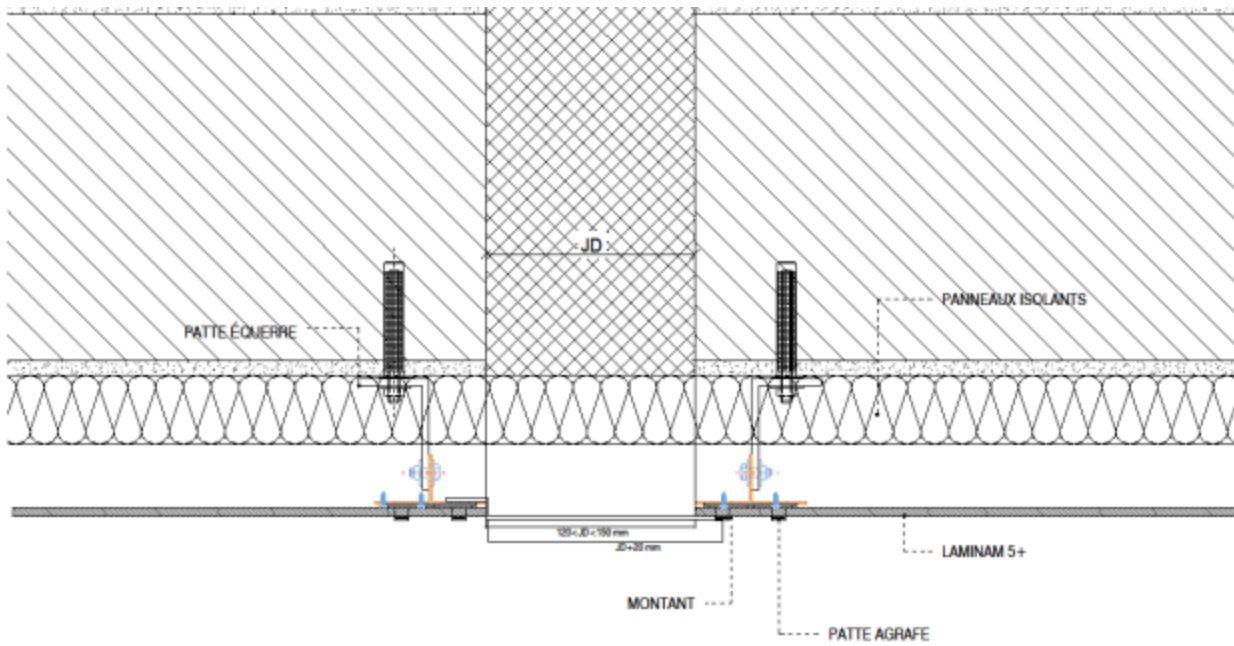


Figure A3 – Détail joint de dilatation de 12 à 15 cm