

Sur le procédé

Bardage Ductal® F Clad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® fixation invisible

Famille de produit/Procédé : Bardage rapporté en béton fibré

Titulaire(s) : Société LafargeHolcim France

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, vêlage et vêtage

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V3	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 2.2/20-1809_V2. Cette 2^{ème} révision intègre les modifications suivantes : • Ajout du parement Ductal® Talbenn® • Ajout du distributeur et fabricant Perin & Cie • Collage pour pièces d'angle monobloc avec cornière uniquement par FEHR en usine • Ajout d'une appréciation de laboratoire (APL) • Modification du domaine d'emploi sismique • Ouverture à des protections surfaciques équivalentes au Protec Guard®	MOKRANI Youcef	FAYARD Stéphane
V2	Cette version annule et remplace l'Avis Technique n° 2.2/20-1809_V1. Cette 1^{ère} révision intègre les modifications suivantes : • Ajout du parement Ductal® Cladia® • Ajout du distributeur et préfabricant Zanette Srl • Ajout d'une Déclaration environnementale pour le panneau Ductal® FClad® Mise à jour des coordonnées du titulaire	MOKRANI Youcef	FAYARD Stéphane

Descripteur :

Le système de bardage rapporté sur mesure en Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® est un procédé à base de panneaux en Béton Fibré à hautes Performances munies de pattes-agrafes fixées par des inserts en face arrière et mis en œuvre par accrochage sur un réseau horizontal de rails en alliage d'aluminium. Ces rails sont fixés sur une ossature en alliage d'aluminium solidarisée à la structure porteuse par pattes équerres réglables, sauf sur Constructions à Ossature Bois (COB conforme au NF DTU 31.2 de 2019) et sur panneaux bois lamellé-croisé porteur en façade (CLT) ou fixées directement sur le support.

Le système peut être mis en œuvre avec ou sans isolant. Une lame d'air ventilée est systématiquement aménagée en partie arrière du panneau.

Le bardage Ductal® FClad® est distribué par la société Fehr Technology AG.

Le bardage Ductal® Cladia® est distribué par la société Zanette Srl.

Le bardage Ductal® Talbenn® est distribué par la société Perin et Cie.

- Les ouvrages visés sont décrits au §1.1.2.
- Supports : Béton, maçonnerie enduite, COB et CLT
- Performances 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.
- Les éléments de finition destinés au traitement des angles rentrants et sortants ainsi que les encadrements de fenêtre peuvent être fabriqués à partir de plaques planes encollées uniquement par la société FEHR Technology AG dans son usine.

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	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité	6
1.2.3.	Fabrication et contrôles (cf. § 2.8)	6
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 et formation des compagnons	9
2.2.	Description	9
2.2.1.	Éléments de bardage	9
2.2.2.	Fixations	10
2.2.3.	Ossatures	11
2.2.4.	Isolant	11
2.3.	Dispositions de conception	11
2.3.1.	Dimensionnement.....	11
2.3.2.	Fixations	11
2.3.3.	Ossature métallique	11
2.3.4.	Pose directe sur support béton et maçonnerie (cf. 2.4.16).....	11
2.3.5.	Accessoires associés	12
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	12
2.4.1.	Principes généraux de pose.....	12
2.4.2.	Pose des panneaux	12
2.4.3.	Pose de l'isolant thermique	12
2.4.4.	Opération de pose	12
2.4.5.	Ossature métallique	13
2.4.6.	Mise en place des rails.....	13
2.4.7.	Fixation des agrafes.....	13
2.4.8.	Fixation des panneaux sur l'ossature	13
2.4.9.	Compartimentage de la lame d'air (cf. fig. 10).....	13
2.4.10.	Traitement des joints	13
2.4.11.	Ventilation de la lame d'air.....	13
2.4.12.	Découpe sur chantier	13
2.4.13.	Pose en zone exposée aux chocs.....	13
2.4.14.	Pose en habillage de sous-face	14
2.4.15.	Mise en œuvre avec fruit négatif de 0 à 90 degrés	14
2.4.16.	Pose directe sur support béton et maçonnerie (cf. fig. 18.1)	14
2.4.17.	Points singuliers	14
2.5.	Pose sur Constructions à Ossature Bois (COB et CLT)	15
2.5.1.	Description de l'ossature bois	15
2.5.2.	Principes généraux de mise en œuvre (cf. fig. 19 à 25).....	15

2.5.3.	Disposition de mise en œuvre sur COB	15
2.5.4.	Dispositions complémentaires à la pose sur CLT.....	15
2.6.	Entretien et remplacement	15
2.6.1.	Nettoyage.....	15
2.6.2.	Remplacement d'un panneau (cf. fig. 26).....	16
2.7.	Traitement en fin de vie	16
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	16
2.8.1.	Fabrication	16
2.8.2.	Contrôles de fabrication	16
2.9.	Mention des justificatifs	17
2.9.1.	Résultats expérimentaux	17
2.9.2.	Références chantiers	17
	Tableaux du Dossier Technique	18
	Schémas du Dossier Technique	19
	Annexe A -Pose du procédé de bardage rapporté Ductal® FClad®, Ductal®Cladia® et Ductal® Talbenn® en zones sismiques 54	
A1.1	Domaine d'emploi avec insert Keil KH-AA-13.....	54
A2	Assistance technique	55
A3	Prescriptions	55
	Tableaux de l'Annexe A	56
	Figures de l'Annexe A	57

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 19 mai 2026, 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 et sur panneaux bois lamellé-croisé porteur en façade (CLT) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3.3, situées en étage et à rez-de-chaussée protégé des risques de chocs.
- 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 § 2.4.14 du Dossier Technique.
- Pose possible sur Constructions à Ossature Bois (COB) conformes au NF DTU 31.2 de 2019, limitée à :
 - Hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1, 2 et 3 en situation a, b, c,
 - Hauteur 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d,

en respectant les prescriptions du § 2.5 du Dossier Technique et les figures 19 à 24.

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

- Exposition au vent correspondant à des pressions et dépressions sous vent normal selon les règles NV65 modifiées, conformément aux tableaux 1 et 2 du Dossier Technique.
- Le procédé de bardage rapporté Ductal® Fclad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments définis au § 1.2.1.4 du Dossier Technique 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 au feu : selon les dispositions décrites dans le rapport au § 2.9 du Dossier Technique
- PCS : 0,260 MJ/m².
- Non classé sur support combustible

Le procédé « Ductal® FClad® fixations invisibles » mis en œuvre sur support béton ou maçonnerie fait l'objet de l'Appréciation de laboratoire n° EFR-22-004190 délivrée par EFECTIS le 1/02/2023. L'avis du GS porte uniquement sur les dispositions évaluées dans le cadre du présent Avis Technique (cf.§1.3).

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 Ductal® Fclad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® peut être mis en œuvre en zones sismiques et bâtiments définis au tableau A1, A1.1bis, A2 et A2bis du Dossier Technique selon les dispositions particulières décrites dans l'Annexe A.

1.2.1.5. Performances aux chocs

Les performances aux chocs extérieurs du procédé Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® correspondent, selon la norme P08-302 et les *Cahiers du CSTB* 3546-V2 et 3534, à la classe d'exposition Q4 en paroi facilement remplaçables uniquement pour pose en rez-de-chaussée et selon les dispositions indiquées au paragraphe 2.4.13 et Q1 en parois difficilement remplaçables définie dans la norme NF P08 302.

1.2.1.6. Isolation thermique

Le respect de la Règlementation 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 :

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

Avec :

U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en $W/(m^2.K)$.

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 m^2 de paroi.

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

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. Étanchéité

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 panneaux adjacents, 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 maçonneries : 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 procédé est approuvée favorablement dans le cadre du domaine d'emploi revendiqué.

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)

La fabrication du bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® fait l'objet d'un autocontrôle systématique régulièrement surveillé par le CSTB, permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Le fabricant se prévalant du présent Avis Technique doit être en mesure de produire un certificat  délivré par le CSTB, attestant que le produit est conforme à des caractéristiques décrites dans le référentiel de certification après évaluation selon les modalités de contrôle définies dans ce référentiel.

Les produits bénéficiant d'un certificat valide sont identifiables par la présence sur les éléments du logo , suivi du numéro identifiant l'usine et d'un numéro identifiant le produit.

1.2.4. Impacts environnementaux

1.2.4.1. Données environnementales¹

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie indépendante pour le procédé Ductal® FClad®. Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (procédé).

Cette DE fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site : www.inies.fr

Le procédé Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® 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 classement de réaction au feu induit 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.

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.

Le procédé Ductal® FClad® fixations invisibles fait l'objet d'une appréciation de laboratoire (APL) n° EFR-22-004190 d'Efectis. Les dispositions de recoupement de lame d'air envisagées dans cette APL sont :

- Bavette débordante,
- Bavette non débordante,
- Bandes intumescents.

Seul le traitement du recoupement par une bavette débordante par rapport au nu extérieur du parement a fait l'objet d'une évaluation dans le cadre du présent Avis Technique vis à vis de la stabilité de l'ouvrage notamment le maintien nécessaire dans le temps d'une ventilation suffisante.

Dans le cadre du présent dossier au §1.2.1.2 lorsque est évoqué un support incombustible cela s'entend pour une paroi de COB ou CLT conforme à l'APL « bois construction et propagation du feu par les façade » qui prescrit notamment la mise en œuvre d'un écran thermique classé A2 tel que définis dans cette APL.

Du fait de la présence de traces de doigts pour la pose des plaques claires, des dispositions particulières sont à prendre en compte, tel que le port de gants.

Une attention particulière doit être portée au support dans le cas de pose directe, l'état de surface doit être prescrit dans les DPM de gros-œuvre.

Cet Avis Technique est assujéti à une certification de produits  portant sur les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn®.

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(s) : Société Lafarge Ciment Distribution
14-16 Boulevard Garibaldi
FR – 92130 Issy Les Moulineaux
Tél. : 01 58 00 60 00
Email : ductal@lafargeholcim.com
Internet : www.ductal.com

Distributeurs : Société Fehr Technology AG
Franz-John Strasse 13/1
77855 Achern _ Deutschland
Tél. : 0049 7841 6812 904
Email : architectural@fehrgroup.com
Internet : www.fehrgroup.com

Zanette Srl
Via Brigata Osoppo, 190
33074 Vignovo di Fontanafredda
Tél. : 0039 0434 565026
Email : info@zanette.com
Internet : www.zanette.com

Société Perin & Cie
102 Rue de Vannes
35600 Redon
Tél. : 0033 2 99 72 55 20
Mail: leneillon@perinetcie.fr
Internet : www.perinetcie.com

2.1.1. Identification

Les Panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® bénéficiant d'un certificat  sont identifiables par un marquage conforme aux « Exigences particulières de la Certification  des bardages rapportés, vêtements et vêtements, 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 Fehr Technology AG ou Zanette Srl ou Perin & Cie.
- L'appellation commerciale du produit Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn®,
- Le numéro de l'Avis Technique.

Cet Avis Technique est assujéti à une certification de produits  portant sur les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn®.

2.1.2. Distribution

La Société Fehr Technology AG distribue les panneaux Ductal® FClad®.

La Société Zanette Srl distribue les panneaux Ductal® Cladia®.

La Société Perin & Cie distribue les panneaux Ductal® Talbenn®.

Les éléments fournis par les distributeurs, la Société Fehr Technology AG, la société Zanette Srl et la société Perin & Cie, comprennent à minima les inserts et les panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® découpés selon le calepinage du chantier. Les autres éléments (agrafes, rails, ossatures, équerres de fixation, fixations, isolant, chevilles...) peuvent être fournis par les distributeurs ou sont directement approvisionnés par le poseur en conformité avec la description qui en est faite au Dossier Technique.

La Société Lafarge Ciment Distribution ne pose pas elle-même.

Il y a trois intervenants principaux :

- Lafarge Ciment Distribution qui produit le prémix et qui est titulaire de l'ATec,
- Le fabricant et distributeur des panneaux : Fehr Technology AG, Zanette Srl ou Perin & Cie.
- L'entreprise qui peut approvisionner les autres éléments du système où elle le souhaite.

Fehr Technology AG, Zanette Srl et Perin & Cie livrent à minima les inserts et les panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® à des entreprises de pose et Fehr Technologie AG peut éventuellement réaliser la mise en œuvre.

Tous les autres éléments peuvent être livrés par les distributeurs de l'entreprise de pose ou bien approvisionnés directement par le poseur, en conformité avec les préconisations du présent Dossier Technique.

2.1.3. Assistance technique et formation des compagnons

La société Lafarge Ciment Distribution ne pose pas elle-même, la société Fehr Technology AG peut quant à elle, effectuer la pose.

Ce bardage rapporté nécessite une formation spécifique des compagnons sur la mise en place des fixations en dos des panneaux. une attestation nominative est délivrée au poseur par le titulaire de l'Avis Technique ainsi que par les distributeurs Fehr Technology AG, Zanette Srl et Perin & Cie.

Ce bardage rapporté se pose avec des moyens de levage adaptés moyennant une reconnaissance préalable du support, un calepinage des éléments et profilés complémentaires et le respect des conditions de pose.

Fehr Technology AG, Zanette Srl, ou Lafarge Ciment Distribution ou Perin & Cie disposent d'un service technique qui apporte, une assistance technique, au niveau de l'étude d'un projet et au démarrage des chantiers.

2.2. Description

Le procédé Bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® fixation invisible est un système complet de bardage comprenant :

- Les panneaux de parement ;
- L'ossature d'accrochage ;
- Les inserts et agrafes de fixation au dos des panneaux ;
- L'isolation thermique complémentaire si nécessaire ;
- Les diverses pièces complémentaires pour le traitement des points singuliers.

La Société Fehr Technology AG distribue les panneaux Ductal® FClad®.

La Société Zanette Srl distribue les panneaux Ductal® Cladia®.

La Société Perin & Cie distribue les panneaux Ductal® Talbenn®.2

2.2.1. Eléments de bardage

Panneaux en Béton Fibré à hautes Performances.

2.2.1.1. Nature et composition

Les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® sont fabriqués à base de ciment, de granulats, d'additifs et de fibres de synthèse.

2.2.1.2. Caractéristiques dimensionnelles

- Format maximal avec inserts Keil KH-AA-13 : 1800 x 4000 mm.
- Autres dimensions réalisables par découpe ou à l'aide de règles de coffrage.
- Panneaux en angle : des angles monobloc peuvent être réalisés (cf. fig. 11, 15.1).
- Epaisseur : 16mm
- Tolérances dimensionnelles pour tous formats des éléments après découpe :
 - Planéité : 1,5 mm/m ;
 - Longueur : ± 2 mm ;
 - Largeur : ± 2 mm ;
 - Epaisseur : - 0 / + 1,6 mm-;
 - Equerrage : 2 mm/m ;
 - Rectitude : 2 mm/m.
- Masses surfaciques nominales :
 - 16 mm: 37,6 kg/m² (-0,8 kg/m² / +4,7 kg/m²)

2.2.1.3. Coloris par pigmentation dans la masse

Gamme de 16 coloris dans la masse :

Noir Anthracite Gris foncé Gris Blanc cassé Blanc Ivoire Sable	Jaune Daim Tourbe Rouge Terre de Sienne Marron Vert Bleu
---	---

D'autres teintes et aspects validés en usine peuvent être proposés dans le cadre de l'élargissement de la gamme actuelle.

2.2.1.4. Texture du panneau

- lisse
- sablé
- bouchardé
- pierre
- matricé

La finition matricée est réalisée par l'incorporation en fond de moule de matrices de type Reckli ou similaire. Les textures s'appliquent en surépaisseur des panneaux, avec une épaisseur minimum assurée de 16mm.

2.2.1.5. Protection surfacique Protect Guard®

Les panneaux peuvent recevoir un traitement de surface comme par exemple : hydrofuge, lasure ou anti-graffiti, avec aspect mat ou brillant, dans la mesure où le parement traité justifie d'un classement de réaction au feu A2 – s1, d0, conformément à la NF EN 13501-1. Le produit appliqué devra au préalable recevoir l'accord du titulaire de l'Avis Technique.

Protections surfacique autorisées :

- PROTECTGUARD CE
- HYDROGUARD
- IMPERGUARD
- PROTECTGUARD COLOR

2.2.1.6. Résistance à la pénétration des ions chlorures

Conforme au critère très bas selon le tableau 5 de la norme ASTM C 1202.

Résistance à la carbonatation caractérisée très résistant au phénomène de carbonatation selon la norme XP P18-458.

2.2.1.7. Gel-dégel

Aucun dommage lors des cycles de gel/dégel en condition sévère selon la norme NF P18-424.

2.2.1.8. Effet de la température

Pas de diminution des performances mécaniques en flexion selon la norme NF EN 1170-5.

2.2.1.9. Découpe et usinage des panneaux

La découpe, l'usinage et le repérage des panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® sont réalisés en atelier par les distributeurs Fehr Technology AG, Zanette Srl et Perin & Cie sur la base du plan de calepinage.

2.2.2. Fixations

2.2.2.1. Des panneaux : Inserts Keil

L'usinage (perçage/trouage) de la face arrière des panneaux s'effectue en usine (cf. fig. 2) ;

Les inserts Keil KH-AA-13 (cf. fig. 3), du fabricant Keil Befestigungstechnik GmbH, fournis par les distributeurs, Fehr Technology AG, Zanette Srl et Perin & Cie, sont composés d'une cheville à verrouillage de forme de longueur 13 mm, d'un boulon Ø 6 de longueur 16 mm.

2.2.2.2. Fixation du rail

Sur ossature verticale aluminium :

Les rails horizontaux sont fixés sur l'ossature verticale en aluminium par deux vis autoperceuses en acier inoxydable A2 Ø5.5x25 de type ETANCO PERFIX 3 TH8/ Inox A2 Ø5.5 x 25 dont la résistance caractéristique Pk à l'arrachement est de 3760 N dans un support aluminium de 2,5 mm mini d'épaisseur.

D'autres vis de dimensions géométriques identiques et de caractéristiques mécaniques égales ou supérieures peuvent être utilisées.

2.2.2.3. Rails horizontaux et pattes-agraves (cf. fig. 4)

Le système rail/patte-agrave utilisé est de type C+ de la société ETANCO.

Les rails sont filés en alliage d'aluminium de type 6060-T5 conforme à la norme NF EN 755-2, selon des tolérances dimensionnelles conformes à la norme NF EN 755-9, et fournies en longueur maximale de 3 mètres et épaisseur de 3 mm.

Les pattes-agrafes sont en aluminium 6060 T5, d'une largeur minimum de 50 mm sont fournies préperçées. Les pattes-agrafes réglables possèdent une vis de réglage permettant d'assurer l'horizontalité du panneau.

Les agrafes réglables possèdent une vis de réglage permettant d'assurer l'horizontalité du panneau, vis Inox TH6*10. Les agrafes réglables sont aussi utilisées au point fixe, avec une goupille en acier inoxydable A2. Le point fixe bloque la reptation horizontale de l'agrafe sur la lisse.

Le positionnement des agrafes correspond aux inserts placés à l'arrière des panneaux. Il y a minimum un point fixe par panneau (cf. fig. 4).

2.2.3. Ossatures

2.2.3.1. Ossature aluminium

- Les composants de l'ossature sont conformes aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3.
- L'ossature est considérée en atmosphère extérieure protégée et ventilée
- Les montants d'ossature verticaux sont de conception bridée d'une longueur jusqu'à 3 m ou librement dilatable au-delà.
- La largeur d'appui sur montant T, de la gamme FACALU de la société ETANCO est au moins de 80 mm.
- L'épaisseur des montants en alliage d'aluminium est au moins de 2,5 mm.

2.2.3.2. Pattes-équerrres

Patte-équerrres en alliage d'aluminium, de série 3000 minimum, présentant une limite d'élasticité $R_{p0,2}$ supérieures à 110 MPa, conformes au Cahier du CSTB 3194_V3, d'épaisseur minimum 3mm, de type ETANCO ISOLALU+ LR150/160 ou équivalente.

2.2.4. Isolant

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

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 au tableau 1.

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

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

2.3.2. Fixations

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 les méthodes définies dans l'ETE, déterminé selon les EAD 330232-00-0601, 330284-00-0604 et 330076-00-0604.

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 métallique

La mise en œuvre de l'ossature métallique 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.
- L'entraxe des montants est au maximum de 1000 mm.

2.3.4. Pose directe sur support béton et maçonnerie (cf. 2.4.16)

Ce type de pose nécessite « une exécution soignée » au sens du NF DTU 20.1 pour la maçonnerie et NF DTU 23.1 pour le béton afin de respecter l'exigence de planéité du support.

Cet état de surface doit être prescrit par les Documents Particuliers du Marché (DPM) du gros-œuvre.

2.3.5. Accessoires associés

Traitement des angles et encadrement des baies

Les éléments de finition destinés au traitement des principaux points singuliers, par exemple, les angles rentrants et sortants ainsi que les encadrements de fenêtre peuvent être réalisés en éléments monoblocs ou fabriqués à partir de plaques planes encollées de 2 mm.

Le collage est réalisé, par FEHR Technology AG dans son usine et pas sur chantier, avec la colle bicomposante, (thixotrope, à base de résine époxy) Sikadur® -30 de la marque SIKA.

Le retour ne devra pas excéder 300 mm. Ces éléments sont fabriqués en usine et viennent de la même chaîne de fabrication de la plaque plane (cf. fig. 11).

La production des éléments monoblocs à partir de plaques encollées est réalisée uniquement dans l'usine de la société Fehr Technology AG.

En complément du retour collé, une fixation mécanique est mise en œuvre au moyen d'une cornière en acier S235 (GD) galvanisé à chaud par immersion conforme à la norme NF EN ISO 1461, fixée par 2 inserts Keil, respectivement dans la partie courante du panneau et dans la pièce collée (au niveau de son axe) à raison d'1 fixation/ml de retour collé. La cornière est mise en œuvre par FEHR Technology AG dans son usine et pas sur chantier.

Dimensions de la cornière :

- Epaisseur : 2mm
- Largeur : 40mm
- Longueur de chaque aile : 250mm
- Percement pour position de l'insert : axe à 150mm de l'angle

Il est aussi possible d'employer les profils de finition usuels en bardage rapporté, soit en aluminium (conforme à la norme NF EN 1396) ou en acier prélaqué conforme à la norme NF P34-301, de classe d'exposition conforme à la norme NF P 24-351.

Les panneaux d'angles sont livrés sur palette et leur mise en œuvre est réalisée à l'identique que pour les panneaux plans.

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Principes généraux de pose

Un calepinage préalable doit être prévu. Il n'y a pas de sens particulier de pose, les panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® peuvent être posés aussi bien horizontalement que verticalement.

Le pontage des jonctions entre montants successifs non éclissés de manière rigide, par les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® est exclu.

Ce bardage rapporté nécessite la mise en place des fixations au dos des panneaux, une reconnaissance préalable du support, un calepinage précis des éléments et profilés complémentaires, et le respect des conditions de pose.

2.4.2. Pose des panneaux

Les opérations de pose se font soit avec un palonnier à ventouse, soit à partir d'un échafaudage, soit à partir d'une plateforme à crémaillère, soit à partir d'une nacelle ciseaux.

La pose s'effectue du bas vers le haut par rangées horizontales successives, en partant indifféremment de la droite ou de la gauche.

Les panneaux peuvent exceptionnellement être coupés sur chantier avec précaution, en respectant les tolérances indiquées au §2.2.1.10.

Après découpe, respecter une distance entre l'insert et le bord du panneau d'au moins 200 mm.

Cette opération s'effectue sur une table de découpe à disque diamant. Les poussières provenant des coupes doivent être ensuite enlevées.

2.4.3. Pose de l'isolant thermique

L'isolant, certifié ACERMI, est mis en œuvre conformément 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).

2.4.4. Opération de pose

La pose des panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® comprend les opérations suivantes :

- Calepinage, traçage et repérage.
- Mise en place de l'ossature.
- Mise en place de l'isolation (facultative).
- Mise en place des inserts et agrafes en partie arrière des panneaux.
- Fixation des panneaux sur l'ossature.

2.4.5. Ossature métallique

L'ossature sera de conception bridée et/ou librement dilatable, conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194_V3*, renforcées par celle-ci après :

- La coplanéité des montants devra 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.
- L'entraxe des montants est au maximum de 1000 mm.

2.4.6. Mise en place des rails

Les rails horizontaux à utiliser sont définies dans le §2.2.2.3. Les rails doivent être fixés sur l'ossature verticale du bardage par 2 vis de type ETANCO PERFIX 3 TH8/ Inox A2 Ø5.5 x 25 (cf. §2.2.2.2).

L'aboutage des rails se fait sur l'un des montants verticaux, dont la largeur ne doit pas être inférieure à 80 mm conformément au *Cahier du CSTB 3194_V3*. La dilatation sera prise en compte en laissant un jeu minimum de 5 mm entre 2 éléments.

Le porte-à-faux des rails, après le dernier montant, est au maximum de 250 mm.

2.4.7. Fixation des agrafes

La mise en place des agrafes sur la face arrière des panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® se fait sur le chantier en utilisant les inserts et les pièces du système Keil (cf. §2.2.2.1)

Le procédé d'assemblage se déroule comme suivant :

- Introduction des inserts Keil dans les perçages de l'arrière-face des panneaux préparés en usine. Cependant, pendant la phase transport, des poussières peuvent de nouveau apparaître, il est alors nécessaire de vérifier l'absence de poussière résiduelle par un nettoyage des trous avant de placer l'insert Keil.
- Mise en place de l'agrafe dont l'ouverture hexagonale sert à bloquer la rotation de l'insert.
- Vissage du boulon, qui provoque l'écartement de la base de l'insert et son ancrage dans le cône du perçage.
- Respecter un couple de serrage minimal de 2,5 Nm et maximal du boulon dans l'insert de 4 Nm afin de ne pas endommager l'insert et le panneau.

2.4.8. Fixation des panneaux sur l'ossature

La mise en place consiste à l'accrochage des panneaux sur les lisses horizontales.

L'horizontalité est réglée à l'aide des vis prévues à cet effet positionnées sur les agrafes (cf. § 2.2.2.2).

Le point fixe est réalisé par une vis ou une goupille bloquant le glissement horizontal de l'agrafe sur la lisse.

2.4.9. Compartimentage de la lame d'air (cf. fig. 10)

Un compartimentage vertical de la lame d'air devra être prévu en angle des façades adjacentes ; ce cloisonnement réalisé en matériau durable (métallique) devra être propre, sur toute la hauteur du bardage, à s'opposer à un appel d'air latéral.

2.4.10. Traitement des joints

Les éléments standards sont disposés de façon à laisser des joints verticaux et horizontaux d'une largeur de 8mm toutes tolérances épuisées. Les joints peuvent rester ouverts.

2.4.11. Ventilation de la lame d'air

L'épaisseur minimale de la lame d'air dépend de la hauteur du bâtiment et devra correspondre aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194_V3* à savoir :

Indépendamment de la communication avec l'extérieur au niveau des joints entre plaques ou des bavettes intermédiaires, la ventilation de cette lame d'air est assurée par des ouvertures au pied et au sommet de l'ouvrage ménagées à cet effet et de section suffisante, à savoir au moins égale à :

- 50 cm²/m pour hauteur d'ouvrage ≤ à 3 m ;
- 65 cm² pour une hauteur de 3 à 6 m ;
- 80 cm² pour une hauteur de 6 à 10 m ;
- 100 cm²/m pour hauteur d'ouvrage de 10 m à 18 m ;

En départ de bardage, l'ouverture est protégée par un profilé à âme perforée constituant une barrière anti-rongeur. En partie haute, l'ouverture est protégée par une avancée (par exemple, couverture ou acrotère) formant un larmier.

2.4.12. Découpe sur chantier

La découpe des panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® sur chantier est uniquement autorisée pour les ajustements (cf. §2.4.12).

2.4.13. Pose en zone exposée aux chocs

Système de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® peut satisfaire aux exigences pour l'emploi en rez-de-chaussée exposé aux risques de chocs en respectant les prescriptions suivantes.

En pose à rez-de-chaussée pour répondre à l'exigence Q4 facilement remplaçable selon la P08-308 :

- Entraxe horizontal maximal entre inserts : 1000 mm (700mm dans le cas de format 3xn) ;
- Entraxe vertical maximal entre inserts : 600 mm ;
- Distance de l'insert au bord : 150 mm.

Dans les autres cas, le procédé est classé Q1 :

- Entraxe horizontal maximal entre inserts : 1100 mm ;
- Entraxe vertical maximal entre inserts : 1200 mm ;
- Distance de l'insert au bord : 200 mm.

2.4.14. Pose en habillage de sous-face

La mise en œuvre en sous-face est admise pour le système de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® en utilisant la même typologie d'ossature et d'agrafes que celle utilisée pour l'habillage des parois verticales, 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 :

- Les pattes-équerrés sont doublées,
- Entraxe profils horizontaux limité à 400 mm,
- La dépression admissible du tableau 1 devra être réduite, en déduisant la masse surfacique de 376N/m² des panneaux suspendus,
- 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,
- Les agrafes doivent être bloquées suivant la figure 17 à l'aide d'une cornière de dimension 20 x 250 mm qui sera ensuite cachée par le panneau suivant,
- Entraxe inserts horizontaux et verticaux sont limités à 800 mm (700mm dans le cas de format 3xn).

2.4.15. Mise en œuvre avec fruit négatif de 0 à 90 degrés

La mise en œuvre avec fruit négatif de 0 à 90 degrés est admise pour le système de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® sur les parois verticales en béton neuves ou préexistantes, en respectant les préconisations suivantes :

- Les pattes-équerrés sont doublées,
- Entraxe profil verticaux limité à 600 mm,
- Mise en œuvre d'un profilé rejet d'eau ou constitution d'un déport goutte d'eau en pied de bardage rapporté.
- La dépression admissible du tableau 1 devra être réduite en tenant compte de la masse surfacique de 376N/m² des panneaux suspendus.

2.4.16. Pose directe sur support béton et maçonnerie (cf. fig. 18.1)

La pose est possible sur rails horizontaux directement fixés au gros-œuvre par l'intermédiaire une cale qui permet la ventilation et le respect de la planéité du support.

Ce type de pose nécessite une « exécution soignée » au sens du NF DTU NF DTU 20.1 pour la maçonnerie et NF DTU 23.1 pour le béton afin de respecter l'exigence de planéité du support (5mm sous la règle de 20cm et 7mm sous la règle de 2m).

Cette planéité doit être prise en compte dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) de gros-œuvre.

Les rails horizontaux devront être rendus coplanaires à 2mm près, par emploi de cales complémentaires biseautés, en NF extérieur CTB-X, enfilées sur la cheville, de dimensions minimales 50 x 60 mm avec une épaisseur de 20 mm minimum et de 30 mm maximum. Dans le cas de pose sur maçonnerie d'éléments creux, enduite par l'extérieur, la longueur des chevilles sera choisie telle qu'elles intéressent au moins deux parois d'alvéole.

La ventilation en arrière-face est assurée par les cales d'épaisseur 20 mm.

L'entraxe des chevilles de fixation de la lisse horizontale sur le support ne doit pas excéder 1000 mm.

Caractéristiques chevilles :

- Longueur de 110 mm
- Diamètre M10
- Nature : Inox

Références :

- FRIULSILDER : FM753 CRACK M10/50x120 (09-0056)
- FISCHER : FAZ II Plus 8/50 R
- HILTI HST4 M10 x 110 5 -60

2.4.17. Points singuliers

Les figures 7 à 18b constituent un catalogue d'exemples de solution pour le traitement des points singuliers.

2.5. Pose sur Constructions à Ossature Bois (COB et CLT)

2.5.1. Description de l'ossature bois

La nature de l'ossature bois (tasseaux) sera conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3316_V3, renforcées par celles ci-après :

- La coplanéité des tasseaux devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- Les tasseaux bois ayant une résistance mécanique correspondant au moins à la classe C18 selon la norme NF EN 338, de durabilité naturelle ou conférée de classe d'emploi 2 avec bande de protection ou 3b selon le FD P 20-651.
- Au moment de leur mise en œuvre, les tasseaux en bois devront avoir une humidité cible maximale de 18%, avec un écart entre deux éléments au maximum de 4 %. Le taux d'humidité des éléments doit être déterminé selon la méthode décrite par la norme NF EN 13183-2 (avec un humidimètre à pointe).
- L'entraxe des tasseaux est au maximum de 645 mm sur COB ou 600 mm sur CLT.

2.5.2. Principes généraux de mise en œuvre (cf. fig. 19 à 25)

La pose sur Constructions à Ossature Bois (COB) conforme au NF DTU 31.2 de 2019 ou sur panneaux bois lamellée-croisé porteur en façade CLT (Cross Laminated Timber) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé N°3.3 est limitée à :

- hauteur 10 m maximum (+ pointe de pignon) en zones de vent 1, 2 et 3 en situation a, b, c,
- hauteur 6 m maximum (+ pointe de pignon) en zone de vent 4 et/ou en situation d,

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

Les tasseaux (section mini 20mmx60mm) ayant un entraxe de 645 mm maximum (600 sur CLT) sont implantés au droit des montants de la COB, afin de réserver une lame d'air de 20 mm minimum entre le mur et le revêtement extérieur. La fixation des tasseaux dans le montant est réalisée à l'aide de vis autoperceuse inox A2 type SFS INTEC SXW-S(16)-6,5x75 mm ; Pk = 4530 N.

Un pare-pluie conforme au NF DTU 31.2 de 2019 sera disposé sur la face extérieure de la paroi de COB ou du CLT, sous les tasseaux verticaux. Il est maintenu par des tasseaux verticaux en bois (20mmx60mm) fixés sur les montants verticaux de la COB ou sur la paroi du CLT et ne doit pas être en contact avec le panneau Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn®.

Les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® sont posés sur les rails horizontaux en aluminium, eux même fixés au travers des tasseaux verticaux dans les montants de la COB (ou dans la paroi du CLT) par 2 vis autoperceuses en acier inox A2 Ø6.5x75 de type SFS INTEC SXW-S(16)-6.5x75mm dont la résistance caractéristique PK à l'arrachement est de 4530N dans un support bois C24 de 50 mm.

L'ossature est fractionnée à chaque plancher.

Le pontage des jonctions entre montants successifs par les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® est exclu.

Si les joints sont ouverts, le pare-pluie aura une résistance aux UV de 5000 h selon la norme NF EN 13589-2.

Une bavette de rejet d'eau est mise en œuvre tous les 6 m pour l'évacuation des eaux de ruissellement vers l'extérieur.

En aucun cas, le pare-pluie ne devra être posé contre le panneau de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® (lame d'air de 20 mm minimum).

Une bavette débordante avec rejet d'eau doit être placée en pied du premier élément COB/CLT, pour assurer l'évacuation de l'eau de ruissellement présente dans la lame d'air derrière le panneau de bardage et ainsi protéger les murs des niveaux courants de toute infiltration d'eau. La bavette est fixée sur la COB et complétée par une bande adhésive en partie haute pour éviter toute infiltration entre la bavette et le pare-pluie. Les éléments de bavette seront posés avec un recouvrement de 5cm.

Les figures 19 à 24 illustrent les dispositions minimales de mise en œuvre sur COB.

2.5.3. Disposition de mise en œuvre sur COB

En situations a, b et c, les panneaux de contreventement de la COB peuvent être positionnés coté intérieur ou coté extérieur de la paroi.

En situation d, si les panneaux de contreventement de la COB ont été positionnés du côté intérieur de la paroi, des panneaux à base de bois sont obligatoirement positionnés coté extérieur de la paroi.

2.5.4. Dispositions complémentaires à la pose sur CLT

En fonction du positionnement de l'isolation, en intérieur ou en extérieur, les éléments constituant la paroi complète ainsi que leur ordre de mise en œuvre sont donnés dans l'Avis Technique du Groupe Spécialisé N°3.

2.6. Entretien et remplacement

2.6.1. Nettoyage

L'aspect des panneaux de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® se conserve dans le temps sans autre entretien qu'un lavage périodique à l'eau claire.

Si besoin, des produits de nettoyage adaptés aux spécificités du béton Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn®, permettant de faire disparaître des tâches localisées, peuvent être utilisés.

2.6.2. Remplacement d'un panneau (cf. fig. 26)

Après avoir enlevé le panneau accidenté, dévisser la vis de blocage du panneau situé juste en-dessous et démonter également ce panneau. Procéder à la pose du nouveau panneau, sans le fixer définitivement puis le soulever, ce qui crée un joint de 12 à 16mm nécessaire à la pose du panneau situé en-dessous. Procéder à la pose du panneau situé en-dessous. Remplacer le panneau endommagé à sa position d'origine et ajouter un point fixe sur chacun des 2 panneaux grâce à des vis autoperceuses de type SX5-L12-S(16)-5.5*63 de la société SFS Intec (Pk = 2960 N).

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

La fabrication des éléments Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® font l'objet d'un autocontrôle systématique régulièrement surveillé par le CSTB, permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Les panneaux de bardage Ductal® FClad® et Ductal® Cladia® sont fabriqués par un préfabricant faisant l'objet d'une licence pour l'utilisation des BFUP Ductal® de la Société Lafarge Ciment Distribution : Fehr Technology AG dans son usine de Achern (Allemagne) sous la marque Ductal® FClad®, Zanette Srl dans son usine de Fontanafredda (Italie) sous la marque Ductal® Cladia® et Perin & Cie dans son usine de Redon (France) sous la marque Ductal® Talbenn®.

Le site fabrique, contrôle et livre les panneaux avec les inserts Keil (système fermé). L'usinage n'est pas autorisé sur chantier.

Le fabricant bénéficie d'un certificat .

2.8.2. Contrôles de fabrication

2.8.2.1. Sur matières premières

Le plan de contrôle et les exigences sur le liant Premix sont formalisés dans la procédure interne et le cahier des charges entre le fournisseur et le fabricant. Les matières premières font l'objet d'un suivi identifié par la procédure de certification .

Les contrôles sont réalisés sur :

- La rhéologie au moyen d'un essai d'étalement au cône (ASTM C230),
- La résistance mécanique à la compression sur éprouvettes cylindriques Ø 11 x H 22 cm.

Ces contrôles sont réalisés à chaque livraison de matière première et toutes les 25 tonnes de premix produites.

Les spécifications sont données dans la procédure.

2.8.2.2. En cours de fabrication

- Rhéologie : chaque mélange
- Essai d'étalement
- Couleur : chaque mélange.

2.8.2.3. Sur produits finis

- Les dimensions des moules avant leurs premières utilisations,
- L'état des moules (propreté notamment) : quotidiennement,
- L'état d'usure des moules : 1 fois par semaine,
- Tolérances dimensionnelles : à chaque changement de dimension des panneaux et au moins 1 panneau par production,
- Equerrage, rectitude, planéité : à chaque changement de dimension des panneaux et au moins 1 panneau par production,
- Epaisseur : à chaque changement de dimension des panneaux et au moins 1 panneau par production,
- Aspect : chaque panneau,
- Résistance en flexion : 1 fois par semaine (>12MPa),

Concernant la mise en œuvre de l'insert KEIL KH,

- Inspection visuelle des trous : quotidienne,
- Profondeur d'usinage de 13mm suivant la figure 2.1,
- Résistance à l'arrachement des inserts : 1 fois par semaine,
- Positionnement des inserts : à chaque changement de dimension des panneaux et minimum 1 fois par jour (± 1 mm),
- Nettoyage de la poussière potentiellement présente après percement dans les trous : chaque panneau.
- Cas de pièce collée : Résistance en flexion sur 1 pièce collée : 1 fois par semaine (si production en cours dans la semaine) (>12MPa)

Valeurs certifiées :

- Résistance à la flexion >12 MPa
- Résistance à l'arrachement des inserts Keil KH-AA-13 > 3,42KN

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Essais de résistance aux effets du vent : rapport d'essais du CSTB n° FaCet 19-0213-26082841 du 11/05/2020 ;
- Essais de résistance aux chocs : rapport d'essais du CSTB n° FaCet 20-0137-26085360-1 du 12/05/2020 ;
- Essais sismiques suivant le Cahier du CSTB 3725 : rapport d'essais du CSTB n° EEM 20 26083351 du 23/04/2020 ;
- Etude ETANCO du 10/07/2020 relative à la détermination des sollicitations sismiques dans les chevilles de fixation au support sur ossature aluminium selon le Cahier du CSTB 3725 ;
- Essais de classement de réaction au feu A2,s1-d0 pour les panneaux Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® selon les dispositions du rapport CSTB n° RA20-0173 du 17/09/2020

2.9.2. Références chantiers

Plusieurs milliers de m² de bardage Ductal® FClad®, Ductal® Cladia® ont été posés depuis 2015.

En France, depuis 2015, environs 35.000 m² ont été posés à ce jour, dont au moins 26.000 m² avec les panneaux Ductal® FClad® et au moins 9.000 m² avec les panneaux Ductal® Cladia® et 150 m² avec les panneaux Ductal® Talbenn®.

Tableaux du Dossier Technique

				Entraxe horizontal entre inserts (selon H)					
				≤300	≤600	≤700	≤800	≤1000	≤1100
				≤300	≤400	≤500	≤600	≤700	≤800
Configuration inserts HxV (H=nombre d'inserts sur une colonne / V=nombre d'inserts sur une ligne)	2x2	Entraxe vertical entre inserts (selon V)	≤300	>3000	>3000	>3000	>3000	2792	2606
			≤400	>3000	>3000	>3000	2850	2443	2280
			≤500	>3000	>3000	2764	2533	2171	2027
			≤600	>3000	2736	2487	2280	1954	1824
			≤700	>3000	2487	2261	2073	1777	1658
			≤800	>3000	2280	2073	1900	1629	1520
			≤900	>3000	2105	1913	1754	1503	1403
			≤1000	2792	1954	1777	1629	1396	1303
			≤1100	2606	1824	1658	1520	1303	1216
	≤1200		2443	1710	1555	1425	1221	1140	
	2xn ou nx2 (n≥3)		≤300	>3000	2606	2233	1954	1563	1421
			≤400	>3000	2280	1954	1710	1368	1244
			≤500	>3000	2027	1737	1520	1216	1105
			≤600	2606	1824	1563	1368	1094	995
			≤700	2233	1563	1421	1244	995	904
			≤800	1954	1368	1244	1140	912	829
			≤900	1737	1216	1105	1013	842	765
			≤1000	1563	1094	995	912	782	711
			≤1100	1421	995	904	829	711	663
	≤1200		1303	912	829	760	651	608	
	nxn (n≥3)		≤300	>3000	2436	2088	—	—	—
			≤400	>3000	1827	1566	—	—	—
			≤500	2923	1462	1253	—	—	—
			≤600	2436	1218	1044	—	—	—
			≤700	2088	1044	895	—	—	—
			≤800	1827	913	783	—	—	—
			≤900	1624	812	696	—	—	—
			≤1000	1462	731	626	—	—	—
			≤1100	1329	664	569	—	—	—
≤1200	1218	609	522	—	—	—			

Tableau 1 – dépression admissibles Vent normal selon NV65 modifiées avec insert Keil KH-AA-13

Schémas du Dossier Technique

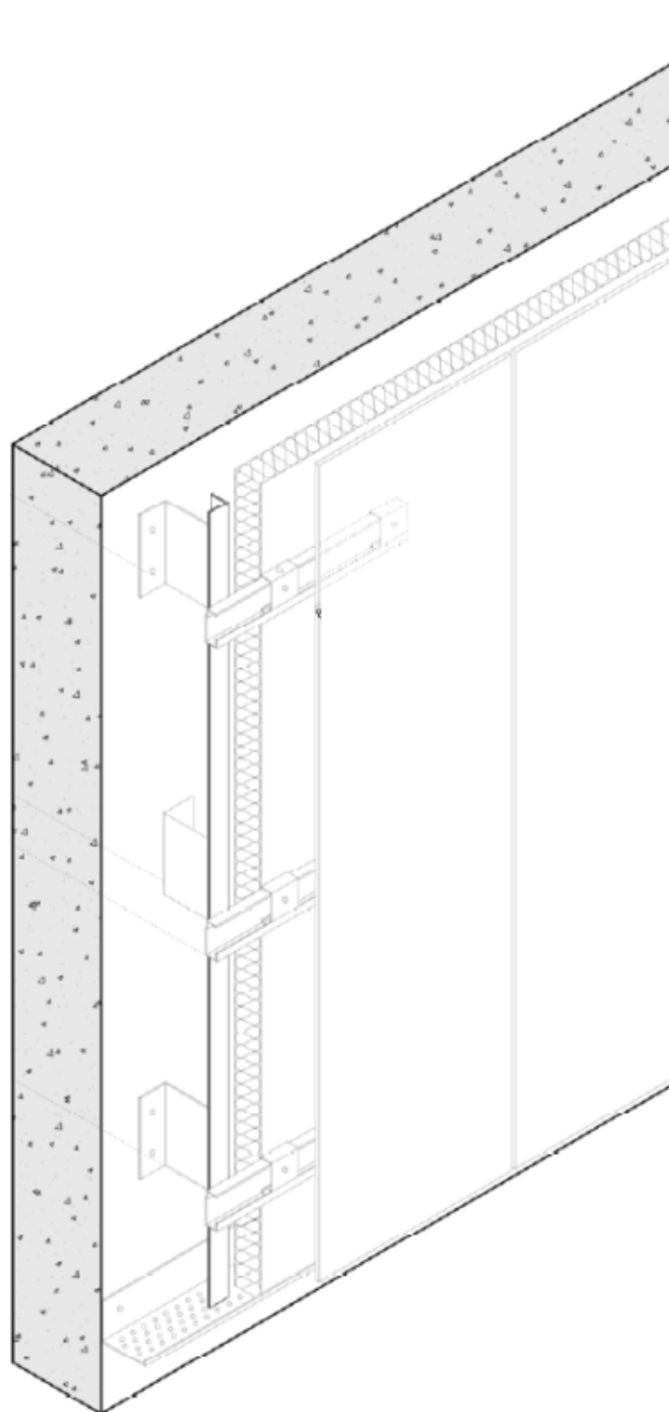


Figure 1 – Schéma de principe sur ossature métallique

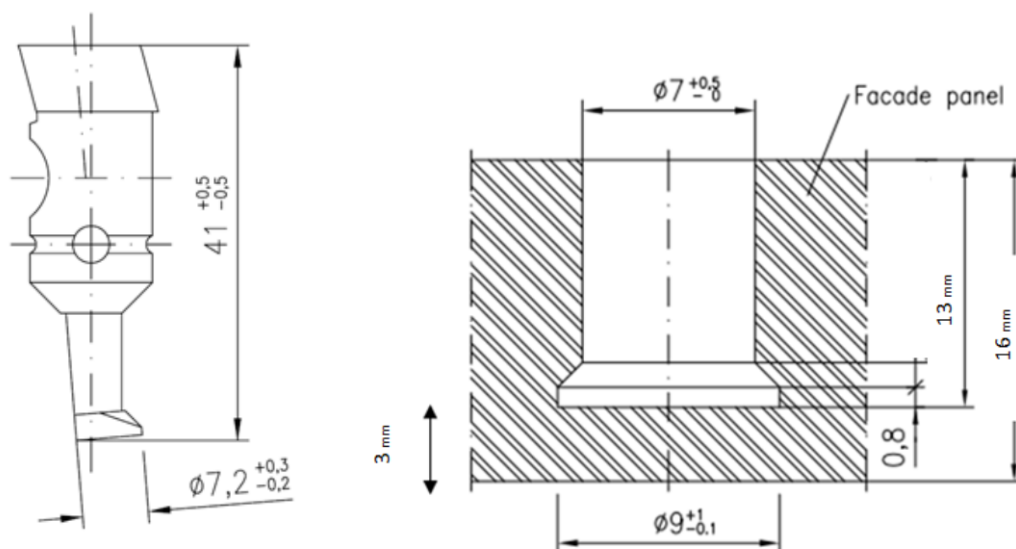


Figure 2 - Préperçage/trouage des panneaux Keil KH-AA-13

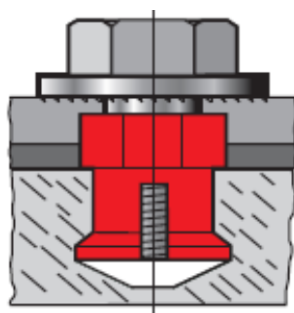
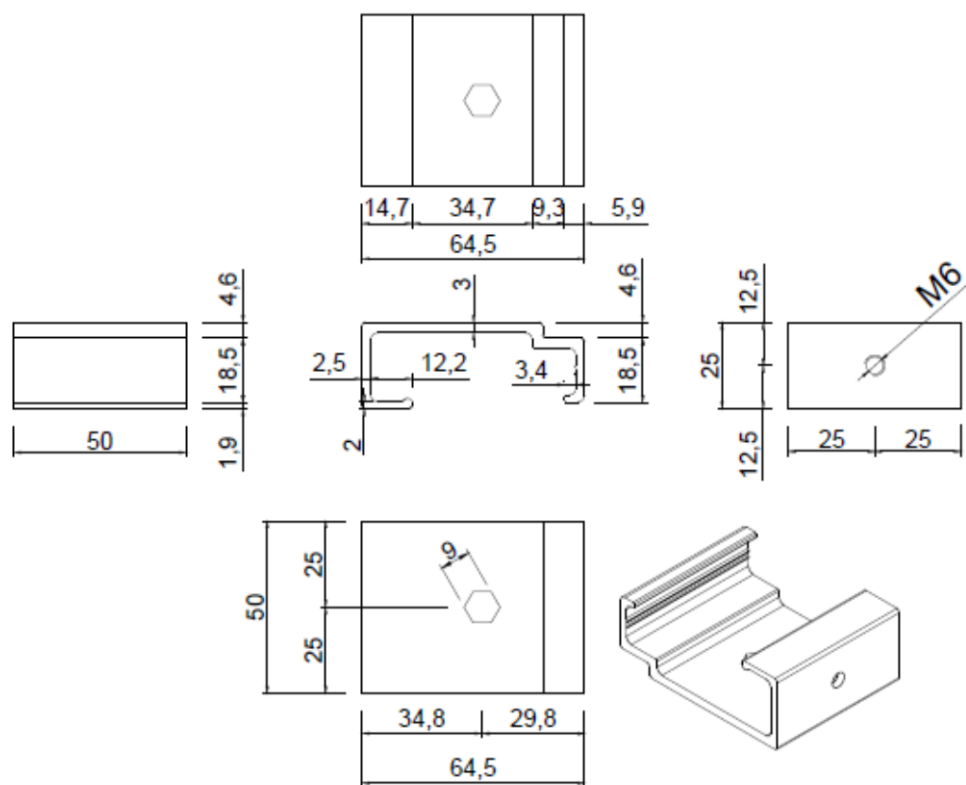
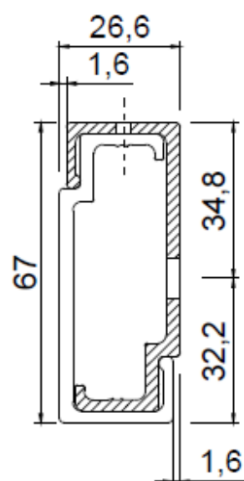


Figure 3 - Fixations

Agrafe standard ETANCO

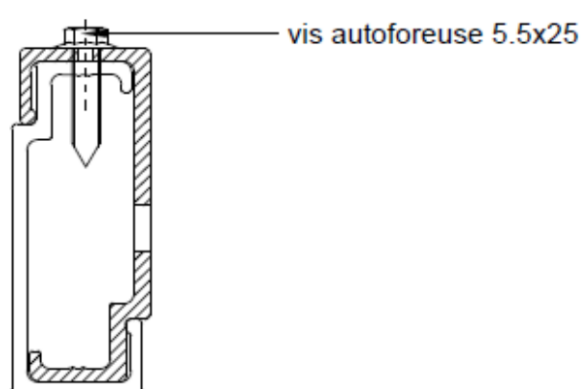
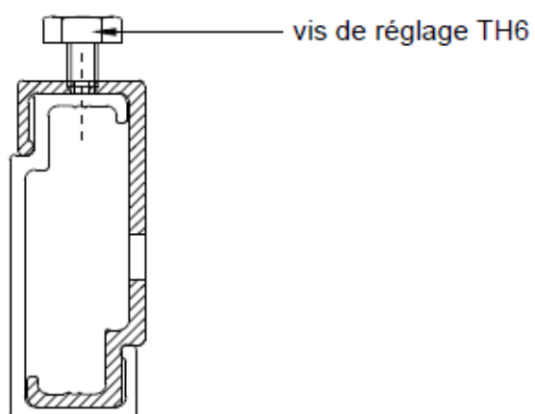


Agrafe sur rail C de chez ETANCO



Agrafe + vis réglable

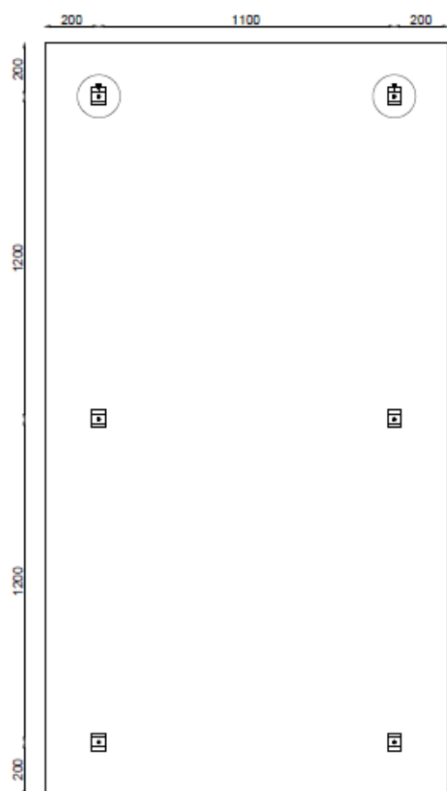
Agrafe bridée



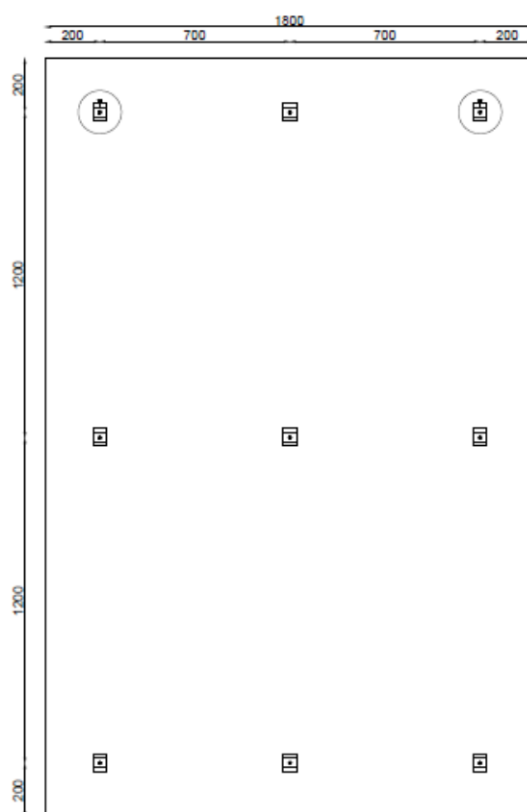
Configuration agrafe – entraxe maximum

CONFIGURATIONS AGRAFES

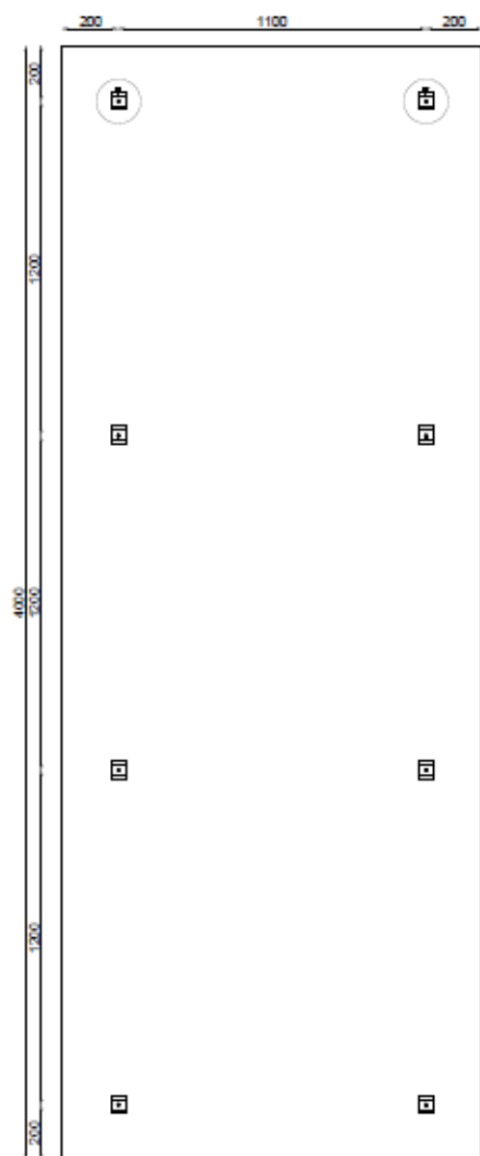
-  Agrafe simple
-  Agrafe réglable + vis réglage
-  Agrafe réglable + vis bridage
-  Agrafe doublée réglage + bridage
-  Agrafe doublée simple + bridage



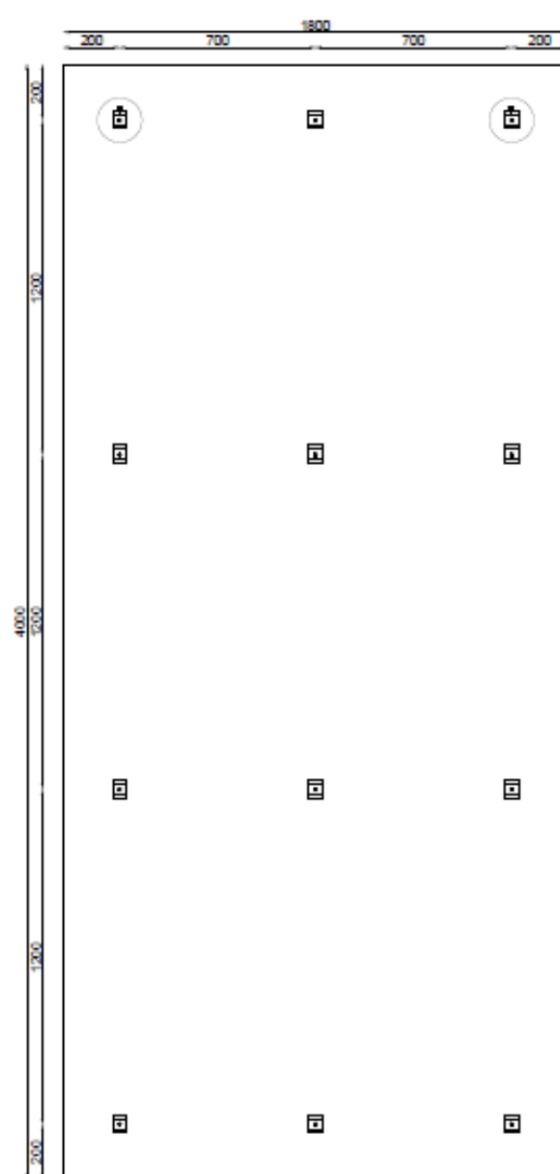
Format C : Entraxes max config 2x3



Format D : Entraxes max config 3x3



Format E : Entraxes max config. 2x4



Format F : Format max config. 3x4

Figure 4 – Agrafes, rails, panneaux

Pose sur ossature métallique

LISTE DE MATERIAUX	
01	MACONNERIE / STRUCTURE
02	TERRAIN NATUREL / SOL DUR
03	ISOLANT
04	JOINT DE DILATATION
05	MENUISERIE
06	CAISSON DE VOLET ROULANT
07	EQUERRE LR160
08	CALE THERMIQUE LR160
09	EQUERRE LR150
10	CALE THERMIQUE LR150
11	EQUERRE D'ANGLE SUR MESURE
12	PLATINE EQUERRE SURE MESURE
13	CHEVILLE BETON M10
14	RAIL VERTICAL T
16	RAIL HORIZONTAL C
17	VIS AUTOFOREUSE 5.5
18	AGRAFE STANDARD
19	AGRAFE REGLABLE
20	VIS DE REGLAGE
21	SYSTEME KEIL VIS+INSERT
22	PANNEAU DE BARDAGE F(CLAD) 16mm
23	TOLE ALUMINIUM (HORS LOT)
24	COUVERTINE (HORS LOT)
25	TOLE ANTI RONGEUR
26	JOINT DE DILATATION

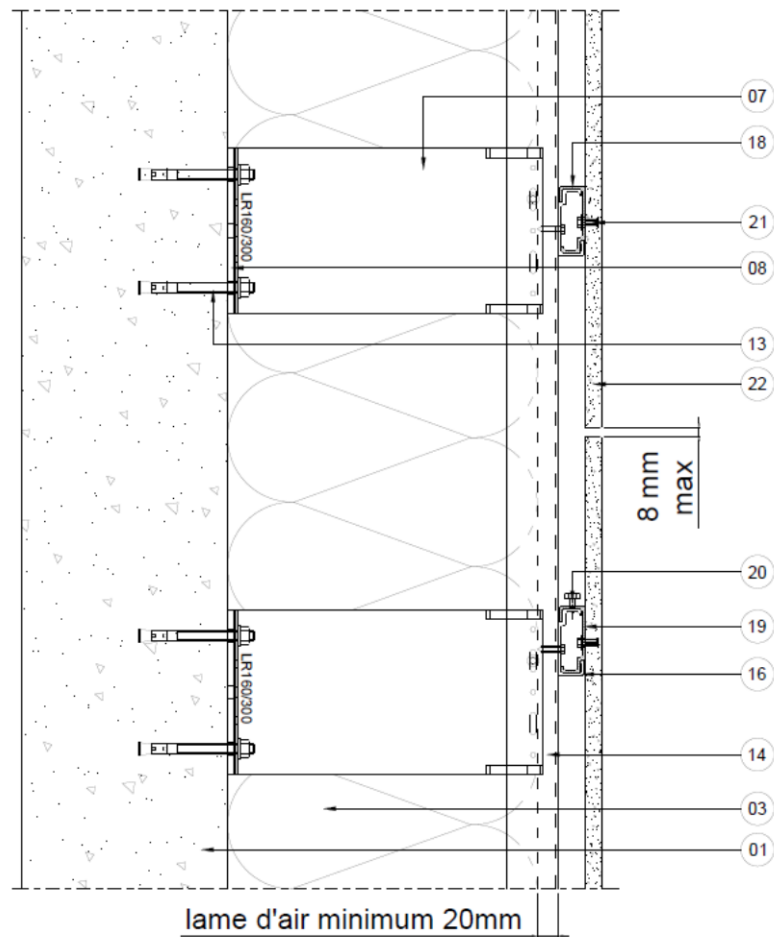


Figure 5 - Joint horizontal (coupe verticale)

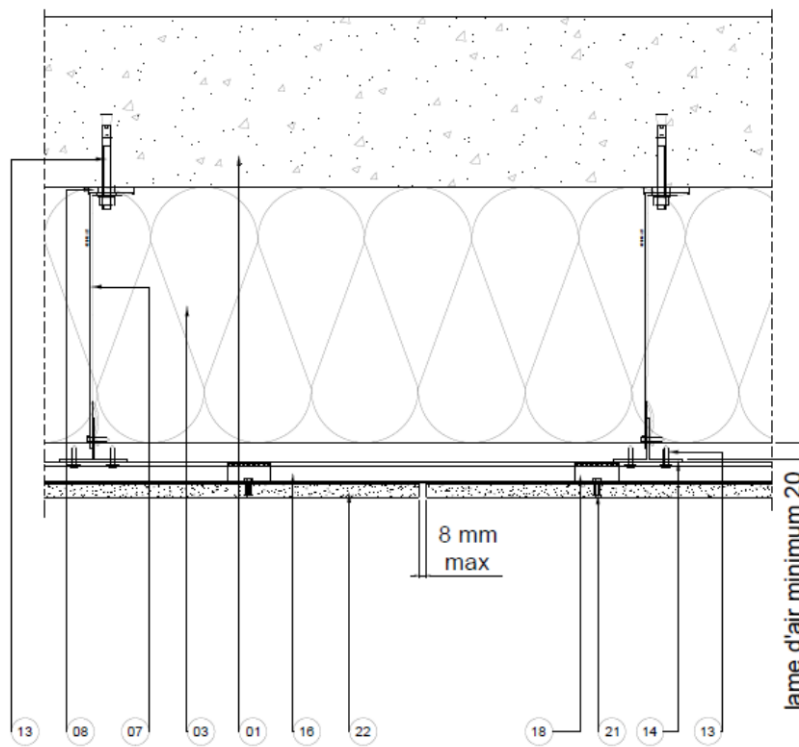


Figure 6 - Joint vertical (coupe horizontale)

*30mm si couvantine déjà installée
au moment de la pose du panneau

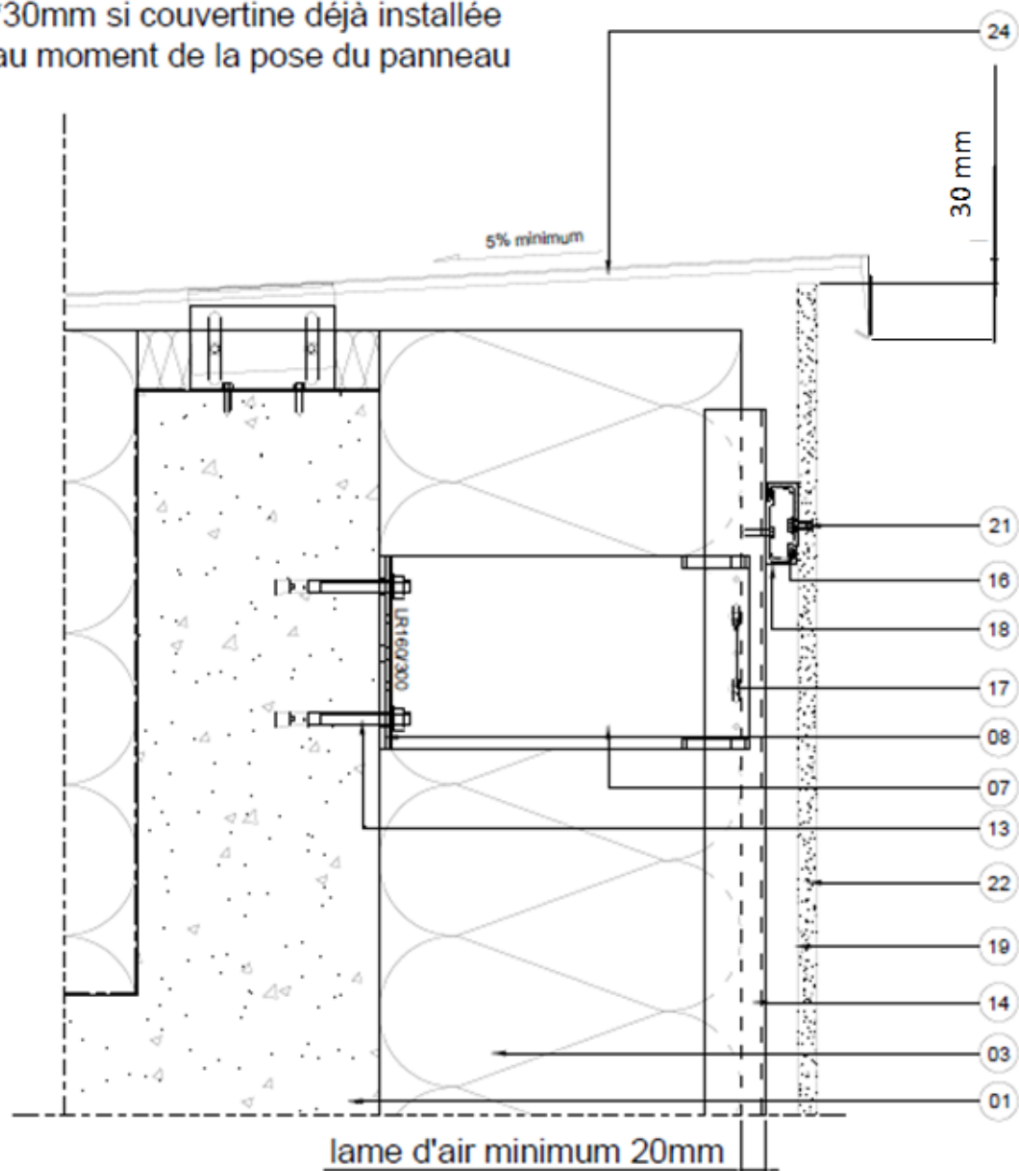


Figure 7 - Arrêt sur acrotère

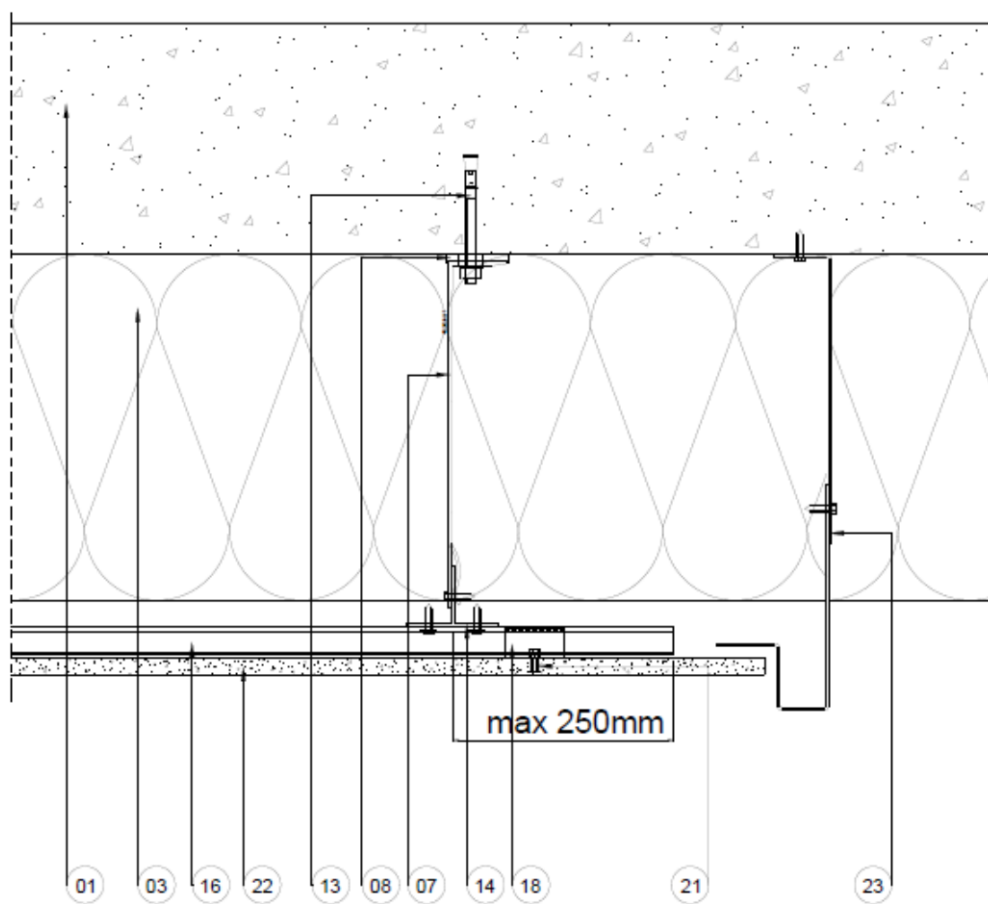


Figure 8 - Arrêt latéral

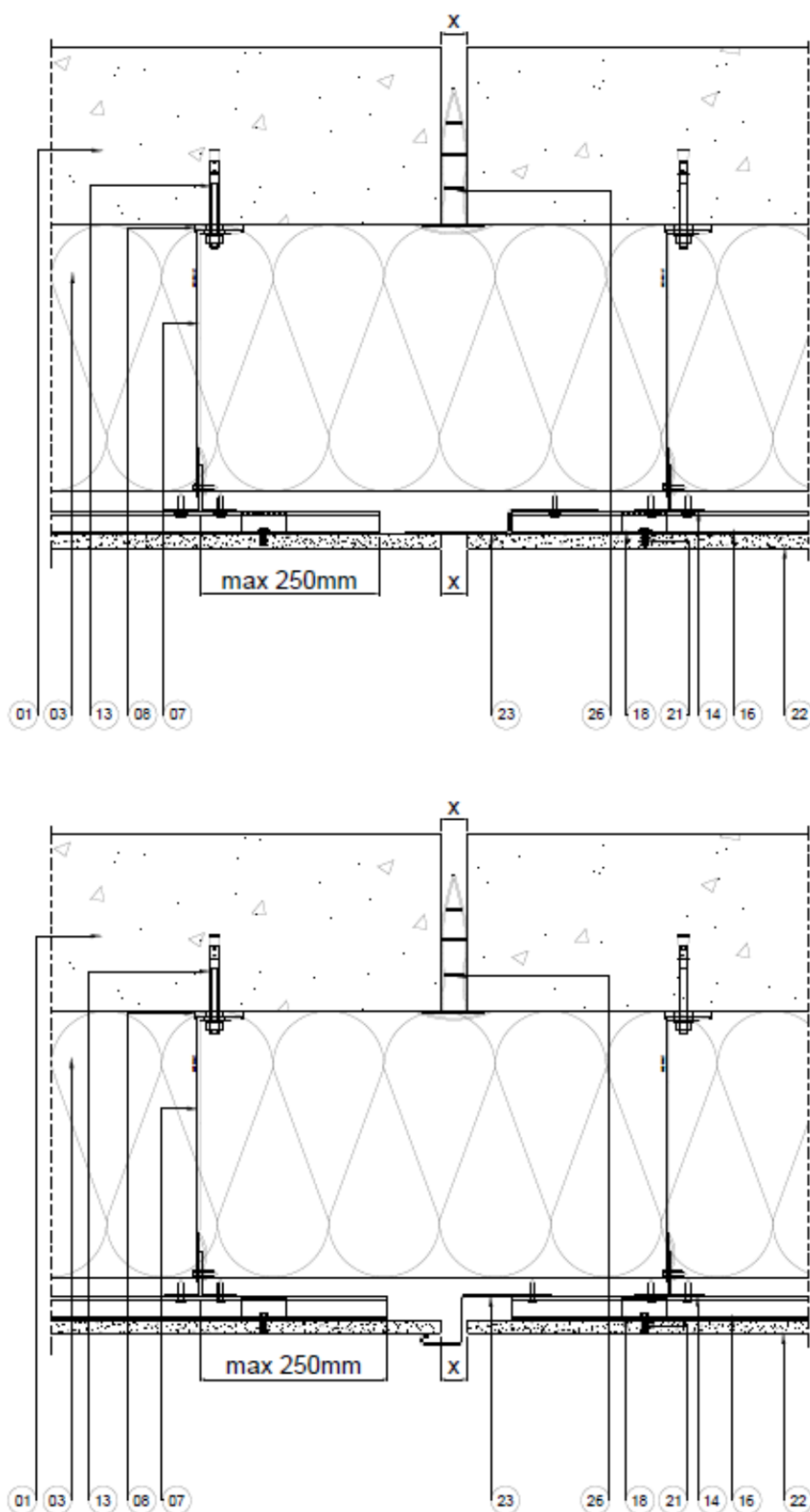


Figure 9 – Joint de dilatation

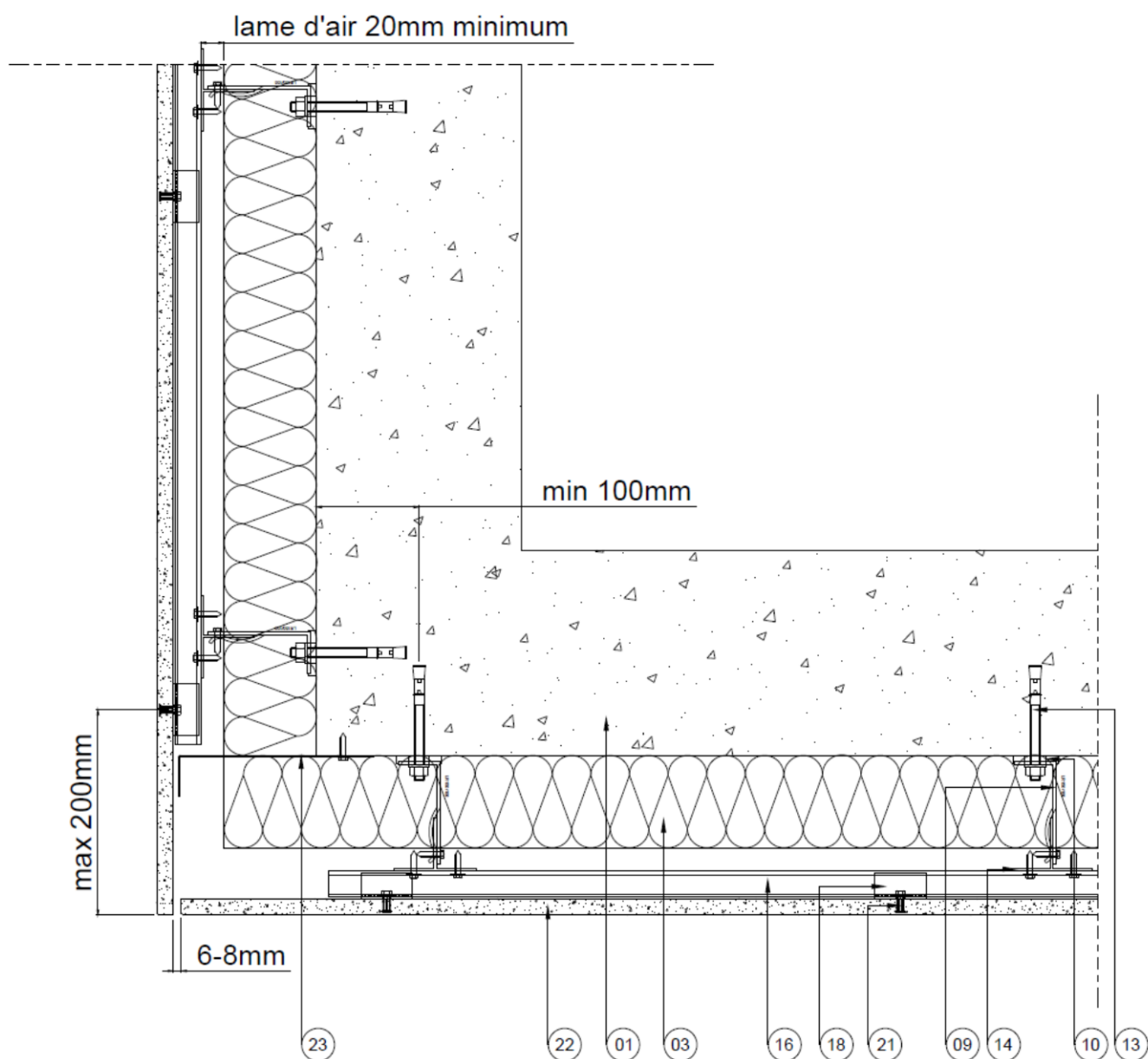


Figure 10 - Angle sortant (sans renfort champs visible)

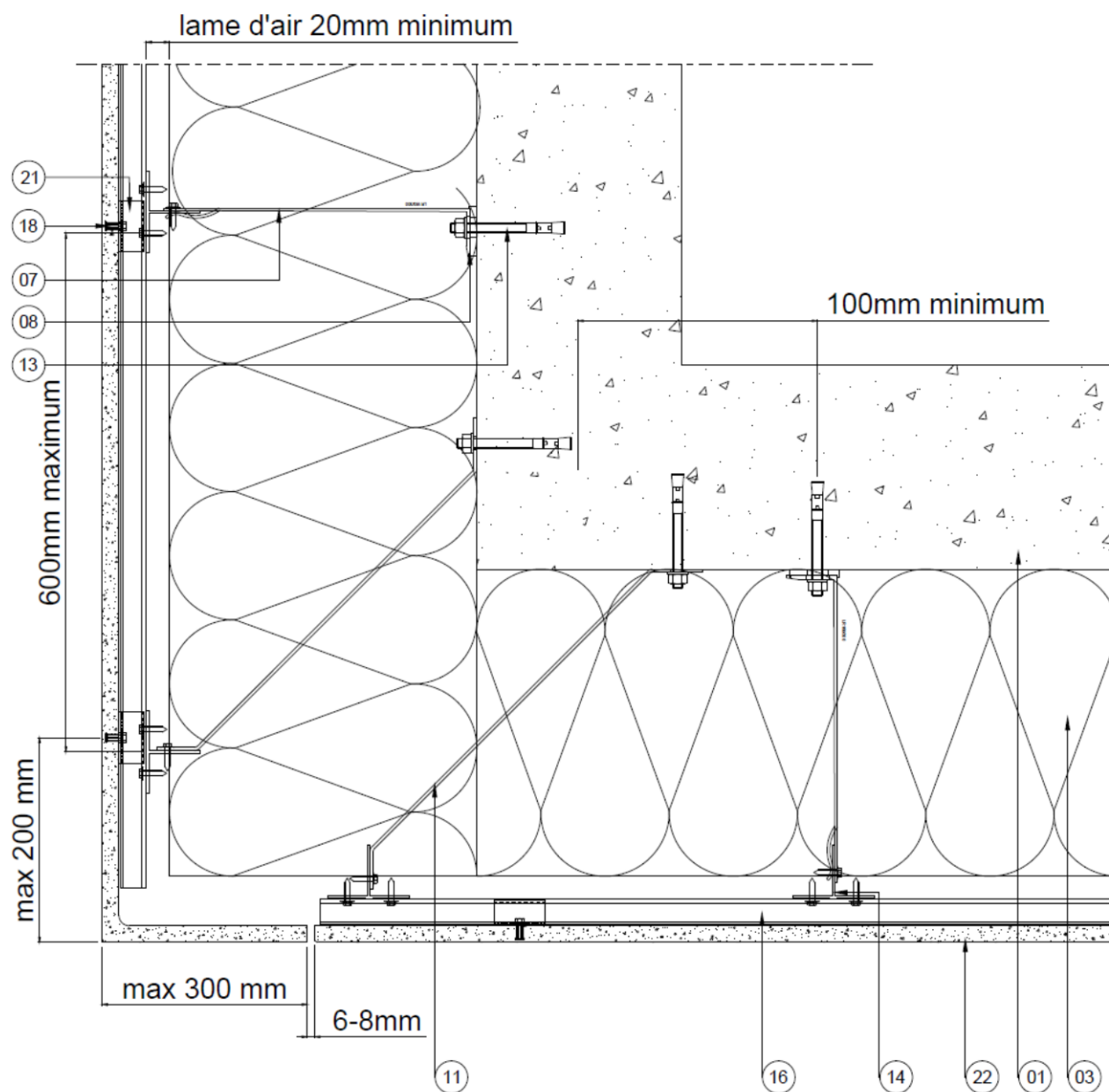


Figure 11.1 – Angle sortant sans renfort retour monobloc

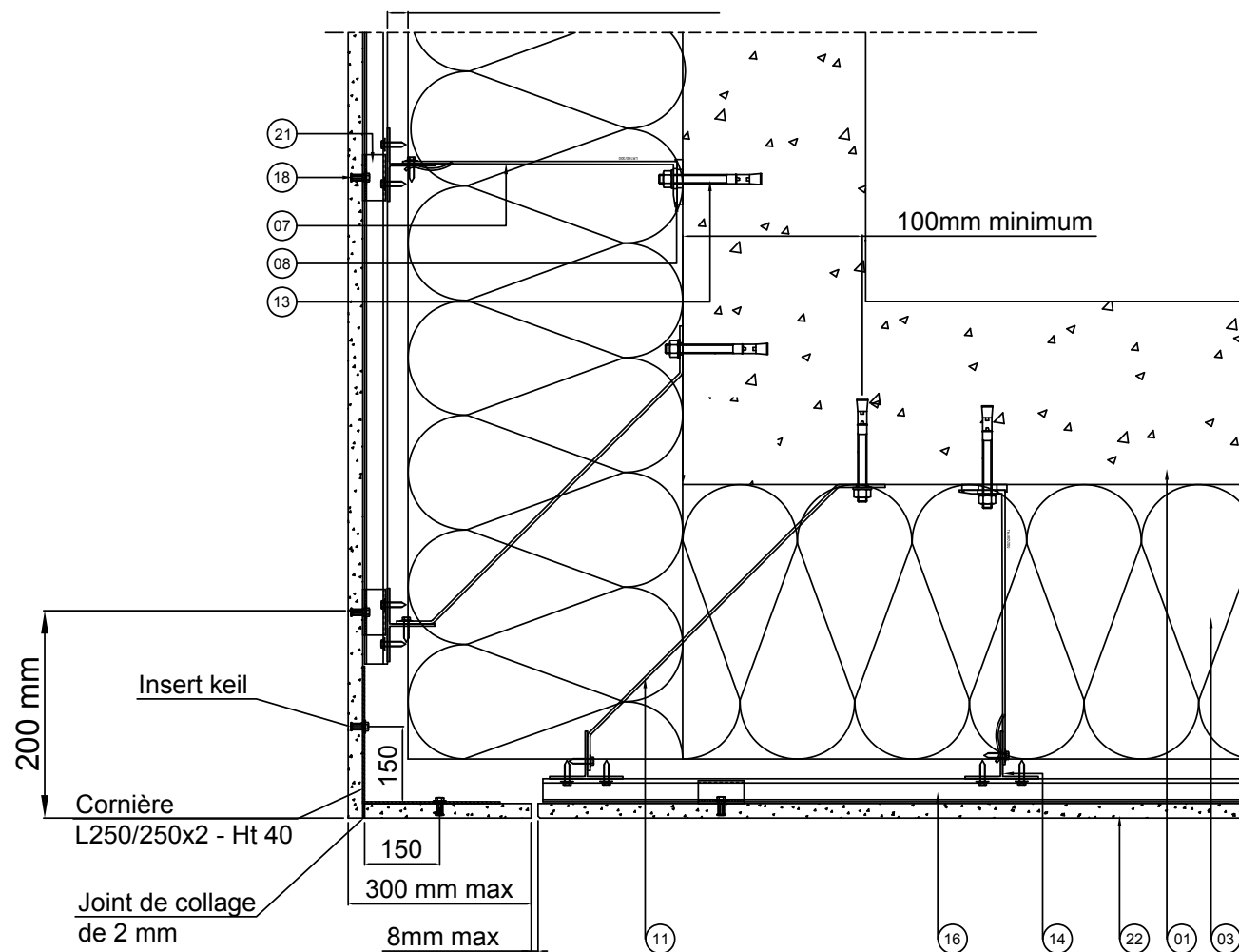


Figure 11.2 – Angle sortant avec panneaux collés et cornière (cf. § 2.2.5)

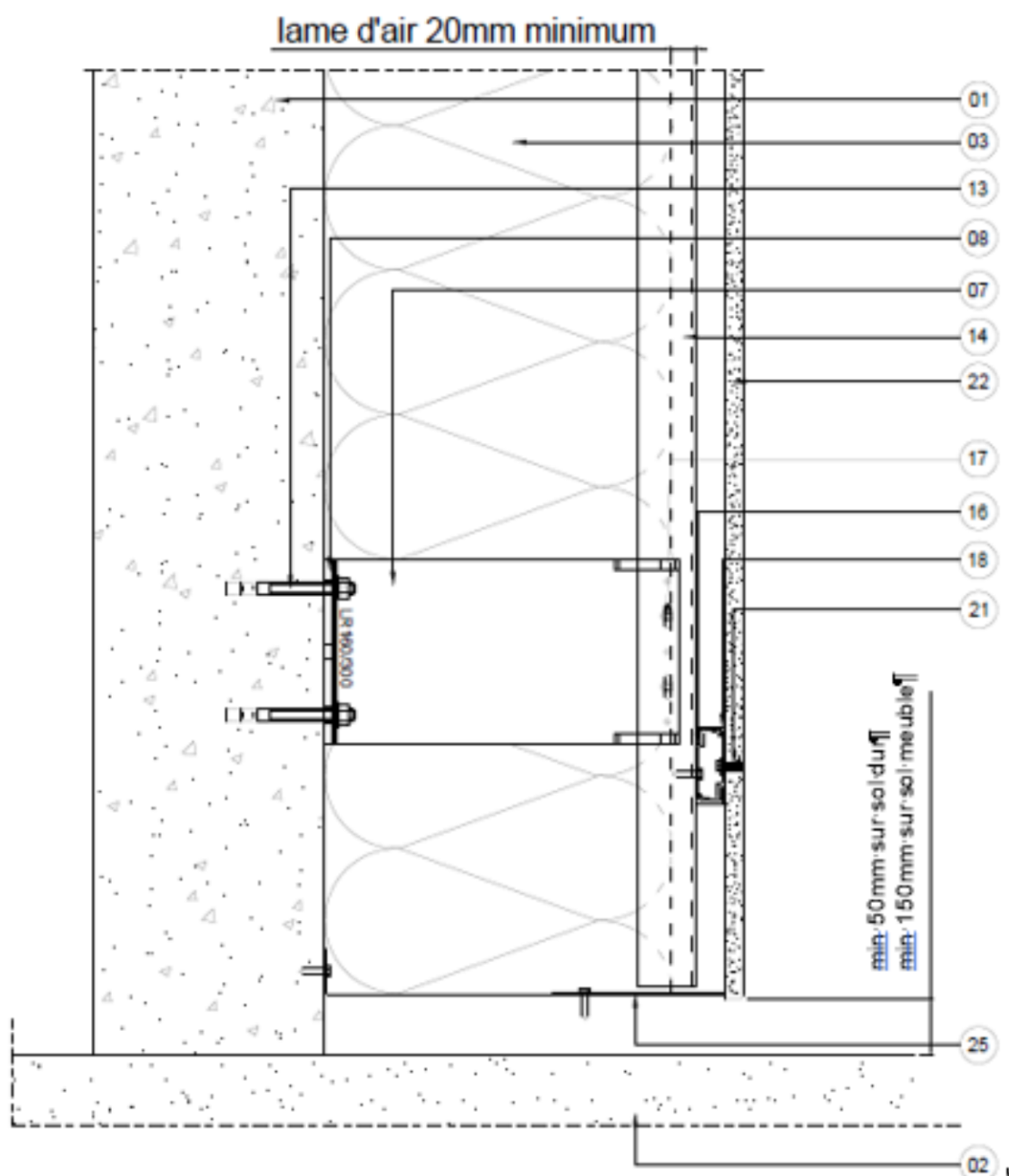


Figure 12 - Départ de bardage

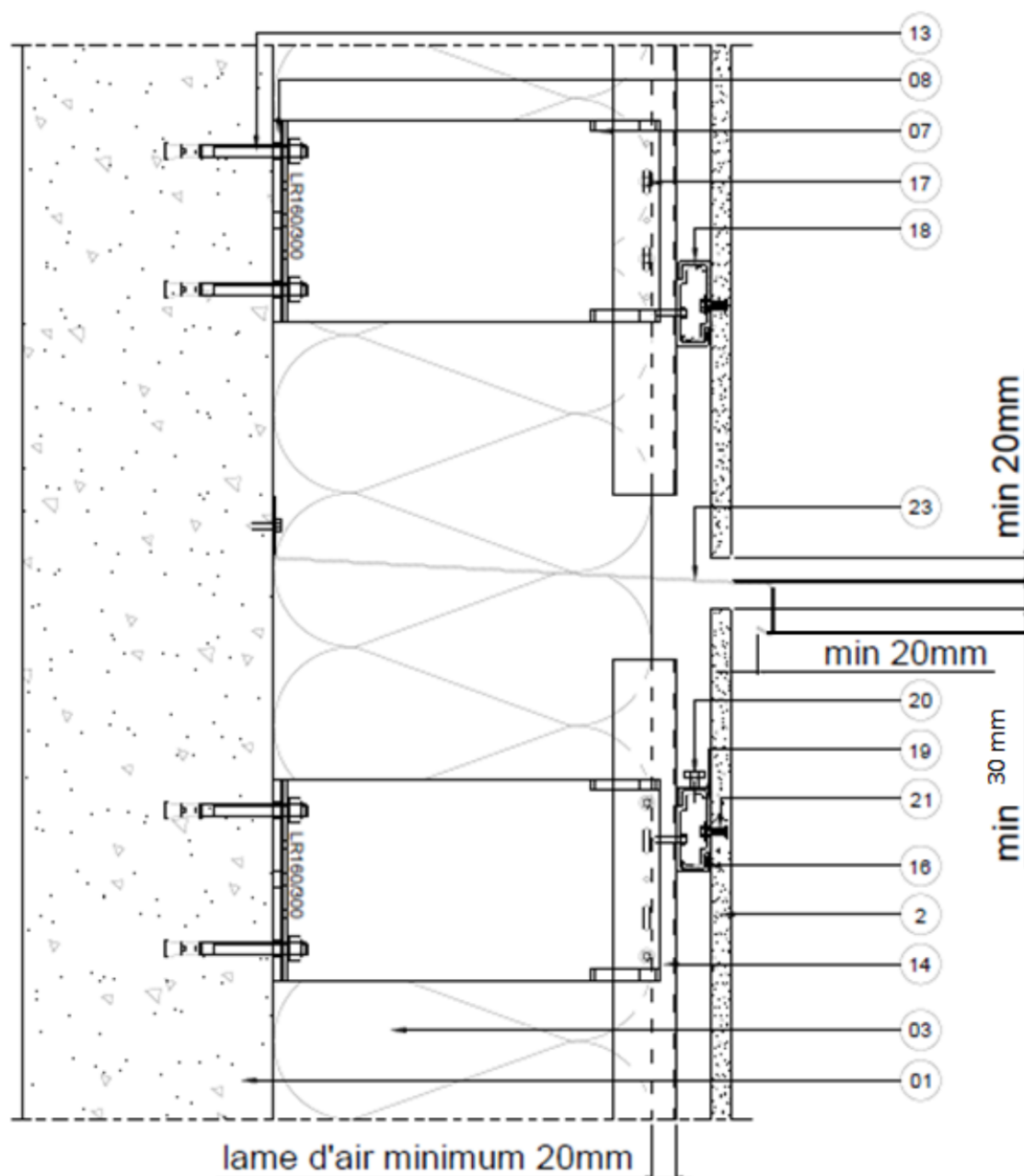


Figure 13 - Compartimentage horizontal de la lame d'air ou recoupement de l'ossature de longueur >3m

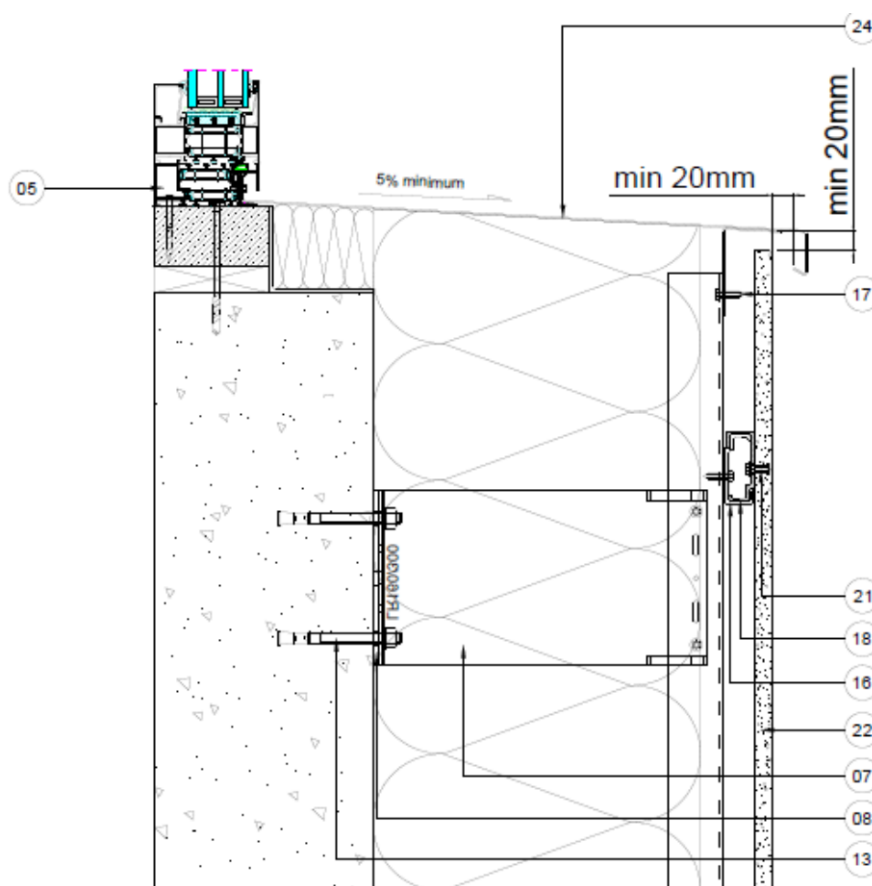


Figure 14 - Appui de baie – Capotage aluminium

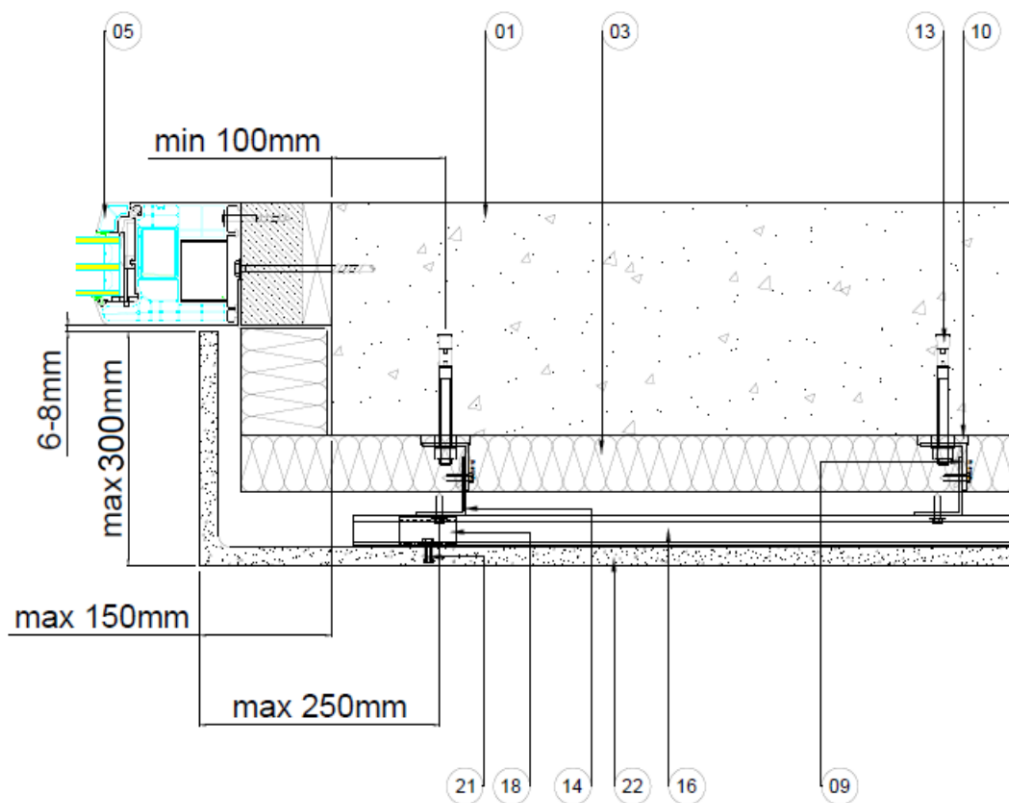


Figure 15.1 - Tableau - Élément monobloc

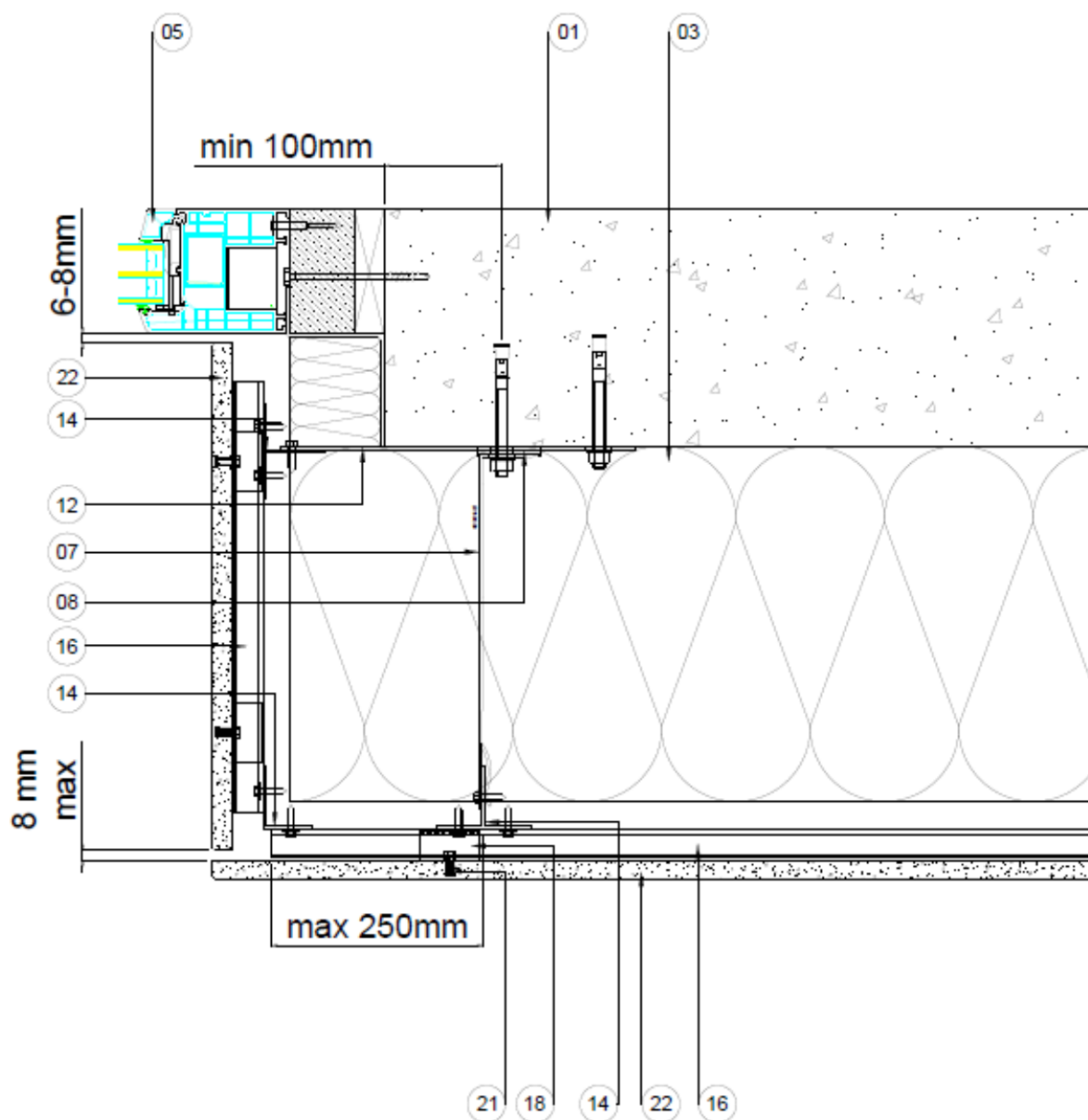


Figure 15.2 - Tableau - Embrasement plaque bardage 1

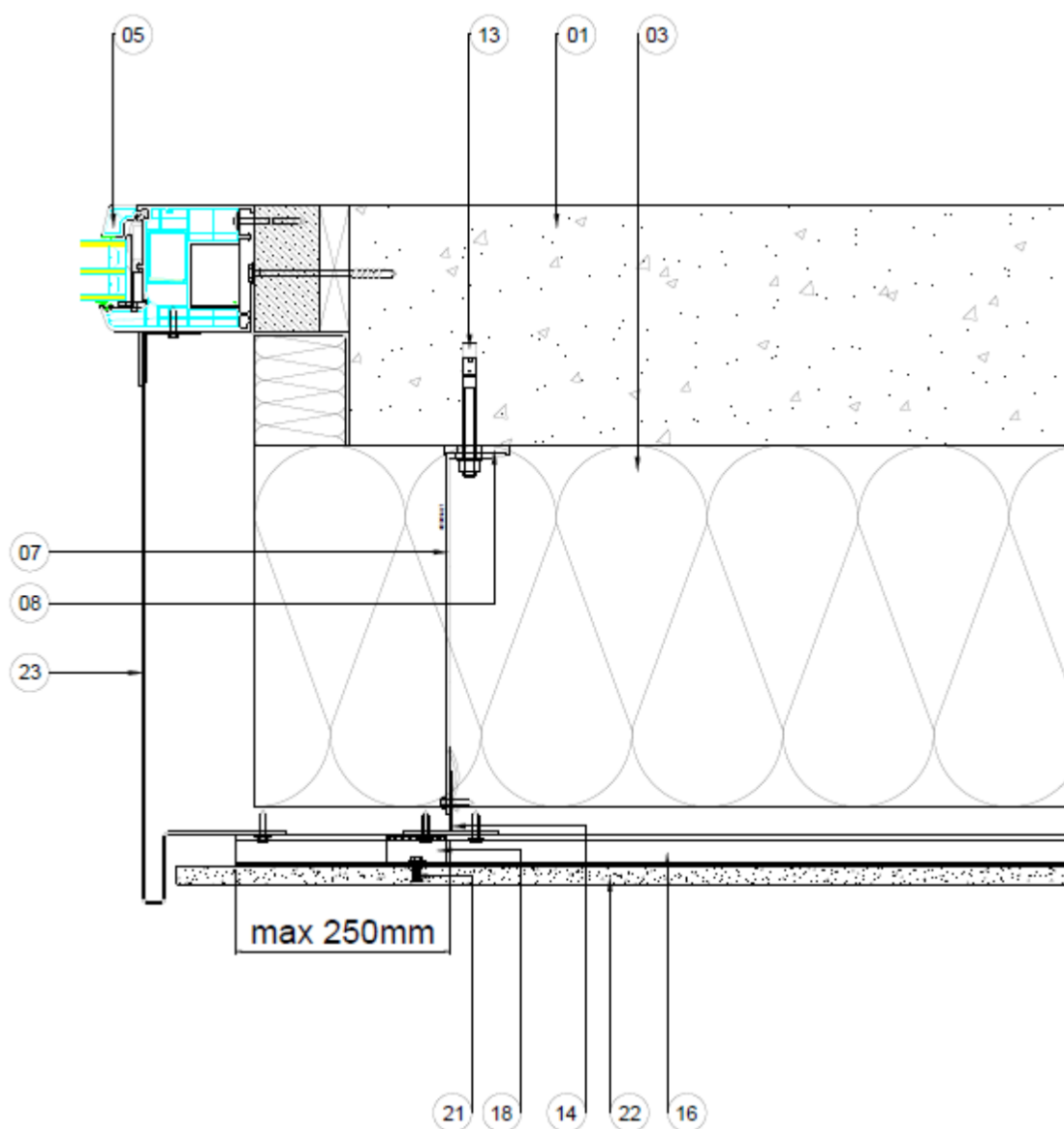


Figure 15.3 - Tableau -Traitement en tôle

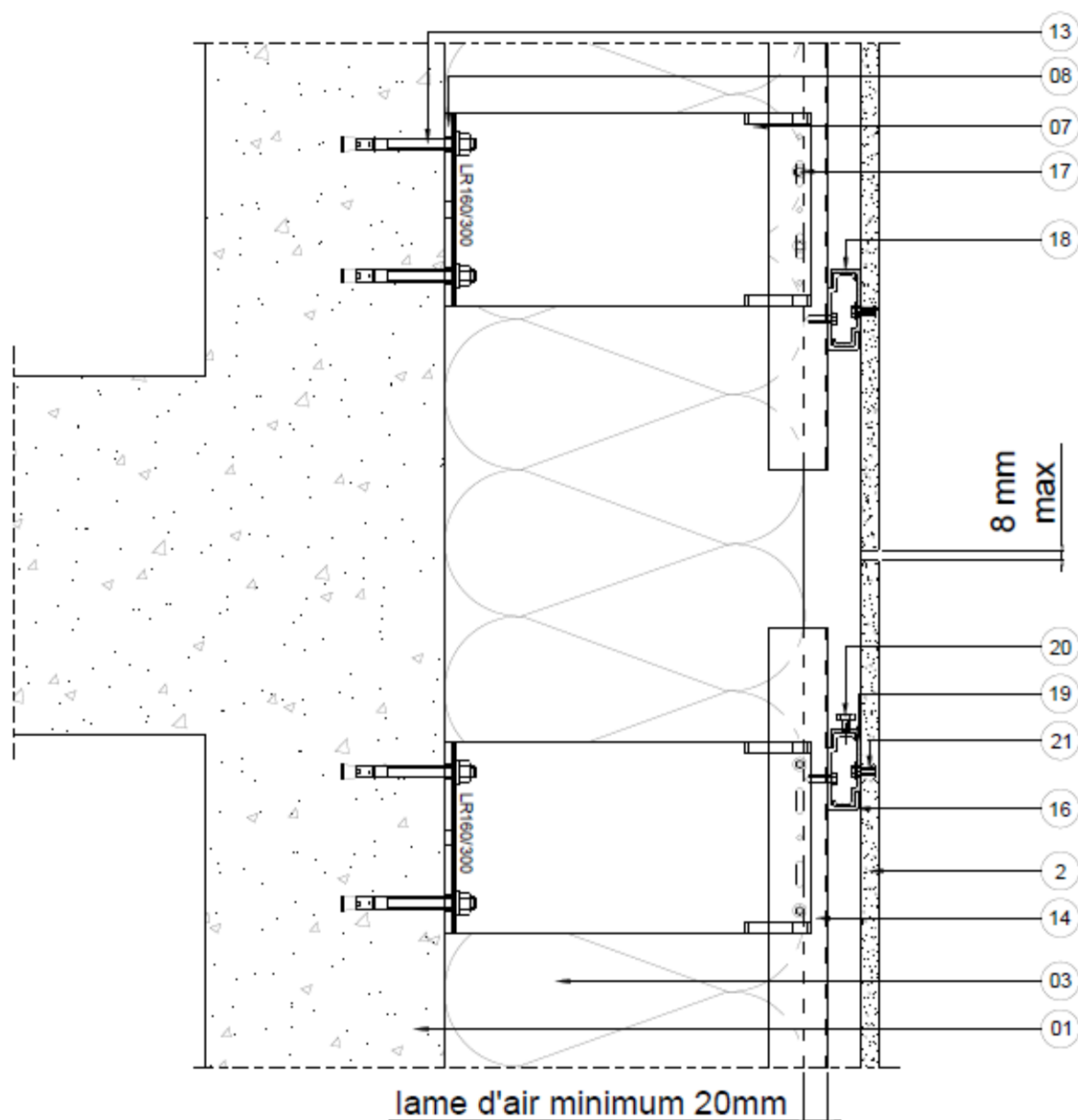


Figure 16.1 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur <3m

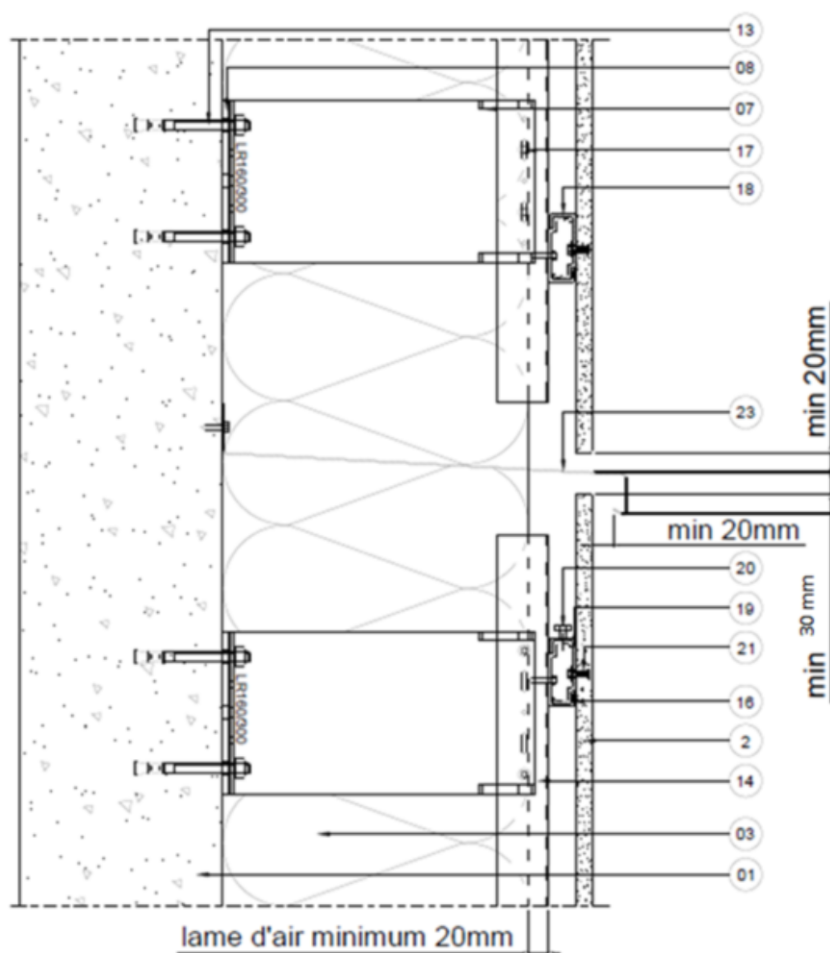


Figure 16.2 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur $\geq 3\text{m}$, recoupement de la lame d'air

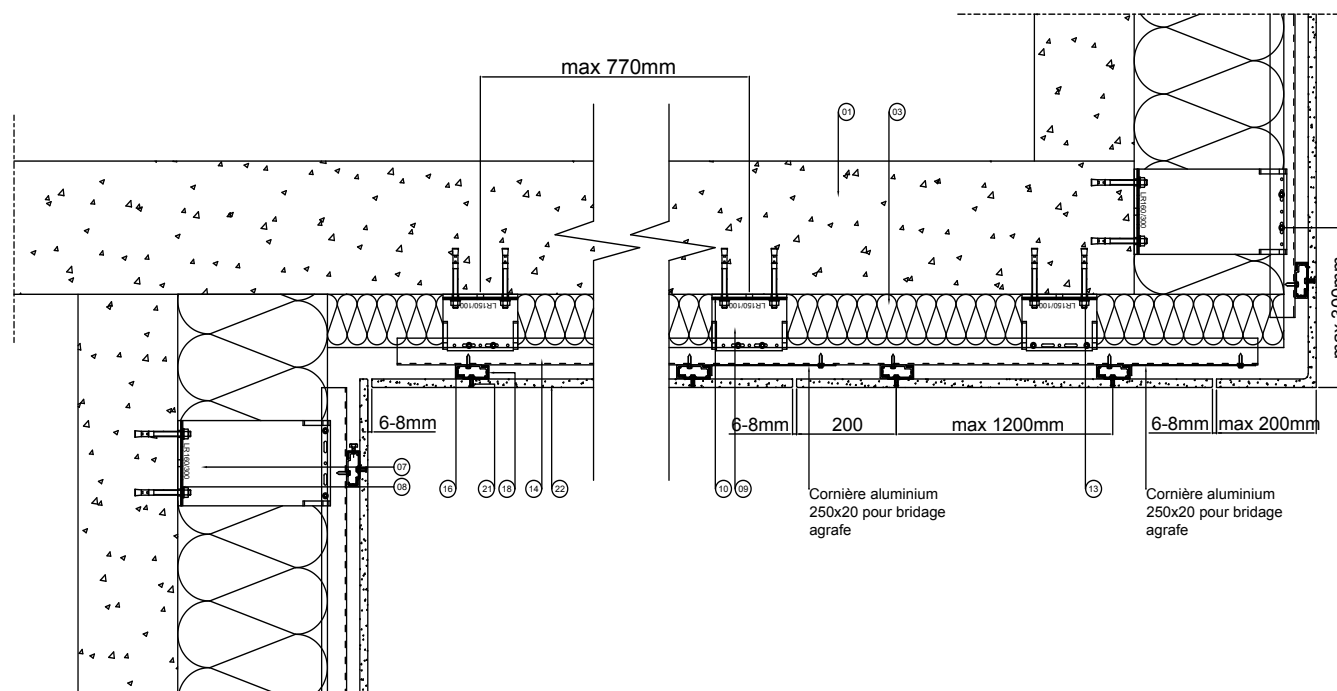


Figure 17 - Pose en sous-face – retour linteau monobloc ou champs visible

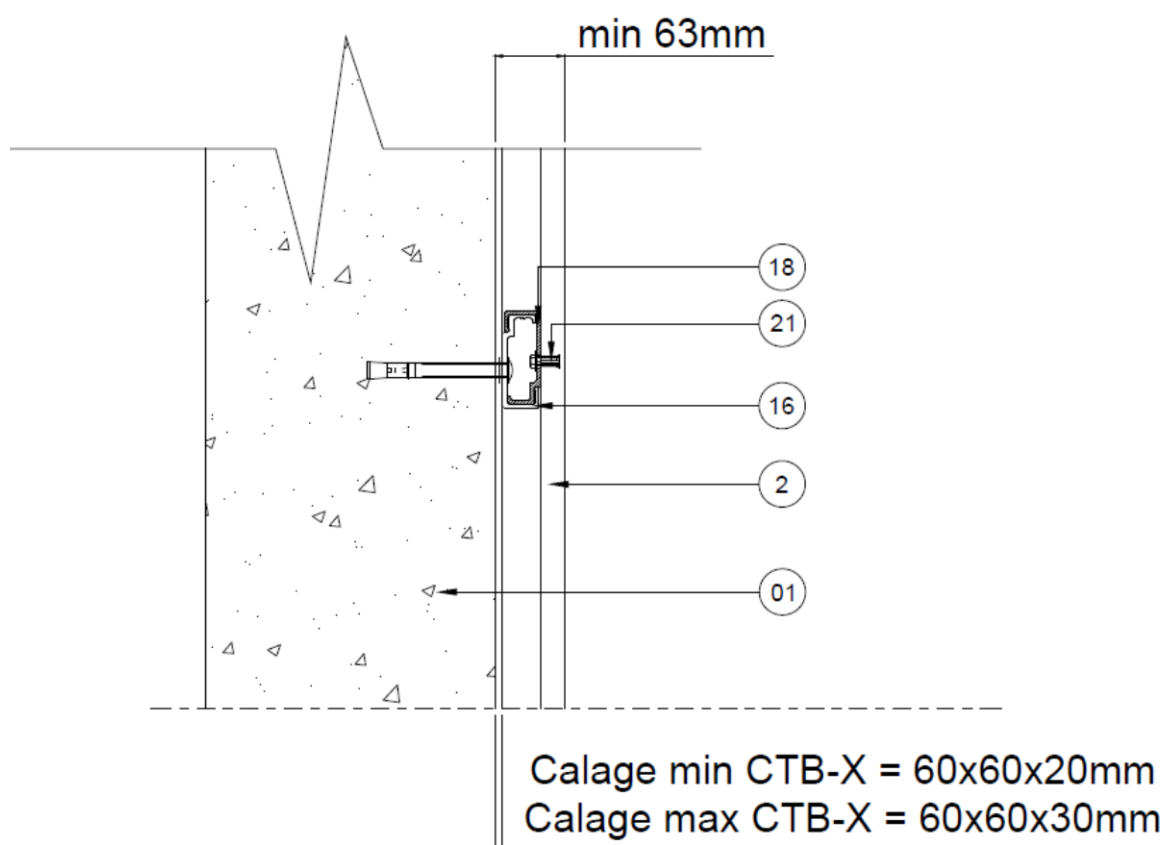
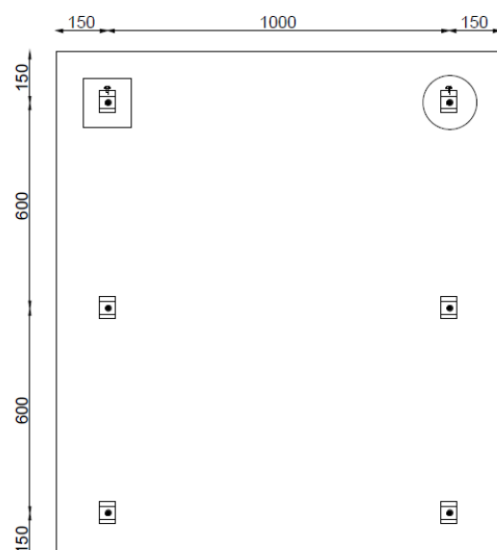
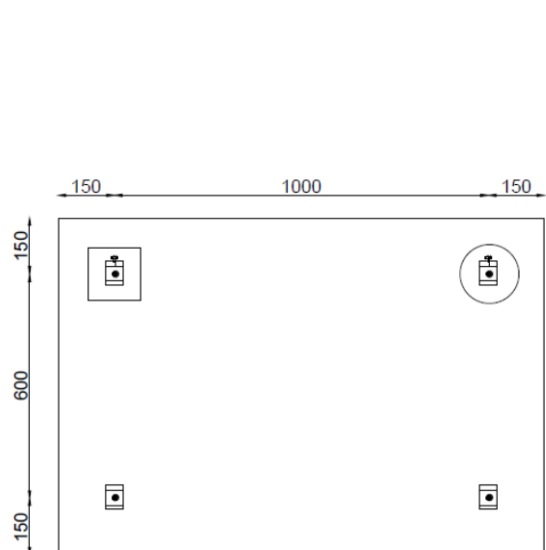
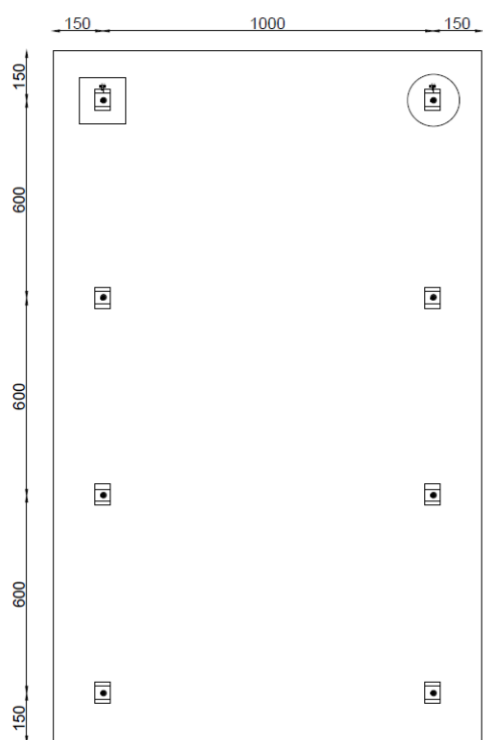


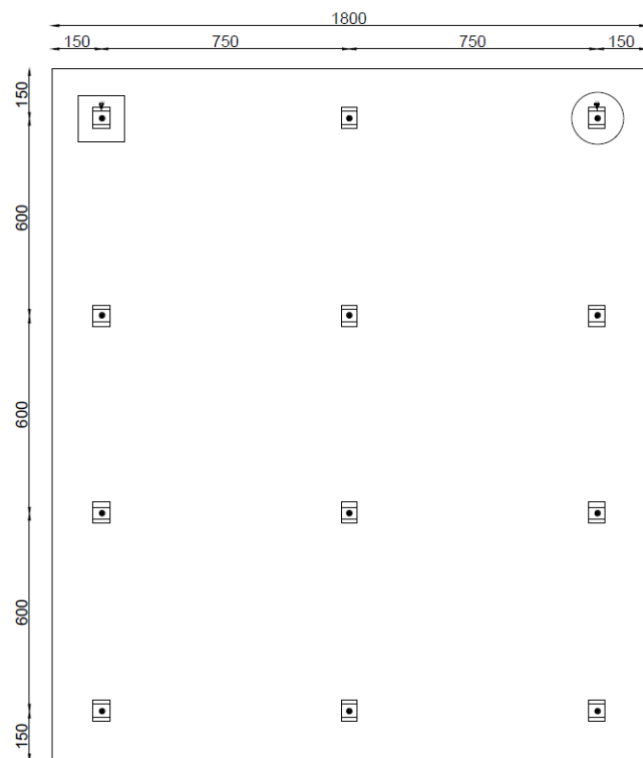
Figure 18.1 - Pose sur support sans isolant (cf. § 2.3.4)



Format Q4A : Entraxes max config 2x2 Format Q4E : Entraxes max config 2x3

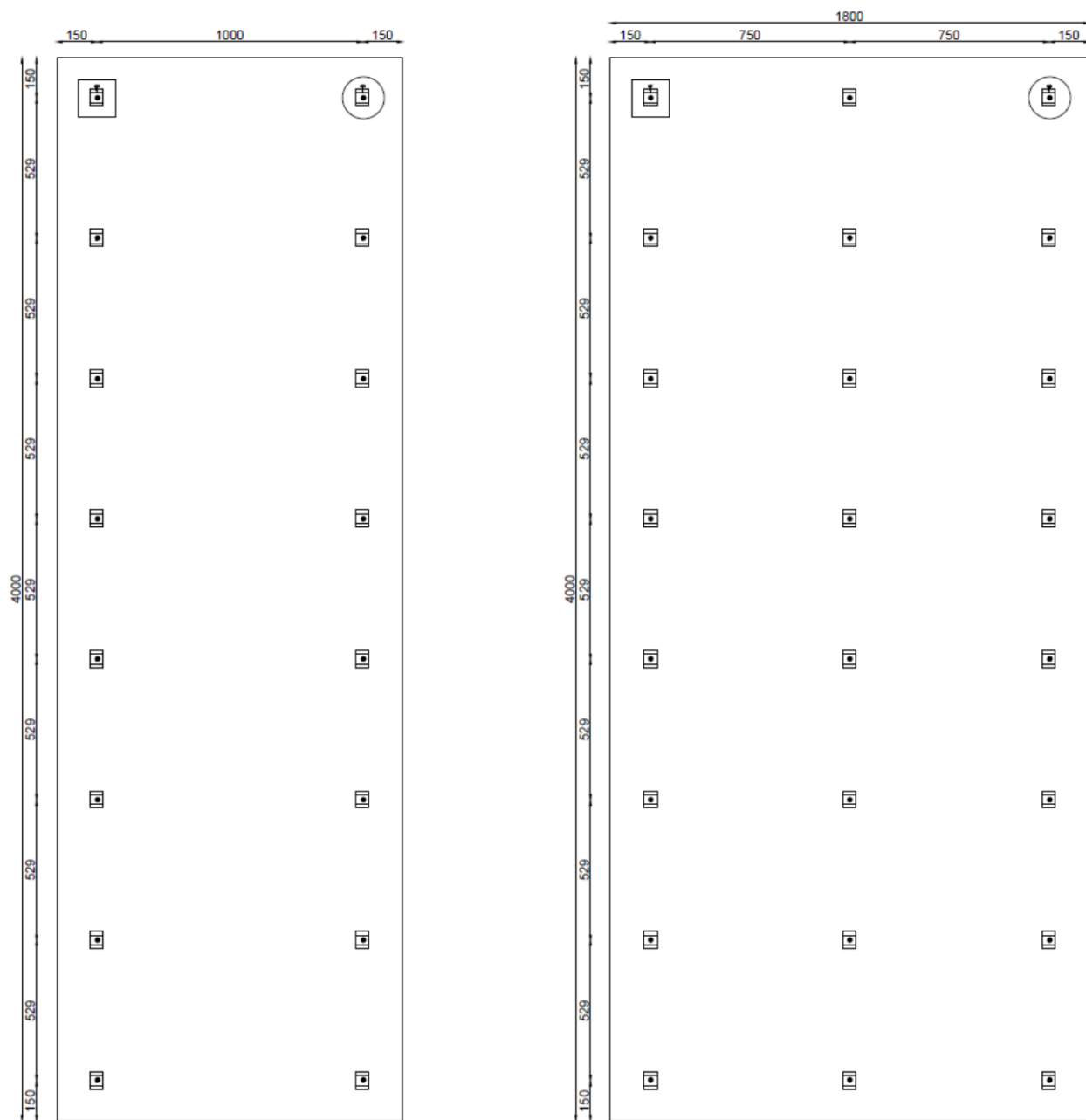


Format Q4I : Entraxes max config 2x4



Format Q4J : Entraxes max config 3x4

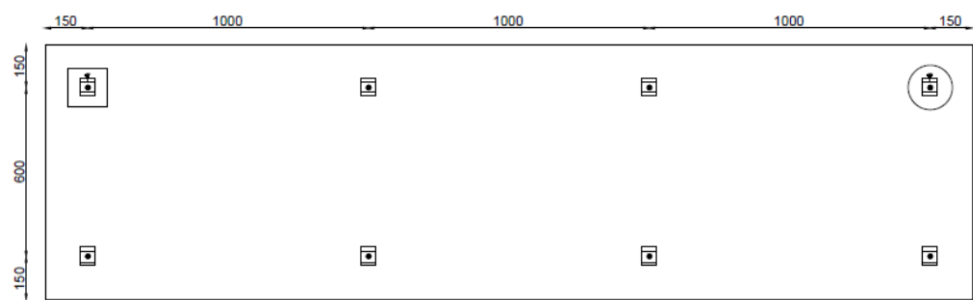
Figure 18.2 (1/3) - Pose en zones exposées aux chocs (RDC)



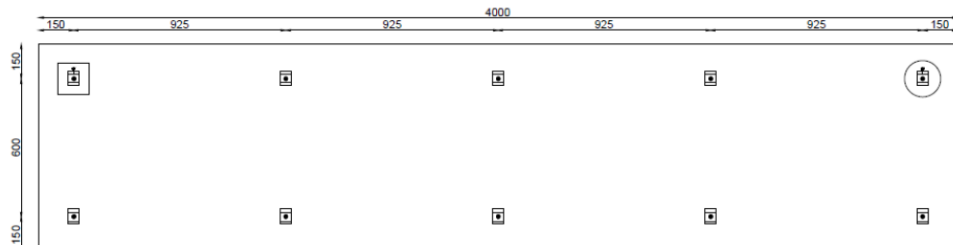
Format Q4M : Entraxes max config 2xn

Format Q4N : Format max config 3xn

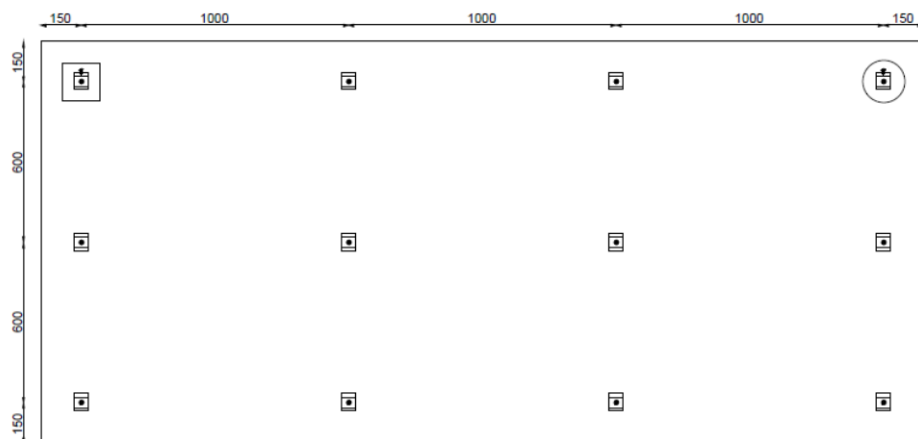
Figure 18.2 (2/3)- Pose en zones exposées aux chocs (RDC)



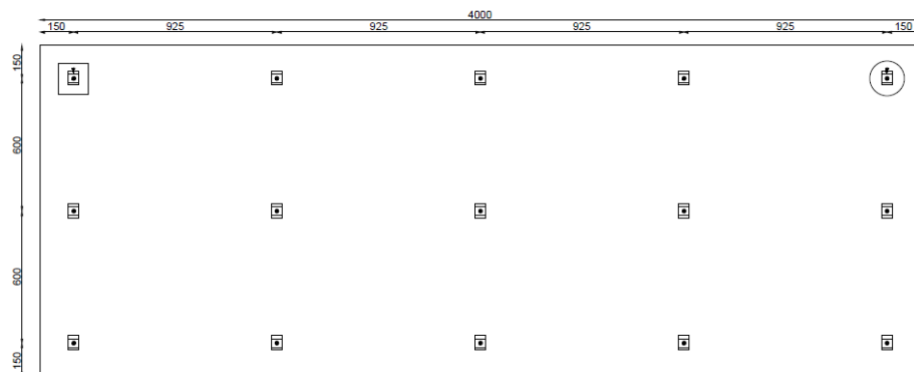
Format Q4C : Entraxes config 4x2



Format Q4D : Entraxes config nx2



Format Q4G : Entraxes max config 4x3



Format Q4H : Entraxes max config nx3

CONFIGURATIONS AGRAFES

-  Agrafe simple
-  Agrafe réglable + vis réglage
-  Agrafe réglable + vis bridage

Figure 18.2 (3/3) - Pose en zones exposées aux chocs (RDC)

Figures sur COB

LISTE DE MATERIAUX	
01	MUR OSB MONTANTS+ISOLATION
02	PANNEAU DE CONTREVENTEMENT
03	PARE PLUIE
04	TASSEaux SUPPORT BARDAGE
05	PANNEAU INTERIEUR
06	PARE VAPEUR
07	RAIL HORIZONTAL C
08	VIS BOIS TETE PLATE
09	AGRAFE STANDARD
10	AGRAFE REGLABLE
11	VIS DE REGLAGE
12	SYSTEME KEIL VIS+INSERT
13	PANNEAU DE BARDAGE
14	TOLE ALUMINIUM (HORS LOT)
15	COUVERTINE (HORS LOT)
16	TOLE ANTI RONGEUR
17	MENUISERIE
18	CAISSON STORE

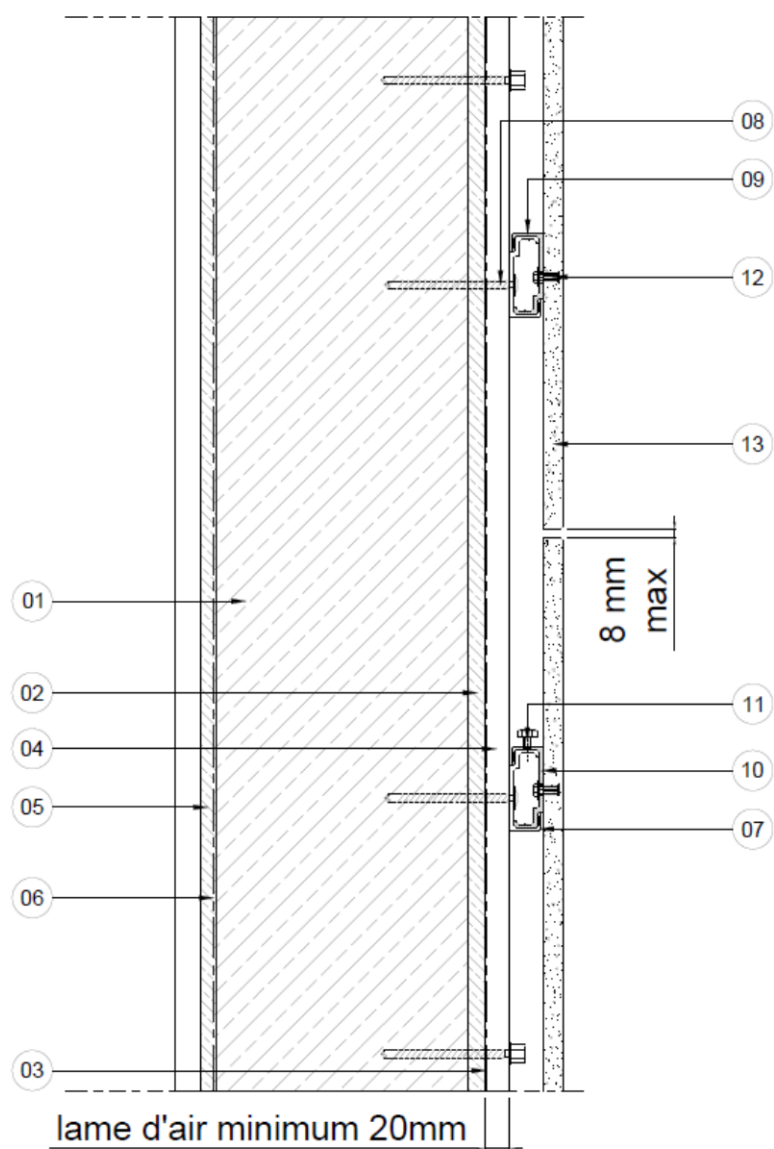


Figure 19 - Joint horizontal (coupe verticale)

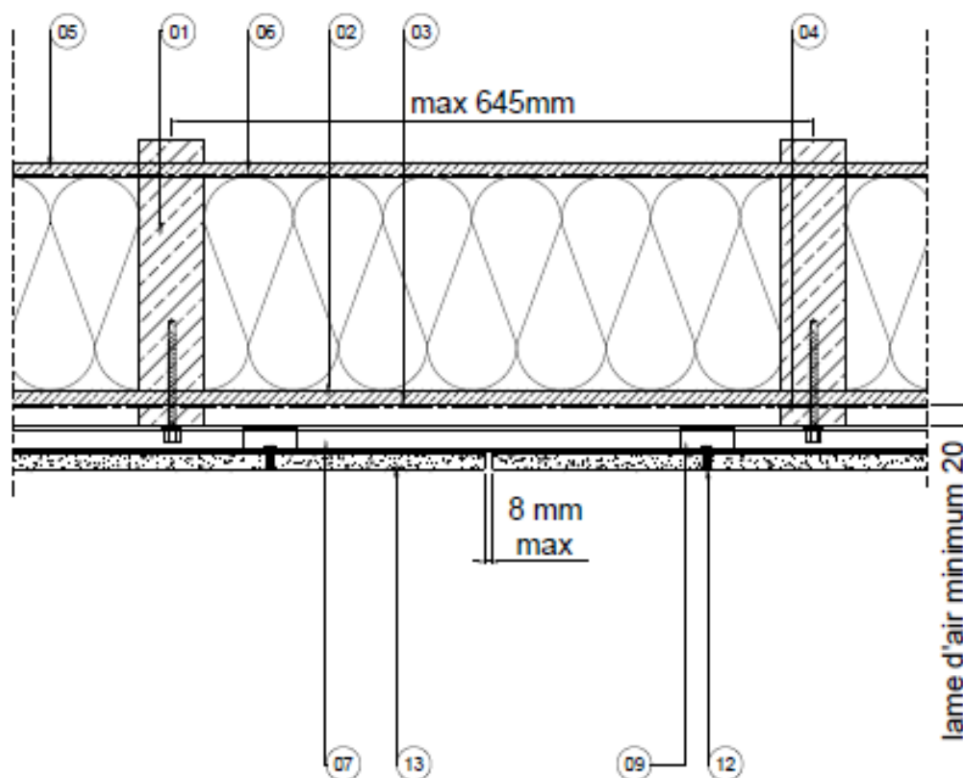


Figure 20 - Joint vertical (coupe horizontale)

*30mm si couvantine déjà installée
au moment de la pose du panneau

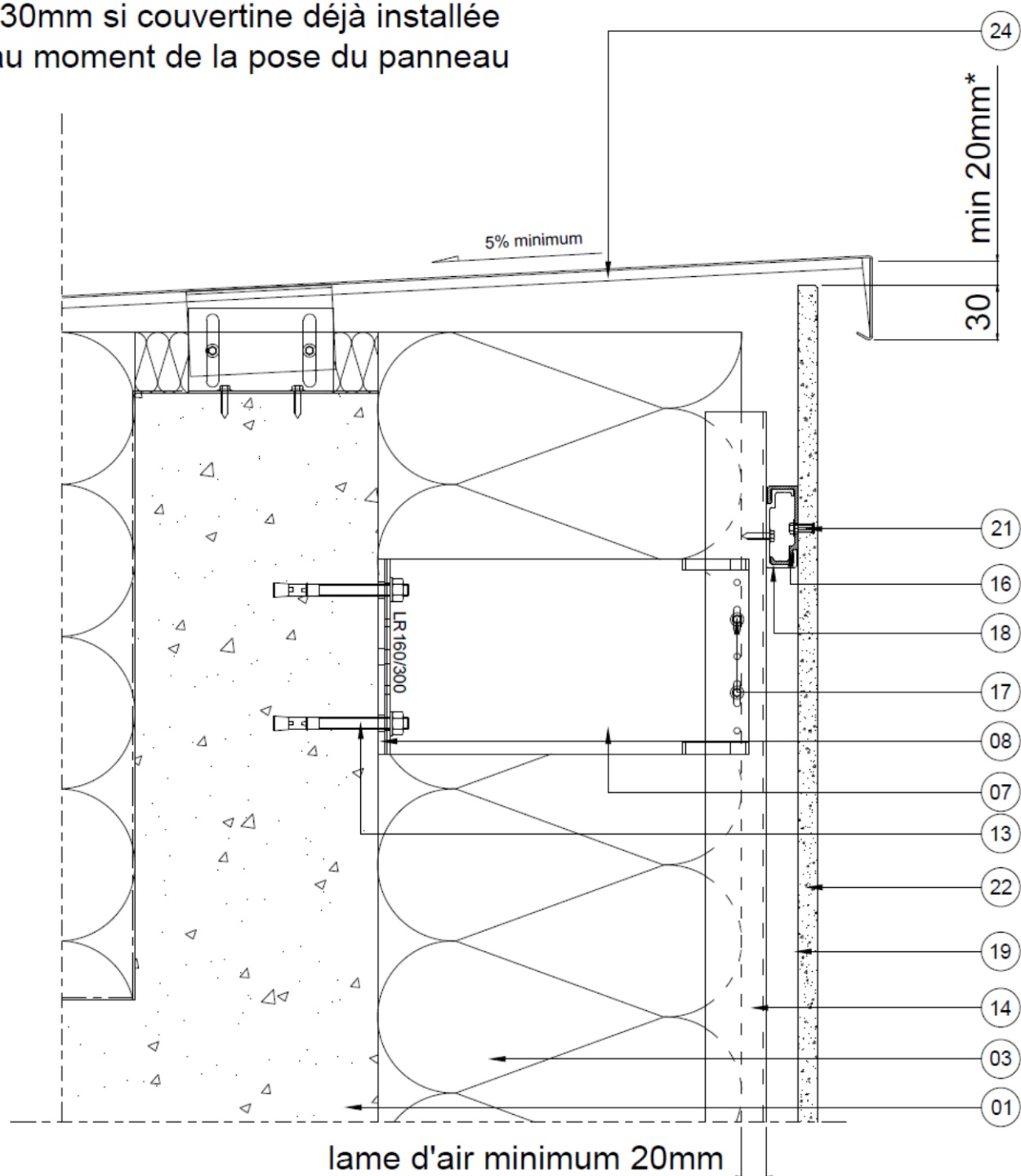


Figure 21 - Arrêt sur acrotère

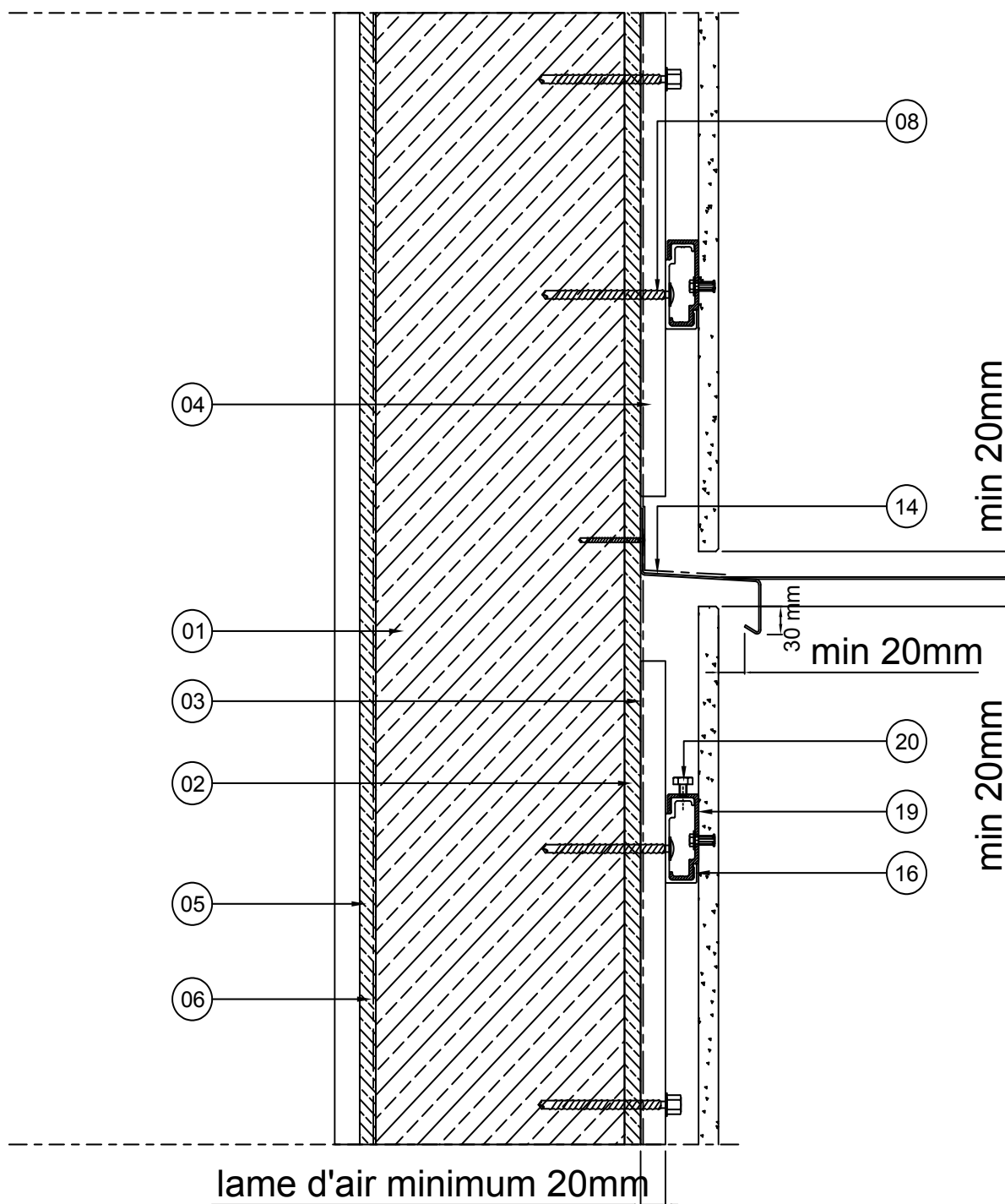


Figure 22 - Compartimentage horizontal de la lame d'air et bavette de rejet d'eau tous les 6 m

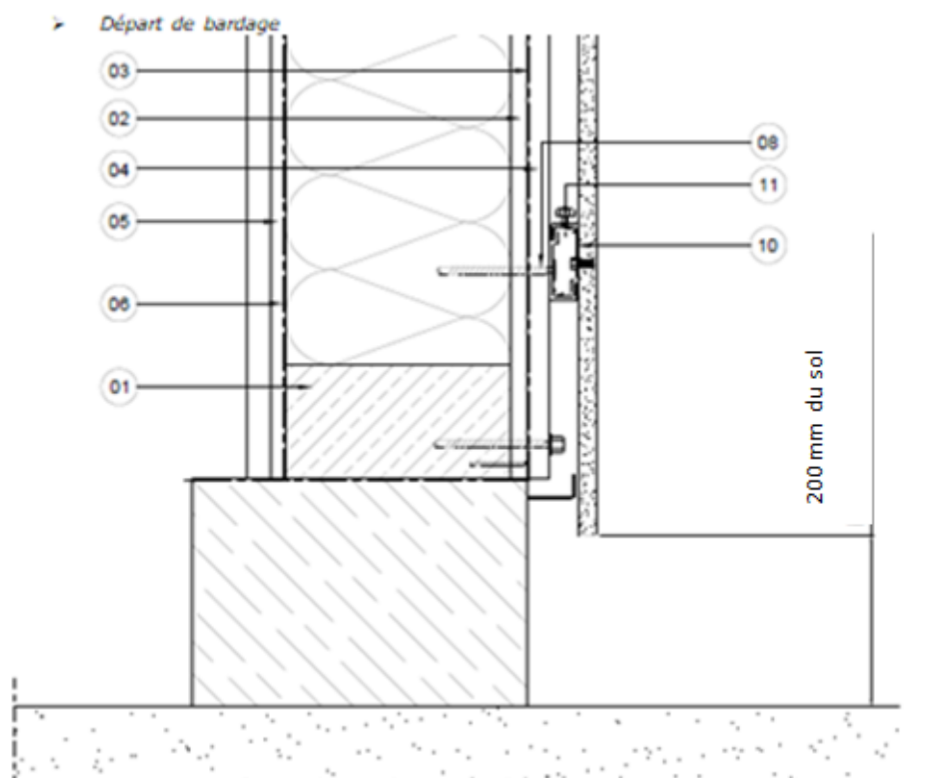


Figure 23 - Départ de bardage

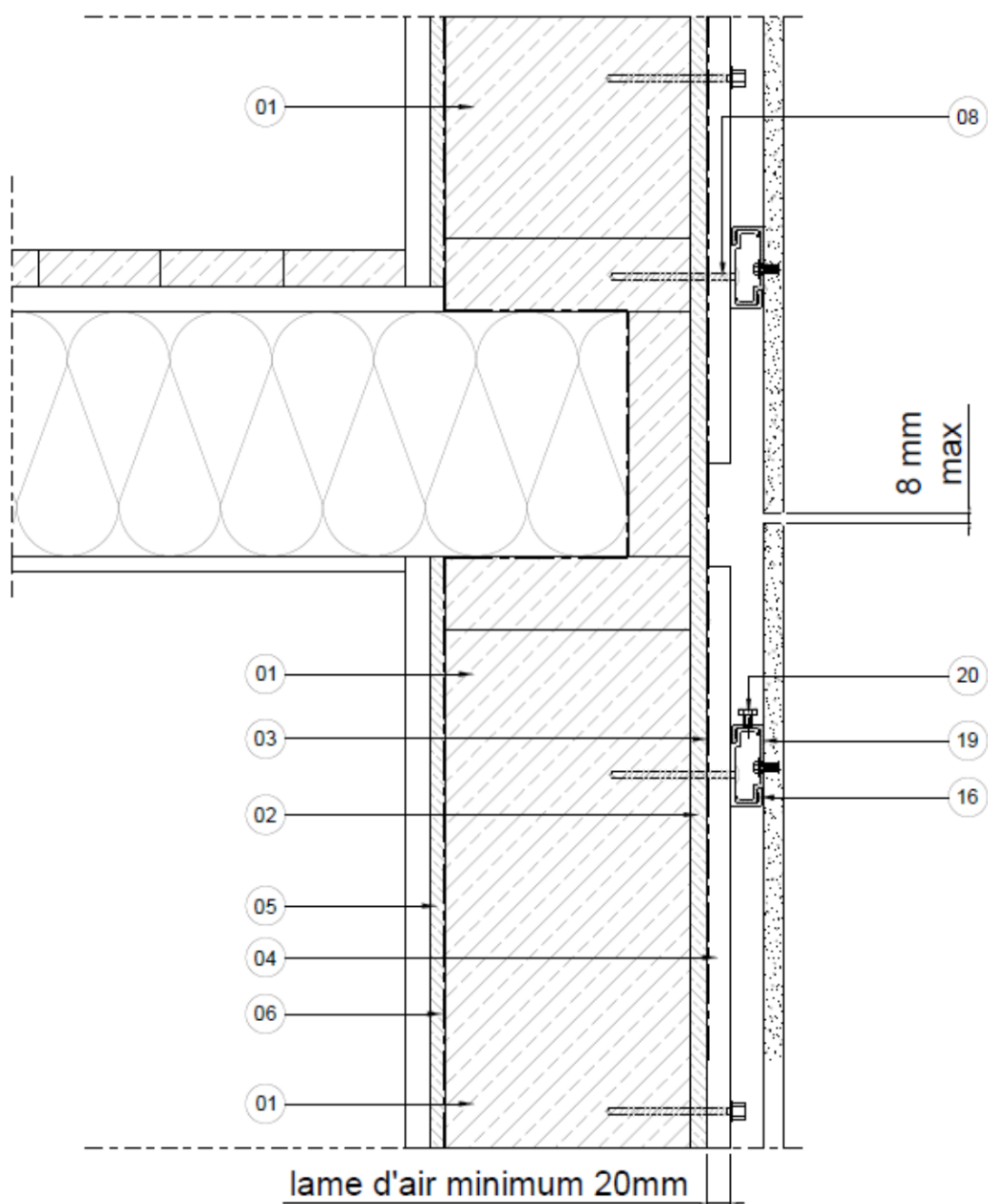


Figure 24 - Recouplement ossature au droit d'un plancher

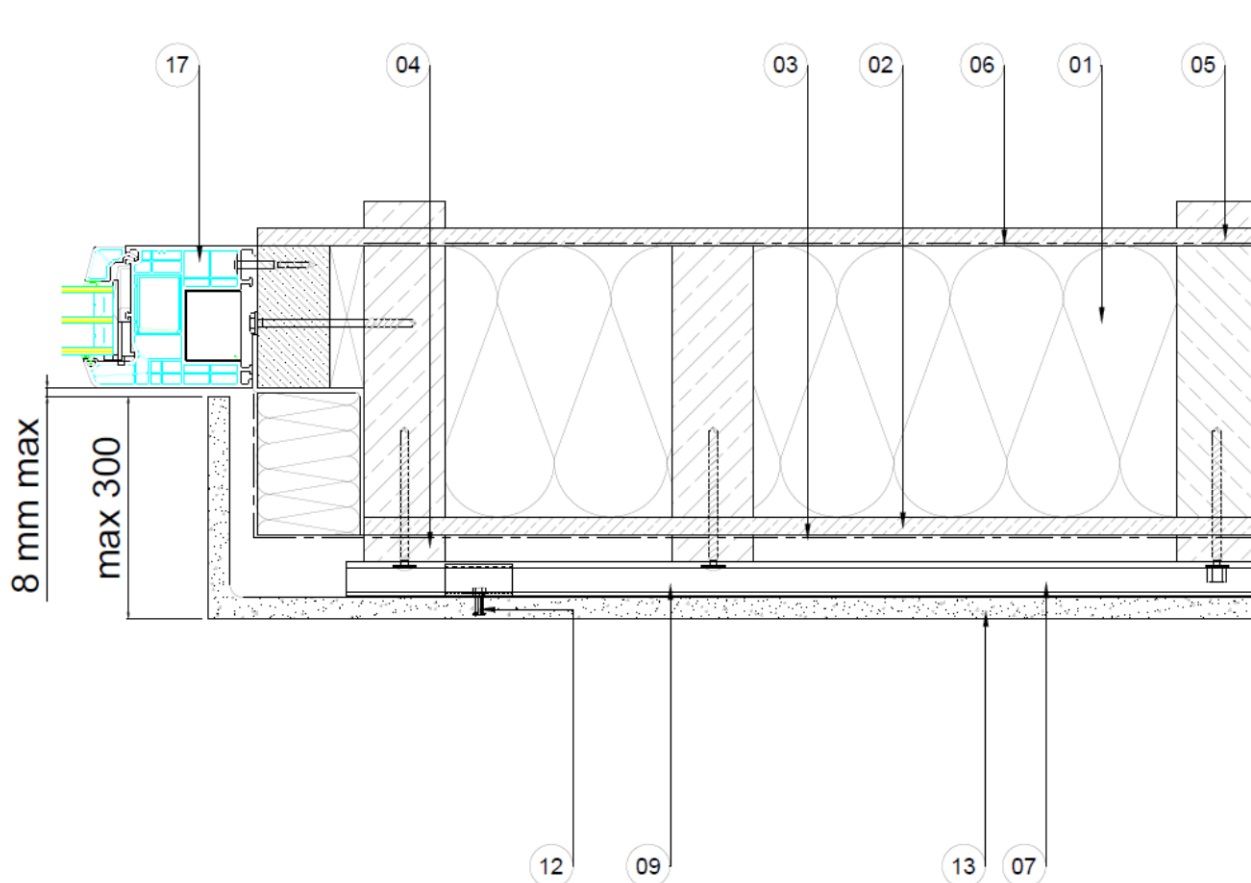


Figure 25 - éléments d'angle monobloc sur support bois

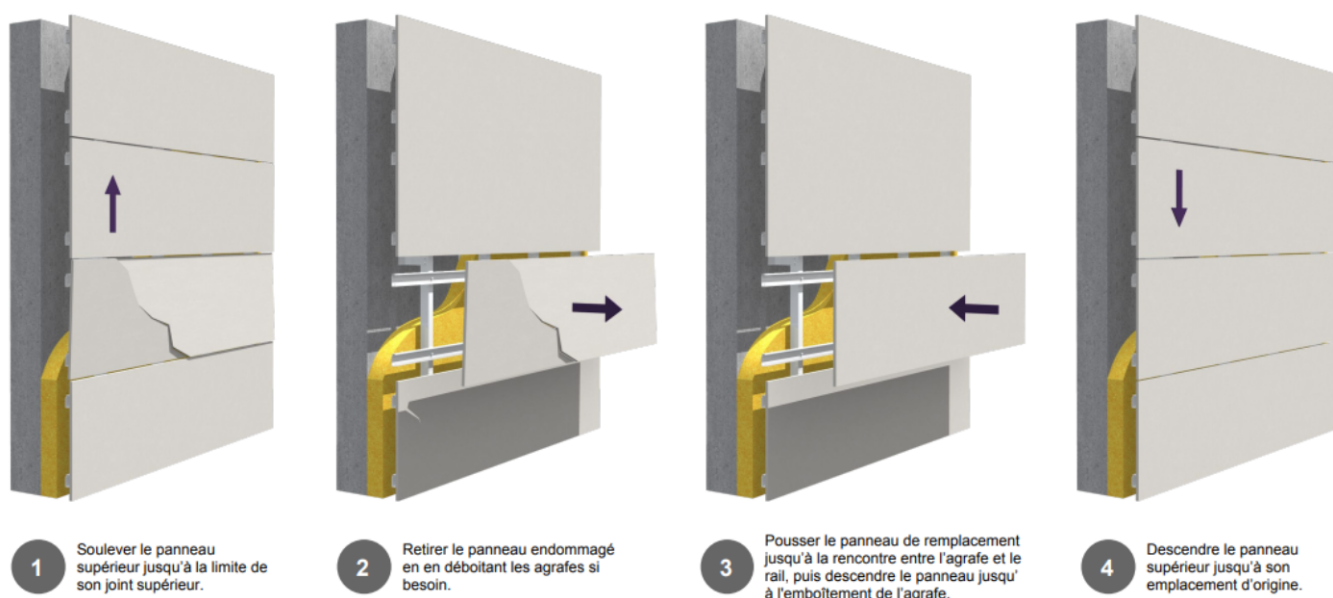


Figure 26 – Remplacement d'un panneau

Annexe A - Pose du procédé de bardage rapporté Ductal® FClad®, Ductal®Cladia® et Ductal® Talbenn® en zones sismiques

A1.1 Domaine d'emploi avec insert Keil KH-AA-13

Le procédé de bardage Ductal® FClad®, Ductal®Cladia® et Ductal® Talbenn® 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) :

Pour les panneaux de format maximum 1600 x 3200 mm avec entraxe entre inserts limité à [HxV] : 600x700 mm.

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	X	X	X	X
2	X	X	X	X
3	X	X①	X	X
4	X	X①	X	
X	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté,			
X	Pose autorisée sur parois planes, verticales en béton ou de COB, conforme au NF DTU 31.2, ou sur panneaux bois lamellé-croisé porteur en façade (CLT) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3, selon les dispositions décrites dans cette Annexe,			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions telles que 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 - Pose du procédé Ductal® Fclad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® en zones sismiques pour les panneaux de format maximum 1600 x 3200 mm en bardage rapporté avec entraxe entre inserts limité à [HxV] : 600x700 mm

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	X	X	X	X
2	X	X		
3	X	①		
4	X	①		
X	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 telles que 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 - Pose du procédé Ductal® Fclad®, Ductal® Cladia® et Ductal® Talbenn® en zones sismiques pour :
- Les formats > 1600 x 3200 mm jusqu'à 1800 x 4000 mm en bardage rapporté
- En sous-face,
- Les éléments monoblocs (avec ou sans cornière)
- La pose directe

A2 Assistance technique

La Société Lafarge Ciment Distribution ne pose pas elle-même.

La pose est réalisée par une entreprise spécialisée dans l'isolation extérieure à laquelle Fehr Technology AG ou Zanette Srl ou Perin & Cie (distributeurs) ou Lafarge Ciment Distribution (titulaire) 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 ou en parois de COB conformes au NF DTU 31.2 de 2019 ou sur panneaux bois lamellé croisé porteur en façade (CLT) visé par un Avis Technique du Groupe Spécialisé n°3 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, évaluée selon l'EAD 330232-00-0601 avec catégorie de performance C1 évaluée selon l'EOTA TR 049 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 au tableau A1 bis.

Exemple de cheville : FM753 Crack M10 (ATE 09/0056) de la Société Friulsider.

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 avec insert Keil KH-AA-13

- Les pattes-équerres de la société ETANCO 40/10ième, ISOLALU+ LR160-LR150 en aluminium 6063 T66 (longueur maxi de 240mm et mini 120mm).
- La distance maximale entre pattes-équerres est d'1 m.
- Les montants sont solidarités aux équerres par 2 vis auto-foreuses Perfix de dimensions 5.5x25mm de la société ETANCO (2 vis par intersection).

A3.4 Ossature métallique avec insert Keil KH-AA-13

- L'ossature aluminium est conforme aux prescriptions du Cahier du CSTB 3194_V3 et au paragraphe 2.2.3 du Dossier Technique.
- Profilés verticaux FACALU en aluminium 6060 T5 de 2,5mm d'épaisseur référencés T80/52 de la société ETANCO.
- L'entraxe des profilés est de 600 mm maximum.
- Les montants sont fractionnés au droit de chaque plancher.

A3.5 Fixations des tasseaux sur COB

Sur Parois conforme au NF DTU 31.2, la fixation des chevrons est assurée par des tirefonds. La pose est semblable à celle décrite au paragraphe 2.5 du Dossier Technique.

Afin de déterminer le tirefond, les sollicitations peuvent être calculées selon le Cahier du CSTB 3725 dans la limite du domaine d'emploi accepté.

A3.6 Points singuliers

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

A3.7 Panneaux de Bardage

Pour les panneaux de format maximum 1600 x 3200 mm avec entraxe entre inserts limité à [HxV] : 600x700 mm avec utilisation d'agrafes doubles selon les dispositions présentées en figure A1.

Pour les panneaux de format maximum 1600 x 3200 mm avec entraxe entre inserts limité à [HxV] : 600x700 mm avec utilisation d'agrafes doubles selon les dispositions présentées en figure A1.

Tableaux de l'Annexe A

Inserts Keil KH-AA-13

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		1510	1557		2527	2744
	3	1597	1671	1745	2930	3271	3611
	4	1766	1873		3704	4199	
Cisaillement (V)	2		285	285		309	317
	3	285	285	285	325	342	360
	4	285	285		366	396	

**Tableau A1 bis - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux chevilles métalliques
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		230	268		–	–
	3	301	361	421	–	–	–
	4	437	525		–	0	
Cisaillement (V)	2		542	542		588	604
	3	542	542	542	620	651	686
	4	542	542		696	754	

**Tableau A2 bis - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux tires fond sur COB
Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1**

	Domaine sans exigence parasismique
	Pose non autorisée

Figures de l'Annexe A

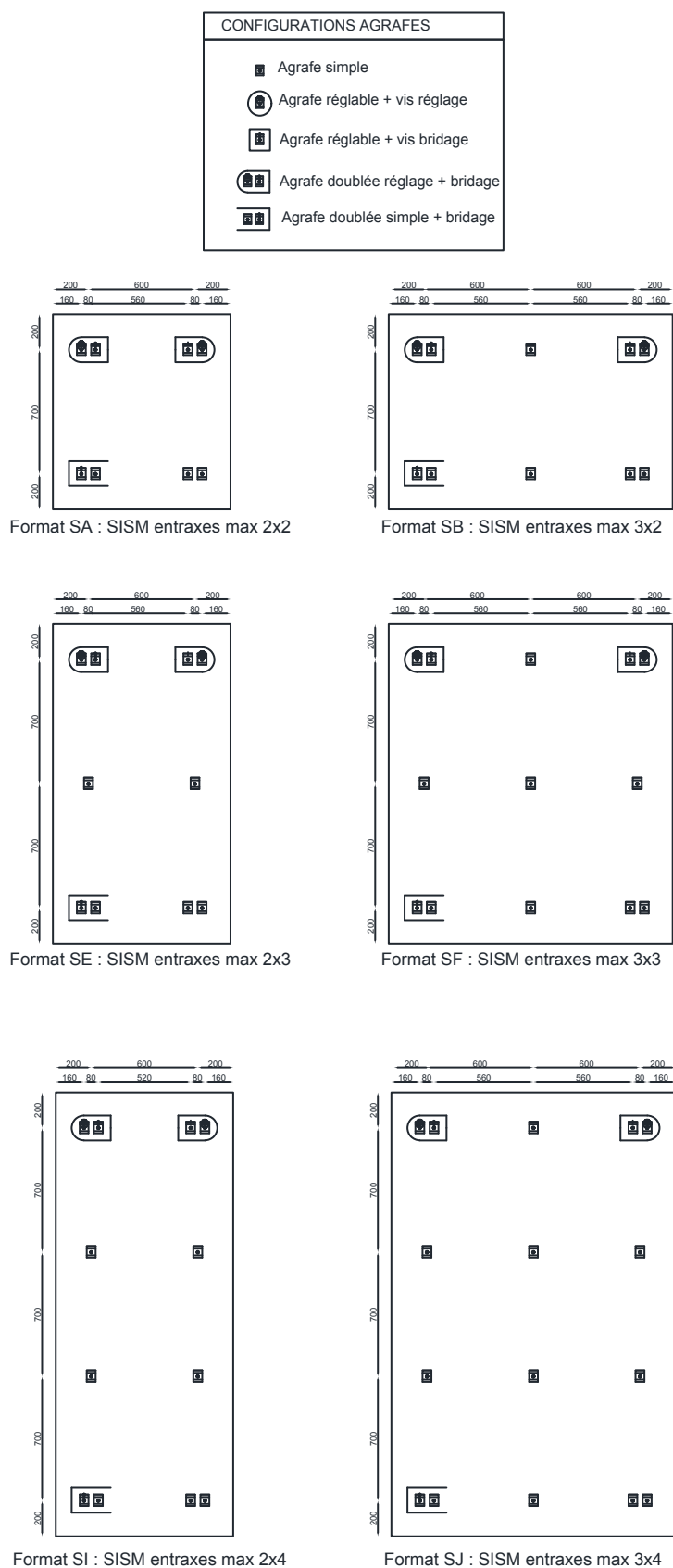


Figure A1 – Configurations agrafes

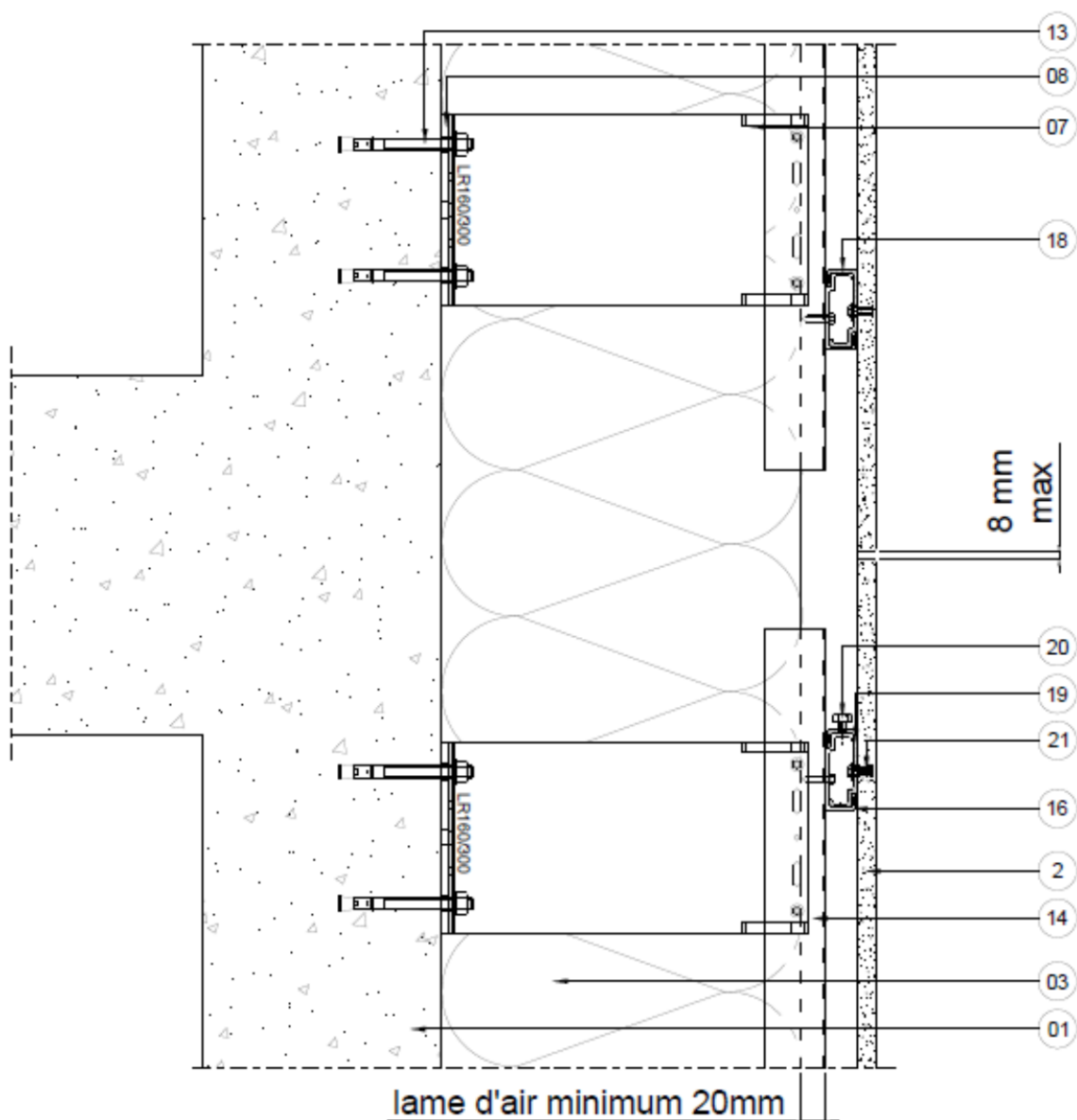


Figure A2 – Fractionnement de l'ossature au droit de chaque plancher sur béton

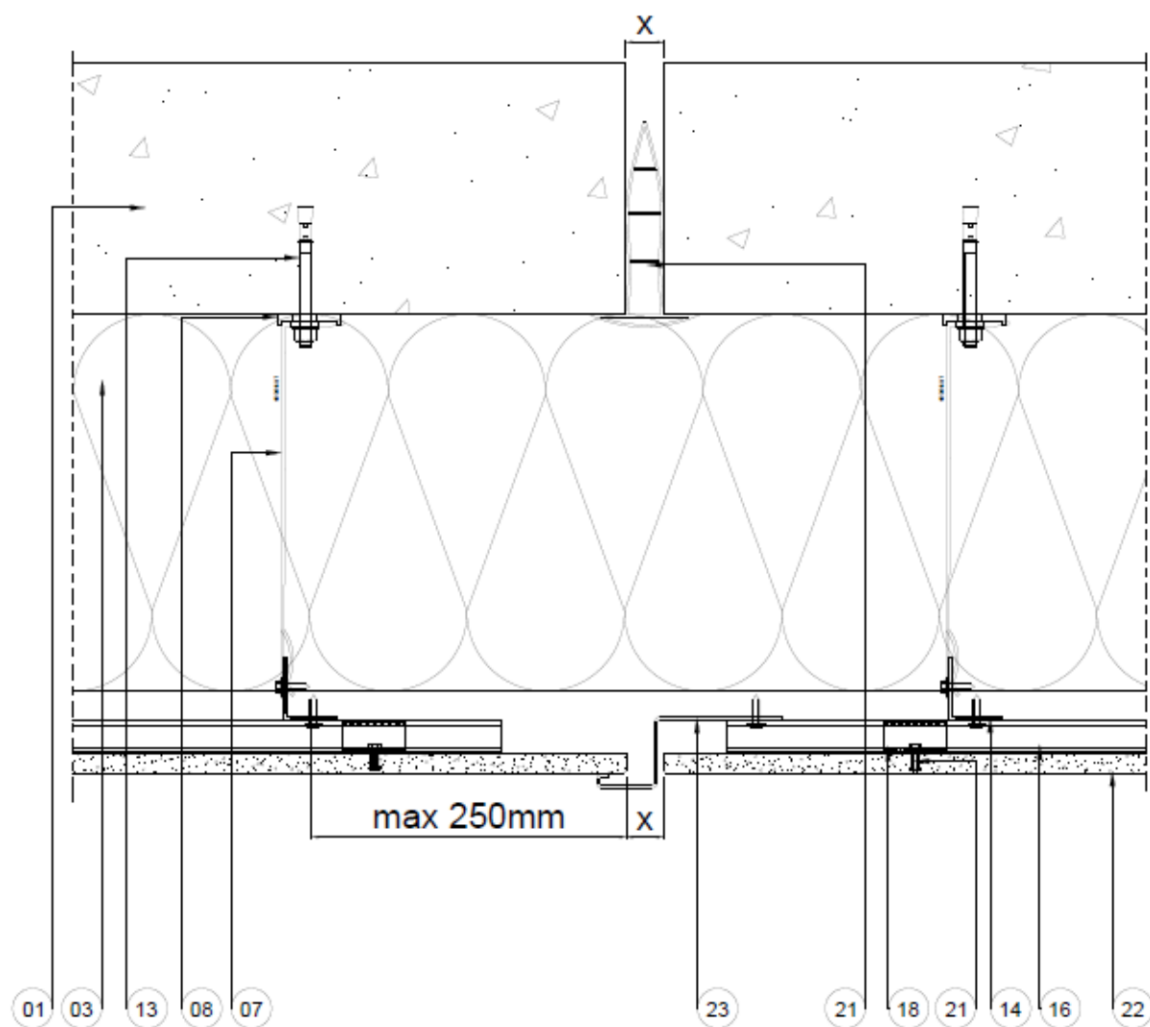
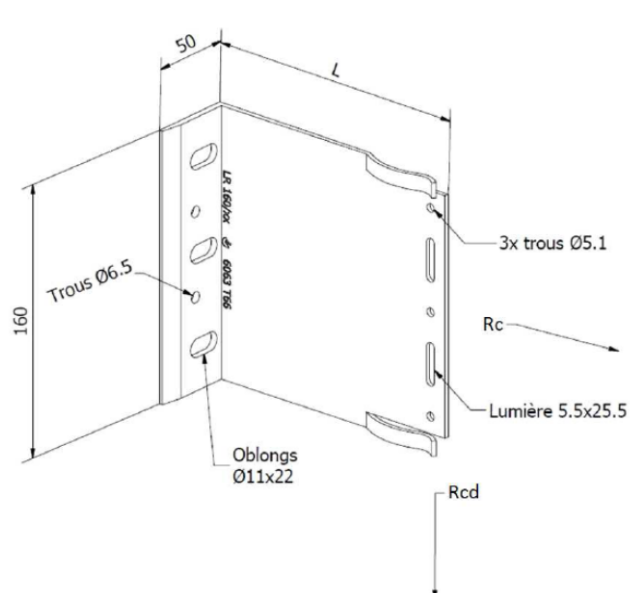
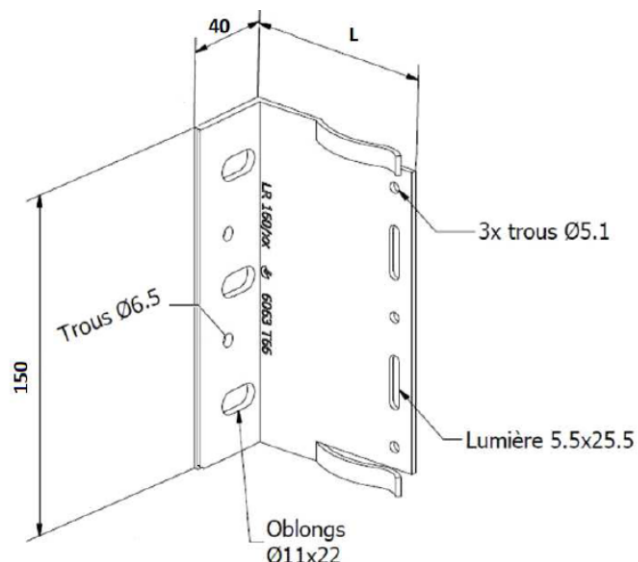


Figure A3 – Détail joint de dilatation de 12 à 15 cm

**ISOLALU+ LR160****ISOLALU+ LR150****Figure A4 – Pattes-équerres ISOLALU+ LR160**

Résistance caractéristique déterminée à partir des essais de l'annexe 1 du cahier 3194 V2 du CSTB			
Longueur des équerres en mm	Charge Verticale (daN)		Charge Horizontale Rc (daN)
	R _{cd} 1mm		
LR160/160	343		975
LR160/180	260		975
LR160/200	235		975
LR160/220	209		975
LR160/240	175		975
LR160/260	142		975
LR160/280	115		975
LR160/300	95		975

Tableau A3 - Caractéristiques mécaniques ISOLALU+ LR160

Résistance caractéristique déterminée à partir des essais de l'annexe 1 du cahier 3194-V2 du CSTB			
Longueur des équerres en mm	Charge Verticale (daN)		Charge Horizontale Rc (daN)
	R _{cd} 1mm		
LR150/40	900		500
LR150/60	670		500
LR150/80	530		500
LR150/100	420		500
LR150/120	310		500
LR150/140	230		500

Tableau A4 - Caractéristiques mécaniques ISOLALU+ LR150

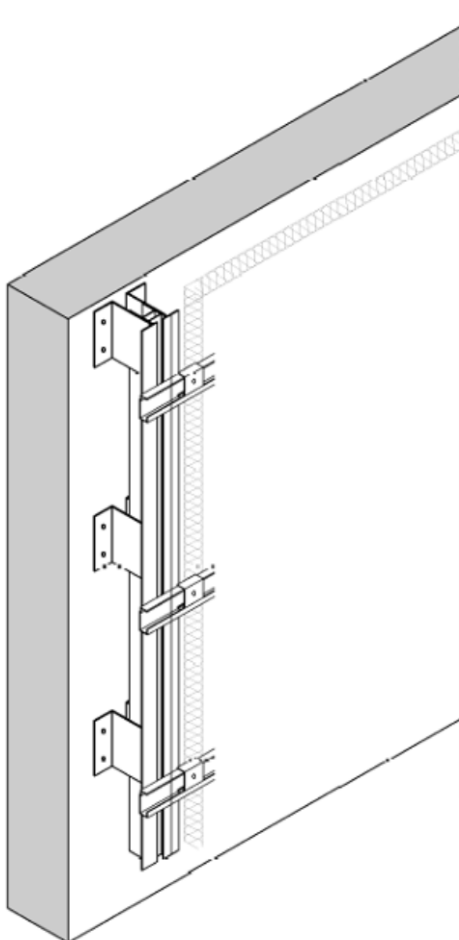


Figure A5 – Schéma de principe Ossature aluminium