

Sur le procédé

---

## Bardage Ductal<sup>®</sup> F Clad<sup>®</sup> fixation invisible

---

**Titulaire(s) :** Société LafargeHolcim Distribution  
Internet : [www.ductal.com](http://www.ductal.com)

**Distributeur(s) :** Société Fehr Technology AG  
Internet : [www.fehr-groupe.com](http://www.fehr-groupe.com)

**Descripteur :**

Système de bardage rapporté sur mesure en Ductal<sup>®</sup> FClad<sup>®</sup> à fixation invisible composé de panneaux en Béton Fibré à hautes Performances munis 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) 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

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

**Famille de produit/Procédé :** Bardage rapporté en fibre-ciment

## AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels. Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Il s'agit d'une nouvelle demande.	Emmanuel MAGNE	Jacques NOUVEAU

## Table des matières

<b>1. Avis du Groupe Spécialisé .....</b>	<b>5</b>
1.1. Définition succincte .....	5
1.1.1. Description succincte .....	5
1.1.2. Identification .....	5
1.2. AVIS.....	5
1.2.1. Domaine d'emploi accepté .....	5
1.2.2. Appréciation sur le procédé .....	5
1.2.3. Prescriptions Techniques .....	7
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	8
<b>2. Dossier Technique.....</b>	<b>9</b>
2.1. Données commerciales .....	9
2.1.1. Coordonnées .....	9
2.2. Description.....	9
2.3. Domaine d'emploi .....	9
2.4. Eléments et matériaux.....	10
2.4.1. Panneaux de parement Ductal® FClad® .....	10
2.4.2. Fixations .....	11
2.4.3. Ossature .....	12
2.4.4. Isolant .....	12
2.4.5. Accessoires associés .....	12
2.5. Fabrication .....	12
2.6. Contrôles de fabrication .....	12
2.6.1. Sur matières premières.....	12
2.6.2. En cours de fabrication.....	13
2.6.3. Sur produits finis.....	13
2.7. Identification du produit.....	13
2.8. Fourniture et assistance technique .....	13
2.9. Mise en œuvre de l'isolation thermique et de l'ossature.....	14
2.9.1. Isolation thermique .....	14
2.9.2. Ossature métallique.....	14
2.9.3. Pose du bardage directement sur support (cf. fig. 18a).....	14
2.10. Mise en œuvre.....	14
2.10.1. Principes généraux de pose.....	14
2.10.2. Pose des panneaux .....	14
2.10.3. Opération de pose .....	14
2.10.4. Mise en place des rails .....	14
2.10.5. Fixation des -agrafes .....	15
2.10.6. Fixation des panneaux sur l'ossature.....	15
2.10.7. Compartimentage de la lame d'air (cf. fig. 10) .....	15
2.10.8. Traitement des joints .....	15
2.10.9. Ventilation de la lame d'air .....	15
2.10.10. Découpe sur chantier .....	15
2.10.11. Pose en zones exposées aux chocs (cf. fig. 18.b).....	15
2.10.12. Mise en œuvre avec fruit négatif de 0 à 90 degrés.....	15
2.10.13. Pose en habillage de sous-face (cf. fig. 17).....	16
2.10.14. Points singuliers .....	16

2.11.	Pose sur Constructions à Ossature Bois (COB) .....	16
2.11.1.	Ossature bois.....	16
2.11.2.	Principes généraux de mise en œuvre .....	16
2.12.	Entretien et réparation.....	16
2.12.1.	Nettoyage.....	16
2.12.2.	Remplacement d'un panneau ( <i>cf. fig. 25</i> ) .....	16
2.13.	Résultats expérimentaux.....	17
2.14.	Références .....	17
2.14.1.	Données Environnementales .....	17
2.14.2.	Autres références .....	17
<b>Tableaux et figures du Dossier Technique .....</b>		<b>18</b>
<b>Annexes A .....</b>		<b>49</b>
2.15.	Pose du procédé de bardage Ductal® FClad® sur ossature métallique en zones sismiques.....	49
2.15.1.	Domaine d'emploi.....	49
2.15.2.	Assistance technique.....	49
2.15.3.	Prescriptions .....	49
<b>Tableaux de l'Annexe A .....</b>		<b>51</b>
<b>Figures de l'Annexe A.....</b>		<b>52</b>

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 2.2 - Produits et procédés de bardage rapporté, vêtage et vêtiture de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 15 décembre 2020, le procédé **Bardage Ductal® FClad® fixation invisible**, présenté par la Société LAFARGEHOLCIM DISTRIBUTION. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

---

## 1.1. Définition succincte

### 1.1.1. Description succincte



Système de bardage rapporté en Ductal® FClad® à fixation invisible composé de panneaux en Béton Fibré à hautes Performances munis 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 solidarifiée à la structure porteuse par pattes équerres réglables en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au NF DTU 23.1) ou sur Constructions à Ossature Bois (COB conforme au NF DTU 31.2 de 2019).

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

#### Caractéristiques générales

- Format maximal : 1800 x 4000 mm.
- Autres dimensions réalisables par découpe
- Epaisseur : 16 mm
- Masse surfacique : 37,6 kg/m<sup>2</sup> (+4,7 ; -0,8 kg/m<sup>2</sup>)
- Pose verticale ou horizontale
- Finition : lisse, sablé, bouchardé, pierre ou matricé
- Coloris : suivant nuancier

### 1.1.2. Identification

Les éléments du Bardage Ductal® FClad® bénéficiant d'un certificat  sont identifiables par un marquage conforme aux « Exigences particulières de la Certification  (QB15) des bardages rapportés, vêtures et vêtages, et des habillages de sous-toiture ».

Le marquage est conforme au § 2.7 du Dossier Technique.

---

## 1.2. AVIS

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

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 sur Constructions à Ossature Bois (COB conforme au NF DTU 31.2 de 2019) situées en étage et à rez-de-chaussée.

Le domaine d'emploi est détaillé au paragraphe 2.3 du Dossier Technique.

### 1.2.2. Appréciation sur le procédé

1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

#### Données environnementales

Le procédé de Bardage Ductal® FClad® 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.

#### 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.

#### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

### 1.2.2.2. Aptitude à l'emploi

#### 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.

#### 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 : A2-s1,d0 selon dispositions décrites au § B du Dossier Technique
- PCS : 0,260 MJ/m<sup>2</sup>.
- Non classé sur COB

#### Isolation thermique

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

#### 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/(m<sup>2</sup>.K).
- $\psi_i$  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<sup>2</sup> de paroi.
- $\chi_j$  est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K (pattes-équerrés).

Les coefficients  $\psi$  et  $\chi$  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, les valeurs par défaut données au § 2.4 du fascicule Parois opaques du document « RT : valeurs et coefficients pour l'application des règles Th-Bât » peuvent être utilisées.

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

#### 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 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.

#### Performances aux chocs

Le remplacement d'un panneau accidenté par la repose indépendamment des panneaux adjacents d'un panneau neuf est une opération qui nécessite que des panneaux de remplacement soient approvisionnés dès la réalisation sur chantier.

Les performances aux chocs du procédé de bardage Ductal® FClad® correspondent à la classe d'exposition Q4 en parois facilement remplaçables uniquement pour pose en rez-de-chaussée et selon les dispositions indiquées au paragraphe 2.10.11 et Q1 en parois difficilement remplaçables définie dans la norme NF P08 302.


### 1.2.2.3. Durabilité - Entretien


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

### 1.2.2.4. Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Établi par le Titulaire (DTET).

La fabrication du bardage Ductal® FClad® 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.

#### 1.2.2.5. Fourniture

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

#### 1.2.2.6. Mise en œuvre

Ce bardage rapporté nécessite une information spécifique de l'entreprise de pose sur la mise en place des fixations en dos des panneaux. Cette information nominative est délivrée au poseur par l'entreprise Fehr Technology AG.

Ce bardage rapporté se pose sans difficulté particulière moyennant une reconnaissance préalable du support, un calepinage des éléments et profilés complémentaires et le respect des conditions de pose.

Les Sociétés LafargeHolcim Distribution et Fehr Technology AG apportent, sur demande de l'entreprise de pose, leurs assistances techniques.

### 1.2.3. Prescriptions Techniques

#### 1.2.3.1. Conditions de conception

##### 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*).

##### Ossature métallique

L'ossature sera de conception bridée (<3m) ou librement dilatable, conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2*, renforcées par celles ci-après :

- Aluminium : Profilés en T (alliage d'aluminium 6060T5) du système FACALU de ETANCO avec une largeur d'appui de 80 mm.
- 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 1000 mm.

L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par la Société Fehr Technology AG.

#### 1.2.3.2. Conditions de mise en œuvre

Un calepinage préalable doit être prévu. Il n'y a pas de sens particulier de pose

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

La Société Fehr Technology AG apporte, sur demande de l'entreprise de pose, son assistance technique.

##### Pose directe sur le support béton ou maçonnerie

La qualité de l'exécution de la maçonnerie support ou du parement béton support doit être soignée selon le NF DTU 20.1 ou le NF DTU 21.

Les rails support étant fixés directement sur le support, les défauts de planéité de ce support (désaffleurements, balèvres, bosses et irrégularités diverses) ne doivent pas être supérieurs à 5 mm sous la règle de 20 cm, et à 7 mm sous la règle de 2 m.

La ventilation en arrière-face est assurée par les cales d'épaisseur 15 mm.

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

**Appréciation globale**


L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

**1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

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.

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. Le procédé ne dispose pas d'éléments permettant de préciser les dispositions décrites dans l'IT249 de 2010 dans les bâtiments pour lesquels cette instruction technique est appliquée.

La pose en zones exposées aux chocs nécessite de respecter une distance entre l'insert et le bord du panneau de 150 mm.

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. Cet Avis Technique est assujéti à une certification de produits  portant sur les éléments Ductal® FClad®.



## 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

### 2.1. Données commerciales

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : Société LafargeHolcim Distribution  
 2 avenue du Général de Gaulle  
 FR – 92140 Clamart  
 Tél. : 0 820 385 385 / 01 58 00 60 00  
 Email : ductal@lafargeholcim.com  
 Internet : www.ductal.com

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

---

### 2.2. Description

---

Système de bardage rapporté en Ductal® FClad® à fixation invisible composé de panneaux en Béton Fibré à hautes Performances munis 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 ou sur Constructions à Ossature Bois (COB conforme au NF DTU 31.2 de 2019).

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

---

### 2.3. Domaine d'emploi

---

- Mise en œuvre du bardage rapporté sur parois planes et verticales, neuves ou préexistantes, en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au DTU 23.1), situées en étage et rez-de-chaussée.
- 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 § 2.10.13 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 § 2.11 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 au tableau 1 du Dossier Technique.
- Le procédé de bardage rapporté Ductal® FClad® peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

**Tableau 1a - Pose 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	✖	✖	✖	✖
2	✖	✖	X <sup>①</sup>	X
3	✖	X <sup>②</sup>	X	X
4	✖	X <sup>②</sup>	X	
✖	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.			
X	Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton ou de COB conformes au NF DTU 31.2 selon les dispositions décrites dans l'Annexe A.			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>1</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>1</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
	Pose non autorisée			

**Tableau 1b - Pose pour les autres formats >1600 x 3200mm jusqu'à 1800 x 4000 mm en bardage rapporté ou en sous-face (quel que soit le format)**

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✖	✖	✖	✖
2	✖	✖	①	
3	✖	②		
4	✖	②		
✖	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 établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>1</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014),			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>1</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
	Pose non autorisée			

## 2.4. Eléments et matériaux

Le procédé de bardage Ductal® FClad® 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.

### 2.4.1. Panneaux de parement Ductal® FClad®

Panneaux en Béton Fibré à hautes Performances.

#### 2.4.1.1. Nature et composition

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

<sup>1</sup> Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application

**2.4.1.1.1. 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.

**2.4.1.1.2. Gel-dégel**

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

**2.4.1.1.3. Effet de la température**

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

**2.4.1.2. Caractéristiques dimensionnelles**

- Format maximal : 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 : ± 1,6 mm ;
  - Equerrage : 2 mm/m ;
  - Rectitude : 2 mm/m.
- Masses surfaciques nominales :
  - 16 mm: 37,6 kg/m<sup>2</sup> (+4,7 kg/m<sup>2</sup> ; -0,8 kg/m<sup>2</sup>)

**2.4.1.3. Autres caractéristiques****Coloris par pigmentation dans la masse**

Gamme de 16 coloris dans la masse :

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

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

**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.

**Protection surfacique Protect Guard®.**

Les panneaux peuvent recevoir un traitement surfacique par application d'hydrofuge, de lasure ou d'anti-graffiti, avec aspect mat ou brillant.

**2.4.1.4. Découpe et usinage des panneaux**

La découpe, l'usinage et le repérage des panneaux de bardage Ductal® FClad® sont réalisés en atelier par le distributeur Fehr Technology AG sur la base du plan de calepinage.

**2.4.2. Fixations****2.4.2.1. Des panneaux : Inserts Keil****Généralités**

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 le distributeur, Fehr Technology AG, sont composés d'une cheville à verrouillage de forme de longueur 13 mm, d'un boulon Ø 6 de longueur 16 mm.

#### 2.4.2.2. 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.

#### 2.4.2.3. Rails horizontaux et pattes-agrafes (*cf. fig. 4*)

Le système rail/patte-agrafe 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 pré-percées. 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*).

### 2.4.3. Ossature

#### 2.4.3.1. Ossature aluminium

Les composants de l'ossature sont conformes aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

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.

#### 2.4.3.2. Pattes-équerres

Patte-équerres en alliage d'aluminium, de série 3000 minimum, présentant une limite d'élasticité Rp0,2 supérieure à 110 MPa, conformes au *Cahier du CSTB 3194\_V2*, d'épaisseur minimum 3mm, de type ETANCO ISOLALU+ LR150/160 ou équivalente.

### 2.4.4. Isolant

Isolant, certifié ACERMI, conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

### 2.4.5. 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 dont 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*).

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.

---

## 2.5. Fabrication et fourniture des inserts Keil

---

Les panneaux de bardage Ductal® FClad® sont fabriqués par un préfabricant faisant l'objet d'une licence pour l'utilisation des BFUP Ductal® FClad® de la Société LafargeHolcim Distribution : Fehr Technology AG dans son usine de Achern (Allemagne) sous la marque Ductal® FClad®.

Le site fabrique, contrôle et livre les panneaux avec les inserts Keil (système fermé).

---


## 2.6. Contrôles de fabrication

---

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

Le fabricant bénéficie d'un certificat .

### 2.6.1. 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  $\varnothing 11 \times H 22$  cm.

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

Les spécifications sont données dans la procédure.

### 2.6.2. En cours de fabrication

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

### 2.6.3. 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 (>12 MPa),
- Concernant la mise en œuvre de l'insert KEIL KH,
- Inspection visuelle des trous : quotidienne,
- 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 ( $\pm 1$  mm),
- Nettoyage de la poussière potentiellement présente après percement dans les trous : chaque panneau.



**Valeurs certifiées ** :

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


---

## 2.7. Identification du produit


---

Les panneaux de bardage Ductal® FClad® 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 Fehr Technology AG,
- L'appellation commerciale du produit Ductal® FClad®,
- Le numéro de l'Avis Technique.

---

## 2.8. Fourniture et assistance technique

---

La Société LafargeHolcim Distribution ne pose pas elle-même.

Il y a trois intervenants principaux :

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

Fehr Technology AG livre à minima les inserts et les panneaux de bardage Ductal® FClad® à des entreprises de pose et 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.

Fehr Technology AG ou LafargeHolcim Distribution disposent d'un service technique qui peut apporter, une assistance technique, au niveau de l'étude d'un projet et au démarrage du chantier par Fehr Technology AG.

---

## 2.9. Mise en œuvre de l'isolation thermique et de l'ossature

---

### 2.9.1. Isolation thermique

L'isolant, certifié ACERMI, est mis en œuvre conformément au *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

### 2.9.2. Ossature métallique

La mise en œuvre de l'ossature métallique sera conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2*, renforcées par celle ci-après :

L'ossature est constituée :

- 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.

### 2.9.3. Pose du bardage directement sur support (cf. fig. 18a)

La pose est possible sur rails horizontaux directement fixés au gros-œuvre.

Ce type de pose nécessite une exécution soignée afin de respecter l'exigence de planéité des supports (5mm sous la règle de 20cm et 7mm sous la règle de 2m).

Les rails horizontaux devront être rendus coplanaires à 2mm près, par emploi de cales complémentaires, en NF extérieur CTB-X, enfilées sur la cheville, de dimensions minimales 50 x 60 mm d'épaisseur 15 mm. 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.

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

---

## 2.10. Mise en œuvre

---

### 2.10.1. Principes généraux de pose

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

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

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.

Au démarrage de chantier la Société Fehr Technology AG apporte son assistance technique sur la mise en place des fixations en dos des panneaux.

### 2.10.2. 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 §2.4.1.2.

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.

### 2.10.3. Opération de pose

La pose des panneaux de bardage Ductal® FClad® 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.

### 2.10.4. Mise en place des rails

Les rails horizontaux à utiliser sont définies dans le §2.4.22. 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. §2.4.2.2).

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\_V2*. 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.

### 2.10.5. Fixation des agrafes

La mise en place des agrafes sur la face arrière des panneaux de bardage Ductal® FClad® se fait sur le chantier en utilisant les inserts et les pièces du système Keil (cf. §2.4.21)

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.

### 2.10.6. 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. § 2.4.2.3).

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

### 2.10.7. 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 devra être propre, sur toute la hauteur du bardage, à s'opposer à un appel d'air latéral.

### 2.10.8. Traitement des joints

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

### 2.10.9. 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\_V2* 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 cm<sup>2</sup>/m pour hauteur d'ouvrage ≤ à 3 m ;
- 65 cm<sup>2</sup> pour une hauteur de 3 à 6 m ;
- 80 cm<sup>2</sup> pour une hauteur de 6 à 10 m ;
- 100 cm<sup>2</sup>/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.

### 2.10.10. Découpe sur chantier

La découpe des panneaux de bardage Ductal® FClad® sur chantier est uniquement autorisée pour les ajustements (cf. §2.10.2).

### 2.10.11. Pose en zones exposées aux chocs (cf. fig. 18.b)

Système de bardage Ductal® FClad® 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.

### 2.10.12. 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® sur les parois verticales en béton neuves ou préexistantes, en respectant les préconisations suivantes :

- Les pattes-équerres 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/m<sup>2</sup> des panneaux suspendus.

### 2.10.13. Pose en habillage de sous-face (cf. fig. 17)

La mise en œuvre en sous-face est admise pour le système de bardage Ductal® FClad®, 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-équerrres sont doublées,
- Entraxe profils horizontaux limité à 600 mm,
- La dépression admissible du tableau 1 devra être réduite, en déduisant la masse surfacique de 376N/m<sup>2</sup> 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).

### 2.10.14. Points singuliers

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

---

## 2.11. Pose sur Constructions à Ossature Bois (COB)

---

### 2.11.1. Ossature bois

La nature de l'ossature bois (chevrons ou tasseaux) sera conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3316-V2*, renforcées par celles ci-après :

La coplanéité des montants 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 chevrons (ou 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 chevrons (ou tasseaux) est au maximum de 645 mm sur COB.

### 2.11.2. Principes généraux de mise en œuvre

Le système de bardage est applicable sur des parois de COB conforme au DTU31-2.

Les chevrons (ou tasseaux) (section mini 20mmx60mm) ayant un entraxe de 645 mm maximum 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.

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

Les panneaux Ductal® FClad® sont posés sur les rails horizontaux en aluminium, eux même fixés dans les montants de la COB par 2 vis autoperceuses en acier inox A2 Ø6.5x75 de type SFS INTEC SXW-S(16)-6.5x75mm dont la résistance caractéristique P<sub>k</sub> 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® 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.

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.

Le pare-pluie est recoupé 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® (lame d'air de 20 mm minimum).

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

---

## 2.12. Entretien et réparation

---

### 2.12.1. Nettoyage

L'aspect des panneaux de bardage Ductal® FClad® 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®, permettant de faire disparaître des tâches localisées, peuvent être utilisés.

### 2.12.2. Remplacement d'un panneau (cf. fig. 25)

Tout panneau peut être remplacé à l'identique indépendamment des plaques adjacentes.



Après avoir enlevé le panneau accidenté, soulever le panneau situé au-dessus de ce dernier de 8 à 10 mm afin de faciliter la pose de la nouvelle plaque. La pose est identique à celle d'un panneau courant. Après cette opération, il faut replacer le panneau du dessus à sa position d'origine.

---

## 2.13. 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® selon les dispositions du rapport CSTB n° RA20-0173 du 17/09/2020

---

## 2.14. Références.

---

### 2.14.1. Données Environnementales<sup>2</sup>

Le procédé de bardage Ductal® FClad® ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

### 2.14.2. Autres références

En Europe, plusieurs milliers de m<sup>2</sup> de bardage Ductal® FClad® ont été posés depuis 2015.

En France environs 25000 m<sup>2</sup> ont été posés à ce jour.

---

<sup>2</sup> Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

## Tableaux et figures du Dossier Technique

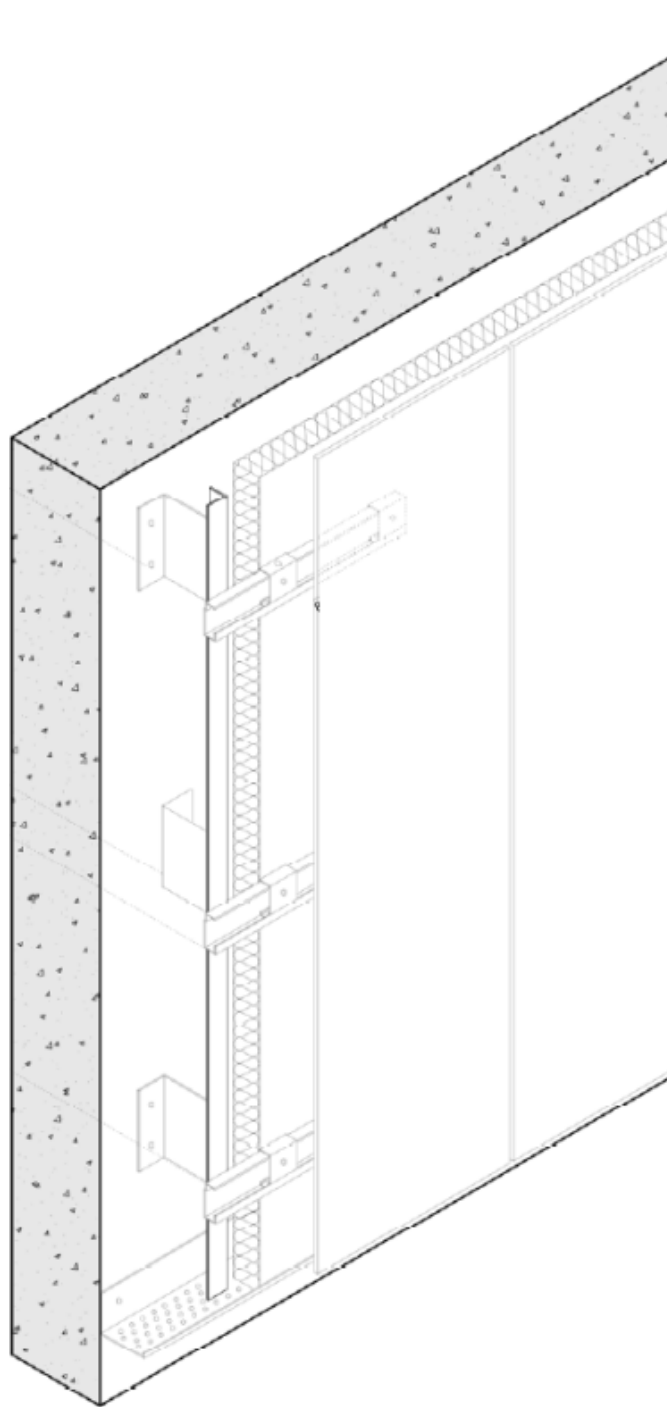
Tableau 1 - dépressions admissibles Vent normal selon NV65 modifiées

		Entraxe horizontal entre inserts (selon H)							
		≤300	≤600	≤700	≤800	≤1000	≤1100		
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)	Entraxe vertical entre inserts (selon V)	≤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)	Entraxe vertical entre inserts (selon V)	≤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	—	—	—			

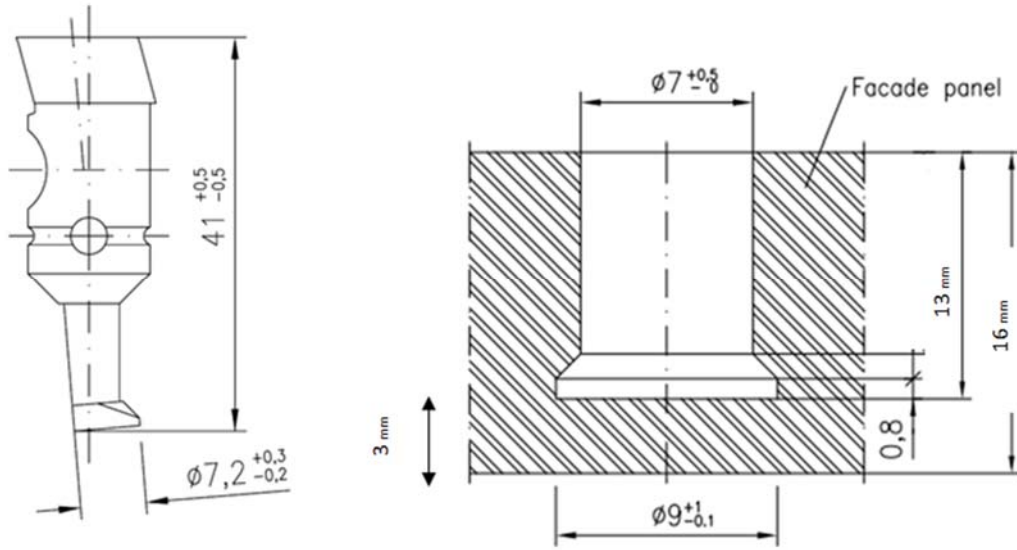
## Sommaire des figures

Figure 1 – Schéma de principe sur ossature métallique.....	20
Figure 2 - Préperçage/trouage des panneaux .....	21
Figure 3 - Fixations .....	21
Figure 4 – Agrafes rails panneaux.....	22
<b>Pose sur ossature métallique .....</b>	<b>26</b>
Figure 5 - Joint horizontal (coupe verticale) .....	27
Figure 6 - Joint vertical (coupe horizontale) .....	27
Figure 7 - Arrêt sur acrotère .....	28
Figure 8 - Arrêt latéral.....	29
Figure 9 – Joint de dilatation .....	30
Figure 10 - Angle sortant.....	31
Figure 11 – Angle sortant sans renfort retour monobloc.....	32
Figure 12 - Départ de bardage .....	33
Figure 13 - Compartimentage horizontal de la lame d'air ou recoupement de l'ossature de longueur >3m .....	34
Figure 14 - Appui de baie – Capotage aluminium .....	35
Figure 15.1 - Tableau - Élément monobloc.....	35
Figure 15.2 - Tableau – embrasement plaque bardage 1 .....	36
Figure 15.3 - Tableau – finition aluminium .....	37
Figure 16.1 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur <3m .....	38
Figure 16.2 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur ≥3m, recoupement de la lame d'air .....	38
Figure 17 - Pose en sous-face – retour linteau monobloc ou champs visible .....	39
Figure 18.1 - Pose sur support sans isolant.....	39
Figure 18.2 - Pose en zones exposées aux chocs (RDC).....	40
<b>Figures sur COB.....</b>	<b>43</b>
Figure 19 - Joint horizontal (coupe verticale).....	44
Figure 20 - Joint vertical (coupe horizontale).....	44
Figure 21 - Arrêt sur acrotère.....	45
Figure 22 - Compartimentage horizontal de la lame d'air et recoupement pare pluie tous les 6 m.....	46
Figure 23 - Départ de bardage .....	46
Figure 24 - Recoupement ossature au droit d'un plancher.....	47
Figure 25 – Remplacement d'un panneau .....	48
<b>Figures de l'Annexe A - Pose en zones sismiques</b>	
Figure A1 – Configurations agrafes .....	52
Figure A2 – Fractionnement de l'ossature au droit de chaque plancher sur béton .....	53
Figure A3 – Détail joint de dilatation de 12 à 15 cm .....	54
Figure A4 – Pattes-équerrés ISOLALU+ LR160 .....	55

**Figure 1 – Schéma de principe sur ossature métallique**



**Figure 2 - Préperçage/trouage des panneaux**



**Figure 3 - Fixations**

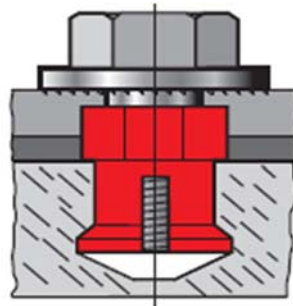
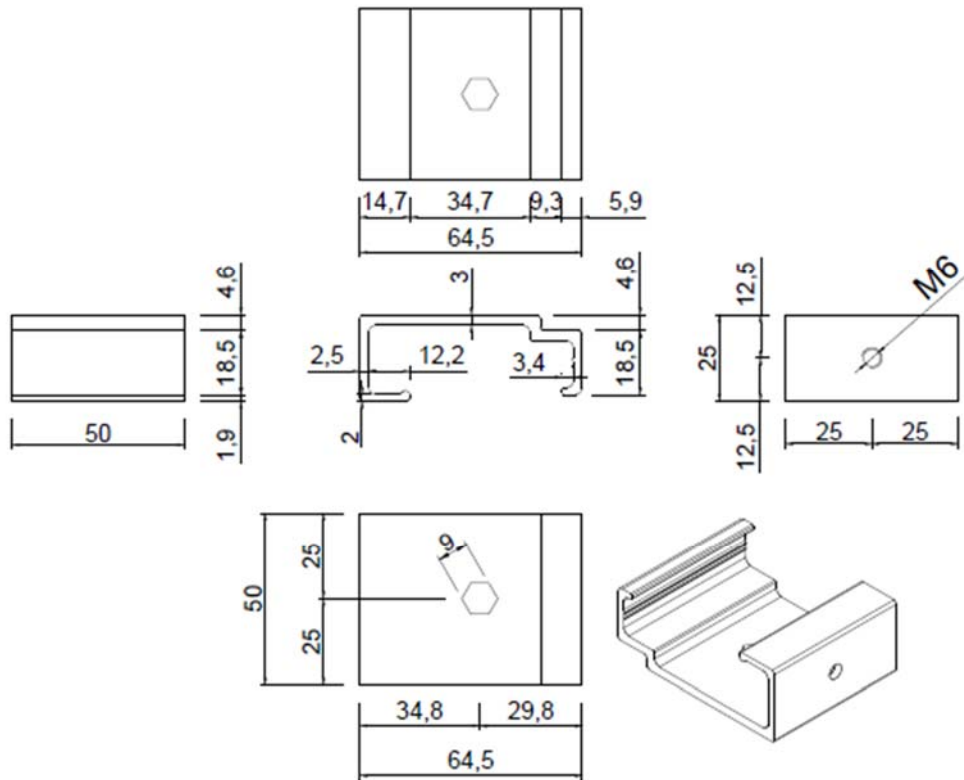
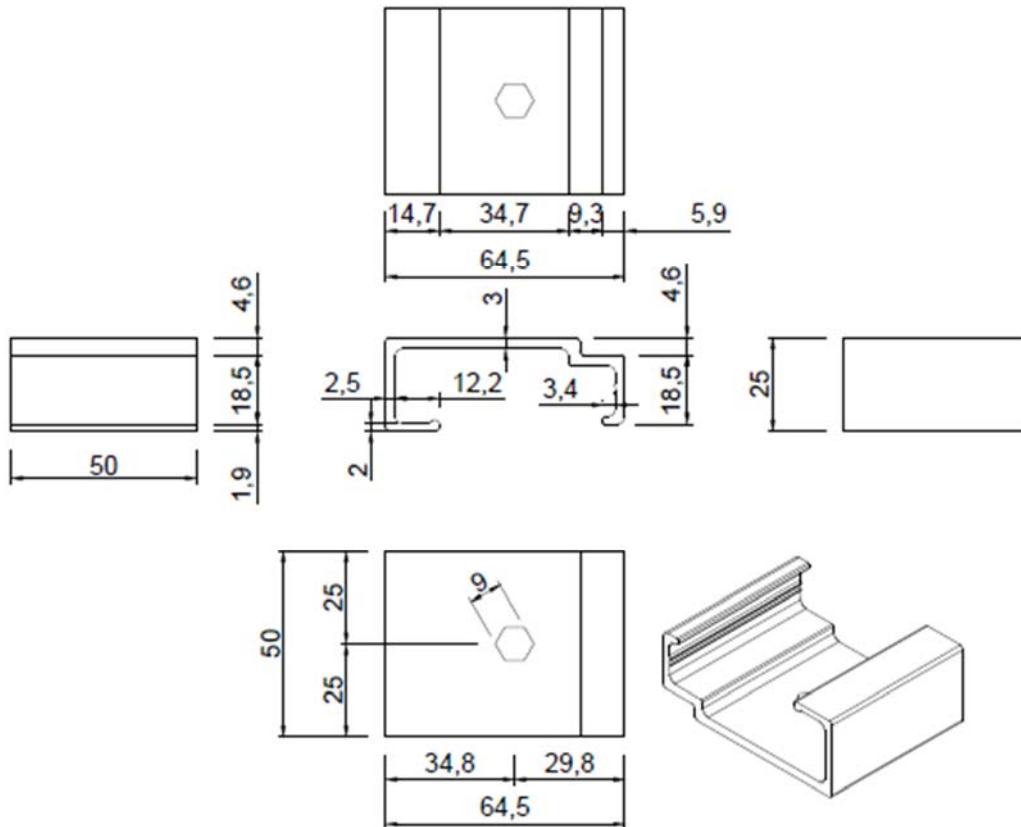


Figure 4 – Agrafes rails panneaux

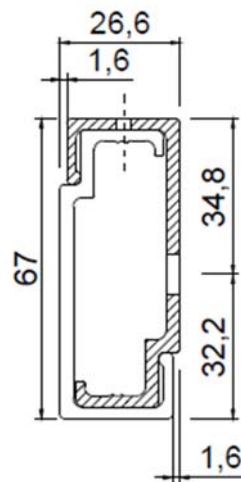
**Agrafe standard**



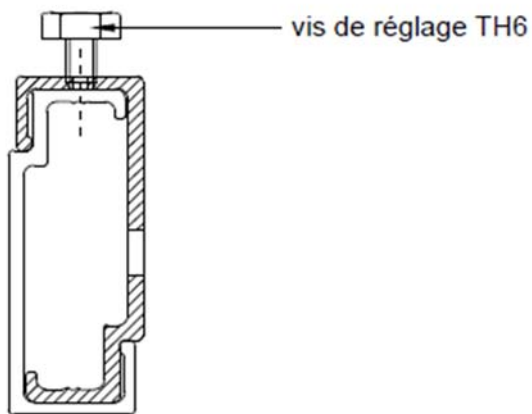
**Agrafe réglable ou agrafe bridage**



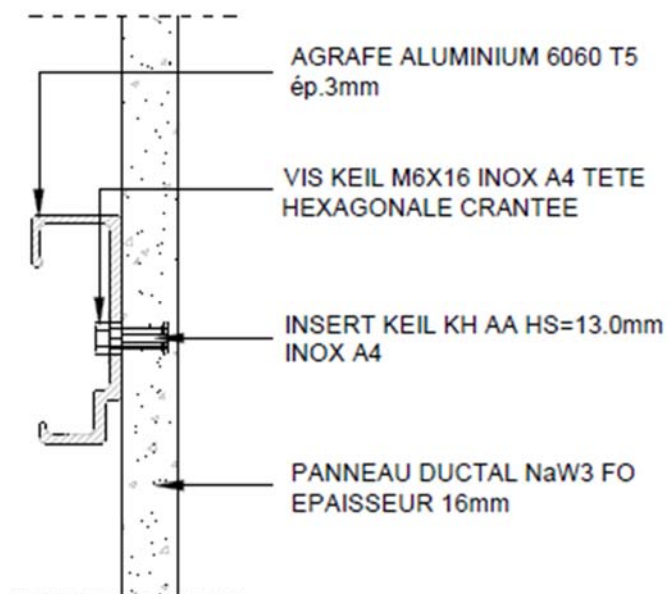
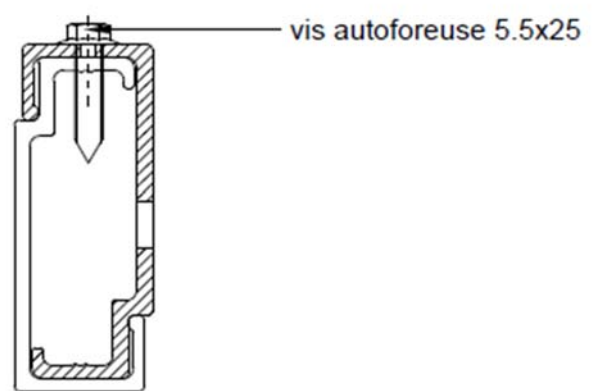
## Agrafe sur rail C ETANCO



Agrafe + vis réglable

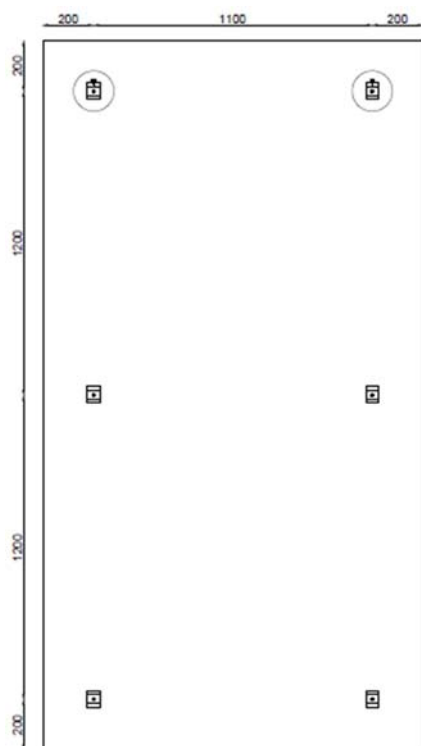


Agrafe bridée

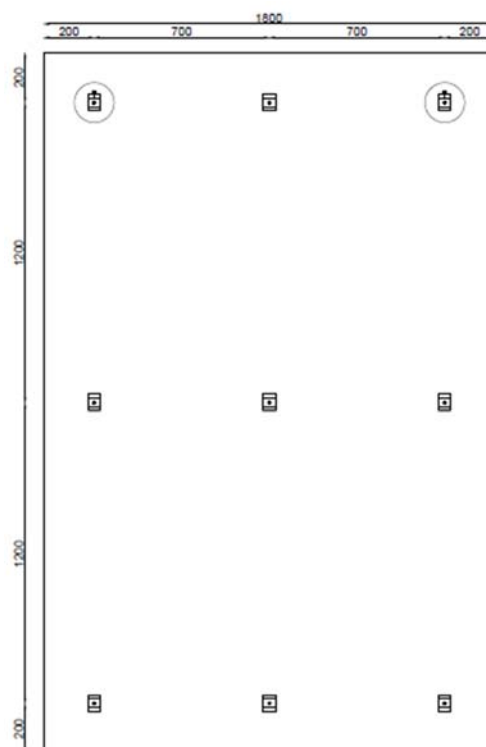


**Configuration agrafe – entraxe maximum**

CONFIGURATIONS AGRAFES	
	Agrafe simple
	Agrafe réglable + vis réglage
	Agrafe réglable + vis bridage
	Agrafe doublée réglage + bridage
	Agrafe doublée simple + bridage

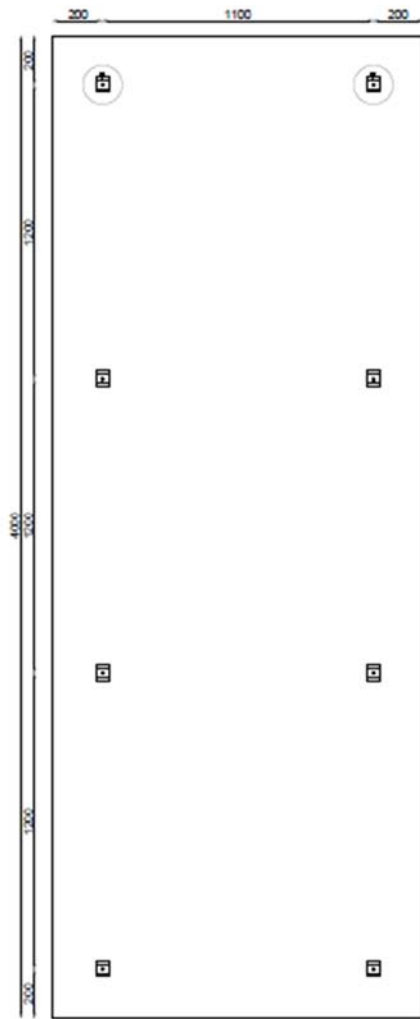


Format C : Entraxes max config 2x3

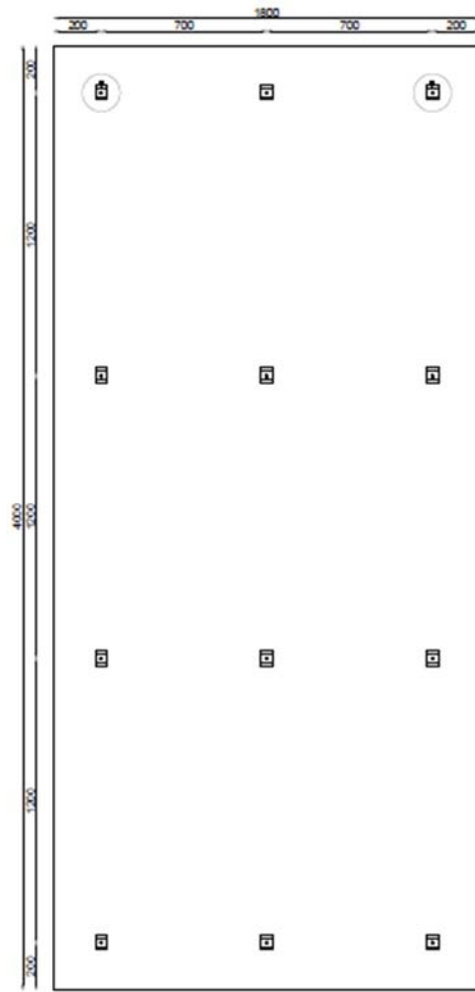


Format D : Entraxes max config 3x3





Format E : Entraxes max config. 2x4

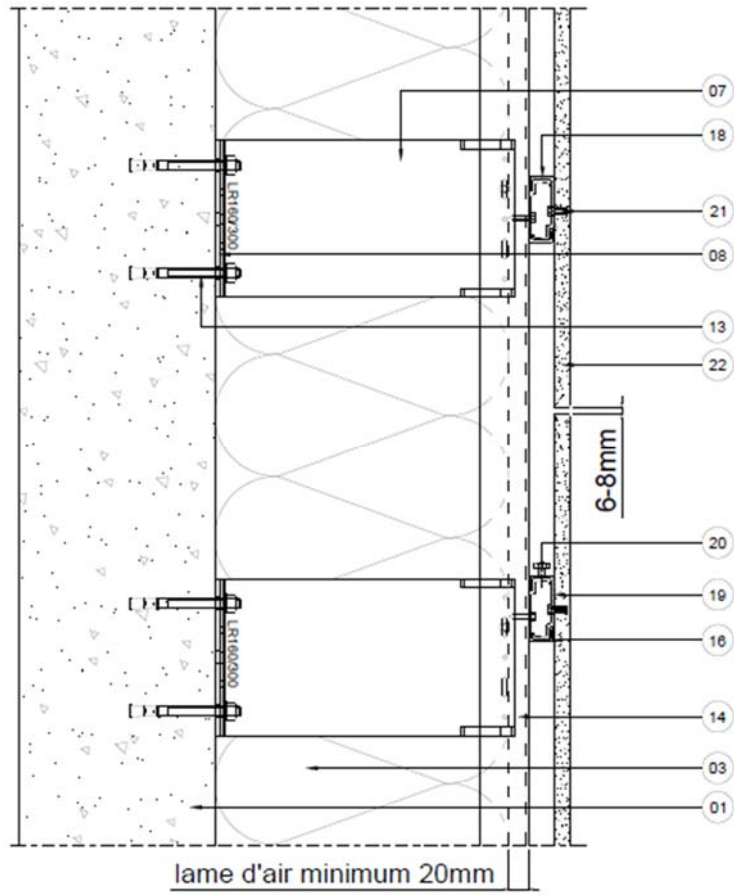


Format F : Format max config. 3x4

**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
15	TUBE CARRE D'ANGLE
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
23	TOLE ALUMINIUM (HORS LOT)
24	COUVERTINE (HORS LOT)
25	TOLE ANTI RONGEUR

**Figure 5 - Joint horizontal (coupe verticale)**



**Figure 6 - Joint vertical (coupe horizontale)**

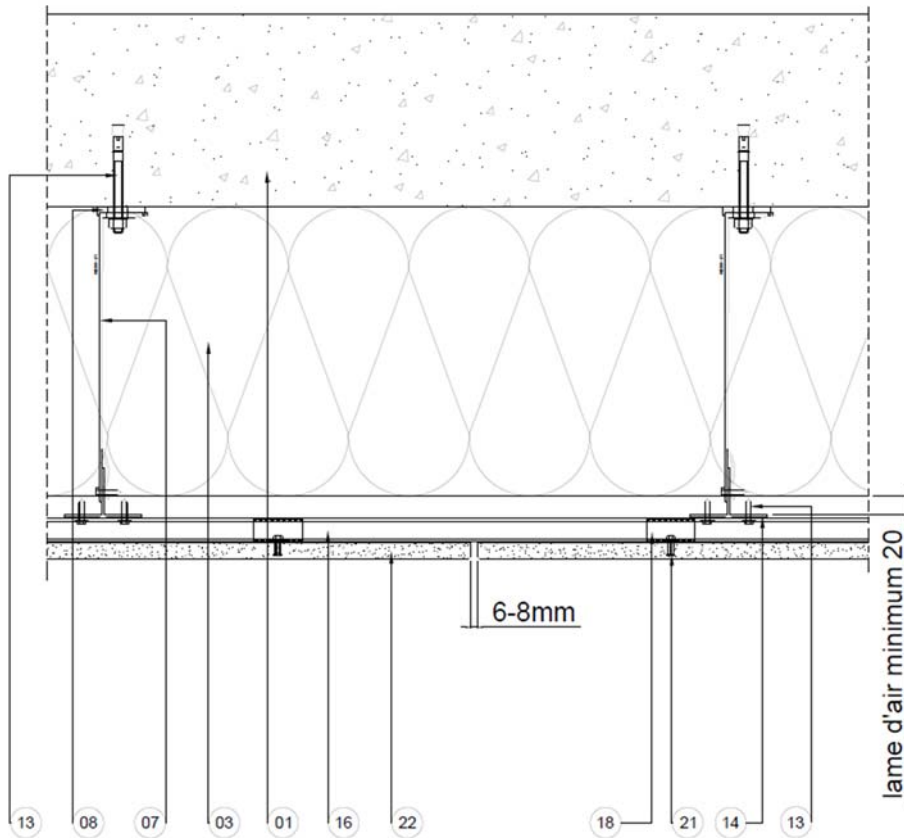
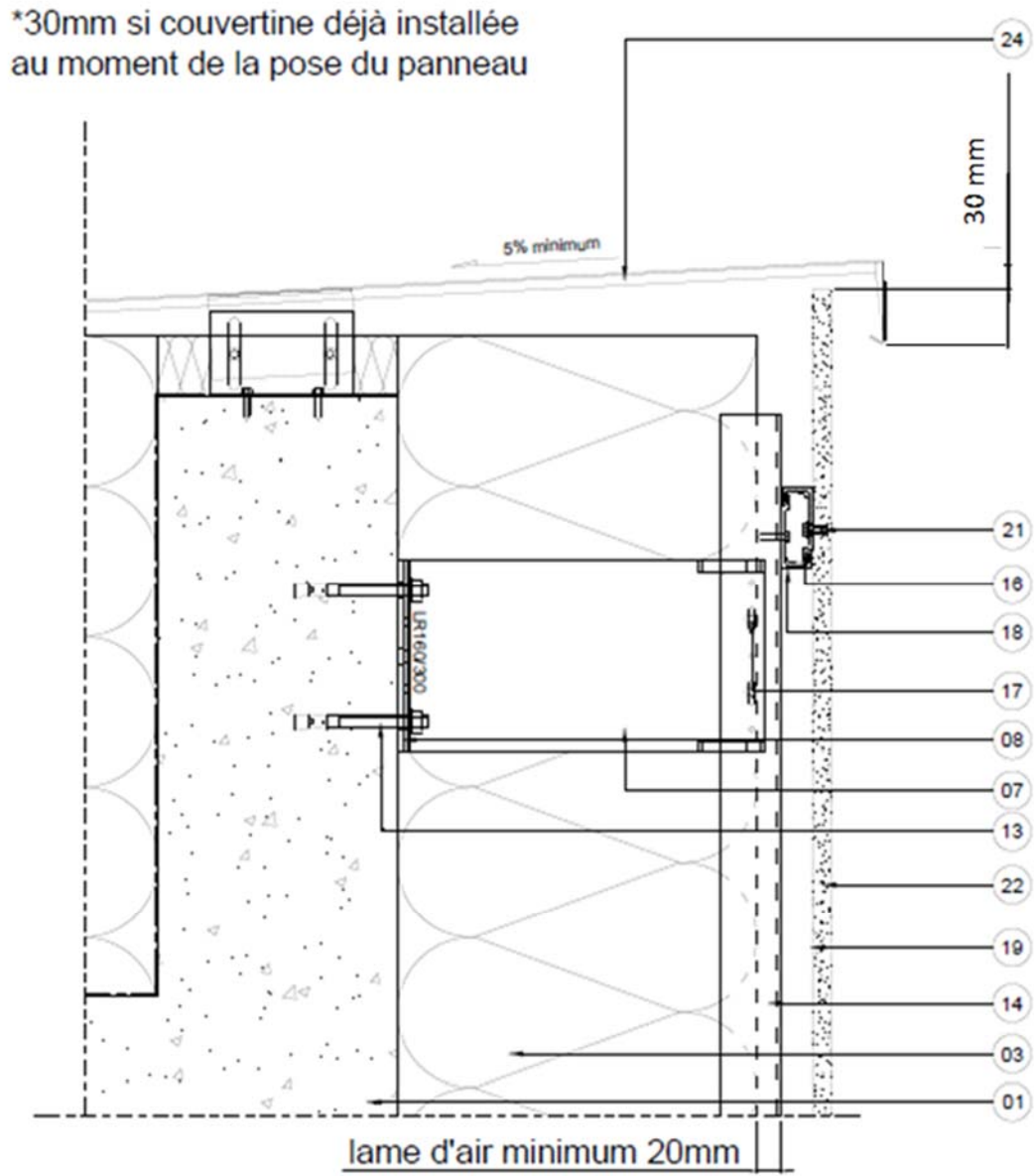


Figure 7 - Arrêt sur acrotère



**Figure 8 - Arrêt latéral**

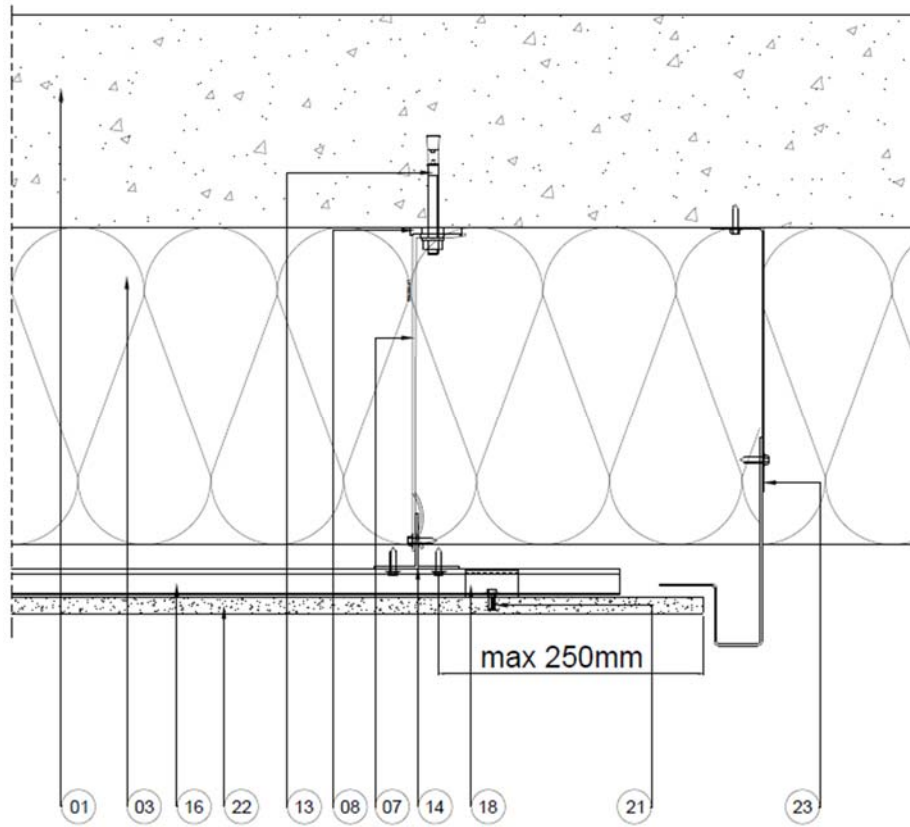
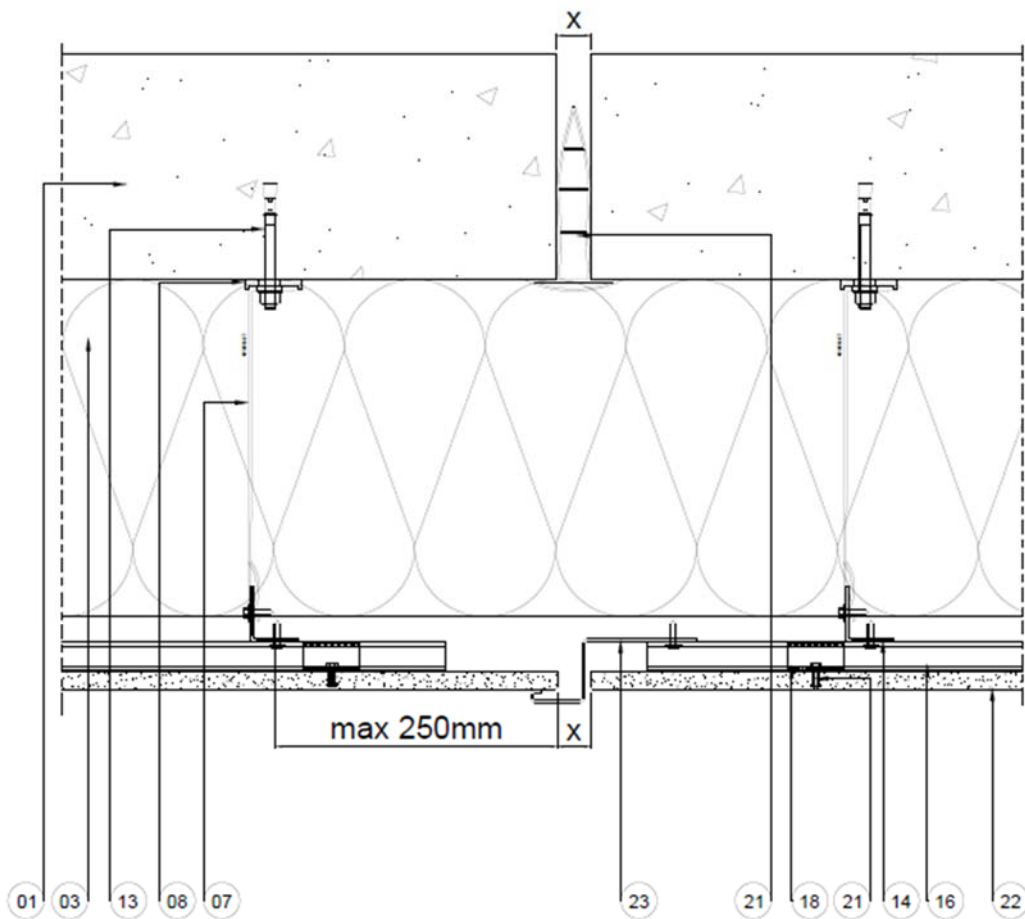
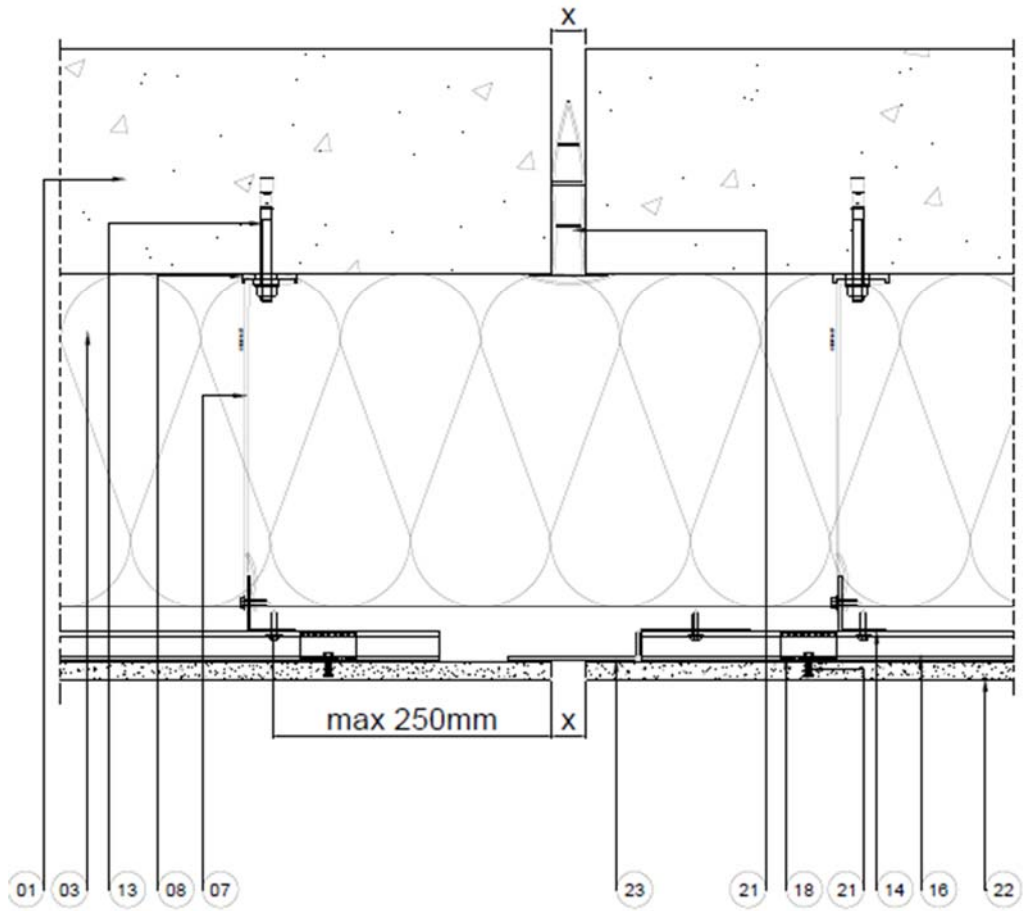
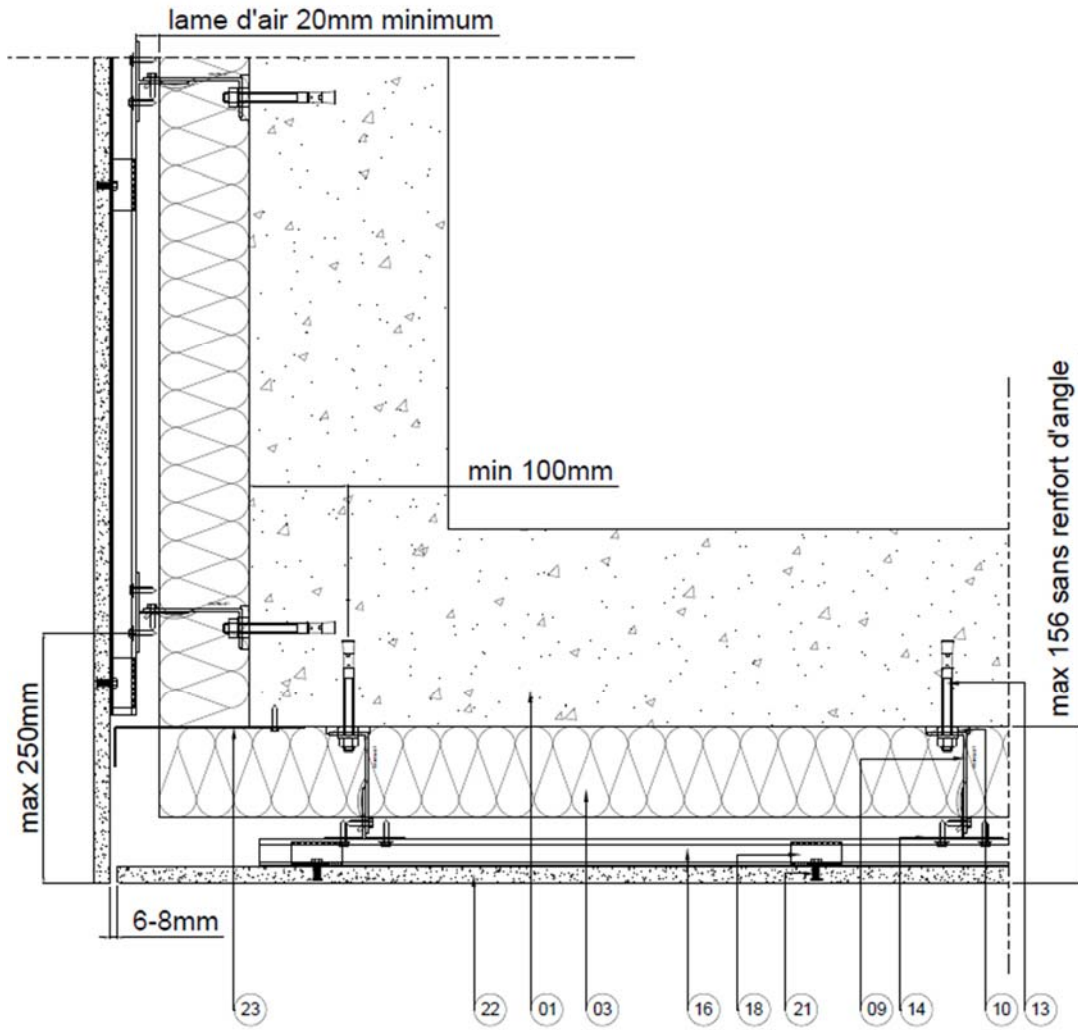


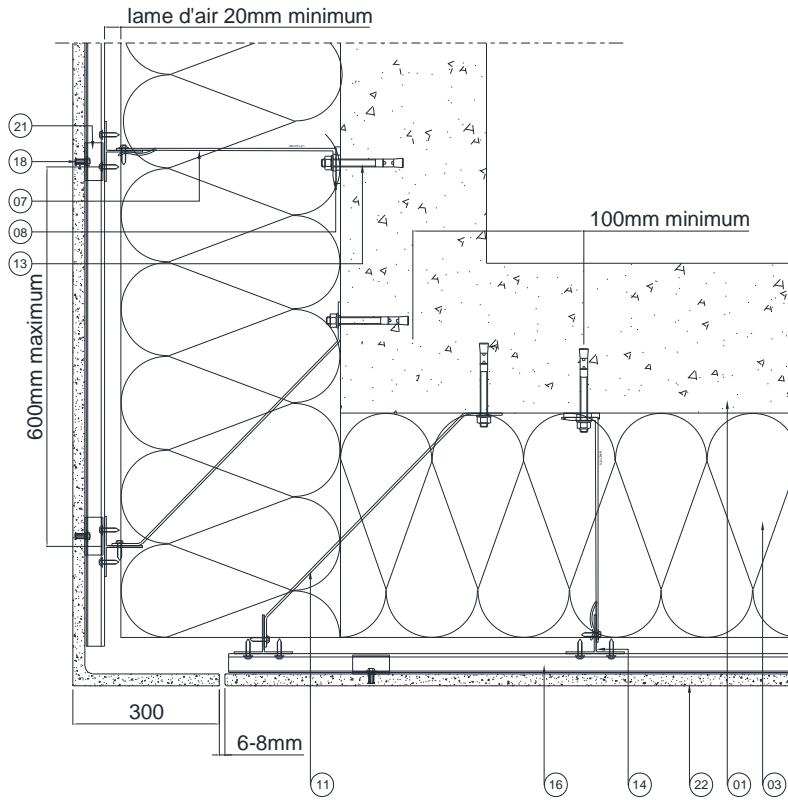
Figure 9 – Joint de dilatation



**Figure 10 - Angle sortant**



**Figure 11 – Angle sortant sans renfort retour monobloc**



LISTE DE MATERIAUX	
01	MAÇONNERIE / 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



Figure 12 - Départ de bardage

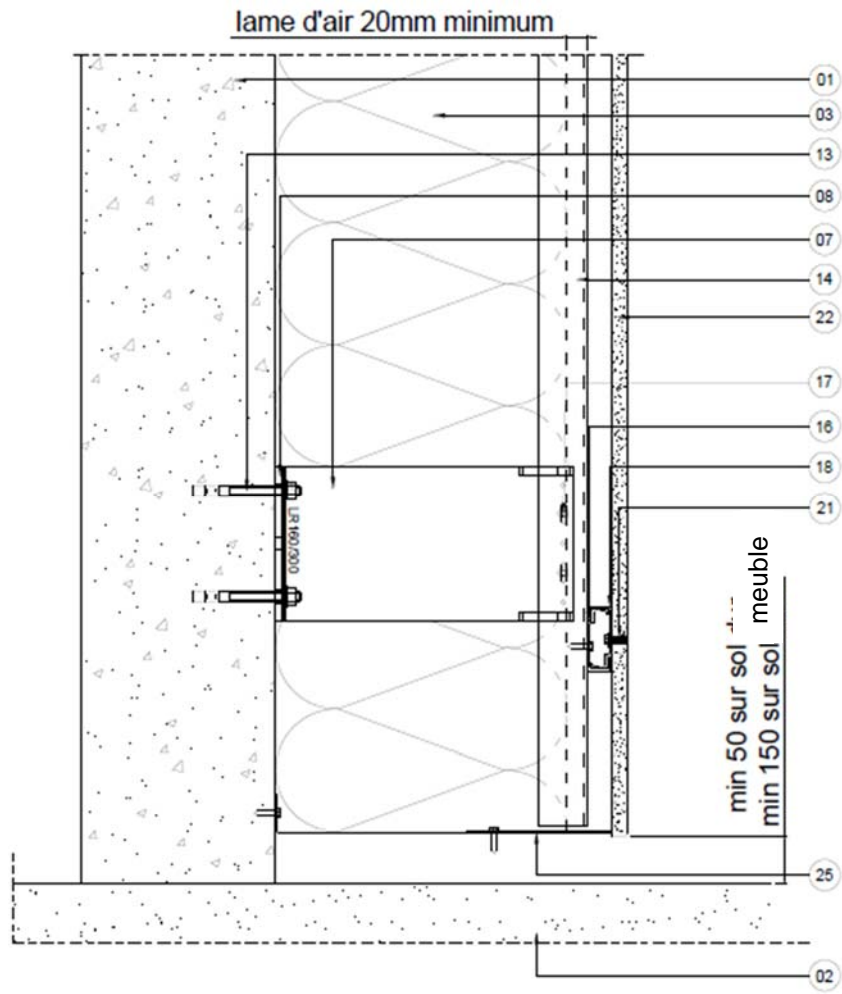
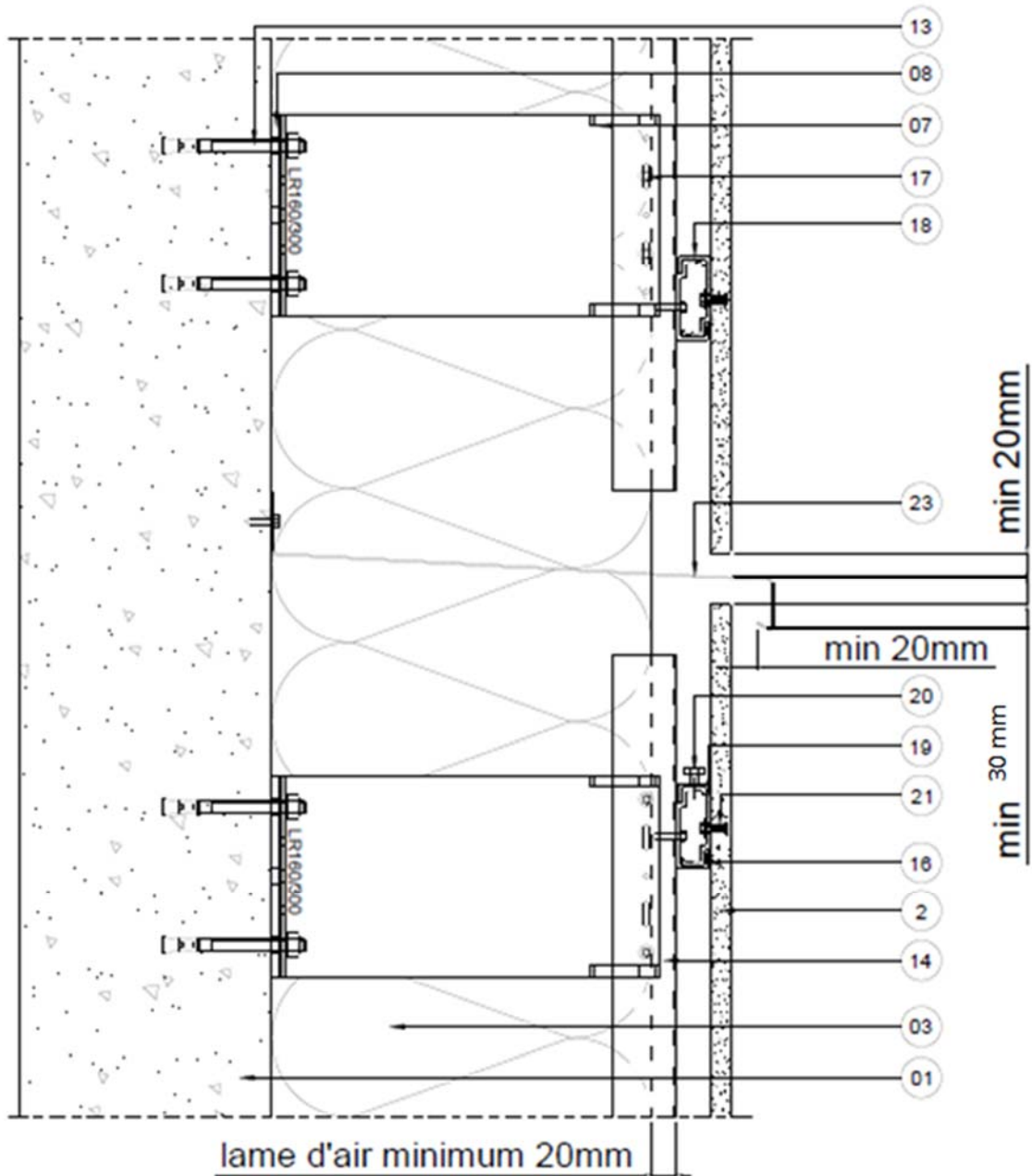
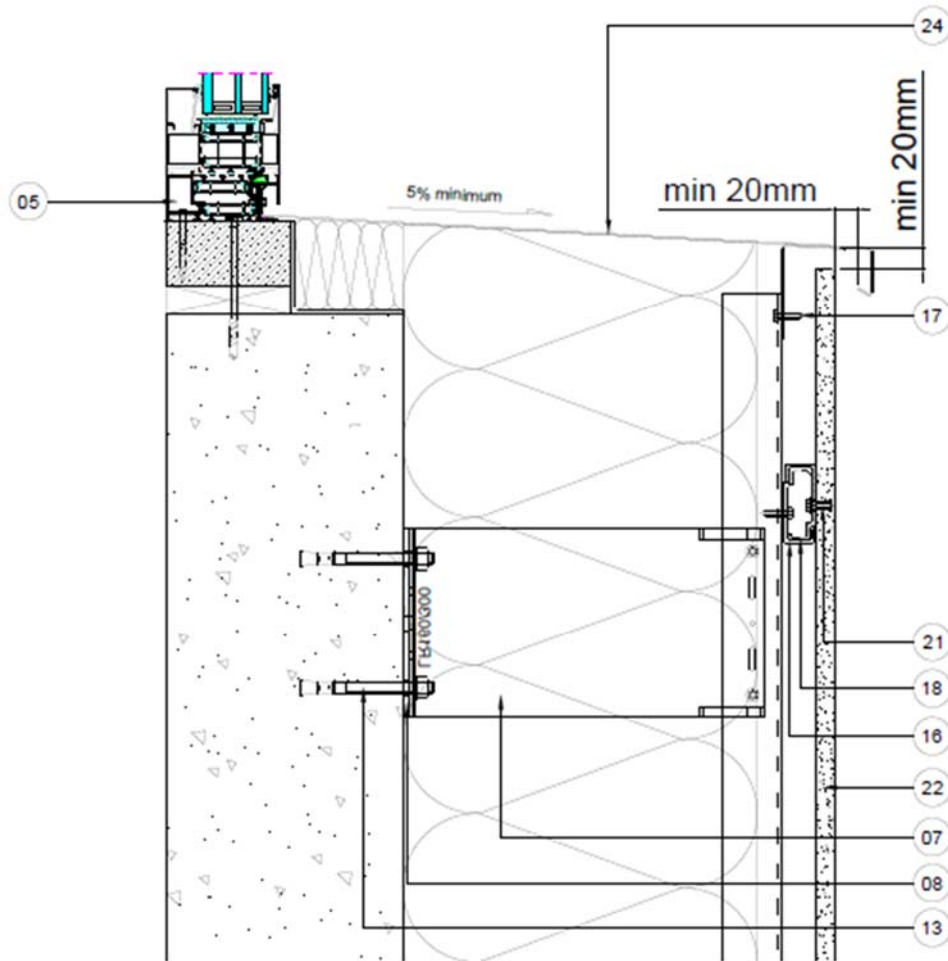


Figure 13 - Compartimentage horizontal de la lame d'air ou recouplement de l'ossature de longueur >3m



**Figure 14 - Appui de baie – Capotage aluminium**



**Figure 15.1 - Tableau - Élément monobloc**

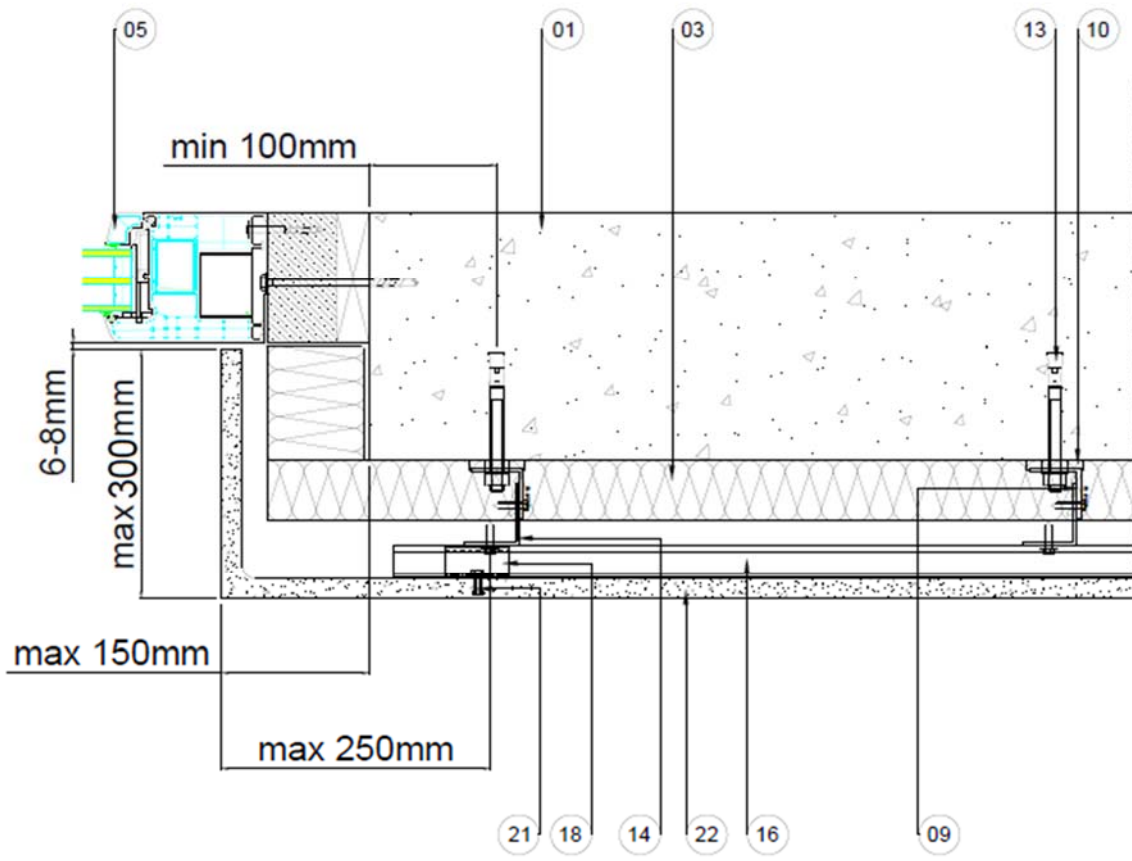
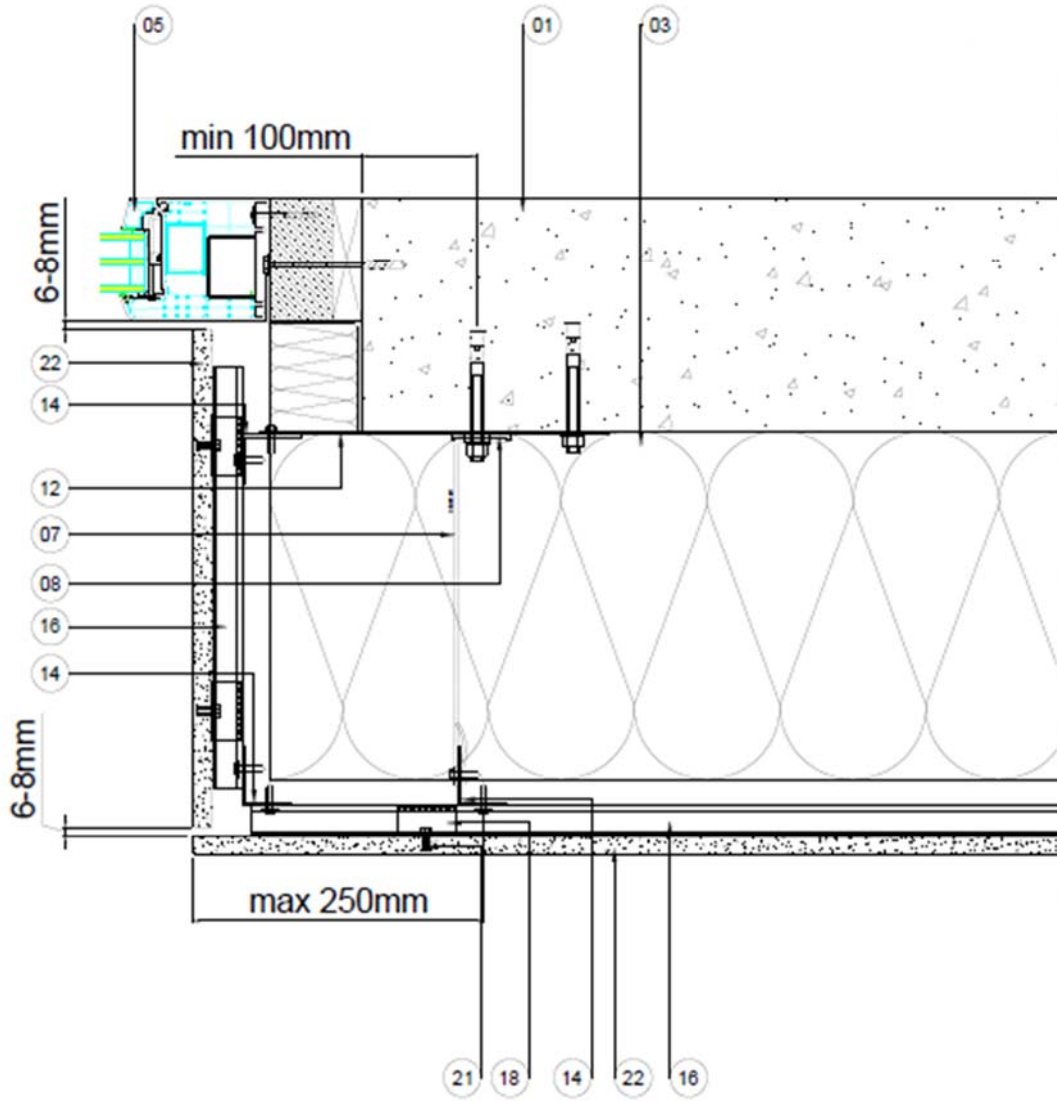
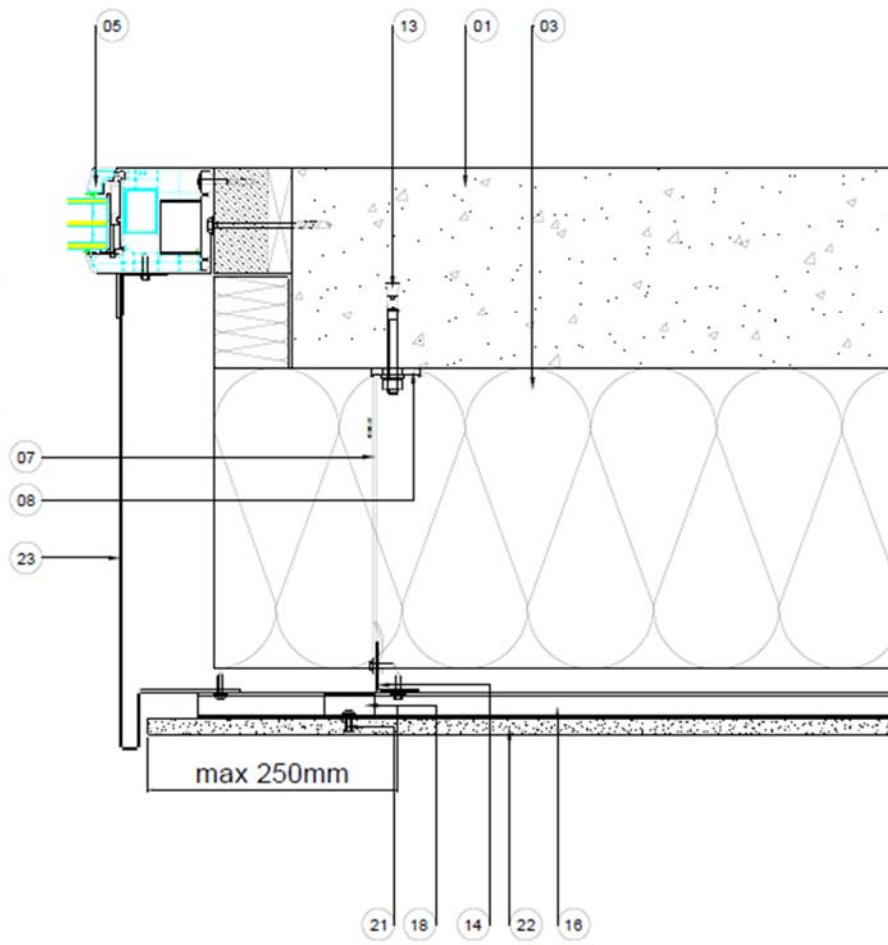


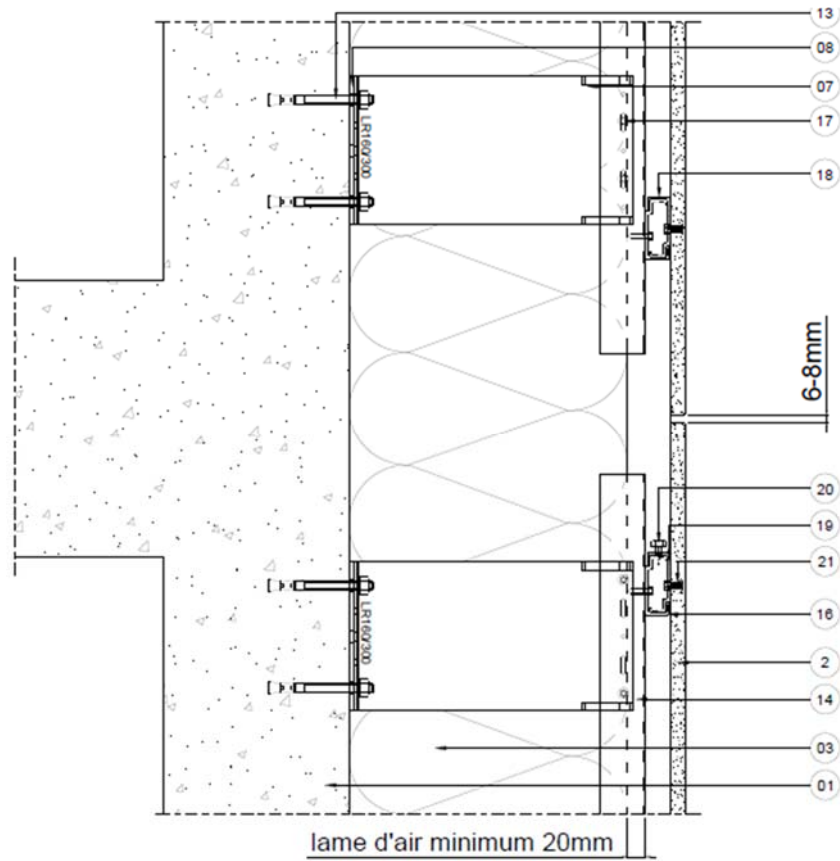
Figure 15.2 - Tableau - embrasement plaque bardage 1



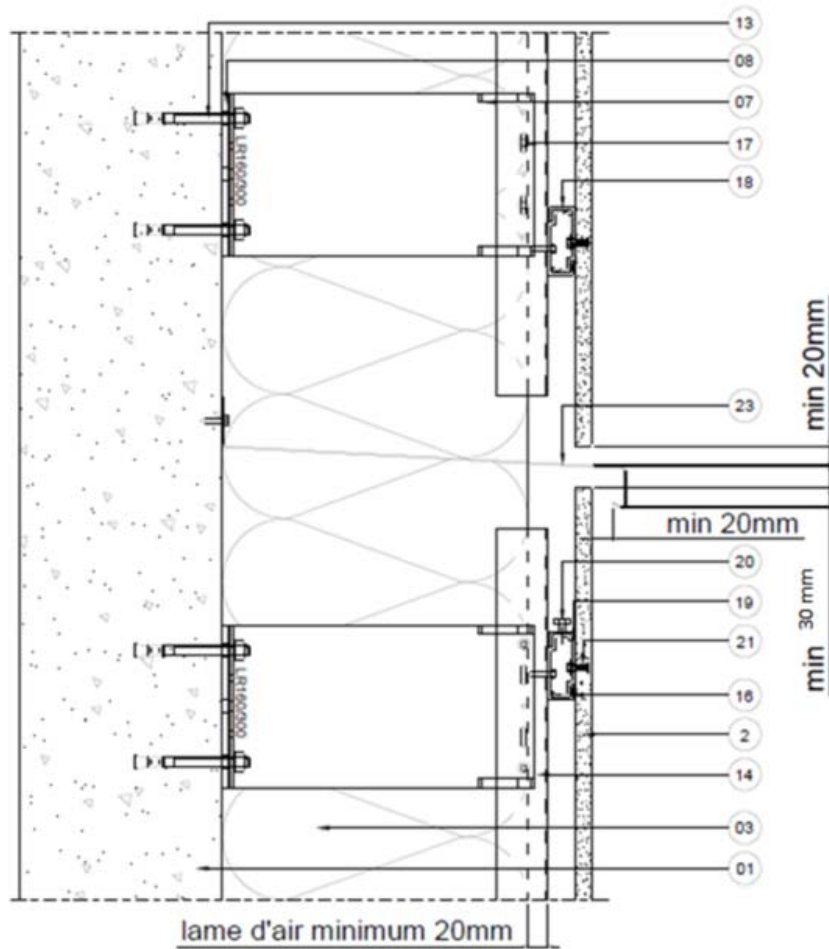
**Figure 15.3 - Tableau - finition aluminium**



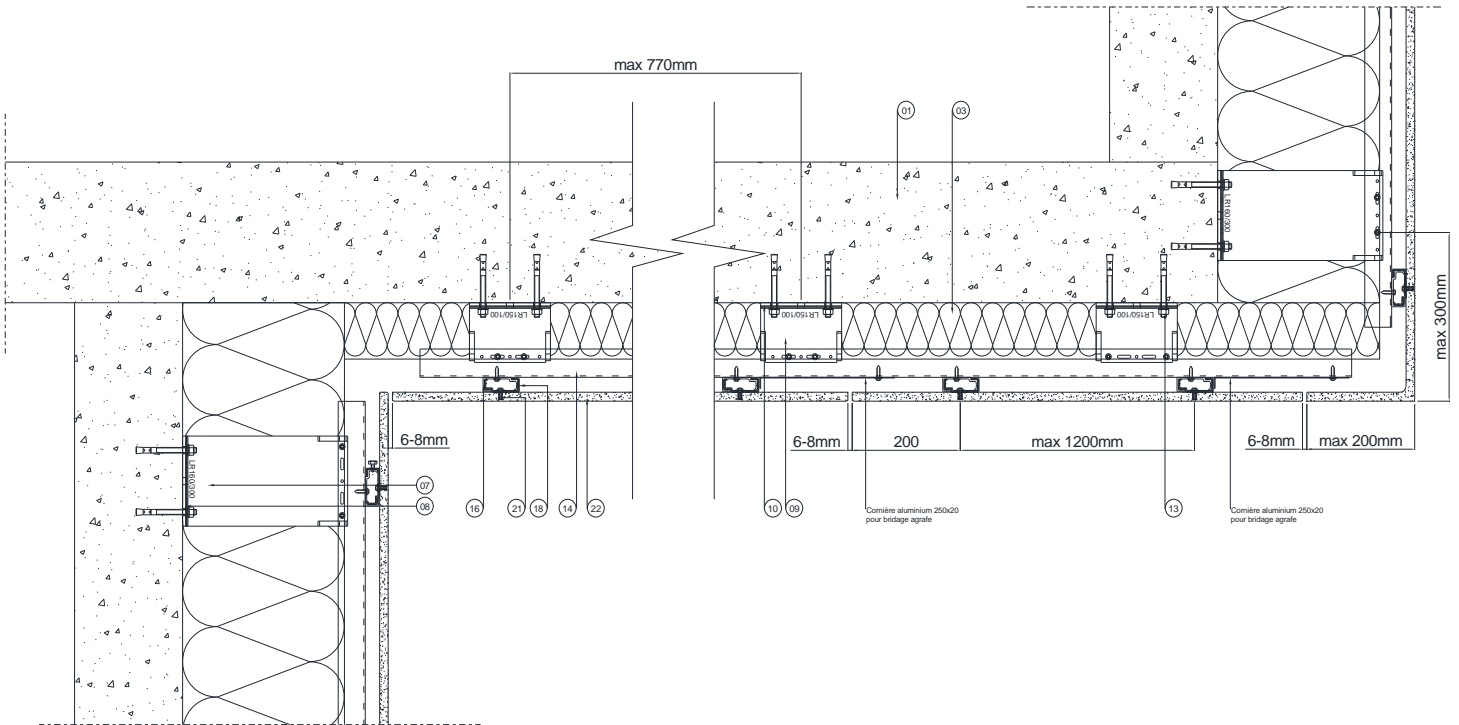
**Figure 16.1 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur <3m**



**Figure 16.2 - Fractionnement de l'ossature aluminium de longueur ≥3m, recoupement de la lame d'air**

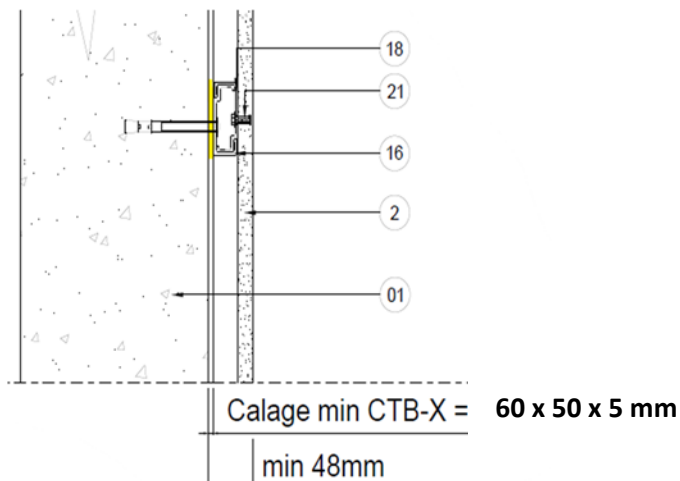


**Figure 17 - Pose en sous-face – retour linteau monobloc ou champs visible**

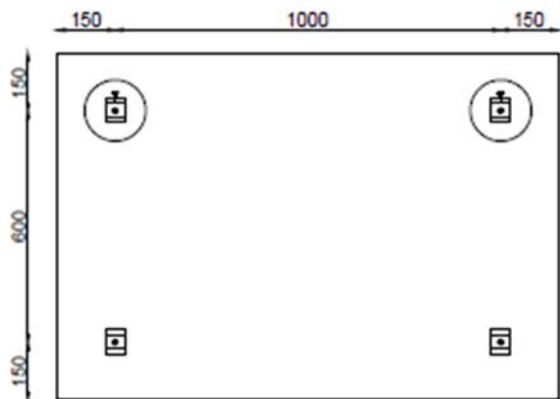


LISTE DE MATERIAUX	
01	MACONNERIE / STRUCTURE
02	TERRAIN NATUREL / SOL DUR
03	ISOLANT
04	JOINT DE DILATATION
05	MENUISERIE
06	CAISSON DE VOLET ROULANT
07	EQUERRE LR160
08	CALE THERMIQUE LR160
09	EQUERRE LR150
10	CALE THERMIQUE LR150
11	EQUERRE D'ANGLE SUR MESURE
12	PLATINE EQUERRE SURE MESURE
13	CHEVILLE 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

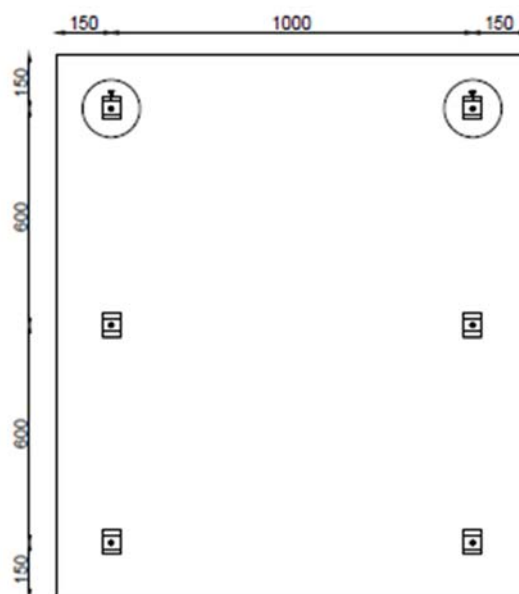
**Figure 18.1 - Pose sur support sans isolant**



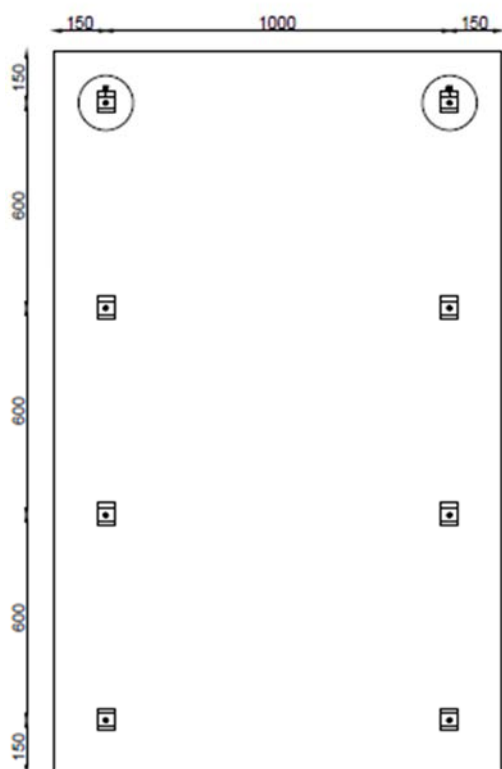
**Figure 18.2 - Pose en zones exposées aux chocs (RDC)**



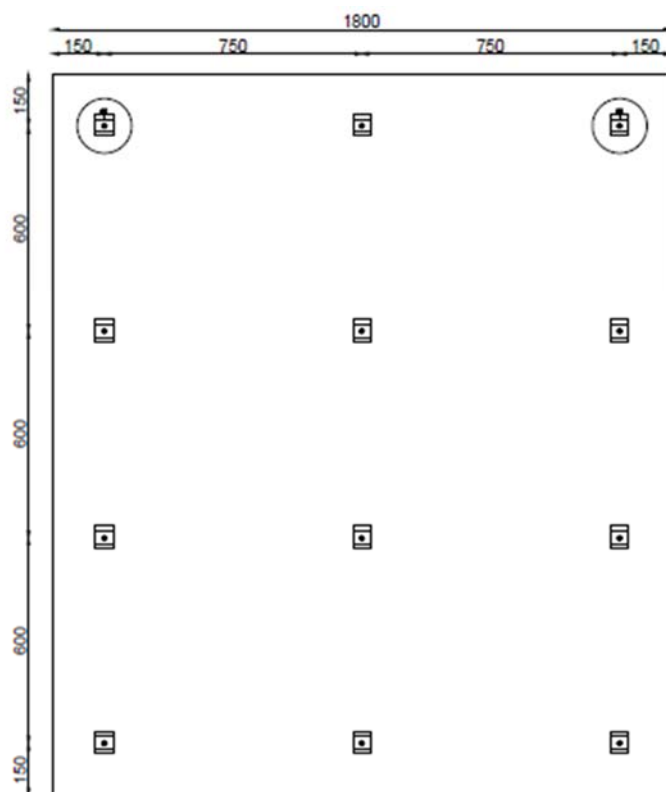
**Format Q4A : Entraxes max config 2x2**



**Format Q4E : Entraxes max config 2x3**

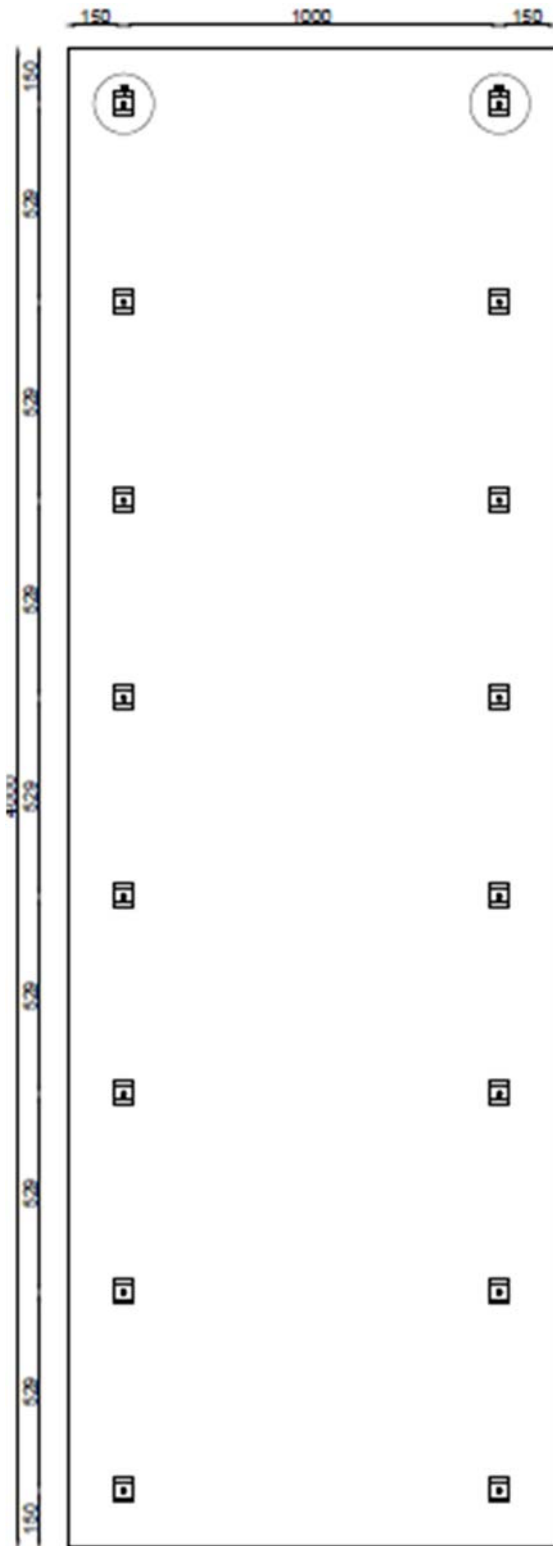


**Format Q4I : Entraxes max config 2x4**

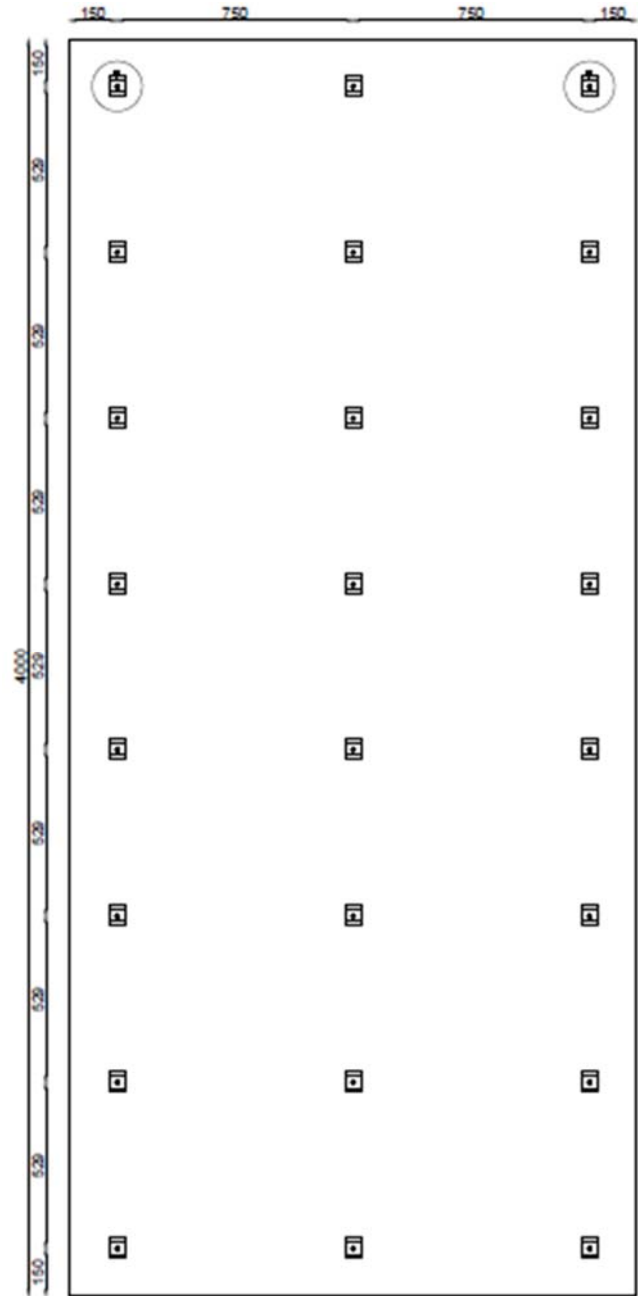


**Format Q4J : Entraxes max config 3x4**

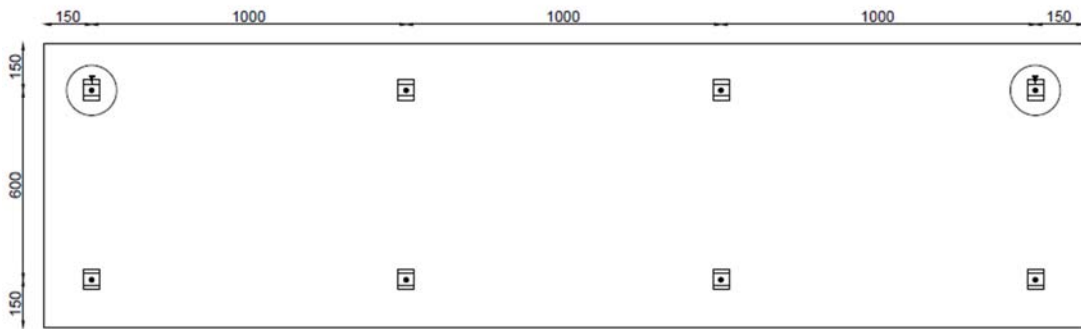




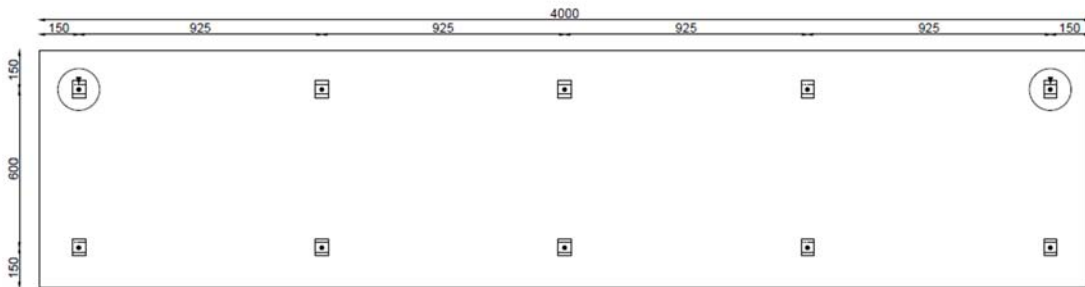
Format Q4M : Entraxes max config 2xn



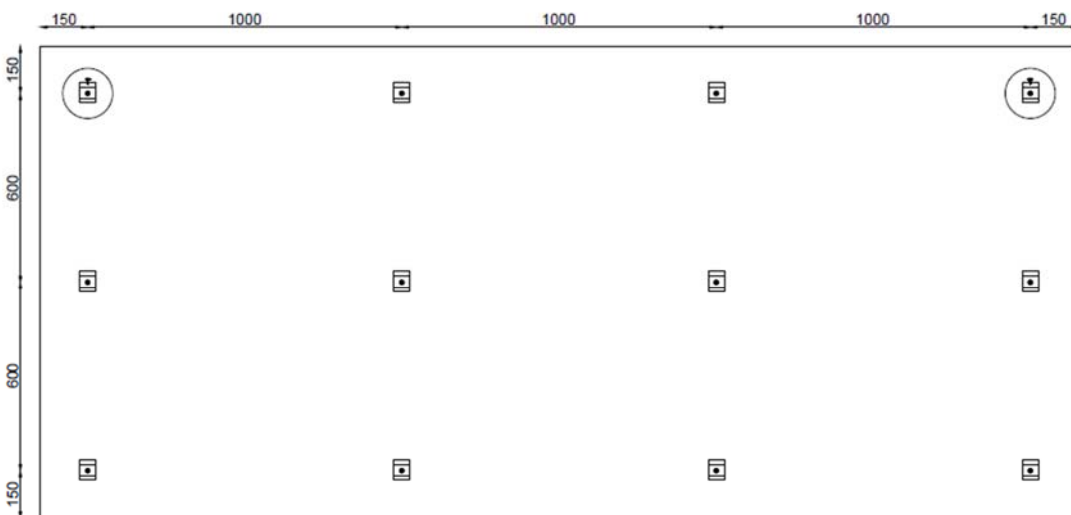
Format Q4N : Format max config 3xn



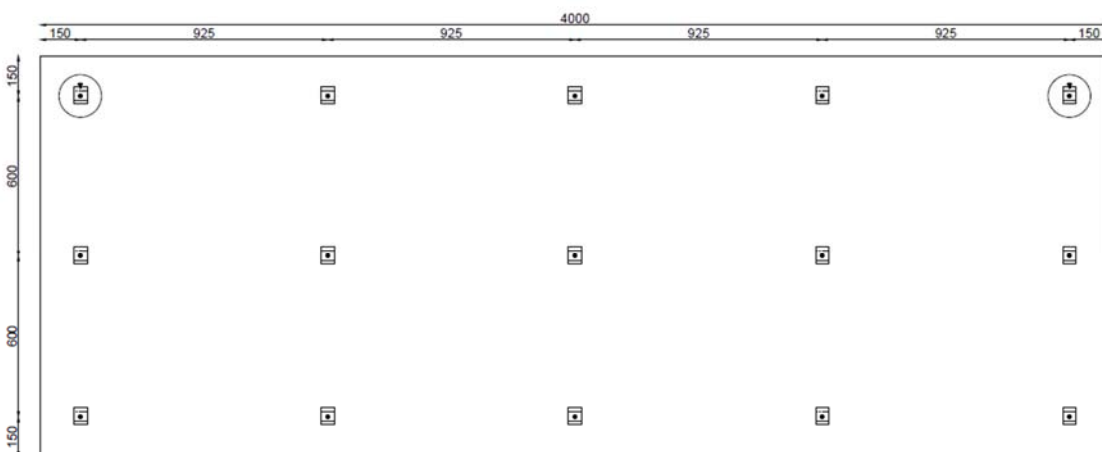
Format Q4C : Entraxes config 4x2



Format Q4D : Entraxes config nx2



Format Q4G : Entraxes max config 4x3

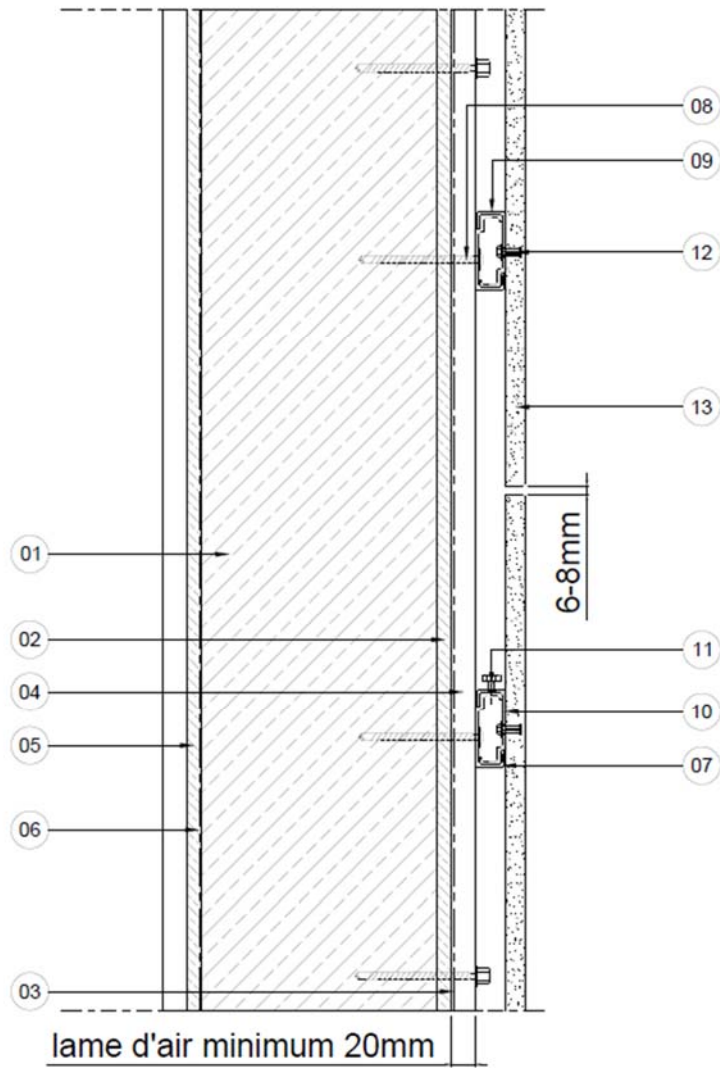


Format Q4H : Entraxes max config nx3

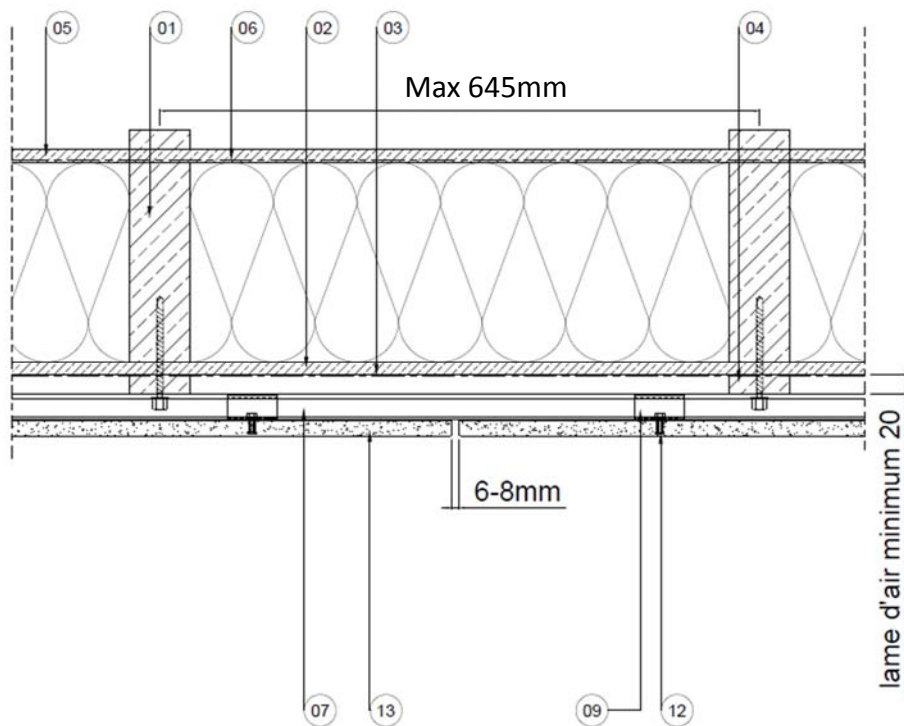
## Figures sur COB

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)**

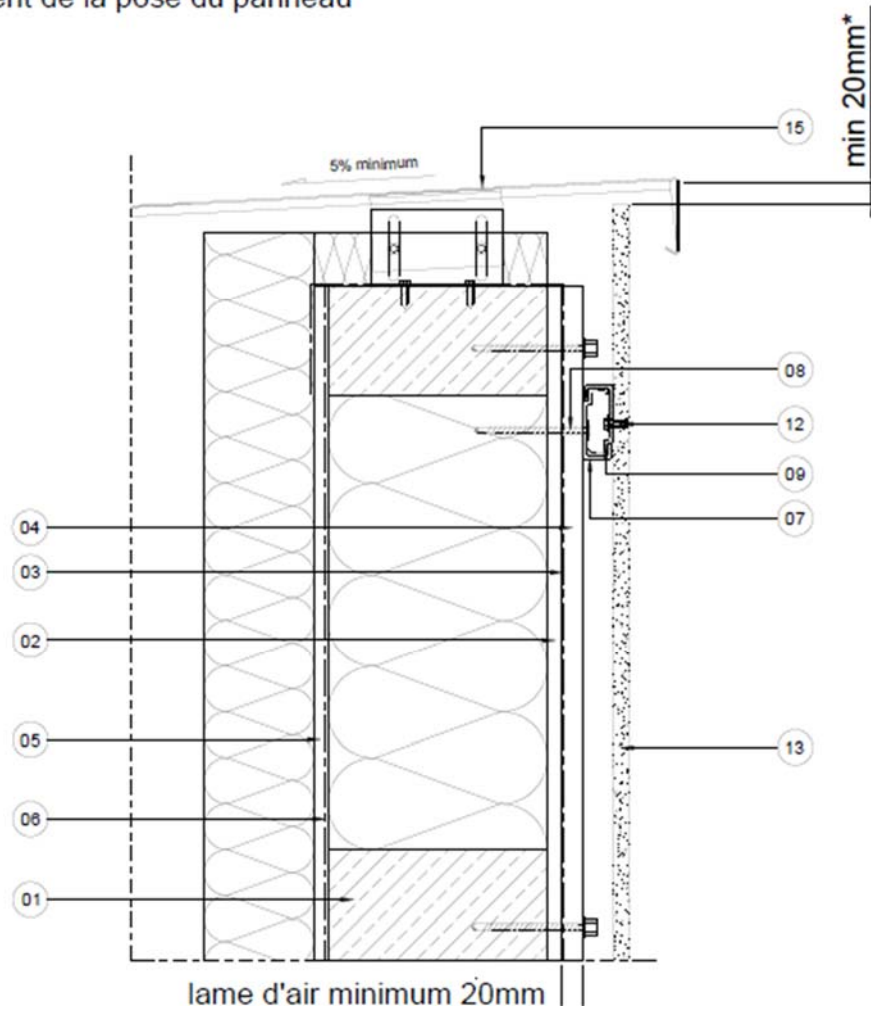


**Figure 20 - Joint vertical (coupe horizontale)**

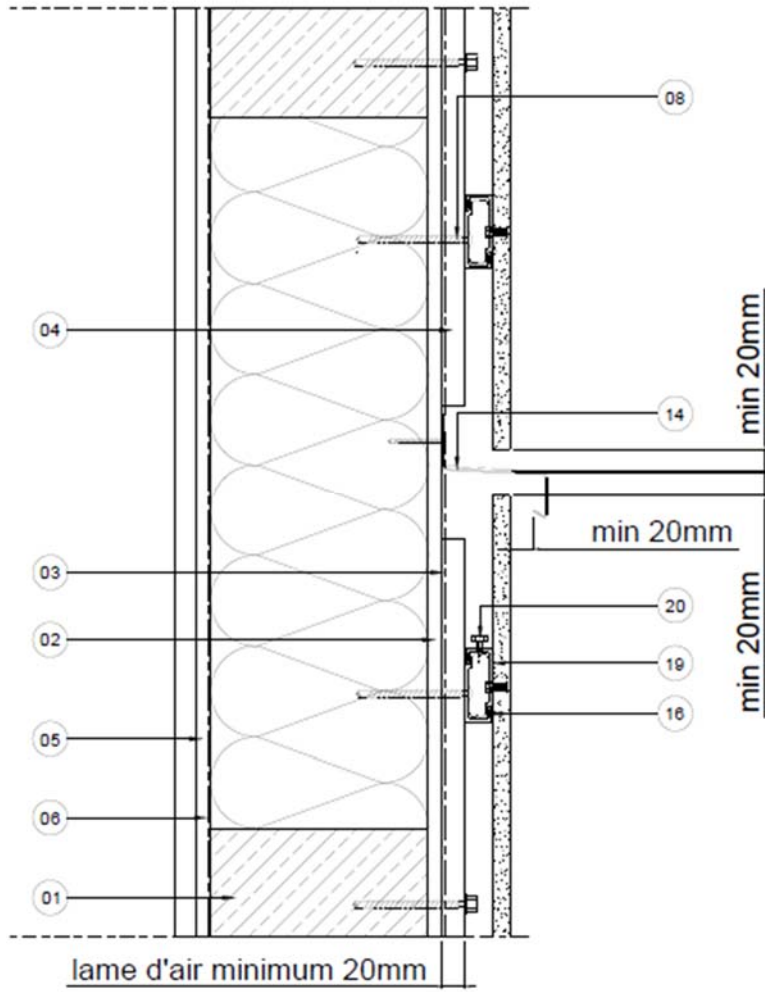


**Figure 21 - Arrêt sur acrotère**

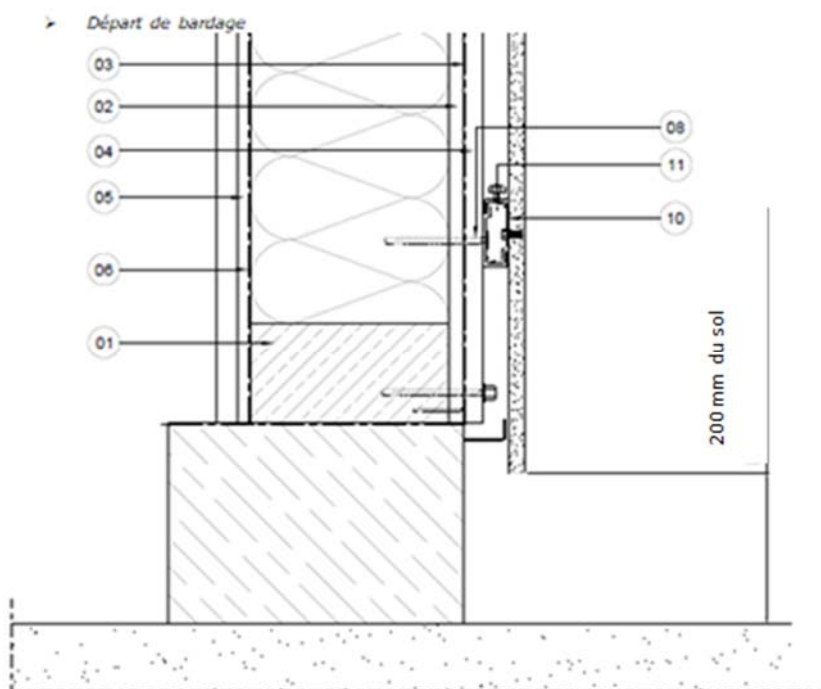
\*30mm si couvertine déjà installée  
au moment de la pose du panneau



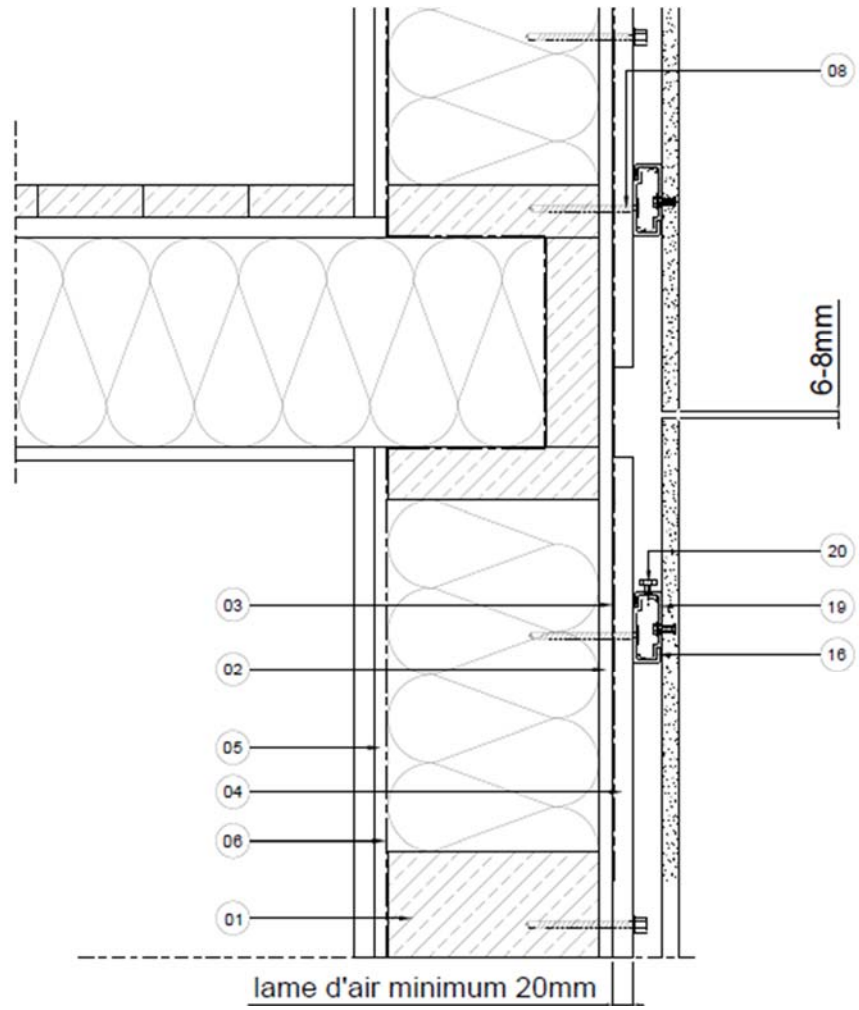
**Figure 22 - Compartimentage horizontal de la lame d'air et recouvrement pare pluie tous les 6 m**



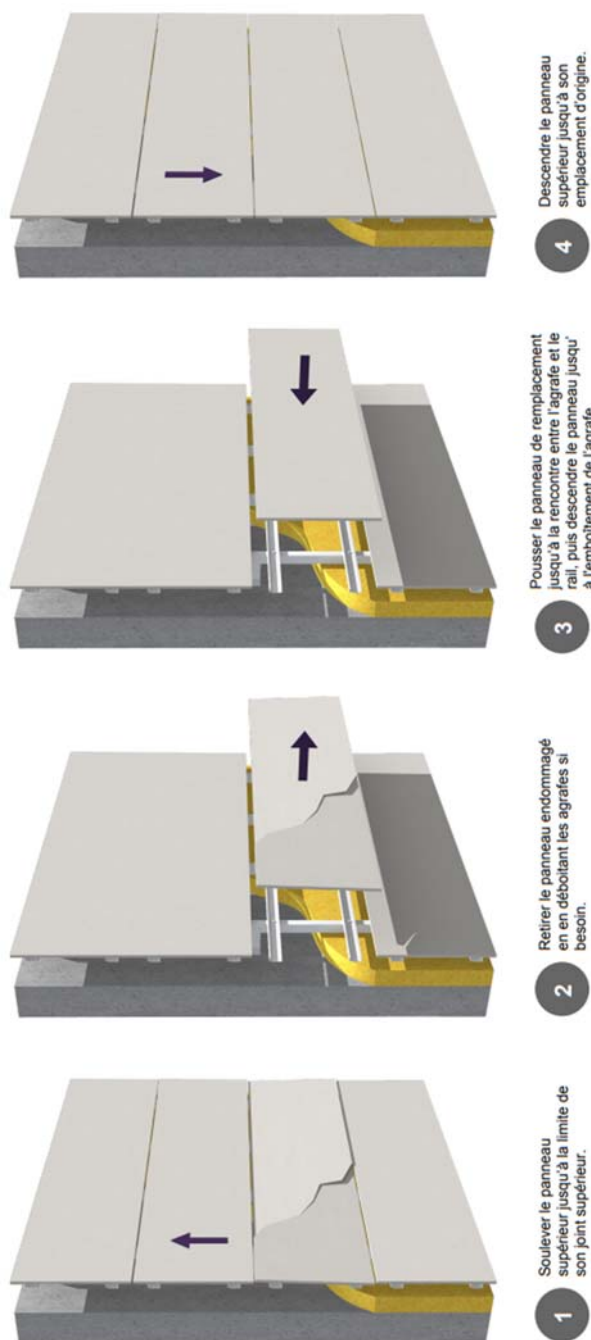
**Figure 23 - Départ de bardage**



**Figure 24 - Recouvrement ossature au droit d'un plancher**



**Figure 25 – Remplacement d'un panneau**





## Annexes A

### 2.15. Pose du procédé de bardage Ductal® FClad® sur ossature métallique en zones sismiques

#### 2.15.1. Domaine d'emploi

Le procédé de bardage Ductal® FClad® 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	✕	✕	✕	✕
2	✕	✕	X <sup>①</sup>	X
3	✕	X <sup>②</sup>	X	X
4	✕	X <sup>②</sup>	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 de 2019, selon les dispositions décrites dans cette Annexe,			
①	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les établissements scolaires à un seul niveau (appartenant à la catégorie d'importance III) remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>3</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
②	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les bâtiments de catégorie d'importance II remplissant les conditions du paragraphe 1.1 <sup>3</sup> des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).			
	Pose non autorisée			

#### 2.15.2. Assistance technique

La Société LafargeHolcim Distribution ne pose pas elle-même.

La pose est réalisée par une entreprise spécialisée dans l'isolation extérieure à laquelle Fehr Technology AG (distributeur) ou LafargeHolcim Distribution (titulaire) apporte, sur demande, son assistance technique.

#### 2.15.3. Prescriptions

##### 2.15.3.1. 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 et à l'Eurocode 8-P1.

##### 2.15.3.2. 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 au tableau A1.

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.

##### 2.15.3.3. Fixation des montants au support béton par pattes-équerres

- Les pattes-équerres de la société ETANCO 40/10<sup>ème</sup>, ISOLALU+ LR160-LR150 en aluminium 6063 T66(longueur maxi de 240mm et mini 120mm).
- La distance maximale entre pattes-équerres est d'1 m.

<sup>3</sup> Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application

- Les montants sont solidarités aux équerres par 2 vis auto-foreuses Perfix de dimensions 5.5x25mm de la société ETANCO (2vis par intersection)

#### 2.15.3.4. Ossature métallique

- L'ossature aluminium est conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2* et au paragraphe 2.4.3 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

#### 2.15.3.5. Pose 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 2.11 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.

#### 2.15.3.6. Points singuliers

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

#### 2.15.3.7. Panneaux

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

**Tableau A1 - 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		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	

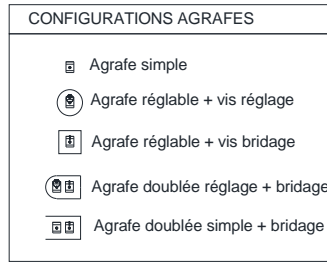
**Tableau A2 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées aux tires fond sur COB**  
Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1

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		0	0
	3	301	361	421	0	0	0
	4	437	525		0	0	
Cisaillement (V)	2		542	542		588	604
	3	542	542	542	620	651	686
	4	542	542		696	754	

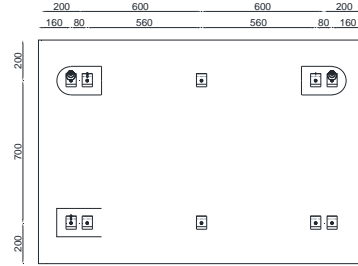
	Domaine sans exigence parasismique
	Pose non autorisée

# Figures de l'Annexe A

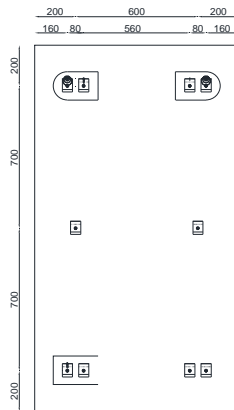
**Figure A1 – Configurations agrafes**



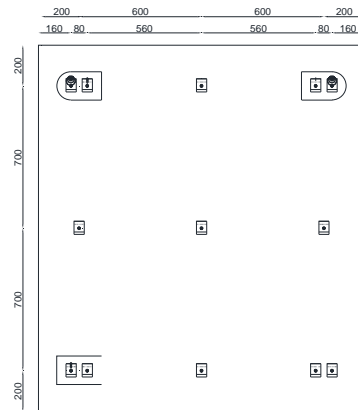
Format SA : SISM entraxes max 2x2



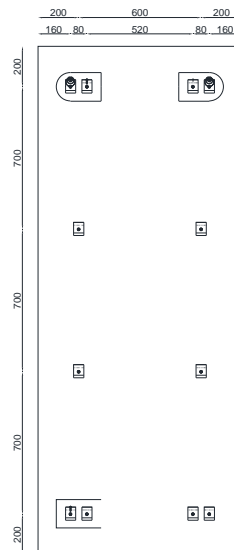
Format SB : SISM entraxes max 3x2



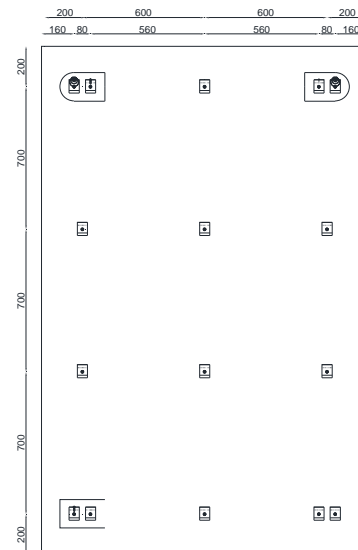
Format SE : SISM entraxes max 2x3



Format SF : SISM entraxes max 3x3

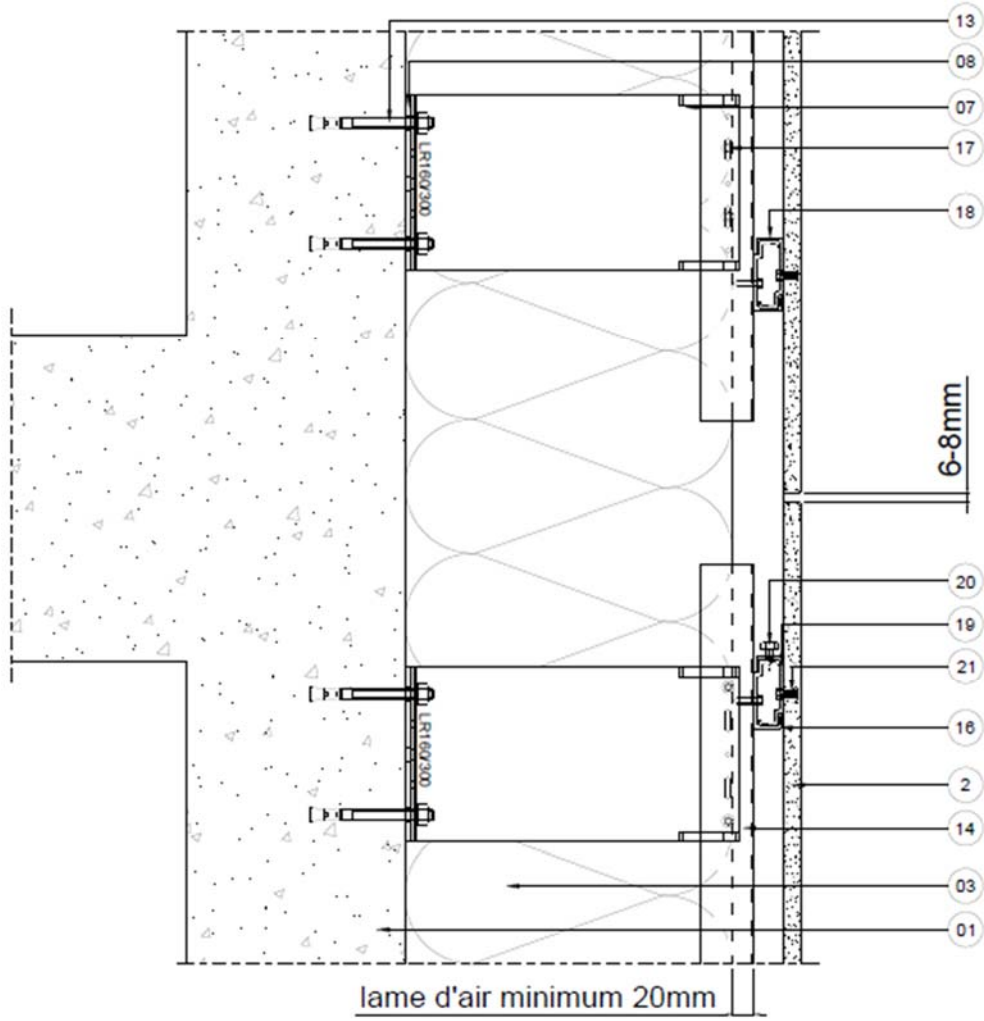


Format SI : SISM entraxes max 2x4

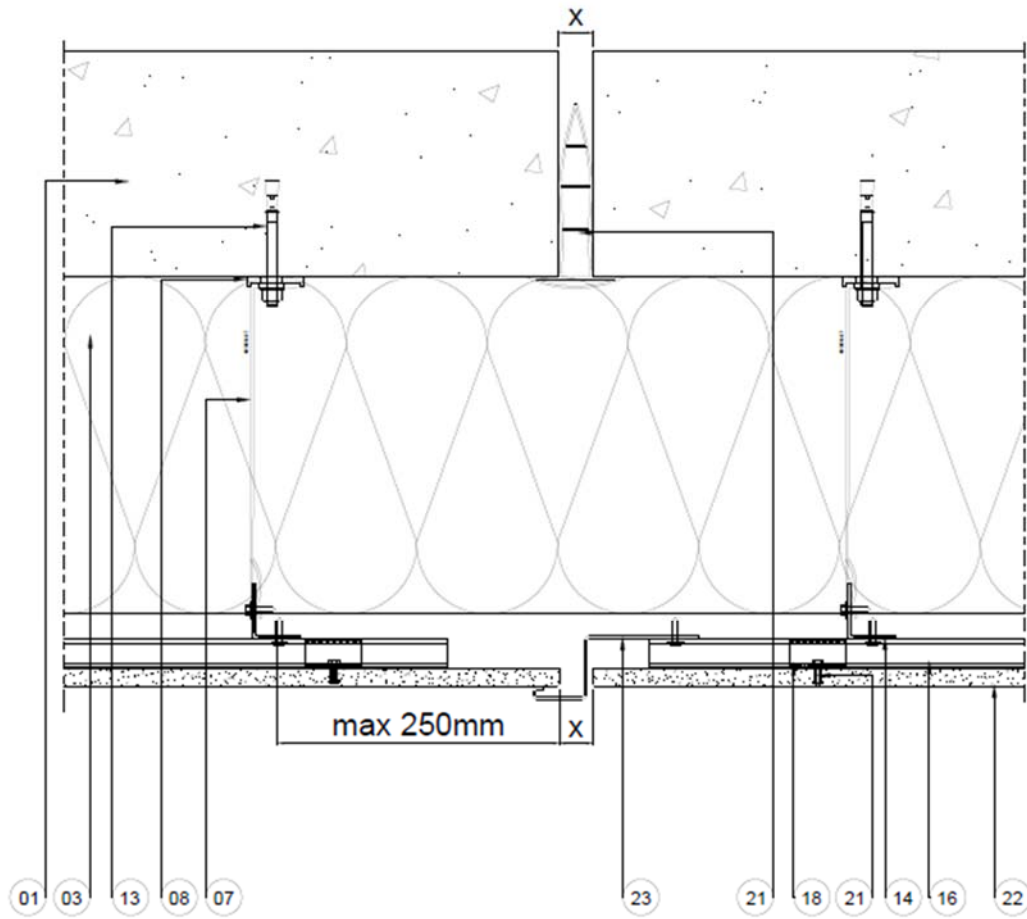


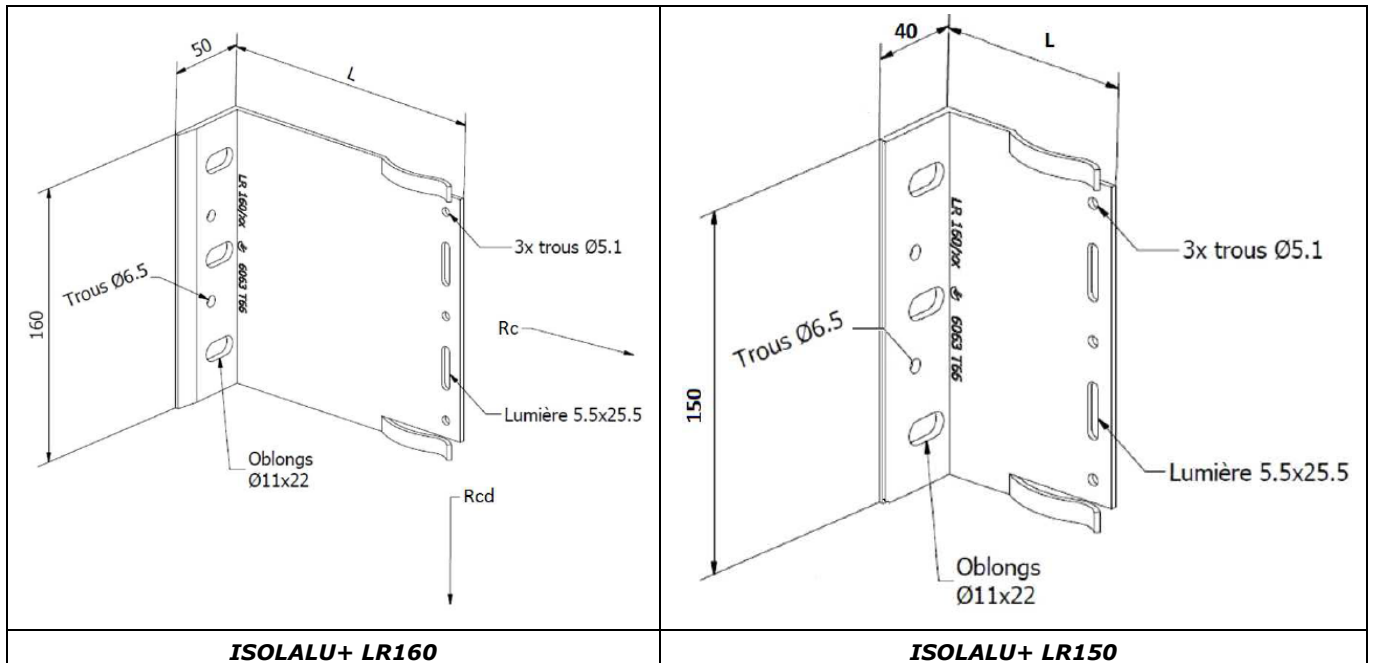
Format SJ : SISM entraxes max 3x4

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



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



**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

**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

**Caractéristiques mécaniques ISOLALU+ LR150**