

Sur le procédé

## ANKROMAXX

Famille de produit/Procédé : Bardage rapporté en pierre naturelle

Titulaire(s) : Société International Fixing Systems

Internet : [www.ifs-france.eu](http://www.ifs-france.eu)

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

## Versions du document

| Version | Description                       | Rapporteur     | Président       |
|---------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| V1      | Il s'agit d'une nouvelle demande. | Emmanuel MAGNE | Stéphane FAYARD |

### Descripteur :

Le procédé ANKROMAXX est un système de bardage rapporté en plaque de pierre naturelle à chants rainurés de différentes natures, venant s'accrocher par l'intermédiaire d'attache ponctuelle aluminium ANKROMAXX sur un rail horizontal en aluminium NIDAFIX.

Les lisses horizontales, NIDAFIX sont rapportées au gros-œuvre :

- Soit directement sur le mur support,
- Soit sur une ossature verticale en chevron bois ou en profilés métalliques, solidarisé au gros-œuvre par chevillage directe ou par l'intermédiaire de pattes-équerres.

Les ouvrages visés sont décrits au §1.1.2.

La vérification aux sollicitations (vent normal selon les règles NV65 modifiées, poids) est décrite en Annexe 2 et 3.

Le procédé de bardage rapporté peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments suivant le tableau décrit au §1.2.1.4.

Les principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication sont décrits au § 2.7.

## 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 .....                                                  | 7  |
| 1.2.3.  | Fabrication et contrôles (cf. § 2.7).....                         | 7  |
| 1.2.4.  | Impacts environnementaux .....                                    | 7  |
| 1.3.    | Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....              | 7  |
| 2.      | Dossier Technique .....                                           | 9  |
| 2.1.    | Mode de commercialisation.....                                    | 9  |
| 2.1.1.  | Coordonnées .....                                                 | 9  |
| 2.1.2.  | Identification .....                                              | 9  |
| 2.1.3.  | Distribution .....                                                | 9  |
| 2.2.    | Description .....                                                 | 9  |
| 2.2.1.  | Eléments de bardage .....                                         | 9  |
| 2.2.2.  | Fixations .....                                                   | 10 |
| 2.2.3.  | Ossatures.....                                                    | 10 |
| 2.2.4.  | Isolant .....                                                     | 11 |
| 2.2.5.  | Accessoires associés .....                                        | 11 |
| 2.3.    | Dispositions de conception .....                                  | 11 |
| 2.4.    | Dispositions de mise en œuvre.....                                | 12 |
| 2.4.1.  | Principes généraux de pose .....                                  | 12 |
| 2.4.2.  | Pose de l'isolant thermique .....                                 | 12 |
| 2.4.3.  | Pose des profils NIDAFIX .....                                    | 12 |
| 2.4.4.  | Pose des plaques en pierre naturelle .....                        | 12 |
| 2.4.5.  | Dispositions constructives supplémentaires.....                   | 12 |
| 2.4.6.  | Compartimentage vertical de la lame d'air .....                   | 12 |
| 2.4.7.  | Ventilation de la lame d'air .....                                | 12 |
| 2.4.8.  | Traitement des joints .....                                       | 12 |
| 2.4.9.  | Pose directe sur le support .....                                 | 13 |
| 2.4.10. | Points singuliers .....                                           | 13 |
| 2.4.11. | Sécurité incendie .....                                           | 13 |
| 2.5.    | Entretien et Remplacement .....                                   | 13 |
| 2.5.1.  | Entretien .....                                                   | 13 |
| 2.5.2.  | Nettoyage .....                                                   | 13 |
| 2.5.3.  | Remplacement d'un panneau .....                                   | 13 |
| 2.6.    | Assistance technique .....                                        | 13 |
| 2.7.    | Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication..... | 13 |
| 2.7.1.  | Fabrication .....                                                 | 13 |
| 2.7.2.  | Contrôles de fabrication .....                                    | 13 |
| 2.8.    | Mention des justificatifs .....                                   | 14 |
| 2.8.1.  | Résultats expérimentaux .....                                     | 14 |
| 2.8.2.  | Références chantiers.....                                         | 14 |
|         | ANNEXE 0.....                                                     | 34 |
|         | Annexe 1.....                                                     | 36 |

|         |                                                                 |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 2.9.    | Spécifications techniques des plaques de parement .....         | 36 |
| 2.9.1.  | Nature pétrographique des pierres .....                         | 36 |
| 2.9.2.  | Dimension des plaques .....                                     | 36 |
| 2.9.3.  | Agrafes .....                                                   | 36 |
| 2.9.4.  | Tolérances de fabrication.....                                  | 36 |
| 2.9.5.  | Rainurage des plaques .....                                     | 36 |
| 2.9.6.  | Contrôle de fabrication .....                                   | 37 |
|         | Annexe 2.....                                                   | 38 |
| 2.10.   | Caractérisation des pierres .....                               | 38 |
| 2.10.1. | Essais de la résistance à la rainure .....                      | 38 |
| 2.10.2. | Essais à la flexion .....                                       | 38 |
|         | Annexe 3.....                                                   | 39 |
| 2.11.   | Dimensionnement du parement pierre .....                        | 39 |
| 2.11.1. | Calcul de la résistance à la flexion .....                      | 39 |
| 2.11.2. | Calcul de la résistance aux rainures .....                      | 39 |
| 2.11.3. | Vérification de l'agrafe ANKROMAXX .....                        | 39 |
| 2.11.4. | Méthode de vérification aux sollicitations .....                | 40 |
|         | Annexe A.....                                                   | 41 |
| 2.12.   | Pose du procédé sur ossature métallique en zones sismiques..... | 41 |
| 2.12.1. | Domaine d'emploi.....                                           | 41 |
| 2.12.2. | Assistance technique.....                                       | 41 |
| 2.12.3. | Prescriptions .....                                             | 41 |
|         | Tableau de l'Annexe A.....                                      | 43 |

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné, le 30 juin 2021, 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), situées en étage ou rez-de-chaussée suivant les prescriptions aux chocs données au § 1.2.1.5.

**Tableau 1 - Limitation du domaine d'emploi selon les formats et l'ouverture des joints**

| Dimension plaque S                          | Ouverture joints (mm)                       | Situation autorisé | Hauteur maximale (m) | Mur type |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|----------------------|----------|
| $S < 0.5 \text{ m}^2$                       | 4 à 8                                       | a,b,c              | 28                   | XII      |
|                                             |                                             | d                  | 18                   | XII      |
|                                             | Fermés                                      | a,b,c,d            | 50                   | XIII     |
| $0.5 \text{ m}^2 \leq S \leq 1 \text{ m}^2$ | 4 à 6                                       | a,b,c              | 100                  | XIII     |
|                                             |                                             | d                  | 50                   | XIII     |
|                                             | 7 à 8                                       | a,b,c              | 28                   | XII      |
|                                             |                                             | d                  | 18                   | XII      |
|                                             | Fermés                                      | a,b,c,d            | 100                  | XIII     |
|                                             | $1 \text{ m}^2 \leq S \leq 1,4 \text{ m}^2$ | 4 à 8 mm ou fermés | a,b,c,d              | 100      |

- Les plaques de pierre peuvent être mis en œuvre en linteaux de baie
- Exposition au vent correspondant à des pressions et dépressions admissibles sous vent normal selon les règles NV65 modifiées conformément à l'Annexe 3 du présent dossier technique.
- Le procédé de bardage rapporté Ankromaxx peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments suivant le tableau du §1.2.1.4 (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs).

## 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 :

- La réaction au feu du parement extérieur : classement conventionnel A1 selon l'arrêté du 21 novembre 2002.

Les dispositions à respecter dans les bâtiments pour lesquels l'IT249 de 2010 est appliquée sont décrites au §2.4.11 Sécurité incendie du Dossier Technique.

Il est rappelé que le classement conventionnel de réaction au feu « A1 » ne concerne que le matériau indépendamment du « système » au sens de l'arrête du 31/01/1986 modifié [par l'arrête du 07/08/2019].

#### 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 ANKROMAXX peut être mis en œuvre en zones sismiques et bâtiments définis au § 1.1.2 du Dossier Technique selon les dispositions particulières décrites à l'Annexe A.

**Tableau 2 – Pose du système ANKROMAXX sur ossature aluminium pour des plaques de pierre de dimensions et caractéristiques données ci-dessous et en Annexe A au §2.12**

Masse surfacique maximum de 56 kg/m<sup>2</sup>, 600mm de hauteur maximum, résistance en flexion  $R_{f, adm}$  : 3,2N/mm<sup>2</sup> minimum, résistance à la rainure  $F_{r, adm}$  :  $\geq 20$  daN.

| 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> |                |    |
| ✖                  | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.                                                                                                                                                                                                                                       |                |                |    |
| X                  | Pose autorisée sur parois planes et verticales en béton selon les dispositions décrites dans l'Annexe A.                                                                                                                                                                                                              |                |                |    |
| ①                  | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté pour les 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).                                                  |                |                |    |

**Tableau 2bis – Pose en zones sismiques du bardage rapporté ANKROMAXX sur ossature acier, bois et aluminium pour des plaques de pierre non citées en Annexe A**

| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |     |    |

## 1.2.1.5. Performances aux chocs

Les performances aux chocs extérieurs du procédé ANKROMAXX correspondent, selon la norme P08-302 et les *Cahiers du CSTB* 3546-V2 et 3534, à la classe d'exposition Q1 en difficilement remplaçable pour les pierres naturelles d'épaisseurs 30mm de format L 900 mm x H 600 mm. Si nécessaire et/ou dans le cas d'emploi correspondant à une exposition plus sévère que celle de la classe Q1, les performances spécifiques de la pierre utilisée devront être évaluées au moyen d'essais préalables de résistance aux chocs selon la norme P08-302.

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

### 1.2.1.6. Isolation 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  $W/(m^2.K)$ .
- $\psi_i$  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  $m^2$  de paroi.
- $\chi_j$  est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré  $j$ , en  $W/K$  (pattes-équerrées).

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.

### 1.2.1.7. Etanchéité

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

A l'eau : elle est assurée de façon satisfaisante en partie courante par la faible largeur des joints ouverts entre éléments (pierre) 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 ou XII 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.

### 1.2.2. Durabilité

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

### 1.2.3. Fabrication et contrôles (cf. § 2.7)

Comprenant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité.

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

### 1.2.4. Impacts environnementaux

#### Données environnementales

Le procédé 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 substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

---

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

Le respect du guide et du classement de réaction au feu peut induire des dispositions techniques et architecturales à respecter, pour satisfaire la Réglementation incendie en vigueur, qui ne sont pas illustrées dans les détails du Dossier Technique.

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

Du fait de l'expérience acquise par ailleurs, le Groupe Spécialisé n°2.2 n'a pas estimé devoir imposer des caractéristiques de gélivité plus sévères que celles précisées dans la norme NF B 10-601. La condition de non-gélivité considérée comme essentielle pour les pierres calcaires, granits et grès laisse penser que la durabilité de ces pierres dans cet emploi ne devrait pas être inférieure à celles des pierres de même nature en revêtement traditionnel.

Les limitations du tableau 1 sont liées au rapport plus ou moins important des vides sur pleins et donc du potentiel passage d'eau ou pas par les joints.

Le rainurage sur chantier n'est pas autorisé.

- Une détermination des performances du parement (pierre rainurée, ossature et agrafe) est à établir chantier par chantier selon l'Annexe 2, § 2.10

- La vérification de l'admissibilité de ces performances pour le chantier à barder est faite par IFS comme mentionné à l'Annexe 3, § 2.11

Cet Avis Technique est assujéti à un suivi annuel par le CSTB d'un des transformateurs agréés par la Société International Fixing Systems.



## 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

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire(s) : Société International Fixing Systems  
 2 rue des Marronniers  
 94240 L'Haÿe les Roses  
 FR - 18410122501  
 Tél. : 0146869170  
 Email : contact@ifs-france.eu  
 Internet : www.ifs-france.eu

Distributeur(s) : Société International Fixing Systems  
 2 rue des Marronniers  
 94240 L'Haÿe les Roses  
 FR - 18410122501  
 Tél. : 0146869170  
 Email : contact@ifs-france.eu  
 Internet : www.ifs-france.eu

#### 2.1.2. Identification

Pour les éléments d'ossature :

- Les pattes-équerrés, agrafes et visserie sont conditionnés en carton et étiquetés avec la référence, et la quantité de pièces,
- Les profils sont palettisés, cerclé et identifiés.

Pour les éléments de parement, sur l'étiquette attachée à chaque palette, sont indiqués les renseignements suivants :

- La date, le site de production et la référence commerciale de la pierre,
- Dimensions et type des éléments,
- Nom de l'opération,
- Nombre d'éléments.

L'ensemble de ces opérations, par recoupement, permet de tracer l'historique de chaque produit autorisant ainsi d'isoler un lot en cas de nécessité.

#### 2.1.3. Distribution

La société IFS commercialise et livre l'ensemble des éléments du système Ankromaxx, ainsi que les ossatures verticales, définis dans le présent document à l'exception des plaques de parement en pierres naturelles.

Les pierres sont fournies par les transformateurs agréés par IFS.

Les pierres sont directement approvisionnées par les entreprises en charge de l'installation auprès des transformateurs, en conformité avec la description qui en est faite au Dossier Technique.

---

### 2.2. Description

---

Le procédé ANKROMAXX est un système de bardage rapporté comprenant :

#### 2.2.1. Eléments de bardage

##### 2.2.1.1. Caractéristiques dimensionnelles

Les plaques de parement doivent respecter les caractéristiques et dimensions présentées en annexe 1.

Tolérances et conditions de réception sont conformes à la norme NF B10-601.

Toutes les pierres ont une rainure sur leur chant haut et bas, de 5 mm de large et 20 mm de profondeur, calibrée par rapport à la face extérieure (cf. fig. A1 en Annexe 1).

Contrôles dimensionnels : épaisseur, hauteur et équerrage de la plaque ; profondeur et largeur de la rainure (cf. Annexe 1).

Contrôles mécaniques : flexion, arrachement de la rainure (cf. Annexe 2).

## 2.2.2. Fixations

### 2.2.2.1. Agrafes ANKROMAXX

Agrafe en alliage d'aluminium EN AW 6060T5 selon la norme NF EN 755-2 maintenue sur la lisse horizontale NIDAFIX par emboîtement et fixé par vis auto-perceuse DRILLFIX 5,5x25 inox A2.

Les agrafes sont disposées dans les rainures des chants horizontaux des plaques de pierre au nombre de 4 soit 2 par chants horizontaux.

Les agrafes sont de 3 types (*cf. fig. 3*) :

- ANKROMAXX -D : en départ bas des plaques.
- ANKROMAXX-C : en partie courante en jonction de deux plaques.
- ANKROMAXX-T : pour l'arrêt haut des plaques.

La partie de l'agrafe qui pénètre la rainure de la pierre est recouverte d'un manchon PVC souple noir (polyéthylène tubulaire faible densité) qui évite le claquement de la pierre et le reflet de l'agrafe.

|                  | Résistances admissibles Valeur déterminée suivant<br>Annexe 1 du <i>Cahier du CSTB 3194_V2</i> |                                  |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                  | Résistance verticale $R_v$ daN                                                                 | Résistance horizontale $R_h$ daN |
| Agrafe ANKROMAXX | 57                                                                                             | 168                              |

La vérification du non-dépassement de ces résistances admissibles est réalisée en Annexe 2.

### 2.2.2.2. Fixation des profils NIDAFIX

Sur un profil d'ossature aluminium, d'épaisseur minimum de 2.5mm, avec une vis DRILLFIX 5,5x25 inox A2 dont la résistance caractéristique à l'arrachement  $P_k$  est de 330 daN selon la norme NF P30-310.

Sur un profil d'ossature acier, d'épaisseur minimum de 1.5mm, avec une vis DRILLFIX BI-METAL 5,5x25 dont la résistance caractéristique à l'arrachement  $P_k$  est de 230 daN selon la norme NF P30-310.

Sur chevron bois, de largeur minimum 40mm, avec un Tirefond 8x50 inox A2 dont la résistance caractéristique à l'arrachement  $P_k$  est de  $\geq 300$  daN selon l'Annexe 4 du 3316\_V2 pour un ancrage de 30 mm mini.

En pose directe sans isolant, les profils sont fixés directement sur le support à l'aide d'une cheville appropriée selon l'ETAG (ou DEE correspondant) pour l'épaisseur à serrer et le type de support.

Exemple : cheville type goujon à expansion par vissage en inox Spitfix Z M8 A4

## 2.2.3. Ossatures

### 2.2.3.1. Profil NIDAFIX

Profil en forme de C en aluminium EN AW 6060T5 selon la norme NF EN 755-2, permettant l'emboîtement des agrafes ANKROMAXX.

De longueur maximale 3m.

### 2.2.3.2. Ossature bois

Les composants de l'ossature sont conformes aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3316\_V3*.

Ossature composée de patte-équerre EBV de nuance 220 GD minimum et de chevron bois, de 40mm de largeur et 50 mm de profondeur.

Les entraxes de profil et écartement d'équerre sont déterminés suivant la note de calcul basé, selon le *Cahier du CSTB 3316\_V3* et du présent Avis Technique sur le calepinage et les sollicitations de poids propre du parement et les efforts de vent du projet.

L'entraxe des chevrons est de 600mm maxi.

Les chevrons seront de classe d'emploi 2 avec bande de protection ou 3b et d'une longueur maximale de 5,40m.

### 2.2.3.3. Ossature métallique

Les composants (ossature et pattes-équerrés) de l'ossature sont conformes aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

L'ossature est considérée en atmosphère extérieure protégée et ventilée.

**Ossature acier ISOLAFIX** de conception bridée.

Ossature composée d'équerrés EBV et de profils STEELFIX en acier S220 GD galvanisé Z275.

Les profils STEELFIX verticaux sont de forme L, U ou oméga, de face vue 40 mm mini, de longueur 3m.

Patte-équerre EBV de longueur de 40 à 300mm.

Les entraxes de profil et écartement d'équerre sont déterminés suivant la note de calcul basé selon le *Cahier du CSTB 3194\_V2* et du présent Avis Technique, sur le calepinage et les sollicitations de poids propre du parement et les efforts de vent du projet.

L'entraxe des profils est de 900mm maxi.

**Ossature aluminium ALUFIX** de conception bridée (nécessaire en zones sismiques, cf. § 2.12.3.4) ou librement dilatable.

Ossature composée d'équerrés EKERALU et de profils ALUFIX en aluminium extrudé 6060T5 et présentant une limite d'élasticité  $R_{p0,2}$  minimal à 120 MPa suivant NF EN 755-2.

Les profils ALUFIX verticaux sont de forme L, T ou tubulaire, de face vue 40 mm mini, de longueur 3 ou 6m, mais leur utilisation sont limités à 3m en bridé et 6m en librement dilatable.

Patte-équerre EKERALU de longueur de 40 à 260 mm.

Les entraxes de profils et écartement d'équerres sont déterminés suivant la note de calcul basée selon le *Cahier du CSTB 3194\_V2* et du présent Avis Technique, sur le calepinage et les sollicitations de poids propre du parement et les efforts de vent du projet.

L'entraxe des profils ne peut pas dépasser 900mm

#### 2.2.4. Isolant

Isolant, certifié ACERMI, conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3316\_V3* et/ou *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

#### 2.2.5. Accessoires associés

Appui, bavette, tableau, couverture en aluminium 15/10 ou acier galvanisé 10/10 Z275 laqué.

On se référera à la norme NF P 24-351 pour ce qui concerne la protection contre la corrosion des tôles en fonction des atmosphères extérieures.

Le mastic est conforme au DTU 55.2 P1-2 (§9.2), il est plus précisément conforme à la norme NF EN ISO 11600/A1 et ne doit pas tacher la pierre.

L'utilisation d'un gabarit de pose en bois ou en métal (*cf. fig. 6*), dont la réalisation est à la charge de l'entreprise de pose, et d'un niveau permet de respecter l'entraxe et l'horizontalité des profilés.

---

### 2.3. Dispositions de conception

---

Le mode opératoire est décrit dans les Annexes suivantes :

Annexe 0 : Décivant les phases et étapes avec les intervenants associés,

Annexe 1 : Spécifications techniques des plaques de pierre,

Annexe 2 : Caractérisation des plaques de pierre,

Annexe 3 : Dimensionnement des plaques de pierre.

Exposition au vent correspondant à des pressions et dépressions admissibles sous vent normal selon les règles NV65 modifiées conformément à l'Annexe 3 du présent dossier technique.

#### Parement

La fiche d'identification des pierres naturelles suivant la NF B10-601 est fournie par le transformateur/producteur de pierre à IFS doit obligatoirement être reçu avant la commande par l'entreprise de pose.

Les plaques de parement doivent respecter la règle de dimensionnement présentée en annexe 3, suivant la détermination des valeurs de résistance à la rainure et à la flexion de la pierre décrit en Annexe 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 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\_V3*).

#### Ossature bois

La mise en œuvre de l'ossature bois sera conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB 3316\_V3*, renforcées par celles ci-après :

- La coplanéité des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- Chevrons en 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 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).
- 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 chevrons est au maximum de 600 mm.

#### 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 :

- 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 900 mm.

Une note de calcul sur le dimensionnement de l'ossature métallique est établie par l'entreprise de pose assistée si besoin par le titulaire du présent Avis Technique.

## 2.4. Dispositions de mise en œuvre

### 2.4.1. Principes généraux de pose

Le 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 mise en œuvre.

Un plan de calepinage du parement est nécessaire afin d'identifier les plaques de pierres et leurs dimensions, et de déterminer le type d'ossature à mettre œuvre.

Le tracé est effectué suivant la trame de calepinage des ossatures.

L'écartement des pattes-équerrés est déterminé suivant la note de calcul selon le *Cahier du CSTB 3194\_V2* et du présent Avis Technique établi par le bureau d'étude IFS.

La pose des profils NIDAFIX, des agrafes ANKROMAXX et des parements pierres, se fait à l'avancement du bas vers le haut.

### 2.4.2. Pose de l'isolant thermique

L'isolant, certifié ACERMI, est mis en œuvre conformément aux prescriptions des documents :

- Pour la pose sur ossature bois : « Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature bois et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (*Cahier du CSTB 3316\_V3*)
- Pour la pose sur ossature métallique : « 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\_V2*).

### 2.4.3. Pose des profils NIDAFIX

La fixation des profils est déterminée suivant l'ossature primaire ou du support dans le cas de la pose directe (cf. §2.4.9).

Les profils sont fixés en fonction du calepinage en tenant compte d'un joint entre plaques de pierre possible de 4 à 8mm suivant le tableau 1.

L'utilisation d'un gabarit de pose (pour régler l'entraxe entre deux profilés horizontaux, cf. fig. 6), dont la réalisation est à la charge de l'entreprise de pose, et d'un niveau permet de respecter l'entraxe et l'horizontalité des profilés.

En extrémité, la distance maximale de l'agrafe au bord du montant est de 50mm (cf. fig. 22, 23, 24).

### 2.4.4. Pose des plaques en pierre naturelle

Sur le premier profil NIDAFIX en pieds de parement, on dispose 2 agrafes ANKROMAX-D départ, à une distance des bords latéraux de 1/4 à 1/5 de la longueur de la pierre, sur lesquelles on pose la plaque de pierre.

S'assurer que les agrafes sont bien dans la rainure. Le contrôle de la largeur du joint, par mesure ou pige de contrôle, permet de savoir si le profil Nidafix ou l'agrafe Ankromaxx sont bien posés.

Sur le profil NIDAFIX intermédiaire dans le joint horizontal, on met au moins 2 agrafes ANKROMAXX- C courante dans la rainure, toujours en respectant une distance des bords latéraux de 1/4 à 1/5 de la longueur de la pierre.

Il est possible de mettre un nombre plus important d'agrafe dans les cas suivants (cf. annexe 3) :

- Suivant l'appareillage et le poids de la pierre, il peut être amené à mettre plus de 2 attaches dans le joint horizontal.
- Reprise d'effort au vent nécessitant une répartition des efforts sur plusieurs agrafes.

Fixer les agrafes avec une vis auto-perceuse DRILLFIX (cf. §2.2.2.1).

Répéter l'opération jusqu'au dernier profil, sur lequel on utilise des agrafes ANKROMAXX-T terminal (cf. fig. 15).

### 2.4.5. Dispositions constructives supplémentaires

Porte à faux maximal de profils NIDAFIX est de 250mm.

Les Aboutages des profils par éclisse ou sur profil avec disposition vis-à-vis de la dilatation sont conformes au *Cahier du CSTB 3194\_V2*.

Les éléments du système peuvent être manu porter sur chantier.

### 2.4.6. Compartimentage vertical de la lame d'air

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

### 2.4.7. Ventilation de la lame d'air

Une lame d'air est toujours ménagée entre nu externe de la paroi support ou de l'isolant et face arrière du relief d'accroche de 20 mm minimum ainsi que les entrées et sorties d'air conformément au *Cahier du CSTB 3316\_V3* et/ou *3194\_V2*.

### 2.4.8. Traitement des joints

L'épaisseur du joint est déterminée par l'altimétrie entre 2 rails NIDAFIX. Elle est obtenue par l'utilisation d'un gabarit de pose (pour régler l'entraxe entre deux profilés horizontaux, cf. fig. 6), dont la réalisation est à la charge de l'entreprise de pose, et d'un niveau permet de garantir l'entraxe et l'horizontalité du joint.

On vérifiera que le joint demandé est respecté sinon il faut augmenter l'entraxe entre rail.

Joint horizontal et vertical de 4 à 8 mm d'épaisseur constante et laissés ouverts ou fermés par mastic souple. Le mastic est décrit au DTU 55.2 P1-2 (cf. § 9.2), et est conforme à la norme NF EN ISO 11600/A1, un essai de tâchabilité doit être réalisé conformément à l'annexe du DTU 55.2 et ne doit pas tacher la pierre.

#### 2.4.9. Pose directe sur le support

Lors de la pose directe au support, les DPM doivent préciser que la réception du gros-œuvre est à réaliser en considérant que les défauts de planéité du support (désaffleurements, balèvres, bosses et irrégularités diverses) ne doivent pas être supérieurs à 5 mm sous la règle de 20 cm, et 1 cm sous la règle de 2 m.

La ventilation est assurée par les cales de contreplaqués NF Extérieur CTB-X d'épaisseur mini 10mm.

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

#### 2.4.10. Points singuliers

Les figures 6 à 27 constituent un catalogue d'exemples de solution pour le traitement des points singuliers.

#### 2.4.11. Sécurité incendie

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

---

## 2.5. Entretien et Remplacement

---

### 2.5.1. Entretien

Les éléments d'ossature du système Ankromaxx ne nécessite aucun entretien particulier.

### 2.5.2. Nettoyage

Le seul entretien prévue se limite à un nettoyage périodique à l'éponge savonneuse et/ou à la vapeur d'eau.

### 2.5.3. Remplacement d'une plaque de pierre

Les plaques de pierre peuvent être remplacées indépendamment des plaques adjacentes conformément à la figure 16.

Retirer complètement la plaque de pierre à remplacer.

Dévisser les agrafes du bas et coulisser jusqu'à l'extrémité du panneau.

La plaque de remplacement dispose de rainure à l'identique des pierres courantes et de 2 encoches de 50mm dans sa partie basse aux extrémités de la dalle.

Enfiler la pierre dans les agrafes hautes et basculer la partie basse de la pierre sur les agrafes du bas.

Faire coulisser horizontalement, à l'aide d'une pièce plate, les agrafes d'au moins 50 mm afin que celles-ci ne se trouvent plus au droit d'une encoche et retrouvent leurs positions initiales.

---

## 2.6. Assistance technique

---

La Société IFS apporte sur demande de toute entreprise de pose son assistance technique de l'étude à l'exécution du projet, notamment pour l'établissement des notes de calcul justifiant le dimensionnement des éléments d'ossatures et les plaques en pierres naturelles de formats variables.

---

## 2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

---

### 2.7.1. Fabrication

La fabrication des éléments ANKROMAXX fait l'objet d'un autocontrôle permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Les transformateurs agréés, pour le parement pierre par la Société IFS font l'objet d'un audit par le CSTB. Un transformateur est audité par an, tous les transformateurs agréés seront audité le temps de la validité du présent Avis technique. Cet audit concerne la conformité des matières premières, le contrôle de fabrication (fiches autocontrôle, fréquences de contrôle), le stockage des pierres, les documents qualifiés ainsi que le matériel d'essais.

Un Cahier des Charges applicable aux transformateurs agréés et contrôlé par le CSTB, concernant les parements pierre et leur usinage, précise les tolérances et fréquences des contrôles reportés sur les « feuilles de suivi qualité ».

La Société IFS vérifie la conformité des produits aux prescriptions du Cahier des Charges et du présent Avis.

### 2.7.2. Contrôles de fabrication

#### Sur matières premières

L'origine, la fabrication et les autocontrôles des pierres sont précisées dans l'Annexe 1 (cf. §2.9.1) du dossier technique.

La fabrication des plaques en pierres naturelles, dont le rainurage fait l'objet d'un autocontrôle systématique régulièrement surveillé par le CSTB, permettant d'assurer une constance convenable de la qualité.

Vérification des certificats matières, pour la conformité des alliages, des composants métalliques du dossier Technique fournis par la Société IFS (ossature, agrafes, profilés, pattes-équerrés et fixations)

#### En cours de fabrication

La fabrication des profils aluminium NIDAFIX est réalisée, par la Société Flandria à Warneton (59), France.

Leurs contrôles se font suivant le process d'extrusion de profil aluminium

Les agrafes ANKROMAX sont usinées et contrôlées par l'unité de production, filiale d'IFS, Antedem à Igoville (27), France.

Les agrafes sont conditionnées en carton de 100 pièces et étiquetées avec la référence, la quantité et le n° de lot de fabrication.

#### **Sur produits finis**

Valeurs déterminées :

- Résistance aux rainures selon QB 15 déterminé par la Société IFS
- Flexion déterminée selon la norme NF EN 12372 lors de la fiche identité de la pierre conformément à norme NF B 10-601.

---

## **2.8. Mention des justificatifs**

---

### **2.8.1. Résultats expérimentaux**

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Rapport d'essais résistance au vent du système ANKROMAXX avec parement pierre naturelle CSTB n° FaCeT 20-0261-01089 du 25/11/2020 et FaCeT 21-0091 du 01/04/2021.
- Détermination de la classe aux chocs extérieurs et de conservation des performances rapport GINGER n°BEB1.K.40.18-1 du 18/03/2020 et BEB1.L.4032-1 20/04/2021
- Détermination de la résistance de l'attache ANKROMAXX aux charges horizontales rapport GINGER n°BEB6.K.3060-2 du 16/12/2020.
- Détermination de la résistance de l'attache ANKROMAXX aux charges verticales rapport GINGER n°BEB6.K.3060-1.2 du 26/02/2020.
- Rapport d'essais sismiques CSTB n°EEM 20 26086869/A et EEM 20 26086869/B du 23/10/2020.

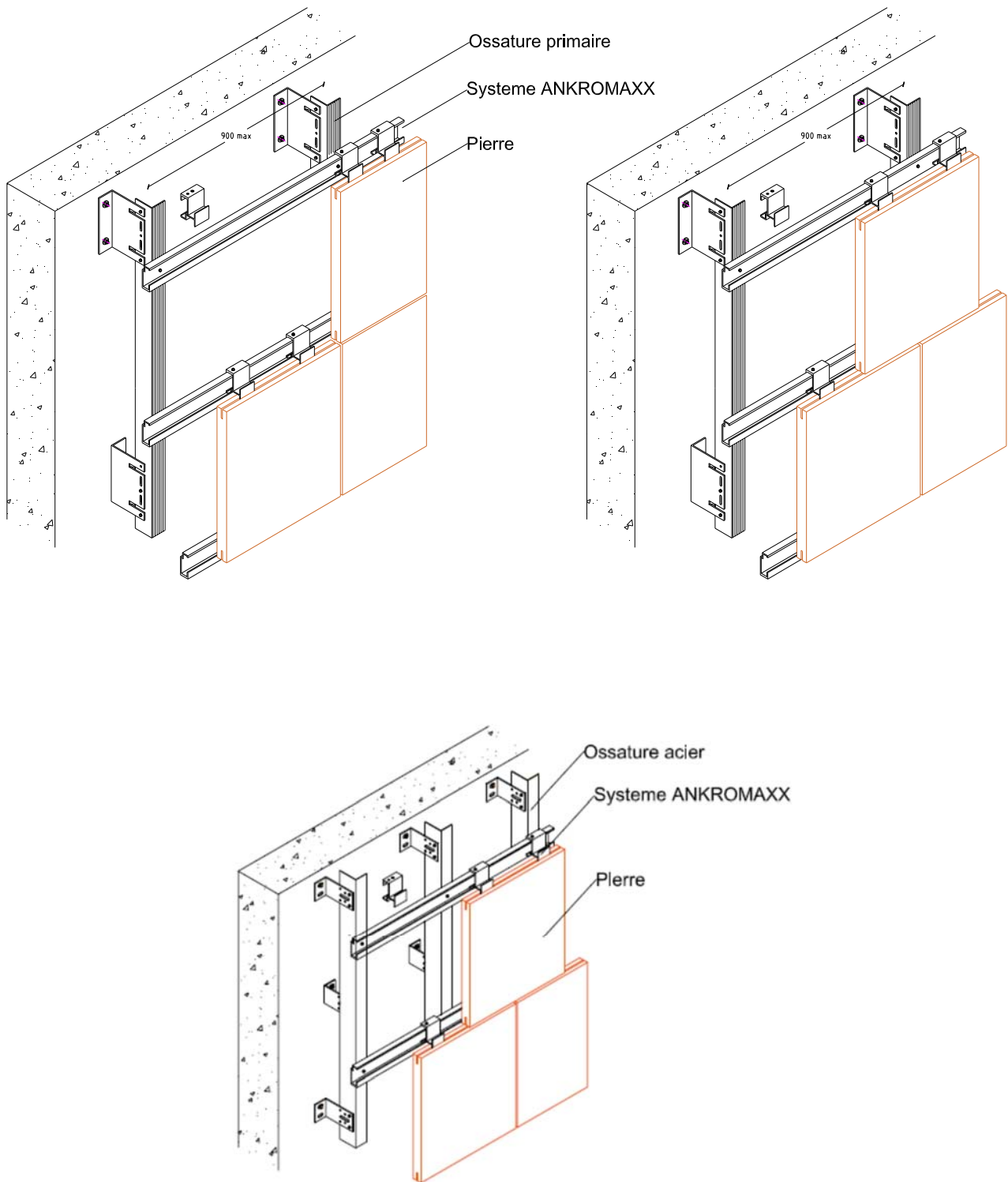
### **2.8.2. Références chantiers**

En Europe 9 300 m<sup>2</sup> ont été réalisés depuis 2006. En France 70 m<sup>2</sup> ont été réalisés depuis 2020.

## Sommaire des figures

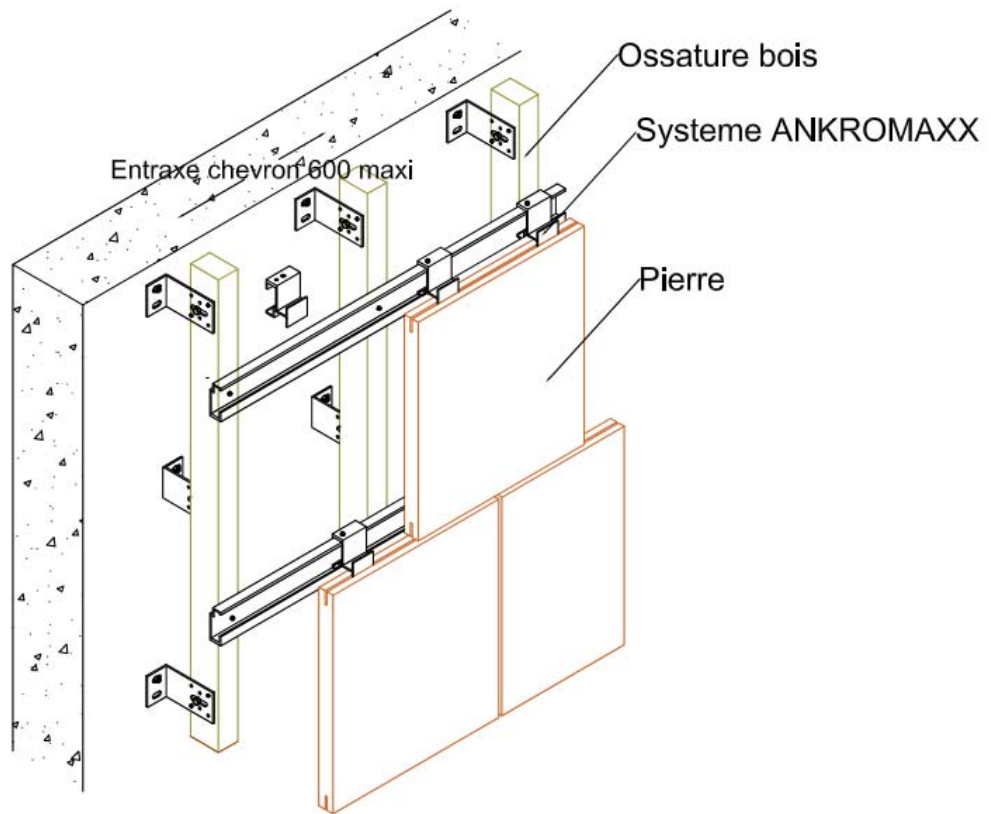
|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Figure 1 – Principe de pose ossature métallique avec différents appareillages ..... | 16        |
| Figure 2 – Principe de pose ossature bois .....                                     | 17        |
| Figures Communes .....                                                              | 18        |
| Figure 3 – Agrafes Ankromaxx et manchon PVC .....                                   | 18        |
| Figure 4 – Profil Nidafix .....                                                     | 19        |
| Figure 5 – Position des agrafes.....                                                | 19        |
| Figure 6 – Gabarit de pose.....                                                     | 20        |
| Figure 7 – Joint horizontal en partie courante.....                                 | 21        |
| Figure 7bis – Joint vertical partie courante.....                                   | 22        |
| Figure 8 – Joint de dilatation.....                                                 | 22        |
| Figure 9 – Arrêt latéral.....                                                       | 22        |
| Figure 10 – Angle rentrant.....                                                     | 23        |
| Figure 11 – Angle sortant .....                                                     | 23        |
| Figure 12 – Fractionnement de l’ossature .....                                      | 24        |
| Figure 13 – Arrêt en linteau .....                                                  | 24        |
| Figure 14 – Arrêt en tableau de fenêtre .....                                       | 25        |
| Figure 15 – Arrêt sur acrotère .....                                                | 25        |
| Figure 16 – Remplacement d’une plaque .....                                         | 26        |
| <b>Figures ne concernant que l’ossature métallique .....</b>                        | <b>27</b> |
| Figure 17 – Compartimentage de la lame d’air .....                                  | 27        |
| Figure 18 – Pieds de façade .....                                                   | 28        |
| Figure 19 – Appui de baie.....                                                      | 28        |
| Figure 20 – Composant ossature aluminium ALUFIX.....                                | 29        |
| Figure 21 – Composant ossature acier ISOLAFIX .....                                 | 30        |
| Figures ne concernant que l’ossature bois.....                                      | 31        |
| Figure 22 – Pied de façade.....                                                     | 31        |
| Figure 23 - Appui de baie .....                                                     | 31        |
| Figure 24 - Linteau .....                                                           | 32        |
| Figure 25 - Tableau .....                                                           | 32        |
| Figure 26 - Fractionnements d’ossature $\leq 5,40m$ .....                           | 33        |
| Figure 27- Compartimentage de la lame d’air .....                                   | 33        |
| <b>Pose en zones sismiques .....</b>                                                | <b>44</b> |
| Figure A1 – Cale sismique .....                                                     | 44        |
| Figure A2 – Fractionnement de l’ossature au droit de chaque plancher sur béton..... | 44        |
| Figure A3 – Joint horizontale partie courante en zone sismique .....                | 44        |
| Figure A4 – Détail joint de dilatation .....                                        | 45        |
| Figure A5 – Arrêt d’extrémité.....                                                  | 45        |
| Figure A6 – Equerre ossature aluminium .....                                        | 45        |

**Figure 1 – Principe de pose ossature métallique avec différents appareillages**



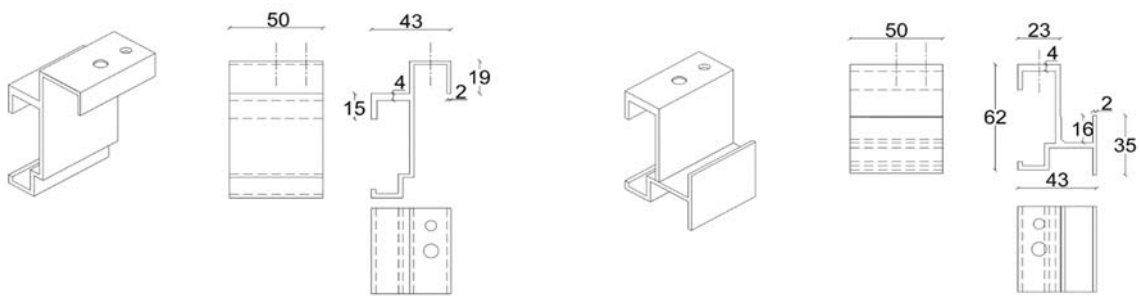


**Figure 2 – Principe de pose ossature bois**



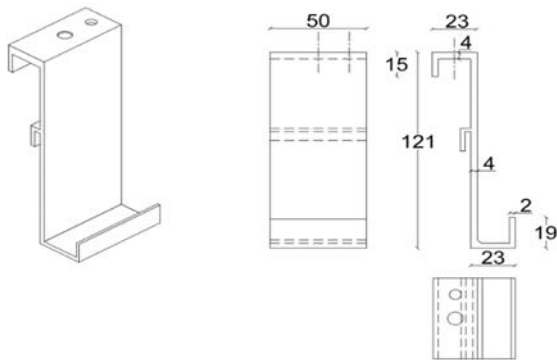
Figures Communes

Figure 3 – Agrafes Ankromaxx et manchon PVC

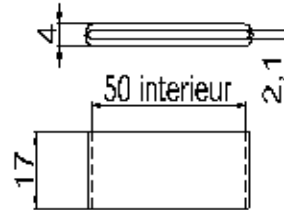


ANKROMAXX-T

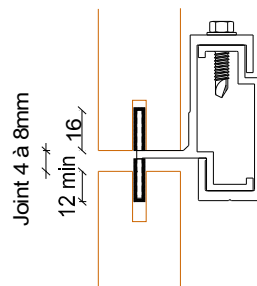
ANKROMAXX-C



ANKROMAXX-D



Manchon PVC noir

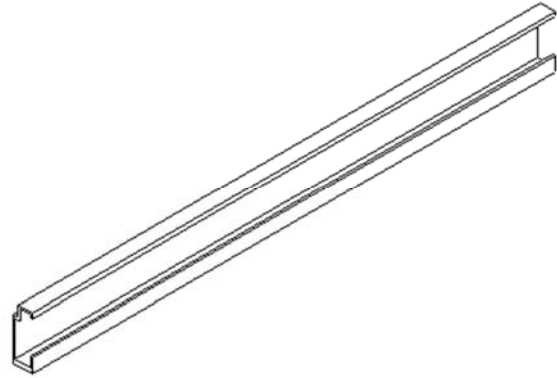
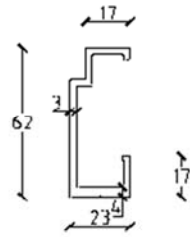


Mise en place de l'agrafe

| Résistances admissibles - Valeur déterminée suivant<br>Annexe 1 du <i>Cahier du CSTB 3194_V2</i> |                                   |                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                  | Résistance verticale<br>$R_v$ daN | Résistance horizontale au vent<br>normal selon NV65 modifiées<br>$R_h$ daN |
| Agrafe ANKROMAXX                                                                                 | 57                                | 168                                                                        |

**Figure 4 – Profil Nidafix**

Profil NIDAFIX  
 Aluminium 6060T5  
 Longueur 3m  
 Inertie :  
 $I_{xx}$  16.66 cm<sup>4</sup>  
 $I_{yy}$  2.05 cm<sup>4</sup>

**Figure 5 – Position des agrafes**

$L < 600$  : agrafe positionnée à  $L/4 \pm 2$  cm du bord de la dalle

$L > 600$  : agrafe positionnée à  $L/5 \pm 2$  cm du bord de la dalle.

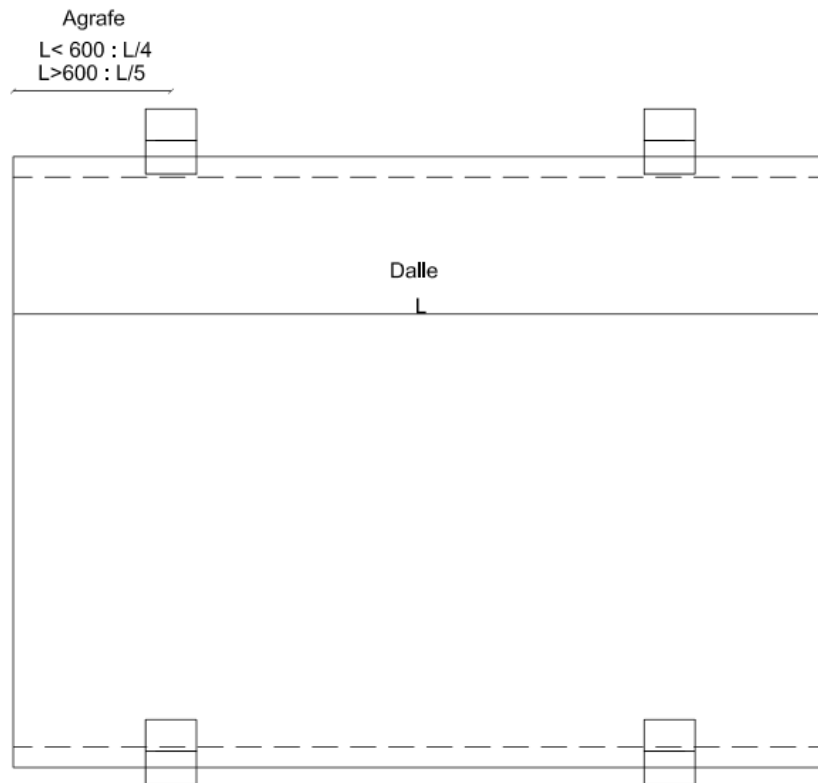
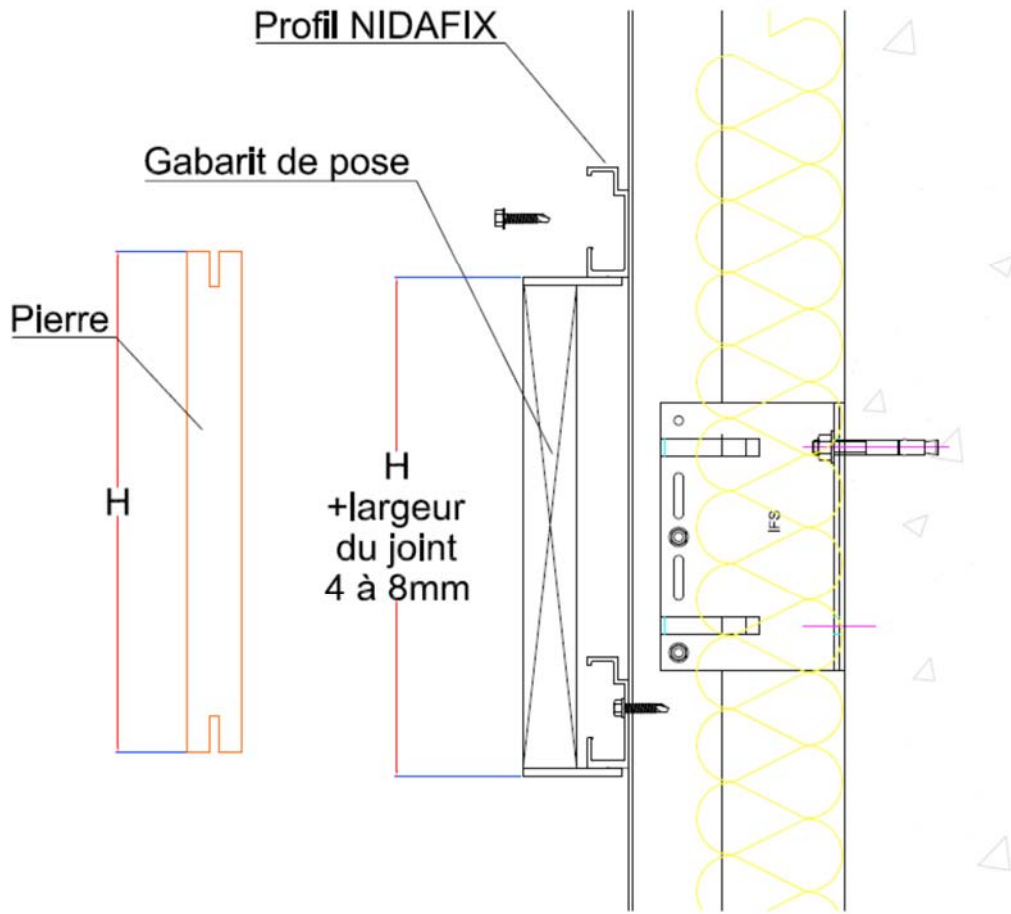
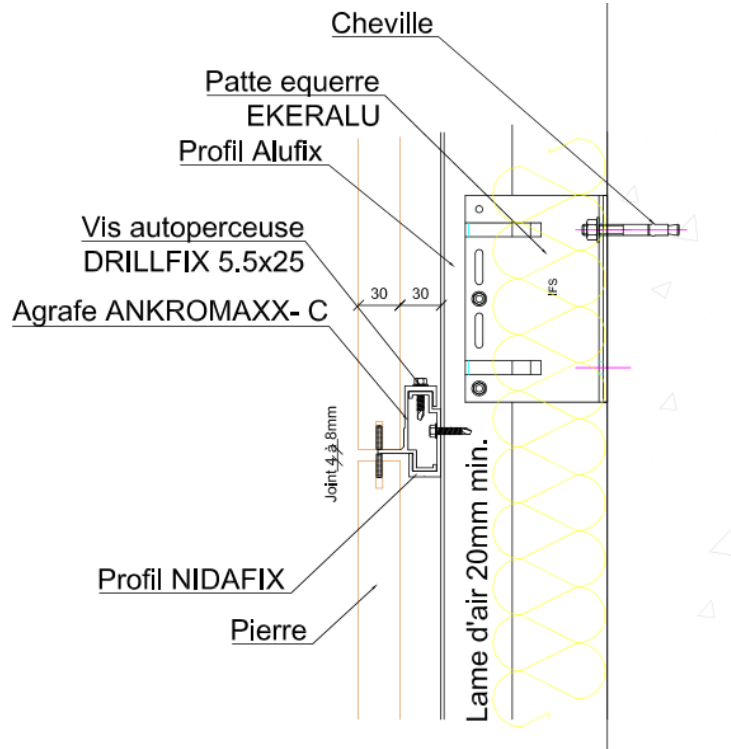


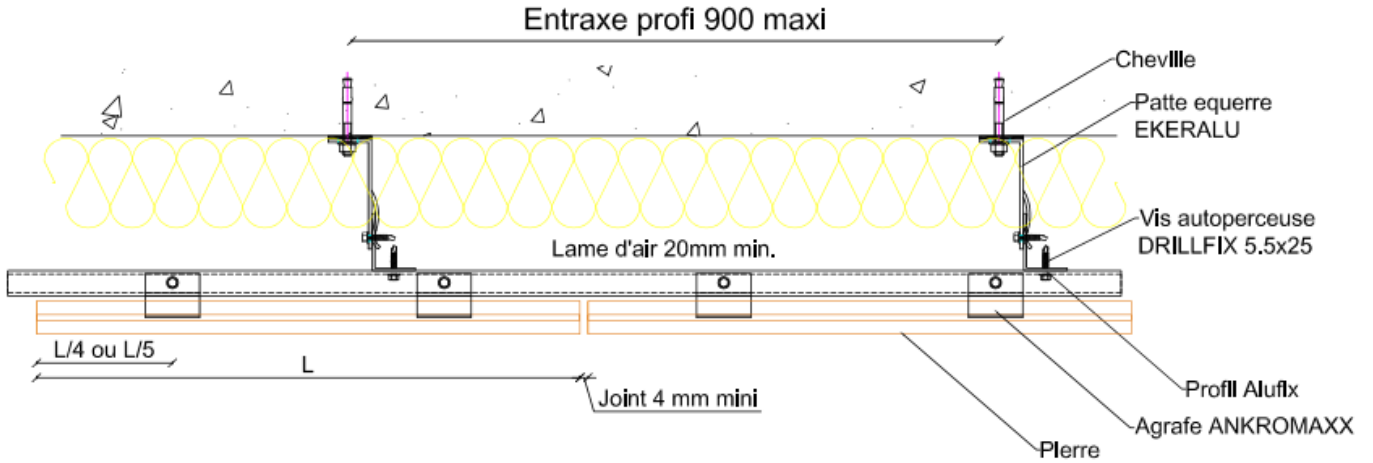
Figure 6 – Gabarit de pose



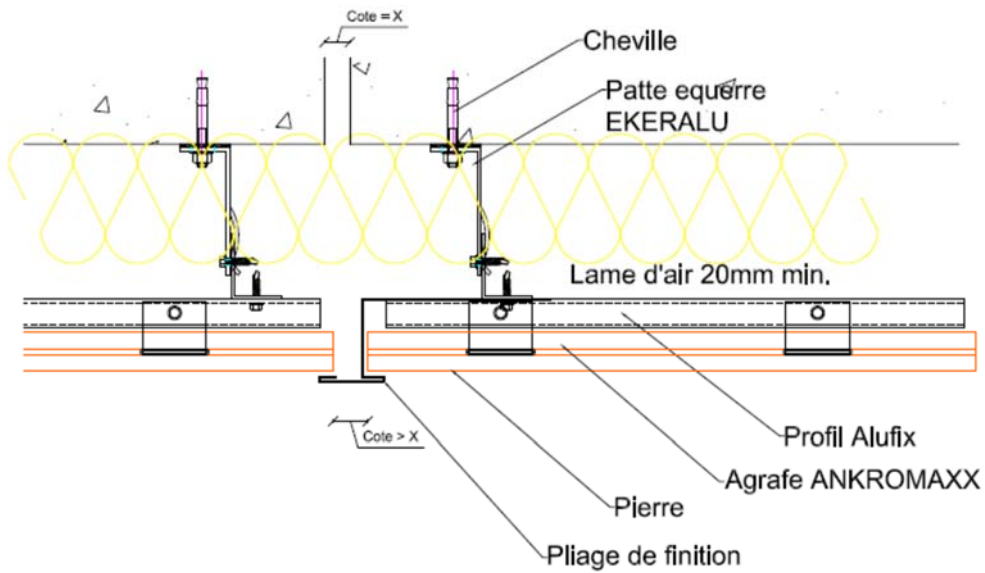
**Figure 7 – Joint horizontal en partie courante**



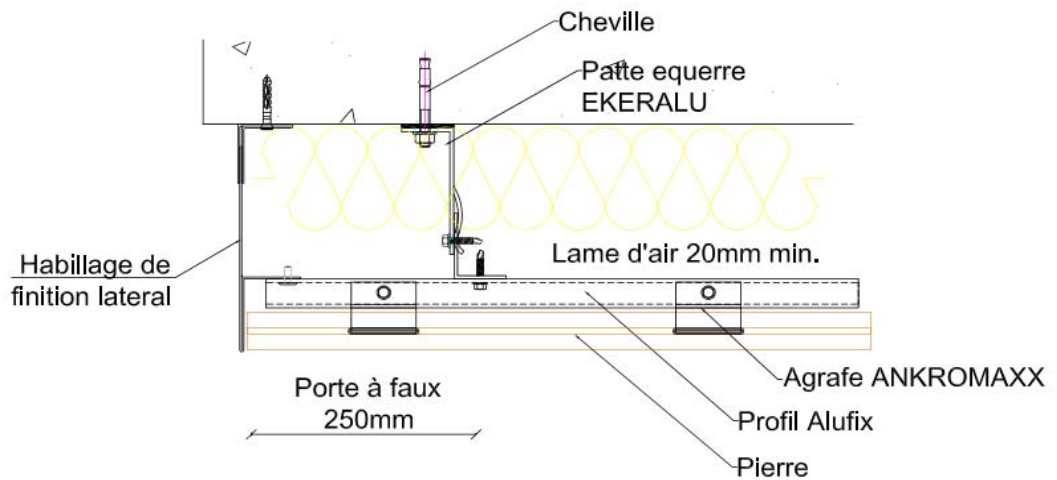
**Figure 7bis – Joint vertical partie courante**



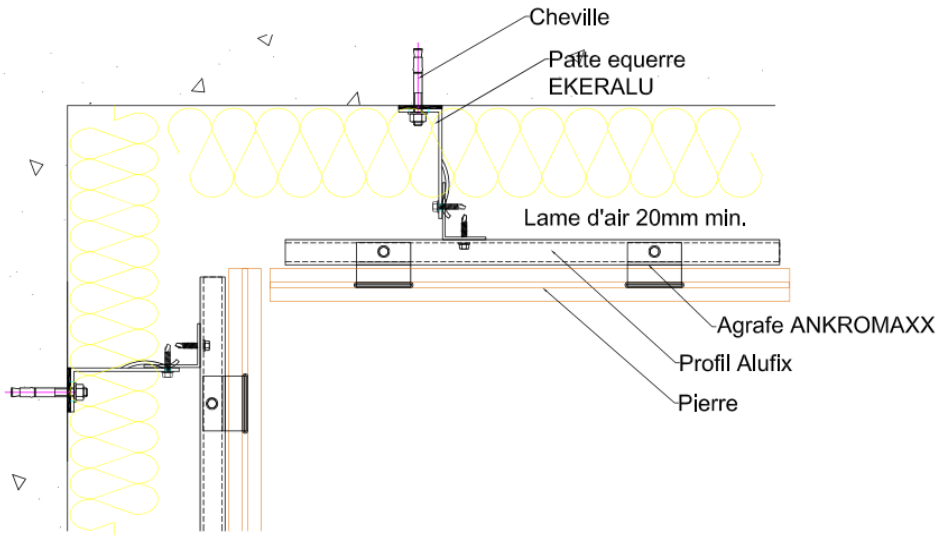
**Figure 8 – Joint de dilatation**



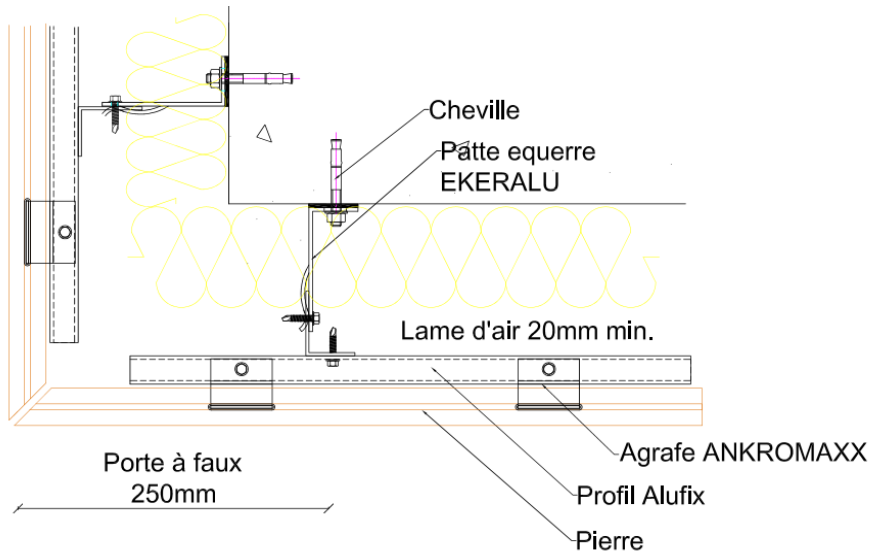
**Figure 9 – Arrêt latéral**



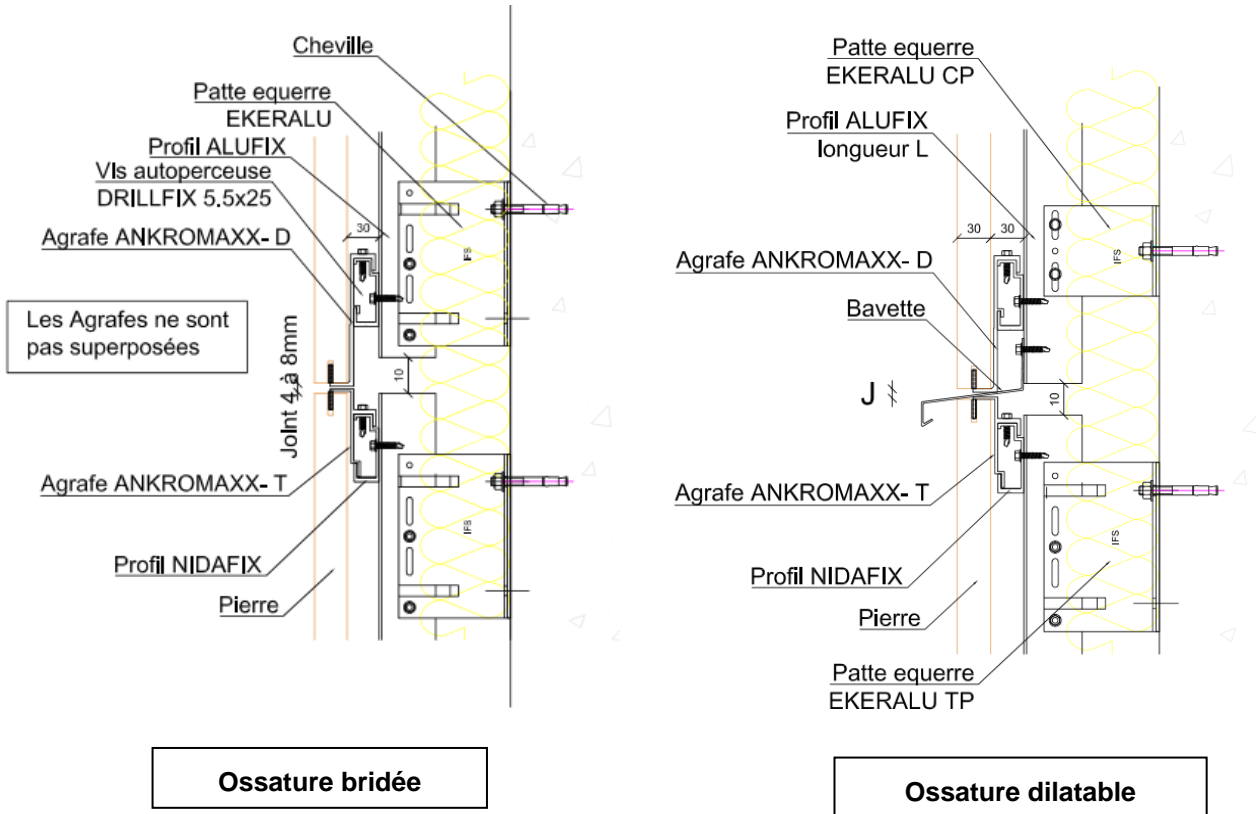
**Figure 10 – Angle rentrant**



**Figure 11 – Angle sortant**



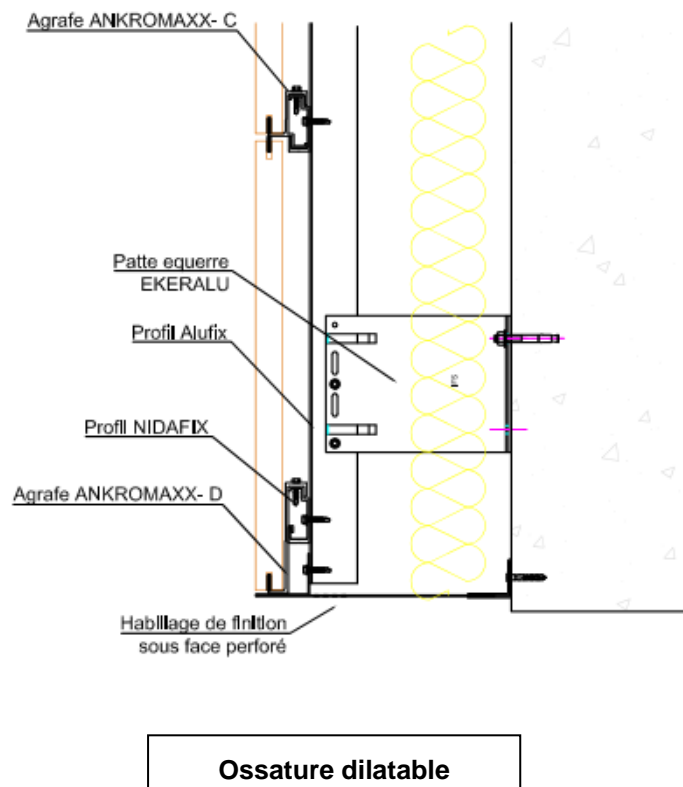
**Figure 12 – Fractionnement de l'ossature**



Note 1 : Ne jamais superposer les agrafes l'une au-dessus de l'autre.

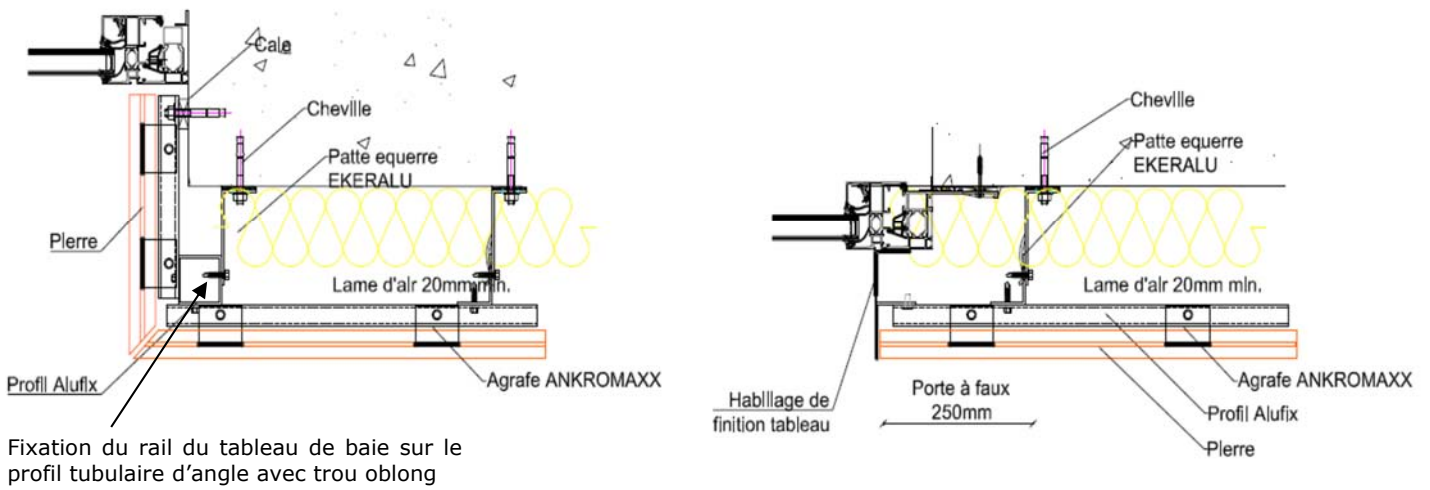
Note 2 : Dans le cas d'une ossature dilatable  $J = L \text{ longueur profil ALUFIX} / 1000 + 2 \text{ mm}$ , avec un minimum de 4 mm

**Figure 13 – Arrêt en linteau**

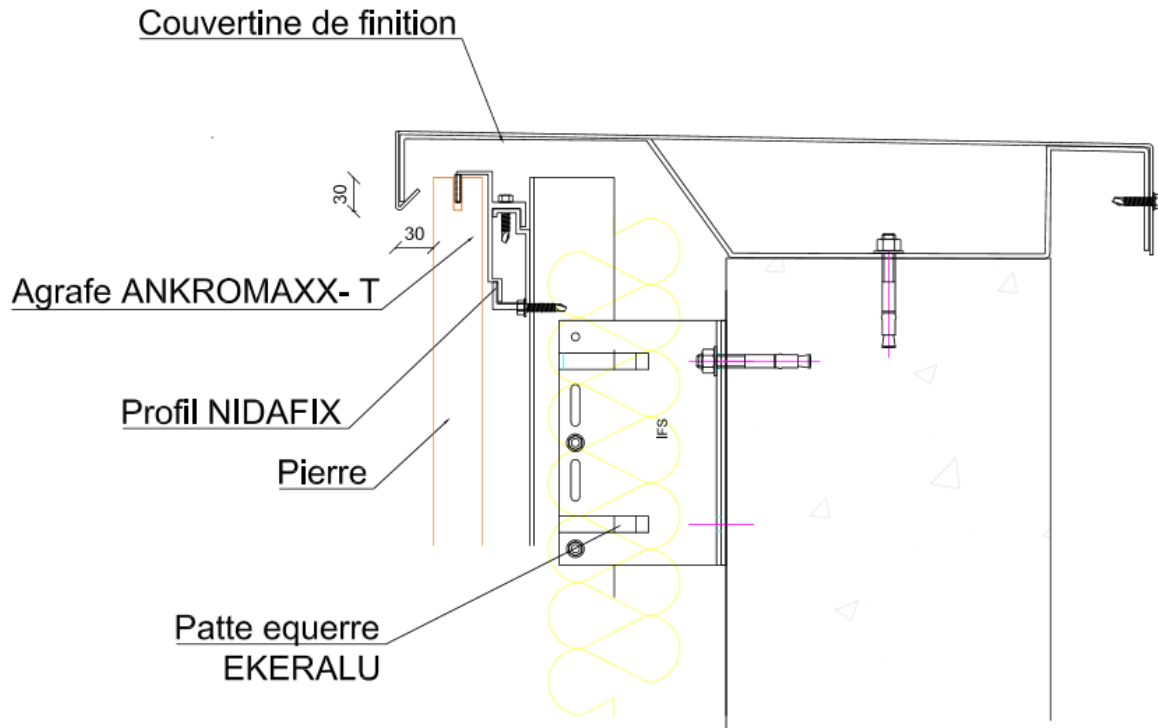




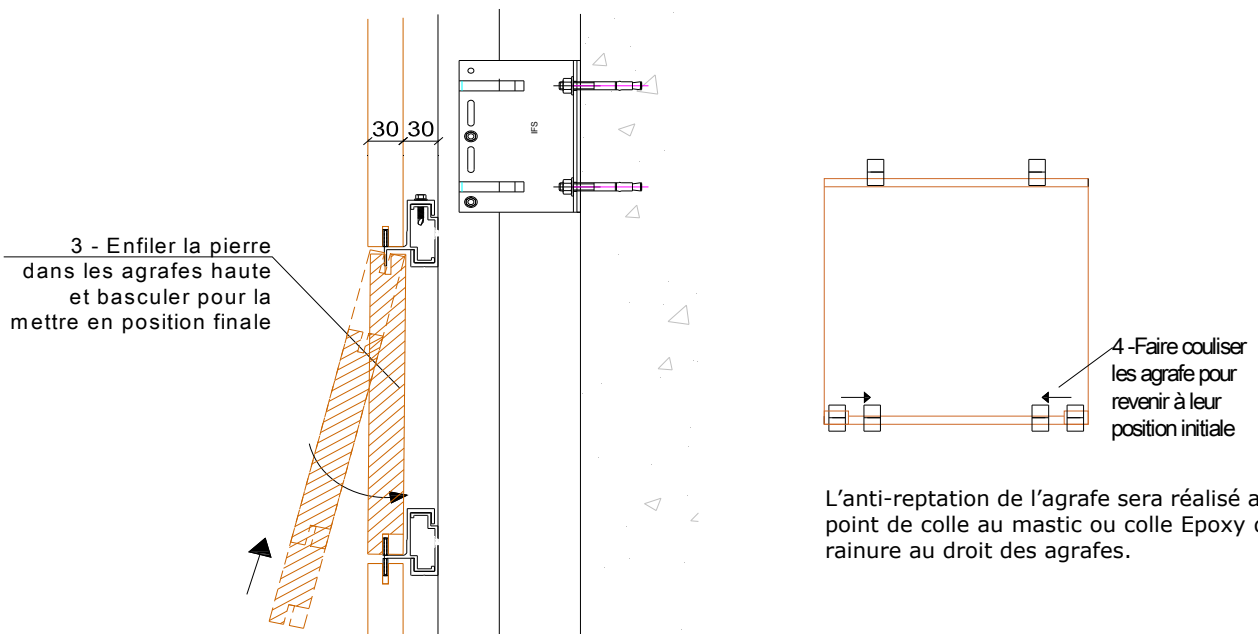
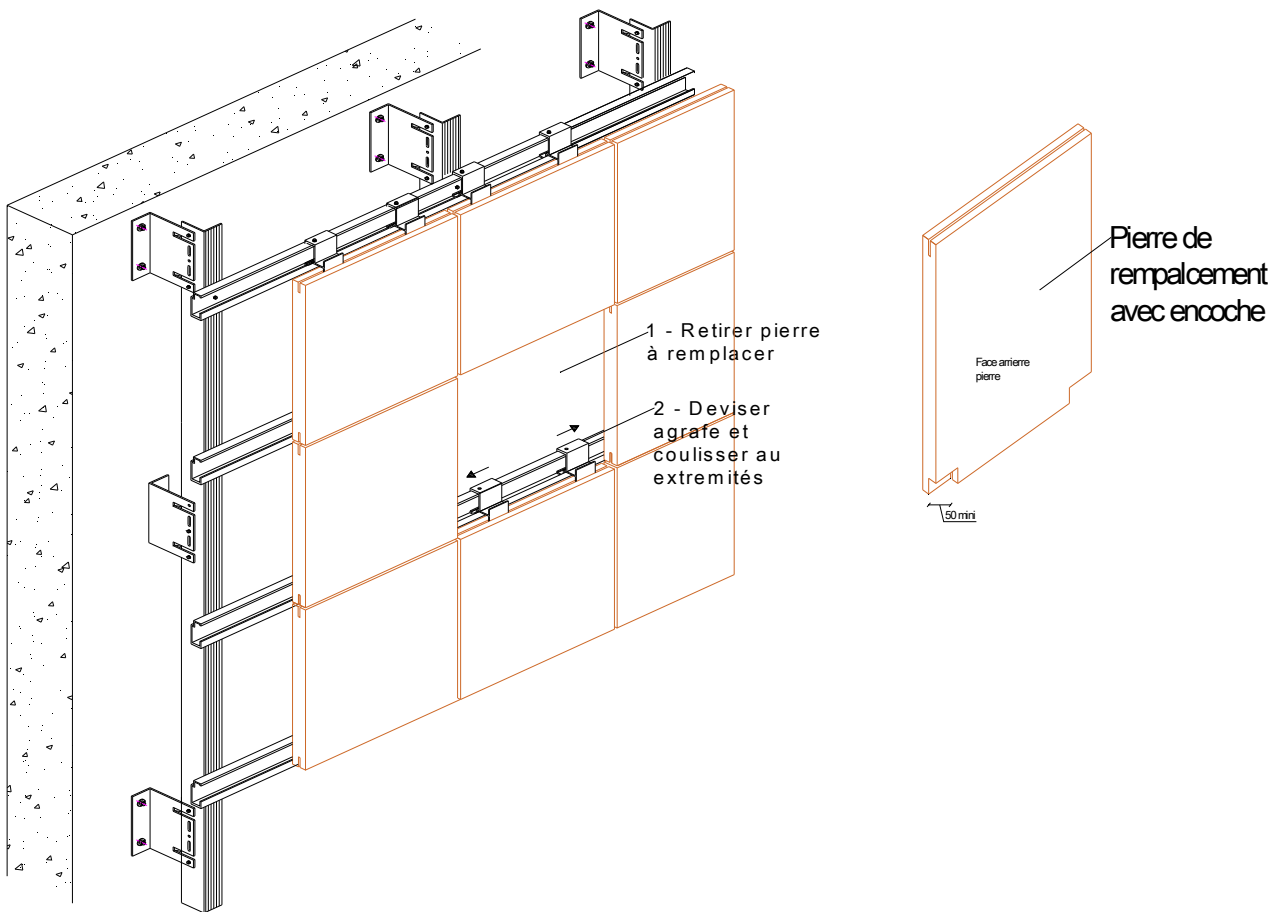
**Figure 14 – Arrêt en tableau de fenêtre**



**Figure 15 – Arrêt sur acrotère**



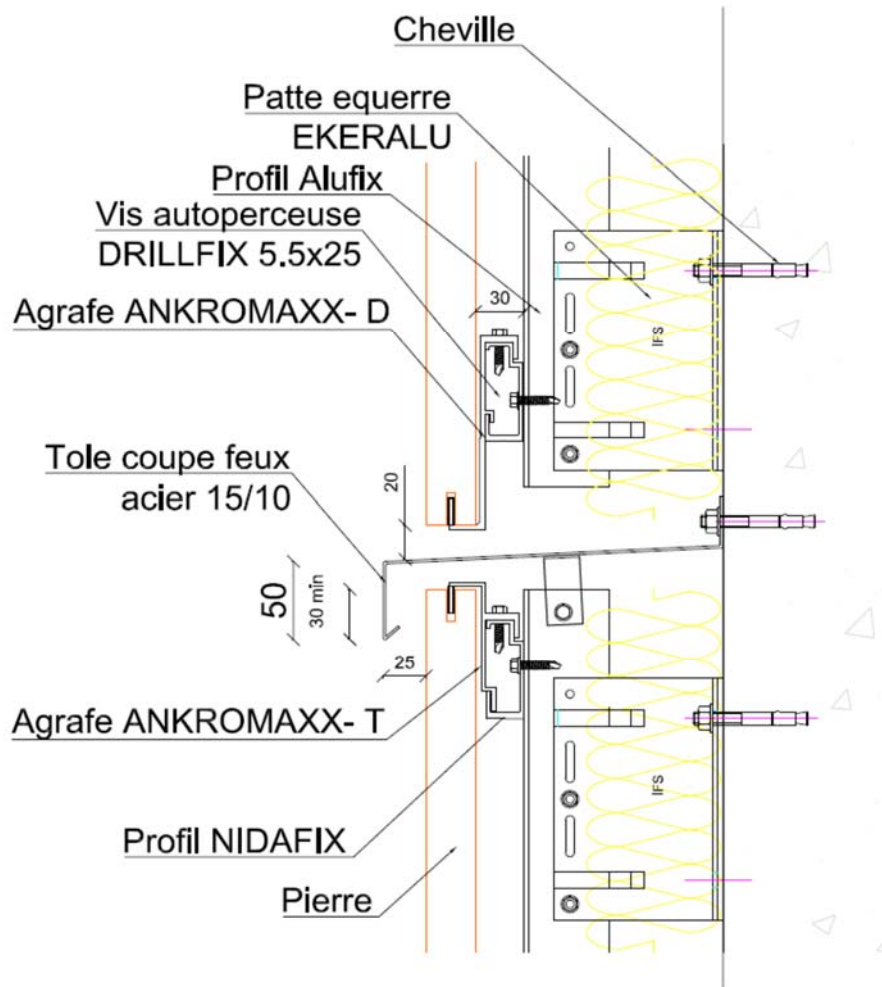
**Figure 16 – Remplacement d'une plaque**



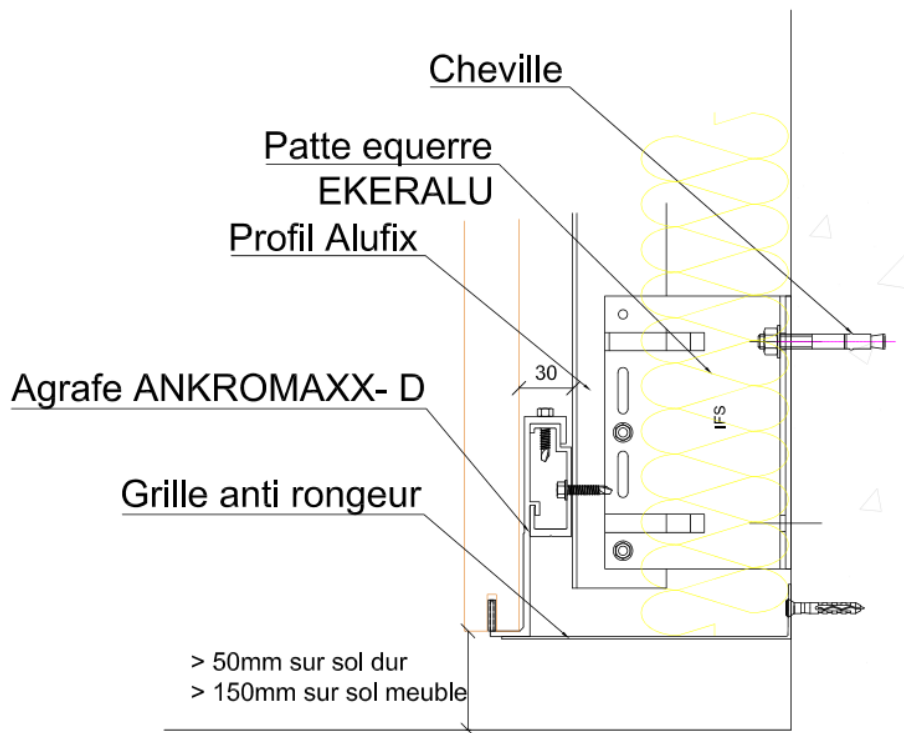
L'anti-reptation de l'agrafe sera réalisé avec un point de colle au mastic ou colle Epoxy dans la rainure au droit des agrafes.

Figures ne concernant que l'ossature métallique

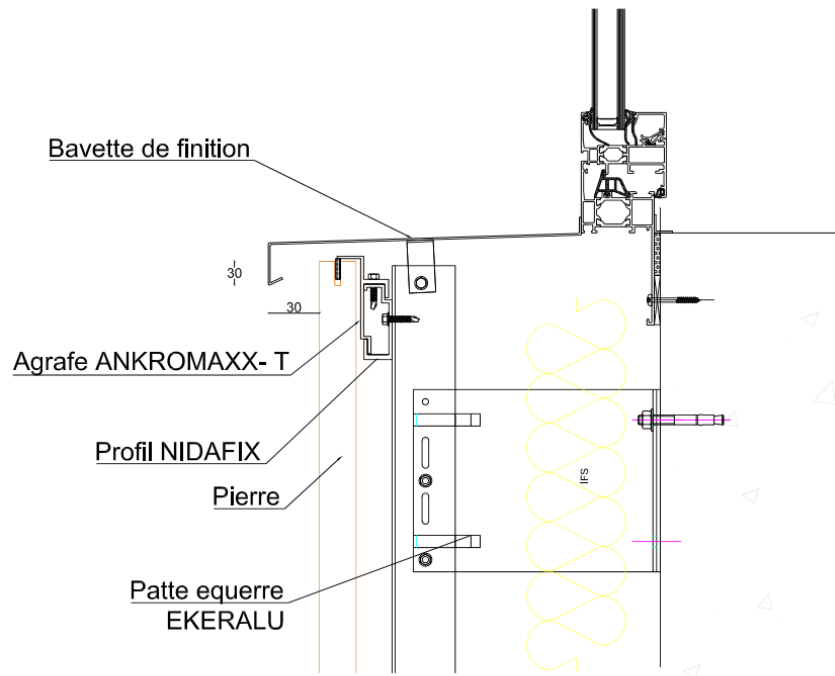
**Figure 17 – Compartimentage de la lame d'air**



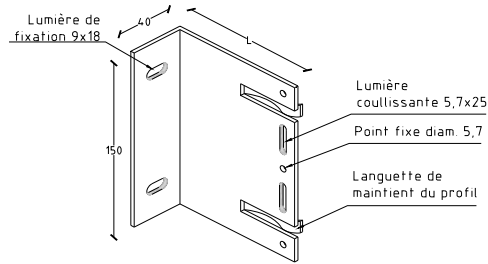
**Figure 18 – Pieds de façade**



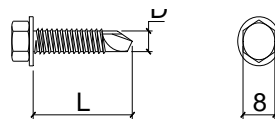
**Figure 19 – Appui de baie**



**Figure 20 – Composant ossature aluminium ALUFIX**

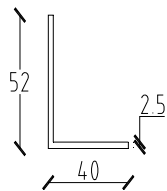


| Patte-équerre EKERALU TP |                                                                                      |             |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Désignation              | Charges admissibles (DaN)<br>pour un déplacement Fd 1mm selon Cahier du CSTB 3194_V2 |             |
|                          | Verticale                                                                            | Horizontale |
| Ekeralu TP40             | 85                                                                                   | 115         |
| Ekeralu TP60             |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP80             |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP100            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP120            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP140            | 65                                                                                   | 105         |
| Ekeralu TP160            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP180            | 50                                                                                   | 70          |
| Ekeralu TP200            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP220            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP240            |                                                                                      |             |
| Ekeralu TP260            | 35                                                                                   |             |

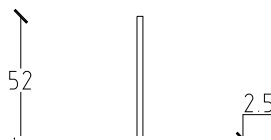


Vis auto-perceuse DRILLFIX 5.5x5 inox

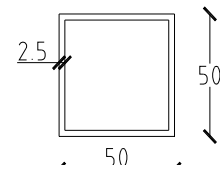
| Vis auto-perceuse DRILLFIX |               |                               |                                                                              |              |                                                                         |              |
|----------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Désignation                | Longueur (mm) | Epaisseur du support alu (mm) | Résistance caractéristique P <sub>k</sub> selon Cahier du CSTB 3194_V2 (daN) |              | Résistance admissible R <sub>a</sub> selon Cahier du CSTB 3194_V2 (daN) |              |
|                            |               |                               | Arrachement                                                                  | Cisaillement | Arrachement                                                             | Cisaillement |
| DRILLFIX 5,5x25            | 25            | 2,5                           | 330                                                                          | 341          | 110                                                                     | 114          |



Profil ALUFIX L52x40



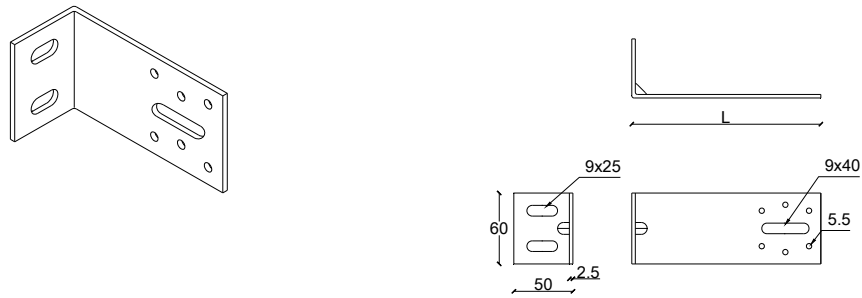
Profil ALUFIX T80x52



Profil ALUFIX Tube 50

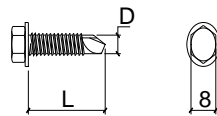
| Profils Aluminium ALUFIX |                      |                       |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|
| Désignation              | Inertie              | Module de flexion     |
|                          | I (cm <sup>4</sup> ) | I/V(cm <sup>3</sup> ) |
| Profil L 52x40/2.5       | 6,14                 | 1,71                  |
| Profil T 80x52/2,5       | 7.41                 | 1,85                  |
| Profil TUB 50            | 14,77                | 5,91                  |

**Figure 21 – Composant ossature acier ISOLAFIX**



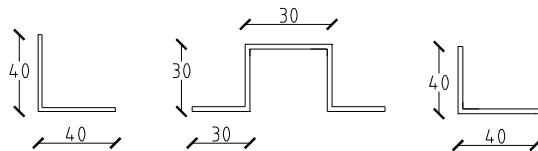
Équerre de bardage EBV acier galva

| Equerre de bardage EBV acier galva Z275 |                                                                          |                                                           |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Désignation                             | Résistances Admissibles (daN) pour Fd = 1mm selon cahier du CSTB 3194_V2 |                                                           |
|                                         | Charge verticale pour Fd à 1 mm                                          | Charge horizontale au vent normal selon NV65 modifiées Ra |
| EBV 60 à 100                            | 22                                                                       | 65                                                        |
| EBV 110 à 150                           | 20                                                                       |                                                           |
| EBV 160 à 200                           | 16                                                                       |                                                           |
| EBV 210 à 250                           | 12                                                                       |                                                           |
| EBV 260 à 300                           | 9                                                                        |                                                           |



Vis auto-perceuse DRILLFIX BI-METAL

| Vis auto-perceuse DRILLFIX BI METAL |          |                            |                                                                  |              |                                                             |              |
|-------------------------------------|----------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------|--------------|
| Désignation                         | Longueur | Epaisseur du support acier | Résistance caractéristique Pk selon Cahier du CSTB 3194_V2 (daN) |              | Résistance admissible Ra selon Cahier du CSTB 3194_V2 (daN) |              |
|                                     |          |                            | Arrachement                                                      | Cisaillement | Arrachement                                                 | Cisaillement |
| DRILLFIX 5,5x25 BM                  | 25       | 1.5                        | 230                                                              | 880          | 76                                                          | 293          |

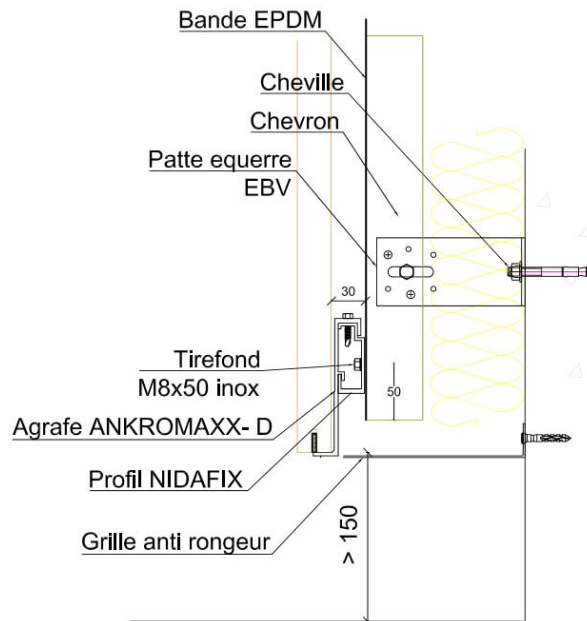


Profil STEELFIX 15/10 acier galva Z275 lg 3m

| Profils acier 15/10 ISOLAFIX |         |                   |
|------------------------------|---------|-------------------|
| Désignation                  | Inertie | Module de flexion |
|                              | I (cm4) | I/V(cm3)          |
| Steelfix L 40x40             | C18932  | 643               |
| Steelfix Omega 30x30         | 31017   | 1551              |
| Steelfix U 40x40             | 30073   | 1153              |

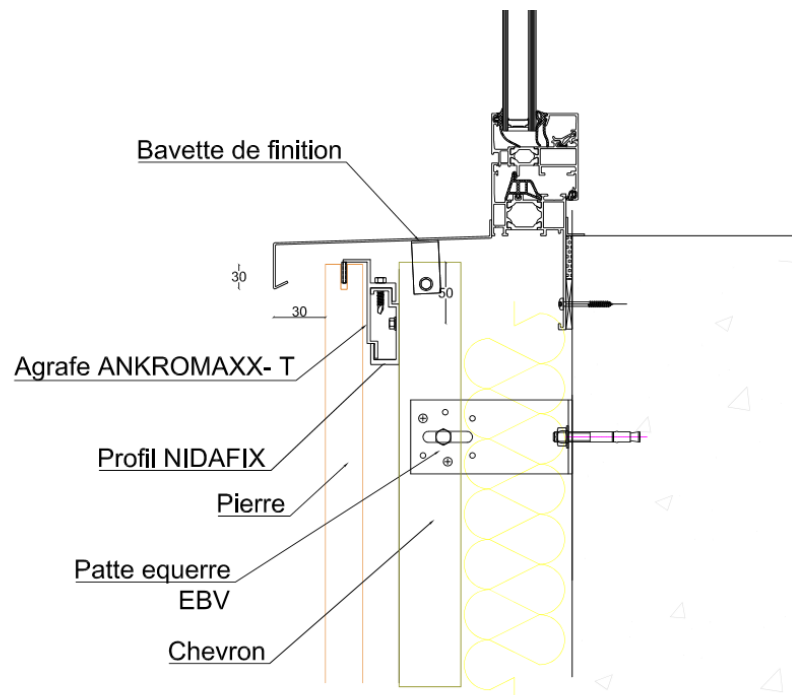
Figures ne concernant que l'ossature bois

**Figure 22 – Pied de façade**

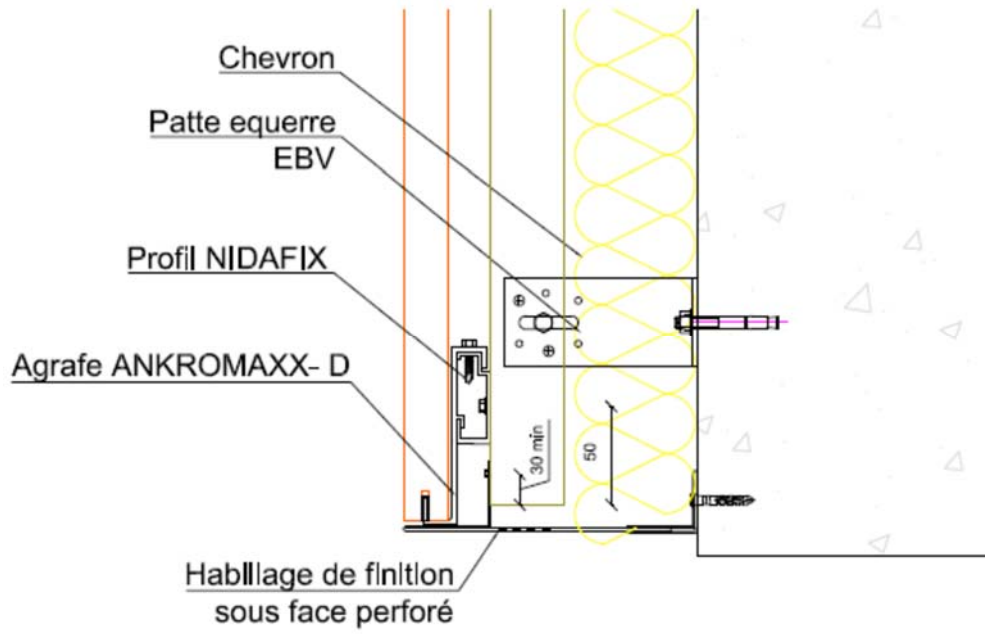


Note 4 : "La distance entre l'axe du rail et le bout du chevron est au moins de 6 diamètres (cf. figure 22 du 3316\_V3)"

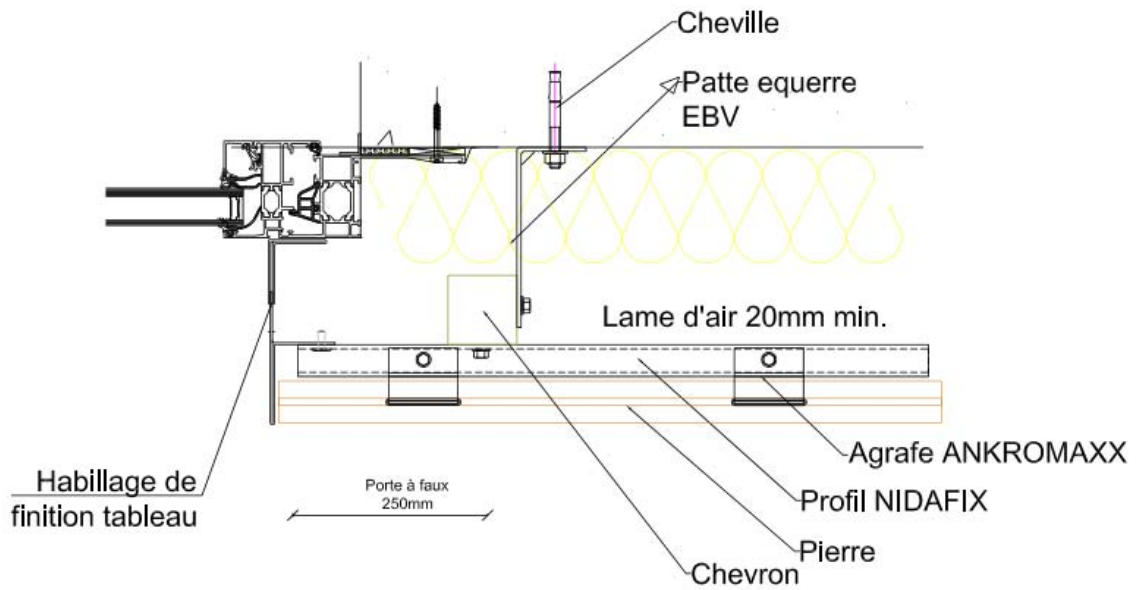
**Figure 23 - Appui de baie**



**Figure 24 - Linteau**

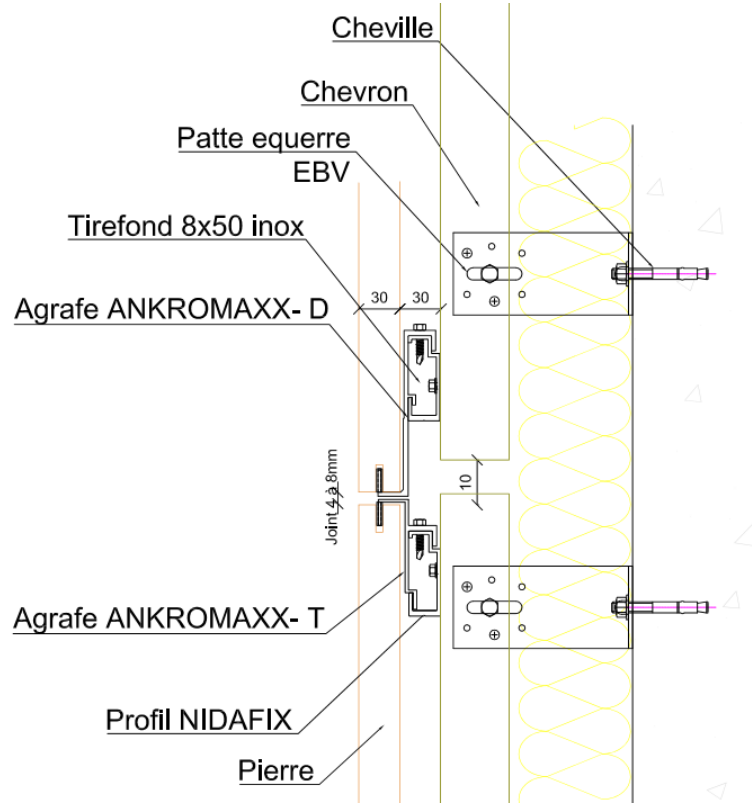


**Figure 25 - Tableau**

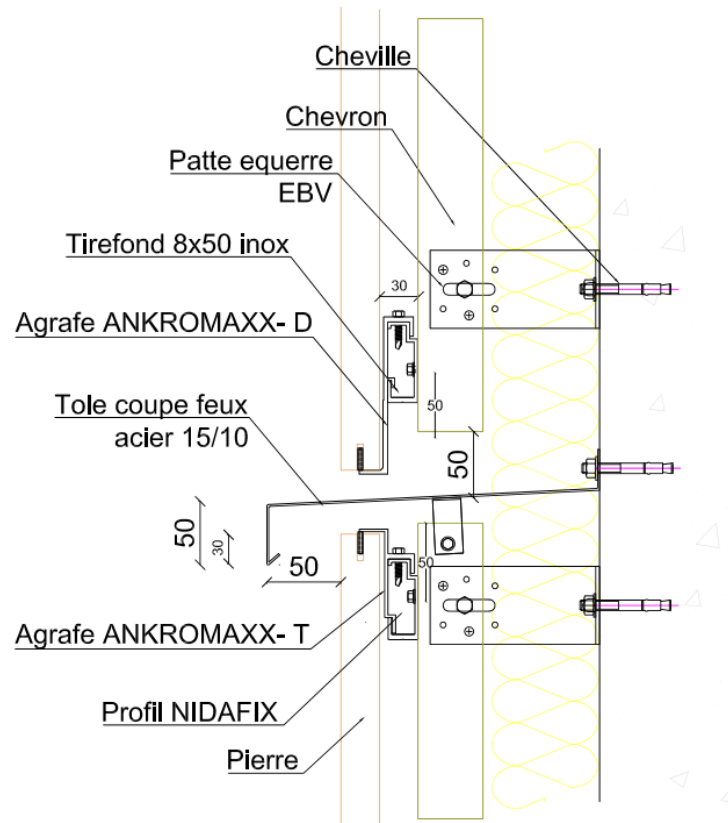




**Figure 26 - Fractionnements d'ossature  $\leq 5,40m$**

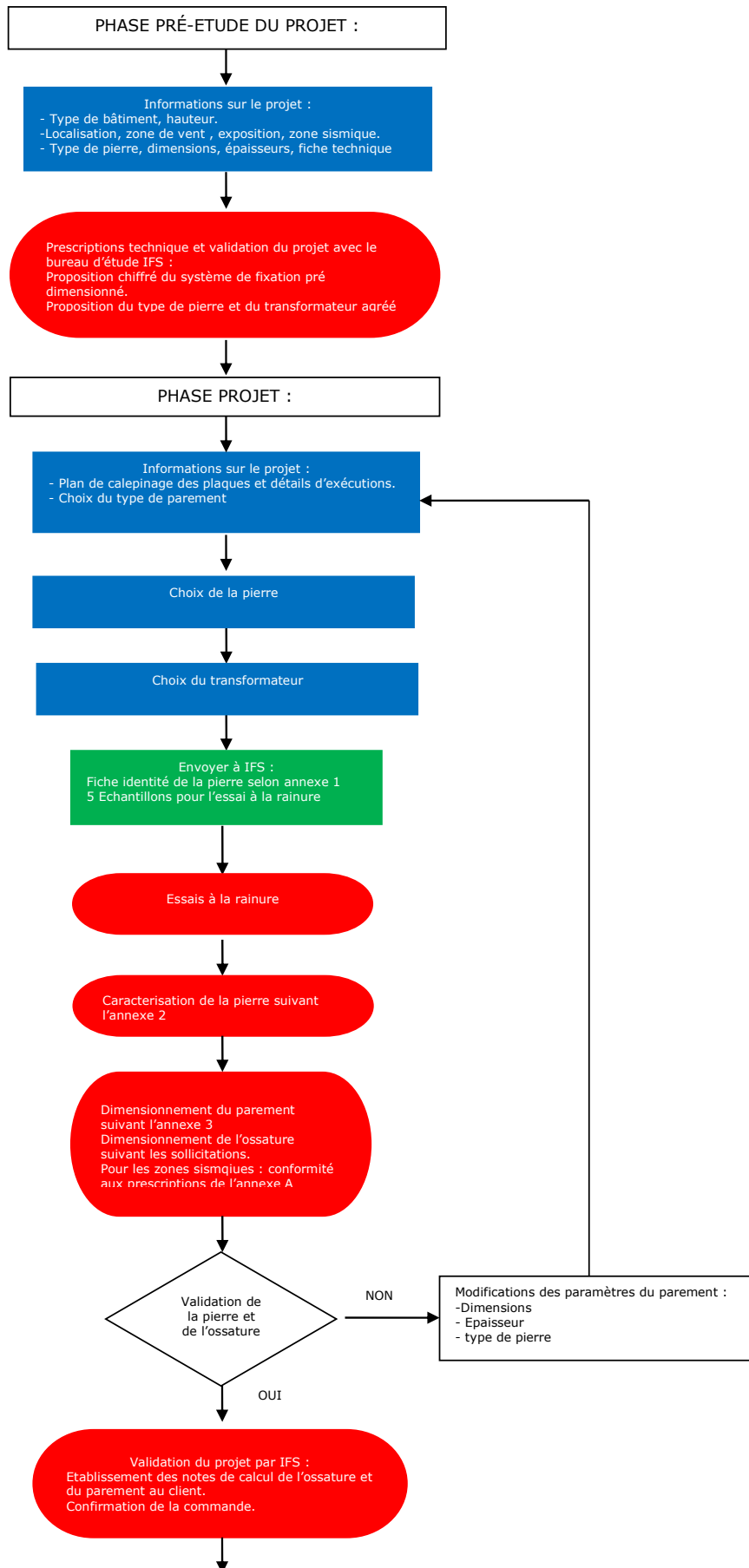


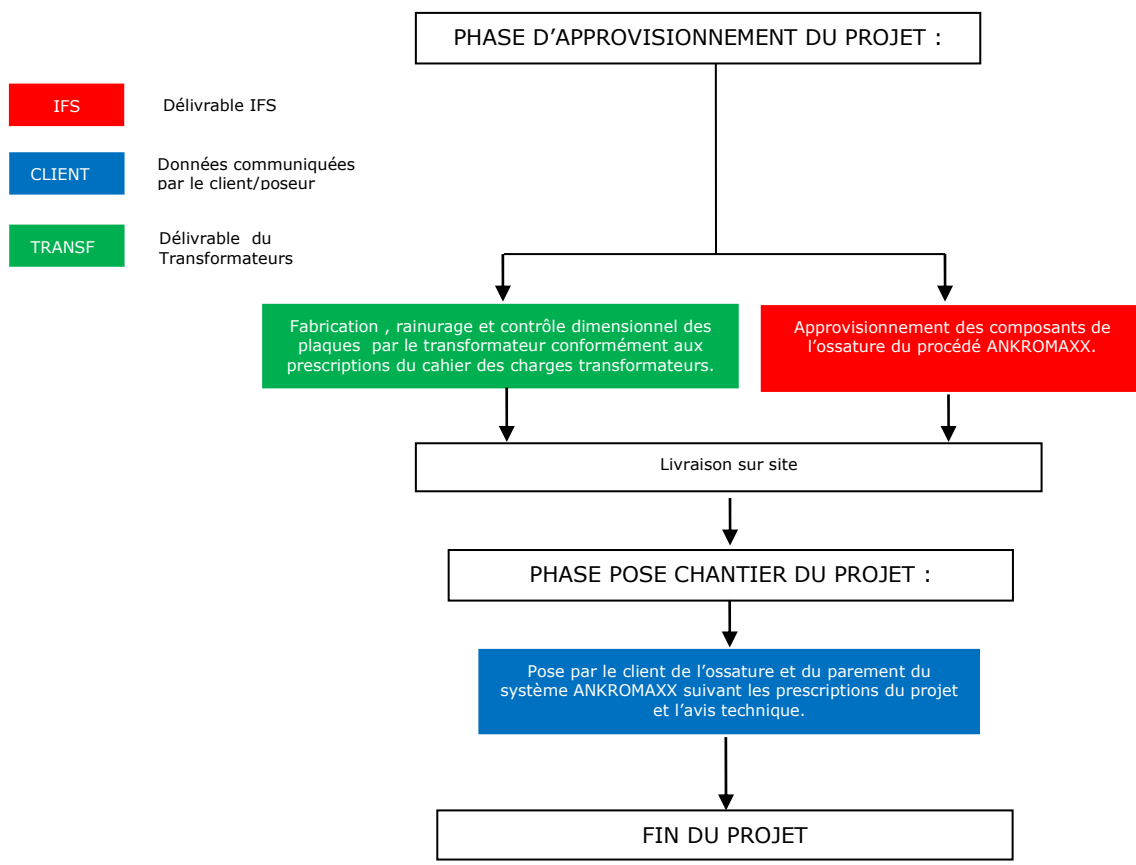
**Figure 27- Compartimentage de la lame d'air**



# ANNEXE 0

- IFS    Délivrable IFS
- CLIENT    Données communiquées par le client/poseur
- TRANSF    Délivrable du Transformateurs





# Annexe 1

## 2.9. Spécifications techniques des plaques de parement

### 2.9.1. Nature pétrographique des pierres

Le système ANKROMAXX est utilisé pour la fixation dans le chant horizontal rainurée de plaque de façade en pierres naturelles, conformes à la norme NF EN 1469 et NF B10-601.

Les plaques de parement doivent être exclusivement composées des pierres naturelles mentionnées dans la norme NF B6-10-601 et reportées dans le tableau ci-dessous.

| Roches                          | Pierres naturelles                                                                                      |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Roches magmatiques plutonique   | Granit, granitite, syenite, tonalite, diorite, monzonite, gabbro, autres roches plutoniques magmatiques |
| Roches métamorphiques compactes | Quartzite, granulite, gneiss, migmatite                                                                 |
| Roches extrusives (volcaniques) | Basalte, lave basaltique                                                                                |
| Roches sédimentaires compactes  | Grès, pierre calcaire                                                                                   |

### 2.9.2. Dimension des plaques

Les dimensions des plaques de parements doivent être conformes aux exigences stipulées ci-dessous et dans les limites de leur dimensionnement suivant l'annexe 3 :

- Hauteur maximale (L) : 1,4 m
- Hauteur minimale (L) : 10 cm
- Surface maximum : 1,4m<sup>2</sup>
- Largeur minimale (b) : 15 cm
- Rapport L/b ≤ 3
- Epaisseur : 20 à 40 mm
- Masse volumique apparente comprise entre 2100 et 3000 kg/m<sup>3</sup>
- Poids maxi de la pierre ≤ 114 kg

### 2.9.3. Agrafes

Les agrafes sont disposées dans les rainures des chants horizontaux des plaques de pierre au nombre de 4 soit 2 par chants horizontaux.

### 2.9.4. Tolérances de fabrication

Les tolérances et conditions de réception sont conformes à la norme NF B 10-601 et NF EN 1469, notamment concernant le respect des caractéristiques ci-dessous :

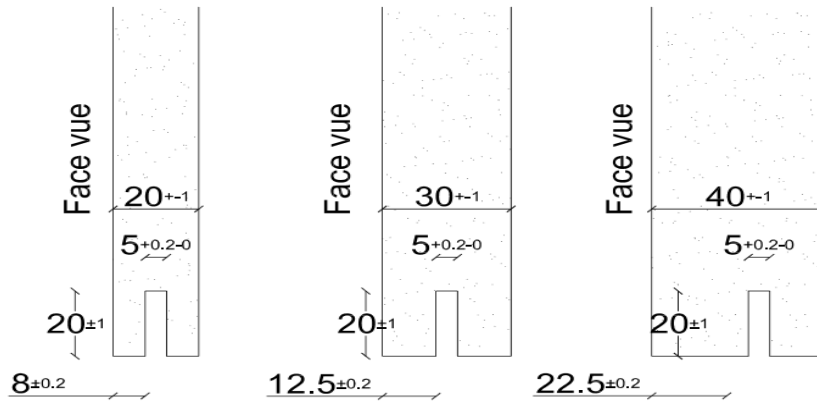
- Calibrage des plaques assurant une tolérance dimensionnelle de ± 1 mm sur le format.
- Tolérance d'équerrage < 0,2 % avec un maximum de ± 1 mm
- Tolérance d'épaisseur ± 1 mm

Les exigences de résultats au niveau des tolérances dimensionnelles avec les moyens pour les atteindre y compris pour le rainurage sont indiqués dans le cahier des charges établi entre le titulaire et le transformateur agréé.

Le respect de ces exigences est vérifié par le titulaire sur la base de visites (fréquence précisée dans le CdC) avec un contrôle des installations et équipements, et également par le CSTB lors de l'audit de suivi.

### 2.9.5. Rainurage des plaques

Toutes les pierres ont une rainure sur leur chant haut et bas, de 5(+0,2 :-0) mm de large et 20(±1) mm de profondeur, calibrée par rapport à la face extérieure vue :



### 2.9.6. Contrôle de fabrication

Les parements en pierre et la rainure sont transformés chez des transformateurs agréés par la Société International Fixing Systems.

Le contrôle de la fabrication porte sur :

- Les dimensions de la plaque conformément au § 2.9.2
- Le rainurage de la plaque suivant le § 2.9.5

# Annexe 2

---

## 2.10. Caractérisation des pierres

---

### 2.10.1. Essais de la résistance à la rainure

Ces essais sont réalisés pour chaque chantier par la Société International Fixing Systems, ou par un laboratoire certifié ISO 17025.

La résistance de rupture à la rainure doit être déterminée par essais suivant le document technique 15-03 de la certification QB 15.

Cet essai a pour but de déterminer la valeur moyenne de la force d'arrachement de la rainure d'une série de cinq éprouvettes. L'essai à la rainure est réalisé, pour chaque type de pierre et d'épaisseur utilisée.

A partir des résultats des essais, on détermine la résistance admissible de la pierre à la rainure  $F_{r,adm}$  suivant la formule :

- Résistance à la rainure admissible :  $F_{r,adm} = F_{r(95\%)} / \text{coefficient de sécurité de 3.5}$   
 $F_{r(95\%)}$  : Intervalle de confiance minimal de la moyenne dans les conditions de l'ISO 2602.

### 2.10.2. Essais à la flexion

Ces essais sont réalisés par un laboratoire certifié ISO 17025

La résistance à la flexion sous charge centrée doit être déterminée par essais suivant la NF EN 12372.

Ces essais sont à réaliser, pour chaque type de pierre, sur 10 échantillons.

Les essais de flexion doivent être refaits au moins tous les deux ans.

A partir des résultats des essais, on détermine la résistance admissible de la pierre à la flexion  $R_{f,adm}$  suivant la formule :

- Résistance de flexion admissible :  $R_{f,adm} = R_{f(95\%)} / \text{coefficient de sécurité de 3.5}$   
 $R_{f(95\%)}$  : Intervalle de confiance minimal de la moyenne dans les conditions de l'ISO 2602
- Vérification du non-dépassement de la limite admissible vis-à-vis du poids (cf. tableau en figure 3).

# Annexe 3

## 2.11. Dimensionnement du parement pierre

### 2.11.1. Calcul de la résistance à la flexion

Vérification de la résistance du parement à la flexion sous vent normal selon les NV65 modifiées.

La valeur admissible de résistance à la flexion de l'attache doit être supérieure à la sollicitation de calcul  $E_f$ .

$$E_f < R_{f, adm}$$

$$E_f = 3PL^2/4he^2$$

P est la charge de vent répartie sur la pierre en fonction de sa largeur :

$$P = Q * h$$

Q la dépression de vent normal du site suivant les NV65 selon les NV65 modifiées

L est la longueur de la pierre

h est la hauteur de la pierre

e est l'épaisseur de la pierre

Il s'ensuit que pour une dalle de caractéristiques géométriques données (L, h, e) et une caractéristique mécanique données  $R_{f, adm}$  (annexe 2).

La limite de l'effort de vent normal à laquelle la plaque pourrait être soumise est données par :

$$Q_f = 4e^2 R_{f, adm} / 3L^2$$

### 2.11.2. Calcul de la résistance aux rainures

Vérification de la résistance du parement aux attaches sous vent normal selon les NV65 modifiées.

La valeur admissible de résistance aux attaches doit être supérieure à la sollicitation de calcul V.

$$V < F_{r, adm}$$

$$V = Q * S / n$$

Q la dépression de vent normal suivant les NV65 selon les NV65 modifiées.

S est la surface de la pierre soumise au vent  $L * h$ , L est la longueur de la pierre et h est la hauteur de la pierre

N est le nombre d'agrafe par chant de la pierre, minimum  $n=2$ .

Il s'ensuit que pour une dalle de caractéristiques géométriques données (L, h, e) et une caractéristique mécanique données  $F_{r, adm}$  (annexe 2).

La limite de l'effort de vent normal à laquelle la plaque pourrait être soumise est données par :

$$Q_a = F_{r, adm} * n / S$$

### 2.11.3. Vérification de l'agrafe ANKROMAXX

Vérification de la résistance de l'attache ANKROMAXX aux sollicitations de poids du parement et sous vent normal suivant NV65 modifié.

Les agrafes sont disposées dans les rainures des chants horizontaux des plaques de pierre au nombre de 4 soit 2 par chants horizontaux.

$$m/n < R_v$$

$R_v$  résistance admissible verticale de l'agrafe ANKROMAXX

M masse de la plaque = masse surfacique \* S surface

N est le nombre d'agrafe par chant de la pierre, minimum  $n=2$ .

$$V < R_h$$

$R_h$  résistance admissible horizontale de l'agrafe ANKROMAXX

$$V = Q * S / n$$

Q la dépression de vent normal suivant les NV65 selon les NV65 modifiées.

S est la surface de la pierre soumise au vent  $L * h$ , L est la longueur de la pierre et h est la hauteur de la pierre

n est le nombre d'agrafe par chant de la pierre, minimum  $n=2$ .

Vérification aux charges admissibles verticales ( $R_v$ ) et horizontales ( $R_h$ ) :

- $R_v \leq 57 \text{ daN}$
- $R_h \leq 168 \text{ daN}$

#### 2.11.4. Méthode de vérification aux sollicitations

Les sollicitations de calcul appliquées sur les plaques de parement doivent faire l'objet d'une validation pour chaque chantier de la Société International Fixing Systems conformément à l'exemple ci-dessous.

Exemple donnée pour :

Pierre calcaire

Dimension L\*h : 0.9\*0.6 m

Epaisseur e ; 0.03 m

$R_{f, adm} : 2 \text{ N/mm}^2$

$F_{r, adm} : 200 \text{ N}$

Masse surfacique 72 kg/m<sup>2</sup>

Nombre d'attache n : 2

Dimensionnement du parement :

Limite effort de vent normal à la flexion :

$$Q_f = 4e^2 R_{f, adm} / 3L^2 = 2963 \text{ N/m}^2$$

Limite effort de vent normal à la résistance aux attaches :

$$Q_a = F_{r, adm} * n / S = 740 \text{ N/m}^2$$

La dépression de vent normal limite Q suivant ces données est le minimum de :

$$Q_{limit} = \text{Min} \{ Q_a; Q_f \} \text{ soit dans l'exemple : } 740 \text{ N/m}^2$$

Vérification de l'agrafe ANKROMAXX :

$$m/n < R_v : 194 \text{ N} < 570 \text{ N}$$

$$V < R_h : 199 \text{ N} < 1680 \text{ N}$$



# Annexe A

## 2.12. Pose du procédé sur ossature métallique en zones sismiques

### 2.12.1. Domaine d'emploi

Le procédé ANKROMAXX peut être mis en œuvre sur des parois planes verticales, en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

| Zones de sismicité | Classes de catégories d'importance des bâtiments                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |                |    |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----|
|                    | I                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | II             | III            | IV |
| 1                  | ✘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ✘              | ✘              | ✘  |
| 2                  | ✘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ✘              | X <sup>①</sup> | X  |
| 3                  | ✘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | X <sup>②</sup> | X              | X  |
| 4                  | ✘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | X <sup>②</sup> |                |    |
| ✘                  | Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté,                                                                                                                                                                                                                                       |                |                |    |
| X                  | Pose autorisée sur parois planes, verticales en béton, 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>2</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).                                                  |                |                |    |

### 2.12.2. Assistance technique

La Société International Fixing Systems ne pose pas elle-même.

La pose est réalisée par une entreprise spécialisée dans l'isolation extérieure à laquelle International Fixing Systems apporte, sur demande, son assistance technique.

### 2.12.3. Prescriptions

#### 2.12.3.1. Support

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

#### 2.12.3.2. Chevilles de fixation au support béton

La fixation au gros-œuvre béton, au nombre de 2 par équerre, 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 chevilles : SKAH M8 de la Société Sormat ou SPITFIX Z XTREM M8

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.

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

Les montants sont solidarités aux équerres par les vis DRILLFIX 5.x25 Inox de la Société IFS.

#### 2.12.3.4. Ossature métallique

L'ossature métallique de conception bridée est conforme aux prescriptions du cahier du CSTB 3194 V2, renforcée par celles ci-après :

- Les pattes-équerres Ekeralu TP aluminium, de la société International Fixing Systems, ont des longueurs qui varie de 40 à 200 mm.

<sup>2</sup> Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application

- L'espacement des pattes-équerres le long des montants verticaux est de 1 m, les pattes-équerres étant disposées en quinconce.
- Les montants verticaux ALUFIX en aluminium 6060T5, de la société International Fixing System sont en aluminium d'épaisseur 2.5 mm.
- Les montants verticaux sont fractionnés au droit des planchés avec un espacement minimum de 10 mm (Fig. AA1).
- L'entraxe des montants verticaux est limité à 600 mm.

#### 2.12.3.5. Eléments de bardage

Les parements sont ceux définis dans les annexes 1, avec les conditions suivantes :

- Masse surfacique maximum de 56 kg/m<sup>2</sup>,
- 600mm de hauteur maximum,
- Résistance en flexion  $R_{f, adm} : 3,2N/mm^2$  minimum,
- Résistance à la rainure  $F_{r, adm} : \geq 20$  daN

Une cale sismique en polypropylène est fixée entre chaque plaque pour garantir le joint vertical de 5mm (cale fournie par International Fixing Systems).

Les rails NIDAFIX sont fixés sur les profils verticaux ALUFIX par deux vis Drillfix 5,5x25.

Disposition d'arrêt en extrémité de façade tous les 3m est à prévoir.

## Tableau de l'Annexe A

**Tableau A1 - Sollicitations en traction-cisaillement (en N) appliquées par cheville métallique pour un revêtement de 56 kg/m<sup>2</sup>. Pose sur ossature aluminium ALUFIX, avec montants de hauteur 3 m espacés de 600 mm. Fixée par pattes-équerres EKERALU TP200 de longueur 200 mm posées en quinconce et espacées de 1 m Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs et de l'Eurocode 8-P1**

| Sollicitations (N) | Zone de sismicité | Plan perpendiculaire à la façade                |     |     | Plan parallèle à la façade                      |      |      |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------------------|------|------|
|                    |                   | Classe de catégories d'importance des bâtiments |     |     | Classe de catégories d'importance des bâtiments |      |      |
|                    |                   | II                                              | III | IV  | II                                              | III  | IV   |
| Traction N (N)     | 2                 |                                                 | 757 | 789 |                                                 | 1459 | 1607 |
|                    | 3                 | 816                                             | 864 | 913 | 1735                                            | 1966 | 2199 |
|                    | 4                 | 927                                             |     |     | 2263                                            |      |      |
| Cisaillement V (N) | 2                 |                                                 | 150 | 150 |                                                 | 162  | 167  |
|                    | 3                 | 150                                             | 150 | 150 | 171                                             | 179  | 189  |
|                    | 4                 | 150                                             |     |     | 192                                             |      |      |

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
|  | Domaine sans exigence parasismique |
|  | Domaine d'emploi non visé          |

Pose en zones sismiques

Figure A1 – Cale sismique

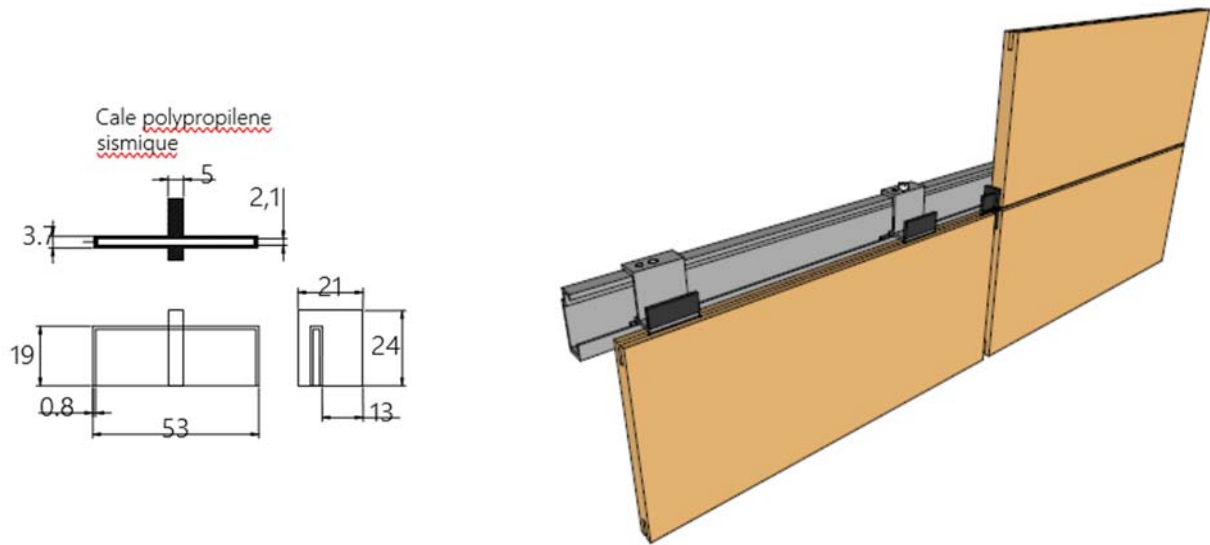


Figure A2 – Fractionnement de l'ossature au droit de chaque plancher sur béton

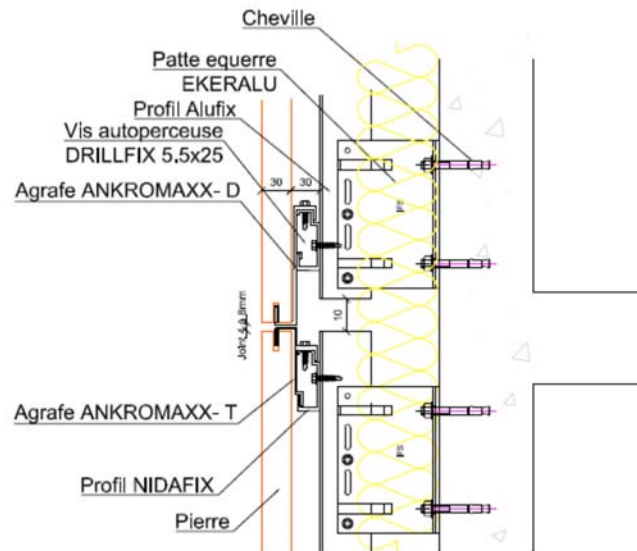
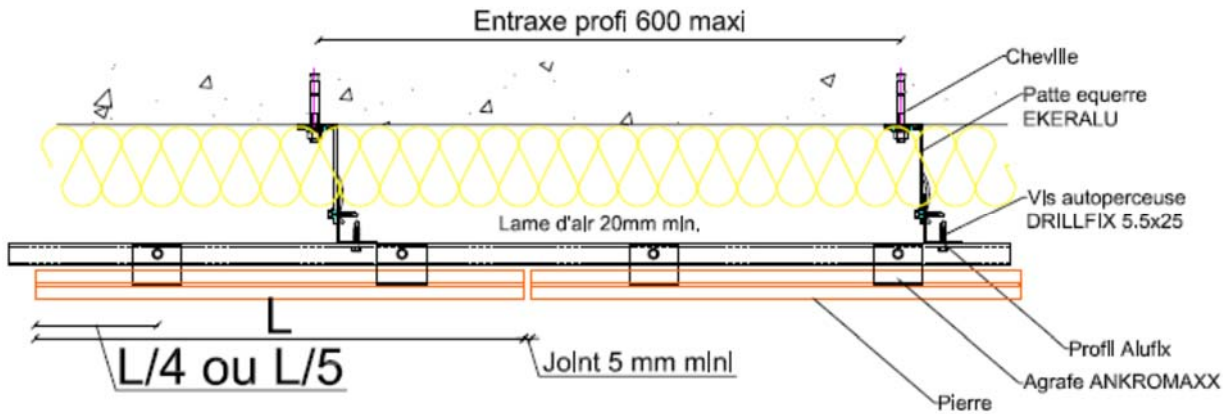
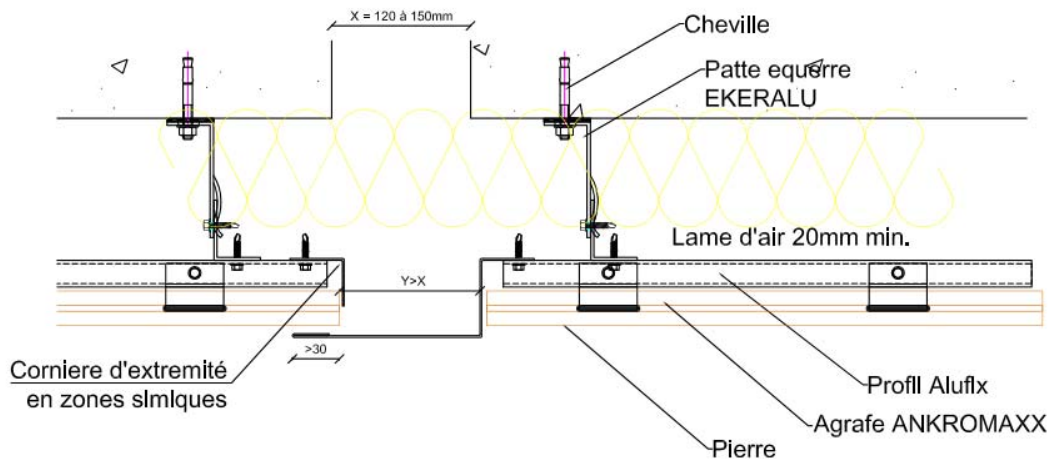


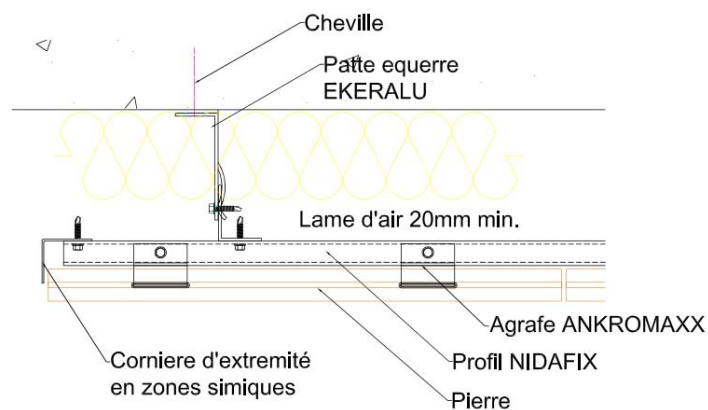
Figure A3 – Joint horizontale partie courante en zone sismique



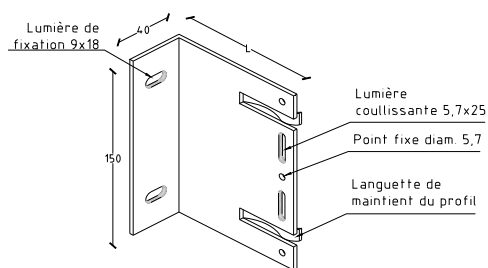
**Figure A4 – Détail joint de dilatation**



**Figure A5 – Arrêt d'extrémité**



**Figure A6 – Equerre ossature aluminium**



Patte-équerre EKERALU TP

| Ekeralu       |                                                                    |             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|
| Désignation   | Charges admissibles (daN) pour Fd 1mm selon Cahier du CSTB 3194_V2 |             |
|               | Verticale                                                          | Horizontale |
| Ekeralu TP40  | 85                                                                 | 115         |
| Ekeralu TP60  |                                                                    |             |
| Ekeralu TP80  |                                                                    |             |
| Ekeralu TP100 |                                                                    |             |
| Ekeralu TP120 |                                                                    |             |
| Ekeralu TP140 | 65                                                                 | 105         |
| Ekeralu TP160 |                                                                    |             |
| Ekeralu TP180 | 50                                                                 | 70          |
| Ekeralu TP200 |                                                                    |             |
| Ekeralu TP220 |                                                                    |             |
| Ekeralu TP240 | 40                                                                 |             |
| Ekeralu TP260 |                                                                    |             |