Avis Technique 2.2/18-1795_V1

Bardage rapporté en résine acrylique chargé

Built-up cladding with acrylic resin

Système de façade HI-MACS®

Titulaire : LG Hausys Ltd.
One IFC Bldg., 10, Gukjegeumyung-ro, Yeongdeungpo-gu,
Seoul, 07326, Rep. of Korea

Tél. : (+82) 2 6930 0124
Fax : (+82) 2 6930 0888
Contact : Andy LIM
E-mail : rukibana@lghausys.com
Internet : http://www.lghausys.com/

Co-Titulaire : LG Hausys Europe GmbH
Lyoner Strasse15, Atricom C6,
D-60528 Frankfurt am Main, Germany

Tél. : (+49) 69 5830 29466
Contact : Tim Yoo Chin Lie
E-mail : timlie@lghausys.com
Internet : http://himacs.eu/fr

Distributeur : ADJ / ASKA (HI-MACS distributeur autorisé)
10 rue Alfred de Vigny
FR-67200 Strasbourg
Internet : http://www.adj.fr

Contact : Denis Jacquemin
Tél. : (+33) 03 88 28 72 72
E-mail : contact@adj.fr

Groupe Spécialisé n° 2.2

Produits et procédés de bardage rapporté, vêtage et vêture

Publié le 26 mars 2019

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

© CSTB 2019

Le Groupe Spécialisé N° 2.2 « Produits et procédés de bardage rapporté, vêtage et vêture » de la Commission chargée de formuler des Avis Techniques a examiné le 18 décembre 2018, le procédé de bardage rapporté HI-MACS®, présenté par les Sociétés LG Hausys Ltd et LG Hausys Europe GmbH. Il a formulé sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le système de bardage HI-MACS® est constitué de panneaux à base de résine acrylique et de charges minérales, munis d'inserts, fixés sur des agrafes en aluminium s'emboitant sur des rails horizontaux en aluminium vissés sur une ossature verticale en aluminium solidarisée au gros-œuvre par des pattes-équerres.

Caractéristiques générales

- Panneaux HI-MACS® :

  Panneaux massifs et homogènes, composés de 40% de résines polymères acryliques de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de 60% de Tri-hydroxyde d'aluminium (THA), de pigments de couleur naturelle, et de catalyseurs.
- Epaisseur nominale des panneaux en mm : 12 mm.
- Formats standards (usine) des panneaux en mm : 760 x 3670.
- Formats de pose, obtenues par collage en atelier de plaques de dimensions standards avec la colle HI-MACS®:

  En configuration joints fermés ou joints à recouvrement entre panneaux, toutes hauteurs jusqu'à 4600 mm et toutes largeurs jusqu'à 3670 mm,

  En configuration joints ouverts, toutes hauteurs et largeurs jusqu' a 2000mm.
- Masse surfacique : 20,86 kg/m^2.
- 1 coloris avec différentes finitions possibles : mate, semi-brillance ou haute brillance (cf. §3.1 du Dossier Technique).

1.2 Identification

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

Le marquage est conforme au § 6 du Dossier Technique.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

- Mise en œuvre du bardage rapporté sur parois planes et verticales, neuves ou préexistantes, en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au DTU 23.1), situées en étage et rez-de-chaussée.
- Mise en œuvre possible en plans inclinés sur fruit négatif de 0° à 90° et en habillage de sous-faces de supports plans et horizontaux en béton, neufs ou déjà en service, inaccessibles (à plus de 3 m du sol), et sans aire de jeux à proximité, et selon les dispositions décrites dans le § 9.7 du Dossier Technique.
- Les panneaux peuvent être mis en œuvre en linteaux de baie.
- Exposition au vent correspondant à des pressions et dépressions sous vent normal selon les règles NV65 modifiées, de valeur maximale de 1500Pa avec :
  - un entraxe de fixation des agrafes de 600mm maximum,
  - un entraxe maximum entre montants d'ossature de 600mm,
  - un entraxe maximum entre rails horizontaux de 600mm,
  - distance aux bords entre 100 et 150mm.
- Le procédé de bardage rapporté HI-MACS® peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments définis au § 2 du Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

Stabilité

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

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

Sécurité en cas d'incendie

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

- Classement de la réaction au feu : cf. §B en fin de Dossier Technique.
- PCS du panneau : 181,48 MJ/M².

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

Pose en zones sismiques

Le procédé de bardage rapporté HI-MACS® peut être mis en œuvre en zones sismiques et bâtiments définis au § 2 du Dossier Technique.

Isolation thermique

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

Eléments de calcul thermique

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

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

Avec :

- U_c est le coefficient de transmission thermique surfacique en partie courante, en W/(m^2.K).
- ψ_i est le coefficient de transmission thermique linéique du pont thermique intégré i, en W/(m.K), (ossatures).
- E_i est l'entraxe du pont thermique linéique i, en m.
- n est le nombre de ponts thermiques ponctuels par m² de paroi.
- χ_j est le coefficient de transmission thermique ponctuel du pont thermique intégré j, en W/K (pattes-équerres).

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

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 panneaux adjacents, compte tenu de la verticalité de l'ouvrage et de la présence de la lame d'air ; et en points singuliers, par les profilés d'habillage.

Le système permet de réaliser des murs de type XIII au sens du document « Conditions Générales d'emploi des systèmes d'isolation thermique par l'extérieur faisant l'objet d'un Avis Technique » (*Cahier du CSTB* 1833 de mars 1983), les parois supports devant satisfaire aux prescriptions des chapitres 2 et 4 de ce document, et être étanches à l'air.

Données environnementales

Le procédé HI-MACS® ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les

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

Performances aux chocs

Les performances aux chocs extérieurs du procédé HI-MACS® correspondent, selon la norme P08-302 et les *Cahiers du CSTB* 3546-V2 et 3534, à la classe d'exposition Q4 en paroi difficilement remplaçable.

2.22 Durabilité - Entretien

La durabilité propre des constituants du système et leur compatibilité permettent d'estimer que ce bardage rapporté présentera une durabilité satisfaisante équivalente à celles des bardages traditionnels.

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

2.23 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

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

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

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

2.24 Fourniture

Les éléments fournis par la Société LG Hausys comprennent essentiellement les panneaux HI-MACS® et la colle HI-MACS®.

Les panneaux, usinés et pré-percés, ainsi que l'insert Keil et sa vis borgne sont approvisionnés par un transformateur certifié pour HI-MACS® aux entreprises de pose. Le transformateur certifié pour HI-MACS® doit assurer la mise en œuvre des collages. Tous les collages dans les limites dimensionnelles du § 1.1 du présent Avis.

L'entreprise de pose doit effectuer la pose des inserts Keils, ainsi que des agrafes. Le montage inserts/agrafes et vis sera conforme aux prescriptions du Dossier Technique (cf. § 3.22).

Les inserts Keils avec leurs vis lui sont systématiquement et impérativement fourni par le transformateur certifié pour HI-MACS®.

Tous les autres éléments (les rails, profils d'ossature primaire, les pattes-équerres, les pattes-agrafes, les vis et les chevilles) sont directement approvisionnés par le poseur en conformité avec la description qui en est faite au Dossier Technique.

2.25 Mise en œuvre

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

La Société LG Hausys apporte, sur demande de l'entreprise de pose, son assistance technique.

Les inserts sont mis en place sur chantier par un personnel bénéficiant d'une formation faisant l'objet d'une attestation de formation nominative délivrée par LG Hausys, ou en atelier par le transformateur.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

Un calepinage préalable doit être prévu pour permettre de définir le nombre et le positionnement des inserts par plaque ainsi que le type de joint entre panneau (cf. §9.5 du Dossier Technique). Il n'y a pas de sens particulier de pose.

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'ATE ou ETE selon les ETAG 001, 020 ou 029 ou DEE correspondant.

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

Ossature aluminium

L'ossature sera de conception librement dilatable, conforme aux prescriptions du document « Règles générales de conception et de mise en œuvre de l'ossature métallique et de l'isolation thermique des bardages rapportés faisant l'objet d'un Avis Technique » (*Cahier du CSTB* 3194 et son modificatif 3586-V2), renforcées par celles ci-après :

- Aluminium : série 3000 minimum et présentant une limite d'élasticité Rp0,2 supérieure à 180 MPa.
- L'ossature peut être composée de profil BWM en alliage aluminium de type EN-AW 6063 T66 (cf. §3.5 du Dossier Technique).
- La coplanéïté des montants devra être vérifiée entre montants adjacents avec un écart admissible maximal de 2 mm.
- La résistance admissible des pattes-équerres aux charges verticales à prendre en compte doit être celle correspondant à une déformation sous charge égale à 1 mm.
- L'entraxe des montants est au maximum de 600 mm.

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

2.32 Conditions de mise en œuvre

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

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du système HI-MACS® dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 mars 2022.

Pour le Groupe Spécialisé n°2.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Il s'agit d'une nouvelle demande.

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

La pose en zones sismiques est restreinte.

Cet Avis Technique est assujetti à une certification de produits portant sur les panneaux HI-MACS®.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°2.2

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Le système de façade HI-MACS® est un procédé de bardage rapporté constitué de panneaux à base de résine acrylique et de charges minérales. Les panneaux HI-MACS® sont percés en usine et des inserts en acier inoxydable sont encastrés dans les trous borgnes.

Lors de la mise en œuvre, les panneaux sont directement fixés sur les rails horizontaux en aluminium par les agrafes munis des inserts Keil. L'ossature verticale est solidarisée à la structure porteuse par des pattes-équerres. Les joints horizontaux et verticaux peuvent être ouverts, fermés ou à recouvrement.

2. Domaine d'emploi

- Mise en œuvre du bardage rapporté sur parois planes et verticales, neuves ou préexistantes, en maçonnerie d'éléments enduits (conforme au NF DTU 20.1) ou en béton (conforme au DTU 23.1), situées en étage et rez-de-chaussée.
- Mise en œuvre possible aussi en plans inclinés sur fruit négatif de 0° à 90° et en habillage de sous-faces de supports plans et horizontaux en béton, neufs ou déjà en service, inaccessibles (à plus de 3 m du sol), et sans aire de jeux à proximité, et selon les dispositions décrites dans le § 9.7 du Dossier Technique.
- Les panneaux peuvent être mis en œuvre en linteaux de baie.
- Exposition au vent correspondant à des pressions et dépressions sous vent normal selon les règles NV65 modifiées, de valeur maximale de 1500Pa avec :
  - un entraxe de fixation des agrafes de 600mm maximum,
  - un entraxe maximum entre montants d'ossature de 600mm,
  - un entraxe maximum entre rails horizontaux de 600mm,
  - distance aux bords entre 100 et 150mm.
- Le procédé de bardage rapporté HI-MACS® peut être mis en œuvre en zones de sismicité et bâtiments suivant le tableau ci-dessous (selon l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs) :

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV
1	✕	✕	✕	✕
2	✕	✕	❶	
3	✕	❷		
4	✕	❷		

✕	Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté
❶	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[11] des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014),
❷	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[1] des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).
	Pose non autorisée

Pour des hauteurs d'ouvrage ≤ 3,5 m, la pose en zones sismiques du procédé de bardage rapporté HI-MACS® est autorisée sans disposition particulière, quelles que soient la catégorie d'importance du bâtiment et la zone de sismicité (cf. Guide ENS).

[1] Le paragraphe 1.1 de la norme NF P06-014 décrit son domaine d'application

3. Eléments et Matériaux

3.1 Panneaux HI-MACS®

Panneaux massifs et homogènes, composés de 40% de résines polymères acryliques de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), de 60% de Tri-hydroxyde d'aluminium (THA), de pigments de couleur naturelle, et de catalyseurs.

Caractéristiques dimensionnelles

- Format standard de fabrication des panneaux :

  760 mm (largeur) x 3670 mm (Longueur)

  Dimension de pose des panneaux :
  - Minimum : 300 x 300 mm
  - Maximum :3670 mm (largeur) x 4600 mm (Longueur)

  Cette dimension est obtenue grâce au collage en atelier avec la colle HI-MACS® (cf. §4 et 7). La référence de colle dépend du coloris de panneau.
- Epaisseurs : 12 mm
- Tolérances dimensionnelles des panneaux standards de fabrication :
  - Longueur et Largeur : - 0 / + 10 mm
  - Epaisseur : 12 mm ± 0.4 mm
  - Planéité : < 2mm/m
  - Equerrage : < 1mm/m
- Tolérances dimensionnelles sur panneaux découpés au format :
  - Longueur et Largeur : ± 3 mm
  - Epaisseur : 12 mm ± 0.5 mm
  - Planéité : < 2mm/m
  - Equerrage : < 1mm/m
- Découpage, usinage :
  - Tolérances dimensionnelles des panneaux sur demande : ± 1 mm
- Pré-perçage d'insert KEIL :
  - L'entraxe maximum horizontal : 600 mm
  - L'entraxe maximum vertical : 600 mm
  - La distance minimum entre centre d'insert et aux bords : 100 mm
  - La distance maximum entre centre d'insert et aux bords : 150 mm
- Masses surfaciques nominales :
  - 12 mm : 20,86 kg/m²
- Finition standard des panneaux sortis d'usine : mate.

  Une finition mate, semi-brillance, et haute brillance peut être obtenue en atelier par un transformateur certifié IQB.
- Coloris des panneaux standards : 1 coloris standard Blanc Alpin (Alpine White S828(H16))

  Ce coloris est suivi par le CSTB sur la base du système de contrôle de production interne de fabrication.

  D'autres teintes et aspects validés en usine peuvent être proposés dans le cadre de l'élargissement de la gamme actuelle sur la base du suivi interne de fabrication et du suivi externe du CSTB.

Caractéristiques mécaniques

Les autres caractéristiques des éléments sont données dans le tableau 1 en fin de Dossier Technique.

3.2 Agrafes

L'agrafe spécifique au montage des panneaux est l'agrafe BWM ATK 103 P-20 pour Keil *(cf. fig. 6a, 6b et 6c)*. Elle est filée en alliage d'aluminium de type EN-AW 6063 T66, conforme à la norme NF EN 755-2 et comporte une partie en caoutchouc cellulaire intégrée à réception.

Il y a trois types d'agrafes à l'arrière des panneaux de HI-MACS® *(cf. fig. 6c)*. Le positionnement des agrafes sur le panneau est présenté en *figure 7*.

L'agrafe fixe et celle de réglage sont deux mêmes pièces. Cependant, pour l'agrafe fixe, deux pièces-U sont fixées avec des vis de part et d'autre de l'agrafe *(cf. fig. 6c)*.

Les positionnements d'agrafe simple ou double sont de trois types ;

- L'agrafe fixe, qui bloque horizontalement et verticalement le panneau, est positionnée à l'extrémité gauche et sur la lisse haute du panneau,
- L'agrafe de réglage, qui se situe à l'extrémité droite et sur la lisse haute du panneau, bloque verticalement le panneau mais permet la dilatation horizontale,
- L'agrafe standard, qui est utilisée pour tous les autres points de fixation, permet la dilatation horizontale et verticale.

Les agrafes sont de deux largeurs différentes : 36 mm et 140 mm. Elles comportent obligatoirement un trou hexagonal pour l'agrafe simple de 36 mm, et deux trous hexagonaux pour l'agrafe double de 140mm, destinés à recevoir respectivement le ou les inserts Keil au dos du panneau HI-MACS®. Ces agrafes sont fournies pré-percées par le fournisseur d'agrafes *(cf. fig. 6a, 6b et 6c).*

L'agrafe fixe et l'agrafe de réglage sont posées uniquement sur la lisse supérieure de chaque panneau. L'agrafe fixe est systématiquement positionnée à l'extrémité gauche du panneau, et l'agrafe de réglage à l'extrémité droite. L'agrafe fixe et celle de réglage possèdent une vis de réglage (M6) permettant d'assurer l'horizontalité du panneau *(cf. fig. 6a, 6b et 6c).*

L'agrafe fixe et celle de réglage, présentent sur la lisse horizontale haute, reprennent le poids propre du panneau, en plus des charges de vent. Les autres agrafes assurent la stabilité au vent.

Si la surface des panneaux est égale ou inférieure à 10m², l'agrafe simple est utilisée, au-delà il faut utiliser l'agrafe double *(cf. fig. 7)*.

- Agrafe simple fixe : BWM ATK 103 P-20 réf.#28636,
- Agrafe simple de réglage : BWM ATK 103 P-20 réf.#28636,
- Agrafe double fixe : BWM ATK 103 P-20 réf.#028140,
- Agrafe double de réglage : BWM ATK 103 P-20 réf.#028140,
- Agrafe standard: BWM ATK 103 P-20 réf.#28536.

Le positionnement des agrafes correspond aux inserts placés en partie arrière des panneaux selon le calepinage établi par l'entreprise de pose en accord avec le transformateur certifié QB LG Hausys et le titulaire de l'Avis Technique.

3.3 Fixations des agrafes au dos des panneaux

L'insert Keil doit être positionné dans le trou borgne. Il est interdit d'insérer une rondelle entre l'insert et le panneau HI-MACS® ou entre la vis et l'insert *(cf. fig. 3a et 3b)*.

Le trou hexagonal doit être parfaitement adapté à la tête hexagonale de l'insert Keil. La tête de l'insert doit être à fleur avec l'agrafe.

Les agrafes sont fixées au dos des panneaux au moyen d'une vis aveugle inox à tête hexagonale fabriquée par la Société Keil et de référence M6 x 13 Hs=8.5 (tête hexagonale de 17 mm et corps de vis de 13 mm, cf. *fig. 3b).*

Elle est vissée en exerçant une légère pression sur l'agrafe. Le déploiement de l'insert Keil permet alors de venir bloquer la vis grâce aux 4 contre-dépouilles qui forment cet insert à verrouillage de forme.

Immobilisation horizontale des agrafes fixes

L'immobilisation horizontale des agrafes fixes est assurée par deux pièces-U positionnées de part et d'autre de celle-ci *(cf. fig. 6c, montage d'agrafe fixe).* Les pièces-U sont en inox 1.4016 et sont fournis avec les agrafes. Ces deux pièces-U sont fixées aux lisses horizontales avec des vis auto-perceuses MD 4,2 x 16, Würth Zebra Pias SHR-BO-LIKPF- AW20 (Art. 020614216). Ces vis sont en INOX 1.4301 A2.

3.4 Rails horizontaux (C)

Les rails spécifiques au montage des panneaux sont les rails BWM ATK 103 P-20 3mm réf.#668420 *(cf. fig. 5).*

Les profils ATK 103 P-20 sont filés en alliage d'aluminium de type EN-AW 6063 T66 conforme à la norme NF EN 755-2, selon des tolérances dimensionnelles conformes à la norme NF EN 755-9, et fournis en longueur maximale de 3,7 m.

Les profils ATK 103 P-20 courants sont fixés sur les montants verticaux conformes au *Cahier du CSTB* 3194.

L'aboutage des profils n'est pas autorisé. La jonction des profils ATK 103 P-20 est positionnée obligatoirement au droit d'un montant au profilé en T d'une largeur de 100 mm. Les rails de chaque côté de la jonction doivent être fixés sur au moins 2 appuis. La liaison, sur un de ces côtés, ne doit pas être éloignée de plus de 250mm de l'ossature primaire verticale.

3.5 Fixations des rails horizontaux sur l'ossature primaire

Les rails BWM ATK 103 P-20 3mm sont fixés sur les ossatures primaires décrites au §3.6 avec des rivets aveugles SNA 5x12 K14 à raison de deux rivets par jonction entre le rail et l'ossature primaire *(cf. fig. 1 étape 3).* Ces rivets aveugles SNA 5x12 K14 doivent être constitués d'une douille en alliage d'aluminium EN AW 5754 et d'un mandrin en inox 1.4541.

3.6 Ossature aluminium (T)

Le système d'ossature de conception librement dilatable est conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB* 3194 et son modificatif 3586-V2.

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

La longueur des profilés est limitée à 6 m et de largeur vue 100 mm minimum aux extrémités de panneau et du 40mm en intermédiaire *(cf. fig. 9)*.

L'ossature peut être composée des éléments en alliage d'aluminium de type EN-AW 6063 T66 suivants :

- Profil BWM ATK 100 Minor T100/ 52/ 2 réf.#632700 *(cf. fig. 4)* de longueur 6m pour les montants au droit des joints verticaux entre panneaux,
- Profil BWM ATK 100 Minor T40/ 52/ 2 réf.# 632740 *(cf. fig. 4)* de longueur 6m pour les montants intermédiaires.

3.7 Isolant

Isolant, certifié ACERMI, conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB* 3194 et son modificatif 3586-V2.

3.8 Accessoires associés

Les plaques d'appui de baies, les tableaux et les linteaux peuvent être réalisés en panneaux HI-MACS® sur ossature propre ou en profilés d'habillage métalliques usuellement utilisés pour la réalisation des points singuliers des bardages traditionnels.

4. Fabrication

Les panneaux HI-MACS® sont fabriqués par la Société LG Hausys dans son usine en Corée du Sud.

La fabrication des panneaux HI-MACS® s'effectue selon les différentes phases suivantes :

- Réception des matières premières,
- Mélange des matières premières (ATH, MMA, PMMA, pigments et catalyseur),
- Coulée des panneaux dans une ligne continue,
- Usinage et Découpage au format standard,
- Ponçage,
- Calibrage,
- Contrôle qualité,
- Conditionnement, marquage et emballage.

La transformation des panneaux HI-MACS® s'effectue chez les transformateurs certifiés QB LG Hausys, sur la base de l'engagement à respecter un cahier des charges, selon les différentes phases suivantes :

- Découpage pour mise à format,
- Perçage inserts,
- Si collage utiliser exclusivement de la colle LG HI-MACS®,
- La polymérisation complète avec le temps de séchage est de 75±10 minutes à 17-25°c,
- Nettoyer les joints à l'alcool,
- Jointer les éléments à coller par serrage avec des serre-joints.
- Ponçage,
- Conditionnement, marquage et emballage.

5. Contrôles de fabrication

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

Le fabricant bénéficie d'un certificat QB.

Sur matières premières

Cahier des charges du fournisseur,

- Contrôle de la charge de Tri-hydroxyde d'aluminium,
- Contrôle de la résine Acrylique PMMA et MMA,
- Contrôle des pigments,
- Contrôle des additifs,

En cours de fabrication

- Contrôles dimensionnels ;

  Épaisseur, largeur, longueur, Planéité, Equerrage, une fois tous les 50 panneaux.
- Contrôles de la couleur par spectrophotomètre (L, a, b, ΔE) une fois tous les 10 panneaux,
- Contrôle des défauts visuels de surface à chaque panneau selon NF EN ISO 19712-2-5.

Sur produits finis

- Contrôle de la densité NF EN ISO 1183 une fois par lot de fabrication 1.63 g/mL ≤ D ≤ 1.83 g/mL,
- Stabilité dimensionnelle à 70° C, selon EN 438-2 partie 17 un panneau par lot de fabrication,
- Résistance au choc d'une bille de grand diamètre NF EN ISO 19712-2,8 une fois par lot de fabrication : ≥1800mm,
- Résistance UV NF EN ISO 19712-2,9 une fois par lot de fabrication,
- Contrôle de la dureté Barcol NF EN ISO 19712-2,15 une par lot de fabrication : ≥ 58.
- Dimensionnels (longueur, Largeur, épaisseur) après transformation sur demande : ± 1 mm

Valeurs certifiées QB :

- Résistance à l'arrachement des inserts (Méthode B3 annexe 4 du Référentiel de la marque QB15) ≥ 4,5 KN une fois par semaine en fabrication.
- Résistance en flexion selon NF EN ISO 178 une fois par lot de fabrication : contrainte ≥ 65 MPa, module ≥ 8900 MPa.

6. Identification du produit

Les panneaux HI-MACS® bénéficiant d'un certificat QB sont identifiables par un marquage conforme aux « Exigences particulières de la Certification QB des bardages rapportés, vêtures et vêtages, et des habillages de sous-toiture » et comprenant notamment :

Sur le produit

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

Sur les palettes

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

7. Fourniture et assistance technique

La Société LG Hausys ne pose pas elle-même ; elle distribue et livre les panneaux HI-MACS® du système de façade HI-MACS® à des transformateurs certifiés QB.

Tous les autres éléments (fixations, pattes-équerres, ossature primaire, rails, agrafes…) sont directement approvisionnés par le poseur, en conformité avec les préconisations du présent Dossier Technique.

La Société LG Hausys livre des panneaux aux dimensions standards d'usine qui doivent obligatoirement être découpés, usinés, collés et prépercés (de trous borgnes destinés à recevoir les inserts) chez les transformateurs certifiés QB pour LG Hausys, sur la base de l'engagement à respecter un cahier des charges.

A partir des formats standards d'usine les transformateurs certifiés QB pour LG Hausys peuvent réaliser tous types de sous-formats rectangulaires adaptés au calepinage de l'ouvrage préalablement établi, dans la limite du format maximum de pose (H x L) 4600 x 3670 mm.

Les inserts sont mis en place sur chantier par un personnel bénéficiant d'une formation faisant l'objet d'une attestation de formation nominative délivrée par LG Hausys, ou en atelier par le transformateur.

La société LG Hausys Europe dispose d'un service technique qui peut apporter, à la demande du poseur, une assistance technique tant au niveau de l'étude d'un projet qu'au stade de son exécution.

Transport

Le transport des plaques doit être fait par porteur ou semi-remorque directement au client ou chantier pour éviter d'autre déchargements ou chargements. Si les plaques on des petits formats et la quantité est faible, elles sont expédiées sur un emballage caisse en bois. Si elles excèdent les 1200 mm en largeur et 2000/2500 mm en longueur, elles sont expédiées sur un chevalet. Les plaques au-delà de 2500 mm doivent être obligatoirement posées à plat, les unes sur les autres, avec des entretoises en bois positionnées entre chaque plaque pour éviter le frottement entre plaques et protéger la face poncée.

8. Mise en œuvre de l'isolation thermique et de l'ossature primaire

8.1 Isolation thermique

L'isolant, certifié ACERMI, est mis en œuvre conformément aux prescriptions des « 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 et son modificatif 3586-V2).

8.2 Ossature aluminium

La mise en œuvre de l'ossature métallique sera conforme aux prescriptions du *Cahier du CSTB* 3194 et son modificatif 3586-V2, renforcées par celle ci-après :

- La coplanéïté 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 600 mm (*cf. fig. 9*).

9. Mise en œuvre

9.1 Principes généraux de pose

Lors du transport et du stockage sur site, les panneaux de façade sont protégés des dommages. Ls panneaux de façade ne doivent pas être accrochés de manière brusque (si nécessaire, un appareil de levage devra être utilisé pour accrocher les panneaux de façade). Les panneaux de façade avec des amorces de fissures ne doivent pas être installées.

Les opérations de pose se font soit à partir d'un échafaudage, soit à partir d'une nacelle ciseaux, ou plate-forme à crémaillère. Des palonniers et des ventouses peuvent être utilisés pour faciliter leur manipulation.

Ce bardage nécessite un calepinage préalable, avec localisation des inserts, établi par l'entreprise de pose en accord avec le transformateur certifié QB pour LG Hausys ayant fourni les panneaux et le titulaire de l'Avis Technique.

La pose s'effectue du bas vers le haut par rangées horizontales successives. L'entreprise de pose positionne les agrafes au droit de l'insert Keil M6 x 13 Hs=8.5 (tête hexagonale de 17 mm et corps de vis de 13 mm). Les panneaux HI-MACS®, munis d'agrafes fixées au dos, sont présentés en face des rails et glissés vers le bas jusqu'à l'emboitement des agrafes dans les rails.

Les opérations suivantes doivent être réalisées lors de la pose :

- Traçage et découpage selon calepinage préalable,
- Mise en place des ossatures aluminium verticales,
- Mise en place des rails aluminium horizontaux,
- Réglage de : planéité, verticalité, horizontalité, entraxes des ossatures selon calepinage préalable,
- Fixation des agrafes au dos des panneaux HI-MACS®,
- Pose des panneaux,
- Traitement des points singuliers.

9.2 Mise en place des rails horizontaux

La fixation des rails BWM ATK 103 P-20 est effectuée à niveau sur l'ossature primaire avec des rivets à raison de deux rivets par jonction entre le rail et le profilé vertical *(cf. fig. 1)*.

Les trous pour les rivets peuvent-être pré-mesurés et forés chez les fournisseurs d'ossature.

Les rails BWM ATK 103 P-20 admettent des porte-à-faux maximums de 250mm.

Un système de gabarit (*cf. fig.28*) est utilisé pour poser des lisses horizontales parallèles. Un gabarit est utilisé afin de garantir une précision des entraxes de rail horizontal à la mise en œuvre. Le gabarit sera composé de 4 agrafes standards, positionnées en entraxe de 600mm (Verticale) et de 1000mm (Horizontal).

Le principe d'utilisation du gabarit est le suivant :

- Poser le rail de départ de niveau définitivement avec des rivets.
- Poser les rails suivants à l'aide des serre-joints provisoirement.
- Emboîter le gabarit sur le rail de départ et les rails suivants.
- Vérifier le positionnement des rails suivants. Ajuster si nécessaire.
- Poser le rail de départ de niveau définitivement avec des rivets.

9.3 Pose des panneaux

9.31 Fixation des agrafes au dos des panneaux

Le positionnement des agrafes sur le panneau est présenté en *figure 7*.

Les agrafes fixes et celles de réglages sont placées sur la lisse horizontale haute. Les agrafes standards sont positionnées sur l'ensemble des lisses horizontales, lisse haute comprise.

L'agrafe fixe est positionnée à l'extrémité gauche du panneau, et celle de réglage à l'extrémité droite. Ensemble, elles reprennent les charges liées au poids propre du panneau, et une partie des charges liées au vent. Les agrafes standards assurent la stabilité au vent.

La mise en place de l'insert Keil à tête hexagonale devra être effectuée par l'entreprise de pose sur le chantier. Cette opération sera effectuée sur un plan de travail horizontal, panneau à plat, avec la face vue contre ce plan.

L'entreprise de pose devra s'assurer que les agrafes, une fois fixées au panneau, ne sont pas trop serrées. En effet, les agrafes doivent pouvoir être tournées manuellement après avoir été fixées afin d'assurer leur alignement parfait et ainsi permettre leur emboitement sur la lisse horizontale lors de la pose du panneau.

Le poseur doit s'assurer que les agrafes fixées au dos des panneaux HI-MACS® sont alignées horizontalement en emboitant un rail vide BWM ATK 103 P-20 dans ces différentes agrafes.

9.32 Installation d'insert Keil

L'installation de l'insert se fait conformément aux spécifications et aux plans de construction à l'aide des outils indiqués dans les instructions d'installation qui est fourni par Keil.

La vis est fixée avec un couple de serrage entre 2,5Nm et 4,0Nm à l'aide d'une clé dynamométrique calibrée.

9.4 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.

9.5 Traitement des joints

La largeur du panneau HI-MACS® est variable et peut atteindre 3,67 mètres. La hauteur maximale des panneaux LG HI-MACS® peut atteindre 4,6 mètres.

Les joints ouverts, fermés ou à recouvrement permettent le mouvement libre des panneaux lors de la dilatation de ceux-ci *(cf. fig.12)*.

Les joints verticaux et horizontaux sont ouverts, fermés (par un profilé « chaise » ou façonnés métalliques *(cf. fig. 12)*) ou à recouvrement pour des panneaux de largeur ou d'hauteur 2000 mm.

Pour les largueurs et hauteurs supérieures à 2000mm, les joints sont fermés ou à recouvrement. Le détail des joints est présenté en *figure 12*.

Le coefficient de dilatation thermique à prendre en compte est de $45x10^{-6}$ mm/mm/° C pour un delta de température de 80°C (min :- 20ºC/max : 60ºC).

La détermination du jeu de dilation X en mm des panneaux est indiquée dans les tableaux ci-dessous, en considérant les tolérances de fabrication et un delta de températures de 80ºC, selon les équations suivantes :

$$X = (45x10^{-6}) \times (L \text{ ou } H) \times 80$$

X = jeu de dilatation (mm)

L = largeur du panneau (mm)

H = hauteur du panneau (mm)

Largeur: L (mm)	X (mm)	Type de joint
0 ≤ L < 1200	5	Ouvert, Fermé, ou Joint à recouvrement
1200 ≤ L < 1400	6	
1400 ≤ L < 1700	7	
1700 ≤ L < 2000	8	
2000 ≤ L < 2300	9	Fermé ou Joint à recouvrement
2300 ≤ L < 2600	10	
2600 ≤ L < 2800	11	
2800 ≤ L < 3100	12	
3100 ≤ L < 3400	13	
3400 ≤ L ≤ 3670	14	

Hauteur: H (mm)	X (mm)	Type de joint
0 ≤ L < 1200	5	Ouvert, Fermé, ou Joint à recouvrement
1200 ≤ L < 1400	6	
1400 ≤ L < 1700	7	
1700 ≤ L < 2000	8	
2000 ≤ L < 2300	9	Fermé ou Joint à recouvrement
2300 ≤ L < 2600	10	
2600 ≤ L < 2800	11	
2800 ≤ L < 3100	12	
3100 ≤ L < 3400	13	
3400 ≤ L ≤ 3700	14	
3700 ≤ H < 3900	15	
3900 ≤ H < 4200	16	
4200 ≤ H < 4600	17	

9.6 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 aux cahiers CSTB 3316-V2 et 3194 et son modification 3586-V2.

9.7 Pose sur parois inclinées avec fruit négatif de 0 à 90°

9.71 Pose sur des parois à fruit négatif de 0° à 15°

Mise en œuvre possible sur paroi à fruit négatif de 0° à 15° sans autres dispositions particulières que celles décrites aux paragraphes précédents.

9.72 Pose en linteaux de baie et sur des parois à fruit négatif de 15° à 90°

La mise en œuvre en linteaux de baies et en habillage de sous faces est admise pour le système HI-MACS® sur les parois horizontales en béton neuves ou déjà en service inaccessibles (à plus de 3 m du sol), sans aire de jeux à proximité, en respectant les préconisations suivantes :

- Le format maximal des panneaux est limité à 760x3670mm.
- Les entraxes entre les ossatures primaires, les rails horizontaux et les agrafes ne pourront excéder 500mm.
- Une agrafe sur la première rangée doit être obligatoirement fixée par une vis de blocage (vis auto-perceuse 5.5/50mm) pour l'anti-dévêtissement (*cf. fig. 24*).
- L'ossature de la sous-face doit être indépendante des ouvrages de façade.
- La distance des inserts aux bords des panneaux est entre 100 mm et 150 mm.
- Les pattes-équerres sont positionnées de part et d'autre de l'ossature doublées en vis-à-vis.
- Les entraxes entre équerres seront à calculer en fonction des contraintes dues au poids propre de l'ensemble, et à étudier au cas par cas.
- L'ossature devra faire l'objet, pour chaque chantier, d'une note de calcul établie par l'entreprise de pose assistée, si nécessaire, par la Société LG Hausys.
- Mise en œuvre d'un profilé rejet d'eau ou constitution d'un déport goutte d'eau en pied de bardage rapporté.

9.8 Points singuliers

Les figures 13 à 26 constituent un catalogue d'exemples de solution pour le traitement des points singuliers.

10. Entretien et réparation

10.1 Entretien

Les panneaux HI-MACS® sont faciles à nettoyer et ne nécessitent aucun entretien spécial. La nature non poreuse de la résine de surface évite la pénétration des salissures dans le panneau. Seul un nettoyage périodique est donc prévu.

10.2 Nettoyage

Pour nettoyer, utiliser simplement une serpillière humectée d'eau et une brosse de nettoyage. La surface doit être préalablement humidifiée avant de lui appliquer en mouvements circulaires, à l'aide d'une éponge Scotch Brite® bleue, un produit de nettoyage en crème douce contenant des microparticules.

Taches plus difficiles

Dans le cas de panneaux salis par des substances tenaces tels que les résidus de colle, d'encre, de peinture, de rouge à lèvres ou autres, nettoyer avec une lessive neutre. L'emploi de ces nettoyants chimiques doit se faire dans le respect des règles d'hygiène et de sécurité.

Taches causées par l'éraflure

L'utilisation de papier de verre (de gros #600 à grain fin #100) ou d'un tampon à récurer peut permettre l'élimination des éraflures ou autres taches présentes sur les panneaux. En cas d'éraflure profonde, un remplissage à la colle suivi d'un ponçage peut être envisagé, ou encore la découpe et le remplacement de la pièce.

10.3 Remplacement d'un panneau

Un schéma de principe du remplacement d'un panneau est présenté en figure 27.

Pour réaliser la manipulation qui suit, le poseur doit être assisté par un transformateur certifié pour LG Hausys.

Découper une bande de 2 cm en partie haute du panneau HI-MACS® afin de pouvoir le sortir. Il faut ensuite retirer les deux Pièces-U de part et d'autre de l'agrafe fixe. Remplacer le panneau et le remettre en position. Procéder ensuite au collage sur le haut du panneau d'une bande de panneau HI-MACS® de 2 cm avec de la colle rigide HI-MACS®. Respecter le temps de polymérisation de la colle. Vous pourrez ensuite procéder au ponçage de la surface du joint et du panneau pour faire disparaitre la retouche.

La réalisation du collage doit se faire dans des conditions optimales de polymérisation (idéalement entre 10-20°C) et de propreté de l'environnement.

Le panneau aura été percé d'un trou de forme conique au préalable, en usine, de façon précise sur CNC par le transformateur certifié pour HI-MACS®. Le point fixe est alors réalisé par l'insertion d'une vis autoperceuse de 5,5/50 mm au travers de ce percement, de l'agrafe et du rail. Le transformateur peut ensuite boucher l'orifice par le collage d'un bouchon conique, puis poncer. La forme conique du bouchon rend l'intervention imperceptible. L'aspect de la face avant du panneau sera ainsi préservé.

B. Résultats expérimentaux

Le procédé a fait l'objet des essais suivants :

- Densité et coefficient de dilatation thermique : rapport d'essais MPA n° P 1804-128a du 4 juillet 2018.
- Essais de flexion, de traction au droit des joints collés, arrachement d'inserts après vieillissement : rapport d'essais CSTB n° FaCeT 18-26074727/D du 6 septembre 2018.
- Essais initiaux : rapport d'essais n°21247447_002 du TÜVRheinland selon la NF EN ISO 19712-2 :2007.
- Détermination du PCS : rapport d'essais Crepim n°2078/01/339 A-1 du 23 mai 2018.
- PV de classement de réaction au feu Crepim n°2078/01/339 A-1 du 23 mai 2018, pour les panneaux HI-MACS S828 Alpine White. Classement M1.

  Cet essai valide les dispositions suivantes :
  - Epaisseur nominale : 12mm,
  - Masse volumique nominale : 1750 kg/m^3,
  - Coloris validés : S828 Blanc Alpin.

Essais système

- Essais de résistance aux effets du vent : rapport d'essais CSTB n° FaCeT 18-26074727/A et C du 6 septembre 2018.
- Essais de résistance aux chocs : rapport d'essais CSTB n° FaCeT 18-26074727/B du 6 septembre 2018.

C. Références

C1. Données Environnementales[2]

Le procédé HI-MACS® ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

C2. Autres références

En France 1 000 m² ont été réalisés depuis 2010.

Dans le monde, 35 000 m² ont été réalisés depuis 2009.

[2] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 - Caractéristiques des éléments

Caractéristiques	**Valeur**	**Méthodes d'essai**
Coefficient de dilatation thermique	$45x10^{-6}$ [l/°C]	EN 14581
Masse volumique	1,738 [g/cm³]	ISO 1183
Module d'élasticité	8900 [MPa]	EN ISO 178
Résistance à la flexion	65 [MPa]	EN ISO 178
Résistance au choc d'une bille de grand diamètre	≥ 1800 mm, pas de fissure	ISO 19712-2 §8
Résistance à la chaleur sèche et humide	Pas de fissure, ni de cloque visible.	ISO 19712-2 §12
	4-5	ISO 19712-2 §13 (méthode A)
	5	ISO 19712-2 §13 (méthode B)
Dureté	289 N/mm²	ISO 19712-2 §15 (Balle indentation dureté)
	120	ISO 19712-2 §15 (Dureté Rockwell)

Sommaire des figures

Tableau 1 - Caractéristiques des éléments 9
Sommaire des figures 10
Figure 1 – Schéma de principe d'assemblage d'ossature métallique et de Panneau 12
Figure 2 - Procédure de contrôle dimensionnel du forage 13
Figure 3a - Géométrique de KEIL-1 14
Figure 3b - Géométrique de Keil-2 15
Figure 4 - Ossature primaire 16
Figure 5 - Rail horizontale 16
Figure 6a - Agrafe simple 17
Figure 6b - Agrafe double 18
Figure 6c - Agrafes 3D 19
Figure 7 - Positionnement des types d'agrafes 20
Figure 8 - Reprise de la dilatation 21
Figure 9 - Entraxe des ossatures et des agrafes 22
Figure 10 - Coupe horizontale selon la surface de panneau 23
Figure 11 - Coupe verticale 23
Figure 12 - Différents traitements du joint vertical et joint horizontal 24
Figure 13 - Arrêt sur acrotère 25
Figure 14 - Départ de bardage 25
Figure 15 - Compartimentage horizontal de la lame d'air 26
Figure 16 - Joint de dilatation 26
Figure 17 - Angle rentrant 27
Figure 18 - Angle sortant 27
Figure 19 - Linteau de baie avec habillage en tôle 28
Figure 20 - Linteau de baie avec habillage en panneau HI-MACS® 28
Figure 21 - Tableau de baie avec habillage en tôle 29
Figure 22 - Tableau de baie avec habillage en panneau HI-MACS® 29
Figure 23 - Appui de baie 30
Figure 24 - Habillage de sous-face 31
Figure 25 - Fractionnement de l'ossature : Montants en aluminium de longueur ≤ 3 m 32
Figure 26 - Fractionnement de l'ossature : Montants en aluminium de longueur comprise entre 3m et 6m 32
Figure 27 - Remplacement d'un élément 33
Figure 28 – Gabarit 34

Légende

1	Panneau
2	Cheville
3	Patte-équerre
4	Ossature primaire
5	Rails
6	Agrafe
7	Pièce-U
8	Insert
9	Rivet
10	Vis auto-perceuse
11	Vis de réglage
12	Béton
13	Isolant
14	Couvertine
15	Bavette
16	Grille anti-rongeur
17	Couvre-joint
18	Tôle de compartimentage
19	Tôle de fractionnement

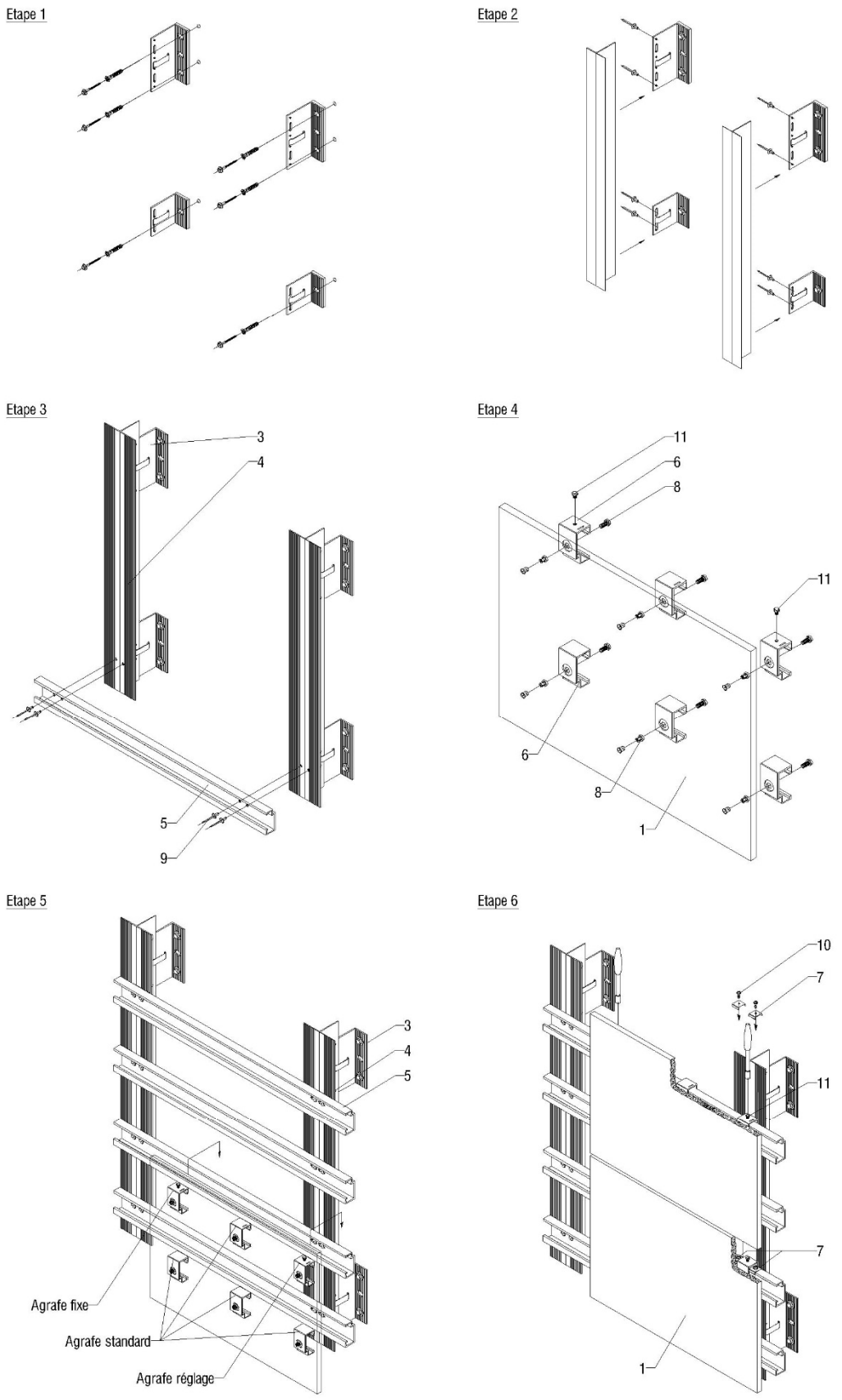
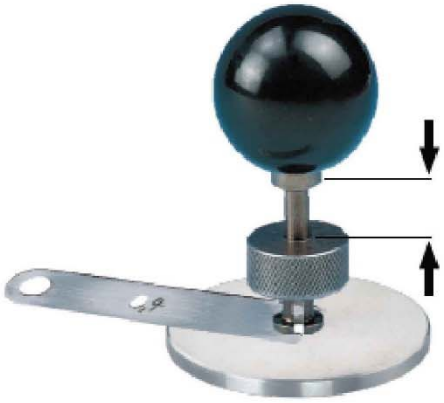


Figure 1 – Schéma de principe d'assemblage d'ossature métallique et de Panneau

Insérer la partie de base de la jauge de contrôle dans le trou usiné pour le logement de l'insert.

1. Mettre la jauge en position de blocage.



2. Placer la cale d'épaisseur entre le panneau et la partie de base de la jauge de contrôle. Le trou usiné est conforme si vous ne pouvez pas repousser la jauge jusqu'á la partie de base.

Cas de mauvais forage:

Vous ne pouvez pas repousser la jauge jusqu'á la partie de base sans la cale d'épaisseur.

Défaut: L'usinage du trou est trop profond.

Vous pouvez pousser la jauge jusqu'á la partie de base avec la cale d'épaisseur.

Défaut:
-L'usinage du trou n'est pas assez profond.
-Foret usé

Figure 2 - Procédure de contrôle dimensionnel du forage

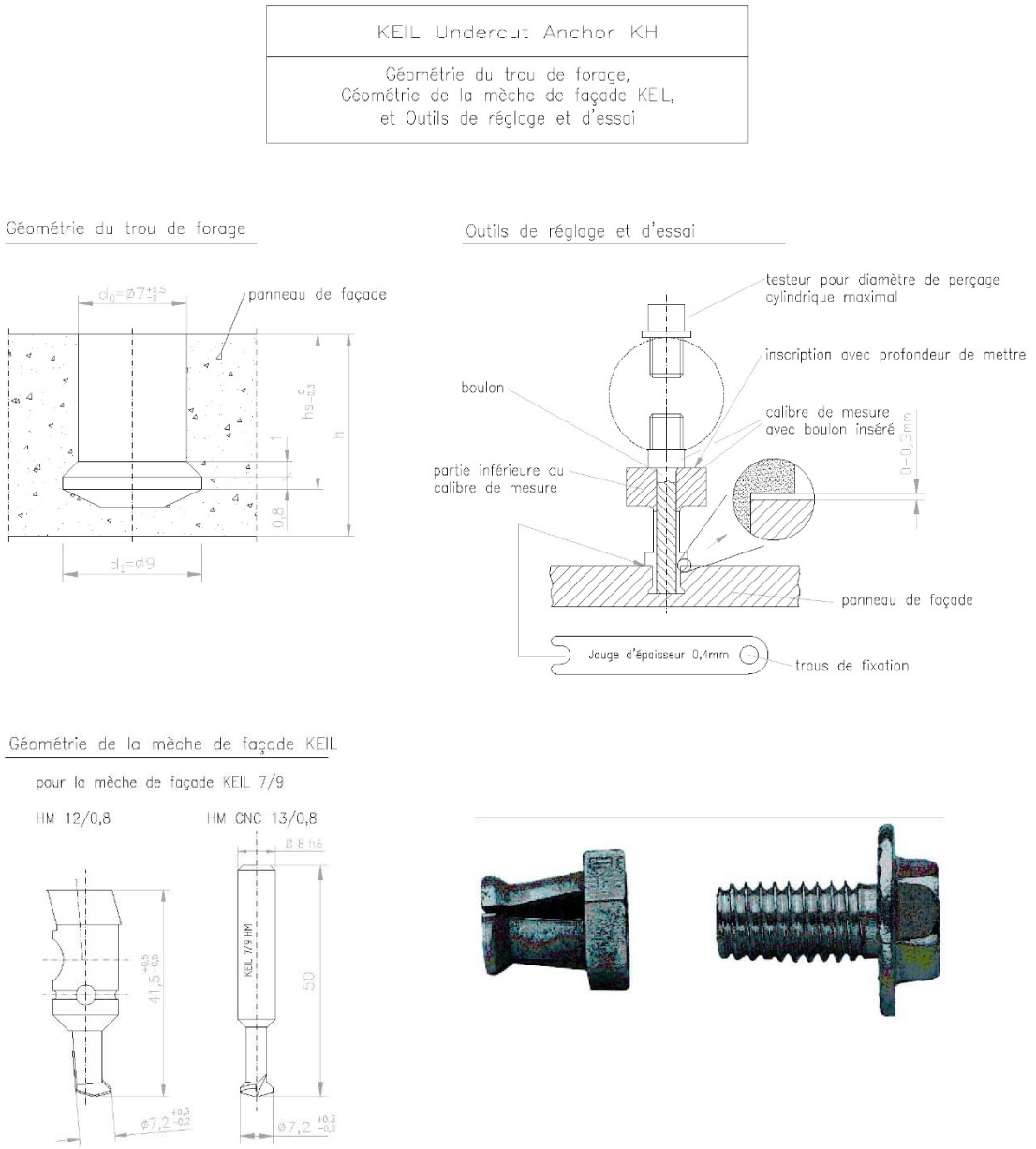
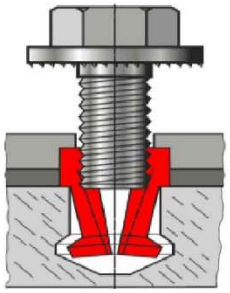
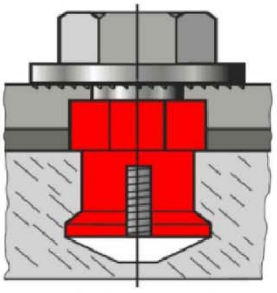


Figure 3a - Géométrique de KEIL-1

Installation

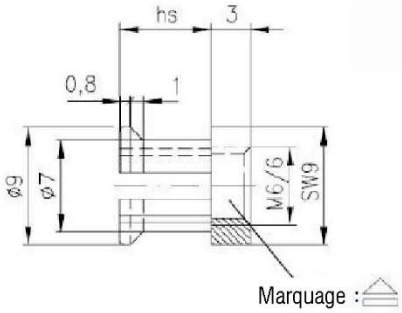


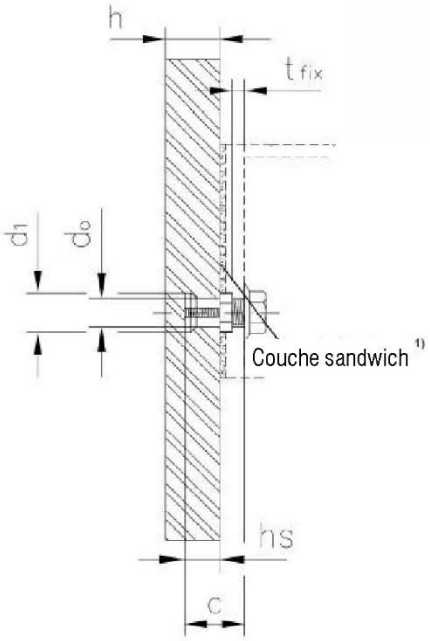
a) Insérez le manchon dans le trou et percer la vis dans le manchon



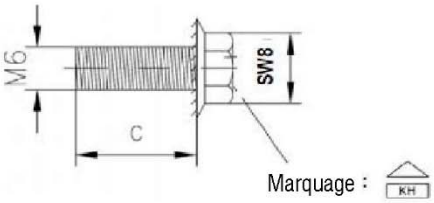
b) Ancre installée

Manchon d'ancrage (mm)
Inox 1.4404 EN 10088





Vis à six pans creux avec rondelle de blocage
Inox 1.4401, 1.4404 ou 1.4578 EN 10088



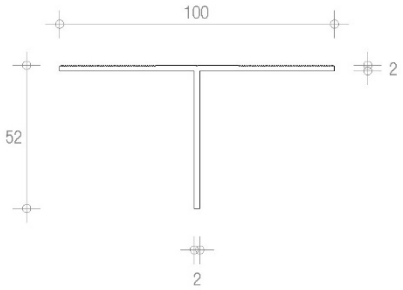
1) Couche sandwich élastique (par exemple EPDM) - Epaisseur 1,0 à 3,0 mm

Valeurs caractéristiques pour l'installation d'ancrage

Type d'ancre			KH
Réglage de la profondeur	H_s =	[mm]	8.5
Épaisseur du panneau	h ≥	[mm]	12.0
Diamètre du trou de forage	d_0 =	[mm]	7.0
Diamètre de la contre-dépouille	d_1 =	[mm]	9.0
longueur de vis	c =	[mm]	H_s + 3mm + t_{fix}
Installation du couple de serrage	T_{inst}	[Nm]	$2.5 \leq T_{inst} \leq 4.0$

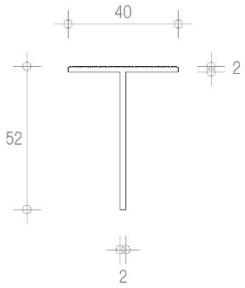
Figure 3b - Géométrique de Keil-2

T40/52/2 - ATK 100 : Caractéristique Mécaniques et Géométriques



Aire:	268.8 mm²
Centre de gravité:	Xs=50.00 mm
	Ys=9.19 mm
Moment d'inertie:	Ixx=55110 mm4
	Iyy=137600 mm4
	Ixy=0.123 mm4
Module de section:	Wx+=1287 mm³
	Wx-=5998 mm³
	Wy+=2751 mm³
	Wy-=2751 mm³

T100/52/2 - ATK 100 : Caractéristique Mécaniques et Géométriques



Aire:	159.2 mm²
Centre de gravité:	Xs=20.24 mm
	Ys=14.83 mm
Moment d'inertie:	Ixx=42670 mm4
	Iyy=10530 mm4
	Ixy=-517.7 mm4
Module de section:	Wx+=1148 mm³
	Wx-=2878 mm³
	Wy+=520 mm³
	Wy-=533 mm³

Figure 4 - Ossature primaire

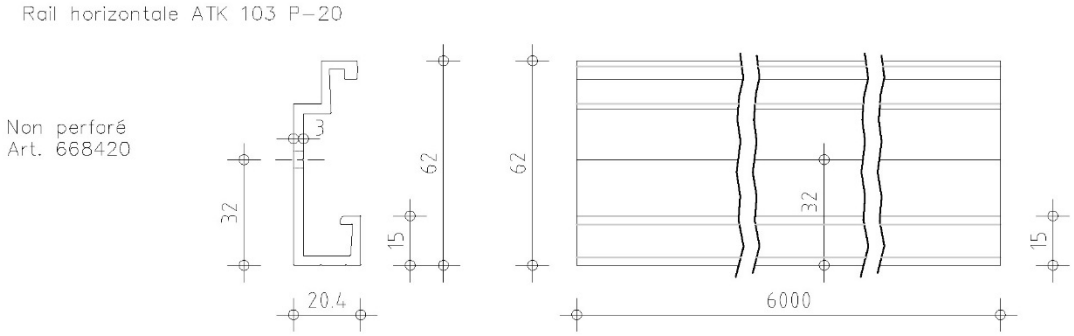


Figure 5 - Rail horizontale

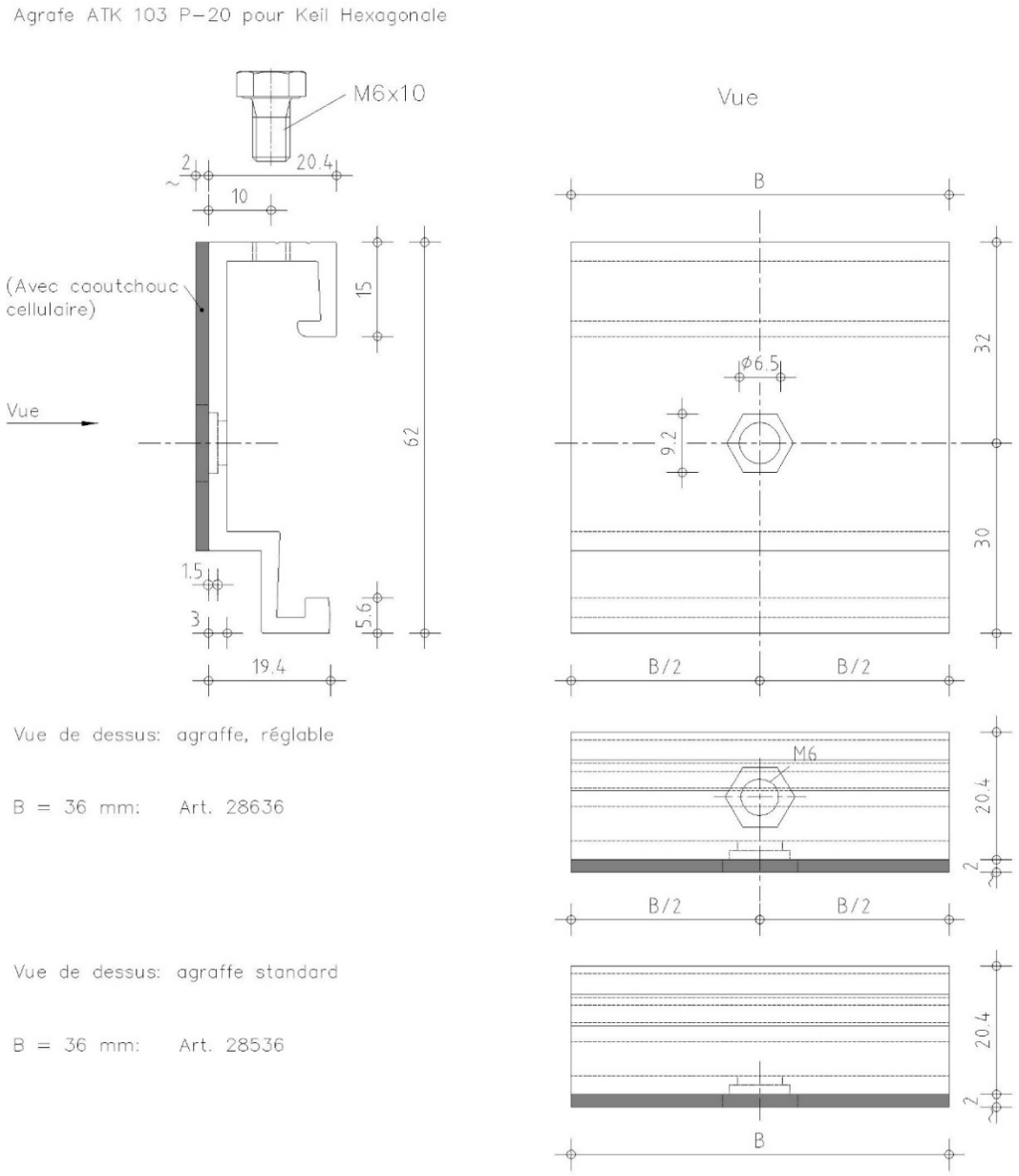


Figure 6a - Agrafe simple

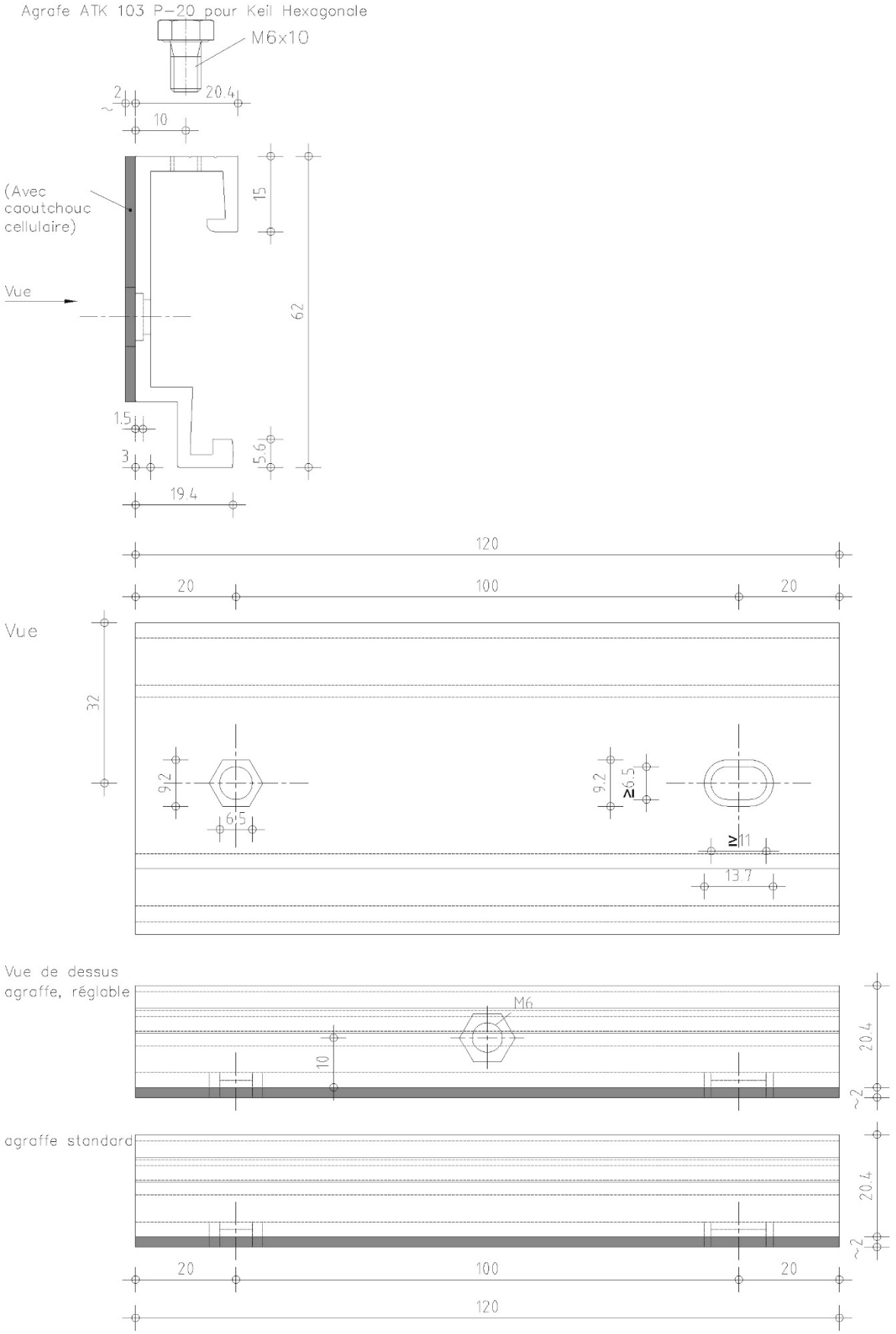
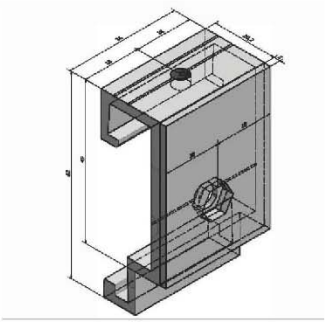
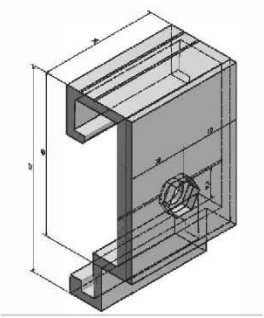


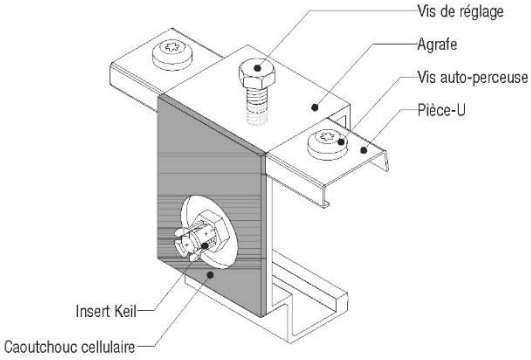
Figure 6b - Agrafe double



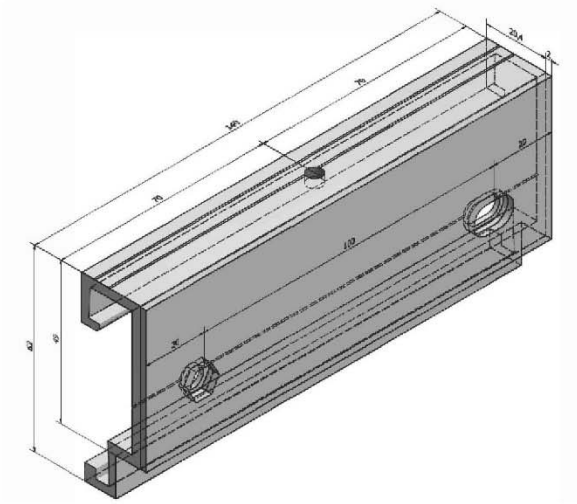
Agrafe simple fixe et de réglage



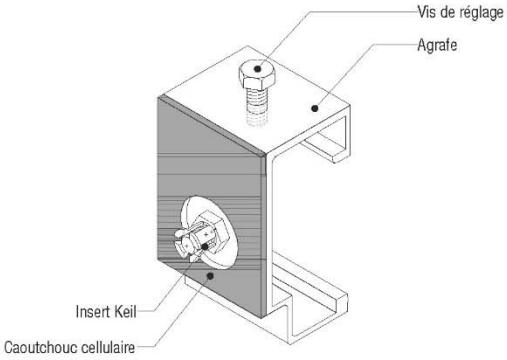
Agrafe simple standard



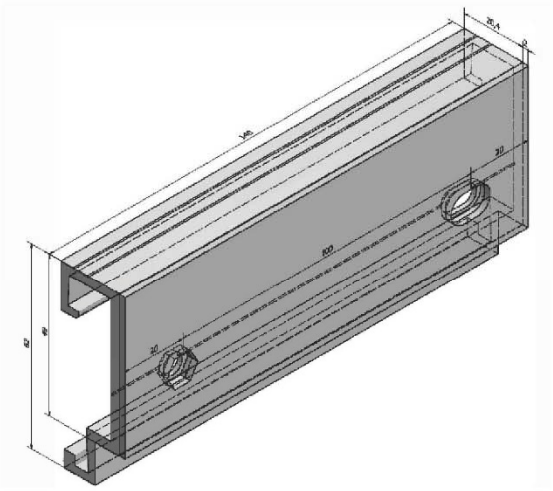
Montage d'agrafe fixe



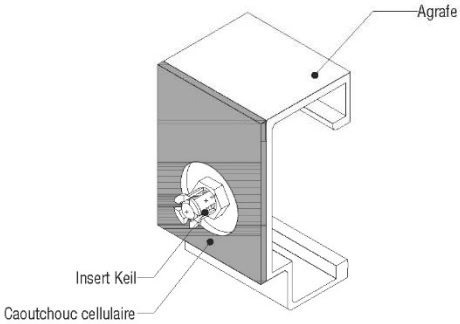
Agrafe double fixe et de réglage



Montage d'agrafe de réglage



Agrafe double standard



Montage d'agrafe standard

Figure 6c - Agrafes 3D

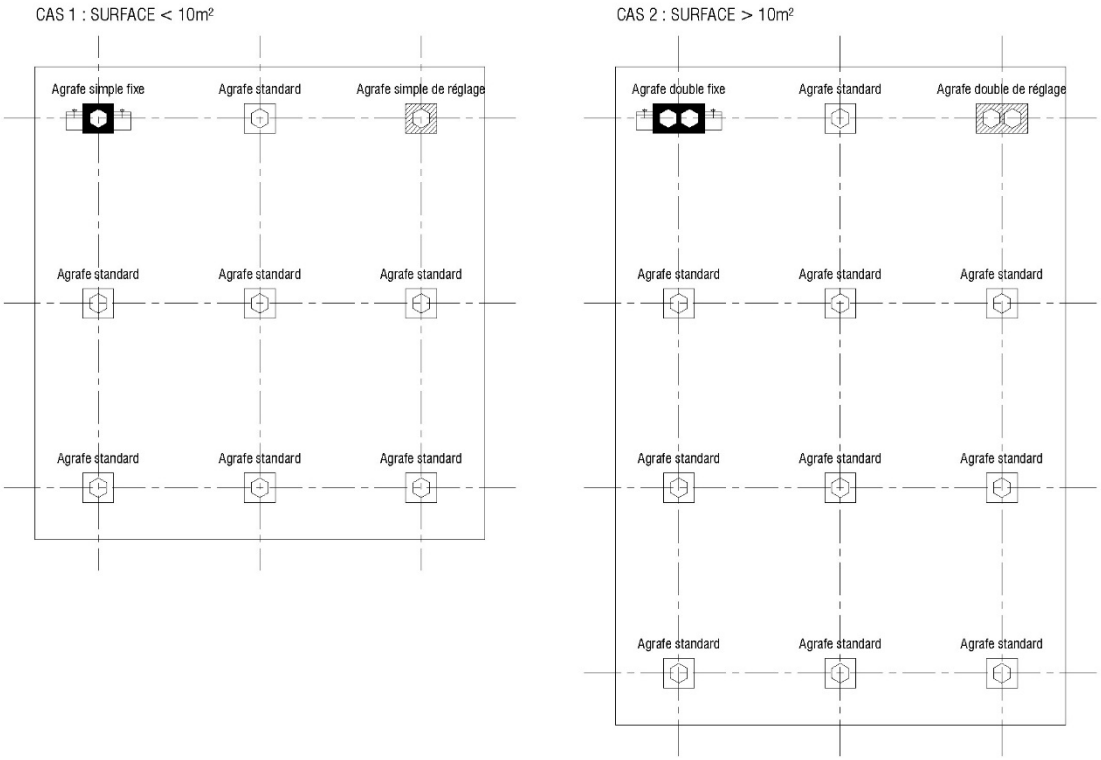
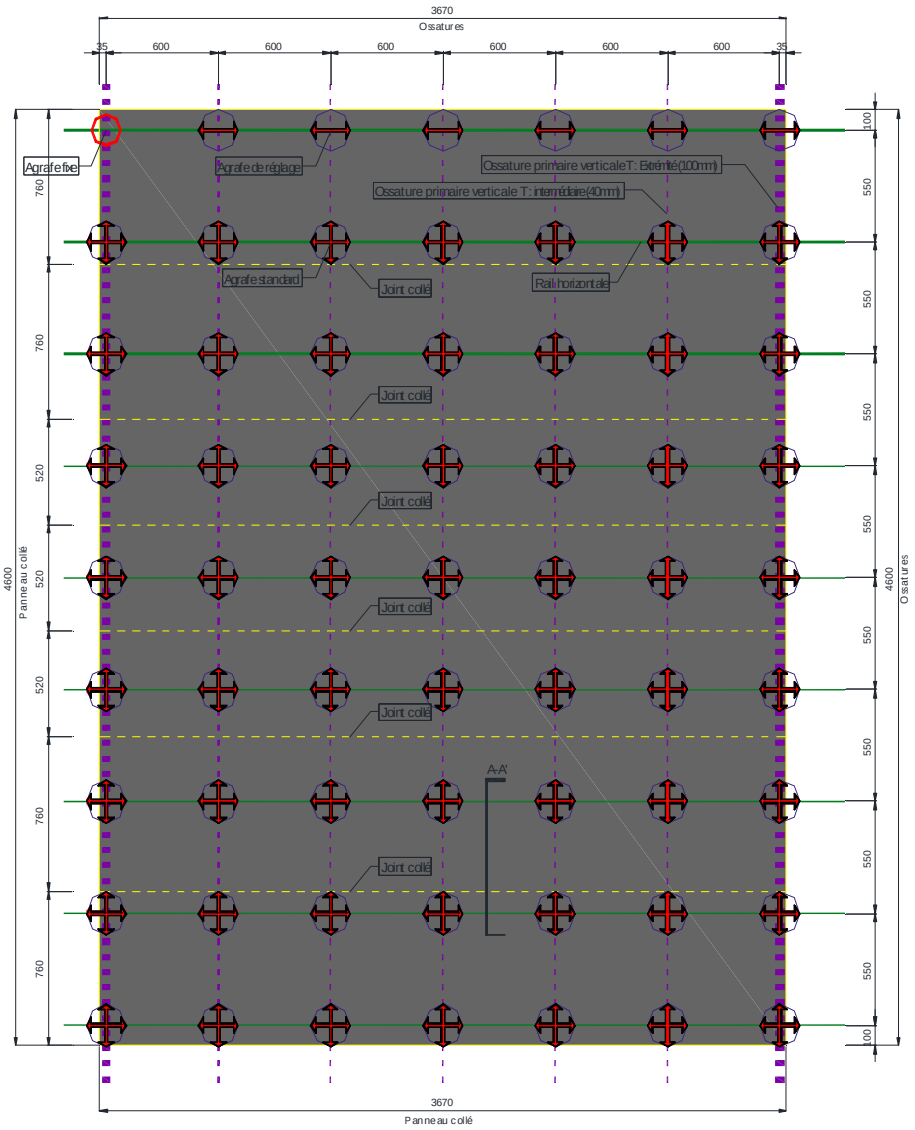
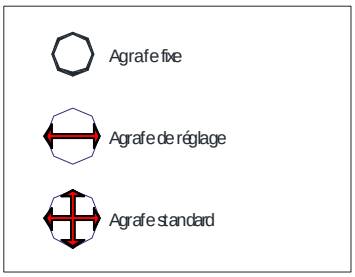


Figure 7 - Positionnement des types d'agrafes



Exemple de répartition des agrafes sur le panneau maximale (4600 H * 3670 L)



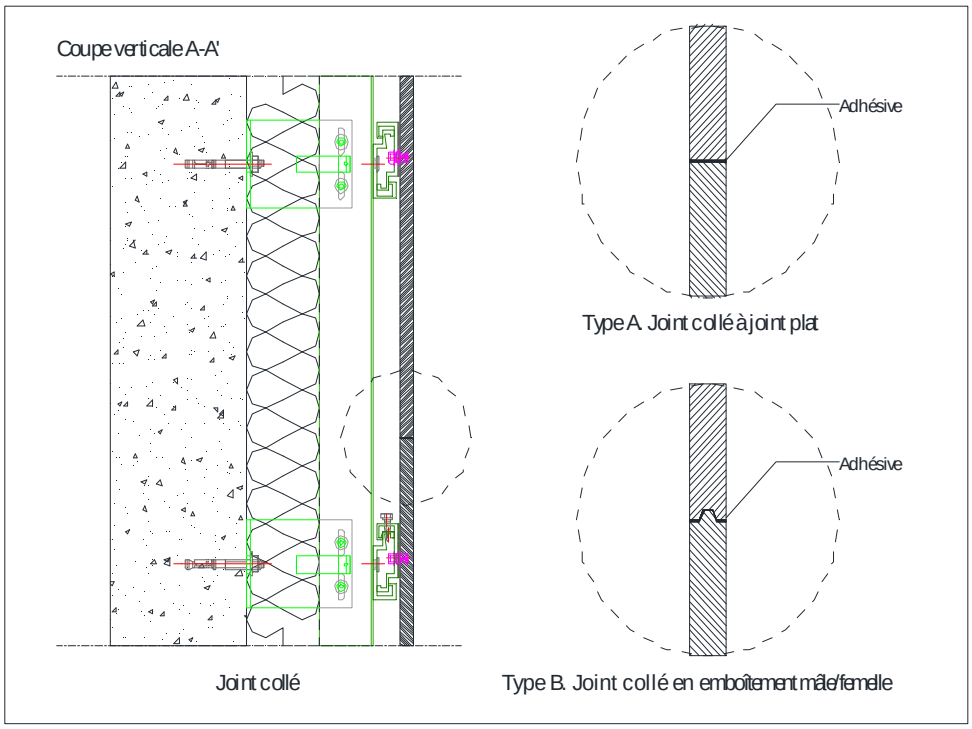


Figure 8 - Reprise de la dilatation

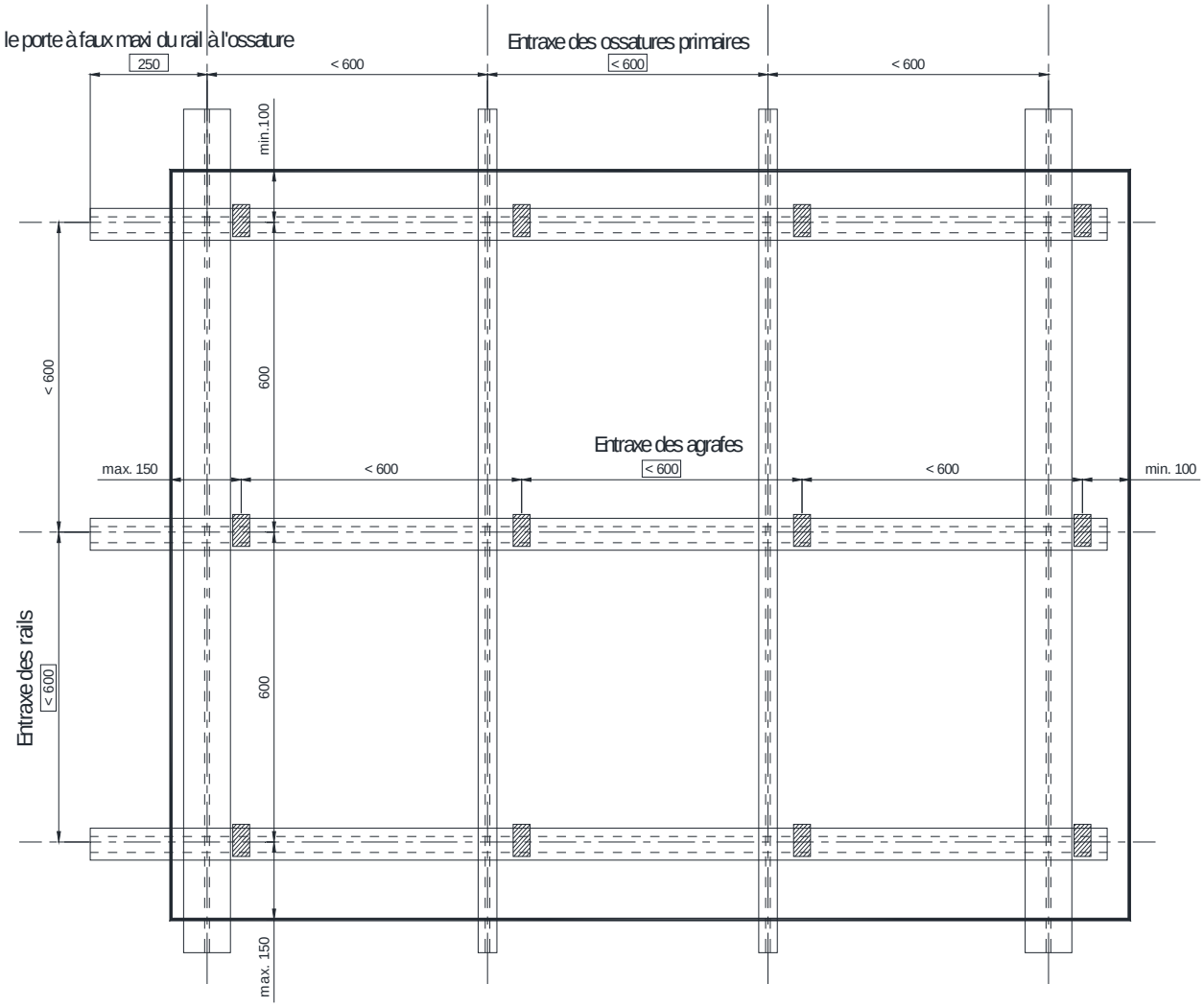


Figure 9 - Entraxe des ossatures et des agrafes

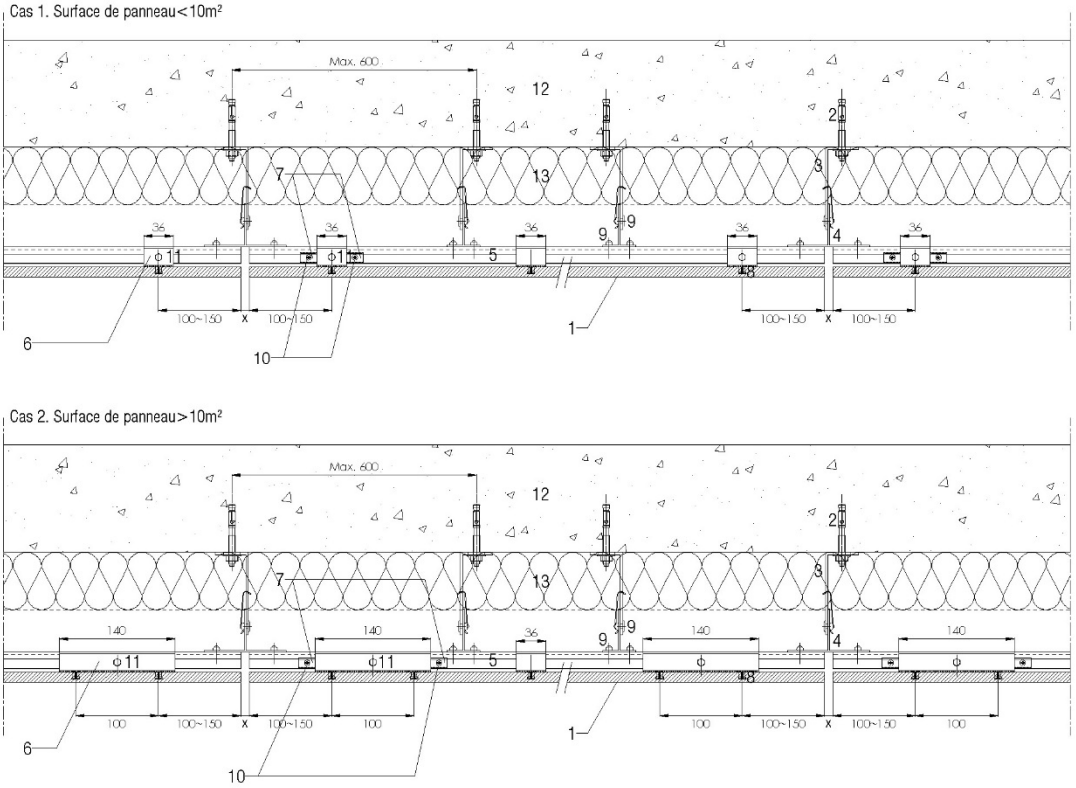


Figure 10 - Coupe horizontale selon la surface de panneau

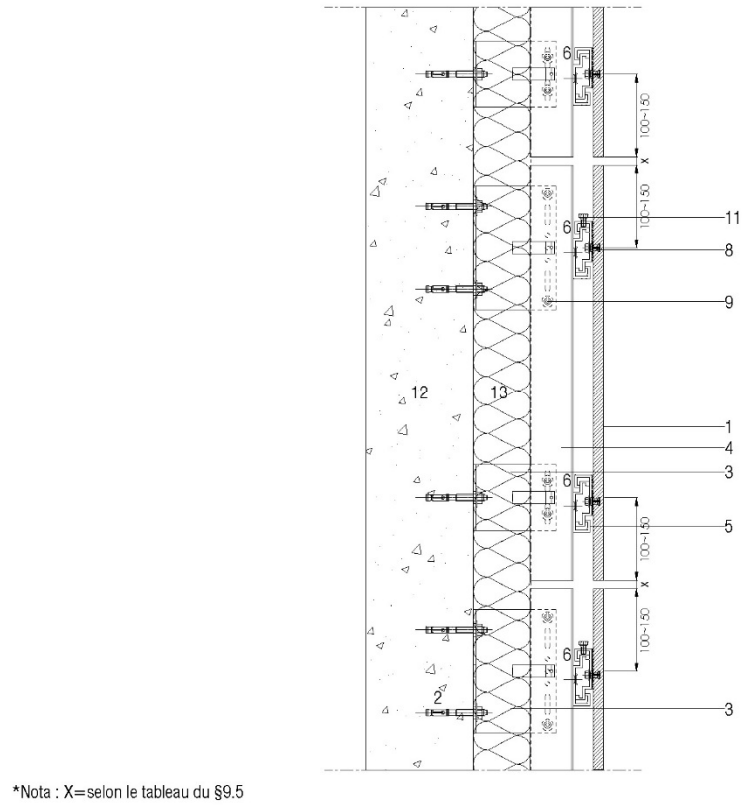


Figure 11 - Coupe verticale

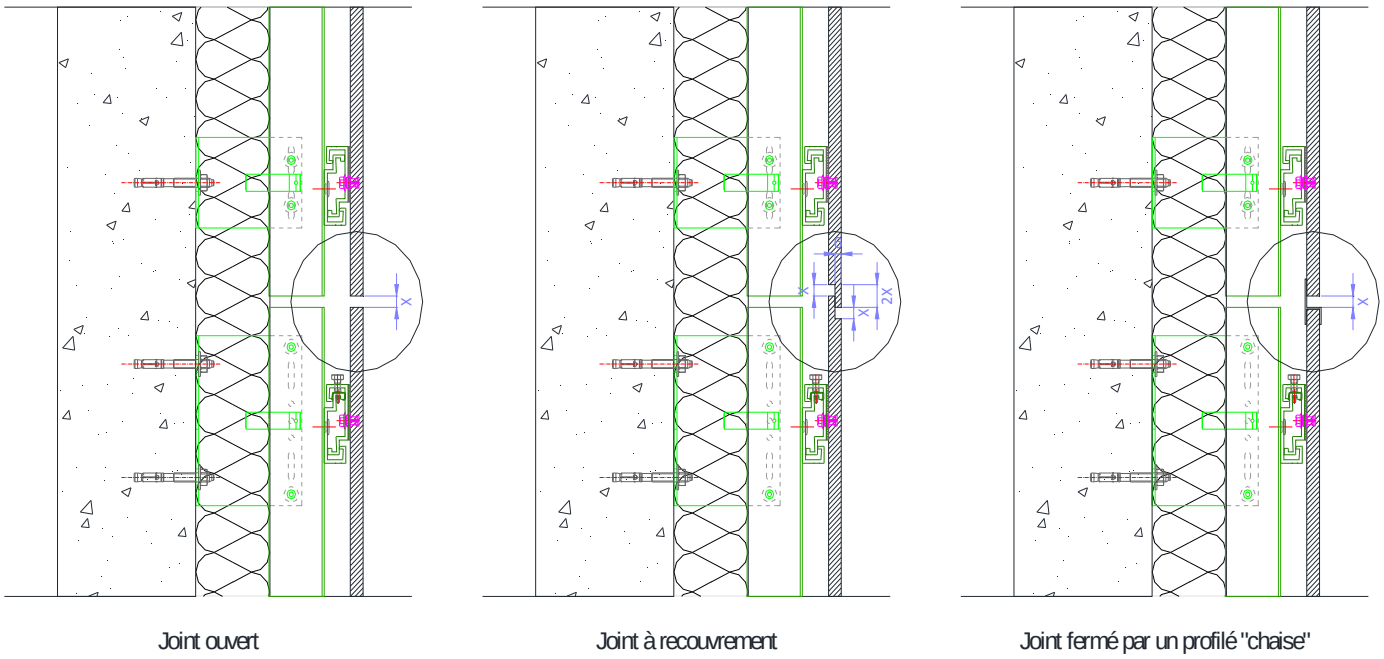


Figure 12 - Différents traitements du joint vertical et joint horizontal

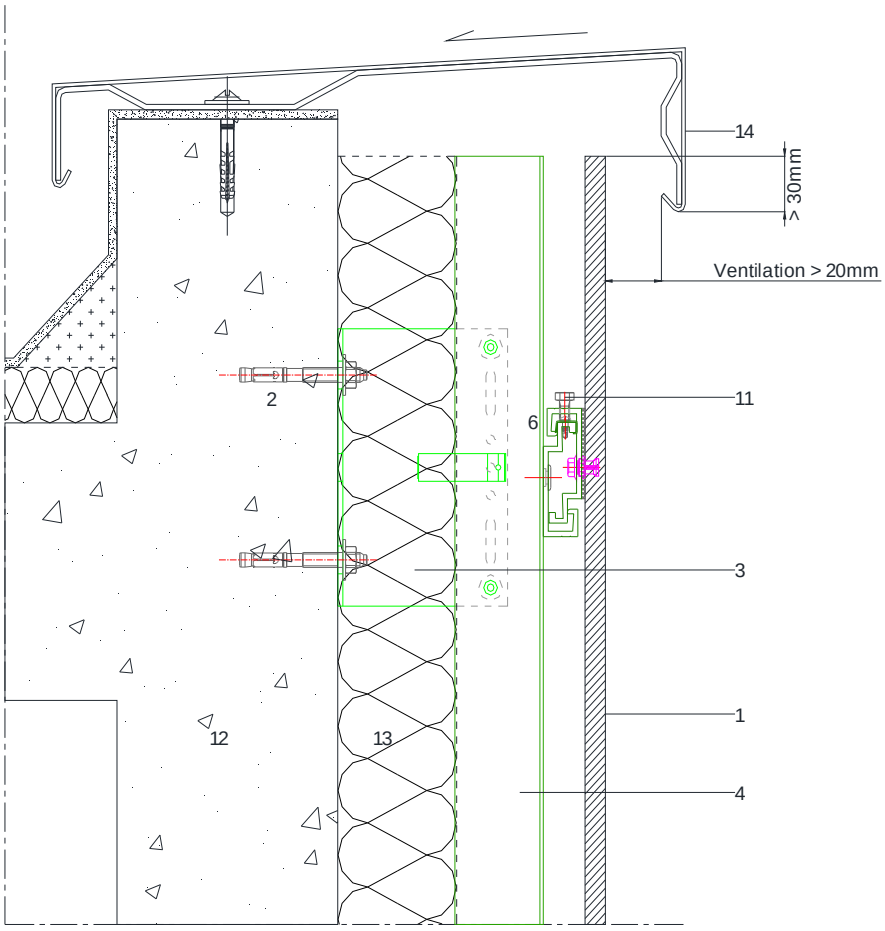


Figure 13 - Arrêt sur acrotère

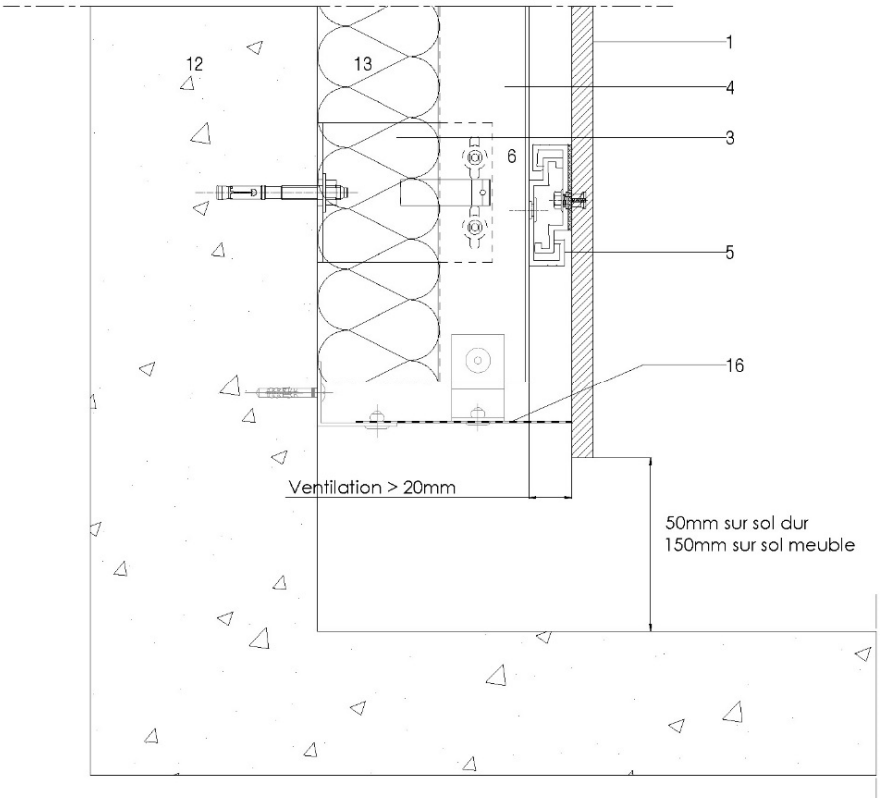


Figure 14 - Départ de bardage

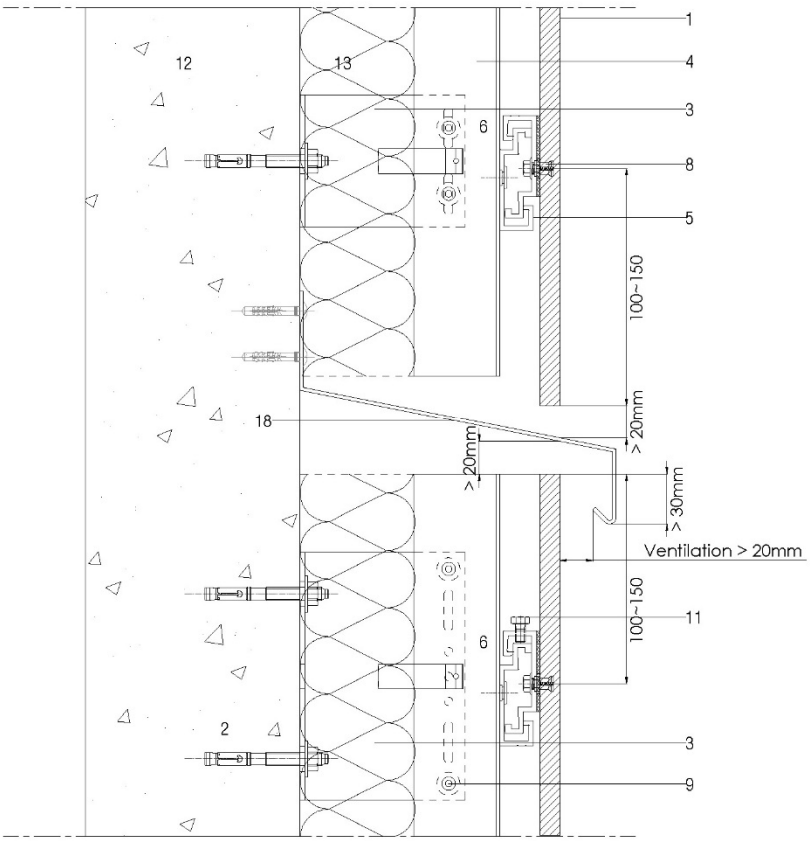


Figure 15 - Compartimentage horizontal de la lame d'air

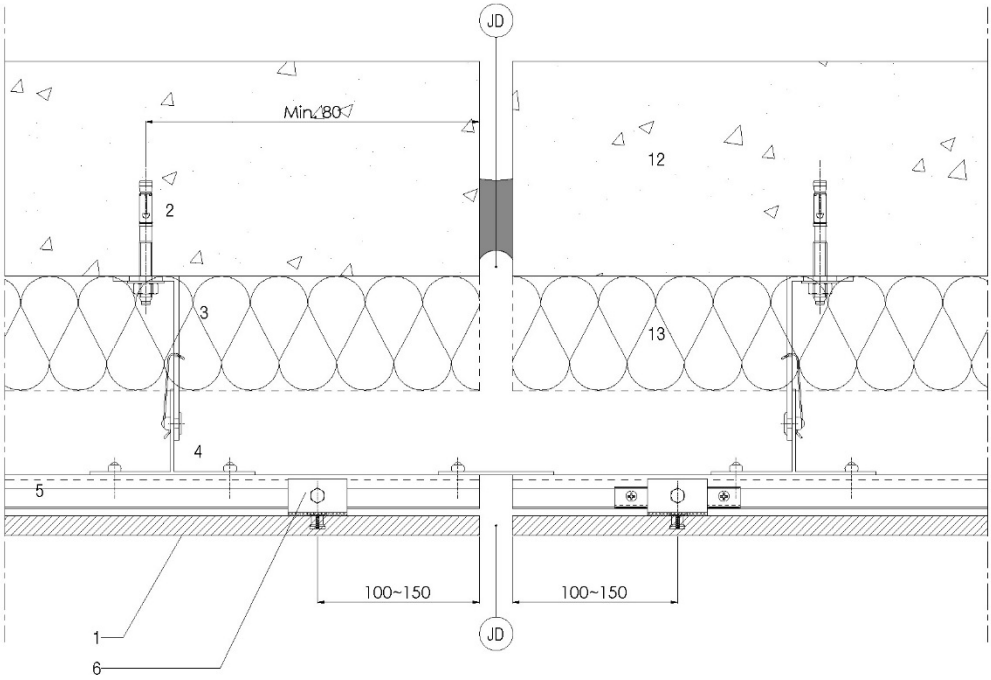


Figure 16 - Joint de dilatation

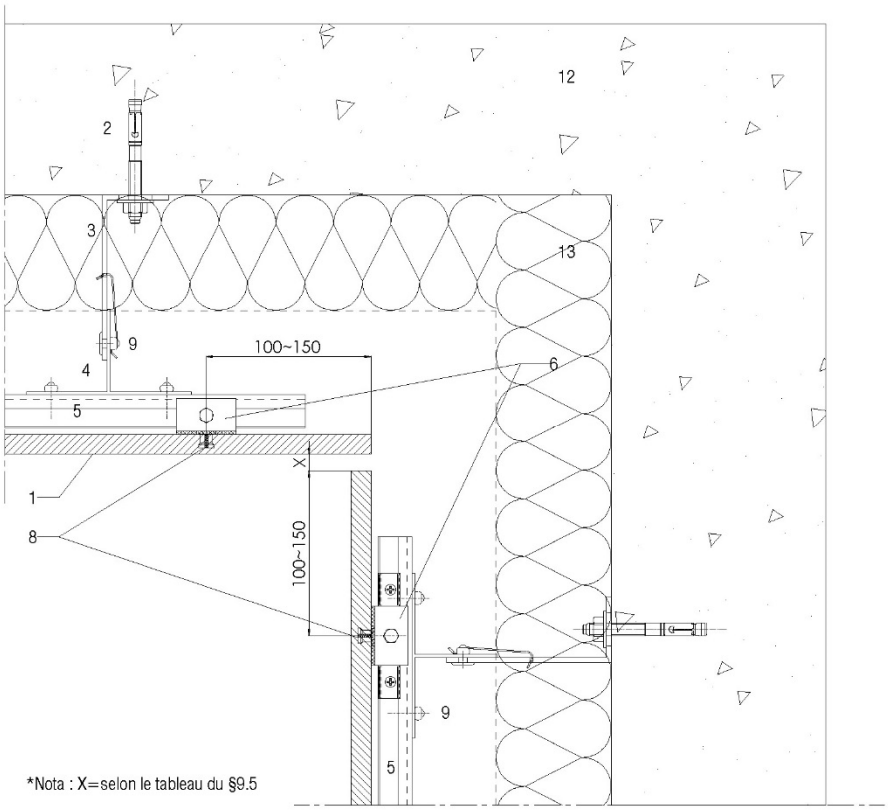


Figure 17 - Angle rentrant

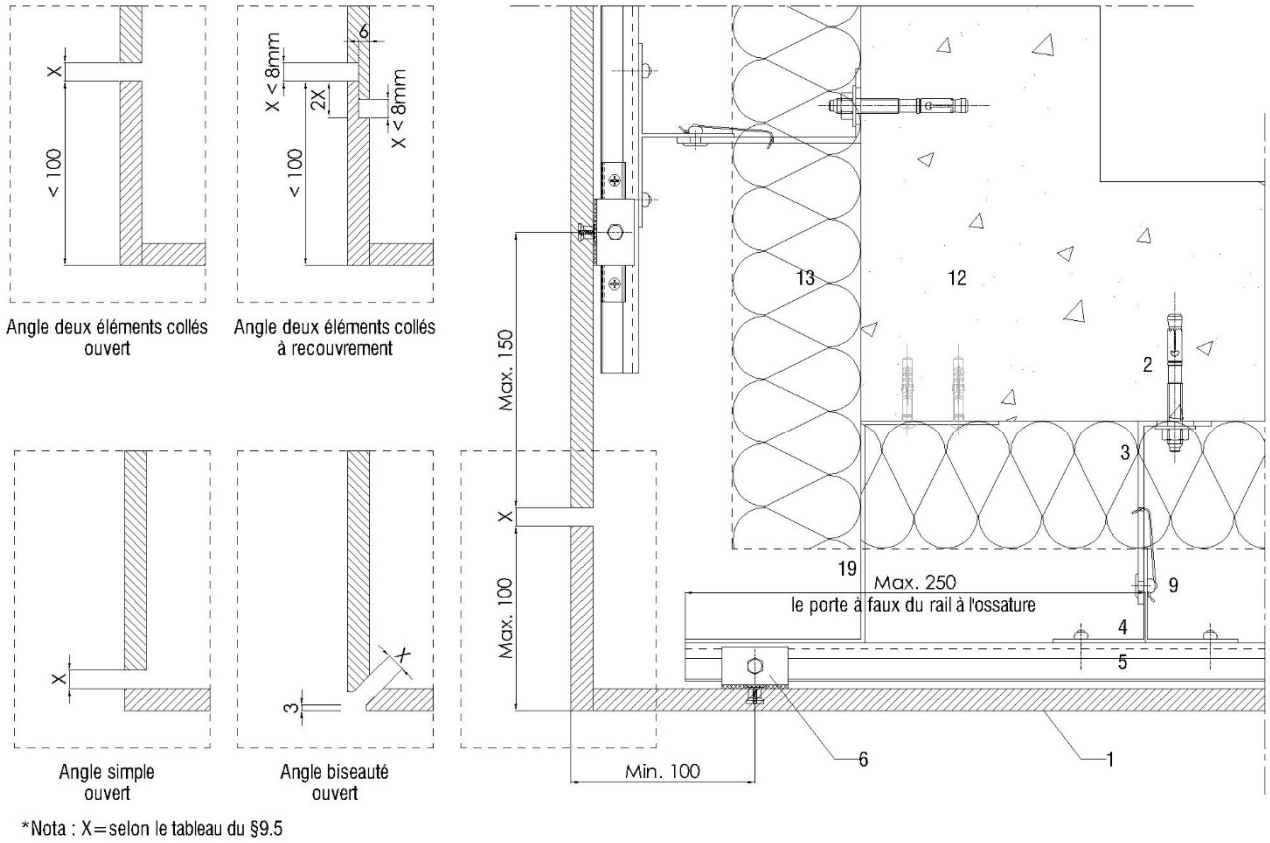


Figure 18 - Angle sortant

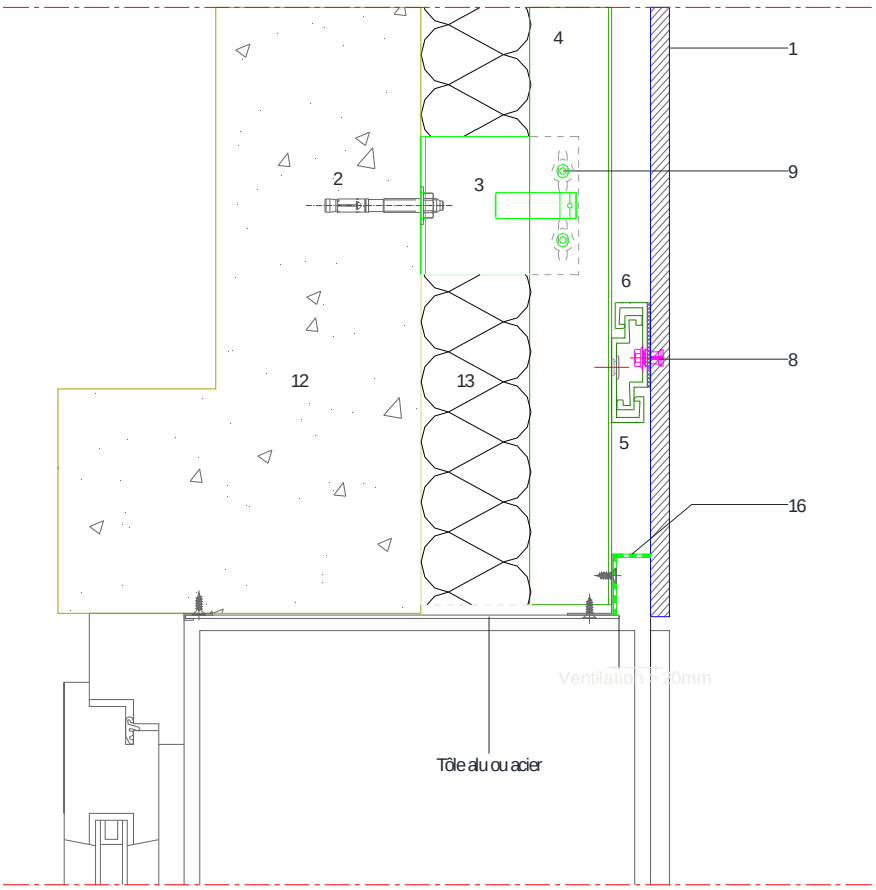


Figure 19 - Linteau de baie avec habillage en tôle

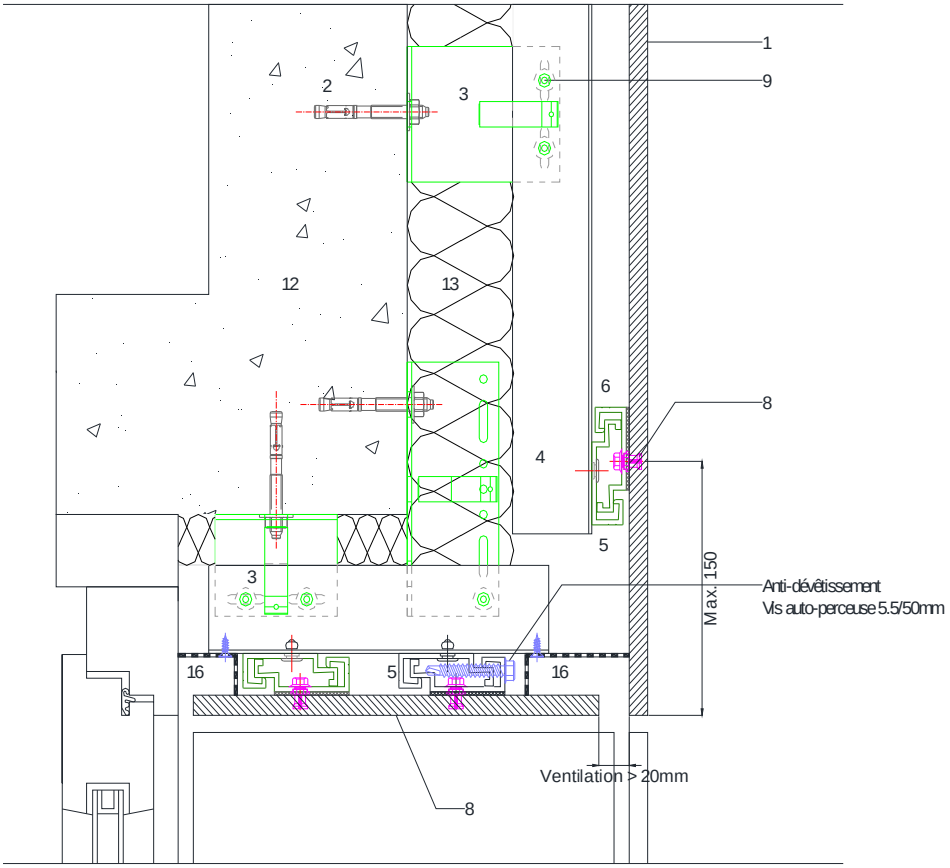


Figure 20 - Linteau de baie avec habillage en panneau HI-MACS®

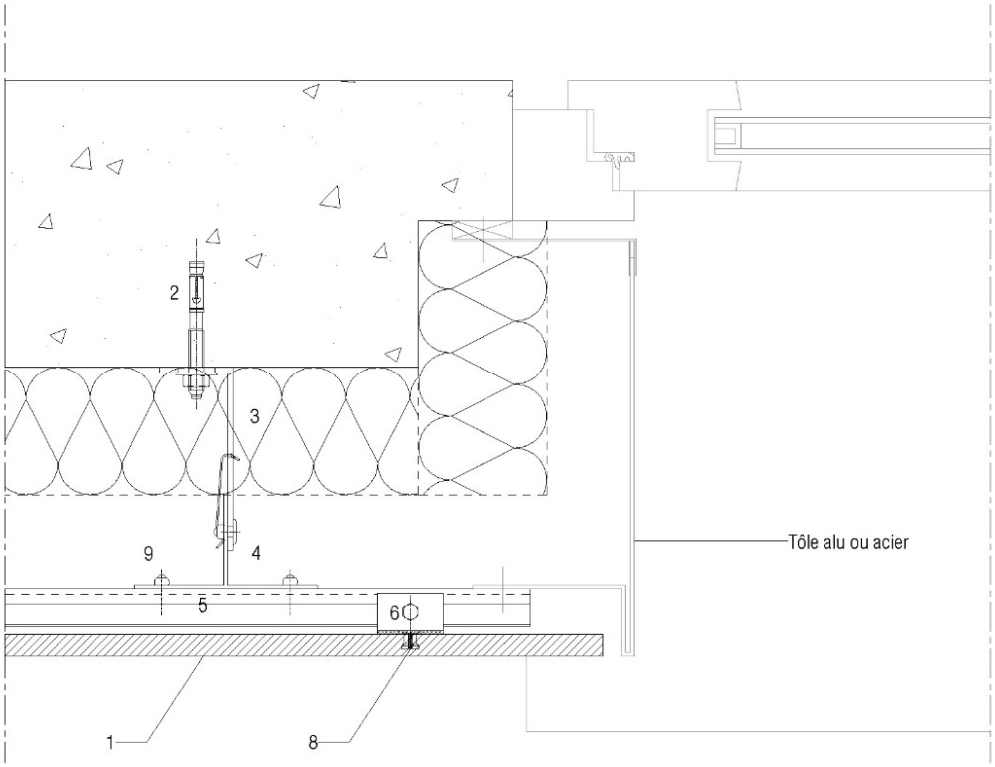
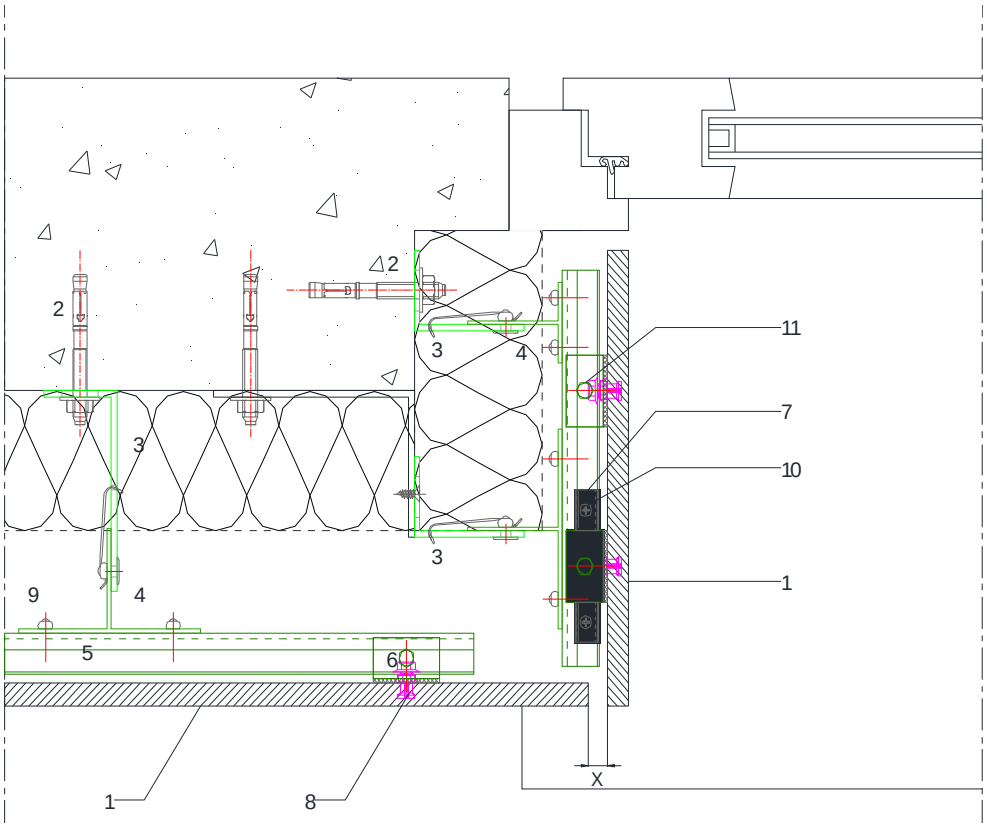


Figure 21 - Tableau de baie avec habillage en tôle



*Nota : X= selon le tableau du §9.5

Figure 22 - Tableau de baie avec habillage en panneau HI-MACS®

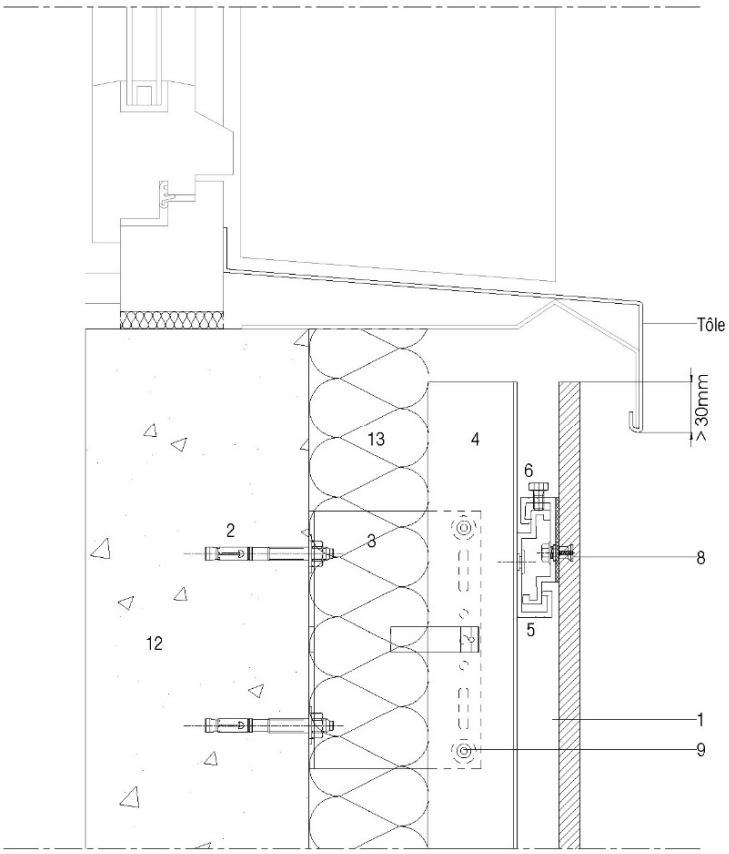
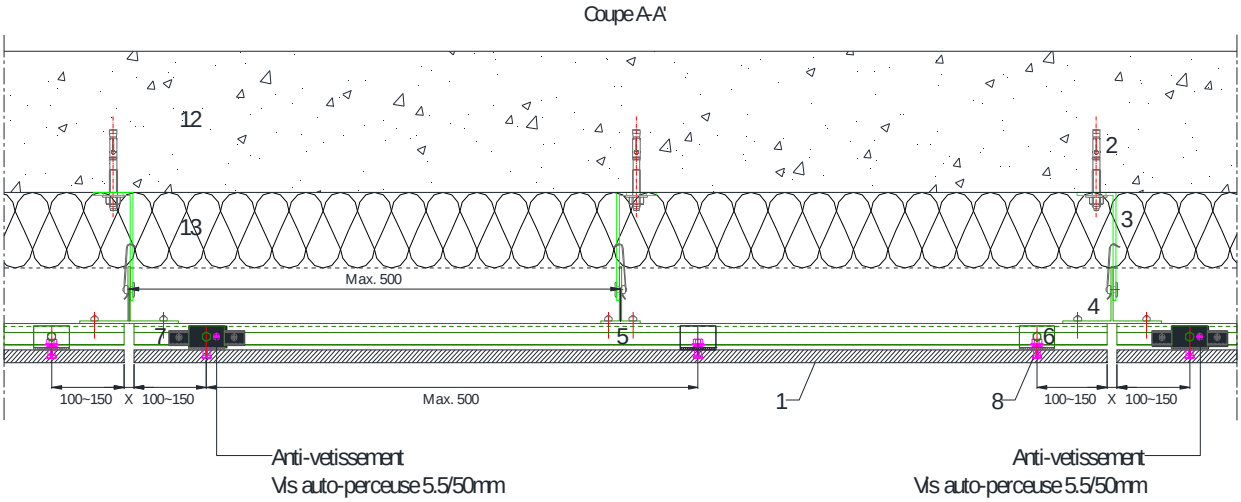
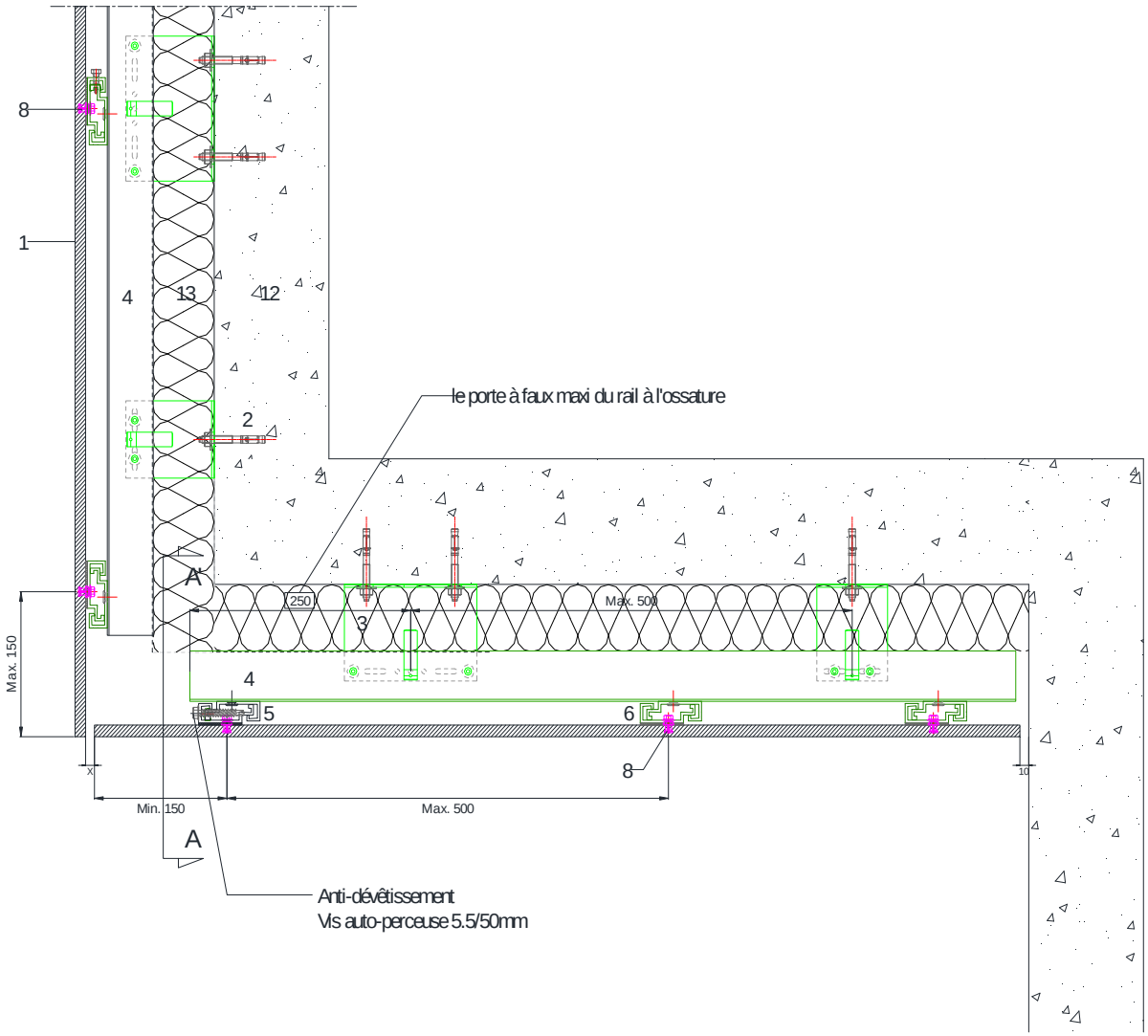


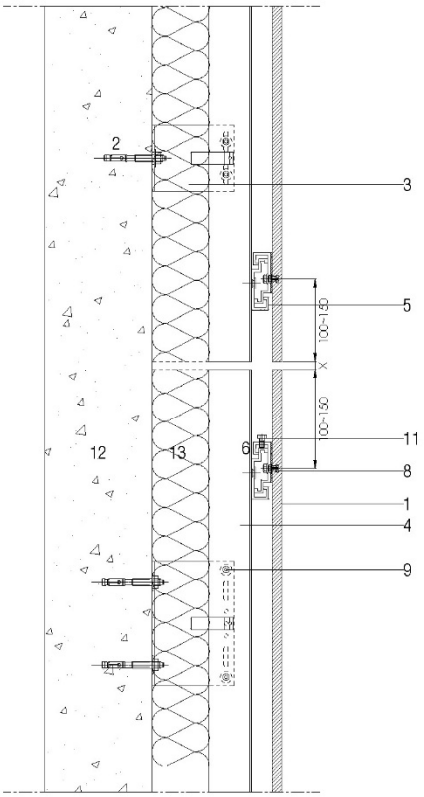
Figure 23 - Appui de baie





*Nota : X= selon le tableau du §9.5

Figure 24 - Habillage de sous-face



*Nota : X=selon le tableau du §9.5

Figure 25 - Fractionnement de l'ossature : Montants en aluminium de longueur ≤ 3 m

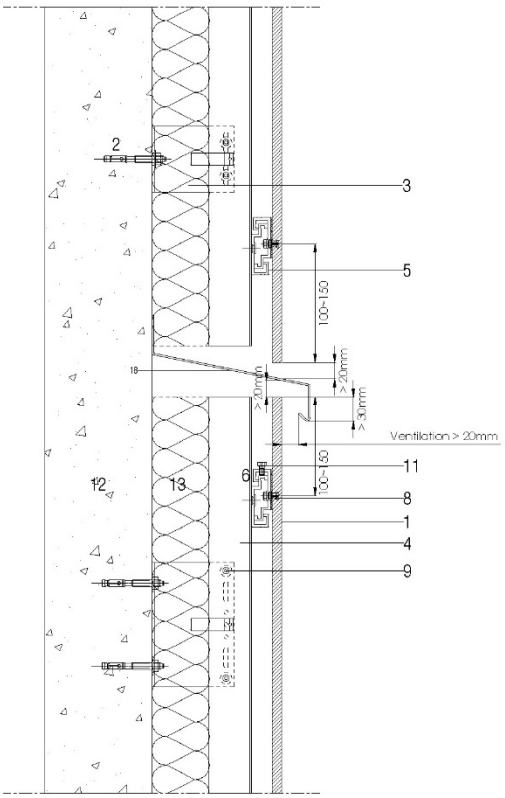
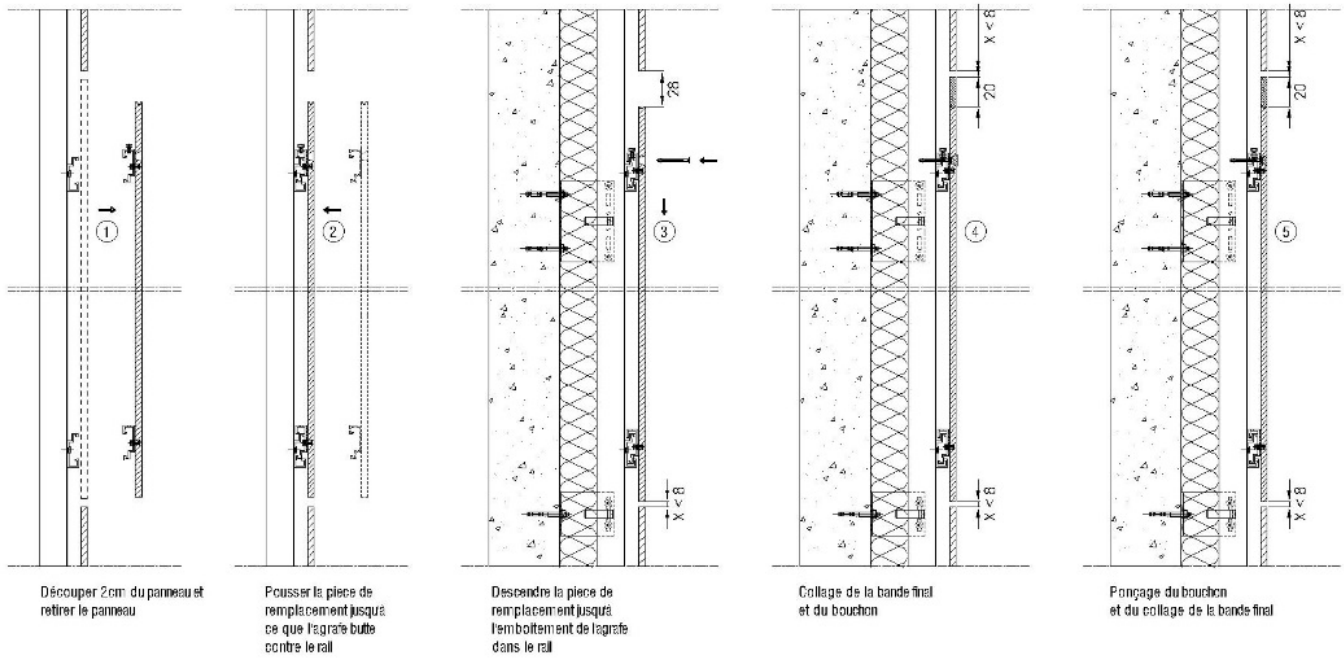
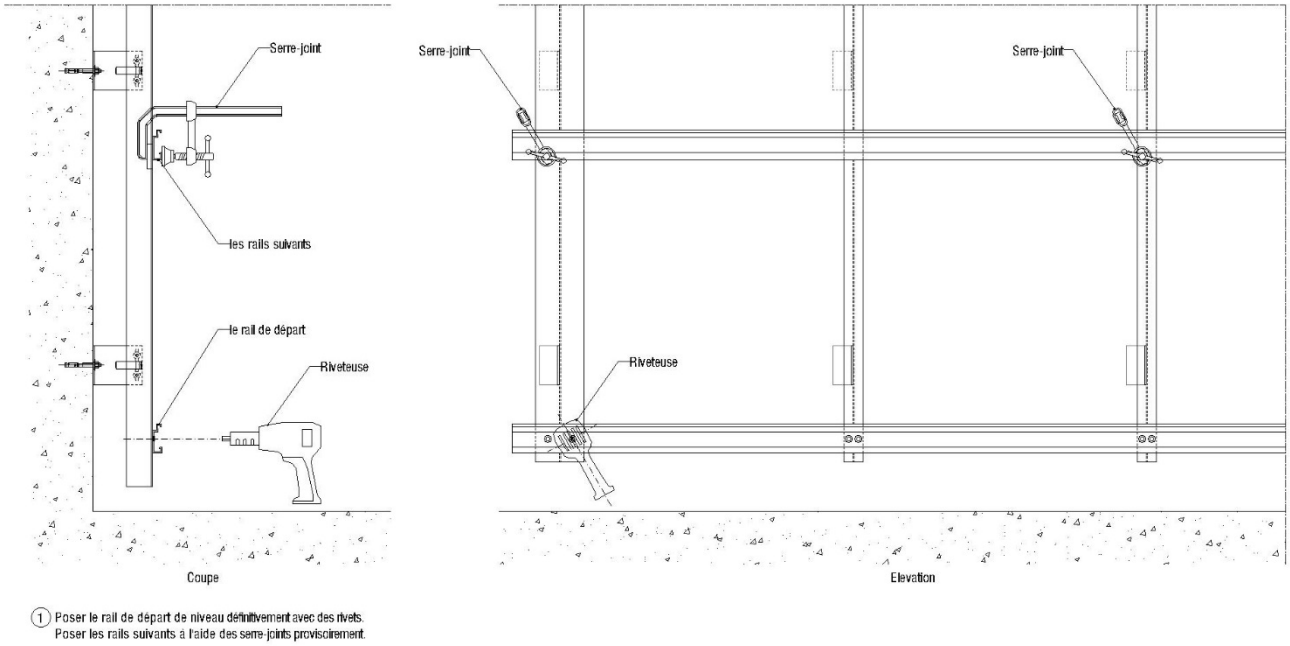


Figure 26 - Fractionnement de l'ossature : Montants en aluminium de longueur comprise entre 3m et 6m



*Nota : X = selon le tableau du §9.5

Figure 27 - Remplacement d'un élément



(1) Poser le rail de départ de niveau définitivement avec des rivets.
Poser les rails suivants à l'aide des serre-joints provisoirement.

(2) Emboiter le gabarit sur le rail de départ et les rails suivants.
Vérifier le positionnement des rails suivants. Ajuster si nécessaire.
Poser le rail de départ de niveau définitivement avec des rivets.

Figure 28 – Gabarit