Annulé le : 19/04/2017

Avis Technique 2/15-1668

CCV et BFUP

Façade légère
Curtain walling
Außenwand

Façade BEPIV

Titulaire : BETSINOR
57 rue du Lieutenant Giard
FR-62710 Courrières

Tél. : 03 21 13 75 57
Fax : 03 21 13 78 98
E-mail : accueil@betsinor.fr
Internet : www.betsinor.com

Usine : BETSINOR
57 rue du Lieutenant Giard
FR-62710 Courrières

Avis Technique non valide

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 2

Constructions, Façades et Cloisons Légères

Vu pour enregistrement le 4 juin 2015

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 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.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 2015

Le Groupe Spécialisé n° 2 "Constructions, Façades et Cloisons Légères" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 3 mars 2015, le procédé Façade BEPIV présenté par la Société BETSINOR. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après. Cet Avis est formulé pour les utilisations en France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé constructif de façade, composé de panneaux de description suivante :

- Une matrice cimentaire renforcée de fibre constituant le parement extérieur,
- Une ossature en profil pultrudé,
- Une isolation multicouche,
- Une tôle acier constituant le parement intérieur.

Le procédé constructif s'adapte aux planchers béton avec structures primaires de type poteau-poutre ou poteau dalle en béton.

Le système intègre tous les éléments de la façade, de l'intérieur jusqu'au nu extérieur des panneaux.

1.2 Identification

Les panneaux GIREC V – MATIV et les panneaux Habillage BFUP BETSINOR portent une marque distinctive rappelant l'usine productrice.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Façades rideau verticales de bâtiments neufs ou existants, pour ERP de 5ème catégorie, bâtiments d'habitation de 1ère et 2ème famille, et pour les bâtiments relevant du Code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est à moins de 8m du sol, mises en œuvre dans des conditions d'exposition pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression ou dépression du vent normal ou caractéristique maximale de 1600 Pa, conformément à la norme NF EN 13830.

Le domaine d'emploi est limité à des panneaux de dimensions H=3000 mm par L=1500 mm avec châssis intégrés de dimensions maximales H=1200 mm par L=800 mm.

Les locaux visés du point de vue hygrothermiques sont les locaux de faibles et moyennes hygrométries.

Les façades BEPIV, ne sont prévues que pour des bâtiments situés à moins de 900 m d'altitude et le climat de montagne n'est pas visé.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Stabilité

La façade ne participe pas, par nature, à la stabilité générale des bâtiments, laquelle incombe à l'ossature de ces derniers.

La stabilité propre de la façade sous les sollicitations climatiques et sous le poids des remplissages est convenablement assurée dans les limites définies au Dossier Technique.

Sécurité des usagers

Elle est assurée, dans les limites de compositions et de dimensions, par les ossatures et par les remplissages du système.

Les menuiseries extérieures intégrées dans le système Façade BEPIV, doivent être conformes au NF DTU 33.1.

Sécurité en cas d'incendie

Le procédé permet de respecter la règlementation pour les ERP de 5ème catégorie, les habitations de 1ère et 2ème famille et pour les bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est à moins de 8m du sol. Les bâtiments relevant de l'IT 249 ne sont pas visés dans le présent Avis Technique.

Stabilité en zone sismique

L'Avis est basé sur l'arrêté du 22 octobre 2010 et ses modificatifs.

Cet avis ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

Le système de façade BEPIV peut être mis en œuvre en zones et bâtiments suivant le tableau ci-dessous :

	Catégorie de l'ouvrage			
Zone	I	II	III	IV
Zone 1	sans prescription	sans prescription	sans prescription	sans prescription
Zone 2	sans prescription	sans prescription	selon Dossier Technique	selon Dossier Technique
Zone 3	sans prescription	selon Dossier Technique	selon Dossier Technique	selon Dossier Technique
Zone 4	sans prescription	selon Dossier Technique	selon Dossier Technique	selon Dossier Technique

Sécurité des intervenants

La mise en œuvre des éléments de façade légère opaque ou comportant des menuiseries relève des techniques usuelles.

Isolation thermique

Le procédé BEPIV participe à la performance thermique globale de l'ouvrage. La vérification du respect de la réglementation thermique RT2012 s'effectue au cas par cas en tenant compte des spécificités géométriques de l'ouvrage.

La détermination du coefficient de transmission surfacique Ucw de la façade s'effectue à partir de la formule indiquée au §3 du dossier technique en tenant compte du coefficient de transmission surfacique en partie courante, Uc, et des ponts thermiques induits par les éléments de fixations.

Les valeurs Uc et les ponts thermiques intégrés à prendre en compte sont données en annexe.

Le calcul des facteurs solaires s'effectue à partir des règles Th-S.

Isolation acoustique

Les bâtiments doivent satisfaire aux exigences d'isolement acoustique, notamment celles de la règlementation Acoustique fixée par l'Arrêté du 30 juin 1999. Celle-ci donne des niveaux d'exigences règlementaires concernant l'isolement de façade (en tenant compte des zones de bruit), l'isolation aux bruits aériens entre deux logements, l'isolement aux bruits d'impact entre deux logements et le niveau d'absorption dans les zones de circulation. Les performances d'isolation acoustique n'ont pas été évaluées dans le présent Avis Technique.

Etanchéité à l'air et à l'eau

L'étanchéité à l'air et à l'eau peut être assurée dans le domaine d'emploi accepté.

Finition aspect

Les divers traitements que peuvent recevoir les panneaux GIREC V – MATIV et les panneaux Habillage BFUP BETSINOR sont définis dans les Dossiers Techniques des Avis Techniques associés 16/13-671 et 16/12-638.

2.22 Durabilité – Entretien

Les compositions de matière composite et vinylique employées et la qualité de la fabrication des profilés pultrudés sont de nature à permettre la réalisation de panneaux de façade durables.

L'entretien extérieur des panneaux GIREC V – MATIV et les panneaux Habillage BFUP BETSINOR sont définis dans les Dossiers Techniques des Avis Techniques associés 16/13-671 et 16/12-638.

2.23 Fabrication

La fabrication des composants, assurée par BETSINOR, est définie au paragraphe 5 du Dossier Technique.

Un suivi de la fabrication et des autocontrôles associés fait l'objet d'un suivi extérieur assuré par le CSTB.

2.24 Mise en œuvre

Elle nécessite du soin et doit être réalisée conformément au Dossier Technique. La coordination des différentes interventions doit être planifiée par la maîtrise d'œuvre.

Annulé le : 19/04/2017

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Conditions de conception

Pour chaque projet, le dimensionnement et les vérifications de calcul de stabilité doivent être effectuées par le bureau d'études Façade de BETSINOR selon les règles en vigueur en limitant les déformations, selon les critères définis suivant le NF DTU 33.1 et le Dossier Technique.

Ce bureau d'études Façade doit également définir, au cas par cas, le choix et le nombre des éléments d'assemblage de l'ensemble des constituants ainsi que leur ancrage au gros œuvre, suivant les charges prévues.

2.32 Conditions d'emploi

Le domaine d'emploi prévu sera strictement respecté.

- Plaque extérieure en CCV (composite ciment verre) ou BFUP (béton fibré ultra haute performance), conforme aux Avis Techniques en vigueur.
- Profilé pultrudé en résine polyester et fibre de verre décrit au Dossier Technique.
- Isolants certifiés ACERMI et/ou sous ATE ou ETE.
- Les menuiseries extérieures intégrées dans le système Façade BEPIV doivent être conformes au NF DTU 33.1.

2.33 Conditions de mise en œuvre

- La société BETSINOR devra assurer une assistance technique auprès des entreprises de pose (à leur demande)
- Les panneaux en CCV et en DUCTAL seront conformes aux Avis Techniques associés à chaque type de panneaux.
- La fonction garde-corps des ouvrants n'est pas visée.
- Les tôles métalliques, devront être protégées contre la corrosion selon l'atmosphère conformément aux prescriptions de la norme NF P 24-351.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé Façade BEPIV dans le domaine d'emploi accepté, est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31 mars 2017.

Pour le Groupe Spécialisé n° 2
Le Vice-Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le procédé de Façade BEPIV est le premier procédé de ce type à être examiné en Groupe Spécialisé n° 2. Ce procédé ne dispose pas d'antériorité significative et la présente évaluation est réalisée principalement au vu des résultats expérimentaux.

Au cas par cas, l'intégration des menuiseries sera validée par des essais AEV suivant la NF EN 13830 et par des essais mécaniques avec le profil pultrudé. L'intégration des menuiseries se fera par BETSINOR en atelier.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 2

Annulé le : 19/04/2017

A. Description

1. Principe

Le procédé BEPIV est un procédé de façade rideau cadre qui met en œuvre des panneaux préfabriqués, isolés et autoportants.

Ces panneaux sont constitués :

- d'une matrice cimentaire renforcée de fibre constituant le parement extérieur,
- d'une ossature en profil pultrudé,
- d'une isolation pouvant intégrer un panneau isolant sous vide (PIV),
- d'une tôle acier constituant le parement intérieur,

Le domaine d'emploi est limité à des panneaux de dimensions H=3000 mm par L=1500 mm avec châssis intégrés de dimensions maximales H=1200 mm par L=800 mm.

Le poids moyen du panneau est compris entre 100 et 120 kg/m² suivant le parement respectivement en CCV ou en BFUP.

L'épaisseur du panneau fini est de 155 mm hors revêtement intérieur.

Le poids d'un panneau de 1.35 m x 3.50 m est d'environ 550 daN avec parement en CCV et d'environ 650 daN avec parement BFUP.

Les panneaux peuvent intégrer des menuiseries.

Le domaine d'emploi du procédé concerne les bâtiments neufs ou existants pour les habitations 1ères et 2ème famille, les bâtiments régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau se situe à moins de 8m du sol, les ERP de 5ème catégorie.

Pour les bâtiments relevant de l'IT249, et afin d'évaluer le comportement au feu, un examen au sens du §5.3 de l'IT249 sera réalisé.

2. Matériaux, produits et composants

2.1 Parement extérieur

Le parement extérieur est constitué d'une plaque mince pleine, d'épaisseur 30mm, en mortier armé de fibre de verre (CCV) ou organique (BFUP) et défini dans :

- soit l'Avis Technique 16/13-671 « GIREC V-MATIV® » pour le CCV (Composite Ciment Verre) de la société BETSINOR.
- soit l'Avis Technique 16/12-638 « BFUP » pour le DUCTAL® (Béton Fibré Ultra Haute Performance) de la société BETSINOR.

Il est réalisé selon la technique « coulé vibré » dont les caractéristiques sont données dans les Avis Techniques cités ci-dessus.

Système d'accroche

Le parement ainsi réalisé est accroché à l'ossature pultrudée au moyen de liaisons mécaniques en inox 304L, intégrée lors du coulage et transmettant les charges appliquées à la plaque.

Pour cela deux types de liaisons mécaniques sont utilisés :

- Les équerres basses, au nombre de deux et situées aux extrémités du cadre, elles reprennent le poids de la plaque au moyen d'un ergot noyé dans le parement lors du coulage. Celles-ci sont fixées mécaniquement en partie basse du profilé pultrudé et reçoivent un enrobage en profil EPDM pour absorber le retrait.
- Les agrafes sont espacées tous les 50cm maximum le long du profil pultrudé. Elles transmettent les efforts du vent tout en permettant la libre dilatation du parement extérieur par rapport au cadre pultrudé. Celles-ci sont fixées dans les gorges intérieures du profil pultrudé au moyen d'un profil EPDM et sont ensuite noyées dans le parement lors du coulage.

Aspect du parement (selon Avis Techniques)

- Couleur

  Dans le cas d'une plaque en CCV, la couleur peut être blanche (ciment blanc) ou colorée au moyen de pigments minéraux.

  Dans le cas d'une plaque en BFUP, la couleur peut être grise ou blanche. En cas d'incorporation de pigment, l'élément devra recevoir un traitement hydrofuge afin de limiter la carbonatation.
- Aspect

  Sans traitement de surface, le parement extérieur du panneau peut être soit lisse, soit légèrement granité (peau d'orange), soit rustique, strié, décoré, structuré au moyen de peau de coffrage en élastomère ou recevoir des motifs incrustés.
- Traitement

  Le parement extérieur peut recevoir des traitements de protection de type lasure, résine ou peinture hydrofuge et anti-graffiti.

2.2 Profil pultrudé

L'ossature du panneau est constituée de profils pultrudés référence PUL882 à base de résine polyester renforcée de fibres de verre (PR 500).

Fabriqués par GDP (fournisseur certifié ISO 9001), les profils livrés répondent à la définition « BG, IV, E23 gris » à la norme européenne NF EN 13706.

Les caractéristiques mécaniques du pultrudé PUL882 sont données au tableau 1 en Annexe.

Les tolérances dimensionnelles sont contrôlées par GPD.

Les profils pultrudés livrés, sont usinés avant montage pour recevoir les dispositifs d'accroche du panneau à la structure. Dans les angles du cadre, les profils pultrudés sont assemblés en coupe d'onglet et liaisonnés par des équerres en acier inoxydable. Les 2 équerres hautes, en inox 304L de référence BETSINOR 5.3, constituent le dispositif de fixation du panneau à la structure. Les 2 équerres basses reprennent le poids du parement extérieur.

2.3 Isolation

L'isolation de 120 mm d'épaisseur est constituée par différents isolants d'épaisseurs variables selon les performances thermiques recherchées définies aux tableaux 2 à 5 :

- Isolant laine de roche ALPHAROCK, produit par ROCKWOOL sous certification ACERMI
- Panneau isolant sous vide (PIV) avec λ_{PIV} = 0.008 W/ (m.K) (y compris la majoration de 15%), de 20, 40 ou 60 mm d'épaisseur :
  - VACUPOR produit par POREXTHERM sous ATE 13/0515
  - SLIMVAC produit par MICROTHERM sous ATE 13/1026

Les panneaux isolants sous vide (PIV) sont positionnés bord à bord dans la gorge centrale du profil pultrudé. Cette isolation est complétée par deux « matelas » de laine de roche entre les PIV et les parois internes et externes.

Un isolant mousse polyuréthane KOOLTHERM, produit par KINGSPAN sous certification ACERMI est inséré dans la gorge du profilé pultrudé.

2.4 Fixations

Selon le degré d'exposition, les équerres de fixations, les consoles et les accessoires de couturage (visserie, boulonnerie…) sont en acier inox A2 ou A4, ou galvanisé, protégées contre la corrosion selon NF P 24-351.

Les pièces de tôleries et les pièces soudées doivent répondre aux tolérances définies par la norme NF F 00-037. Les soudures sont réalisées selon la norme NF EN ISO 5817, les pliages selon l'ISO 22768-1 et la découpe laser selon la NF E 86051.

Le système de fixation est conçu pour permettre, sans créer de contraintes dans le panneau :

- Les mouvements de la structure
- La transmission des efforts du panneau à la structure porteuse
- La compatibilité des tolérances d'exécution du panneau et de la structure
- Les variations linéaires du panneau sous les changements de température.

On distingue plusieurs types de fixation :

- Pour les liaisons internes (fixations du panneau nécessaires pour l'assemblage du cadre et le maintien du parement extérieur). Elles permettent de reprendre le poids du parement extérieur au moyen, des équerres situées en partie basse et de transmettre les efforts du vent sur le cadre pultrudé.
- Pour les liaisons externes (fixations permettant le réglage entre panneaux et l'assemblage à la structure).

Les éléments de liaison assurant le maintien des parements au cadre pultrudé, ont démontré par arrachement et selon des charges de vent ultime de 375daN/m², des coefficients de sécurité minimum de 3.5 pour le parement extérieur et 2.5 pour le parement intérieur.

2.5 Tôle

La tôle, d'épaisseur minimale 2mm, est en acier galvanisé S355 ou S235 selon la norme NF EN 10025.

Elle est fixée mécaniquement sur la périphérie du cadre pultrudé par l'intermédiaire de vis auto foreuses zinguées 4.8 x 25 mm espacées entre 300 et 600 mm selon les configurations de panneau.

L'étanchéité entre la tôle et l'ossature pultrudée est effectuée par l'application d'un joint mastic sur fond de joint.

Des percements pourront être réalisés sur la tôle à condition que la longueur des vis ne dépasse pas 25mm et que l'étanchéité du perçage de la tôle soit reprise par l'application d'un joint mastic coupe-feu.

2.6 Joints d'étanchéité

Le système d'étanchéité de la façade est assuré par des joints profilés en EPDM extrudés.

Fabriqués par BORFLEX les joints d'une dureté de 70 shore, répondent à la norme NF EN 3302.

On distingue plusieurs types de joints :

- Le joint EPDM intégré au panneau, lors de la fabrication, positionné sur le cadre puis noyé dans le parement extérieur lors du coulage. .
- Les joints EPDM entre panneaux, mis en œuvre lors de la pose, sont positionnés latéralement sur les faces internes et externes du panneau dans les gorges du cadre pultrudé. En face externe, et horizontalement un joint à lèvre est positionné afin de faciliter l'écoulement de l'eau en cascade.

Afin de sécuriser l'étanchéité à l'air, un cordon de mastic sera mis en œuvre aux jonctions des EPDM lors du montage comme le schématise la figure 7.

Le mastic utilisé est le GISCOFIX.

2.7 Menuiseries

Les menuiseries répondant à la norme NF DTU 36 peuvent être de type bois, PVC ou aluminium, incorporées à la fabrication ou rapportées après fabrication.

Les menuiseries seront mises en atelier par BETSINOR.

Pour cela une série de gorges du profil pultrudé est supprimée, soit par fraisage jusqu'à affleurer le pultrudé, soit par pultrusion, conformément au plan présenté en figure 2 et réalisé en usine.
La nouvelle tolérance de largeur du profil est de 58mm (0+2mm).
Les autres tolérances restent inchangées.
La menuiserie est fixée en tout point sur le profil.

Ces profils réalisent le chevêtre sur lequel sera fixée mécaniquement la menuiserie au moyen de vis autoforeuses réparties sur la périphérie avec un entraxe maximum de 600 mm et dont la longueur d'ancrage dans le profil ne devra excéder 25mm.

L'étanchéité entre les menuiseries et les profils sera réalisée conformément au DTU par l'application d'un mastic SNJF sur fond de joint.

2.8 Raccord de cloison (Cf. figure 17)

Dans tous les cas, que ce soit au niveau d'une jonction de panneaux ou au niveau du parement intérieur, on dispose un habillage acier d'épaisseur minimum de 1.5mm avec un remplissage d'isolation laine de roche. La liaison entre les éléments sera assurée ponctuellement par fixation acier (espacées au maximum de 500mm) et par l'application d'un joint mastic coupe-feu.

La longueur d'ancrage de la vis de fixation de l'habillage acier sur la tôle ne devra pas dépasser 25mm.

2.9 Doublage intérieur

Lors de la mise en œuvre d'un doublage, celui-ci devra être maintenu au moyen d'une structure indépendante permettant de respecter un espace de vide minimum de 2 cm.

3. Thermique

Calcul du coefficient de transmission surfacique, U

La transmission surfacique U_{cw} d'une façade rideau se calcule par pondération surfacique de coefficients de transmission surfacique U_{cwi} des éléments de trame selon la relation suivante :

$$U_{cw} = \frac{\sum Ucwi . Awi}{\sum A_{wi}}$$

Le calcul de la transmission thermique surfacique U_{wi} d'un élément de trame de façade opaque s'effectue à partir de la relation suivante :

$$U_{cwi} = \frac{\sum Uc . Acwi + \sum \Psi i . Li + \sum \chi i}{\sum A_{cwi}}$$

où :

Uc = Coefficient de transmission surfacique en partie courante des panneaux, en W/(m².K).

$Acwi$ = Aire projetée du module i, en m².

ψi = Coefficient de transmission linéique induit par les éléments de fixations filants, en W/(m.K).

χi = Coefficient de transmission ponctuel induit par les éléments de fixations ponctuelles en W/K.

L_i = Longueur de l'élément de fixation filant, en m.

Les coefficients de transmission thermique surfacique et linéique destinés au calcul du coefficient U moyen de la façade selon les règles Th-U sont donnés en tableaux 2 à 5 en annexe.

4. Séisme

Ce document ne traite pas des mesures préventives spécifiques qui peuvent être appliquées aux bâtiments de catégorie d'importance IV pour garantir la continuité de leur fonctionnement en cas de séisme.

4.1 Type de bâtiment

Les produits Façade BEPIV vis-à-vis du risque sismique peuvent être mis en œuvre dans les bâtiments suivants :

- Les bâtiments neufs dimensionnés conformément au § 4.4.3 (limitation des dommages) de l'Eurocode 8 (EC8), en considérant la limite de déplacement entre étages, dr, pour les éléments non structuraux composés de matériaux fragiles.

  La limite de déplacement entre étages de l'ossature primaire est fixée à :

  $$dr . \nu \leq 0{,}005. h$$

  Avec ν = 0,4 selon l'arrêté du 22 octobre 2010 soit :

  $$\boldsymbol{dr \leq 1{,}25. h / 100}$$

  avec :

  dr : le déplacement de calcul entre étages défini en 4.4.2.2(2) de l'EC8 ;

  h : la hauteur entre étages ;

  ν : le coefficient de réduction pour prendre en compte une plus petite période de retour de l'action sismique associée à l'exigence de limitation des dommages.

  • Pour les bâtiments existants, les déformations entre étages sont considérées comme acceptables pour la mise en œuvre d'ossature menuisée.

4.2 Détermination de l'action sismique

Les effets de l'action sismique sont déterminés en appliquant une force Fa horizontale située au centre de gravité de l'élément et orientée soit dans son plan (Fa//) soit perpendiculairement à son plan (Fa⊥).

La force sismique, Fa, est donnée par la formule :

Fa = (5,5 x γ1 x S x agr / g) x (Wa / qa)

Fa = Ka x (Wa / qa)

Avec :

agr : accélération maximale de référence au niveau du sol de classe A en m/s² ;

γ1 : coefficient d'importance du bâtiment ;

S: paramètre de sol ;

Wa : poids de l'élément en daN ;

Qa : coefficient de comportement de l'élément non structural pris égal à 2 ;

g : accélération de l'apesanteur pris égal à 9,81 m/s² ;

Ka : coefficient dans les valeurs sont données dans le tableau 4.

Cette formule est obtenue à partir de la formule de l'Eurocode 8 § 4.3.5 en appliquant les conditions des plus défavorables, soit la période propre du bâtiment (Ta = T1) et la position de l'élément en haut du bâtiment (Z = H).

Pour les bâtiments existant, et en l'absence de précision de la nature du sol dans les DPM, la force Fa est calculée en considérant un sol de classe E.

La vérification sismique doit prendre en compte l'action sismique et le poids propre, sans pondération.

F a// «+» G et F a⊥ «+» G

Si l'action sismique F a⊥ est inférieure à l'action due au vent ELU, seule la vérification sous charge de vent ELU est suffisante.

Ancrage de l'ossature menuisée à l'ossature primaire

L'effort sismique au niveau de l'ancrage au gros œuvre (cheville et attache) est à pondérer par un coefficient Kalea = 1,5 pour tenir compte des aléas de répartition des charges :

Fa, ancrage = Kalea x Fa

Pour les attaches sous sollicitations sismiques, les contraintes calculées doivent être inférieures ou égales aux limites élastiques des matériaux.

Annulé le : 19/04/2017

La fixation au gros œuvre béton est réalisée par des chevilles métalliques portant le marquage CE sur la base d'un ATE (ou ETE) selon l'ETAG 001 parties 2 à 5 (ou DEE) avec catégorie de performance C1 ou C2 évaluée selon l'annexe E (ou DEE).

4.3 Panneaux

Les performances sismiques des panneaux ont été déterminées à partir d'essais pour des panneaux de surface maximale de 4 m^2

Pour les panneaux en BFUP l'utilisation est exclue en zone sismique 4 pour les bâtiments de catégories III et la classe de sol E et pour les bâtiments de catégories IV de classe de sol D et E.

Les fenêtres intégrées dans les panneaux, dont les remplissages sont de surface inférieure à 4 m ², ne font pas l'objet de disposition parasismique.

Au-delà, les dispositions sont identiques à celles applicables aux remplissages des façades légères en zone sismique.

Les dimensions des fenêtres sont limitées à H=1200 mm par L=800 mm.

5. Fabrication, contrôle et marquage

5.1 Atelier, équipement en matériel

Les panneaux BEPIV sont fabriqués dans une usine structurée pour ce type de fabrication. Le cycle de production, l'ensemble des postes de travail ainsi que les moyens de production sont précisés dans le PAQ BEPIV.

- Atelier de fabrication : local fermé, chauffé, groupant l'ensemble des espaces de travail, zones de stockage et matériels nécessaires à la réalisation et la palettisation des panneaux.
- Atelier de menuiserie : local fermé, chauffé, groupant l'ensemble des espaces de travail, stockage, et matériels nécessaires à l'assemblage des cadres et à la préparation des éléments de coffrage, à savoir machine d'usinage 3D, table de découpe, raboteuse, scies radiales, perceuses à colonne, gabarits d'assemblage et de contrôle.
- Stockage des matières premières : stockage des ciments et sables en silo ou en sacs en local fermé, stockage des autres constituants en locaux fermés et chauffés pour les polymères.
- Dosage des constituants : utilisation de sacs pré pesés et contrôlés, distribution par vis sans fin et pesage sur bascules automatiques programmables, balance de précision et récipients gradués pour le dosage des adjuvants, dosage en eau par pesage ou compteur (précision 0.1 litre).
- Malaxage par palles à axe vertical à rotation elliptique 50 à 150 tr/min, capacité 250L.
- Trémie transfert, trémie d'attente
- Table de coulage : montées sur un marbre avec joue démontable pour les dimensions du coffrage
- Ponts roulants de 3.2 tonnes pour le démoulage et la manutention des panneaux.
- Durcissement et mûrissement en atelier : chauffage radiant au gaz régulant une T°C de 22°C.
- Aire de finition et de stockage : chevalets, palettes bois, rack métallique pour finition, palettisation et stockage à plat ou à chant suivant la forme des panneaux.
- Laboratoire équipé de machine de flexion, extractomètre, matériel de pesage, four de séchage, mesure d'étalement, mesure d'absorption d'eau, pourcentage de fibre dans la matrice.

5.2 Fabrication

Les panneaux sont fabriqués par le titulaire de l'Avis Technique. L'intégration des menuiseries se fera en atelier.

Processus de fabrication

Chaque étape de la fabrication est réalisée conformément aux plans de fabrication et selon les procédures définies dans le PAQ BEPIV. La fabrication d'un panneau s'effectue en plusieurs étapes selon le processus de production ci-dessous :

- Préparation du cadre : découpe et usinage des profils, assemblage des équerres et de l'isolant dans les profils, application du joint sur les coupes d'onglets, assemblage et maintien de l'équerrage du cadre, assemblage des agrafes sur le cadre, assemblage des joints EPDM, identification.
- Préparation du moule : dimensions du coffrage, positionnement du cadre, préparation du coffrage au coulage
- Réalisation du parement : épaisseur et homogénéité du mélange, identification et date du coulage parement, démoulage du panneau. Le parement réalisé est mis en œuvre selon l'ATec GIREC V-MATIV® pour le CCV et l'ATec Habillage BFUP BETSINOR pour le BFUP.
- Démoulage et mise en œuvre de l'isolation : le démoulage du panneau est réalisé après une période de séchage de minimum 12h. La mise en œuvre de l'isolant s'effectue au minimum 48h après le coulage et conformément au plan de fabrication.
- Fermeture du panneau : application du joint coupe-feu, positionnement et assemblage de la tôle sur le cadre.
- Finition, palettisation, stockage : contrôle visuel, réalisation de l'ébavurage et les rectifications éventuelles des arêtes ou manque de matière. Mise en palette des panneaux selon les fiches de palettisations et de façon à favoriser au mieux une ventilation naturelle. Le stockage des panneaux en extérieur aura lieu au minimum 1 semaine après la date de coulage afin de garantir les conditions optimales de maturation du parement.

Coffrage

Les éléments de coffrage sont préparés dans l'atelier menuiserie.

L'assemblage du moule et le positionnement du cadre sera quant à lui réalisé en trame de production sur les tables de coulage.

La face coffrante toujours étanche et très soignée peut être en acier, contreplaqué, bakélisé, polyester, formica, polyéthylène ou en peaux synthétiques divers.

Les joues servant de coffrage au parement extérieur permettent le positionnement et le maintien du cadre pultrudé.

Les tolérances imposées sur les moules sont les suivantes :

- Hauteur : 0 ou + 2mm
- Longueur, largeur : +/- 2 mm
- Différence de longueur des diagonales : +/- 2 mm
- Rectitude des joues : écart ≤ 2 mm sous une règle de 2m
- Planéité fond de moule : écart ≤ 2 mm sous une règle de 2m

Identification des panneaux

L'identification propre à chaque panneau comporte la référence de l'opération, du cadre, du panneau et la date de coulage.

Elle est réalisée sur le cadre pultrudé à différentes étapes de la fabrication :

- Lors de la préparation du cadre : référencement du cadre et de l'opération selon le plan de fabrication
- Lors du coulage du parement : référencement de la date de coulage du parement.

5.3 Contrôle de fabrication

Le contrôle de la fabrication est réalisé selon le plan de contrôle figurant dans le PAQ. Il matérialise les vérifications effectuées selon les procédures définies tout au long du processus de fabrication.

Les contrôles portent notamment sur :

La conformité des approvisionnements lors de leur réception :

- Les matières premières
- Les aciers (tôle acier, attaches mécaniques, accessoires de fixation et boulonneries)
- Les isolants (laine de roche, mousse polyuréthanne, isolant sous vide)
- Les profils pultrudés référence PUL 882 selon la composition PR500
- Les accessoires (joints, membrane d'étanchéité, éléments de finition)
- Les joints extrudés EPDM

La conformité du processus de fabrication aux différentes étapes :

- Lors de la préparation de cadre
- Lors de la préparation du moule
- Lors de la réalisation du parement
- Lors de la mise en œuvre de l'isolation
- Lors de la fermeture du panneau
- Lors de la finition de la palettisation et du stockage
- Lors de la réalisation du marquage

La conformité des mélanges et performances du parement :

- La mesure de la consistance de la matrice selon NF EN 1170-1 1 fois / jour,
- La teneur en fibre de la matrice selon NF EN 1170-2 1 fois / semaine,
- La résistance à la flexion méthode simplifiée selon NF EN 1170-4 1 fois / semaine,
- La résistance à la flexion méthode complète selon NF EN 1170-5 à chaque nouvelle formulation,
- L'absorption d'eau et masse volumique selon NF EN 1170-6 1 fois / semaine,
- La tenue à l'arrachement des agrafes selon plan de contrôle 1 fois / semaine.

6. Mise en œuvre

6.1 Matériel d'exécution

Le matériel nécessaire à l'exécution est défini par l'entreprise au démarrage de chaque chantier.

Annulé le : 19/04/2017

Les principaux matériels sont les suivants :

- Matériel de levage : grue, manitou
- Matériel d'approvisionnement : manitou télescopique
- Echafaudage : échafaudage de pied, nacelle ciseau, bras télescopique
- Matériel électrique : perceuse, tronçonneuse, meuleuse.

6.2 Organisation de la mise en œuvre

L'ensemble des opérations relatives à la mise en œuvre des panneaux est assuré par le service pose de BETSINOR ou sous-traité à des partenaires qualifiés qui disposeront d'une notice de montage.

Ils disposent des documents relatifs :

- A l'étude : plans d'étude et de pose commentés et explicités
- A la réalisation et au suivi d'exécution : procédure de mise en œuvre, fiche de contrôle et de suivi de la pose.

La procédure de mise en œuvre précise :

- Les conditions de dé palettisation
- Les précautions à prendre au déchargement, au stockage et à la dé-palettisation
- Les tolérances admissibles du gros œuvre conforme au DTU 33.2
- Le mode de fixation des attaches
- La procédure de montage et de réglage des panneaux
- La mise en œuvre des joints d'étanchéité
- Les jonctions éventuelles avec les menuiseries, les cloisons de doublage, la structure.

D'autres procédures seront également réalisées selon les besoins spécifiques de chaque chantier.

6.3 Conditions générales de pose

Les panneaux sont de géométrie rectangulaire, de dimensions variables et d'épaisseur 155 mm hors revêtement intérieur. Ils peuvent être disposés à la verticale ou à l'horizontal pour réaliser des bandes d'allèges.

6.31 Jonction des panneaux

Les jonctions entre panneaux sont visibles sous forme de joints creux de 10mm minimum et 20mm maximum. Les joints entre panneaux peuvent être des joints alignés ou désalignés.

6.32 Jonction rives de plancher

Aux rives de plancher, la jonction est assurée par des dispositions, établies selon les recommandations de l'IT 249.

6.33 Jonction sur support

La jonction des panneaux peut être réalisée sur supports béton, bois ou métal.

Pour cela on dispose d'un « demi-pultrudé » positionné et fixé mécaniquement sur le support. L'étanchéité entre le profil et le support est réalisée au moyen d'une garniture d'étanchéité, disposés de part et d'autre.

6.4 Dispositif de manutention

La manutention des panneaux est effectuée au moyen d'anneaux de levage positionnés à chaque extrémité du cadre pultrudé sur les équerres de liaisons mécaniques.

Ils servent également au démoulage des panneaux et à leur manutention lors de la fabrication.

6.5 Système d'accroche du panneau à la structure

Le système de fixation peut être fixé sur les éléments horizontaux et verticaux de la structure : murs, planchers, poteaux, poutres, lisses…

Après blocage, les mouvements des articulations de réglages sont rendus possibles dans le plan du panneau par des trous ovalisés, mais les mouvements perpendiculairement au plan du panneau ne sont pas permis.

Pour éviter tout desserrement en œuvre, sous l'effet des vibrations par exemple, les vis et les écrous des dispositifs de liaison sont arrêtés par des systèmes de freins : écrous freins, rondelles éventail.

En partie haute, le panneau est suspendu par l'intermédiaire d'une liaison mécanique composée de 3 parties permettant le réglage dans les 3 directions.

En partie basse, la gorge de la traverse basse du cadre pultrudé s'emboîte sur une cale ponctuelle positionnée aux extrémités du panneau inférieur.

6.6 Finitions intérieures

La tôle intérieure en acier peut être revêtue par plusieurs types de finition (laquage,..).

La mise en œuvre de contre cloison intérieure indépendante et avec vide technique devra être validée par BETSINOR pour chaque projet.

6.7 Traitement des points singuliers

6.71 Panneau associé à une menuiserie

Les menuiseries peuvent être de type bois, aluminium, PVC, acier, incorporée (avec partie opaque minimale de 165mm) ou jumelé au panneau (sans partie opaque). Dans le cas d'une menuiserie jumelé au panneau, la menuiserie est montée dans le cadre pultrudé, fixée à la structure de la même manière qu'un panneau avec menuiserie intégrée. Les menuiseries seront intégrées en atelier.

6.72 Panneau avec retour d'angle

Les retours d'angles droits des panneaux peuvent être soit à angles sortants ou soit à angles rentrants.

La réalisation du parement extérieur sera monobloc, réalisé en fabrication à l'aide d'un contre moule.

La dimension maximale du retour est de 500mm.

6.73 Panneau associé à une porte

Le même principe de conception pourra être effectué lors de l'association à d'autre élément.

6.8 Contrôles exercés en cours et à l'issue de la pose

Le contrôle de la pose est réalisé selon le plan de contrôle du PAQ.

Des fiches de suivi et de contrôle propre à chaque panneau sont établies et complétées par leurs responsables.

Elles matérialisent les vérifications effectuées tout au long du processus de pose.

Les contrôles portent notamment sur :

- La réception des palettes et des panneaux : déchargement, conformité de la palette et de la zone de stockage ;
- La préparation effectuée avant assemblage des panneaux : implantation des fixations, assemblage des cales, assemblage des joints, des cales et de l'isolant ;
- La mise en œuvre du panneau : manutention, assemblage, étanchéité des jonctions, verticalité, alignement, système de fixation ;
- La finition : aspect du parement extérieur, isolation plancher, étanchéité tôle coupe-feu.

7. Dimensionnement

7.1 Hypothèses de calcul

Les calculs des panneaux et attaches sont conduits par BETSINOR suivant les règles et hypothèses de la résistance des matériaux pour un matériau élastique homogène.

Le dimensionnement (cf. Annexe de dimensionnement) démarre par un schéma statique pour aboutir à une vérification de chaque composant du panneau :

1° Schéma statique

2° Efforts

Les efforts appliqués sont :

- Le poids propre
- Les surcharges indiquées par les pièces du marché
- Les efforts engendrés par le démoulage et la manutention
- La pression du vent calculée conformément à l'Eurocode 1.

En aucun cas, les calculs ne sont effectués pour une pression de vent inférieure à 60 daN/m².

3° Combinaisons de charge selon NF DTU 33.1

4° Modélisation 3D de chaque élément du panneau
5° Vérification des contraintes dans les différents éléments suivant ELS/ELU/déplacements.

Critères de déformation :

- Charges permanentes : la flèche au centre du parement en béton composite et la flèche des éléments du cadre pultrudé ne doit pas excéder le 1/360ème de la hauteur, dans la limite des 20 mm.
- Charges de vent : la flèche au centre du parement en béton composite et la flèche des éléments du cadre pultrudé ne doit pas excéder le 1/360ème de la hauteur, dans la limite des 20 mm.

Critères de résistance : les contraintes maximales sous chargements aux ELU sont inférieures aux contraintes admissibles du matériau

Les contraintes admissibles à prendre en compte lors des calculs de dimensionnement de la plaque extérieure sont celles définies dans les Avis Techniques du CCV et du BFUP.

Les variations dimensionnelles extrêmes, par rapport à la situation au moment de la pose, sont prises égales à 1.5mm/m et -2mm/m pour le calcul de la largeur des joints entre panneaux et la liberté de jeu des attaches.

Annulé le : 19/04/2017

Dans le cas de la pose sur structure bois ou métallique, la déformation du support au droit des fixations des panneaux doit être limitée à 5mm.

7.2 Schéma statique

Les panneaux de façade BEPIV sont montés de manière suspendue (cf. figure 6) :

Les 2 points bas (cale de positionnement dans le profil pultrudé emboîtée et positionnée aux extrémités des panneaux) bloquent la rotation selon z et la translation perpendiculaire à la surface extérieure selon x.

Les points hauts, bloquent les translations x et z (reprise des efforts de vent et de gravité). Sur un des points hauts, la translation selon y est bloquée. Sur l'autre elle est libre pour permettre les dilatations.

7.3 Tolérances et état de surface

Les tolérances sur les dimensions et sur l'état de surface des panneaux au moment de la livraison sont celles qui sont indiquées dans le DTU 22.1, chapitre V.

8. Entretien et maintenance

8.1 Entretien

L'entretien extérieur des panneaux GIREC V – MATIV et les panneaux Habillage BFUP BETSINOR sont définis dans les Dossiers Techniques des Avis Techniques associés 16/13-671 et 16/12-638.

8.2 Changement du parement extérieur

Dans le cas où le parement extérieur est jugé irréparable après montage de la façade, un changement est réalisé par mise en œuvre d'un nouveau parement préfabriqué, sur lequel est incorporé lors du coulage au minimum 4 tiges filetés en acier INOX A2 ou A4 de diam. 8mm.

Celles-ci sont ensuite introduites et liaisonnées ponctuellement par scellement chimique dans la cavité du cadre pultrudé après avoir mis en œuvre la membrane d'étanchéité sur le cadre.

La nature du scellement dépendra de la nature des tiges filetés, des performances mécaniques à atteindre et des temps de prises nécessaires.

Le changement sera effectué selon la procédure de maintenance BETSINOR, soit par l'entreprise ou soit par un sous-traitant qualifié.

B. Résultats expérimentaux

- Essais AEV + chocs
  - Essais de perméabilité à l'air, de l'étanchéité à l'eau et de la résistance à la charge due au vent (AEV) + chocs – Rapport CSTB CLC 12-26038582.
- Performances thermiques
  - Validation d'une note de calcul thermique (coefficient U et risque de condensation) pour le procédé façade BEPIV – Rapport CSTB DIR/HTO 2013-195-FL/LS
- Sismique
  - Essais de mise en parallélogramme et d'excitation dans le plan du support et perpendiculaire au support – PV CSTB EEM 11 26036416.
- Caractérisation du profilé pultrudé
  - Rapport d'essai de vieillissement accéléré (2000 heures UV) – Rapport CSTB EMI 12/260-42568.B.
  - Propriétés mécaniques à l'état initial et à -20°C / +80°C – Rapport CRITT MATERIAUX N° 3993.1.A, juillet 2012.
- Adhérence des mastics mono composant sur profils pultrudés
  - Rapport d'essai d'adhérence à l'état initial / après immersion / après traitement thermique. – Rapport TREMCO ILLBRUCK

C. Références

1 chantier réalisé en 2013 : 39 panneaux sur 180m².

Annulé le : 19/04/2017

Tableaux et Figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Caractéristiques mécaniques du pultrudé PUL882

Propriétés	Spécification	Unité	Référentiel
Propriétés physiques			
Taux de renfort en masse	50-65	%	NF EN ISO 1172
Masse volumique	1.8-1.9	Kg/m^3	NF EN ISO 1183-1
Coefficient de dilatation thermique linéaire	9.10^{-6}	(m/m)/°C	ISO 11359-2
Propriétés mécaniques			
Résistance en traction – Axiale	240	Mpa	NF EN ISO 14125
Module d'élasticité en traction - Axial	23	Gpa	NF EN ISO 14125
Résistance en traction - Transversale	50	Mpa	NF EN ISO 14125
Module d'élasticité en traction - Transversal	7	Gpa	NF EN ISO 14125
Propriétés visuelles	Selon instructions de contrôle réf. IC3.882.01 du fournisseur certifié ISO 9001		
Propriétés dimensionnelles			

Annulé le : 19/04/2017

Thermique

Les tableaux ci-dessous donnent les coefficients de transmission thermique des éléments constitutifs du procédé BEPIV. Ils ont été déterminés sur la base des hypothèses de calcul suivantes :

- Conductivité thermique des isolants sous-vide = 0,008 W/(m.K)
- Conductivité thermique estimée de la résine polysester renforcée à la fibre de verre constitutive des profilés pultrudés = 0,5 W/(m.K)
- Conductivité thermique de la laine de roche = 0,034 W/(m.K)
- Conductivité thermique du polyuréthane injecté dans les profilés = 0,04 W/(m.K)

Tableau 2 – Coefficients U_c

Configuration	Uc en W/(m².K)
LDR 120 mm	0,27
LDR 70 mm + PIV 20 mm + LDR 30 mm	0,18
LDR 50 mm + PIV 40 mm + LDR 30 mm	0,13
LDR 30 mm + PIV 60 mm + LDR 30 mm	0,11

Tableau 3 – Coefficients $\Psi_{profilé}$ standard

Configuration	$\Psi_{profilé}$ en W/(m.K)
LDR 120 mm	0.045
LDR 70 mm + PIV 20 mm + LDR 30 mm	0.053
LDR 50 mm + PIV 40 mm + LDR 30 mm	0.055
LDR 30 mm + PIV 60 mm + LDR 30 mm	0.057

Tableau 4 – Coefficients $\chi_{equerre}$

Configuration	$\chi_{equerre}$ en W/K
LDR 120 mm	0.14
LDR 70 mm + PIV 20 mm + LDR 30 mm	0.16
LDR 50 mm + PIV 40 mm + LDR 30 mm	0.18
LDR 30 mm + PIV 60 mm + LDR 30 mm	0.18

Tableau 5 – Coefficients χ_{caleH} et χ_{caleV}

Configuration	χ_{caleH} en W/K	χ_{caleV} en W/K
LDR 120 mm	0.050	0,025
LDR 70 mm + PIV 20 mm + LDR 30 mm	0.052	0,026
LDR 50 mm + PIV 40 mm + LDR 30 mm	0.053	0,026
LDR 30 mm + PIV 60 mm + LDR 30 mm	0.054	0,027

Tableau 6 – Exemple de calcul de Coefficients Ucwi, pour des panneaux de dimension 1,5 x 3 m disposant de 2 cales horizontales et de 4 cales verticales

Configuration	Ucwi en W/(m².K)
LDR 120 mm	0.37
LDR 70 mm + PIV 20 mm + LDR 30 mm	0.29
LDR 50 mm + PIV 40 mm + LDR 30 mm	0.26
LDR 30 mm + PIV 60 mm + LDR 30 mm	0.24

Annulé le : 19/04/2017

Annexe de dimensionnement

1. Cas de charges

1.1 Actions permanentes

Les actions permanentes tiennent compte :

- Du poids propre du CCV : $\mu = 1\,900\ kg/m^3$
- Du poids propre du cadre pultrudé : $\mu = 1\,800\ kg/m^3$
- Du poids propre du la tôle acier : $\mu = 8\,000\ kg/m^3$
- Du poids Propre de la menuiserie : $\mu = 70\ kg/m^2$

1.2 Actions du vent

Pour garantir la résistance des panneaux BEPIV dans la plus grande majorité des projets, des charges de vent maximales ont été appliquées, soit :

- Une pression dynamique normale : $q = 250\ daN/m^2$.
- Une pression dynamique extrême : $q' = 250 \times 1{,}5\ daN/m^2$.

1.3 Combinaisons de charges

ELS : Etats Limites de Service	G+W
ELU : Etats Limites Ultimes	1.35G + 1.5W

2. Modélisation

2.1 Synoptique de calculs

Le système présente une succession de 3 composants structurels principaux associés à un remplissage isolant et à un système de joints périphériques, comprenant de l'extérieur vers l'intérieur :

1 : Panneau de matrice cimentaire CCV ou DUCTAL® ;

2 : Cadre de liaison mécanique et de rupture thermique en profil pultrudé ;

2a vers le centre du panneau : isolation thermique ;

2b vers l'extérieur du panneau : jonctions périphériques ;

3 : Tôle acier de raidissage du panneau ;

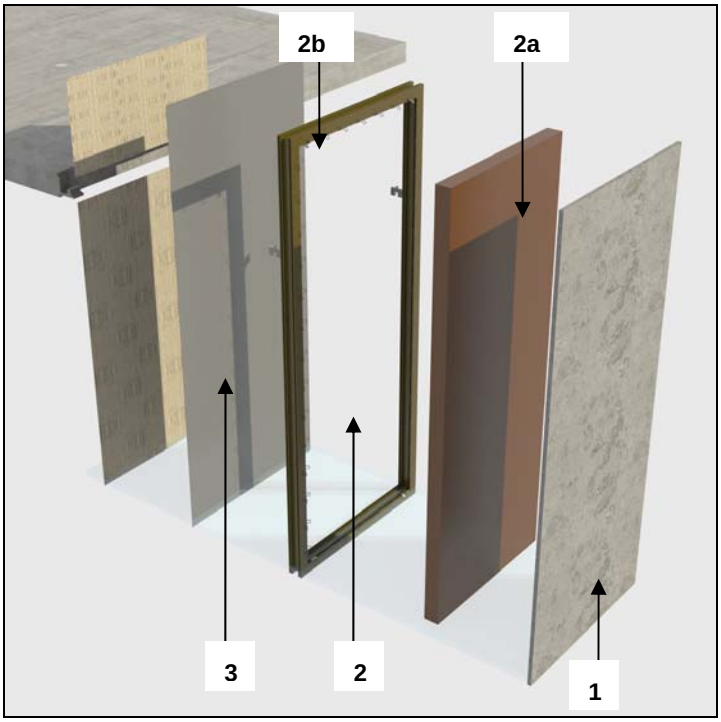


Figure A1 : Vue éclatée du panneau

La matrice cimentaire 1 est considérée en appui et libre dilatation sur le cadre pultrudé 2. Le cadre pultrudé 2 et la tôle 3 sont considérés solidaires.

Annulé le : 19/04/2017

2.11 Cadre Pultrudé

2.111 Dimensions

Cadre pultrudé dont les dimensions sont les suivantes :

Hauteur : 3 490 mm,

Largeur : 1 490 mm,

Section : voir image ci-contre,

Inertie (axe y suivant la hauteur) :

Ix = 6 000 425 mm4

Iy = 1 424 373 mm4

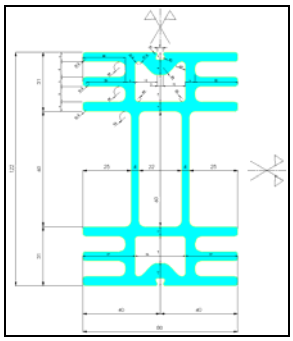


Figure A2 : Section du pultrudé

2.12 CCV

Plaque de CCV dont les dimensions sont les suivantes :

Epaisseur : 30 mm, Hauteur : 3 490 mm,

Largeur : 1 490 mm.

2.13 Tôle acier

Tôle en acier galvanisé dont les dimensions sont les suivantes :

- Epaisseur : 3 mm,
- Hauteur : 3 490 mm,
- Largeur : 1 490 mm.

2.2 Etude mécanique globale par éléments finis

Figure A3 : Modèle numérique utilisé

2.21 Conditions de calcul

Le calcul est réalisé à partir du modèle global, sur lequel sont directement appliqués les efforts extérieurs. Ceci dans le but de gérer au mieux la transmission des efforts d'un sous ensemble à l'autre.

Les résultats sont présentés néanmoins sous-ensembles par sous-ensembles pour en faciliter la lecture des résultats.

La liaison entre le parement et le cadre pultrudé, est gérée de manière à fixer quelque point en communs, ne bridant pas la surface du parement en contact avec le cadre. Les deux surfaces peuvent alors avoir un déplacement relatif les unes par rapports aux autres. Le contact lors du chargement est directement géré par le calcul aux éléments finis lors de la simulation.

Annulé le : 19/04/2017

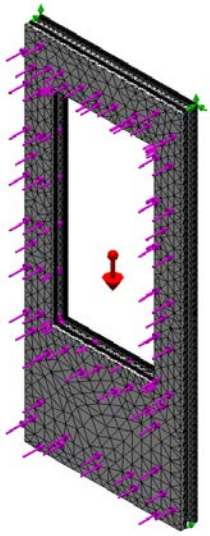


Figure A4 : Modèle numérique maillé et chargé aux ELU

2.22 Vérification de la résistance sous Conditions Ultimes

Le cadre pultrudé est modélisé avec la tôle métallique et le CCV. Les efforts de vent sont reportés directement sur le cadre via leur liaison avec le Parement CCV.

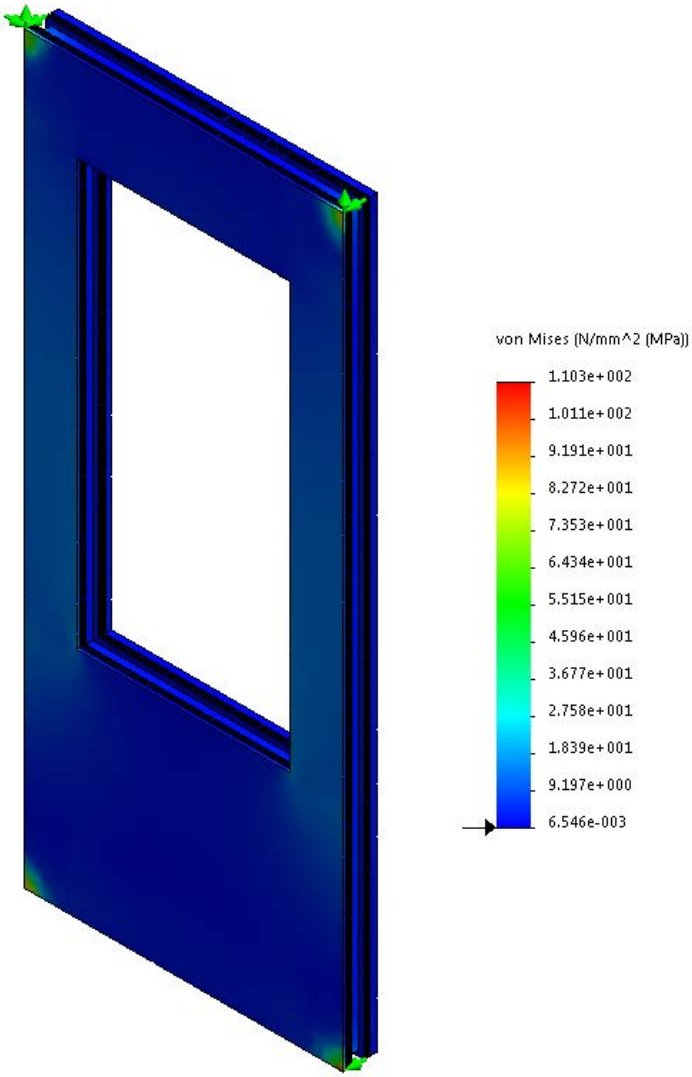


Figure A4 : Contrainte dans l'élément global

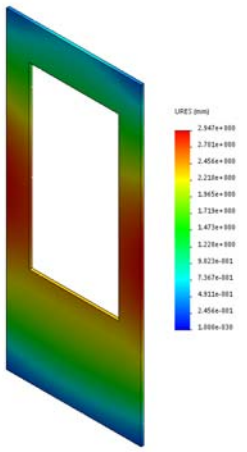
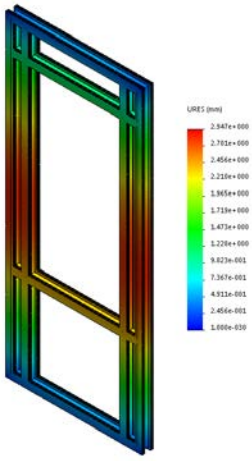
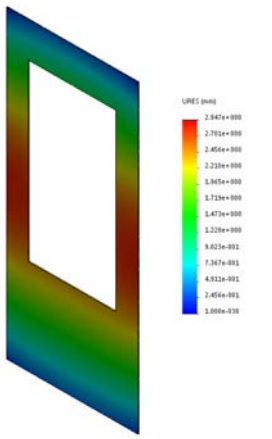
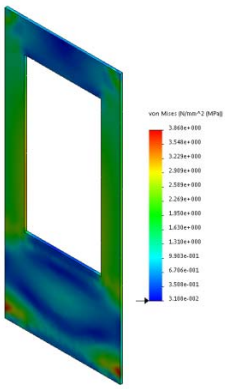
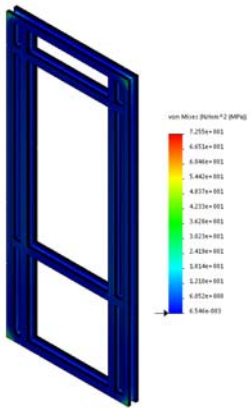
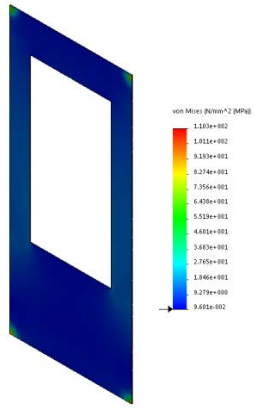
	Parement CCV	Cadre Pultrudé	Tôle Galvanisée
Déformée en mm			
	$d_{max} = 2.95\,mm$	$d_{max} = 2.95\,mm$	$d_{max} = 2.95\,mm$
Contrainte en N/mm²			
	$\sigma_{max} = 3.86\,MPa$	$\sigma_{max} = 72.5\,MPa$	$\sigma_{max} = 110.3\,MPa$

Figure A6 : Vent en surpression

Annulé le : 19/04/2017

Annulé le : 19/04/2017

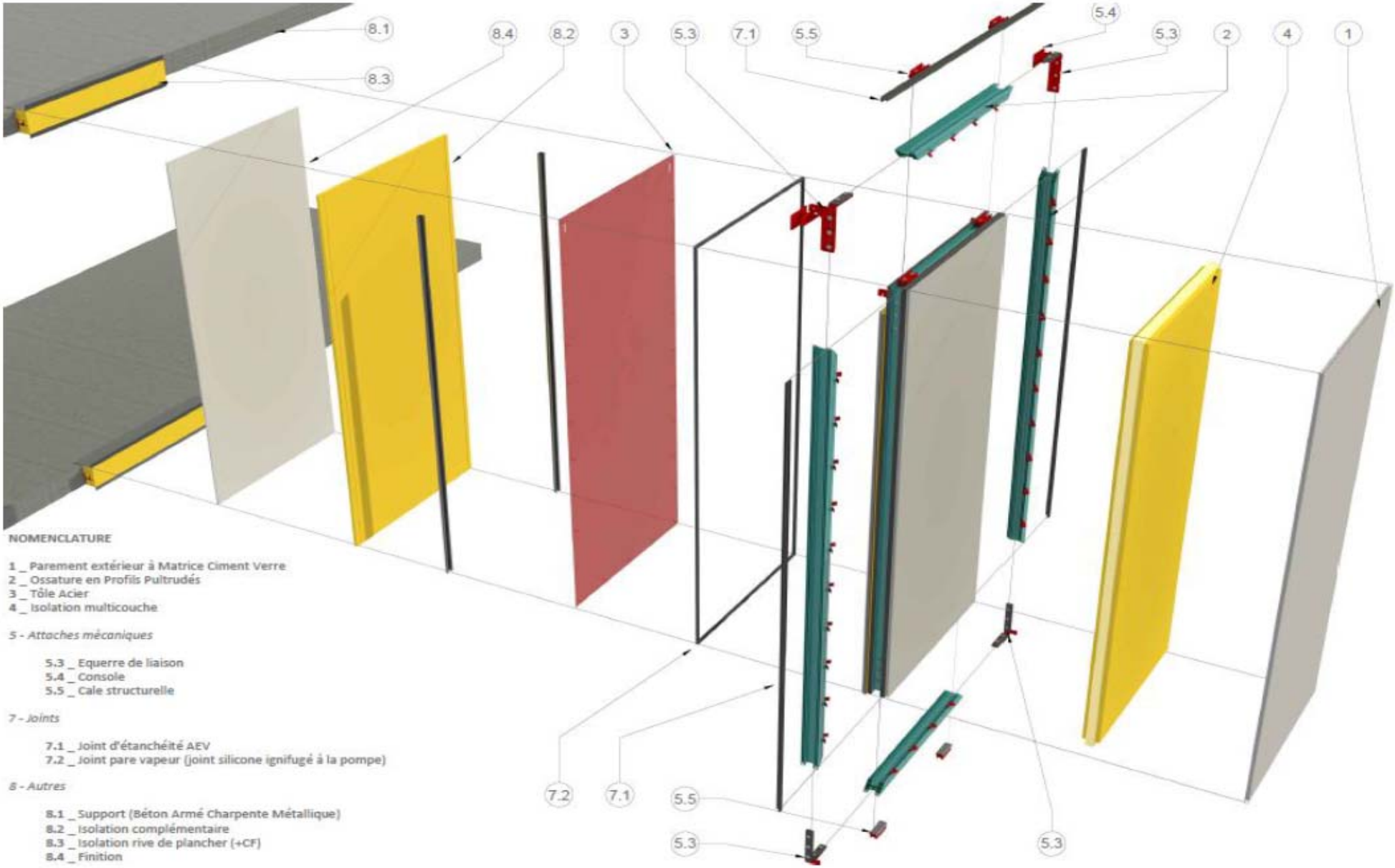
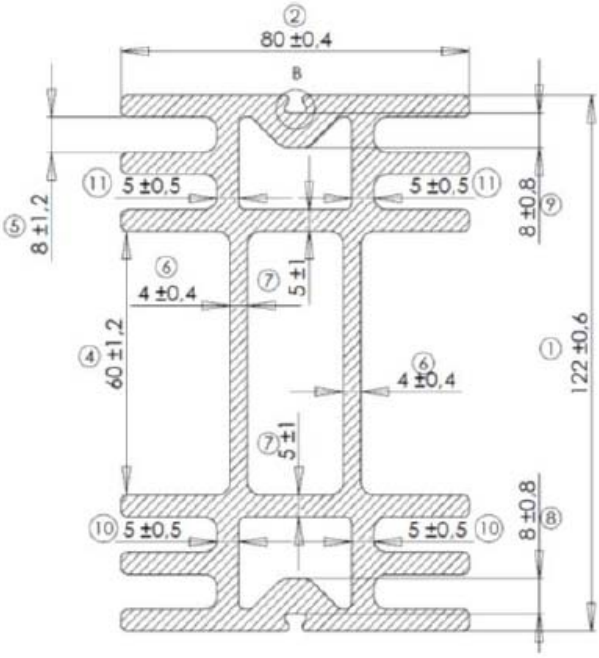
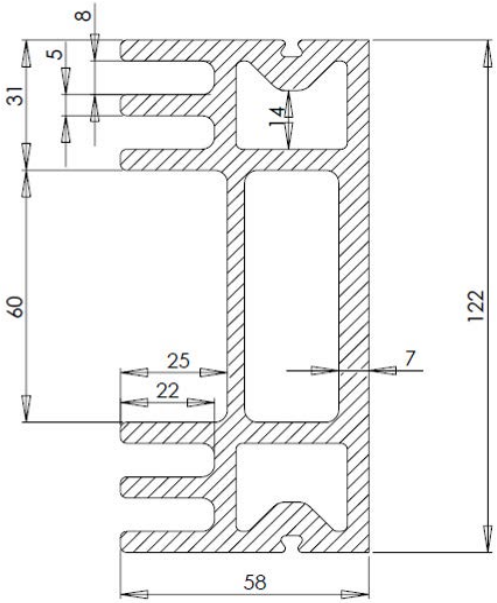


Figure 1 – Nomenclature du système



Profil de base



Modulation pour cadre menuiserie

Figure 2 – Profilé pultrudé PUL 882

Annulé le : 19/04/2017

Annulé le : 19/04/2017

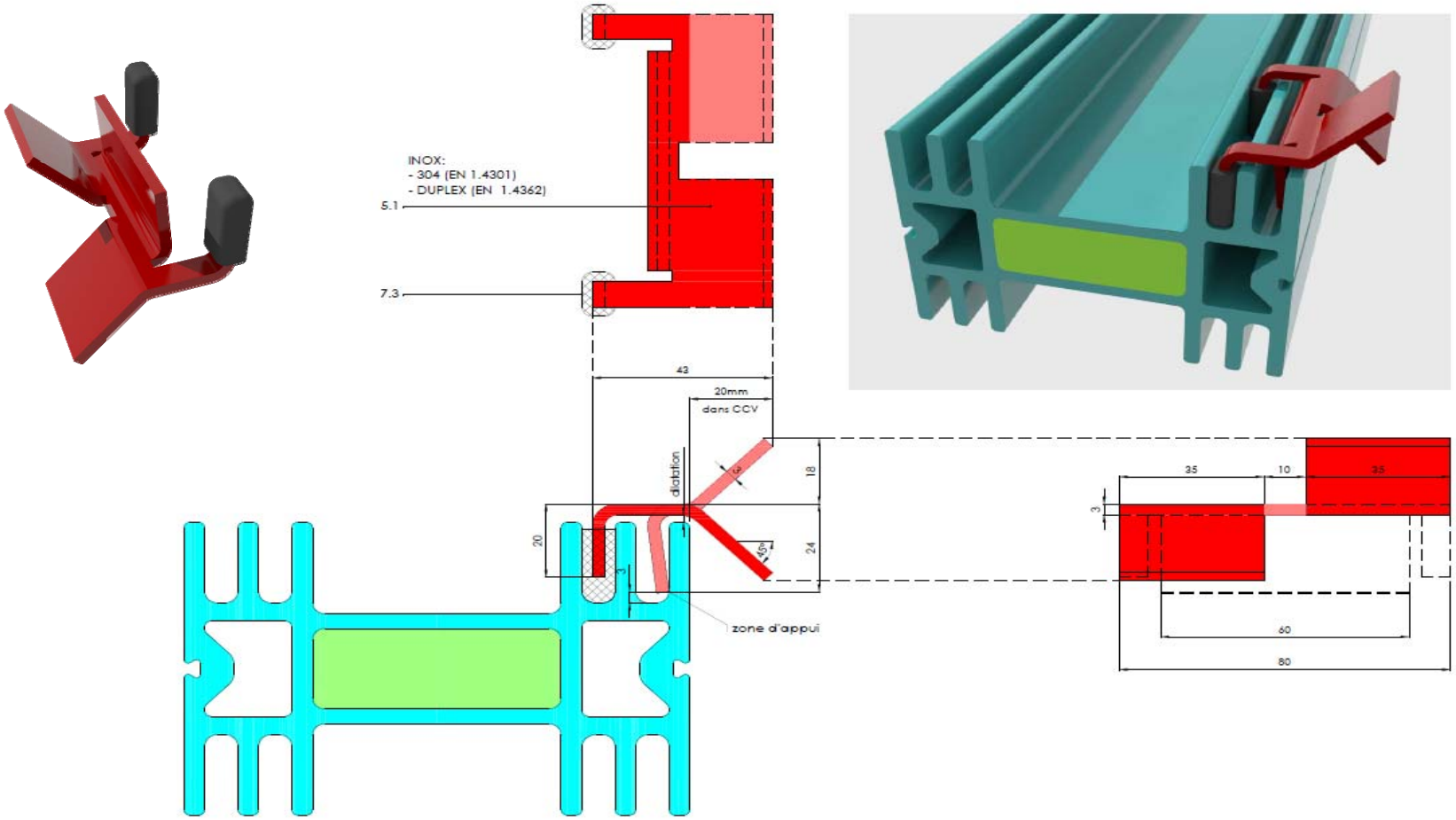


Figure 3 – Positionnement des agrafes sur le cadre avant d'être noyées dans la matrice lors du coulage

Annulé le : 19/04/2017

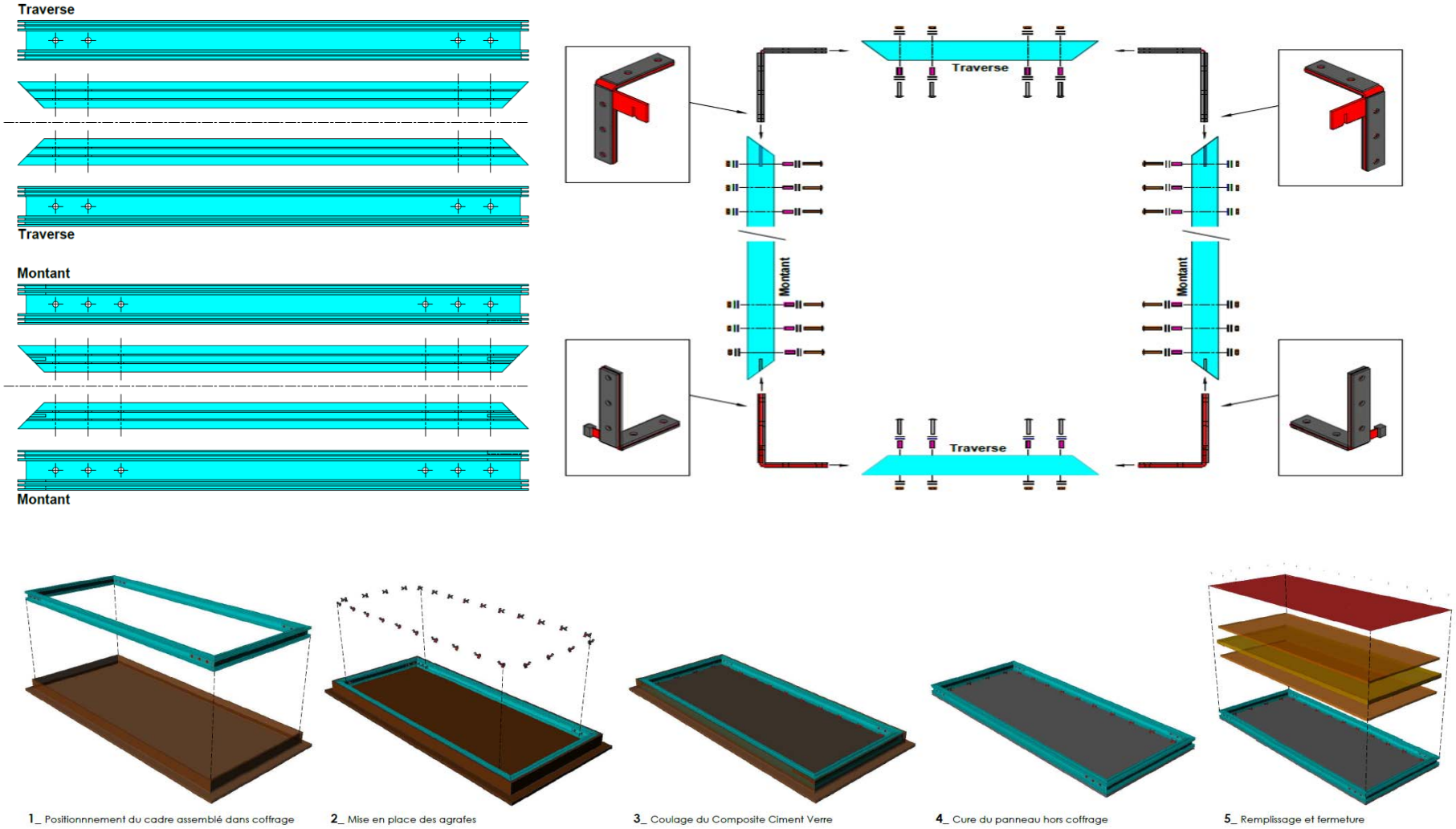
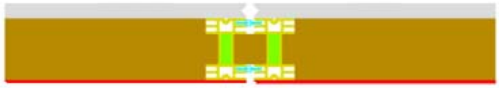
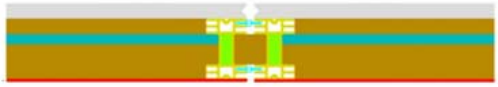
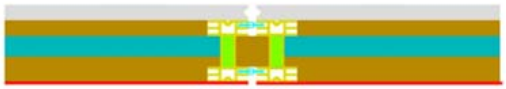
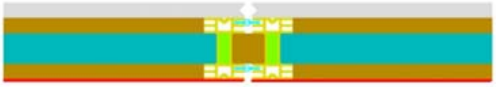


Figure 4 – Assemblage du cadre pultrudé et principales étapes de fabrication

Exemple de configurations :

Configuration N°1		30mm de laine de roche 60mm de laine de roche 30mm de laine de roche
Configuration N°2		30 mm laine de roche 20mm d'isolant sous vide + 40mm de laine de roche 30mm de laine de roche
Configuration N°3		30mm de laine de roche 2x 20mm d'isolant sous vide + 20mm de laine de roche 30mm de laine de roche
Configuration N°4		30 mm laine de roche 3x 20 mm isolant sous vide 30mm de laine de roche

	Parement extérieur
	Profil pultrudé
	Profil EPDM
	Isolant Laine de roche
	Isolant sous vide PIV
	Isolant mousse polyuréthane
	Tôle acier

Selon le cahier des charges, particuliers à chaque projet, d'autres types d'isolant peuvent être envisagés.

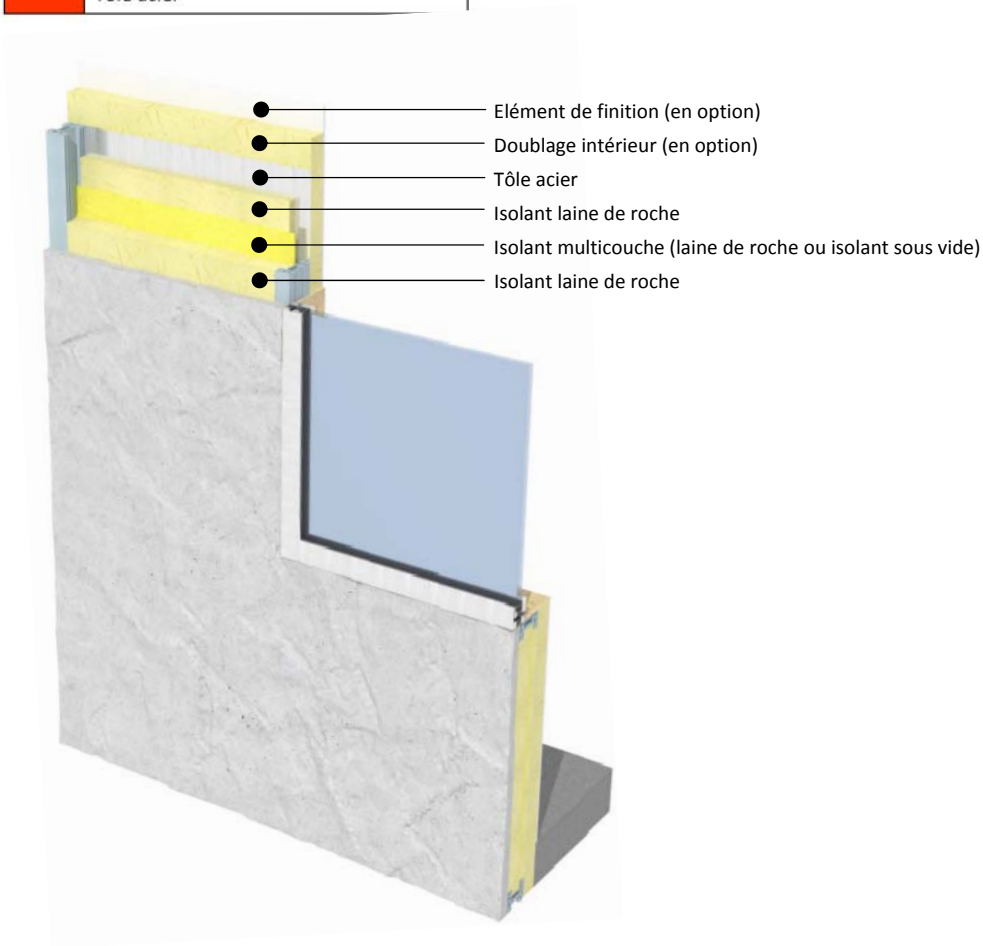


Figure 5 – Configurations de l'isolation multicouche

Annulé le : 19/04/2017

Annulé le : 19/04/2017

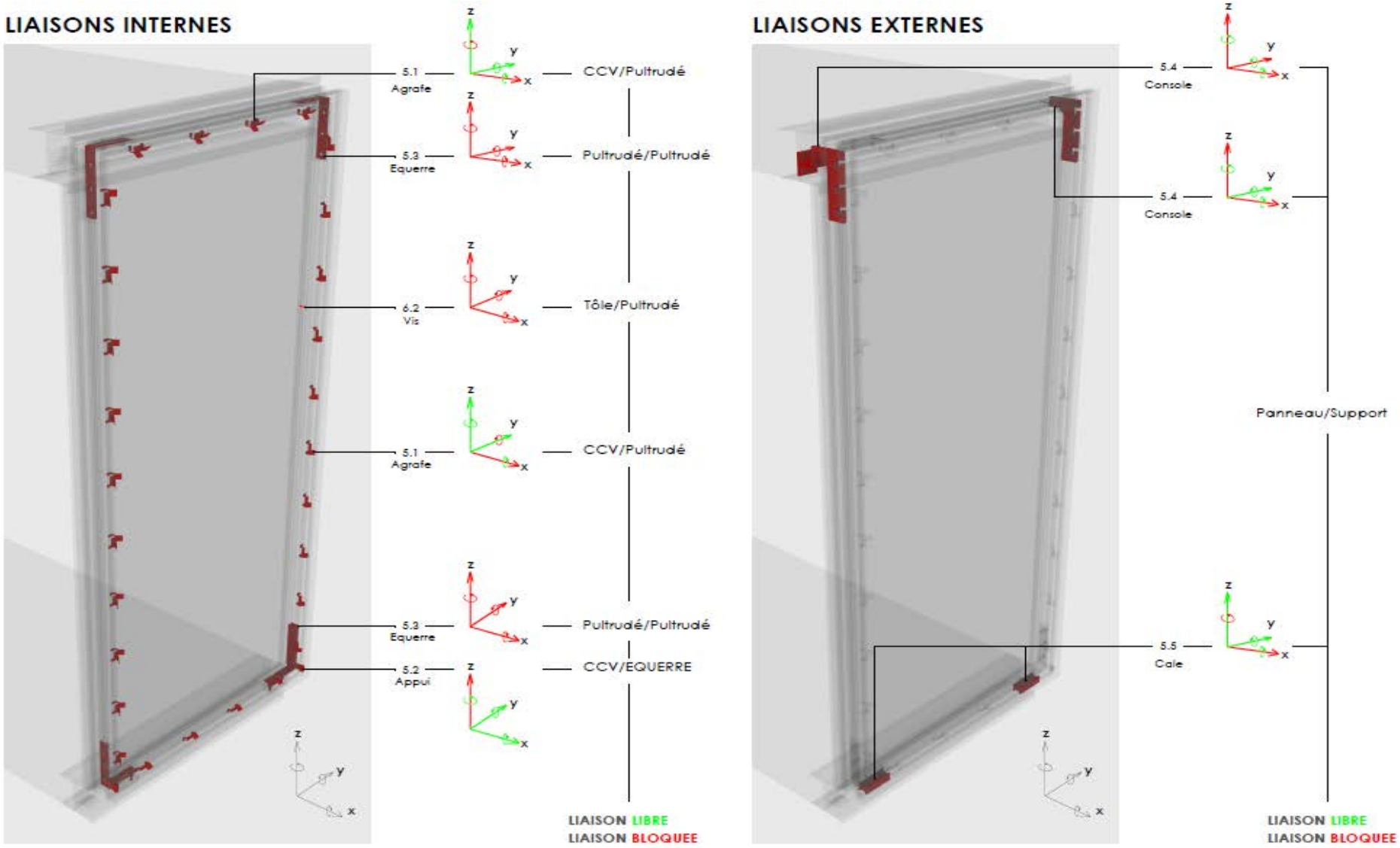


Figure 6 – Liaisons mécaniques

Annulé le : 19/04/2017

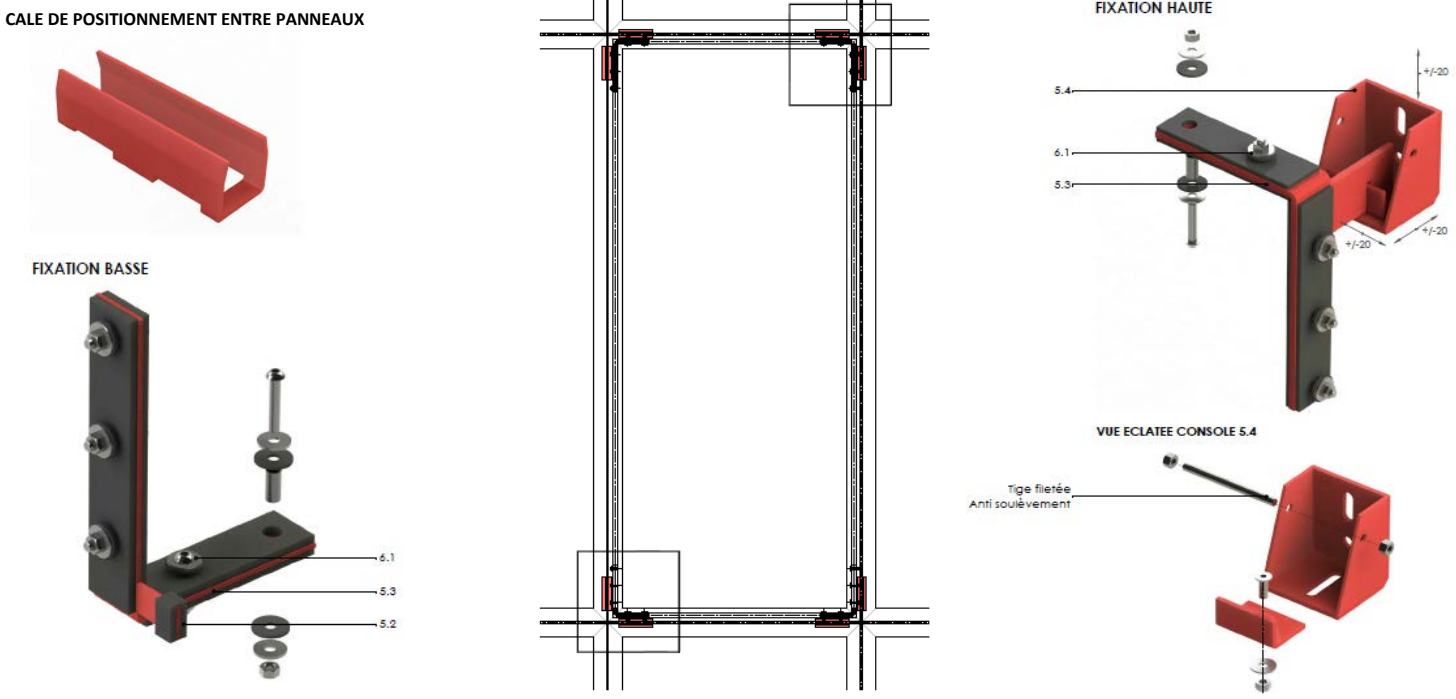


Figure 6-bis – Liaisons mécaniques

Annulé le : 19/04/2017

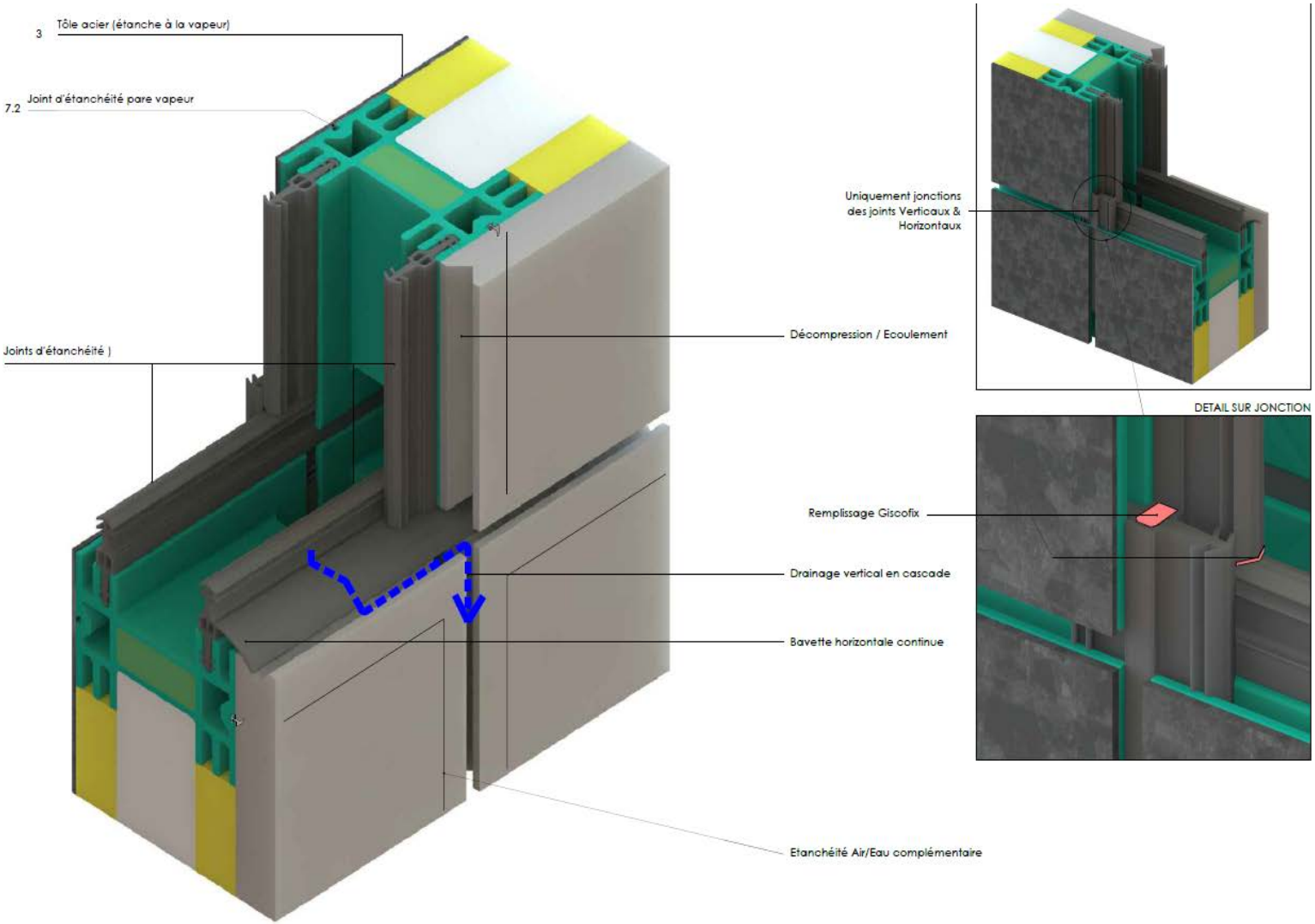
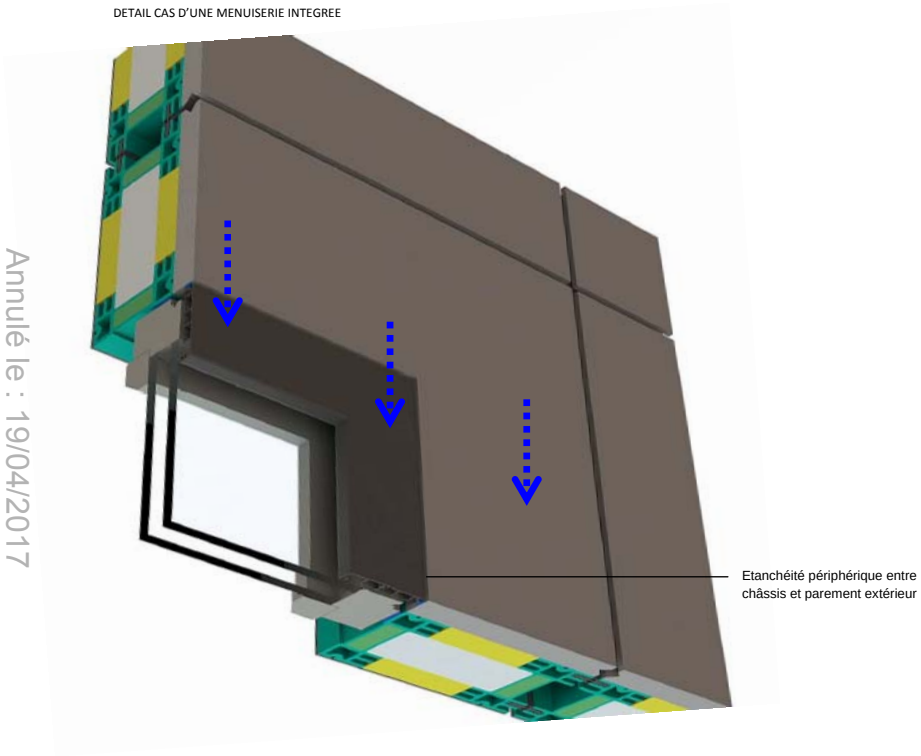


Figure 7 – Etanchéités

Annulé le : 19/04/2017



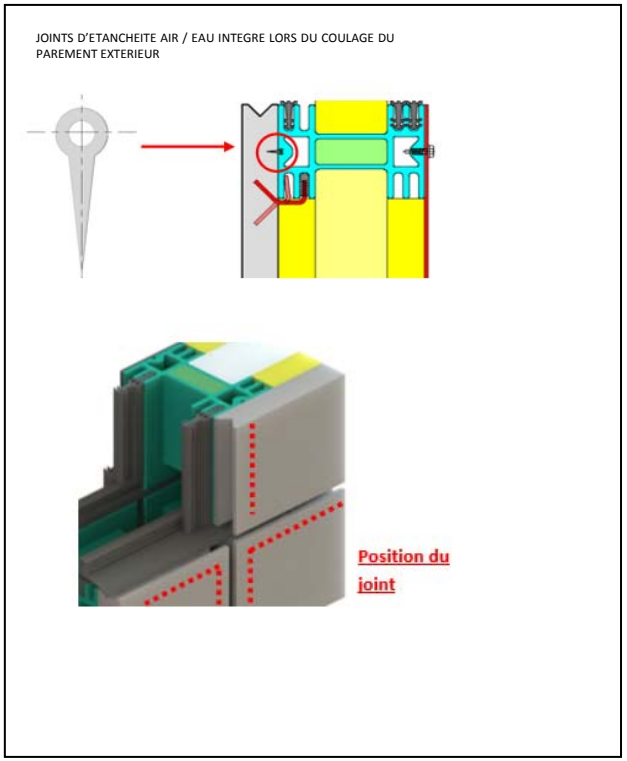
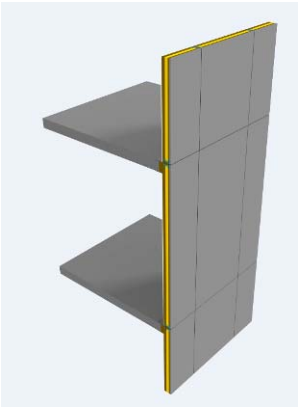
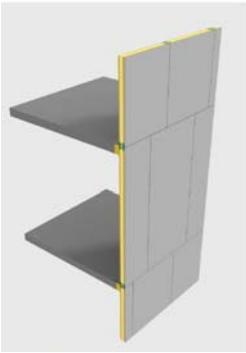


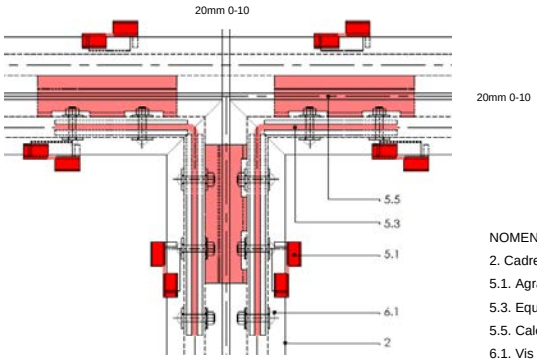
Figure 7bis – Etanchéités

PRINCIPE DE BASE



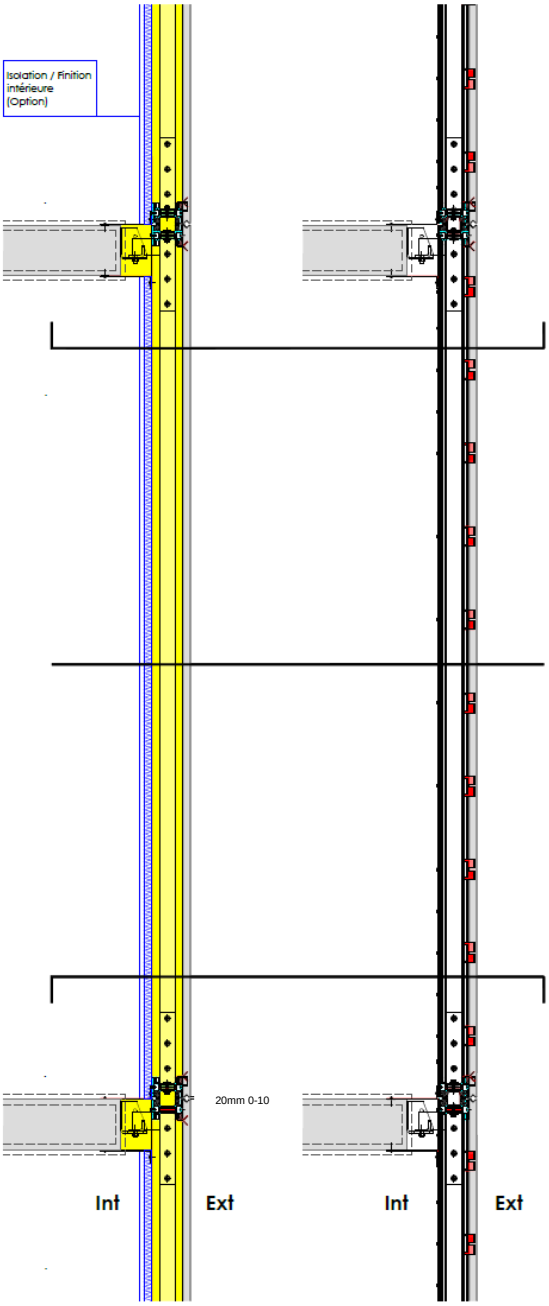
CAS DES JONCTIONS EN DESALIGNEMENT DES JOINTS





NOMENCLATURE :

2. Cadre pultrudé
5.1. Agrafes
5.3. Equerre de liaison
5.5. Cale de positionnement
6.1. Vis – Boulon - Entretoise



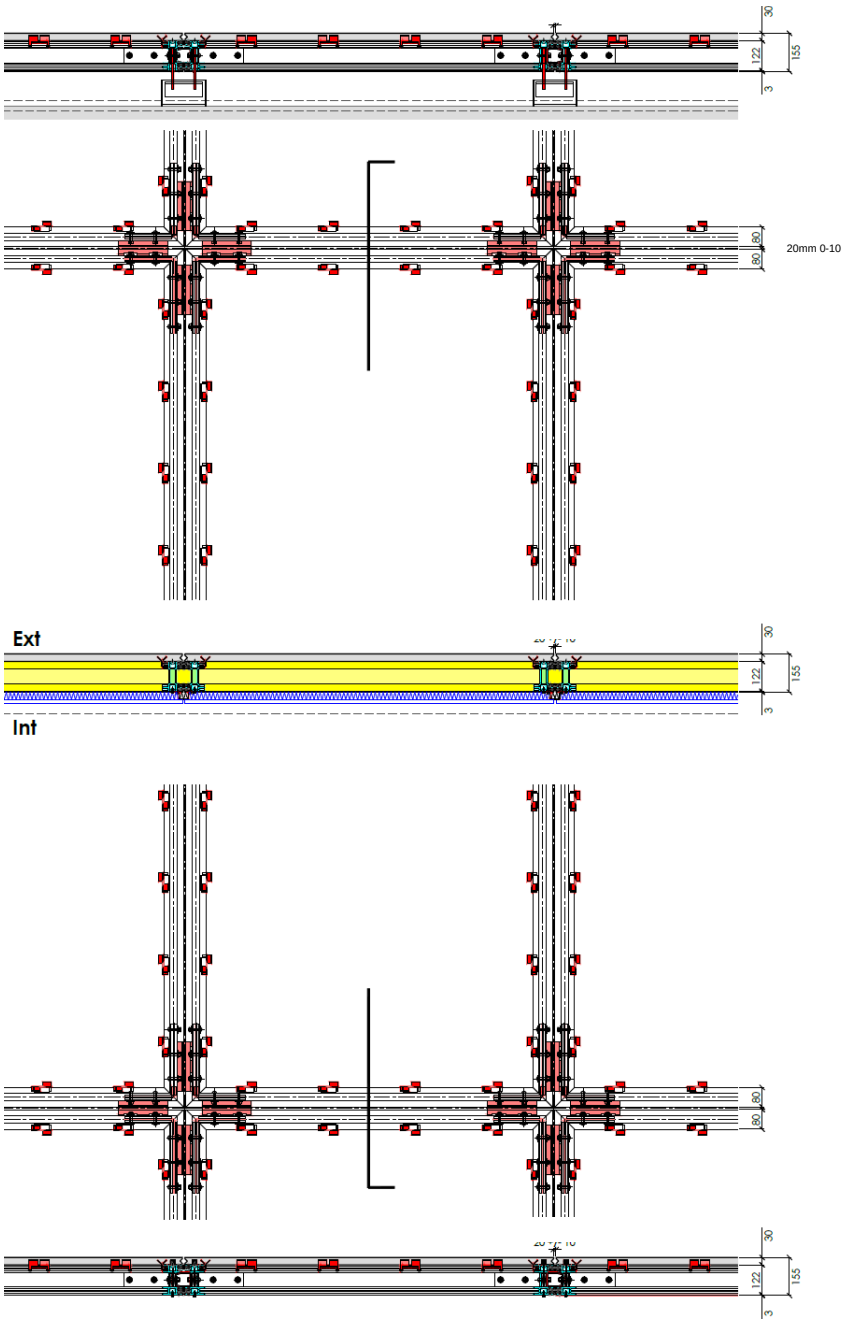
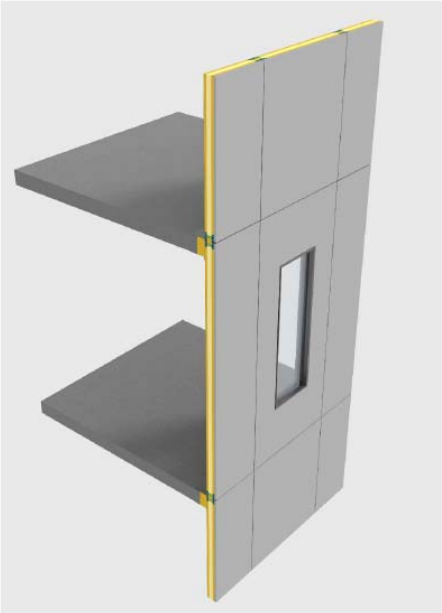
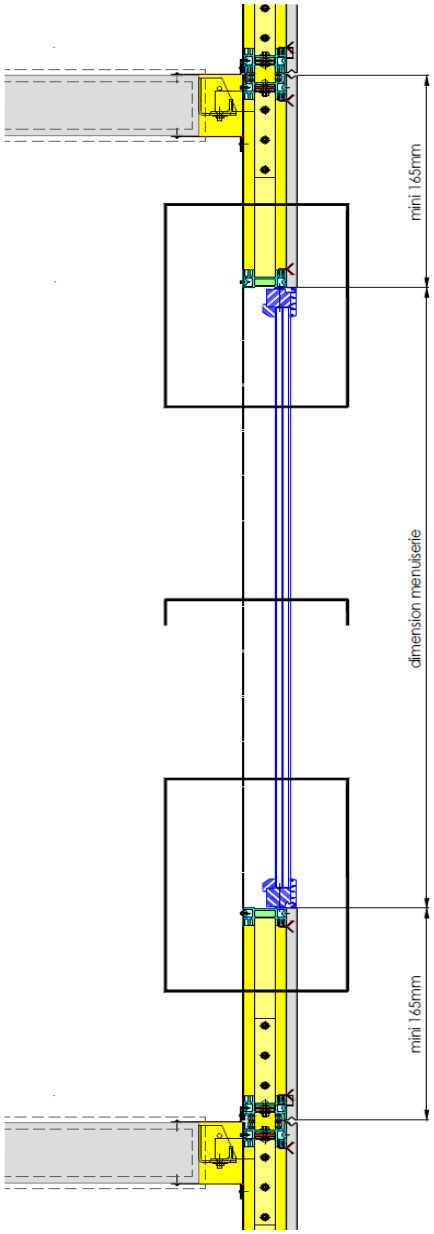


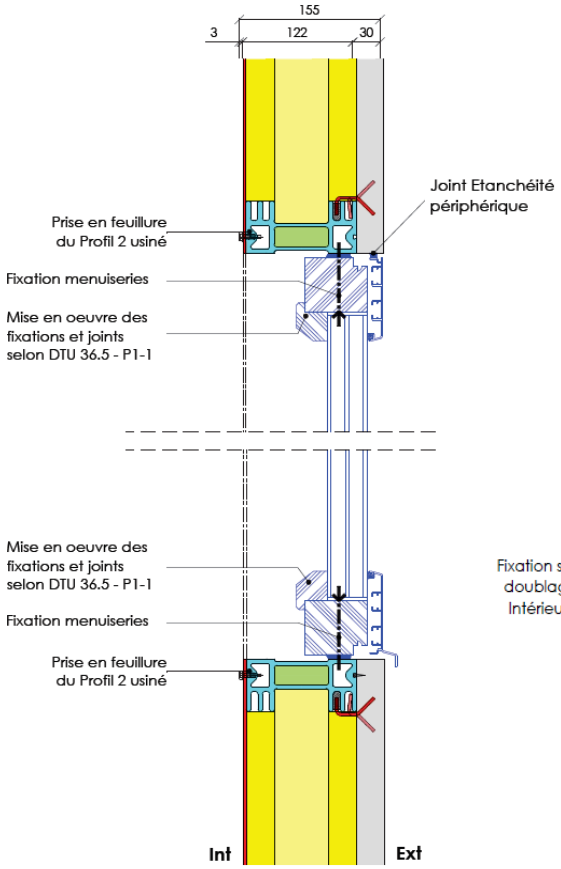
Figure 8 – Principe de base

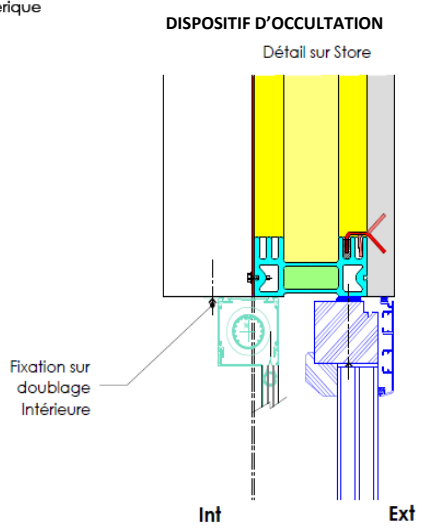
Annulé le : 19/04/2017

PANNEAU AVEC MENUISERIE INTEGREE









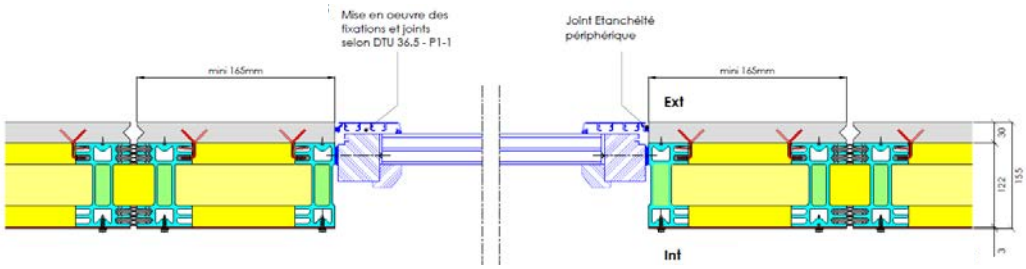
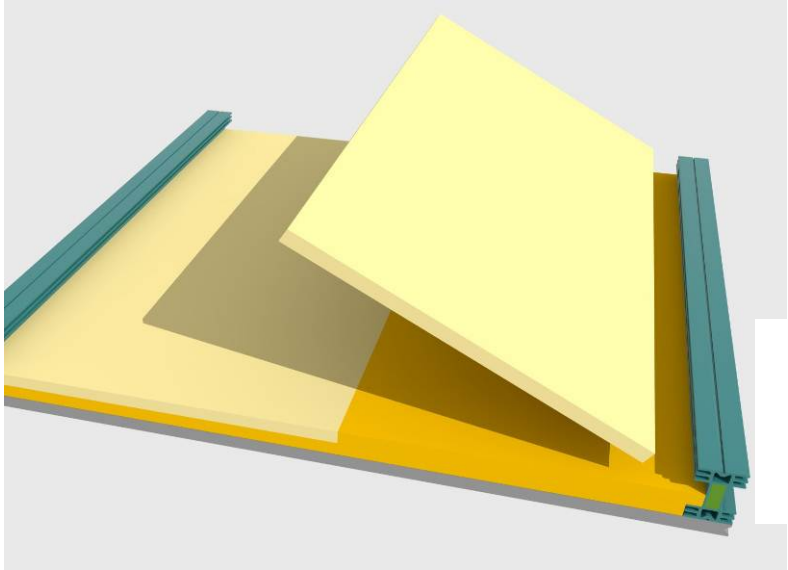
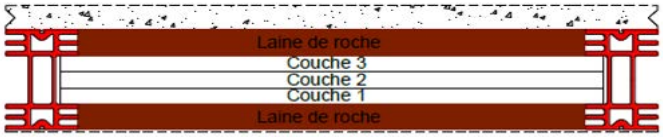


Figure 9 – Panneau avec châssis intégré

Annulé le : 19/04/2017





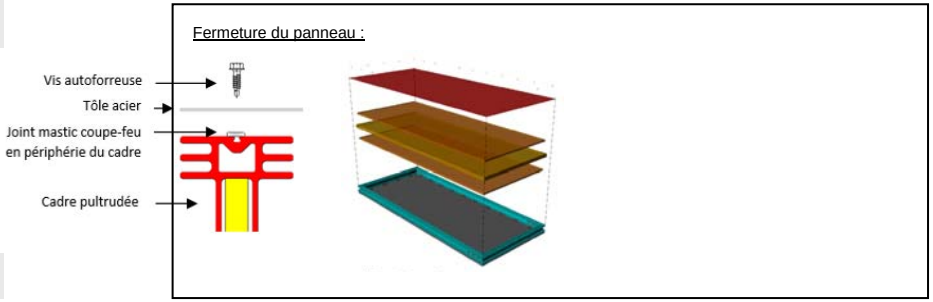


Figure 10 – Mise en œuvre des isolants et fermeture du panneau

Annulé le : 19/04/2017

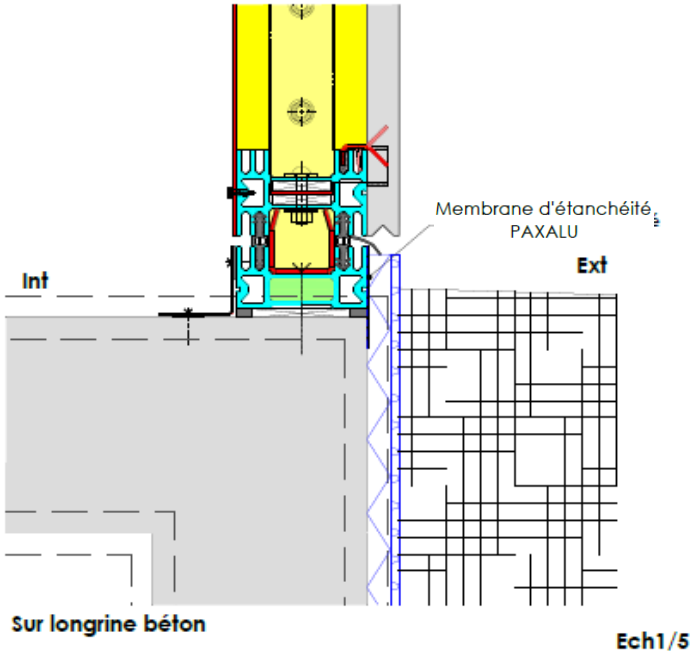
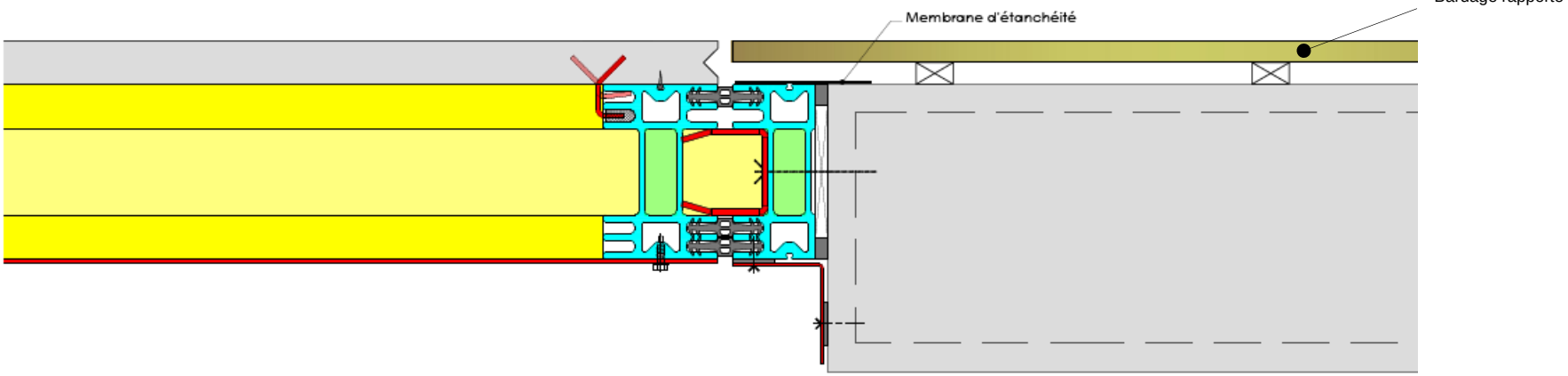


Figure 11 – Pied de façade

Annulé le : 19/04/2017

Jontion horizontale sur mur Béton



Jontion horizontale sur ossature Bois

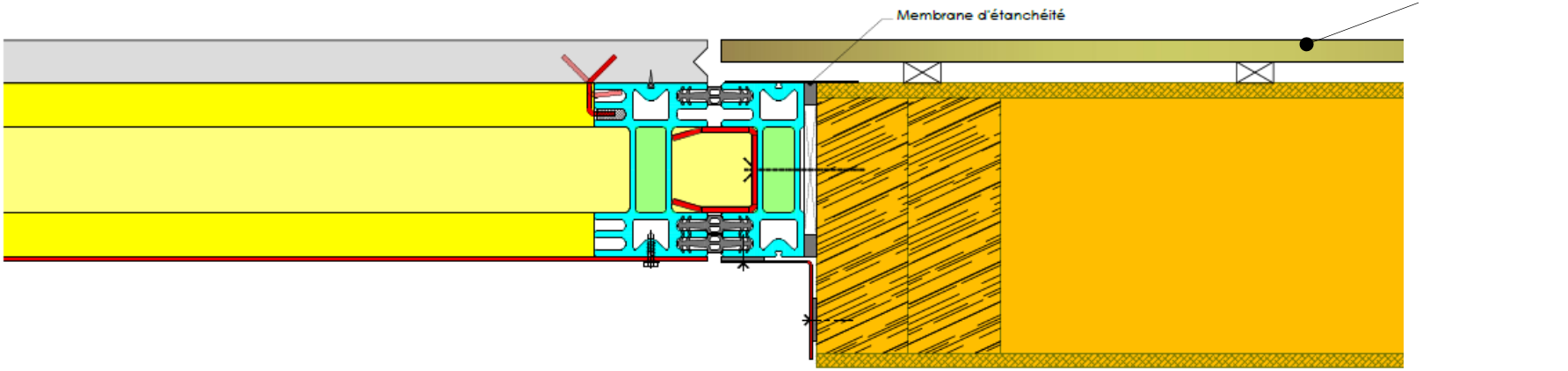
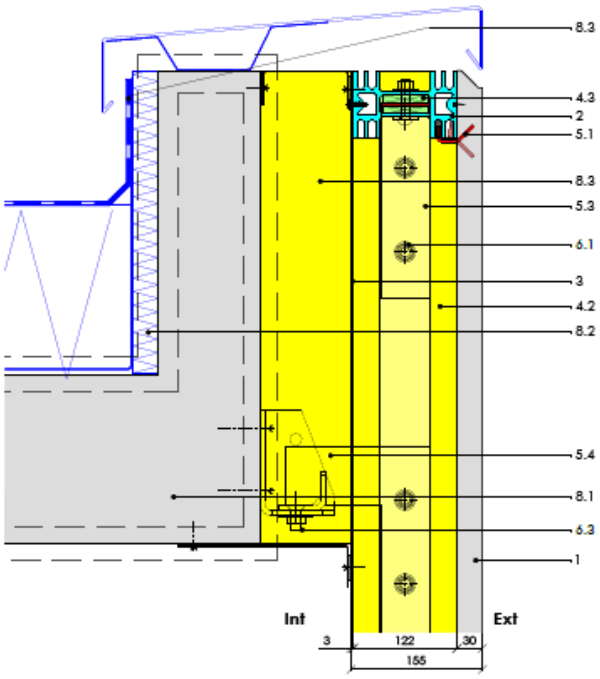


Figure 12 – Jonctions sur supports



NOMENCLATURE

1 _ Parement extérieur à Matrice Ciment Verre
2 _ Ossature en Profils Pultrudés
3 _ Tôle Acier

4 - Isolation multicouche

4.1 _ Isolation de cœur (PIV ; LDR ; PU)
4.2 _ Isolation périphérique (LDR ; PU)
4.3 _ Remplissage Isolant (LDR ; PU)
4.4 _ Joint coupe feu ou LDR 70kg/m3

5 - Attaches mécaniques

5.1 _ Agrafe CCV
5.2 _ Cale d'appui CCV
5.3 _ Equerre de liaison
5.4 _ Console
5.5 _ Cale structurelle

6 - Accessoires de fixation

6.1 _ Vis - Boulon - Entretoise
6.2 _ Vis de couturage
6.3 _ Vis de réglage
6.4 _ Vis de fixation

7 - Joints

7.1 _ Joint d'étanchéité
7.2 _ Joint pare vapeur (joint silicone ignifugé à la pompe)
7.3 _ Joint compressible
7.4 _ Membrane d'étanchéité

8 - Autres

8.1 _ Support (Béton Armé Charpente Métallique)
8.2 _ Isolation
8.3 _ Etanchéité
8.4 _ Finition

Figure 13 – Acrotères

Annulé le : 19/04/2017

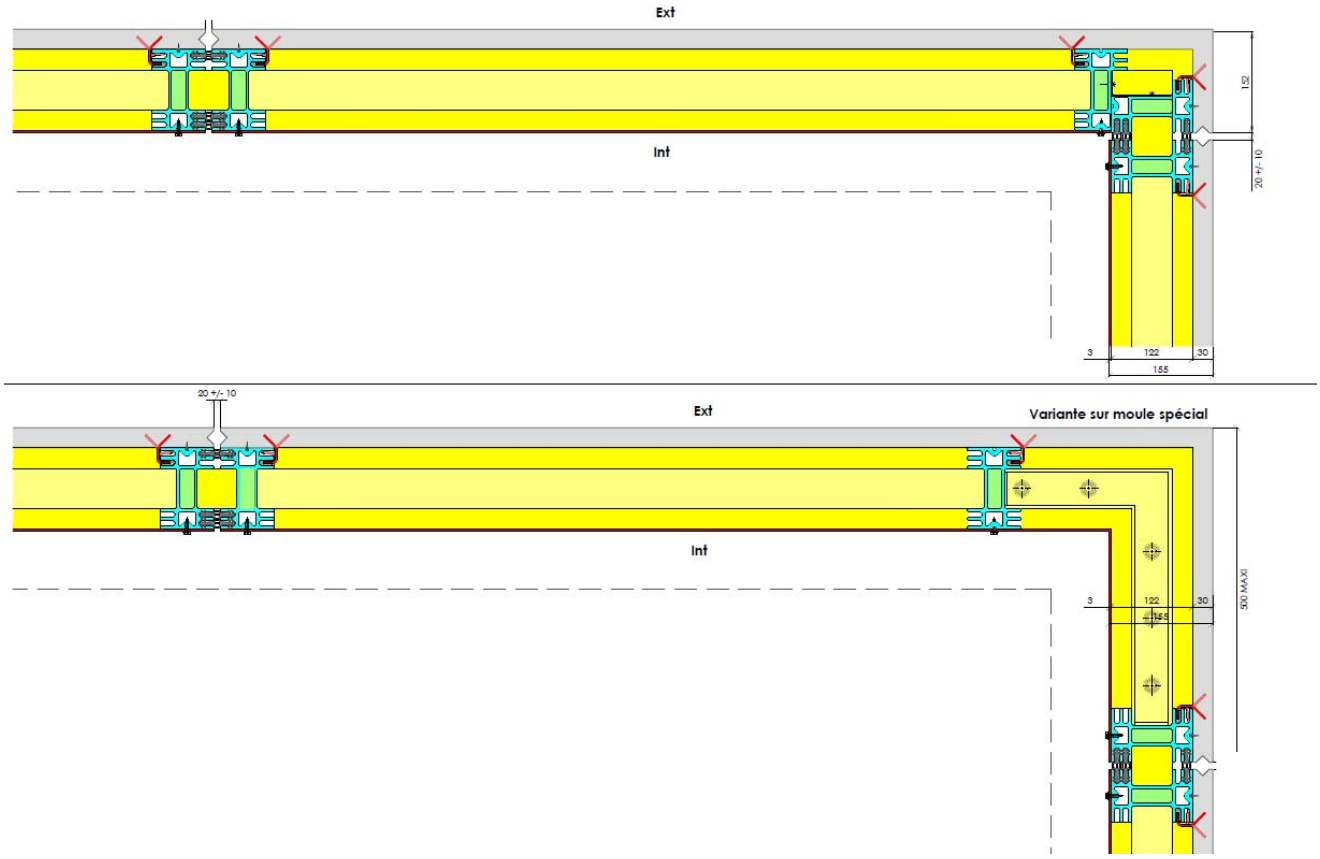


Figure 14 – Angles sortants

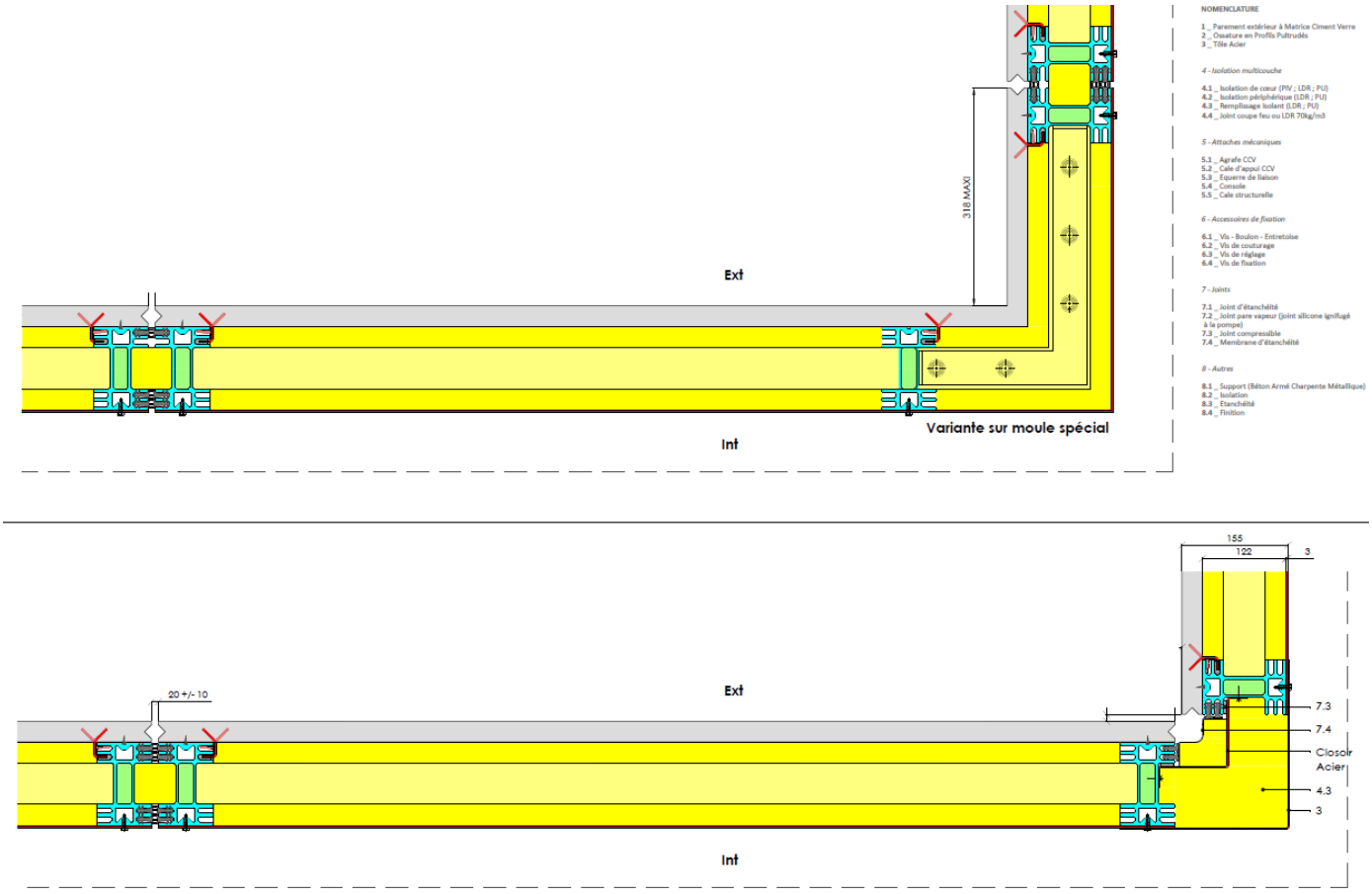


Figure 15 – Angles rentrants

Annulé le : 19/04/2017

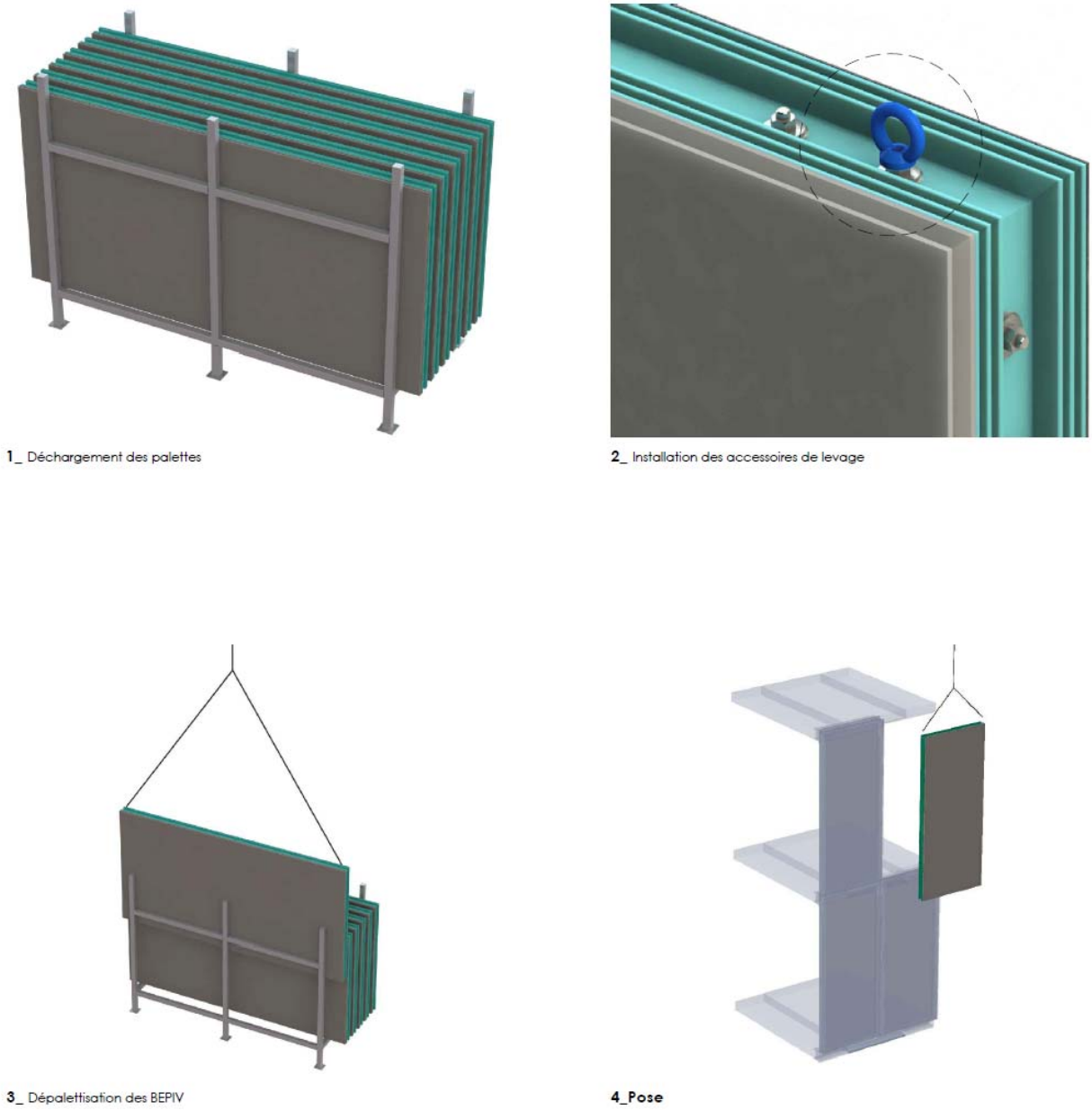
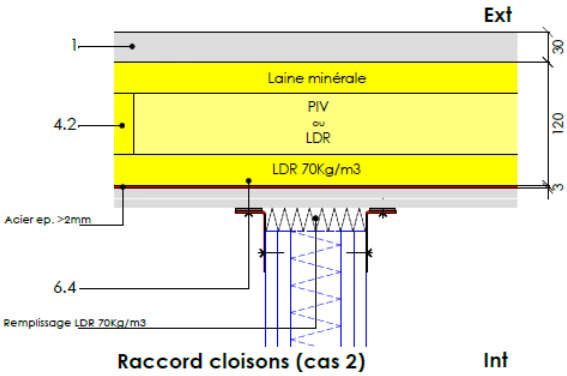


Figure 16 – Moyen de manutention et de mise en œuvre sur site



NOMENCLATURE :

1 Parement extérieur

2 Cadre pultrudé

3 Tôle acier

4.2 Isolant LDR périphérique

6.4 Vis de fixation

Figure 17 – Raccords de cloison

Annulé le : 19/04/2017