

Sur le procédé

## BENCHMARK

**Famille de produit/Procédé** : Panneau sandwich métallique en bardage

**Titulaire(s)** : **Société KINGSPAN SARL**

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

**Groupe Spécialisé n° 2.3 - Procédés d'enveloppe à base de panneaux sandwich**

## **Versions du document**

Version	Description	Rapporteur	Président
V8	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 2.3/13-1592_V7.</p> <p>Les modifications apportées dans le cadre de cette révision partielle sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise à jour des fiches de domaine d'emploi en ERP</li> </ul> <p>Nouveau rapport de classement de réaction au feu B-s1, d0.</p>	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric
V7	<p>Cette version annule et remplace l'Avis Technique 2.3/13-1592_V6.</p> <p>Les modifications apportées dans le cadre de cette révision partielle sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La suppression de l'âme isolante SP 40,</li> <li>• Le remplacement de l'épaisseur 88 mm des panneaux par l'épaisseur 90 mm,</li> <li>• La mise à jour des figures.</li> </ul>	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric

V6	<p>Cette nouvelle version, présentée en Groupe Spécialisé du 12 juillet 2022, annule et remplace l'Avis Technique 2.3/13-1592_V5.</p> <p>Les modifications apportées dans cette nouvelle version sont les suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'ajout des revêtements « Kingspan AQUAsafe 70 » en ambiance intérieure et « Kingspan Spectrum 70 » en atmosphère extérieure ;</li> <li>• La mise à jour du domaine d'emploi pour les bâtiments relevant du Code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 m ;</li> <li>• La mise à jour du rapport de classement de réaction au feu des panneaux avec mousse QuadCore™ et des fiches de domaine d'emploi en ERP avec mousse QuadCore™ suite au BREXIT ;</li> <li>• La correction des masses surfaciques des panneaux sandwich isolants (cf. tableau 4) ;</li> <li>• La suppression des panneaux référencés Evolution Reveal, Evolution Reveal Recess et Curve ;</li> <li>• La suppression des panneaux d'angle cintré Evolution Multi Groove en pose horizontale</li> <li>• L'ajout des panneaux d'angle rentrant Louvre en pose horizontale ;</li> <li>• Pour le panneau référencé Evolution Multi Groove : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La diminution de la profondeur du V du parement extérieur : 5 mm au lieu de 12 mm,</li> <li>○ La suppression des épaisseurs intermédiaires 54 et 74 mm.</li> </ul> </li> <li>• Pour le panneau référencé Louvre : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ La suppression de la mousse SP 40, qui est maintenant fabriqué uniquement avec la mousse QuadCore™,</li> <li>○ L'ajout de l'épaisseur 150 mm.</li> </ul> </li> <li>• La correction des dimensions du joint d'étanchéité utilisé au niveau de l'emboîtement du panneau sandwich : 8x6 mm au lieu de 8x5 mm.</li> </ul> <p>Lors de la précédente version les modifications suivantes ont été intégrées :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'ajout d'un nouveau distributeur : la société BACACIER SAS ;</li> <li>• L'ajout de fiches de Déclaration Environnementale (DE) individuelles ;</li> <li>• La mise en cohérence au niveau des tolérances d'alignement par rapport à la jurisprudence du GS 2.3 ;</li> <li>• L'application sous la nouvelle trame de l'Avis Technique.</li> </ul>	MOKRANI Youcef	VALEM Frédéric
----	---	----------------	----------------

**Descripteur :**

Procédé de bardage en panneaux sandwich tôle-mousse de polyisocyanurate (PIR) expansée au cyclopentane -tôle.

Les panneaux ont les dimensions suivantes :

- Epaisseur : 45 à 150 mm,
- Longueur maximale : 8 à 17 m,
- Largeurs utiles : de 600 à 1000 mm.

(Voir description des panneaux au § 2.2.3.1.2 du Dossier Technique).

La jonction entre panneau est obtenue par emboîtement des rives longitudinales. Les panneaux sont mis en œuvre par fixations traversantes cachées dans l'emboîtement.

Les panneaux sandwich isolants peuvent être mis en œuvre verticalement ou horizontalement. Pour la mise en œuvre des panneaux sandwich isolants sur des façades inclinées, voir le paragraphe 1.2.1.7

Le dimensionnement des panneaux sandwich isolants est défini aux paragraphes 2.3.3 et 2.3.4 et les dispositions relatives vis-à-vis de l'étanchéité sont définies au paragraphe 2.4.4.

Les références commerciales des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont définies au paragraphe 2.2.3.1.1 du Dossier Technique.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	7
1.1.	Domaine d'emploi accepté .....	7
1.1.1.	Zone géographique .....	7
1.1.2.	Ouvrages visés.....	7
1.2.	Appréciation.....	8
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé .....	8
1.2.2.	Durabilité .....	10
1.2.3.	Impacts environnementaux .....	10
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	10
2.	Dossier Technique.....	11
2.1.	Mode de commercialisation .....	11
2.1.1.	Mise sur le marché.....	11
2.1.2.	Identification.....	11
2.1.3.	Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage.....	11
2.2.	Description.....	12
2.2.1.	Principe.....	12
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	12
2.2.3.	Éléments.....	14
2.3.	Dispositions de conception .....	17
2.3.1.	Généralités.....	17
2.3.2.	Conditions de conception.....	17
2.3.3.	Dimensionnement des panneaux sandwich isolants suivant le référentiel NV 65 modifiées .....	17
2.3.4.	Dimensionnement des panneaux sandwich isolants suivant le référentiel Eurocode Vent.....	19
2.4.	Dispositions de mise en œuvre .....	20
2.4.1.	Conditions de mise en œuvre.....	20
2.4.2.	Conditions générales de pose.....	20
2.4.3.	Dispositions préalables relatives à l'ossature.....	20
2.4.4.	Dispositions relatives vis-à-vis de l'étanchéité.....	21
2.4.5.	Assemblage des panneaux .....	22
2.4.6.	Points singuliers .....	23
2.4.7.	Précautions particulières .....	25
2.4.8.	Dispositions en zone sismique.....	26
2.4.9.	Dispositions relatives aux ERP.....	26
2.5.	Entretien, rénovation et remplacement .....	27
2.5.1.	Rénovation.....	27
2.5.2.	Remplacement de panneaux endommagés .....	27
2.6.	Traitement en fin de vie .....	27
2.7.	Assistance technique.....	27
2.8.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	28
2.8.1.	Procédé de fabrication .....	28
2.8.2.	Contrôles de fabrication .....	28
2.9.	Mention des justificatifs.....	28
2.9.1.	Résultats expérimentaux.....	28
2.9.2.	Références chantiers .....	28
2.10.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre .....	29

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 24 septembre 2024 par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Métropolitaine.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi visé est celui des bardages et/ou cloisons intérieures non porteuses de bâtiments industriels, relevant du code du travail (à l'exception de façade située à moins de 5 m d'un tiers en vis-à-vis dans le cas de bâtiment dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 mètres du sol), agricole et des ERP, à température positive, dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle (locaux ventilés naturellement de faible à forte hygrométrie ou conditionnés en température ou en humidité dont la pression de vapeur d'eau est comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 15 mm Hg « 1999 Pa »).

Pour les locaux avec renouvellement d'air et humidité non fixé, le rapport  $W/n$  ( $g/m^3$ ) doit être précisé dans les DPM.  
Pour les locaux avec température et humidité fixées et régulées, la pression de vapeur d'eau intérieure (comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 10 mm Hg « 1333 Pa ») doit être précisée dans les DPM.

La pose des panneaux sandwich isolants Evolution Recess est limitée à une hauteur de façade de 20 m (limitation correspondant à la longueur maximale des rouleaux de joints EPDM sapin).

Pour les ERP, il y a lieu de respecter les dispositions prévues au §2.4.9 ainsi que les conditions de surface, de hauteur minimale et le cas échéant le rapport S/P indiquées dans les fiches de domaine d'emploi correspondantes aux différentes configurations (cf. Tableau A de l'annexe A du Dossier Technique).

Vis-à-vis des aléas sismiques, le procédé de bardage peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions données au §2.4.8 du Dossier Technique, sur charpente métallique, bois et béton avec insert métallique, de bâtiments suivant le tableau ci-après (selon les arrêtés de 22 octobre 2010 « modifiés le 15 septembre 2014 et le 8 septembre 2021 », 19 juillet 2011 et 25 octobre 2012).

Les dispositions données au tableau ci-après, ne s'appliquent pas, conformément au « Guide sur les Eléments non structuraux » (Guide ENS PS de juillet 2014)<sup>1</sup> pour les bardages et cloisons non porteuses situés à moins de 3,50 m du sol de référence et de masse inférieure ou égale à 25 kg/m<sup>2</sup>. Ces derniers peuvent être posés sans disposition particulière dans toutes les zones de sismicité, pour toutes les catégories d'importance et sur toutes les classes de sol.

Comme pour tous les procédés de cette famille, il n'est visé que le critère sismique de non-chute des panneaux sandwich en zones sismiques.

---

<sup>1</sup> Dimensionnement parasismique des éléments non structuraux du cadre bâti, édition 2014 du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie et du ministère du Logement de l'Egalité des Territoires et de la Ruralité téléchargeable au lien suivant : [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDE\\_referentiel\\_sismique\\_2014.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/GUIDE_referentiel_sismique_2014.pdf)

Zones de sismicité	Classes de catégories d'importance des bâtiments			
	I	II	III	IV <sup>2</sup>
1	X	X	X	X
2	X	X	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
3	X	X <sup>2</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
4	X	X <sup>2</sup>	X <sup>1</sup>	X <sup>1</sup>
X	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pose autorisée sans disposition particulière selon le domaine d'emploi accepté.</li> </ul>			
X <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pose sur les façades inclinées à fruit négatif est exclue au-delà d'une hauteur de façade supérieure à 3,50 m par rapport au sol de référence.</li> <li>• La pose sur les façades verticales et/ou inclinées à fruit positif selon le domaine d'emploi accepté est autorisée selon les dispositions décrites dans le §2.4.8.2 du dossier technique.</li> </ul>			
X <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pose sur les façades inclinées à fruit négatif est exclue au-delà d'une hauteur de façade supérieure à 3,50 m par rapport au sol de référence.</li> <li>• La pose sur les façades verticales et/ou inclinées à fruit positif selon le domaine d'emploi accepté est autorisée : <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sans disposition particulière pour les bâtiments de catégorie d'importance II telles que définies au chapitre I « Domaine d'application » du Guide de construction des maisons individuelles DHUP CPMI-EC8 zones 3-4, édition 2021.</li> <li>○ Selon les dispositions décrites dans le §2.8.4.2 du dossier technique.</li> </ul> </li> </ul>			

**Tableau de domaine d'emploi en zones sismiques**

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK peuvent passer devant un nez de plancher quel que soit la zone de sismicité.

La fixation d'objet directement sur un ou deux parements du panneau sandwich isolant est exclue, à l'exception des façonnés (cf. §2.2.2.7).

Ce paragraphe 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. Ces mesures doivent être définies dans les DPM.

## 1.2. Appréciation

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

#### 1.2.1.1. Stabilité

Les panneaux de bardage ne participent ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale des bâtiments. Elles incombent à l'ouvrage qui les supporte.

L'espacement entre lisses ou poteaux, déterminé cas par cas, en fonction des efforts de vent appliqués en tenant compte d'une part de la résistance en flexion des panneaux et d'autre part de la résistance des organes de fixation, permet d'assurer convenablement la stabilité propre des panneaux.

#### 1.2.1.2. Sécurité en cas de chocs en parois verticales

Elle est à justifier, au cas par cas, conformément à la norme P 08-302.

#### 1.2.1.3. Sécurité en cas d'incendie

Les panneaux sandwich du procédé de bardage BENCHMARK font l'objet, suivant la NF EN13501 -1, de rapports de classement de réaction au feu en cours de validité (cf. §B).

L'utilisation du procédé BENCHMARK dans les bâtiments relevant du code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est situé à plus de 8 m du sol est autorisée à l'exception de façade située à moins de 5 m d'un tiers en vis-à-vis (cf. §2.9.1).

L'utilisation des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK est autorisée dans les ERP selon les rapports Efectis France réf. SA-17-001744-PRA et 23-003248-MDU moyennant le respect des dispositions prévues au §2.4.9 ainsi que les conditions de surface et hauteur minimales indiquées dans les fiches de domaine d'emploi correspondantes aux différentes configurations (cf. Annexe A en fin du Dossier Technique).

<sup>2</sup> 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.

La mention dans les fiches de domaine d'emploi en ERP jointes au Dossier Technique sur les exigences des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par écran thermique) est un simple rappel de la réglementation et ne nécessite pas d'exigence supplémentaire.

Pour l'emploi du procédé BENCHMARK en ERP, les pièces du marché doivent préciser l'utilisation suivant l'article AM8 et le traitement de l'interface couverture/paroi verticale.

#### 1.2.1.4. Sécurité en cas de séisme (cf. §1.1.2)

L'emploi du procédé est possible en zones sismiques selon les prescriptions du §2.4.8 du Dossier Technique.

#### 1.2.1.5. Isolation thermique

Pour les bâtiments répondant aux exigences de la Réglementation Thermique en vigueur, il y a lieu de se référer aux Règles de calcul Th-U (fascicules 1 à 5), permettant de déterminer le coefficient de transmission surfacique global du bardage (Up).

Il convient en outre de tenir compte des déperditions dues aux points singuliers de l'ouvrage.

#### 1.2.1.6. Isolation acoustique

On ne dispose pas d'éléments d'évaluation relatifs à l'isolation, à l'affaiblissement acoustique vis-à-vis des bruits aériens extérieurs et à la réverbération des bruits intérieurs.

S'il existe une exigence applicable aux bâtiments à construire pour ce procédé, la justification devra être apportée au cas par cas.

#### 1.2.1.7. Etanchéité à l'eau

Elle peut être considérée comme normalement assurée pour le domaine d'emploi accepté et dans les conditions de pose définies au Dossier technique pour des hauteurs d'ouvrages limitées selon le tableau ci-dessous :

	Hauteur des ouvrages						
	Pose verticale des panneaux sandwich isolants			Pose horizontale des panneaux sandwich isolants			
	Façade inclinée avec fruit positif	Façade verticale et/ou inclinée avec fruit négatif de 30° maximal		Façade inclinée avec fruit positif de 10° maximal		Façade verticale et/ou inclinée avec fruit négatif de 30° maximal	
		avec ou sans JD <sup>(1)</sup>	sans JD <sup>(1)</sup>	avec JD <sup>(1)</sup>	sans JD <sup>(1)</sup>	avec JD <sup>(1)</sup>	sans JD <sup>(1)</sup>
Façade sans baie	non visé	50 m	15 m	20 m	15 m	40 m <sup>(2)</sup>	15 m
Façade avec baie	non visé	20 m	15 m	non visé	non visé	20 m	15 m

<sup>(1)</sup> JD = Joint de dilatation.

<sup>(2)</sup> ramené à 20 m pour le panneau sandwich isolant Evolution Recess.

### **Hauteur maximale des ouvrages**

#### 1.2.1.8. Prévention et maîtrise des risques d'accident dans le cadre de travaux de mise en œuvre ou d'entretien

Elle nécessite de s'assurer de la stabilité des ouvrages en cours de montage et de respecter les précautions liées à la manutention d'éléments de grandes dimensions.

Le procédé BENCHMARK dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipement de Protection Individuelle (EPI).

#### 1.2.1.9. Fabrication et contrôle

La fabrication des parements métalliques relève des techniques traditionnelles de profilage des tôles d'acier galvanisées prélaquées. La fabrication des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK est effectuée en continu dans l'usine d'Holywell du groupe Kingspan Limited. La société a mis en place des dispositions de fabrication et d'autocontrôle qui permettent de compter sur une suffisante constance de qualité.

La fabrication des panneaux fait l'objet d'un suivi par le CSTB.

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

#### 1.2.1.10. Mise en œuvre

La mise en œuvre est réalisée par des entreprises spécialisées dans le domaine du bardage industriel et doit s'accompagner de précautions (transports, manutention, pose ...).

Il convient d'éviter autant que possible les découpes de panneaux sur le chantier.

### 1.2.2. Durabilité

Les matériaux utilisés pour la fabrication des éléments et leur mise en œuvre ne présentent pas d'incompatibilité.

L'adhérence isolant-paroi et la stabilité dimensionnelle de l'âme sont satisfaisantes.

Les chocs de corps durs de conservation des performances selon la norme P 08-302 provoquent des empreintes risquant d'endommager l'aspect des façades sans toutefois altérer le revêtement protecteur.

La durabilité des tôles prélaquées est, avant rénovation supérieure, à une dizaine d'années.

La durabilité d'ensemble peut être considérée comme équivalente à celle des bardages traditionnels.

### 1.2.3. Impacts environnementaux

#### 1.2.3.1. Données environnementales<sup>3</sup>

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK d'épaisseurs 80 à 150 mm font l'objet de quatre fiches de Déclaration Environnementale (DE) individuelles. Les quatre fiches de DE individuelles ont été établies le 29 mai 2020 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site : [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

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.

#### 1.2.3.2. Aspects sanitaires

Le présent avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'en tre pas dans le champ du présent avis. Le titulaire du présent avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

---

## 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

Le procédé BENCHMARK est le premier procédé de cette famille à viser la pose horizontale sur façades inclinées à fruit positif. La conception de l'emboîtement des panneaux sandwich isolants permet une inclinaison maximale de 10°. Cette mise en œuvre nécessite en complément des dispositions prévues pour les façades verticales que l'emboîtement des panneaux sandwich isolants soit obturé en face extérieure par un garnissage de mastic silicone au niveau de chaque extrémité de panneau sur une longueur permettant le croisement des étanchéités (cf. §2.4.2.2 du Dossier Technique).

La pose du panneau sandwich isolant Evolution Recess en verticale est exclue.

La fixation d'objet (échelle, enseigne, crochet, boîtier, ...) directement sur un ou deux parements des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK est exclue. Seule la fixation des accessoires définies au §2.2.2.7 du Dossier Technique est possible.

La conception et la mise en œuvre des écrans thermiques dans les ERP indiqués dans le présent document sont conformes au référentiel collégial et reconnu dont ils relèvent.

---

<sup>3</sup> Non examiné par le groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

## 2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

Le procédé BENCHMARK est commercialisé par le titulaire

**Titulaire :**

KINGSPAN LIMITED : Internet : [www.kingspanpanels.com](http://www.kingspanpanels.com)

**Distributeurs :**

KINSPAN France SARL : Internet : [www.kingspanpanneaux.fr](http://www.kingspanpanneaux.fr)

Joris IDE NV : Internet : [www.jorisode.fr](http://www.jorisode.fr)

BACACIER SAS : Internet : [www.bacacier.fr](http://www.bacacier.fr)

#### 2.1.1. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK font l'objet de déclarations des performances (DdP) établies par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509.

Les produits conformes à ces DdP sont identifiés par le marquage CE.

#### 2.1.2. Identification

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont :

- caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par les figures 1 à 3 du Dossier Technique,
- identifiés conformément au §2.1.3.1 du Dossier Technique.

#### 2.1.3. Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage

##### 2.1.3.1. Marquage

Chaque colis est identifié par une étiquette précisant notamment :

- Le nom du client ;
- L'adresse du chantier ;
- Le numéro de commande ;
- La désignation du panneau avec son épaisseur ;
- Le code de l'âme isolante QuadCore™ ;
- Les types de revêtements ;
- La longueur de chaque panneau et leur nombre ;
- Le poids du colis ;
- Le numéro de fabrication ;
- Le marquage CE ;
- Le marquage COV ;
- Le marquage ACERMI ;
- La référence de l'usine.

##### 2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sandwich isolants sont livrés sous emballage standard constitué de blocs de polystyrène et de carton à double cannelure. L'ensemble est entouré de film plastique par banderolage.

##### 2.1.3.3. Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions permettant de préserver leurs caractéristiques initiales. Une attention toute particulière doit être portée sur le gerbage et le calage des colis. Les camions seront généralement bâchés.

Il faut vérifier à chaque livraison, même dans son emballage d'origine, l'intégralité de celle-ci et les éventuels dommages. Tous commentaires et réclamations doivent être notifiés dans les documents de l'expédition avec le numéro d'emballage.

Toutes les réclamations doivent être faites au moment de la livraison.

##### 2.1.3.4. Stockage

Avant déchargement, l'entreprise doit vérifier à chaque livraison, même dans son emballage d'origine, l'intégralité de celle-ci et les éventuels dommages.

Les colis doivent être inclinés par rapport à l'horizontale pour faciliter l'évacuation d'eau de pluie et des condensats éventuels. La durée de stockage sur site doit être réduite au minimum. Le gerbage est limité à deux colis.

Lorsque les parements des panneaux sandwich isolants possèdent des films de protections, ces derniers devront être retirés au plus tard deux semaines après livraison et avant la pose. Il ne faut pas laisser au soleil les panneaux sandwich isolants entourés de films.

### 2.1.3.5. Manutention

Les opérations de manutention se feront en tenant compte des particularités du panneau sandwich isolant. Si un chariot élévateur est utilisé, les rives des panneaux sandwich isolants et la face inférieure des emballages doivent être protégées.

Au moment de désempiler, soulevez les panneaux sandwich isolants pour éviter le frottement de l'extrémité d'un parement contre celui de l'autre.

La manipulation des panneaux sandwich isolants, du lieu de stockage au lieu de mise en œuvre pour sa pose, se fera de préférence sur chant.

Pour des panneaux de masse supérieure à 70 kg, il est conseillé l'emploi de moyen de manutention adapté (palonnier à ventouses par exemple).

Dans le cas d'utilisation d'un palonnier à ventouses, si le parement extérieur est muni d'un film de protection, celui-ci doit être impérativement retiré au moins au droit de l'emplacement des ventouses.

---

## 2.2. Description

### 2.2.1. Principe

Procédé de bardage mettant en œuvre des panneaux sandwich isolants d'esthétique extérieure différente avec un emboîtement et un parement intérieur identiques.

Les références commerciales des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont indiquées au §2.2.3.1.1.

Les panneaux sandwich isolants sont proposés avec une âme isolante en mousse rigide polyisocyanurate expansée au cyclopentane entre deux parements en tôles d'acier. La jonction entre les panneaux est obtenue par emboîtement des rives longitudinales.

Les panneaux sandwich isolants peuvent être mis en œuvre verticalement ou horizontalement sauf le panneau sandwich isolant Evolution Recess dont la mise en œuvre est uniquement horizontale.

### 2.2.2. Caractéristiques des composants

#### 2.2.2.1. Parements

Les parements sont issus de tôles d'acier de nuance S220GD revêtues par immersion à chaud en continu d'un revêtement métallique selon la NF EN 10346 plus prélaquage selon la NFP 34-301 et NF EN 10169 ou selon l'ETPM « OPTIGAL® » N°17/0044 uniquement avec prélaquage.

Les épaisseurs nominales minimales sont de :

- 0,40 mm pour le parement intérieur ;
- 0,60 mm pour le parement extérieur.

Les différents revêtements prélaqués peuvent être :

- Pour l'intérieur :
  - Kingspan CLEANsafe 15 (Polyester 15 µm) ;
  - Kingspan AQUAsafe 200 (PVC 200 µm) ;
  - Kingspan AQUAsafe 55 (PUR 55 µm) ;
  - Kingspan AQUAsafe 70 (PUR 70 ou 75 µm).
- Pour l'extérieur :
  - Kingspan Destral 25 (Polyester 25 µm) ;
  - Kingspan Destral 35 (Polyester 35 µm) ;
  - Kingspan Altaris 25 (PVDF 25 µm) ;
  - Kingspan Altaris 35 (PVDF 35 µm) ;
  - Kingspan Altaris 55 (PVDF 55 µm) ;
  - Kingspan XL Forté (PVC 200 µm) ;
  - Kingspan Spectrum (PUR 55 µm) ;
  - Kingspan Spectrum 70 (PUR 70 ou 75 µm).

En standard, les parements sont proposés avec les revêtements prélaqués suivants :

- Kingspan CLEANsafe 15 pour l'intérieur ;
- Kingspan Spectrum pour l'extérieur.

Les différents revêtements prélaqués sont proposés avec les revêtements métalliques minimaux suivants :

- Z100 ou OPTIGAL®60 pour le Kingspan CLEANsafe 15 ;
- Z275 ou ZA255 pour le Kingspan AQUAsafe 70 et le Kingspan Spectrum 70 ;
- Z225, ZA200 ou OPTIGAL®120 pour les autres.

Les revêtements prélaqués des parements sont choisis en fonction de l'ambiance intérieure du local et l'atmosphère extérieure d'implantation du bâtiment.

Les guides de choix en fonction des ambiances intérieures et des atmosphères extérieures sont spécifiées dans les tableaux 1 et 2.

#### 2.2.2.2. Isolant

Mousse polyisocyanurate (PIR) de couleur grise expansée au cyclopentane de référence SP 44 nommée Qua dCore™, épanchée en continu entre les parements métalliques dont les performances minimales sont indiquées dans le tableau 3 ci-dessous.

Référence	QuadCore™
<b>Masse volumique</b>	38 kg/m <sup>3</sup> ± 10 %
<b>Résistance à la traction (f<sub>CT</sub>)</b>	≥ 0,07 MPa
<b>Résistance à la compression (f<sub>CC</sub>)</b>	≥ 0,100 MPa
<b>Résistance au cisaillement (f<sub>CV</sub>)</b>	≥ 0,09 MPa
<b>Conductivité thermique (λ)</b>	0,021 W/m.K* pour les épaisseurs inférieures à 80 mm 0,020 W/m.K* pour les épaisseurs supérieures ou égales à 80 mm.
(*) : Valeur ACERMI selon certificat N°18/239/1291.	

**Tableau 3 – Performances minimales**

#### 2.2.2.3. Joint

L'emboîtement des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK comporte un joint d'étanchéité tubulaire Q-Lon en PUR revêtu de polyéthylène 8×6 mm.

#### 2.2.2.4. Organes de fixation

##### 2.2.2.4.1. Généralités

Les conditions de choix des fixations et de leurs accessoires vis-à-vis de la tenue au risque de corrosion doivent respecter les dispositions :

- De l'annexe A de la norme NF P 34-205-1, pour les expositions extérieures ;
- Du §5.1.1.4 de la norme NF DTU 43.3 P1-2 pour les ambiances intérieures.

Le choix du traitement contre la corrosion des dispositifs de fixations est effectué conformément à l'annexe K du DTU 40.35 (NF P 34-205) pour l'adaptation à l'atmosphère extérieure et au NF DTU 43.3 P1-2 pour l'adaptation à l'ambiance intérieure. En forte hygrométrie, seules les fixations en acier inoxydable sont admises.

En compléments de ces dispositions :

- Les vis devront être en inox austénitique A2 mini :
  - Pour les atmosphères extérieures urbaines ou industrielles sévères, marines et spéciales ;
  - Pour les ambiances intérieures d'hygrométrie forte (gestion de l'air intérieur réalisée par ventilation naturelle) et/ou la pression de vapeur intérieure est comprise entre 10 mm Hg « 1333 Pa » et 15 mm Hg « 1999 Pa » (gestion de l'air intérieur réalisée par ventilation mécanique par régulation de la température et/ou l'humidité).
- Les plaquettes de répartition devront être en inox austénitique A2 mini lorsque :
  - les atmosphères extérieures sont urbaines ou industrielles sévères, marines et spéciales ;
  - les vis utilisées sont en inox.

Vis-à-vis des effets sismiques (cf. §2.4.8), les plaquettes de répartition devront être en inox ainsi que les fixations des sociétés SFS INTEC, LR ETANCO ou FAYNOT (cf. tableau 17) à utiliser selon les configurations du tableau du §1.1.2.

##### 2.2.2.4.2. Pour l'assemblage des panneaux sandwich isolants

L'assemblage des panneaux sandwich isolants à l'ossature s'effectue par l'intermédiaire de plaquettes de répartition plus vis situées dans l'emboîtement.

Les plaquettes de répartition sont en acier S220GD d'épaisseur 1,50 mm galvanisé Z 275 ou en acier inoxydable austénitique A2 (cf. figure 4) et les vis peuvent être :

- Des vis autoperceuses de diamètre minimal 5,5 mm pour ossature acier et 6,3 mm pour ossature bois ;
- Des vis autotaraudeuses de diamètre minimal 6,3 mm pour ossature acier.

De plus, dans les conditions définies au §2.4.5 les vis pourront être utilisées en traversant le panneau de part et part en complément de celles prévues dans l'emboîtement et seront alors munies d'une rondelle d'appui et d'étanchéité monobloc de diamètre 19 mm.

##### 2.2.2.4.3. Pour les couvre-joints

- Vis autoperceuse de diamètre minimal 5,5 mm pour ossature acier et 6,3 mm pour ossature bois ;

- Vis autotaraudeuse de diamètre 6,3 mm pour ossature acier.

#### 2.2.2.4.4. Pour les façonnés

- Vis autoperceuse de diamètre minimal 4 mm avec rondelle d'appui et étanchéité monobloc de diamètre 14 mm ou rivet en acier inoxydable (corps A2 – tige 10 % Cr) lorsque les façonnés sont couturés sur les parements des panneaux sandwich isolants ;
- Vis autoperceuse de diamètre minimal 5,5 mm et/ou 6,3 mm avec rondelle d'appui et étanchéité monobloc de diamètre 19 mm lorsque les façonnés sont fixés dans l'ossature à travers les panneaux sandwich isolants.

#### 2.2.2.5. Pièces de départ et support

##### **Pose horizontale (cf. figure 4) :**

La pièce de départ peut être :

- Soit ponctuelle réalisée par mécano-soudage à partir d'acier de nuance S 275 selon la norme NF EN 10025 d'épaisseur 2,5 mm et fournie par Kingspan. Le diamètre maximal des fixations à utiliser est de 6 mm.
- Soit filante réalisée par pliage à partir de tôle d'acier de nuance S220GD selon la norme NF EN 10346 d'épaisseur 1,50 mm.

Vis-à-vis du risque de corrosion, le choix de la protection s'effectuera selon le tableau 3.2 du cahier CSTB 3194\_V2 en considérant une atmosphère protégée et ventilée.

##### **Pose verticale :**

La pièce support est en tôle d'acier de nuance S220GD d'épaisseur nominale minimale 1,50 mm conformément à la norme NF EN 10346. Elle peut être filante ou ponctuelle. Vis-à-vis du risque de corrosion, le choix de la protection s'effectuera selon le tableau 3.2 du cahier CSTB 3194\_V2 en considérant une atmosphère protégée et ventilée.

En bas de bardage, cette pièce support peut être remplacée par un calage provisoire. Alors qu'elle est obligatoire au droit d'une jonction horizontale (cf. figure 18).

#### 2.2.2.6. Produit d'étanchéité et d'isolation (cf. figure 5)

Les compléments d'étanchéité utilisés pour le procédé BENCHMARK sont :

- Mastic silicone avec label SNJF façade ;
- Joint adhésif une face en mousse de PVC 20 x 5 mm, 10 x 5 mm ou 9 x 4 mm (ex. Moussaviq, Illmod 600) (cf. §2.4.4) ;
- Joints EPDM (fournis par Kingspan) :
  - Référence VJ1 (60 × 10 mm) et VJ2 (95 × 10 mm) pour les appuis recevant une jonction bout à bout de panneaux. Le VJ1 s'utilise en association avec les couvre-joints option F, G, Z et pour les panneaux sandwich isolant Evolution Recess. Le VJ2 s'utilise pour les autres conceptions ;
  - Référence EQ2-10 : Joint sapin pour jeu de 10 mm pour les jonctions verticales entre les panneaux sandwich isolant Evolution Recess. Il est proposé en rouleau de 20 m ;
  - Référence EQ2-20 : Joint sapin pour jeu de 20 mm pour les jonctions verticales entre les panneaux sandwich isolant Evolution Recess. Il est proposé en rouleau de 20 m ;
  - Référence SP 10 : Pour couvre-joint option Z ;
  - Référence MG02 : Pour couvre-joint option F et G ;
  - Référence Integral seal : Pour couvre-joint option D et E.
- Contre-dosoir en mousse polyéthylène (fournis par Kingspan) pour le panneau sandwich isolant Louvre de référence LW Profiled Fillers.

Les compléments d'isolation peuvent être réalisés par l'intermédiaire de laine minérale ou de mousse polyuréthane en bombe (ex : Orcel PU de Ordo). Cependant afin d'assurer une meilleure continuité de l'isolation thermique entre les panneaux, il est conseillé d'utiliser de préférence de la mousse polyuréthane.

*Nota : Pour la mise en œuvre des joints EPDM sapin au droit des jonctions verticales entre les panneaux sandwich isolants Evolution Recess s'effectue par des roulettes fournies par Kingspan.*

#### 2.2.2.7. Façonnés divers

Les façonnés sont issus de matériaux identiques à ceux décrits dans le §2.2.2.1 d'épaisseur minimale 0,60 mm. Toutefois, pour une continuité d'aspect et de teinte il est conseillé de prévoir les façonnés avec la même nature de revêtement prélaqué que celle du parement extérieur des panneaux sandwich isolants.

Les tranches longitudinales des accessoires pliés sont à pli écrasé coté intérieur du profil.

Ils sont réalisés sur presses plieuses pour bavettes, couronnements d'acrotère, angles sortant et rentrant, appuis de châssis, jambage, couvre-joints...

Pour les couvre-joints, ils peuvent être également en aluminium avec finition anodisée ou laquée.

### 2.2.3. Eléments

#### 2.2.3.1. Panneaux sandwich isolants (cf. figures 1 à 3)

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK font l'objet de déclarations des performances établies par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509 sous les codes d'identification Gamme QuadCore Evolution et QuadCore Louvre.

Ils possèdent un emboîtement et un parement intérieur identiques. Le parement intérieur présente une nervuration de forme trapézoïdale de 33,33 mm avec une profondeur de 1,00 mm.

### 2.2.3.1.1. Références commerciales

Les références commerciales des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont les suivantes :

- Evolution Axis ;
- Evolution Recess ;
- Evolution Multi Groove ;
- Louvre.

### 2.2.3.1.2. Description

#### 2.2.3.1.2.1. Panneau sandwich isolant Evolution Axis (cf. figure 1)

Le parement extérieur est plan. Il est proposé :

- En largeur utile standard de 600, 900 et 1000 mm. Possibilité sur demande d'autres largeurs utiles comprises entre 600 et 1000 mm avec un pas de 1mm ;
- En épaisseur 45, 54, 60, 70, 74, 80, 90, 100, 120, 140 et 150 mm ;
- En longueur maximale de 17 m.

#### 2.2.3.1.2.2. Panneau sandwich isolant Evolution Recess (cf. figure 1)

Le panneau sandwich isolant Evolution Recess est le panneau sandwich isolant Evolution Axis avec sur les rives transversales un bord retombé de 30 mm de hauteur. Il est réalisé avec un bord retombé sur chacune des rives transversales. Toutefois, dans le cas d'un angle réalisé sur site avec façonné d'angle, il peut être réalisé du côté angle sans bord retombé.

Il est proposé dans les mêmes gammes de largeur utile et d'épaisseur que le panneau sandwich isolant Evolution Axis avec une longueur maximale de 8 m.

La réalisation des bords retombés est effectuée en reprise après découpe du parement intérieur. Le plan d'étanchéité au niveau de l'emboîtement et du bord retombé est reconstitué en reprise par l'intermédiaire de mastic silicone.

#### 2.2.3.1.2.3. Panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove (cf. figure 2)

Le parement extérieur comporte un ou deux V de profondeur 5 mm qui donne un aspect « lame ».

Il est proposé :

- En largeur utile de 900 et 1000 mm ;
- En épaisseur 45, 60, 70, 80, 90, 100, 120 et 140 mm ;
- En longueur maximale de 17 m.

Il se décline :

- En version Multi Groove 1 lorsque le parement extérieur comporte un V ;
- En version Multi Groove 2 lorsque le parement extérieur comporte deux V.

#### 2.2.3.1.2.4. Panneau sandwich isolant Louvre (cf. figure 3)

Le parement extérieur en forme de clin comprend dix éléments de hauteur 18 mm avec un espacement de 100 mm.

Il est proposé :

- En largeur utile de 1000 mm ;
- En épaisseur 45, 54, 60, 70, 74, 80, 90, 100, 120, 140 mm et 150 mm (épaisseurs hors tout de 63, 72, 78, 88, 92, 98, 108, 118, 138, 158 et 168 mm) ;
- En longueur maximale de 17 m.

### 2.2.3.1.3. Tolérances

Les tolérances dimensionnelles des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont conformes aux spécifications de l'annexe D de la norme NF EN 14509. A l'exception des panneaux sandwich isolant Evolution Recess où la tolérance sur la longueur est plus serrée avec  $\pm 2$  mm.

### 2.2.3.1.4. Masses surfaciques

Les masses surfaciques nominales en kg/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont indiquées dans le tableau 4 en fin du Dossier Technique. Elles correspondent aux panneaux sandwich isolants de largeur utile 1000 mm et sont calculées avec les épaisseurs nominales minimales des parements telles qu'indiquées au §2.2.2.1.

### 2.2.3.1.5. Performances thermiques

Le coefficient de transmission surfacique de la paroi  $U_p$  (W/m<sup>2</sup>.K) doit être calculé conformément aux règles Th-U fascicule parois opaques, d'après la formule suivante :

$$U_p = U_c + \frac{j \times L_p + n \times}{A}$$

Où :

- $U_c$  est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau.
- $\Psi_j$  est le coefficient de déperdition linéique correspondant à l'emboîtement entre panneaux.
- $L_p$  est la longueur d'emboîtement entre panneau.
- $n$  est le nombre de fixations de la paroi.
- $\chi$  est le coefficient de déperdition ponctuel correspondant à une fixation. Cette valeur est prise forfaitairement à 0,01 W/K
- $A$  est la surface de la paroi.

Les valeurs de  $U_c$  et  $\Psi_j$  des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont indiquées dans le tableau 5. Elles sont calculées avec les épaisseurs nominales minimales des parements telles qu'indiquées au §2.2.2.1.

Kingspan dispose également des calculs des coefficients de pont thermique de liaison pour différentes configurations de mise en œuvre des panneaux sandwich isolants d'épaisseurs 80 à 150 mm. Ces valeurs peuvent être transmises sur demande.

### 2.2.3.1.6. Performances vis-à-vis du feu

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK font l'objet :

- D'un rapport de classement de réaction au feu B-s1, d0 pour des revêtements organiques possédant un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m<sup>2</sup> selon la norme NF EN 13501-1 (cf. §2.9.1).
- De 2 fiches de domaine d'emploi en ERP délivrées par le laboratoire Efectis France, pour les configurations suivantes :
  - Parois verticales réalisées avec les panneaux sandwich isolants procédé BENCHMARK et toiture répondant aux exigences d'un des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par un écran thermique) avec ou sans majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementaire exigible de l'Instruction Technique 246 (cf. Annexe A1) ;
  - Parois verticales réalisées avec les panneaux sandwich isolants procédé BENCHMARK et toiture réalisée avec les panneaux sandwich isolants visés dans le DTA « KS 1000 RW » avec ou sans majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementaire exigible de l'Instruction Technique 246 (cf. Annexe A2) ;

### 2.2.3.2. Panneaux d'angle

Les panneaux d'angles sont réalisés en reprise à partir des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK définis au §2.2.3.1. Ils peuvent être sortants, rentrants, en forme de U ou cintrés. Le tableau 6 ci-après indique les possibilités de fabrication en fonction des différents panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK et du type de pose envisagée.

Pour les angles sortants et rentrants, le rivetage d'un façonné intérieur après interposition de cordons de mastic silicone permet d'assurer la continuité du parement intérieur et de l'étanchéité des panneaux d'angle.

Pour les panneaux cintrés :

- En pose verticale, ils ne sont pas cintrés sur la totalité de leur largeur. Ils disposent de chaque côté d'une partie droite qui permet d'assurer correctement leur emboîtement aux panneaux sandwichs isolants situés de part et d'autre.
- En pose horizontale, ils sont cintrés sur toute leur longueur. Ou le cintrage est obtenu après découpe et mise en place dans des gabarits correspondant au rayon demandé.

Références	Type de pose	Angle sortant	Angle rentrant	Angle cintré
Evolution Axis	Verticale	Oui	Oui	Oui
	Horizontale	Oui	Oui	Oui
Evolution Recess	Horizontale	Oui	Oui	Oui
Evolution Multi Groove	Verticale	Oui*	Oui*	Non
	Horizontale	Oui	Oui	Non
Louvre	Verticale	Non	Non	Non
	Horizontale	Oui	Oui	Non

\* Uniquement si l'angle est situé entre 2 V et le pli doit être à une distance minimum de 50 mm du V.

**Tableau 6 – Panneaux d'angles**

Quelques exemples sont présentés à la figure 6.

### 2.2.3.3. Couvre-joints et produits connexes

Kingspan dispose d'une gamme standard de couvre-joints en longueur de 6,00 m et référencés en option A, B, D, E, F MG02, F MX02, G et Z. En précisant que les options D, E, F MG02, FMX02 et Z sont proposées en aluminium de nuance EN AW 6060 T5 en finition anodisée ou laquée (cf. Figure 7).

Le guide de choix des différents couvre-joints en fonction des différents panneaux sandwich isolants est spécifié dans le tableau 8.

Kingspan peut également fournir sur demande divers façonnés tels que tôle de calfeutrement, angle sortant, angle rentrant, bavette, appui de fenêtre, jambage, etc...

## 2.3. Dispositions de conception

### 2.3.1. Généralités

Les portées des panneaux sandwich isolants dépendent du référentiel des actions climatiques défini dans les DPM ou le référentiel des actions climatiques peut être :

- Soit les Règles NV 65 modifiées.
- Soit la norme NF EN 1991-1-4 avec son annexe nationale et leurs amendements (Eurocode vent).

Les portées des panneaux sont déterminées suivant le principe :

- Des contraintes admissibles lorsque les charges climatiques sont déterminées selon les Règles NV 65 modifiées.
- Des états limites lorsque les actions climatiques sont déterminées la norme NF EN 1991-1-4 avec annexe nationale et leurs amendements (Eurocode vent).

Pour la vérification à l'arrachement des fixations dans l'ossature, le coefficient de matériau  $\gamma_m$  à prendre en compte est de :

- 1,15 dans de l'acier d'épaisseur supérieure ou égale à 3,00 mm.
- 1,35 dans le bois et de l'acier d'épaisseur inférieure à 3,00 mm et supérieure ou égale à 1,50 mm.

Ces valeurs de  $\gamma_m$  sont issues de la norme NF P 34-205-1 (DTU 40.35).

Le porte-à-faux longitudinal est limité forfaitairement à la plus petite des valeurs suivantes :

- 10 fois l'épaisseur du panneau « e »,
- Le tiers de la portée indiquée dans les tableaux de charges pour la charge correspondant au projet,
- 1,20 m.

Dans le cas de découpe des panneaux sandwich isolants posés horizontalement, le côté non fixé devra être assemblé à l'ossature par les fixations traversantes visibles telles que définies au §2.2.4.2. Et le porte-à-faux transversal correspondant à la distance entre l'axe de la fixation et l'extrémité du panneau est limité au tiers de la largeur utile du panneau sandwich isolant avant sa découpe sans être inférieure à 20 mm (cf. figure 17).

Dans le cas spécifique où les panneaux sandwich isolants sont fixés par 2 fixations traversantes par largeur de panneau en complément de celle prévue dans l'emboîtement (cf. §2.4.5), la vérification de l'assemblage vis-à-vis de la dépression s'effectue en tenant compte uniquement de ces fixations traversantes.

### 2.3.2. Conditions de conception

L'ossature du bâtiment doit être calculée conformément aux Eurocodes 1, 2, 3 et 5 sans tenir compte de la résistance propre des panneaux.

La structure porteuse des bâtiments peut être :

- En acier, conformément aux normes NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-1/NA et NF EN 1993-1-3. Dans ce cas, les valeurs limites maximales à prendre en compte pour les flèches verticales sont celles de la ligne « Toiture en général » du tableau 1 de la clause 7.2.1 (1) B de la NF EN 1993-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 ou 2 selon la norme NF EN 1090-2.
- en bois, conformément aux normes NF EN 1995-1-1 et NF EN 1995-1-1/NA, Les valeurs limites à prendre en compte pour les flèches sont celles figurant à l'intersection de la colonne « Bâtiments courants » et de la ligne « Éléments structuraux » du tableau 7.2 de la clause 7.2 (2) de la NF EN 1995-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être conformes à la NF DTU 31-1.
- en béton avec insert métallique de 60 mm minimum de largeur et 2,5 mm minimum d'épaisseur, conformément aux normes NF EN 1992-1-1 et NF EN 1992-1-1/NA. Les classes de tolérances fonctionnelles de montage doivent être de classe 1 selon la NF EN 13670.

En cas d'utilisation d'une ossature secondaire pour la fixation des panneaux, il convient de s'assurer de la résistance de cette ossature et de sa fixation à l'ossature principale. La déformation maximale des lisses horizontales (sous l'action du vent seul) ne devra pas dépasser 1/200<sup>ème</sup> de la portée considérée avec un maximum limité à 2 cm.

### 2.3.3. Dimensionnement des panneaux sandwich isolants suivant le référentiel NV 65 modifiées

#### 2.3.3.1. Critères de dimensionnement

Les critères de dimensionnement suivant le principe des contraintes admissibles sont les suivants :

- Pour les panneaux :
  - Flèche  $\leq 1/200^{\text{ème}}$  de la portée.
  - Coefficient de sécurité de 1,50 par rapport à la déformation permanente.
  - Coefficient de sécurité de 2,00 par rapport à la ruine.
- Pour l'assemblage des panneaux sandwich isolants avec plaquette de répartition plus vis :
  - Valeur de calcul pris à :
    - 152 daN pour une vis avec plaquette de répartition de 50 mm en extrémité de panneau.
    - 330 daN pour deux vis avec plaquette de répartition de 80 mm en appui intermédiaire de panneau.
  - Résistance de calcul à l'arrachement des fixations  $P_k/\gamma_m$  :
    - 266 daN en extrémité de panneau.
    - 289 daN en appui intermédiaire de panneau.

Où  $P_k$  est déterminé conformément à la norme NF P 30-310.

Dans le cas où les fixations utilisées possèdent une résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  inférieure aux valeurs indiquées ci-avant, la charge maximale en dépression sous vent normal est calculée à partir des formules suivantes :

$$\text{Panneau posé sur 2 appuis : } Q = \frac{2 \times \left(\frac{P_k}{m}\right)}{(1,75 \times L \times l)}$$

$$\text{Panneau posé sur 3 appuis : } Q = \frac{2 \times \left(\frac{P_k}{m}\right)}{(1,75 \times 1,25 \times L \times l)}$$

Où :

- Q est la charge maximale en dépression sous vent normal en partie courante et/ou en arête verticale, exprimée en daN/m<sup>2</sup>.
- $P_k/\gamma_m$  est la résistance de calcul à l'arrachement de la fixation du projet, exprimée en daN.
- L est la portée du projet, exprimée en m.
- l est la largeur utile du panneau, exprimée en m.

Pour l'assemblage des panneaux sandwich isolants par 2 fixations traversantes par largeur en complément de celle prévue dans l'emboîtement :

- Valeur de calcul forfaitaire de 104 daN par fixation vis-à-vis du déboutonnage.
- Résistance de calcul  $P_k/\gamma_m$  de 181 daN par fixation vis-à-vis de l'ancrage.

La vérification est effectuée suivant la formule « pose sur 2 appuis » du §1.1 du Cahier CSTB 3731.

### 2.3.3.2. Dimensionnement de l'ouvrage

Seules les charges de vent normal sont à prendre en compte sauf dans le cas de pose sur des façades inclinées ou le poids propre des panneaux sandwich isolants doit également être pris en compte.

Sur des façades inclinées à fruit négatif maximal de 30° (projection vers l'extérieur), le dimensionnement s'effectue en prenant en compte :

- La charge de vent normal en pression pour la vérification des panneaux sandwich isolants vis-à-vis de la pression.
- La charge de vent normal en dépression à laquelle est ajoutée la charge de poids propre du panneau multipliée par  $\sin(\alpha)$  avec  $\alpha$  correspondant à l'angle de l'inclinaison de la façade par rapport à la verticale pour la vérification des panneaux sandwich isolants et de leur assemblage vis-à-vis de la dépression.

Sur des façades inclinées à fruit positif maximal de 10° (projection vers l'intérieur), le dimensionnement des panneaux sandwich isolants posés horizontalement s'effectue en prenant en compte :

- La charge de vent normal en pression à laquelle est ajoutée la charge de poids propre du panneau multipliée par  $\sin(\alpha)$  avec  $\alpha$  correspondant à l'angle de l'inclinaison de la façade par rapport à la verticale pour la vérification des panneaux sandwich isolants vis-à-vis de la pression.
- La charge de vent normal en dépression pour la vérification des panneaux sandwich isolants et de leur assemblage vis-à-vis de la dépression.

Dans les zones d'arête verticale, le dimensionnement s'effectue en prenant en compte la charge de vent en dépression correspondante pour :

- Les assemblages.
- Les panneaux sandwich isolants en pose verticale.
- Les panneaux sandwich isolants en pose horizontale si :
  - Dans le cas d'une pose sur 2 appuis du panneau, la profondeur de la zone d'arête verticale est appliquée au-delà de la moitié de la portée.
  - Dans le cas d'une pose sur 3 appuis du panneau, la profondeur de la zone d'arête verticale est appliquée au-delà de la première portée.

*Nota : Dans les zones d'arête verticale les efforts du vent en dépression étant majorés par rapport à ceux de la partie courante, cela peut éventuellement conduire à une diminution de la portée des panneaux sandwich isolants par rapport à la partie courante et nécessiter le cas échéant dans ces zones en pose horizontale soit de rapprocher les poteaux soit de rajouter un potelet intermédiaire.*

En cloison non porteuse, le dimensionnement s'effectue en prenant en compte comme charge de vent normal  $\pm 0,30 q$ . Où q est la pression dynamique de base corrigée par :

- L'effet de site.
- L'effet de la hauteur.
- Le coefficient de dimension déterminé en fonction de la portée.

Les performances des panneaux en pression et en dépression sont indiquées dans les tableaux 10, 10bis, 11 et 11bis.

La performance de l'assemblage des panneaux en dépression en fonction de leur largeur utile standard est indiquée dans le tableau 12.

D'une façon générale, il y a lieu de prendre en compte la valeur minimale entre les valeurs indiquées dans les tableaux 11 et 12 en 2 appuis et dans les tableaux 11bis et 12 en 3 appuis pour les performances en dépression.

### 2.3.4. Dimensionnement des panneaux sandwich isolants suivant le référentiel Eurocode Vent

#### 2.3.4.1. Critères de dimensionnement

Les critères de dimensionnement suivant le principe des états limites sont ceux définis dans la méthode 3 du cahier CSTB n°3731 avec prise en compte pour l'assemblage avec plaquette de répartition plus vis :

- D'une résistance ultime forfaitaire de :
  - 304 daN pour une vis par plaquette de 50 mm en extrémité de panneau.
  - 660 daN pour deux vis par plaquette de 80 mm en appui intermédiaire de panneau.
- D'une résistance de calcul à l'arrachement des fixations  $P_k/\gamma_m$  :
  - 304 daN en extrémité de panneau.
  - 330 daN en appui intermédiaire de panneau.
- Où  $P_k$  est déterminé conformément à la norme NF P 30-310.

Dans le cas où les fixations utilisées possèdent une résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  inférieure aux valeurs indiquées ci-avant, l'action du vent en dépression ELS est calculée à partir des formules suivantes :

$$\text{Panneau posé sur 2 appuis : } W = 2 \times \left( \frac{P_k}{m} \right) / (1,50 \times L \times l)$$

$$\text{Panneau posé sur 3 appuis : } W = 2 \times \left( \frac{P_k}{m} \right) / (1,50 \times 1,25 \times L \times l)$$

Où :

- $W$  est l'action du vent en dépression ELS de la zone B et/ou de la zone A, exprimée en daN/m<sup>2</sup>.
- $P_k/\gamma_m$  est la résistance de calcul à l'arrachement de la fixation du projet, exprimée en daN.
- $L$  est la portée du projet, exprimée en m.
- $l$  est la largeur utile du panneau, exprimée en m.

Pour l'assemblage des panneaux sandwich isolants par 2 fixations traversantes par largeur en complément de celle prévue dans l'emboîtement :

- Valeur de calcul forfaitaire de 145 daN à ELS et de 200 daN à ELU par fixation vis-à-vis du déboutonnage.
- Résistance de calcul  $P_k/\gamma_m$  de 197 daN à ELU par fixation vis-à-vis de l'ancrage.

La vérification est effectuée suivant la formule « pose sur 2 appuis » du §1.1 du Cahier CSTB 3731.

#### 2.3.4.2. Dimensionnement de l'ouvrage

Seules les actions du vent ELS sont à prendre en compte sauf dans le cas de pose sur des façades inclinées ou le poids propre des panneaux sandwich isolants doit également être pris en compte.

Les actions du vent Eurocode à prendre compte sont issues :

- Soit d'un calcul complet avec comme hypothèses :
  - $C_{\text{prob}} = 1,00$  ;
  - $C_{\text{season}} = 1,00$  ;
  - $C_{\text{dir}} = 1,00$ .
  - Coefficient de pression extérieur pris pour une surface de 10 m<sup>2</sup> ( $C_{pe,10}$ ).
- Soit du cahier CSTB n°3732.

Sur des façades inclinées à fruit négatif maximal de 30° (projection vers l'extérieur), le dimensionnement s'effectue en prenant en compte :

- L'action du vent en pression pour la vérification des panneaux sandwich isolants vis-à-vis de la pression.
- L'action du vent en dépression à laquelle est ajoutée la charge de poids propre du panneau multipliée par 0,9 x sin ( $\alpha$ ) avec  $\alpha$  correspondant à l'angle de l'inclinaison de la façade par rapport à la verticale pour la vérification des panneaux sandwich isolants et de leur assemblage vis-à-vis de la dépression.

Sur des façades inclinées à fruit positif maximal de 10° (projection vers l'intérieur), le dimensionnement des panneaux sandwich isolants posés horizontalement s'effectue en prenant en compte :

- L'action du vent en pression à laquelle est ajoutée la charge de poids propre du panneau multipliée par 0,9 x sin ( $\alpha$ ) avec  $\alpha$  correspondant à l'angle de l'inclinaison de la façade par rapport à la verticale pour la vérification des panneaux sandwich isolants vis-à-vis de la pression.
- L'action du vent en dépression pour la vérification des panneaux sandwich isolants et de leur assemblage vis-à-vis de la dépression.

Dans les zones A correspondant aux zones A lorsque les actions du vent sont issues d'un calcul complet, le dimensionnement s'effectue en prenant en compte l'action du vent en dépression correspondante pour :

- Les assemblages.
- Les panneaux sandwich isolants en pose verticale.
- Les panneaux sandwich isolants en pose horizontale si :
  - Dans le cas d'une pose sur 2 appuis du panneau, la profondeur de la zone d'arrêt verticale est appliquée au-delà de la moitié de la portée.
  - Dans le cas d'une pose sur 3 appuis du panneau, la profondeur de la zone d'arrêt verticale est appliquée au-delà de la première portée.

*Nota : Dans les zones A l'action du vent en dépression étant majorés par rapport à ceux de la partie courante, cela peut éventuellement conduire à une diminution de la portée des panneaux sandwich isolants par rapport à la partie courante et nécessiter le cas échéant dans ces zones en pose horizontale soit de rapprocher les poteaux soit de rajouter un potelet intermédiaire.*

En cloison non porteuse, le dimensionnement s'effectue en prenant en compte comme actions de vent +0,20/-0,30 qp. Où qp est la pression de vent de référence définie selon l'Eurocode vent ou définie au tableau 1 du cahier CSTB n°3732.

Les performances des panneaux en pression et en dépression sont indiquées dans les tableaux 13, 13bis, 14 et 14bis.

La performance de l'assemblage des panneaux en dépression en fonction de leur largeur utile standard est indiquée dans le tableau 15.

D'une façon générale, il y a lieu de prendre en compte la valeur minimale entre les valeurs indiquées dans les tableaux 14 et 15 en 2 appuis et dans les tableaux 14 bis et 15 en 3 appuis pour les performances en dépression.

## **2.4. Dispositions de mise en œuvre**

### **2.4.1. Conditions de mise en œuvre**

La mise en œuvre de ces panneaux en pose verticale et horizontale nécessite le cas échéant l'application sur site d'un joint silicone au niveau de l'emboîtement côté intérieur (cf. §2.4.4.1).

### **2.4.2. Conditions générales de pose**

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont mis en œuvre horizontalement ou verticalement, à l'exception du panneau sandwich isolant Evolution Recess dont la pose est uniquement horizontale. Dans certaines configurations, l'application in situ d'un joint silicone au niveau de l'emboîtement coté intérieur est nécessaire.

La pose des panneaux sandwich isolants sur 2 appuis et tout particulièrement en pose horizontale permet de se prémunir des éventuels écarts d'alignement des ossatures (cf. §2.4.3.2). Ce qui permet également d'avoir une certaine tolérance au niveau de la pose tout en réduisant les risques d'endommagement lors de la manipulation de panneaux de grande longueur et de poids important.

#### **2.4.2.1. En pose verticale**

Les panneaux sandwich isolants sont mis en œuvre verticalement sur lisses horizontales.

A l'avancement, la rive mâle de l'élément à poser est emboîtée dans la rive femelle du dernier élément posé et fixé.

En extrémité haute et basse de chaque panneau un cordon de mastic silicone doit être appliqué dans l'emboîtement côté mâle. Le cordon de mastic silicone est positionné dans l'axe du complément d'étanchéité intérieur (cf. figure 8).

Dans le cas de bardage de hauteur supérieure à une longueur de panneau, la jonction est réalisée avec bavettes.

#### **2.4.2.2. En pose horizontale**

Les panneaux sandwich isolants sont mis en œuvre horizontalement sur des éléments d'ossature verticaux en partant du bas vers le haut avec pièce de départ.

A l'avancement, la rive femelle de l'élément à poser est emboîtée dans la rive mâle du dernier élément posé et fixé.

La jonction verticale des panneaux sandwich isolants est assurée par :

- Couvre-joint pour les panneaux sandwich isolants Evolution Axis, Evolution Multi Groove et Louvre.
- Joint EPDM sapin pour les panneaux Evolution Recess. Le jeu entre deux extrémités de panneaux ne devra pas excéder 13 mm dans le cas de l'utilisation du joint EQ2-10 et de 23 mm dans le cas du joint EQ2-20. La pose du joint est effectuée au moyen de roulettes spécifiques fournies par Kingspan.

A la rencontre d'une jonction horizontale et des éléments verticaux tels que jambage, angle, couvre-joint, ou joint EPDM, l'emboîtement sera garni à l'avancement d'un bourrelet de mastic silicone de façon à clore en extrémité la jonction longitudinale entre panneaux et d'un cordon de mastic silicone pour permettre la continuité de l'étanchéité avec les compléments d'étanchéités disposés entre panneaux d'une part, les appuis et les façonnés d'autre part. Le cordon de mastic silicone est à raccorder dans l'axe du complément d'étanchéité intérieur (cf. Figure 9).

Avant la pose des compléments d'étanchéité sous les couvre-joints ou les façonnés, il est nécessaire à chaque extrémité :

- Du panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove de garnir chaque V du parement extérieur par un cordon de mastic silicone (cf. Figure 12).
- Des panneaux sandwich isolant Louvre de poser un cordon de mastic silicone sous les contre-closoir en polyéthylène (cf. Figure 11).

En complément des dispositions indiquées ci-avant, lorsque les panneaux sandwich isolants sont mis en œuvre sur façade inclinée à fruit positif maximal de 10° (projection vers l'intérieur), l'emboîtement des panneaux sera obturé en face extérieure par un garnissage de mastic silicone. Ce garnissage est effectué au niveau de chaque extrémité de panneau sur une longueur permettant d'assurer correctement le croisement des étanchéités sans être supérieure à la largeur du couvre-joint et/ou du façonné d'angle en contact sur le parement extérieur des panneaux sandwich isolants (cf. figures 12, 12 bis et 12 ter).

### **2.4.3. Dispositions préalables relatives à l'ossature**

#### **2.4.3.1. Dimensions minimales des appuis**

Les panneaux sandwich isolants peuvent être posés sur des ossatures en acier, bois ou béton et maçonnerie munies d'inserts métalliques.

Dans le cas d'ossature acier, les appuis doivent avoir une épaisseur minimale de 1,50 mm et une largeur minimale de :

- 40 mm pour les appuis d'extrémités hors jonction.
- 60 mm pour les appuis intermédiaires.

Dans le cas d'ossature bois, les appuis doivent avoir comme section minimale :

- 60 × 80 mm pour les appuis d'extrémités hors jonction.
- 60 × 80 mm pour les appuis intermédiaires.

Dans le cas d'ossature béton ou maçonnerie avec inserts métalliques incorporés et ancrés, ces derniers doivent avoir une largeur d'au moins 60 mm avec une épaisseur minimale de 2,5 mm. Les appuis recevant deux extrémités de panneaux sandwich isolants devront être munis de deux lignes d'inserts métalliques (cf. Figures 21 et 22).

En pose horizontale, la largeur minimale des appuis recevant deux extrémités de panneaux sandwich isolants est fonction de la nature de l'appui et de la conception de la jonction.

Le tableau 8 ci-dessous indique les largeurs d'appuis minimales lorsque la conception de la jonction est réalisée avec les éléments proposés par Kingspan.

Conception de la jonction	Nature des appuis	
	Acier	Bois
Panneaux sandwich isolant Evolution Recess avec joint EPDM sapin de 10 mm	90 mm*	(60 + 8 x Ø**) mm
Panneaux sandwich isolant Evolution Recess avec joint EPDM sapin de 20 mm	100 mm	(70 + 8 x Ø**) mm
Panneaux sandwich isolant Evolution Axis et Multi Groove avec couvre-joint option F, G et Z	110 mm	(80 + 8 x Ø**) mm
Panneaux sandwich isolant Evolution Axis et Multi Groove avec couvre-joint option A, B, D et E	120 mm	(90 + 8 x Ø**) mm
Panneaux sandwich isolant Louvre avec couvre-joint option A et B	120 mm	(90 + 8 x Ø**) mm

(\*) Lorsque le joint EPDM VJ1 est utilisé la valeur minimale est de 100 mm.  
(\*\*) Diamètre de la vis.  
**Nota :** Lorsque le joint EPDM VJ2 est utilisé les valeurs minimales sont de 130 mm en acier et de 160 mm en bois.

**Tableau 8 – Largeurs minimales des appuis (en mm) au droit d'une jonction verticale en pose horizontale**

Dans le cas d'autres couvre-joints, les largeurs minimales des appuis au droit d'une jonction verticale en pose horizontale sont déterminées à partir de la formule ci-dessous :

$$L_{min} = 2 \times (A + 25) + e$$

Ou :

- Lmin est la largeur minimale de l'appui (mm)
- A est la distance minimale entre l'extrémité de l'appui et l'axe de la fixation ou A = 15 mm si ossature acier et A = 4 x Ø de la vis si ossature bois.
- e est le jeu entre panneau fonction de la largeur du couvre-joint avec un minimum de 20 mm.

De plus, lorsque le joint EPDM VJ2 est utilisé la largeur minimale d'appui sera prise égale au minimum entre Lmin, 130 mm si l'ossature est en acier et 160 mm si l'ossature est en bois.

#### 2.4.3.2. Tolérances d'alignement

Un écart d'alignement de l'ossature ne peut être rattrapée par les panneaux sandwich isolants posés sur 3 appuis et peut engendrer des déformations des panneaux rendant ainsi inesthétique l'aspect de façade.

Les tolérances d'alignement de l'ossature sont donc :

- De classe 1 ou 2 selon la NF EN 1090-2 pour les supports en acier.
- Conformés à la NF EN 13670 pour les ossatures en béton avec insert métallique.
- Conformés à la NF DTU 31-1 pour les ossatures bois.

De plus, la tolérance d'alignement ne doit pas dépasser une valeur de 5 mm par panneau, quel que soit le nombre d'appui de celui-ci.

#### 2.4.4. Dispositions relatives vis-à-vis de l'étanchéité

Des précautions doivent être prises pour assurer la continuité de l'étanchéité à l'air entre cordons d'étanchéité des joints verticaux et horizontaux et dispositifs d'étanchéité des points singuliers : pied de façade, encadrements de baies, acrotère.

L'étanchéité à l'air et à l'eau nécessite du soin, tant pour la mise en compression des garnitures d'étanchéité entre panneaux qu'aux raccordements des panneaux avec les calfeutrements haut et bas et ceux d'angle.

##### 2.4.4.1. Vis-à-vis du transfert de vapeur, du risque de condensation et de l'étanchéité à l'air

En complément des dispositions indiquées aux §2.4.2.1 et §2.4.2.2 et dans le but de réduire les transferts de vapeur, le risque de condensation et la perméabilité à l'air aux niveaux des jonctions, celles-ci devront être équipées de compléments d'étanchéités tels qu'indiqués ci-après dont la nature dépend des conditions hygrométriques intérieures.

**Pour les locaux d'hygrométrie faible, moyenne et/ou climatisés (pression de vapeur comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 10 mm Hg « 1333 Pa »)**

Les dispositions consistent à mettre en œuvre côté intérieur local un complément d'étanchéité du type joint mousse 20 x 5 mm positionné :

- Sous chaque extrémité des panneaux sandwich isolants tel qu'au droit des ossatures formant les angles, des lisses haute et basse, des chevêtres et des ossatures recevant deux extrémités de panneaux.
- Sur les tôles de calfeutrement intérieur.

Pour les ossatures recevant deux extrémités de panneau au droit d'une jonction verticale en pose horizontale les joints mousse peuvent être remplacés par des joints EPDM adhésifs une face VJ1 (60 x 10 mm) ou VJ2 (95 x 10 mm) fournis par la société Kingspan (cf. figure 9).

**Pour les locaux d'hygrométrie forte et/ou climatisés (pression de vapeur comprise entre 10 « 1333 Pa » et 15 mm Hg « 1999 Pa »)**

Les dispositions consistent à mettre en œuvre côté intérieur local un complément d'étanchéité du type cordon de mastic silicone ou polyuréthane positionné :

- Dans l'emboîtement des panneaux sandwich isolants côté rive male en partie basse avant leur pose (cf. figures 1 à 3).
- Sous chaque extrémité des panneaux sandwich isolants tel qu'au droit des ossatures formant les angles, des lisses haute et basse, des chevêtres et des ossatures recevant deux extrémités de panneaux.
- Sur les tôles de calfeutrement intérieur.

Note : la mise en œuvre de complément d'étanchéité aux niveaux des lisses intermédiaires n'est pas prévue

#### 2.4.4.2. Vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau

En partie courante, l'étanchéité à l'eau est assurée par les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK moyennant le respect des dispositions indiquées au §2.4.2.

L'étanchéité à l'eau est assurée au niveau des angles réalisés sur site :

- Par joint mousse 10 x 5 mm disposé sous les façonnés lorsque les panneaux sandwich isolants sont en pose verticale.
- Par joint mousse 10 x 5 mm disposé sous les façonnés pour les panneaux sandwich isolants Evolution Axis, Multi Groove et Recess en pose horizontale.
- Par cordon de mastic silicone et contre-cloisir en mousse de polyéthylène disposés sous les façonnés pour le panneau sandwich isolant Louvre en pose horizontale.

Au niveau des jonctions verticales en pose horizontale, l'étanchéité à l'eau est assurée :

- Par joint mousse 10 x 5 mm disposé sous le couvre-joint pour les panneaux sandwich isolants Evolution Axis et Multi Groove.
- Par cordon de mastic silicone et contre-cloisir polyéthylène disposés sous le couvre-joint pour le panneau sandwich isolant Louvre.
- Par joint EPDM sapin de 10 ou 20 mm pour le panneau sandwich isolant Evolution Recess.

Lorsque la jonction verticale en pose horizontale avec les panneaux sandwich isolants Evolution Axis et Multi Groove est réalisée avec les couvre-joints proposés par Kingspan, les compléments d'étanchéité à mettre en œuvre sont indiqués dans le tableau 9 ci-dessous.

Référence des couvre-joints	Complément d'étanchéité
<b>Option A et B</b>	Joint mousse 10 x 5 mm
<b>Option D et E</b>	Joint EPDM intégral seal
<b>Option F</b>	Joint mousse 9 x 4 mm
<b>Option G et Z</b>	Cordon de mastic silicone

**Tableau 9 – Complément d'étanchéité associé au type de couvre-joint proposé par Kingspan (cf. figure 7)**

#### 2.4.5. Assemblage des panneaux

L'assemblage des panneaux sandwich isolants aux appuis s'effectue par vis disposées dans l'emboîtement avec plaquette de répartition à raison :

- D'une vis par plaquette de 50 mm de longueur au droit des appuis d'extrémité en respectant une pince minimale de 25 mm.
- De deux vis par plaquette de 80 mm de longueur au droit des appuis intermédiaires.

Le poseur peut également utiliser les fixations telles que définies au §2.2.4.2 traversant les panneaux de part en part en complément de celle prévue dans l'emboîtement :

- Pour certains points singuliers tels que dans les angles réalisés sur site, les raccordements bardage couverture ou au droit des ouvertures, etc...
- Au droit de jonctions verticales en pose horizontale et panneaux posés sur 2 appuis si la résistance de l'assemblage n'est pas suffisante vis-à-vis des effets du vent.

Le nombre de fixation en complément de celle prévue dans l'emboîtement est de 2 par largeur de panneau et par appui avec une distance minimale entre l'axe de la fixation et l'extrémité du panneau de 20 mm. La répartition des fixations par largeur de panneau est présentée à la figure 13. La prise en compte de ces fixations dans le dimensionnement est indiquée aux §2.3.3.1 et §2.3.4.1.

## 2.4.6. Points singuliers

La conception des détails d'exécution présentés et illustrés aux paragraphes suivants permet d'atteindre des performances supérieures à celles des bardages métalliques traditionnels, mais ne constitue que des exemples à adapter à chaque chantier.

### 2.4.6.1. Bas de bardage

#### 2.4.6.1.1. Pose verticale

- Fixation sur lisse après interposition d'un complément d'étanchéité (cf. §2.4.4), d'une pièce support ou d'un calage provisoire et d'une bavette.
- Mise en place à l'avancement d'un cordon de mastic silicone dans l'emboîtement côté male du dernier élément posé et fixé.

Quelques exemples sont présentés aux figures 14 et 14 bis.

#### 2.4.6.1.2. Pose horizontale

- Alignement et fixation des pièces de départ en vérifiant l'aplomb entre ces dernières et l'ossature.
- Interposition d'un complément d'étanchéité (cf. §2.4.4).
- Pose du panneau sur les pièces de départ.
- Fixation du panneau avec plaquette de répartition.

Quelques exemples sont présentés aux figures 15 et 15 bis.

Les pièces de départ ponctuelles doivent être posées à 150 mm maximum de chaque extrémité de panneau puis espacées régulièrement avec une distance maximale de 1500 mm.

Lorsque le panneau sandwich isolants Evolution Recess est mis en place sur des pièces de départ filantes, ces dernières devront être interrompues au droit de chaque jonction verticale en laissant un espacement égal au jeu entre deux panneaux plus 10 mm.

### 2.4.6.2. Haut de bardage

- Le panneau sandwich isolant est fixé dans la lisse haute après interposition d'une tôle de calfeutrement intérieur et du complément d'étanchéité (cf. 2.4.4).
- En l'absence de lisse haute en pose horizontale, les dispositions indiquées au-dessus sont à respecter et complétées par les suivantes :
  - La tôle de calfeutrement intérieure devra être en épaisseur nominale minimale 1,50 mm.
  - En complément de son assemblage au droit des poteaux le panneau devra être fixé dans la tôle de calfeutrement avec un entraxe de fixation maximal de 1,00 m.
- Pour les panneaux posés verticalement, mise en place à l'avancement d'un cordon de mastic silicone dans l'emboîtement côté male du dernier élément posé et fixé.
- Pose d'un complément d'isolation thermique.
- Habillage extérieur en couronnement avec édisage en bout à bout et complément d'étanchéité par mastic fixé par vis autoperceuses à raison d'une fixation tous les 0,50 m.

Deux exemples sont présentés aux figures 16 et 17.

### 2.4.6.3. Jonction horizontale en pose verticale

Elle est réalisée au droit d'une ou deux lisses intermédiaires avec bavette.

Il y a lieu de veiller à la compatibilité entre les dimensions des appuis et la conception de la jonction.

La partie supérieure de la jonction est réalisée de la même façon qu'un bas de bardage avec pièce support obligatoire (cf. §2.4.6.1). Alors que la partie inférieure de la jonction est réalisée de la même façon qu'un haut de bardage (cf. §2.4.6.2) avec mise en œuvre éventuellement d'un complément d'isolation thermique.

Un exemple est présenté à la figure 18.

### 2.4.6.4. Jonction verticale en pose horizontale

Il y a lieu de veiller à la compatibilité entre les dimensions des appuis et la conception des jonctions.

La jonction verticale est traitée soit par couvre-joints soit par joints EPDM sapin en fonction de la typologie des panneaux sandwich isolants

#### 2.4.6.4.1. Jonction traitée par couvre-joint

Le traitement par couvre-joints concerne les panneaux sandwich isolants Evolution Axis, Evolution Multi Groove et Louvre et il y a lieu de respecter les dispositions indiquées aux §2.4.2 et §2.4.4. Quelques exemples sont présentés aux figures 19 à 25.

De plus, pour le panneau sandwich isolant Louvre, il est également proposé des pièces de fermetures adaptées à la géométrie du panneau Louvre permettant de cacher les contre-cloisons.

Si Lorsque la jonction est réalisée avec les couvre-joints fournis par Kingspan, les jeux à laisser entre deux extrémités de panneaux sont indiqués dans le tableau 16 ci-dessous.

Référence des couvre-joints	Jeu minimal entre deux extrémités de panneaux
Option A et B	40 mm
Option D et E	40 mm
Option F, MX02 et MG02	30 mm
Option G	25 mm
Option Z	25 mm

**Tableau 16 - Jeu entre-deux extrémités de panneaux avec couvre-joint proposé par Kingspan**

Lorsque d'autres couvre-joints sont utilisés, le jeu entre deux extrémités de panneaux sera au minimum de 20 mm si les dimensions du couvre-joint le permettent (cf. §2.4.3).

La fixation du couvre-joint s'effectue à raison d'une vis tous les 0,50 m.

Lorsqu'une jonction entre deux couvre-joints est prévue, elle est réalisée au niveau de la partie en forme d'oméga :

- Soit en bout à bout par éclissage intérieur de longueur 100 mm après interposition de 2 cordons de mastic silicone et fixation de chaque couvre-joint au droit de l'éclisse.
- Soit par recouvrement d'une valeur minimale de 70 mm après découpe du couvre-joint inférieur en partie basse et fixation des deux couvre-joints. Un cordon de mastic silicone est à rajouter au droit du recouvrement lorsque la pose est effectuée sur des façades inclinées à fruit positif maximal de 10° (projection vers l'intérieur).

Dans le cas particulier de jonctions verticales nécessitant l'ajout de 2 fixations par largeur de panneau le traversant de part en part en complément de celle prévue dans l'emboîtement. Ces dernières pourront être mises en œuvre :

- Soit directement sur le panneau avant la pose du couvre-joint. De plus, s'il est nécessaire de cacher les fixations, la conception du couvre-joint devra en tenir compte. Un exemple est proposé à la figure 28.
- Soit lors de l'assemblage du couvre-joint avec les panneaux Evolution Axis et Multi Groove. Dans ce cas, il sera nécessaire d'utiliser un couvre-joint spécifique (cf. Figure 29).

#### 2.4.6.4.2. Jonction traitée par joint EPDM

- Le traitement par joint EPDM sapin concerne le panneau sandwich isolant Evolution Recess et il y a lieu de respecter les dispositions indiquées aux §2.4.2 et §2.4.4. Quelques exemples sont présentés aux figures 26 et 27.
- La référence du joint EPDM EQ2-10 (cf. figure 7) est à utiliser pour un jeu de 10 mm entre deux extrémités de panneaux.
- La référence du joint EPDM EQ2-20 (cf. figure 7) est à utiliser pour un jeu de 20 mm entre deux extrémités de panneaux.
- Le joint EPDM sapin doit être continu tout le long de la jonction.
- La mise en œuvre du joint EPDM s'effectue par l'intermédiaire de roulettes spécifiques fournies par Kingspan.

*Rappel : Le jeu entre deux extrémités de panneaux ne devra pas excéder 13 mm dans le cas de l'utilisation du joint EQ2-10 et de 23 mm dans le cas du joint EQ2-20*

#### 2.4.6.5. Angles

##### 2.4.6.5.1. Angle réalisé sur site

L'angle sortant ou rentrant est réalisé au droit d'un ou de deux montants verticaux avec un façonné (angle intérieur) et complément d'étanchéité (cf. §2.4.4).

La rive des panneaux est fixée par fixations traversantes ou avec des pièces de départ (pose verticale).

Un complément d'isolation est disposé.

Les façonnés extérieurs sont fixés après interposition d'un complément d'étanchéité (cf. §2.4.4) à raison d'une fixation tous les 0,50 m.

Quelques exemples sont présentés aux figures 30 à 35.

##### 2.4.6.5.2. Avec panneaux d'angles

La pose des panneaux d'angles s'effectue de la même façon que les panneaux.

En pose horizontale, la présence de poteaux d'angle est obligatoire dès que l'un des côtés du panneau d'angle est supérieur à 500 mm. L'assemblage est alors réalisé au droit de chaque poteau d'angle ou de part et d'autre.

En pose verticale, la mise en œuvre de panneaux d'angles sur l'ensemble des angles d'un bâtiment ne peut pas s'effectuer sans prévoir en amont les dispositions particulières suivantes :

- Nécessité d'un calepinage prévoyant un jeu entre le premier panneau posé et la pose du dernier panneau d'angle avec ou sans découpe du dernier panneau d'angle du côté panneau déjà posé.
- Traitement du jeu par :
  - Mise en place d'une tôle de calfeutrement intérieur et du complément d'étanchéité avant pose du premier panneau.
  - Mise en place sur la tôle de calfeutrement en attente d'un complément d'étanchéité avant fixation et/ou maintien du panneau d'angle.
  - Bourrage d'isolant au droit du jeu et fermeture par un façonné extérieur après interposition des compléments d'étanchéité.

Suite à cela, il est conseillé pour un bâtiment comportant « n » angles de poser au maximum « n-1 » panneaux d'angle, voire uniquement au droit des angles de la façade principale.

Dans le cas de panneaux d'angles cintrés, la distance entre appuis est limitée forfaitairement à 1,00 m.

Quelques exemples sont présentés aux figures 36 à 41.

#### 2.4.6.6. Rives contre mur

Les rives contre mur sont réalisées de façon similaire à celles des angles avec des façonnés adaptés, complément d'étanchéité à l'air par joint mousse 20 x 5 mm côté panneau et 30 x 20 mm côté mur et complément d'isolation thermique.

Quelques exemples sont présentés aux figures 42 et 43.

#### 2.4.6.7. Baie

Des baies ou pénétrations peuvent être aménagées dans le bardage.

Un chevêtre est nécessaire lorsque les dimensions de la pénétration sont supérieures à 400 x 400 mm.

Les efforts agissant sur les baies ou les pénétrations de dimensions supérieures à 400 x 400 mm devront être reportés sur les lisses de fixation grâce à des chevêtres.

Les ouvertures sont traitées comme des ouvrages indépendants, le raccordement se faisant au droit d'une ossature de charpente ou par l'intermédiaire d'un chevêtre assemblé à l'ossature.

En respectant les principes de conception des paragraphes précédents l'habillage des ouvertures comporte :

- La fixation des panneaux à la périphérie.
- La préparation des bords des panneaux (découpes complémentaires)
- L'installation des compléments d'étanchéité et d'isolation thermique.
- La pose d'accessoires tels que bavette et sous face de linteau en partie, jambage côté montant et appuis de châssis en partie basse.

La jonction du jambage et de l'appui de châssis sera complétée par cordon extrudé de mastic silicone sans oublier d'étancher les bavettes et jambages avec les dormants de menuiseries.

Les oreilles et les retours de la bavette d'appui de fenêtre devront avoir une dimension minimale de 20 mm.

Quelques exemples sont présentés aux figures 44 à 47.

#### 2.4.6.8. Cloisons

Les panneaux sandwich isolants utilisés en cloison, sont soit posés dans les mêmes conditions que le bardage, soit insérés et fixés dans un U ou entre 2 cornières, de part et d'autre de ses extrémités. Hormis les dispositions relatives à l'étanchéité à l'eau, les mêmes applications peuvent être utilisées en cloison.

Des garnitures d'étanchéité pourront éventuellement être nécessaires en fonction des performances recherchées avec complément d'isolation thermique.

Un exemple est présenté à la figure 48.

#### 2.4.6.9. Joint de dilatation

Lorsqu'un joint de dilatation est prévu dans la structure, les panneaux seront interrompus de part et d'autre de celui-ci.

Les figures 49 à 52 représentent des exemples de traitement en pose verticale et horizontale en fonction de la valeur de déplacement du joint de dilatation.

Les figures 49, 49 bis, 51 et 51 bis correspondent à des valeurs de déplacement faibles jusqu'à 50 mm. Alors que les figures 50, 50 bis, 52 et 52 bis correspondent à des valeurs de déplacement plus importantes jusqu'à environ 150 mm et sont recommandées dans les régions sismiques. Tout en sachant que dans ce cas, le joint de dilatation doit satisfaire aux règles sismiques de conception et de calcul relatives à l'espacement entre blocs.

### 2.4.7. Précautions particulières

#### 2.4.7.1. Découpe

Les opérations de découpe sont exécutées au moyen de matériel approprié (scie sauteuse ou tronçonneuse spécifique pour panneaux et grignoteuse pour les accessoires). Lors de la découpe des panneaux sur chantier si besoin, un dispositif (planches + serre-joints par exemple) doit être mis en place afin d'éviter le décollement des parements lors de cette opération.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement. Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

L'emploi d'une disqueuse est rigoureusement proscrit.

#### 2.4.7.2. Perçage, vissage

On devra éviter un écrasement excessif du parement extérieur des panneaux.

Les visseuses devront être équipées d'une butée de profondeur et d'un dispositif permettant le réglage du couple de débrayage. A défaut, on effectuera les derniers millimètres de serrage manuellement.

La longueur des vis sera adaptée à l'épaisseur du panneau à fixer et à la nature du support.

Dans le cas d'utilisation de vis autotaraudeuses, un pré-perçage est nécessaire et se fera conformément aux préconisations du fabricant de vis.

On veillera à éviter l'incrustation de particules chaudes sur le revêtement. Toutes les souillures (limailles, copeaux) seront éliminées sans délai à la pose.

#### 2.4.7.3. Film de protection

Il est retiré sans délai lors de la pose et au plus tard 3 mois après mise à disposition en usine.

### 2.4.8. Dispositions en zone sismique

#### 2.4.8.1. Domaine d'emploi

Le domaine d'emploi du procédé BENCHMARK en zone sismique est défini au §1.1.2.

#### 2.4.8.2. Prescriptions

Les dispositions à prévoir dans une pose autre que celles autorisée sans disposition particulières sont :

- Utilisation de plaquettes de répartition en acier inoxydable telles que définies au §2.2.2.4.1 et des fixations en acier inoxydable des sociétés SFS INTEC, LR ETANCO ou FAYNOT dont les références sont indiquées dans le tableau 17 ci-après.
- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets avec un entraxe maximal de 0,50 m.
- Respecter une pince minimale de 50 mm dans le cas de panneaux d'angle préfabriqués.

Types de support	Société FAYNOT	Société SFS INTEC	Société LR ETANCO
<b>Support métallique Épaisseur <math>\geq 4</math> mm*</b>	Vis Inox A2 AT Autotaraudeuse Type B double filet 6,3 x L + vulca Ø 16 réf 163L-052 Vis Inox A2 P13 Autoperceuse double filet 5,5 x L + vulca Ø 16 réf 255L-073	Vis Inox A2 AT Autotaraudeuse double filet TDB-S-S16 6,3 x L + Ø 16 EPDM Vis Inox A2 Autoperceuse double filet SXC14-S19 5,5 x L + Ø 19 EPDM	DRILLNOX 12 DF Ø 5,5 x L + VI 19
<b>Support métallique 1,5 mm <math>\leq</math> Ep <math>\leq</math> 4 mm*</b>	Vis Inox A2 P5 Autoperceuse 5,5 x L + vulca Ø 16 – réf 255L-072	Vis Inox A2 Autoperceuse double filet SX5-S19 5,5 x L + Ø 19 EPDM	DRILLNOX 4 DF Ø 5,5 x L + VI 19
<b>Support bois</b>	Vis Inox A2 P1 Autoperceuse double filet 6,3 x L + vulca Ø 16 réf 263L-075	Vis Inox Autoperceuse double filet SXW-S19 6,5 x L + Ø 19 EPDM	DRILLNOX BOIS DF Ø 6,5 x L + VI 19
(*) Pour les sociétés FAYNOT et SFS INTEC l'épaisseur est égale à 5 mm.			

**Tableau 17 – Références des fixations**

### 2.4.9. Dispositions relatives aux ERP

#### 2.4.9.1. Conditions de pose en ERP

La pose des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK est possible dans les ERP à condition de respecter dès la conception :

- Les différentes configurations faisant l'objet de fiches de domaine d'emploi telles qu'indiquées dans l'annexe A en fin du Dossier Technique.
- Les dispositions énoncées ci-après.

Les ERP peuvent être constitués d'un ou plusieurs volumes accessibles au public et désenfumés, délimité(s) par des parois toute hauteur H et dans le(s) volume(s) répondant indépendamment aux conditions définies dans les fiches de domaine d'emploi. Où la hauteur H est la hauteur moyenne au sens de l'IT 246 avec comme limitation 15 m. De plus, si un volume comporte une ou plusieurs mezzanines ou des gradins, la hauteur H est déterminée à partir du point le plus haut accessible au public.

Pour tout établissement, il conviendra de raisonner canton par canton. Pour un canton de surface au sol donnée, les limites de hauteurs sous plafond qui s'appliquent sont les mêmes que celles qui s'appliquent à un éta blissement non cantonné de surface au sol égale à celle dudit canton.

Dans le cas d'une majoration de 50 % de la surface utile d'exutoires réglementaire exigible de l'Instruction Technique 246, les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

Lorsque des compléments d'isolation thermique sont utilisés, ils doivent être en laine minérale.

#### 2.4.9.2. Utilisation des fiches de domaine d'emploi

##### 2.4.9.2.1. Pour la fiche de domaine d'emploi des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK en parois verticales et toiture répondant aux exigences des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par écran thermique) avec ou sans majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementaire exigible de l'Instruction Technique 246.

Connaissant le type d'ERP, sa surface au sol S et la hauteur H telle que définie au §2.4.9.1:

- On détermine la hauteur  $H_{\min}$  en fonction de la surface S à partir de l'équation correspondant au type d'ERP.

- On vérifie que la hauteur H est supérieure ou égale à la hauteur  $H_{\min}$ .

Se reporter à la fiche de domaine d'emploi A1 de l'Annexe A.

#### 2.4.9.2.2. Pour la fiche de domaine d'emploi des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK en parois verticales et toiture réalisée avec les panneaux sandwich isolants du visé dans le DTA « KS 1000 RW »

Connaissant le type d'ERP, sa surface au sol S, son périmètre P, la hauteur H telle que définie au §2.4.9.1 et le couple des épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK et ceux visés dans le DTA « KS 1000 RW » :

- On détermine la hauteur  $H_{\min}$  en fonction de la surface S à partir de l'équation correspond au type d'ERP.
- On vérifie que :
  - La hauteur H est supérieure ou égale à la hauteur  $H_{\min}$ .
  - La valeur du rapport S/P correspondant au couple des épaisseurs des panneaux sandwich isolants pour la hauteur H considérée est supérieure ou égale à la valeur indiquée dans les tableaux (cf. A2 de l'Annexe A). Si la hauteur H n'est pas indiquée dans les tableaux, il conviendra de prendre pour la lecture de la hauteur inférieure (ex : si la hauteur H est de 6,80 m alors il convient de prendre  $H = 6,50$  m).

*Nota : Les valeurs S/P minimales indiquées dans les tableaux des fiches de domaine d'emploi A2 et A3 de l'Annexe ont été calculées à partir de la formule suivante :*

$$S/P \geq (0,0154 \times E_2) / (1 - 0,0206 \times E_1/H)$$

Où :

- $E_1$  est l'épaisseur du panneau sandwich isolant visés dans le DTA « KS 1000 RW ».
- $E_2$  est l'épaisseur du panneau sandwich isolant du procédé BENCHMARK.
- H est la hauteur moyenne au sens de l'IT 246.

Pour les épaisseurs intermédiaires des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK et ceux visés dans le DTA « KS 1000 RW » non indiquées dans les tableaux 1 à 5 des valeurs minimales de S/P, la valeur minimale de S/P peut être déterminée soit à partir de la lecture des tableaux en prenant comme épaisseur celle juste supérieure l'épaisseur envisagée soit calculée à partir de la formule située au-dessus.

---

## 2.5. Entretien, rénovation et remplacement

---

### 2.5.1. Entretien

L'entretien devra comporter :

- L'élimination des diverses végétations, notamment des mousses et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface du bardage.
- La protection contre les éventuelles amorces de corrosion, desquelles sont décelées.
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur le bardage.
- Un nettoyage périodique :
  - Lessivage avec une lessive ménagère non javellisée. Ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et éviter les lavages excessifs.
  - Rinçage à l'eau claire.
  - Reprise éventuelle avec peintures bâtiment définies en accord avec la société KINGSPAN.

### 2.5.1.1. Rénovation

La rénovation de la paroi en tôle prélaquée s'effectue selon le processus suivant :

- Nettoyage,
- Reprise avec peinture bâtiment classiques qualité extérieure, le mode d'application pouvant être la brosse ou le pistolet selon la peinture utilisée. La nature des laques ainsi que le processus de rénovation doivent être définis en accord avec la société KINGSPAN.

### 2.5.2. Remplacement de panneaux endommagés

Le panneau endommagé doit être coupé sur toute sa longueur de manière à ôter facilement le côté non fixé. Pour enlever l'autre moitié couper les fixations. Ensuite, en fonction de l'accessibilité ou non à l'intérieur du bâtiment, Kingspan propose plusieurs solutions pour le remplacement.

---

## 2.6. Traitement en fin de vie

---

Les informations relatives à ce paragraphe sont indiquées dans les fiches de Déclaration Environnementale (DE) individuelle.

---

## 2.7. Assistance technique

---

La société KINGSPAN ne pose pas elle-même. Toutefois, elle est en mesure d'apporter son assistance technique aux entreprises de pose qui le souhaitent.

---

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

---

Les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK sont fabriqués dans l'usine d'Holywell (UK) appartenant au groupe Kingspan sur ligne en continu conformément à l'e-cahier du CSTB 3501 avec les spécifications propres à chaque panneau.

### 2.8.1. Procédé de fabrication

Les principales étapes de fabrication sont les suivantes :

- Déroulage des bobines ;
- Profilage des rives et des parements ;
- Chauffage des parements ;
- Epandage de la mousse ;
- Polymérisation de la mousse à l'intérieur du conformateur ;
- Découpe à longueur ;
- Empilage ;
- Emballage ;
- Marquage.

### 2.8.2. Contrôles de fabrication

Les contrôles de fabrication sont conformes à la norme NF EN 14509.

---

## 2.9. Mention des justificatifs

---

### 2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais de flexion statique sous charge descendante ou ascendante – Origine : CSTB, rapport d'essai ES552-05-1196 ;
- Essais de fatigue chargement cyclique ascendant – Origine : CSTB, rapport d'essai ES552-05-1190 ;
- Essais de sollicitations sismiques dans le plan du support et de mise en parallélogramme – Origine : CSTB, rapport d'essai CLC 11-26036303 ;
- Essais d'étanchéité à l'air et l'eau (panneau Evolution Recess et joint EPDM sapin) – Origine : Kingspan R&D ID JS0039 ;
- Rapports d'essais du marquage CE – Origine : Kingspan R&D ;
- Rapport de calcul des performances aux états limites conformément au cahier CSTB 3731 - Origine : Kingspan France ;
- Rapports de calcul des performances thermiques – Origine : CSTB, DEI/HTO 2013-090-AD/LS, DEIS/HTO – 2016-184 - KZ/LS - N° SAP 70055101, DEIS/HTI-109-KZLB et DEB/R2EB-2022-096-KZ/NZ ;
- Rapports de calcul des coefficients de pont thermique de liaison pour différentes configurations de mise en œuvre des panneaux – Origine : CSTB, DIR/HTO 2014-212-KZ/LS et DIR/HTO 2015-013-KZ/LS ;
- Réaction au feu – Origine Efectis France, rapport de classement EFR-22-000195A-Révision 1 ;
- Rapport d'expertise du domaine d'emploi des panneaux sandwich vis-à-vis de la sécurité en cas d'incendie – Origine CSTB, rapport n°26051948 ;
- Rapport d'étude et fiches de domaine d'emploi en ERP - Origine : Efectis France réf. SA-17-001744-PRA ;
- Mise à jour des fiches de domaine d'emploi en ERP - Origine : Efectis France – Rapport réf. 23-003248c-MDU.

### 2.9.2. Références chantiers

Depuis la dernière révision, environ 360 000 m<sup>2</sup> de panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK ont été posés en France dont un peu plus de la moitié avec l'âme isolante QuadCore™.

## 2.10. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

Annexe A : Fiches de domaine d'emploi établies par Efectis France selon le guide d'emploi des isolants combustibles dans les ERP

**Tableau A - Typologies d'ERP visés en fonction des différentes configurations faisant l'objet de fiches de domaine d'emploi en ERP :**

Typologie de toitures	Parois verticales réalisées avec les panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK
<b>Répondant aux exigences des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par écran thermique) avec ou sans majoration de 50 % de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246</b>	ERP à simple RDC des types M, L, N, T, S, V, Y, W, R (hors internat) et X de 1 <sup>ère</sup> à 5 <sup>ème</sup> catégorie à l'exclusion des locaux de sommeil. (cf. A1) <sup>(1)</sup>
<b>Panneaux sandwich isolants visés dans le DTA « KS 1000 RW » avec ou sans majoration de 50 % de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246</b>	ERP à simple RDC des types M, L, N, T, S, V, Y, W, R (hors internat) et X de 1 <sup>ère</sup> à 5 <sup>ème</sup> catégorie à l'exclusion des locaux de sommeil. (cf. A2) <sup>(2)</sup>
<p>(1) Les façades inclinées à fruit positif sont exclues car non prévues dans le cadre de l'étude d'ingénierie incendie.</p> <p>(2) Toute inclinaison de façade est exclue car non prévue dans le cadre de l'étude d'ingénierie incendie.</p>	

**A1 - Fiche de domaine d'emploi des panneaux sandwich isolants du procédé Architecturale de Bardage en parois verticales et toiture répondant aux exigences des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par écran thermique) avec ou sans majoration de 50 % de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246**

Fabricant :	KINGSPAN
Dénomination des panneaux :	KS 600 / 900 / 1000 MR / EB / FL / FL-S / MM / CX / WV / PL / TL, Evolution Axis, Evolution Recess, Evolution Multi Groove et Louvre
Utilisation :	Bardage
Epaisseur commercialisée :	45 à 150 mm
Epaisseurs autorisées en ERP :	KS 600 / 900 / 1000 MR / EB / FL / FL-S / MM / CX / WV / PL / TL, Evolution Axis / Evolution Recess / Evolution Multi Groove : 45 à 150 mm
	Louvre 45 à 120 mm
Code de formulation de la mousse :	QuadCore™
Epaisseur nominale minimale de la tôle d'acier du parement intérieur :	0,32 mm
Classement de réaction au feu du panneau par rapport aux Euroclasses :	B-s1, d0
Rapports de classement :	Rapport Efectis référencé EFR-22-000195A-Révision 1 du 05/01/2023

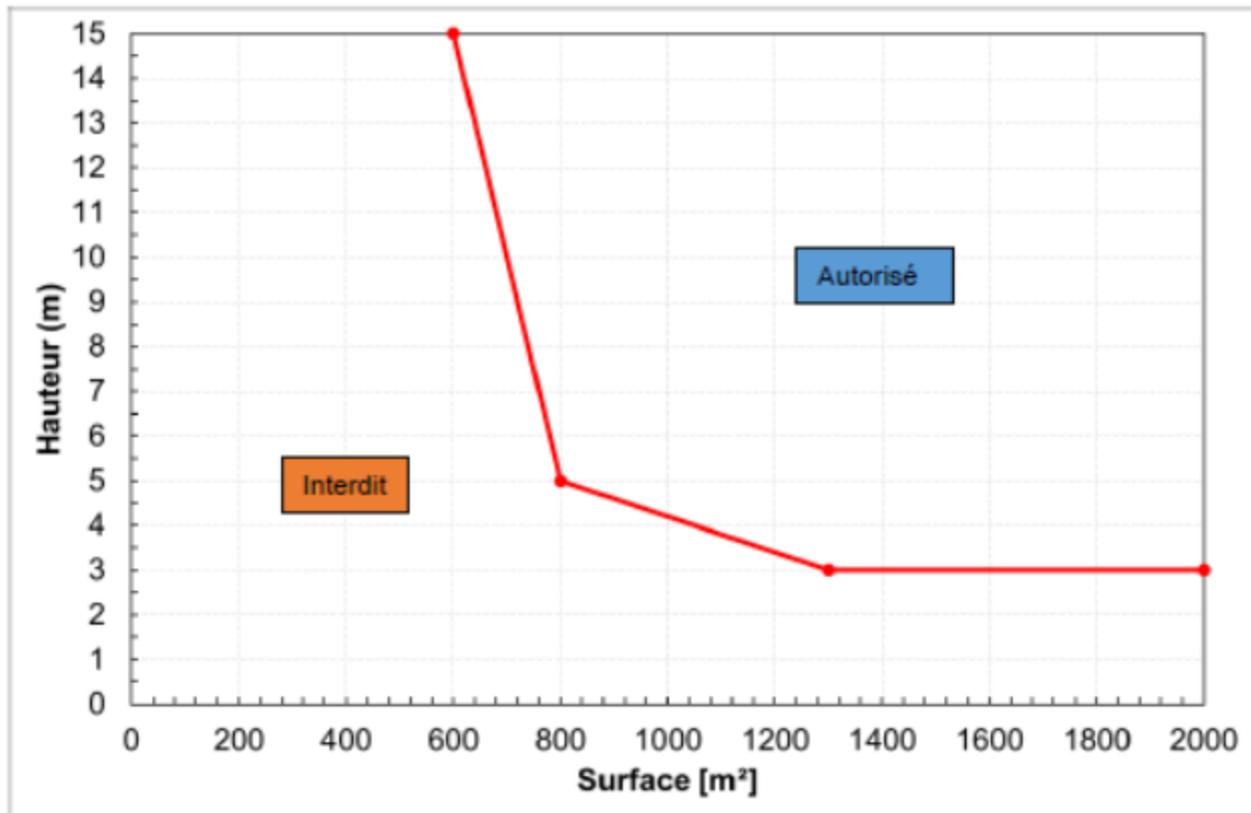
L'utilisation de ce panneau sandwich de bardage est autorisée à condition de respecter simultanément l'ensemble des conditions suivantes, dans les ERP :

- Des types M, L, N, T, S, V, Y, W, R (hors internat), X ;
- A simple RDC, de 1<sup>ère</sup> à 5<sup>ème</sup> catégorie, à l'exclusion des locaux à sommeil et des locaux à très forte hygrométrie ;
- Pour lesquels la toiture répond aux exigences d'un des deux premiers alinéas de l'AM8 (A2-s2, d0 ou protection par un écran thermique tel que prévu au § II-1.2 du GUIDE D'EMPLOI DES ISOLANTS COMBUSTIBLES DANS LES ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC) ;
- Constitués d'un ou plusieurs volumes<sup>1</sup> accessibles au public et désenfumés, délimité(s) par des parois toute hauteur, et dans le(s) volume(s) répondant indépendamment aux conditions d'épaisseur de mousse, de surface au sol et de hauteur<sup>2</sup> indiquées dans les tableaux ci-dessous, définies dans le rapport Efectis France référencé SA-17-001744-PRA.

<sup>1</sup> Si un volume comporte une ou plusieurs mezzanines ou des gradins, la hauteur H est déterminée à partir du point le plus haut accessible au public. Pour tout établissement, il conviendra de raisonner canton par canton. Pour un canton de surface au sol donnée, les limites de hauteurs sous plafond qui s'appliquent sont les mêmes que celles qui s'appliquent à un établissement non cantonné de surface au sol égale à celle dudit canton.

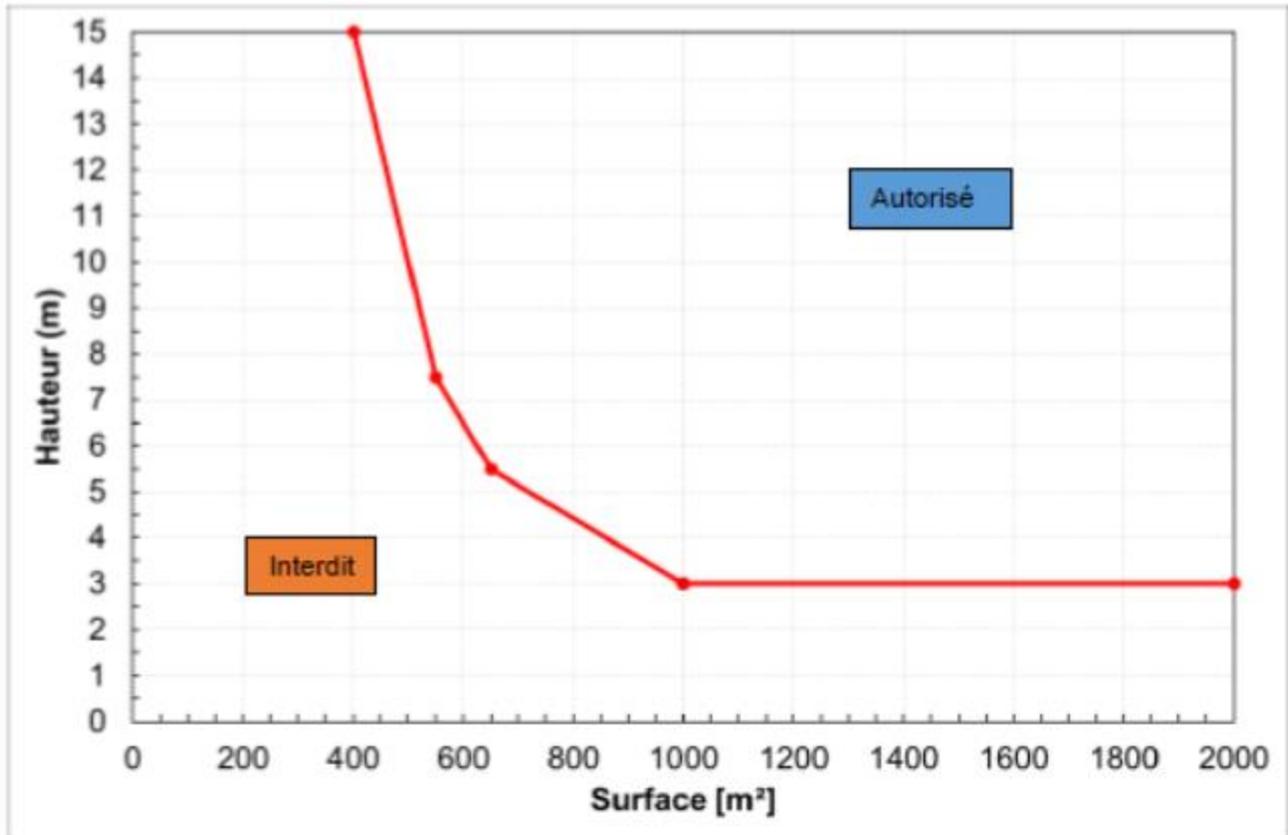
<sup>2</sup> La hauteur H est la hauteur moyenne au sens de l'Instruction Technique 246

ERP des types M, L (uniquement pour les bâtiments relevant du §c de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), S et T :



Pour	$S < 600 \text{ m}^2$	: Pas de domaine d'emploi
Pour	$600 \text{ m}^2 \leq S < 800 \text{ m}^2$	: $H \geq (-0,05 S + 45) \text{ m}$
Pour	$800 \text{ m}^2 \leq S < 1300 \text{ m}^2$	: $H \geq (-0,004 S + 8,2) \text{ m}$
Pour	$1300 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	: $H \geq 3 \text{ m}$

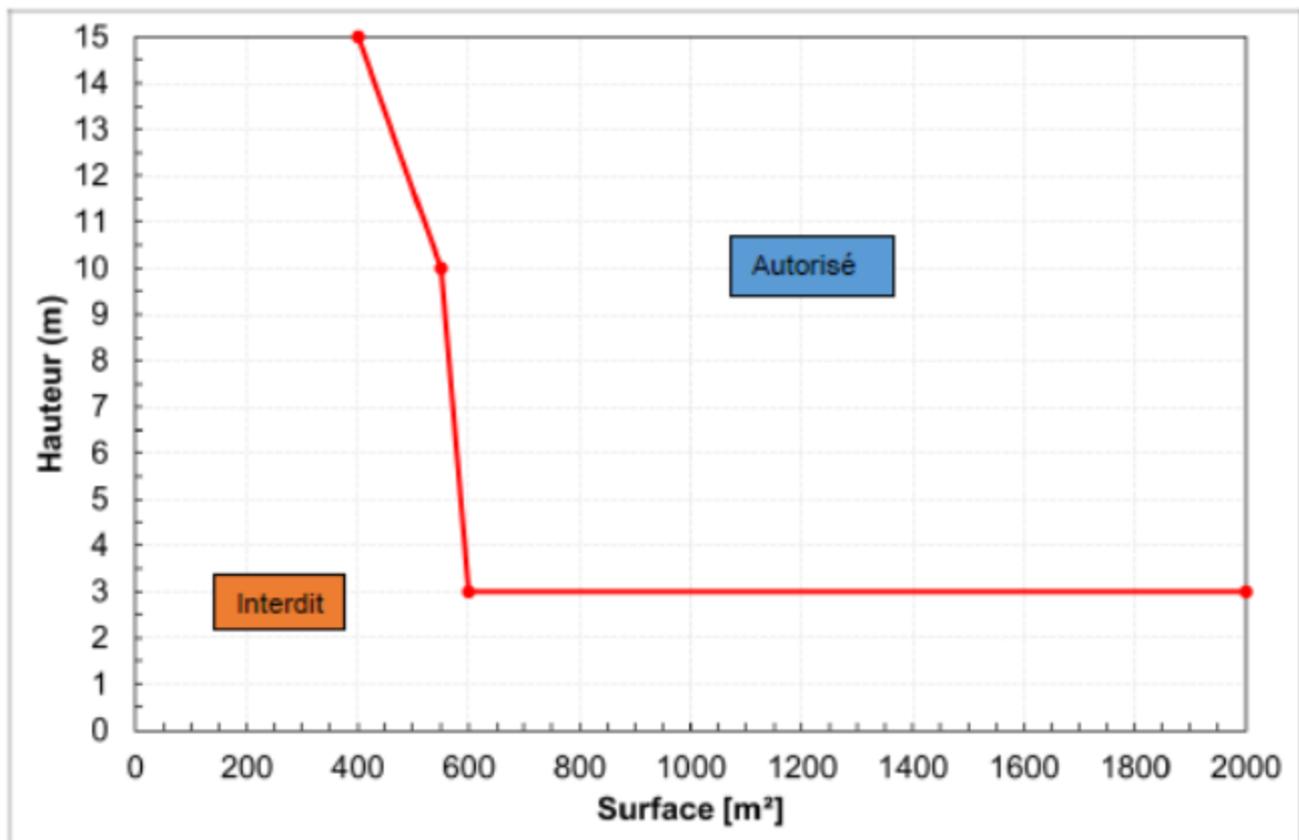
ERP des types M, L (uniquement pour les bâtiments relevant du §c de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), S et T en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>3</sup>) :



Pour	$S < 400 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 550 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,05 S + 35) \text{ m}$
Pour	$550 \text{ m}^2 \leq S < 650 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,02 S + 18,5) \text{ m}$
Pour	$650 \text{ m}^2 \leq S < 1000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,0071 S + 10,115) \text{ m}$
Pour	$1000 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 3 \text{ m}$

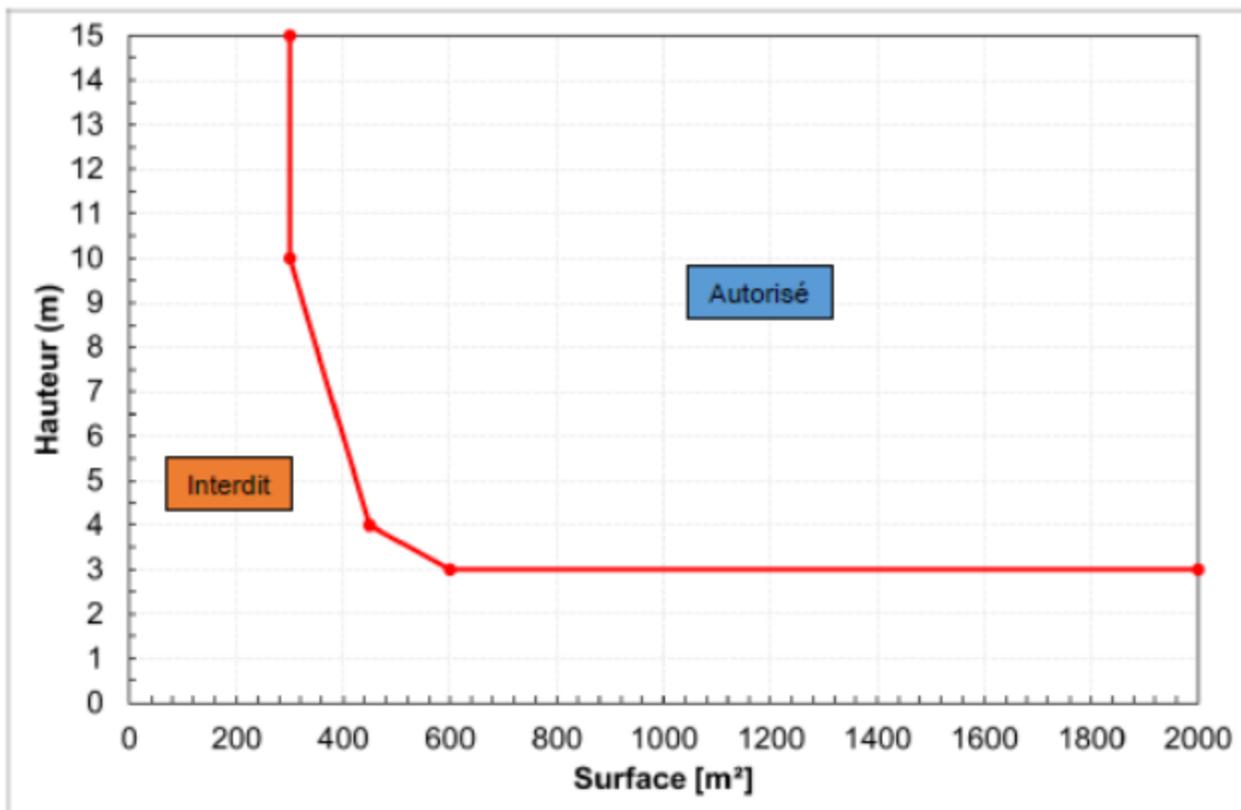
(3) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

**ERP des types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §b de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public) :**



Pour	$S < 400 \text{ m}^2$	: Pas de domaine d'emploi
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 550 \text{ m}^2$	: $H \geq (-0,03333 S + 28,3333) \text{ m}$
Pour	$550 \text{ m}^2 \leq S < 600 \text{ m}^2$	: $H \geq (-0,14 S + 87) \text{ m}$
Pour	$600 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	: $H \geq 3 \text{ m}$

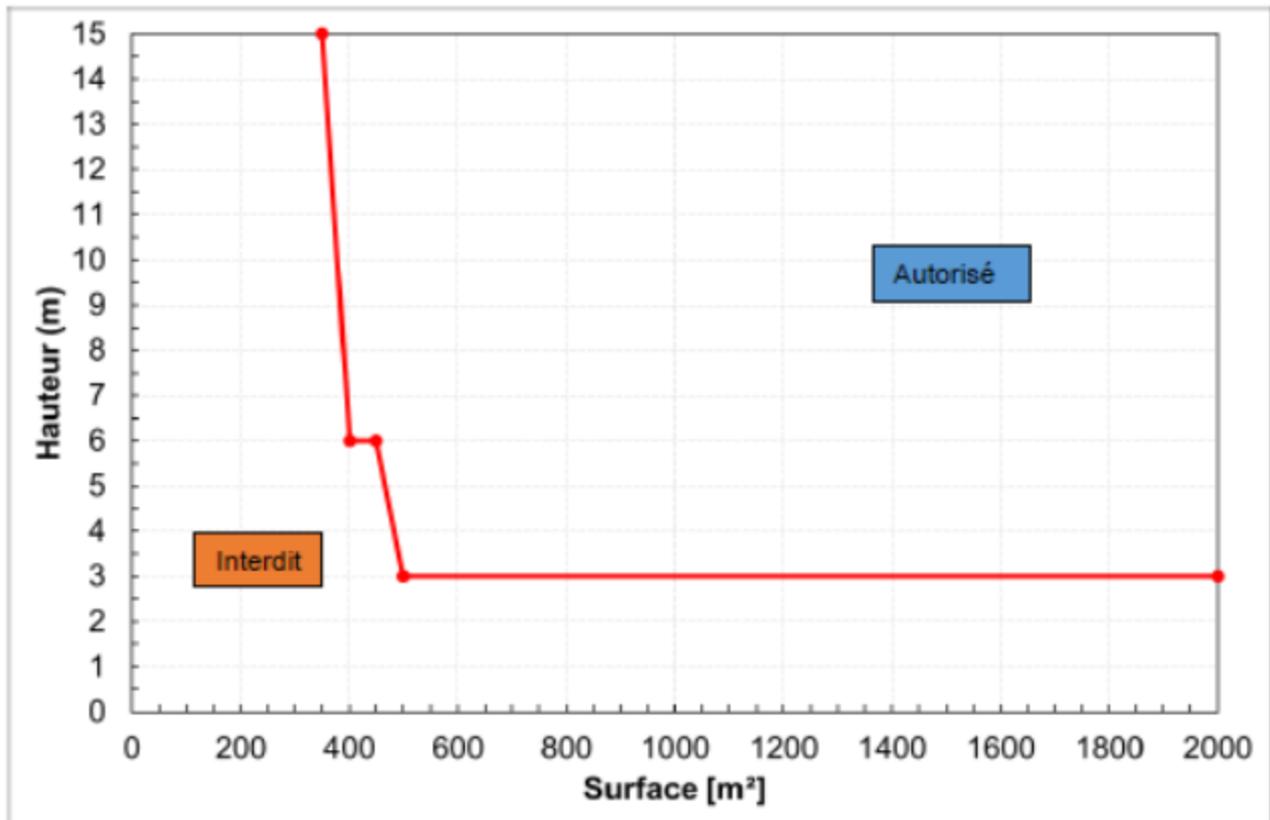
ERP des Types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §b de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public, en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>4</sup>) :



Pour	$S < 300 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$300 \text{ m}^2 \leq S < 450 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,04 S + 22) \text{ m}$
Pour	$450 \text{ m}^2 \leq S < 600 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,00667 S + 7) \text{ m}$
Pour	$600 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 3 \text{ m}$

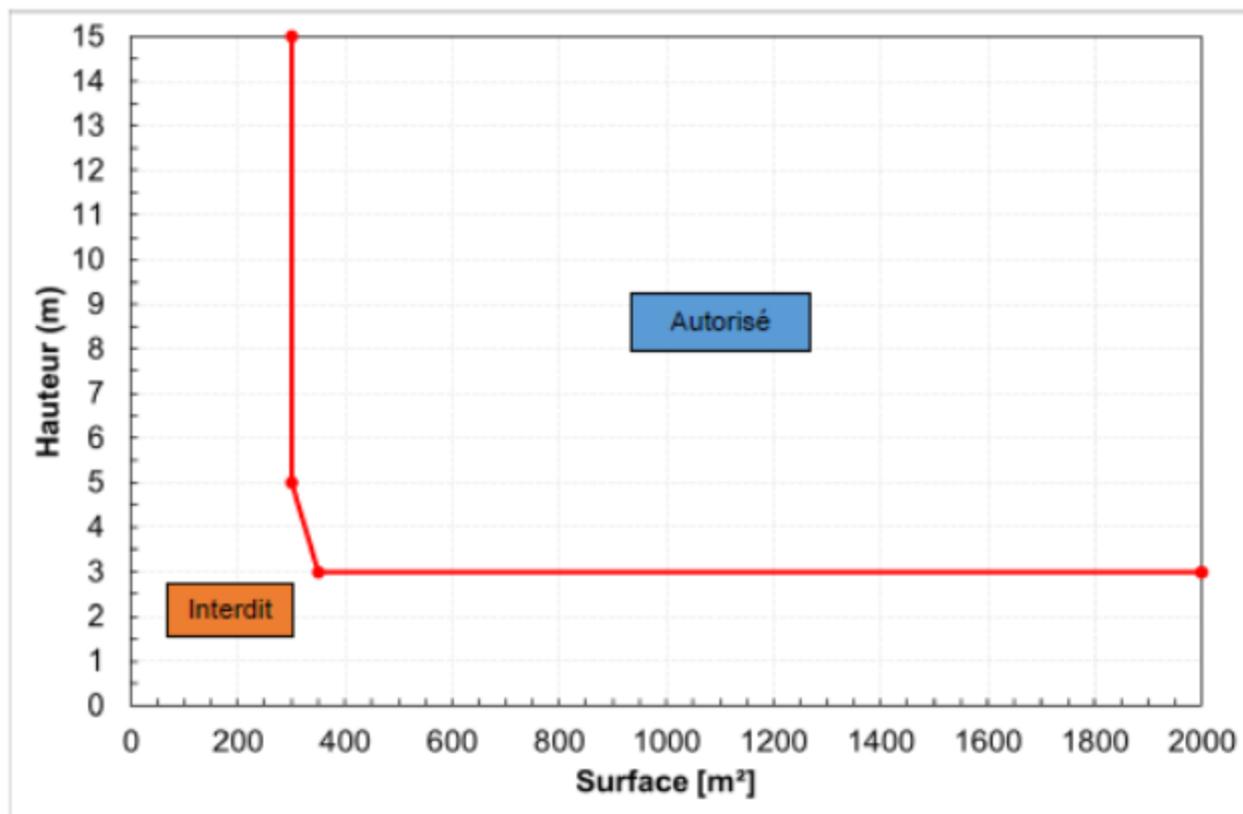
(4) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

**ERP des types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §a de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), N, V, Y, W, R et X :**



Pour	$S < 350 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$350 \text{ m}^2 \leq S < 400 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,018 S + 78) \text{ m}$
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 450 \text{ m}^2$	:	$H \geq 6 \text{ m}$
Pour	$450 \text{ m}^2 \leq S < 500 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,06 S + 33) \text{ m}$
Pour	$500 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 3 \text{ m}$

**ERP des Types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §a de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), N, V, Y, W, R et X, en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une majoration de 50% de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>5</sup>) :**



Pour	$S < 300 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$300 \text{ m}^2 \leq S < 350 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,04 S + 17) \text{ m}$
Pour	$350 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 3 \text{ m}$

(5) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

**A2 - Fiche de domaine d'emploi des panneaux sandwich isolants du procédé Architecturale de Bardage en parois verticales et toiture avec les panneaux sandwich isolants visés dans le DTA « KS 1000 RW » avec ou sans majoration de 50 % de la surface utile d'exutoires et les amenées d'air nécessaires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246**

Fabricant :	KINGSPAN
Dénomination des panneaux	Toiture : KS 1000 RW Bardage : KS 600/900/1000-MR/EB/FL/FL-S/MM/CX/WV/PL/TL, Evolution Axis, Evolution Recess, Evolution Multi-Groove et Louvre
Utilisation	Toiture + Bardage
Épaisseur commercialisée	40 à 150 mm pour le KS 1000 RW 45 à 150 mm pour les panneaux de bardage
Épaisseurs autorisées en ERP	KS 1000 RW : 40 à 150 mm  KS 600/900/1000-MR/EB/FL/FL-S/MM/CX/WV/PL/TL, Evolution Axis, Evolution Recess, Evolution Multi-Groove : 45 à 150 mm  Louvre : 45 à 120 mm
Code de formulation de la mousse :	QuadCore™
Épaisseur nominale minimale de la tôle d'acier du parement intérieur :	0,32 mm
Classement de réaction au feu des panneaux par rapport aux Euroclasses :	B-s1, d0
Rapports de classement :	Pour les panneaux de toiture KS 1000 RW : - Rapport Efectis référencé EFR-000195B-Révision 5 du 30/04/2024 Pour les panneaux de bardage : - Rapport Efectis référencé EFR-22000195A-Révision 1 du 05/01/2024

L'utilisation de cette combinaison de panneaux sandwich de toiture et bardage est autorisée à condition de respecter simultanément l'ensemble des conditions suivantes, dans les ERP :

- Des types M, L, N, T, S, V, Y, W, R (hors intermat), X ;
- A simple RDC, de 1<sup>ère</sup> à 5<sup>ème</sup> catégorie, à l'exclusion des locaux à sommeil et des locaux à très forte hygrométrie ;
- Constitués d'un ou plusieurs volumes<sup>1</sup> accessibles au public et désenfumés, délimité(s) par des parois toute hauteur, et dans le(s) volume(s) répondant indépendamment aux conditions de surface au sol, de hauteur<sup>2</sup>, d'épaisseurs appliquées et de rapport surface/périmètre S/P indiqués dans les tableaux ci-dessous, définies dans le rapport Efectis France référencé SA-17-001744-PRA.

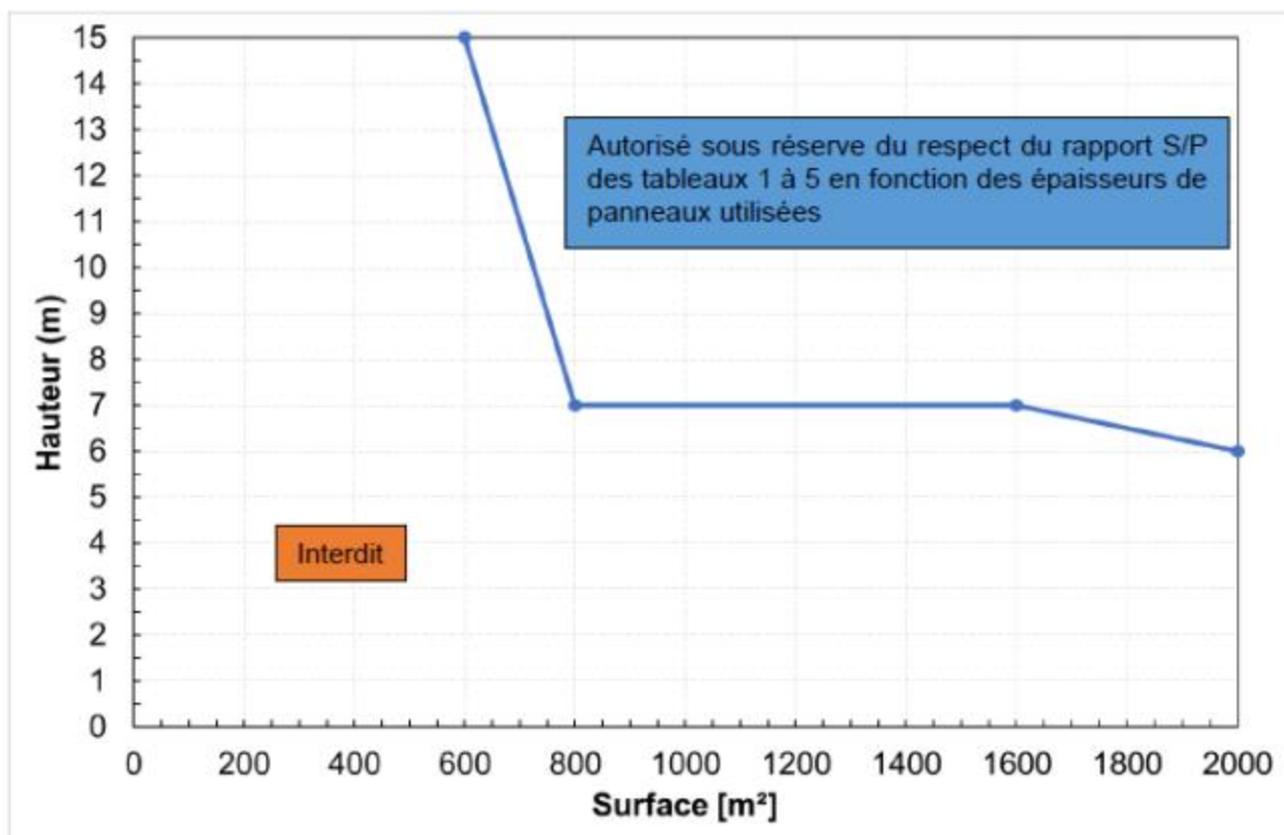
<sup>1</sup> Si un volume comporte une ou plusieurs mezzanines ou des gradins, la hauteur H est déterminée à partir du point le plus haut accessible au public. Pour tout établissement, il conviendra de raisonner canton par canton. Pour un canton de surface au sol donnée, les limites de hauteurs sous plafond qui s'appliquent sont les mêmes que celles qui s'appliquent à un établissement non cantonné de surface au sol égale à celle dudit canton.

<sup>2</sup> La hauteur H est la hauteur moyenne au sens de l'Instruction Technique 246

A noter que pour le rapport S/P des tableaux 1 à 5 :

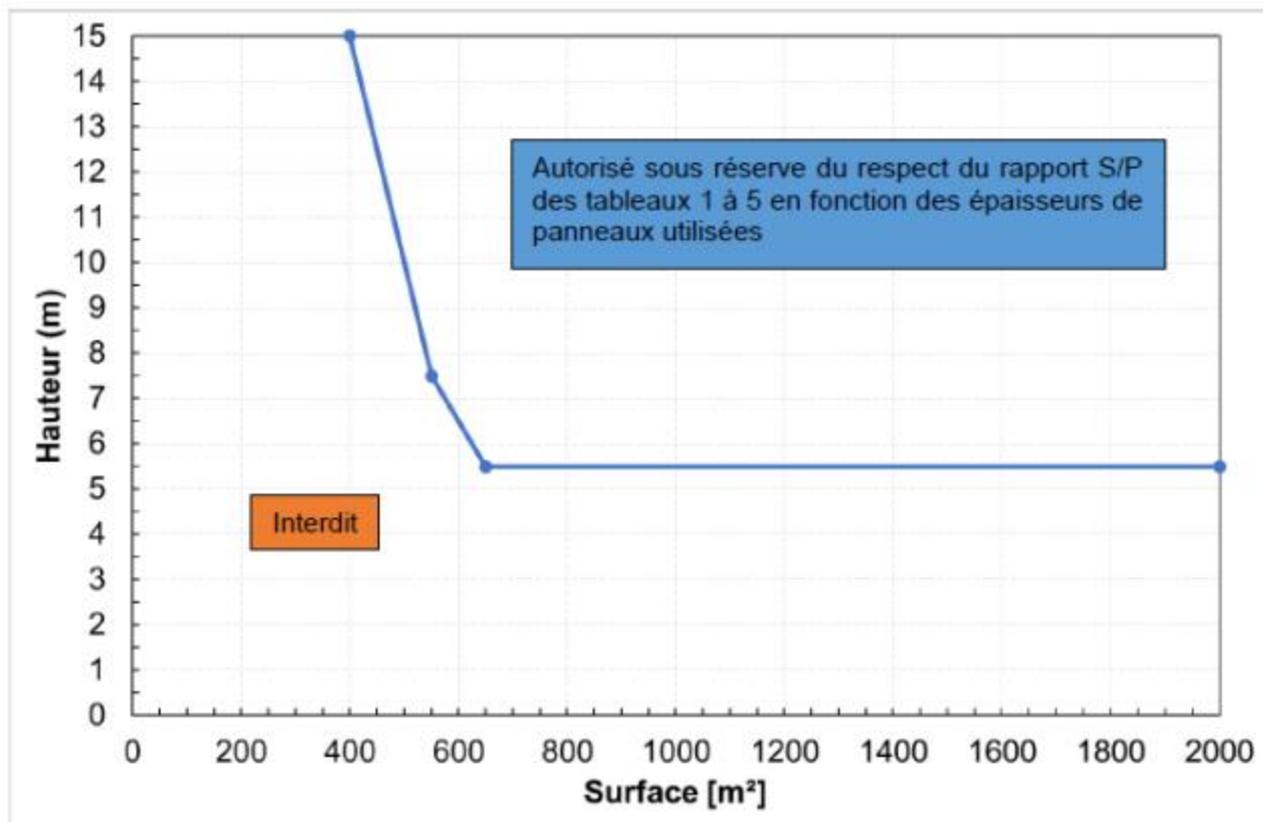
- S : la surface au sol du volume isolé concerné [m<sup>2</sup>] ;
- P : le périmètre du volume isolé concerné [m] ;
- pour un H quelconque, la valeur du tableau qui s'applique pour S/P est celle extraite de la ligne où H est inférieure à la valeur réelle (ex : si la hauteur sous plafond réelle est de 6,99 m, alors il convient d'appliquer le rapport S/P pour H = 6,5 m) ;
- Les cases rouges désignent des combinaisons interdites dans tous les cas.

**ERP des Types M, L** (uniquement pour les bâtiments relevant du §c de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), **S et T** :



Pour	$S < 600 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$600 \text{ m}^2 \leq S < 800 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,04 S + 39) \text{ m}$
Pour	$800 \text{ m}^2 \leq S < 1600 \text{ m}^2$	:	$H \geq 7 \text{ m}$
Pour	$1600 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,0025 S + 11) \text{ m}$

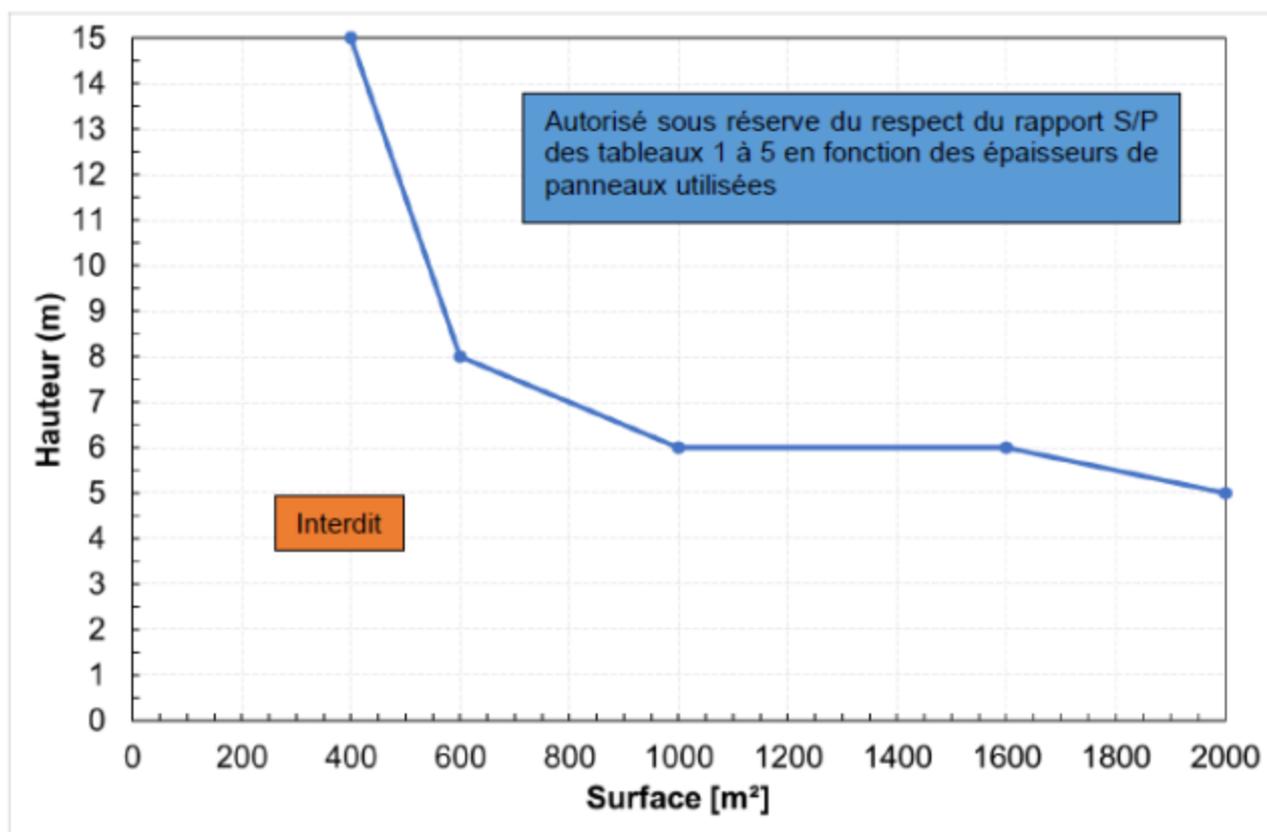
**ERP des types M, L** (uniquement pour les bâtiments relevant du §c de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), **S et T** en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une **majoration de 50%** de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>(3)</sup> :



Pour	$S < 400 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 550 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,05 S + 35) \text{ m}$
Pour	$550 \text{ m}^2 \leq S < 650 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,02 S + 18,5) \text{ m}$
Pour	$650 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 5,5 \text{ m}$

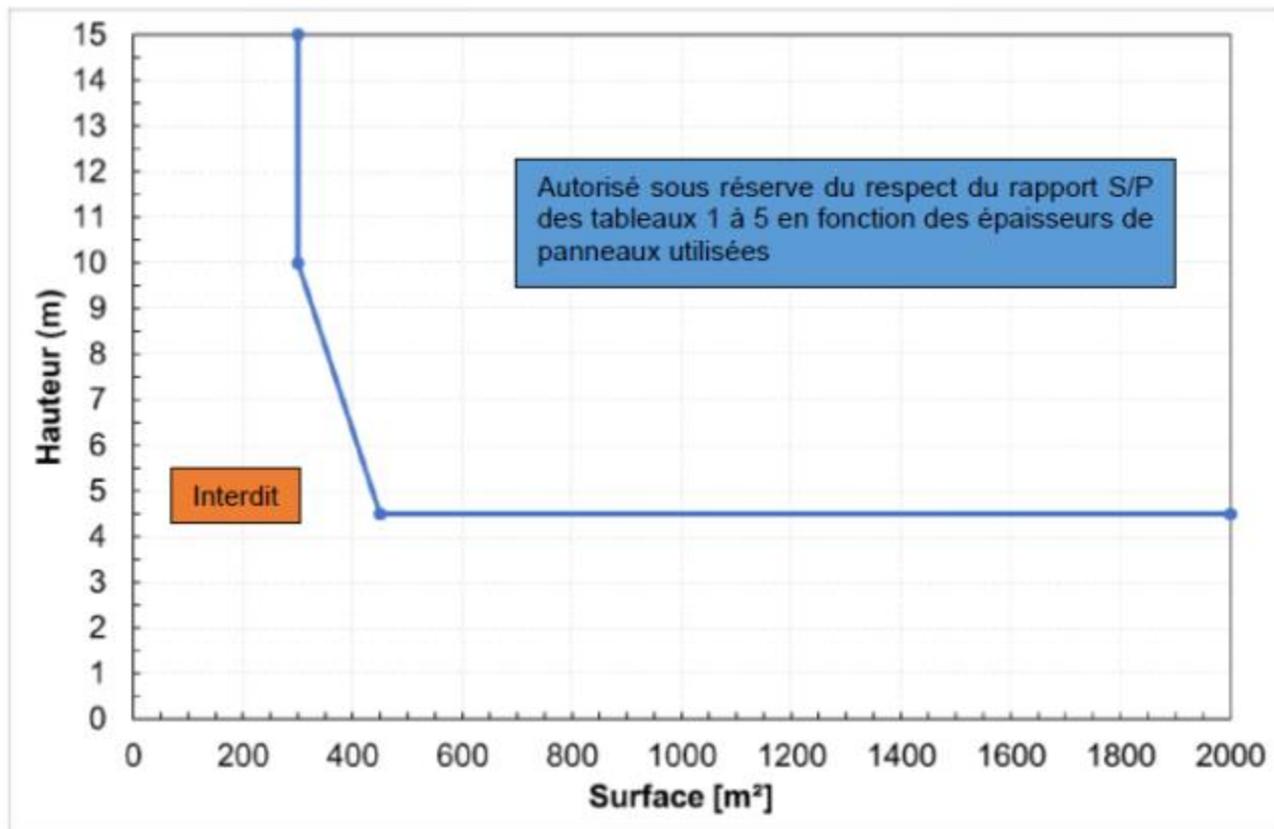
(3) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

**ERP des Types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §b de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public :**



Pour	$S < 400 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 600 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,035 S + 29) \text{ m}$
Pour	$600 \text{ m}^2 \leq S < 1000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,005 S + 11) \text{ m}$
Pour	$1000 \text{ m}^2 \leq S < 1600 \text{ m}^2$	:	$H \geq 6 \text{ m}$
Pour	$1600 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,0025 S + 10) \text{ m}$

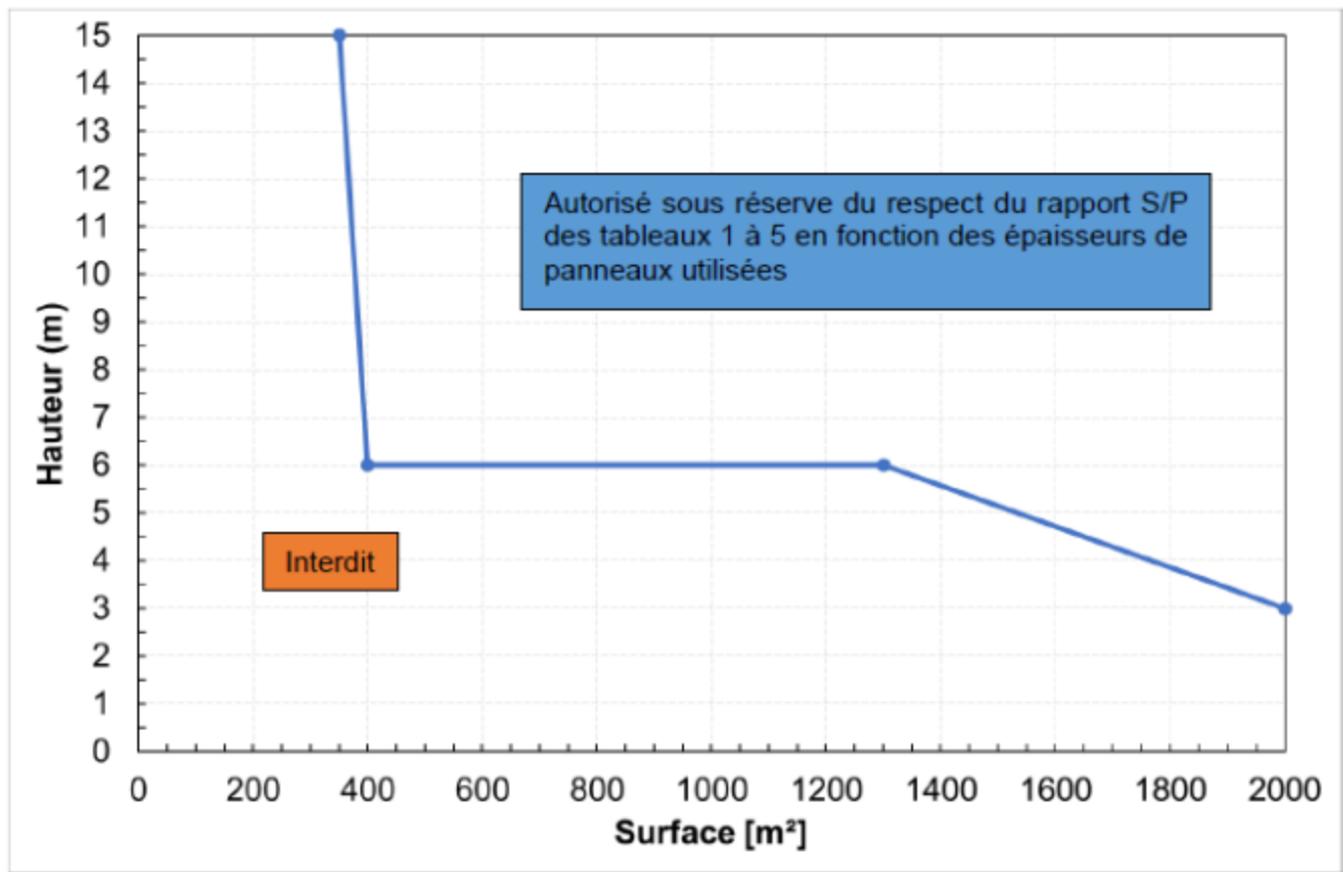
**ERP des Types L** (uniquement pour les bâtiments relevant du §b de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public, en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une **majoration de 50%** de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>(4)</sup>) :



Pour	$S < 300 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$300 \text{ m}^2 \leq S < 450 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,0367 S + 21) \text{ m}$
Pour	$450 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq 4,5 \text{ m}$

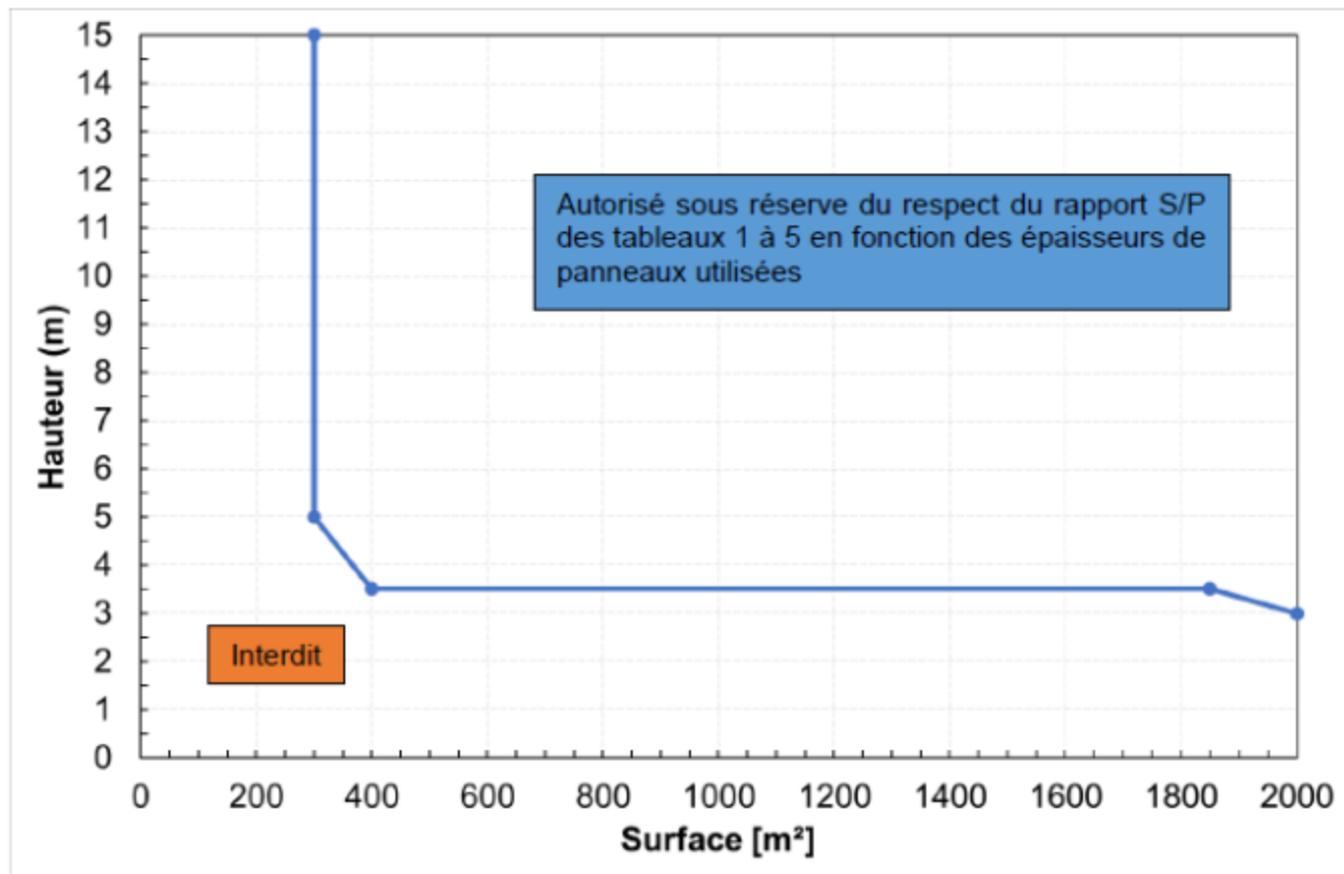
(4) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

**ERP des Types L (uniquement pour les bâtiments relevant du §a de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), N, V, Y, W, R et X :**



Pour		$S < 350 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$350 \text{ m}^2$	$\leq S < 400 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,18 S + 78) \text{ m}$
Pour	$400 \text{ m}^2$	$\leq S < 1300 \text{ m}^2$	:	$H \geq 6 \text{ m}$
Pour	$1300 \text{ m}^2$	$\leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,004286 S + 11,571) \text{ m}$

**ERP des Types L** (uniquement pour les bâtiments relevant du §a de l'article L30 du Règlement de sécurité contre l'incendie relatif aux établissements recevant du public), **N, V, Y, W, R et X**, en considérant la mise en place dans le(s) volume(s) impliqué(s) d'une **majoration de 50%** de la surface utile d'exutoires réglementairement exigible de l'Instruction Technique 246<sup>5)</sup> :



Pour	$S < 300 \text{ m}^2$	:	Pas de domaine d'emploi
Pour	$300 \text{ m}^2 \leq S < 400 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,015 S + 9,5) \text{ m}$
Pour	$400 \text{ m}^2 \leq S < 1850 \text{ m}^2$	:	$H \geq 3,5 \text{ m}$
Pour	$1850 \text{ m}^2 \leq S \leq 2000 \text{ m}^2$	:	$H \geq (-0,003333 S + 9,6667) \text{ m}$

(5) : Les amenées d'air nécessaires doivent également faire l'objet d'une majoration de 50 %.

Valeurs minimales S/P																
Hauteur (m)	KS 1000 RW épaisseur 40 mm								KS 1000 RW épaisseur 50 mm							
	Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)								Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)							
	45	60	70	80	100	120	140	150	45	60	70	80	100	120	140	150
2.50	1.04	1.38	1.61	1.84	2.30	2.76	3.22	3.45	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94
3.00	0.96	1.28	1.49	1.70	2.13	2.55	2.98	3.19	1.06	1.41	1.65	1.88	2.35	2.82	3.29	3.53
3.50	0.91	1.21	1.41	1.62	2.02	2.42	2.83	3.03	0.98	1.31	1.53	1.75	2.19	2.63	3.06	3.28
4.00	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92	0.94	1.25	1.46	1.66	2.08	2.50	2.91	3.12
4.50	0.85	1.13	1.32	1.51	1.89	2.27	2.65	2.84	0.90	1.20	1.40	1.60	2.00	2.40	2.80	3.00
5.00	0.83	1.11	1.29	1.48	1.85	2.22	2.59	2.77	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92
5.50	0.82	1.09	1.27	1.45	1.82	2.18	2.54	2.72	0.85	1.14	1.33	1.52	1.90	2.28	2.66	2.85
6.00	0.81	1.07	1.25	1.43	1.79	2.15	2.51	2.68	0.84	1.12	1.30	1.49	1.86	2.24	2.61	2.80
6.50	0.80	1.06	1.24	1.41	1.77	2.12	2.48	2.65	0.83	1.10	1.28	1.47	1.83	2.20	2.57	2.75
7.00	0.79	1.05	1.23	1.40	1.75	2.10	2.45	2.63	0.81	1.09	1.27	1.45	1.81	2.17	2.53	2.72
7.50	0.78	1.04	1.21	1.39	1.73	2.08	2.43	2.60	0.81	1.07	1.25	1.43	1.79	2.15	2.51	2.68
8.00	0.77	1.03	1.20	1.38	1.72	2.07	2.41	2.58	0.80	1.06	1.24	1.42	1.77	2.13	2.48	2.66
8.50	0.77	1.03	1.20	1.37	1.71	2.05	2.39	2.56	0.79	1.05	1.23	1.41	1.76	2.11	2.46	2.64
9.00	0.76	1.02	1.19	1.36	1.70	2.04	2.38	2.55	0.78	1.05	1.22	1.39	1.74	2.09	2.44	2.62
9.50	0.76	1.01	1.18	1.35	1.69	2.03	2.37	2.54	0.78	1.04	1.21	1.39	1.73	2.08	2.42	2.60
10.00	0.76	1.01	1.18	1.35	1.68	2.02	2.36	2.52	0.77	1.03	1.20	1.38	1.72	2.07	2.41	2.58
10.50	0.75	1.01	1.17	1.34	1.68	2.01	2.35	2.51	0.77	1.03	1.20	1.37	1.71	2.05	2.40	2.57
11.00	0.75	1.00	1.17	1.34	1.67	2.00	2.34	2.50	0.77	1.02	1.19	1.36	1.70	2.04	2.38	2.56
11.50	0.75	1.00	1.16	1.33	1.66	2.00	2.33	2.49	0.76	1.02	1.19	1.36	1.70	2.04	2.37	2.54
12.00	0.75	0.99	1.16	1.33	1.66	1.99	2.32	2.49	0.76	1.01	1.18	1.35	1.69	2.03	2.36	2.53
12.50	0.74	0.99	1.16	1.32	1.65	1.98	2.31	2.48	0.76	1.01	1.18	1.35	1.68	2.02	2.35	2.52
13.00	0.74	0.99	1.15	1.32	1.65	1.98	2.31	2.47	0.75	1.01	1.17	1.34	1.68	2.01	2.35	2.52
13.50	0.74	0.99	1.15	1.32	1.64	1.97	2.30	2.47	0.75	1.00	1.17	1.34	1.67	2.01	2.34	2.51
14.00	0.74	0.98	1.15	1.31	1.64	1.97	2.30	2.46	0.75	1.00	1.17	1.33	1.67	2.00	2.33	2.50
14.50	0.74	0.98	1.15	1.31	1.64	1.96	2.29	2.46	0.75	1.00	1.16	1.33	1.66	1.99	2.33	2.49
15.00	0.74	0.98	1.14	1.31	1.63	1.96	2.29	2.45	0.75	0.99	1.16	1.33	1.66	1.99	2.32	2.49

Tableau 1 : valeurs de S/P minimales à respecter en fonctions des épaisseurs d'isolant en toiture et en bardage

Valeurs minimales S/P																
Hauteur (m)	KS 1000 RW épaisseur 60 mm								KS 1000 RW épaisseur 70 mm							
	Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)								Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)							
	45	60	80	100	120	140	150		45	60	70	80	100	120	140	150
2.50	1.37	1.83	2.14	2.44	3.05	3.66	4.28	4.58	1.64	2.19	2.55	2.92	3.65	4.38	5.11	5.47
3.00	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94	1.34	1.78	2.08	2.38	2.97	3.57	4.16	4.46
3.50	1.07	1.43	1.67	1.91	2.39	2.86	3.34	3.58	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94
4.00	1.01	1.34	1.56	1.79	2.23	2.68	3.13	3.35	1.09	1.45	1.69	1.93	2.41	2.90	3.38	3.62
4.50	0.96	1.28	1.49	1.70	2.13	2.55	2.98	3.19	1.02	1.36	1.59	1.82	2.27	2.73	3.18	3.41
5.00	0.92	1.23	1.44	1.64	2.05	2.46	2.87	3.08	0.98	1.30	1.52	1.74	2.17	2.60	3.04	3.25
5.50	0.90	1.19	1.39	1.59	1.99	2.39	2.79	2.99	0.94	1.26	1.46	1.67	2.09	2.51	2.93	3.14
6.00	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92	0.91	1.22	1.42	1.63	2.03	2.44	2.85	3.05
6.50	0.86	1.14	1.33	1.53	1.91	2.29	2.67	2.86	0.89	1.19	1.39	1.59	1.98	2.38	2.78	2.98
7.00	0.84	1.13	1.31	1.50	1.88	2.25	2.63	2.81	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92
7.50	0.83	1.11	1.29	1.48	1.85	2.22	2.59	2.77	0.86	1.15	1.34	1.53	1.91	2.29	2.68	2.87
8.00	0.82	1.10	1.28	1.46	1.83	2.19	2.56	2.74	0.85	1.13	1.32	1.51	1.88	2.26	2.64	2.83
8.50	0.81	1.08	1.26	1.45	1.81	2.17	2.53	2.71	0.84	1.12	1.30	1.49	1.86	2.23	2.60	2.79
9.00	0.81	1.07	1.25	1.43	1.79	2.15	2.51	2.68	0.83	1.10	1.29	1.47	1.84	2.21	2.57	2.76
9.50	0.80	1.06	1.24	1.42	1.77	2.13	2.48	2.66	0.82	1.09	1.27	1.46	1.82	2.18	2.55	2.73
10.00	0.79	1.06	1.23	1.41	1.76	2.11	2.47	2.64	0.81	1.08	1.26	1.44	1.80	2.16	2.53	2.71
10.50	0.79	1.05	1.23	1.40	1.75	2.10	2.45	2.63	0.81	1.07	1.25	1.43	1.79	2.15	2.51	2.68
11.00	0.78	1.04	1.22	1.39	1.74	2.09	2.44	2.61	0.80	1.07	1.24	1.42	1.78	2.13	2.49	2.67
11.50	0.78	1.04	1.21	1.38	1.73	2.08	2.42	2.59	0.79	1.06	1.24	1.41	1.77	2.12	2.47	2.65
12.00	0.77	1.03	1.20	1.38	1.72	2.07	2.41	2.58	0.79	1.05	1.23	1.40	1.75	2.11	2.46	2.63
12.50	0.77	1.03	1.20	1.37	1.71	2.06	2.40	2.57	0.79	1.05	1.22	1.40	1.75	2.09	2.44	2.62
13.00	0.77	1.02	1.19	1.36	1.71	2.05	2.39	2.56	0.78	1.04	1.22	1.39	1.74	2.08	2.43	2.60
13.50	0.76	1.02	1.19	1.36	1.70	2.04	2.38	2.55	0.78	1.04	1.21	1.38	1.73	2.07	2.42	2.59
14.00	0.76	1.02	1.19	1.35	1.69	2.03	2.37	2.54	0.77	1.03	1.20	1.38	1.72	2.07	2.41	2.58
14.50	0.76	1.01	1.18	1.35	1.69	2.03	2.36	2.53	0.77	1.03	1.20	1.37	1.71	2.06	2.40	2.57
15.00	0.76	1.01	1.18	1.35	1.68	2.02	2.36	2.52	0.77	1.02	1.20	1.37	1.71	2.05	2.39	2.56

Tableau 2 : valeurs de S/P minimales à respecter en fonctions des épaisseurs d'isolant en toiture et en bardage

Valeurs minimales S/P																
Hauteur (m)	KS 1000 RW épaisseur 80 mm								KS 1000 RW épaisseur 100 mm							
	Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)								Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)							
	45	60	70	80	100	120	140	150	45	60	80	100	120	140	150	
2.50	2.04	2.72	3.17	3.62	4.53	5.44	6.34	6.80	3.95	5.26	6.14	7.02	8.77	10.53	12.28	13.16
3.00	1.54	2.06	2.40	2.74	3.43	4.11	4.80	5.14	2.22	2.96	3.45	3.94	4.93	5.91	6.90	7.39
3.50	1.31	1.75	2.04	2.33	2.92	3.50	4.09	4.38	1.69	2.25	2.63	3.00	3.75	4.50	5.25	5.63
4.00	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94	1.43	1.91	2.23	2.55	3.18	3.82	4.46	4.78
4.50	1.10	1.46	1.71	1.95	2.44	2.92	3.41	3.65	1.28	1.71	1.99	2.28	2.85	3.42	3.99	4.27
5.00	1.04	1.38	1.61	1.84	2.30	2.76	3.22	3.45	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94
5.50	0.99	1.32	1.54	1.76	2.20	2.65	3.09	3.31	1.11	1.48	1.73	1.97	2.47	2.96	3.46	3.70
6.00	0.96	1.28	1.49	1.70	2.13	2.55	2.98	3.19	1.06	1.41	1.65	1.88	2.35	2.82	3.29	3.53
6.50	0.93	1.24	1.45	1.65	2.07	2.48	2.90	3.10	1.02	1.36	1.58	1.81	2.26	2.71	3.16	3.39
7.00	0.91	1.21	1.41	1.62	2.02	2.42	2.83	3.03	0.98	1.31	1.53	1.75	2.19	2.63	3.06	3.28
7.50	0.89	1.19	1.39	1.58	1.98	2.37	2.77	2.97	0.96	1.28	1.49	1.70	2.13	2.55	2.98	3.19
8.00	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92	0.94	1.25	1.46	1.66	2.08	2.50	2.91	3.12
8.50	0.86	1.15	1.34	1.53	1.92	2.30	2.68	2.87	0.92	1.22	1.43	1.63	2.04	2.45	2.85	3.06
9.00	0.85	1.13	1.32	1.51	1.89	2.27	2.65	2.84	0.90	1.20	1.40	1.60	2.00	2.40	2.80	3.00
9.50	0.84	1.12	1.31	1.49	1.87	2.24	2.62	2.80	0.89	1.18	1.38	1.58	1.97	2.37	2.76	2.96
10.00	0.83	1.11	1.29	1.48	1.85	2.22	2.59	2.77	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92
10.50	0.82	1.10	1.28	1.47	1.83	2.20	2.56	2.75	0.86	1.15	1.34	1.54	1.92	2.31	2.69	2.88
11.00	0.82	1.09	1.27	1.45	1.82	2.18	2.54	2.72	0.85	1.14	1.33	1.52	1.90	2.28	2.66	2.85
11.50	0.81	1.08	1.26	1.44	1.80	2.16	2.52	2.70	0.85	1.13	1.32	1.50	1.88	2.26	2.63	2.82
12.00	0.81	1.07	1.2													

Valeurs minimales S/P																
Hauteur (m)	KS 1000 RW épaisseur 115 mm								KS 1000 RW épaisseur 120 mm							
	Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)								Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)							
	45	60	70	80	100	120	140	150	45	60	70	80	100	120	140	150
2.50	13.26	17.68	20.63	23.57	29.47	35.36	41.25	44.20	62.04	82.71	96.50	110.29	137.86	165.43	193.00	206.79
3.00	3.30	4.40	5.14	5.87	7.34	8.81	10.28	11.01	3.95	5.26	6.14	7.02	8.77	10.53	12.28	13.16
3.50	2.15	2.87	3.34	3.82	4.78	5.73	6.69	7.17	2.37	3.15	3.68	4.21	5.26	6.31	7.36	7.89
4.00	1.70	2.27	2.65	3.03	3.79	4.54	5.30	5.68	1.82	2.43	2.83	3.23	4.04	4.85	5.66	6.06
4.50	1.47	1.96	2.28	2.61	3.26	3.91	4.56	4.89	1.54	2.06	2.40	2.74	3.43	4.11	4.80	5.14
5.00	1.32	1.76	2.05	2.35	2.93	3.52	4.11	4.40	1.37	1.83	2.14	2.44	3.05	3.66	4.28	4.58
5.50	1.22	1.63	1.90	2.17	2.71	3.25	3.80	4.07	1.26	1.68	1.96	2.24	2.80	3.37	3.93	4.21
6.00	1.15	1.53	1.79	2.04	2.55	3.06	3.57	3.83	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94
6.50	1.09	1.46	1.70	1.94	2.43	2.92	3.40	3.64	1.12	1.49	1.74	1.99	2.49	2.99	3.49	3.74
7.00	1.05	1.40	1.63	1.87	2.33	2.80	3.27	3.50	1.07	1.43	1.67	1.91	2.39	2.86	3.34	3.58
7.50	1.02	1.35	1.58	1.81	2.25	2.71	3.16	3.39	1.04	1.38	1.61	1.84	2.30	2.75	3.22	3.45
8.00	0.99	1.32	1.54	1.75	2.19	2.63	3.07	3.29	1.01	1.34	1.56	1.79	2.23	2.68	3.13	3.35
8.50	0.96	1.28	1.50	1.71	2.14	2.57	3.00	3.21	0.98	1.31	1.52	1.74	2.18	2.61	3.05	3.27
9.00	0.94	1.26	1.47	1.68	2.10	2.51	2.93	3.14	0.96	1.28	1.49	1.70	2.13	2.55	2.98	3.19
9.50	0.93	1.23	1.44	1.65	2.06	2.47	2.88	3.09	0.94	1.25	1.46	1.67	2.09	2.50	2.92	3.13
10.00	0.91	1.21	1.42	1.62	2.02	2.43	2.83	3.03	0.92	1.23	1.44	1.64	2.05	2.46	2.87	3.08
10.50	0.90	1.20	1.40	1.60	1.99	2.39	2.79	2.99	0.91	1.21	1.41	1.61	2.02	2.42	2.83	3.03
11.00	0.89	1.18	1.38	1.57	1.97	2.36	2.75	2.95	0.90	1.19	1.39	1.59	1.99	2.39	2.79	2.99
11.50	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92	0.89	1.18	1.38	1.57	1.97	2.36	2.75	2.95
12.00	0.87	1.15	1.35	1.54	1.92	2.31	2.69	2.89	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92
12.50	0.86	1.14	1.33	1.52	1.91	2.29	2.67	2.86	0.87	1.15	1.35	1.54	1.92	2.31	2.69	2.89
13.00	0.85	1.13	1.32	1.51	1.89	2.27	2.64	2.83	0.86	1.14	1.33	1.53	1.91	2.29	2.67	2.86
13.50	0.84	1.12	1.31	1.50	1.87	2.25	2.62	2.81	0.85	1.13	1.32	1.51	1.89	2.27	2.65	2.84
14.00	0.84	1.12	1.30	1.49	1.86	2.23	2.60	2.79	0.84	1.13	1.31	1.50	1.88	2.25	2.63	2.81
14.50	0.83	1.11	1.29	1.48	1.85	2.21	2.58	2.77	0.84	1.12	1.30	1.49	1.86	2.23	2.61	2.79
15.00	0.83	1.10	1.28	1.47	1.83	2.20	2.57	2.75	0.83	1.11	1.29	1.48	1.85	2.22	2.59	2.77

Tableau 4 : valeurs de S/P minimales à respecter en fonctions des épaisseurs d'isolant en toiture et en bardage

Valeurs minimales S/P																
Hauteur (m)	KS 1000 RW épaisseur 137 mm								KS 1000 RW épaisseur 150 mm							
	Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)								Épaisseurs des panneaux de bardage (mm)							
	45	60	70	80	100	120	140	150	45	60	70	80	100	120	140	150
2.50	5.39	7.29	8.39	9.58	11.98	14.38	16.77	17.97	2.94	3.93	4.58	5.23	6.54	7.85	9.16	9.81
3.00	11.72	15.63	18.24	20.84	26.05	31.26	36.47	39.08	23.16	30.88	36.03	41.17	51.47	61.76	72.05	77.20
3.50	3.59	4.78	5.58	6.38	7.97	9.57	11.16	11.96	5.93	7.91	9.23	10.54	13.18	15.82	18.45	19.77
4.00	2.36	3.15	3.67	4.19	5.24	6.29	7.34	7.87	3.05	4.07	4.75	5.43	6.79	8.14	9.50	10.18
4.50	1.86	2.48	2.90	3.31	4.14	4.97	5.80	6.21	2.22	2.96	3.45	3.94	4.93	5.91	6.90	7.39
5.00	1.60	2.13	2.48	2.84	3.54	4.25	4.96	5.32	1.82	2.43	2.83	3.23	4.04	4.85	5.66	6.06
5.50	1.43	1.90	2.22	2.54	3.17	3.81	4.44	4.76	1.59	2.11	2.47	2.82	3.52	4.23	4.93	5.29
6.00	1.31	1.75	2.04	2.33	2.92	3.50	4.08	4.37	1.43	1.91	2.23	2.55	3.18	3.82	4.46	4.78
6.50	1.23	1.64	1.91	2.18	2.73	3.27	3.82	4.09	1.32	1.77	2.06	2.35	2.94	3.53	4.12	4.41
7.00	1.16	1.55	1.81	2.07	2.59	3.10	3.62	3.88	1.24	1.66	1.93	2.21	2.76	3.32	3.87	4.15
7.50	1.11	1.49	1.73	1.98	2.48	2.97	3.47	3.71	1.18	1.58	1.84	2.10	2.63	3.15	3.68	3.94
8.00	1.07	1.43	1.67	1.91	2.39	2.86	3.34	3.58	1.13	1.51	1.76	2.01	2.52	3.02	3.52	3.77
8.50	1.04	1.39	1.62	1.85	2.31	2.77	3.24	3.47	1.09	1.46	1.70	1.94	2.43	2.91	3.40	3.64
9.00	1.01	1.35	1.57	1.80	2.25	2.70	3.15	3.37	1.06	1.41	1.65	1.88	2.35	2.82	3.29	3.53
9.50	0.99	1.32	1.54	1.76	2.20	2.64	3.08	3.29	1.03	1.37	1.60	1.83	2.29	2.75	3.20	3.43
10.00	0.97	1.29	1.51	1.72	2.15	2.58	3.01	3.23	1.01	1.34	1.56	1.79	2.23	2.68	3.13	3.35
10.50	0.95	1.27	1.48	1.69	2.11	2.53	2.96	3.17	0.98	1.31	1.53	1.75	2.19	2.63	3.06	3.28
11.00	0.93	1.25	1.45	1.66	2.08	2.49	2.91	3.12	0.97	1.29	1.50	1.72	2.15	2.58	3.01	3.22
11.50	0.92	1.23	1.43	1.64	2.05	2.46	2.86	3.07	0.95	1.27	1.48	1.69	2.11	2.53	2.96	3.17
12.00	0.91	1.21	1.41	1.62	2.02	2.42	2.83	3.03	0.94	1.25	1.46	1.66	2.08	2.50	2.91	3.12
12.50	0.90	1.20	1.40	1.60	1.99	2.39	2.79	2.99	0.92	1.23	1.44	1.64	2.05	2.46	2.87	3.08
13.00	0.89	1.18	1.38	1.58	1.97	2.37	2.76	2.96	0.91	1.22	1.42	1.62	2.03	2.43	2.84	3.04
13.50	0.88	1.17	1.37	1.56	1.95	2.34	2.73	2.93	0.90	1.20	1.40	1.60	2.00	2.40	2.80	3.00
14.00	0.87	1.16	1.35	1.55	1.93	2.32	2.71	2.90	0.89	1.19	1.39	1.59	1.98	2.38	2.77	2.97
14.50	0.86	1.15	1.34	1.53	1.92	2.30	2.68	2.88	0.88	1.18	1.37	1.57	1.96	2.35	2.75	2.94
15.00	0.86	1.14	1.33	1.52	1.90	2.28	2.66	2.85	0.88	1.17	1.36	1.56	1.94	2.33	2.72	2.92

Tableau 5 : valeurs de S/P minimales à respecter en fonctions des épaisseurs d'isolant en toiture et en bardage

Nota : Les cases rouges des tableaux sont des exclusions d'emploi.

Tableaux et figures du Dossier technique

Revêtements (cf. §2.2.2.1)	Revêtements métalliques	Catégories selon NF P 34-301	Ambiances saines		Ambiances faiblement agressive (humide)
			Hygrométrie faible et moyenne	Hygrométrie forte	
Kingspan CLEANsafe 15	Z100	II	■	-	-
	OPTIGAL®60 <sup>(1)</sup>	Sans objet	■	-	-
Kingspan AQUAsafe 200	Z225 ou ZA200	IVb	■	■	o
	OPTIGAL®120 <sup>(1)</sup>	Sans objet	■	■	o
Kingspan AQUAsafe 55	Z225 ou ZA200	IVb	■	■	o
	OPTIGAL®120 <sup>(1)</sup>	Sans objet	■	■	o
Kingspan AQUAsafe 70	Z275 ou ZA255	IVb	■	■	o

■ : Revêtement adapté.  
 o : Cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord de la société KINGSPAN.  
 - : Revêtement non adapté.  
 / : Non concerné.  
<sup>(1)</sup> : Selon l'ETPM OPTIGAL®n°17/0044.

**Tableau 1 – Guide de choix des revêtements en fonction de l'ambiance intérieure**

Atmosphères extérieures											
Revêtements (cf. §2.2.2.1)	Revêtements métalliques	Catégories selon NF P 34-301	Rurale non pollué	Urbaine et industriel		Marine				Spéciale	
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer (<3km) <sup>(1)</sup>	Mixte	Forts UV	Particulière
Kingspan Destral 25	Z225 ou ZA 200	III	■	■	0	■	-	-	-	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	-	-	-	-	0
Kingspan Destral 35	Z225 ou ZA 200	IV	■	■	0	■	■	-	-	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	■	-	-	-	0
Kingspan Altaris 25	Z225 ou ZA 200	III	■	■	0	■	-	-	-	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	-	-	-	-	0
Kingspan Altaris 35	Z225 ou ZA 200	IV	■	■	0	■	■	-	-	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	■	-	-	-	0
Kingspan Altaris 55	Z225 ou ZA 200	IV	■	■	0	■	■	-	-	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	■	-	-	-	0
Kingspan XL Forté	Z225 ou ZA 200	V	■	■	0	■	■	■	0	-	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	■	■	0	-	0
Kingspan Spectrum	Z225 ou ZA 200	VI	■	■	0	■	■	■	0	■	0
	OPTIGAL®120 <sup>(2)</sup>	Sans objet	■	■	0	■	■	■	0	■	0
Kingspan Spectrum 70	Z275 ou ZA 255	VI	■	■	0	■	■	■	0	■	0

■ : Revêtement adapté.  
o : Cas pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord de la société KINGSPAN.  
- : Revêtement non adapté.  
/ : Non concerné.  
<sup>(1)</sup> : À l'exclusion du front de mer pour lequel l'appréciation définitive ou la définition de dispositions particulières doit être arrêtée après consultation et accord de la société KINGSPAN.  
<sup>(2)</sup> : Selon l'ETPM OPTIGAL® n°17/0044.

**Tableau 2 – Guide de choix des revêtements en fonction des atmosphères extérieures**

Epaisseur	Evolution Axis	Evolution Multi Groove	Louvre
45 mm	10,5	10,6	11,2
54 mm	10,9	-	11,5
60 mm	11,1	11,2	11,7
70 mm	11,5	11,6	12,1
74 mm	11,6	-	12,3
80 mm	11,9	12,0	12,5
90 mm	12,3	12,4	12,9
100 mm	12,6	12,7	13,2
120 mm	13,4	13,5	14,0
140 mm	14,2	14,2	14,8
150 mm	14,5	-	15,1

Nota : Pour le panneau Evolution Recess, sa masse surfacique variant avec sa longueur L, elle peut être obtenue en rajoutant à la masse surfacique du panneau Evolution Axis la valeur correspondant à 0,33/L exprimée en kg/m<sup>2</sup>.

**Tableau 4 – Masse surfacique nominale en kg/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK**

Epaisseur (mm)	Evolution Axis et Recess			Evolution Multi Groove			Louvre		
	Uc (W/m <sup>2</sup> .K)		Ψj (W/m.K)	Uc (W/m <sup>2</sup> .K)		Ψj (W/m.K)	Uc (W/m <sup>2</sup> .K)		Ψj (W/m.K)
	Bardage	Cloison		Bardage	Cloison		Bardage	Cloison	
45	0,437	0,420	0,056	0,448	0,431	0,058	0,397	0,383	0,058
54	0,368	0,356	0,028	-	-	-	0,338	0,328	0,031
60	0,333	0,323	0,020	0,340	0,330	0,020	0,308	0,300	0,023
70	0,293	0,285	0,013	0,292	0,285	0,014	0,268	0,262	0,016
74	0,272	0,266	0,012	-	-	-	0,256	0,250	0,014
80	0,241	0,236	0,010	0,245	0,240	0,009	0,228	0,223	0,009
90	0,215	0,212	0,008	0,218	0,214	0,008	0,204	0,200	0,008
100	0,194	0,191	0,006	0,197	0,193	0,006	0,184	0,181	0,007
120	0,163	0,161	0,004	0,164	0,162	0,004	0,157	0,155	0,005
140	0,140	0,138	0,003	0,141	0,139	0,003	0,136	0,134	0,003
150	0,131	0,129	0,002	-	-	-	0,127	0,126	0,003

**Tableau 5 – Performances thermiques des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK**

Référence des couvre-joints	Evolution Axis	Evolution Multi Groove	Louvre
Option A	■	■	■
Option B	■	■	■
Option D	■	■	-
Option E	■	■	-
Option F MX 02	■	■	-
Option F MG 02	■	■	-
Option G	■	■	-
Option Z	■	■	-

■ : Couvre-joint adapté.  
 - : Couvre-joint non adapté.

**Tableau 7 – Guide de choix des couvre-joints proposés par Kingspan**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis
1,50	506	-	-	-	-	-	-	-	-
1,75	346	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	250	328	380	-	-	-	-	-	-
2,25	188	248	288	-	-	-	-	-	-
2,50	146	194	225	278	355	417	510	510	510
2,75	117	155	181	223	286	337	412	412	412
3,00	95	127	148	183	235	277	340	340	340
3,25	79	106	123	153	197	232	285	294	303
3,50	65	88	104	129	167	197	242	258	274
3,75	54	75	88	111	143	169	209	229	249
4,00	46	64	76	96	124	147	181	204	226
4,25	-	55	66	84	109	129	159	183	206
4,50	-	48	58	74	96	114	141	164	188
4,75	-	-	50	64	85	101	125	149	173
5,00	-	-	44	56	75	90	112	136	159
5,25	-	-	-	50	66	79	99	121	144
5,50	-	-	-	44	59	70	87	109	130
5,75	-	-	-	-	52	62	78	98	119
6,00	-	-	-	-	47	56	69	89	109
6,25	-	-	-	-	-	50	62	81	100
6,50	-	-	-	-	-	45	56	74	92
6,75	-	-	-	-	-	-	51	68	85
7,00	-	-	-	-	-	-	47	63	79

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 10 – Charges admissibles en pression sous vent normal en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 2 appuis (référentiel NV 65 modifiées)**

Portées (m)	Epaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis
1,50	399	-	-	-	-	-	-	-	-
1,75	316	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	256	323	368	-	-	-	-	-	-
2,25	210	267	304	-	-	-	-	-	-
2,50	175	224	257	311	383	441	528	528	528
2,75	149	192	220	268	322	365	429	429	429
3,00	127	166	192	234	275	307	355	355	355
3,25	110	145	169	208	238	262	299	299	299
3,50	94	127	149	186	209	227	255	255	255
3,75	81	109	128	159	179	195	220	220	220
4,00	71	94	110	136	154	169	192	192	192
4,25	62	82	95	117	134	148	168	168	168
4,50	52	70	82	102	118	130	149	149	149
4,75	44	60	72	90	104	116	133	133	133
5,00	-	52	62	80	93	104	119	119	119
5,25	-	-	58	76	87	95	107	107	107
5,50	-	-	54	73	81	87	96	96	96
5,75	-	-	-	70	75	80	87	87	87
6,00	-	-	-	66	71	74	79	79	79
6,25	-	-	-	59	64	67	72	72	72
6,50	-	-	-	53	57	60	66	66	66
6,75	-	-	-	47	50	52	56	56	56
7,00	-	-	-	-	44	45	48	48	48

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 10bis – Charges admissibles en pression sous vent normal en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 3 appuis (référentiel NV 65 modifiées)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis
1,50	311	-	-	-	-	-	-	-	-
1,75	237	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	188	224	248	-	-	-	-	-	-
2,25	153	182	201	-	-	-	-	-	-
2,50	128	151	167	192	204	213	227	272	326
2,75	109	128	141	162	171	178	189	227	271
3,00	94	110	121	139	146	152	160	192	229
3,25	78	93	103	121	126	131	138	165	197
3,50	65	80	90	106	111	114	120	144	170
3,75	55	69	78	94	98	101	105	126	149
4,00	47	61	69	84	87	90	93	112	132
4,25	-	54	62	76	78	80	83	100	118
4,50	-	48	56	69	71	73	75	90	106
4,75	-	-	49	61	63	65	68	81	95
5,00	-	-	44	55	57	59	62	74	86
5,25	-	-	-	49	53	56	60	72	84
5,50	-	-	-	44	49	53	59	70	82
5,75	-	-	-	-	46	50	57	68	79
6,00	-	-	-	-	42	48	56	66	77
6,25	-	-	-	-	-	45	54	65	75
6,50	-	-	-	-	-	43	53	63	73
6,75	-	-	-	-	-	-	52	61	71
7,00	-	-	-	-	-	-	49	59	69

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 11 – Charges admissibles en dépression sous vent normal en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 2 appuis (référentiel NV 65 modifiées)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis
<b>1,50</b>	262	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1,75</b>	217	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2,00</b>	184	207	223	-	-	-	-	-	-
<b>2,25</b>	160	178	190	-	-	-	-	-	-
<b>2,50</b>	141	156	166	182	195	205	221	221	221
<b>2,75</b>	127	139	147	160	172	181	195	195	195
<b>3,00</b>	114	125	132	143	154	162	175	175	175
<b>3,25</b>	104	113	119	129	139	147	158	158	158
<b>3,50</b>	91	101	107	117	126	134	145	145	145
<b>3,75</b>	79	89	96	107	116	123	133	133	133
<b>4,00</b>	69	80	87	99	107	113	123	123	123
<b>4,25</b>	61	72	79	92	99	105	114	114	114
<b>4,50</b>	55	66	73	85	92	98	107	107	107
<b>4,75</b>	49	60	67	79	86	92	100	100	100
<b>5,00</b>	-	54	61	73	80	86	94	94	94
<b>5,25</b>	-	-	57	68	74	80	87	87	87
<b>5,50</b>	-	-	53	63	69	74	81	81	81
<b>5,75</b>	-	-	-	60	65	69	75	75	75
<b>6,00</b>	-	-	-	56	61	65	70	70	70
<b>6,25</b>	-	-	-	53	57	61	66	66	66
<b>6,50</b>	-	-	-	50	54	57	62	62	62
<b>6,75</b>	-	-	-	47	51	54	59	59	59
<b>7,00</b>	-	-	-	-	49	51	55	55	55

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 11bis – Charges admissibles en dépression sous vent normal en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 3 appuis (référentiel NV 65 modifiées)**

Portées (m)	Largeur utile des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK					
	1000 mm		900 mm		600 mm	
	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis
1,50	203	176	225	196	338	293
1,75	174	151	193	168	290	251
2,00	152	132	169	147	253	220
2,25	135	117	150	130	225	196
2,50	122	106	135	117	203	176
2,75	111	96	123	107	184	160
3,00	101	88	113	98	169	147
3,25	94	81	104	90	156	135
3,50	87	75	97	84	145	126
3,75	81	70	90	78	135	117
4,00	76	66	84	73	127	110
4,25	72	62	79	69	119	104
4,50	68	59	75	65	113	98
4,75	64	56	71	62	107	93
5,00	61	53	68	59	101	88
5,25	58	50	64	56	97	84
5,50	55	48	61	53	92	80
5,75	53	46	59	51	88	77
6,00	51	44	56	49	84	73
6,25	49	42	54	47	81	70
6,50	47	41	52	45	78	68
6,75	45	39	50	43	75	65
7,00	43	38	48	42	72	63

Ce tableau est valable pour des fixations dont la résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  est  $\geq 266$  daN en 2 appuis et 289 daN en 3 appuis. Dans le cas de résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  inférieure, se reporter au §2.3.3.1.

Pour les panneaux sandwich isolants Evolution Axis et Evolution Recess dont la largeur utile n'est pas indiquée dans ce tableau, les charges admissibles pour la largeur utile considérée  $600 \text{ mm} \leq l_u \leq 1000 \text{ mm}$  sont obtenues en divisant celles de la colonne de la largeur utile 1000 mm par la largeur utile du panneau envisagée exprimée en mètre.

**Tableau 12 – Charges admissibles en dépression sous vent normal en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants (référentiel NV 65 modifiées)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis
<b>1,50</b>	505	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1,75</b>	433	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2,00</b>	333	387	424	-	-	-	-	-	-
<b>2,25</b>	250	315	359	-	-	-	-	-	-
<b>2,50</b>	195	258	300	370	428	485	543	543	543
<b>2,75</b>	156	207	241	298	363	424	495	495	495
<b>3,00</b>	127	169	197	244	312	370	448	448	448
<b>3,25</b>	105	141	164	204	262	309	380	392	404
<b>3,50</b>	87	118	138	172	223	263	323	344	366
<b>3,75</b>	72	100	118	148	191	226	278	305	332
<b>4,00</b>	61	85	101	128	166	196	242	272	301
<b>4,25</b>	52	74	88	112	145	172	212	243	275
<b>4,50</b>	45	64	77	99	128	152	187	219	251
<b>4,75</b>	39*	56	67	86	113	134	167	199	230
<b>5,00</b>	34*	49	59	75	100	120	150	181	212
<b>5,25</b>	-	43	52	66	88	105	131	161	191
<b>5,50</b>	-	38*	46	59	78	93	116	145	174
<b>5,75</b>	-	-	41	53	70	83	103	131	159
<b>6,00</b>	-	-	37*	47	62	74	93	119	145
<b>6,25</b>	-	-	-	43	56	67	83	108	133
<b>6,50</b>	-	-	-	39*	51	61	75	99	123
<b>6,75</b>	-	-	-	-	46	55	68	91	114
<b>7,00</b>	-	-	-	-	42	50	62	84	106

(\*) : Les valeurs strictement inférieures à 40 daN/m<sup>2</sup> sont valables en cloison intérieure non porteuse.

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 13 – Action du vent en pression ELS en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 2 appuis (référentiel NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs modificatifs)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis
<b>1,50</b>	483	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1,75</b>	414	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2,00</b>	341	392	377	-	-	-	-	-	-
<b>2,25</b>	280	334	326	-	-	-	-	-	-
<b>2,50</b>	227	285	284	321	390	471	527	527	527
<b>2,75</b>	188	247	250	292	354	428	479	479	479
<b>3,00</b>	158	217	224	268	325	393	439	439	439
<b>3,25</b>	134	193	202	247	297	358	398	398	398
<b>3,50</b>	116	164	184	229	266	304	340	340	340
<b>3,75</b>	101	141	167	212	239	261	293	293	293
<b>4,00</b>	89	122	144	181	206	226	255	255	255
<b>4,25</b>	79	107	125	157	179	197	224	224	224
<b>4,50</b>	70	94	110	137	157	174	199	199	199
<b>4,75</b>	63	84	97	120	139	155	177	177	177
<b>5,00</b>	57	75	87	106	124	138	159	159	159
<b>5,25</b>	-	70	82	102	115	126	143	143	143
<b>5,50</b>	-	65	77	97	108	116	128	128	128
<b>5,75</b>	-	-	73	93	101	107	116	116	116
<b>6,00</b>	-	-	69	88	94	99	106	106	106
<b>6,25</b>	-	-	-	84	88	91	96	96	96
<b>6,50</b>	-	-	-	79	82	85	88	88	88
<b>6,75</b>	-	-	-	74	76	78	81	81	81
<b>7,00</b>	-	-	-	68	71	72	75	75	75

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 13bis – Action du vent en pression ELS en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 3 appuis (référentiel NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs modificatifs)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis	2 appuis
<b>1,50</b>	269	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1,75</b>	231	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2,00</b>	202	210	215	224	236	245	259	282	304
<b>2,25</b>	180	187	191	199	210	218	230	251	271
<b>2,50</b>	162	168	172	179	189	196	207	226	244
<b>2,75</b>	141	149	154	163	171	178	188	205	222
<b>3,00</b>	119	130	137	149	157	163	173	188	204
<b>3,25</b>	101	114	123	138	145	151	159	174	188
<b>3,50</b>	87	102	112	128	135	140	148	161	174
<b>3,75</b>	76	90	100	116	123	129	138	150	163
<b>4,00</b>	67	79	88	102	111	118	129	141	153
<b>4,25</b>	59	70	78	90	101	109	122	133	144
<b>4,50</b>	53	63	69	80	92	101	115	125	136
<b>4,75</b>	47	56	62	72	84	94	109	119	129
<b>5,00</b>	43	51	56	65	78	88	104	113	122
<b>5,25</b>	-	46	51	59	72	83	99	107	116
<b>5,50</b>	-	42	46	54	67	77	92	102	111
<b>5,75</b>	-	-	30*	49	61	70	85	95	106
<b>6,00</b>	-	-	27*	45	56	65	78	90	102
<b>6,25</b>	-	-	-	42	52	60	72	85	98
<b>6,50</b>	-	-	-	39*	48	55	66	79	91
<b>6,75</b>	-	-	-	-	44	51	61	73	84
<b>7,00</b>	-	-	-	-	41	48	57	68	79

(\*) : Les valeurs strictement inférieures à 40 daN/m<sup>2</sup> sont valables en cloison intérieure non porteuse.  
Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

**Tableau 14 – Action du vent en dépression ELS en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 2 appuis (référentiel NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs modificatifs)**

Portées (m)	Épaisseurs des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK								
	45 mm	54 mm	60 mm	70 et 74 mm	80 mm	90 mm	100 mm	120 mm	140 et 150 mm
	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis	3 appuis
1,50	265	-	-	-	-	-	-	-	-
1,75	227	-	-	-	-	-	-	-	-
2,00	198	208	214	224	236	245	259	259	259
2,25	176	185	190	199	210	218	230	230	230
2,50	159	166	171	179	189	196	207	207	207
2,75	144	151	156	163	171	178	188	188	188
3,00	132	138	143	149	157	163	173	173	173
3,25	122	128	132	138	145	151	159	159	159
3,50	113	119	122	128	135	140	148	148	148
3,75	106	111	114	120	126	131	138	138	138
4,00	99	104	107	112	118	123	129	129	129
4,25	89	95	99	105	111	115	122	122	122
4,50	79	87	92	100	105	109	115	115	115
4,75	71	80	85	94	99	103	109	109	109
5,00	64	73	80	90	94	98	104	104	104
5,25	-	68	75	85	90	93	99	99	99
5,50	-	63	70	82	86	89	94	94	94
5,75	-	-	65	76	81	84	90	90	90
6,00	-	-	60	70	75	79	85	85	85
6,25	-	-	-	64	69	73	79	79	79
6,50	-	-	-	49	64	67	73	73	73
6,75	-	-	-	55	59	62	67	67	67
7,00	-	-	-	51	55	58	63	63	63

Rappel : Les épaisseurs 54, 74 et 150 mm ne sont pas disponibles pour le panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove.

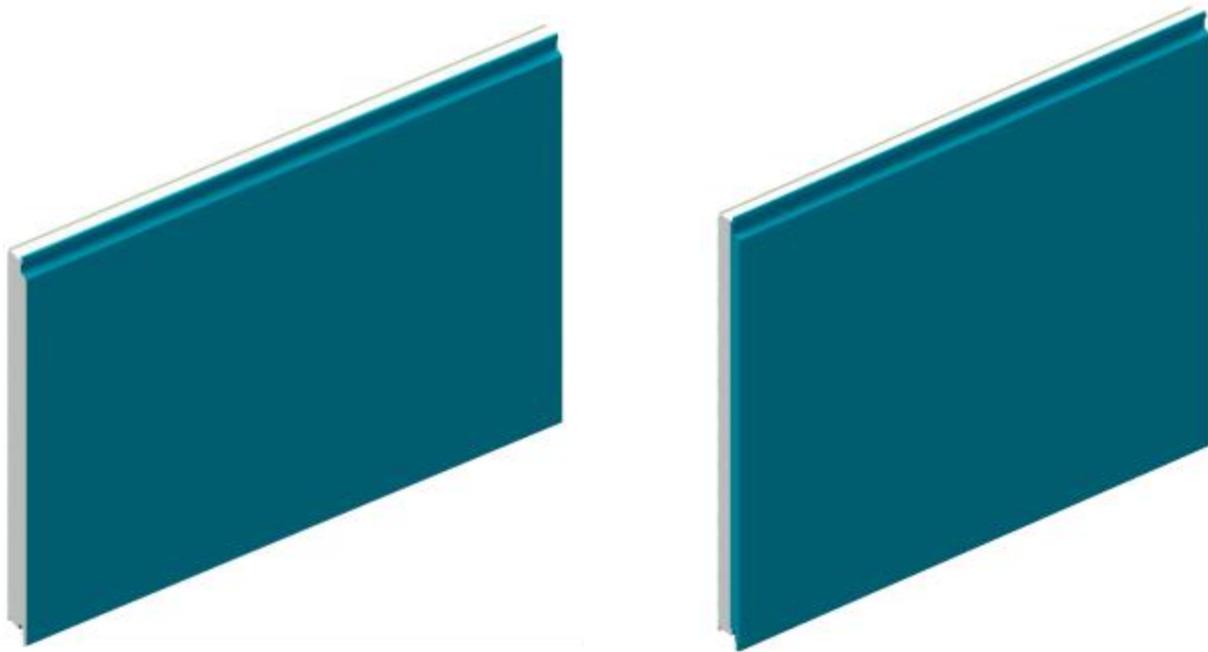
**Tableau 14bis – Action du vent en dépression ELS en daN/m<sup>2</sup> des panneaux sandwich isolants posés en 3 appuis (référentiel NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs modificatifs)**

Portées (m)	Largeur utile des panneaux sandwich isolants du procédé BENCHMARK					
	1000 mm		900 mm		600 mm	
	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis	Pose sur 2 appuis	Pose sur 3 appuis
1,50	270	235	300	261	450	391
1,75	232	201	257	223	386	335
2,00	203	176	225	196	338	293
2,25	180	156	200	174	300	261
2,50	162	141	180	156	270	235
2,75	147	128	164	142	246	213
3,00	135	117	150	130	225	196
3,25	125	108	139	120	208	181
3,50	116	101	129	112	193	168
3,75	108	94	120	104	180	156
4,00	101	88	113	98	169	147
4,25	95	83	106	92	159	138
4,50	90	78	100	87	150	130
4,75	85	74	95	82	142	124
5,00	81	70	90	78	135	117
5,25	77	67	86	74	129	112
5,50	74	64	82	71	123	107
5,75	70	61	78	68	117	102
6,00	68	59	75	65	113	98
6,25	65	56	72	63	108	94
6,50	62	54	69	60	104	90
6,75	60	52	67	58	100	87
7,00	58	50	64	56	97	84

Ce tableau est valable pour des fixations dont la résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  est  $\geq 304$  daN en 2 appuis et 330 daN en 3 appuis. Dans le cas de résistance de calcul à l'arrachement  $P_k/\gamma_m$  inférieure, se reporter au §2.3.4.1.

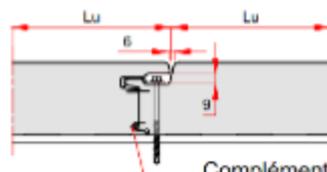
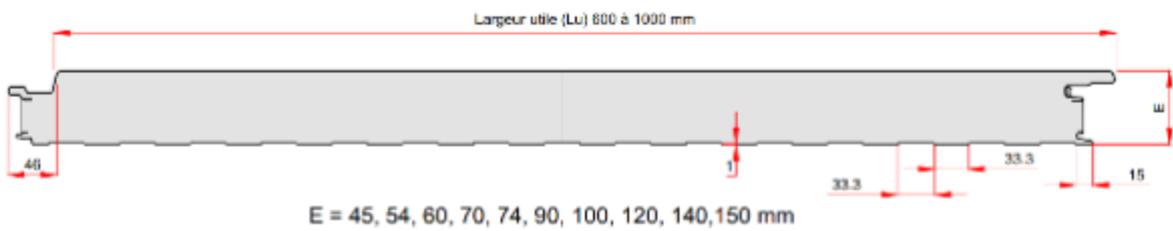
Pour les panneaux sandwich isolants Evolution Axis et Evolution Recess dont la largeur utile n'est pas indiquée dans ce tableau, les actions du vent ELS en dépression pour la largeur utile considérée  $600 \text{ mm} \leq l_u \leq 1000 \text{ mm}$  sont obtenues en divisant celles de la colonne de la largeur utile 1000 mm par la largeur utile du panneau envisagée exprimée en mètre.

**Tableau 15 – Action du vent en dépression ELS en daN/m<sup>2</sup> de l'assemblage (référentiel NF EN 1991-1-4, son annexe nationale et leurs modificatifs)**



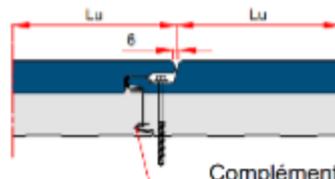
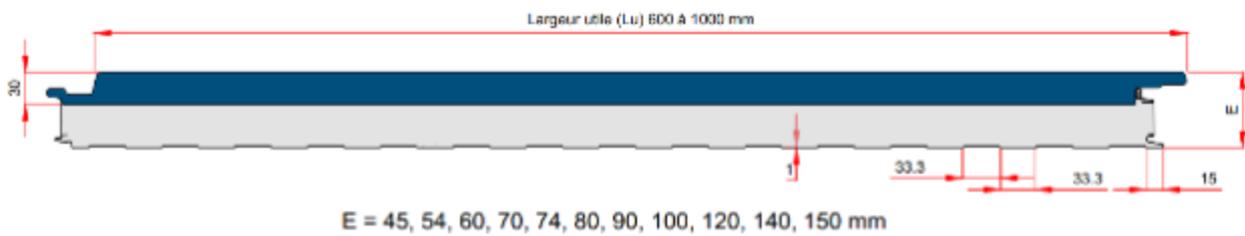
**Evolution Axis**

**Evolution Recess**



Complément d'étanchéité cf. § 2.4.4.1

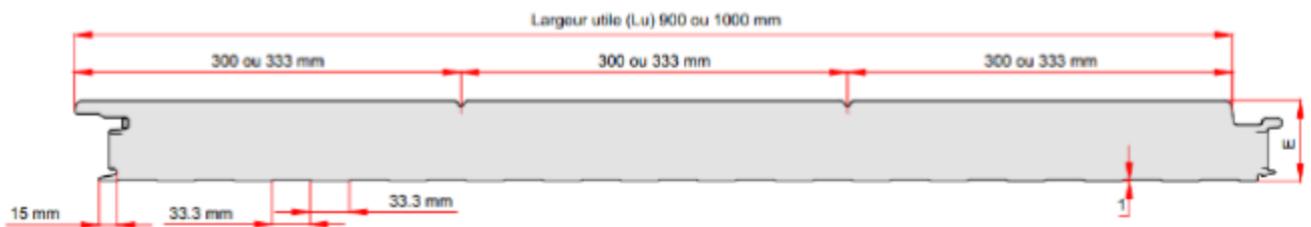
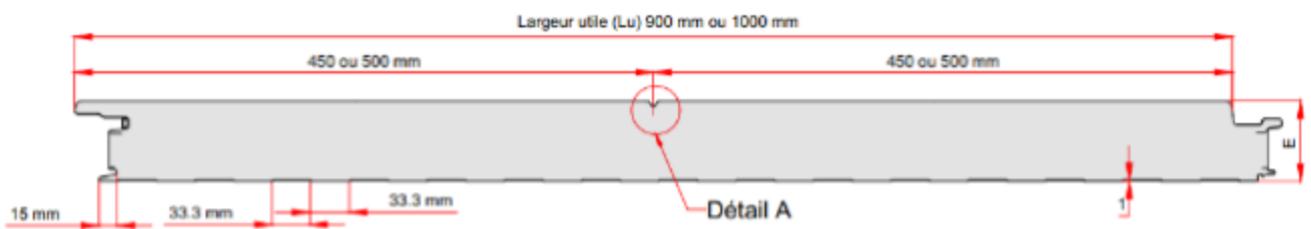
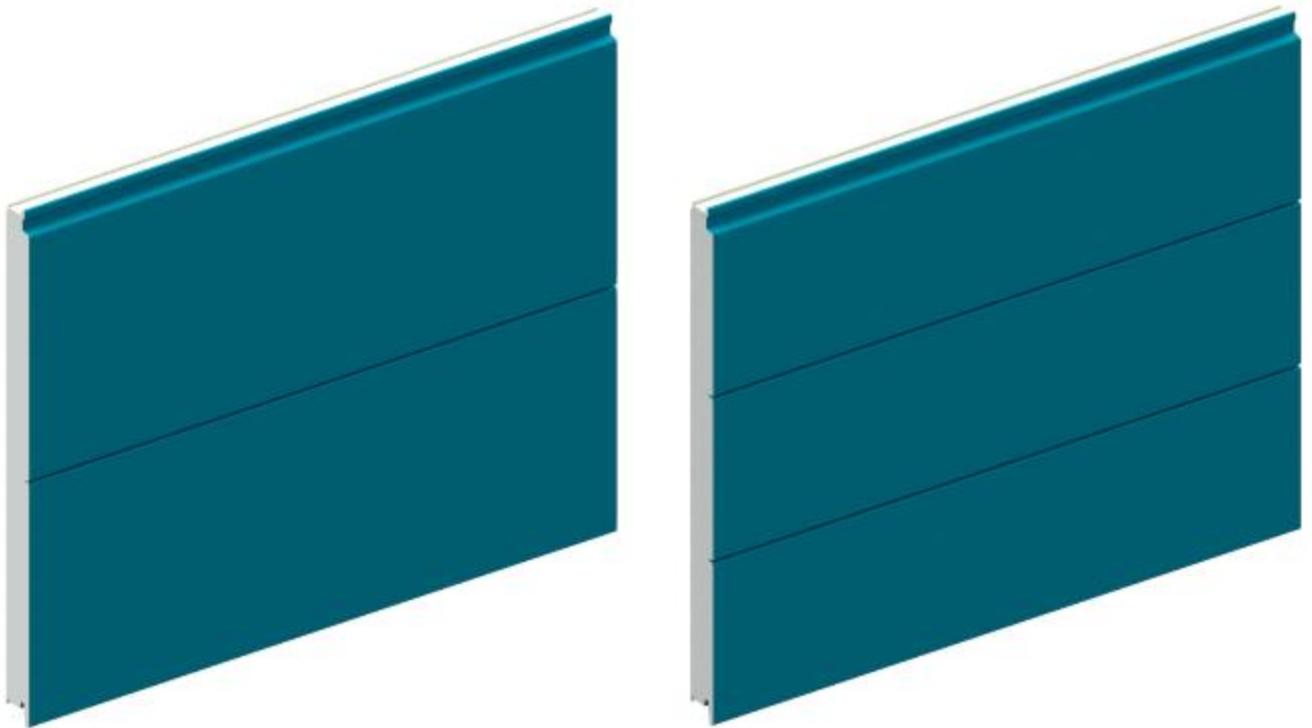
**Evolution Axis**



Complément d'étanchéité cf. § 2.4.4.1

**Evolution Recess**

**Figure 1 – Panneau sandwich isolant Evolution Axis et Recess**



E = 45, 60, 70, 80, 90, 100, 120 et 140 mm

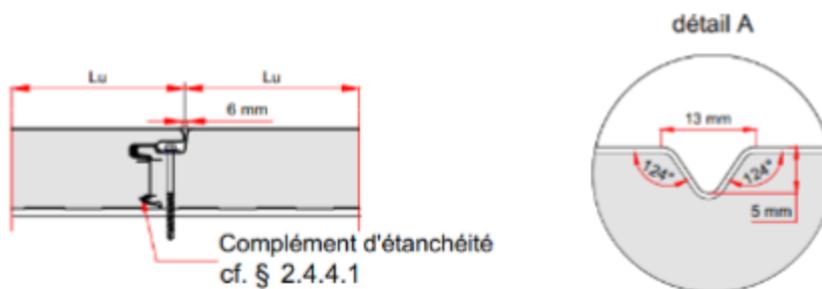
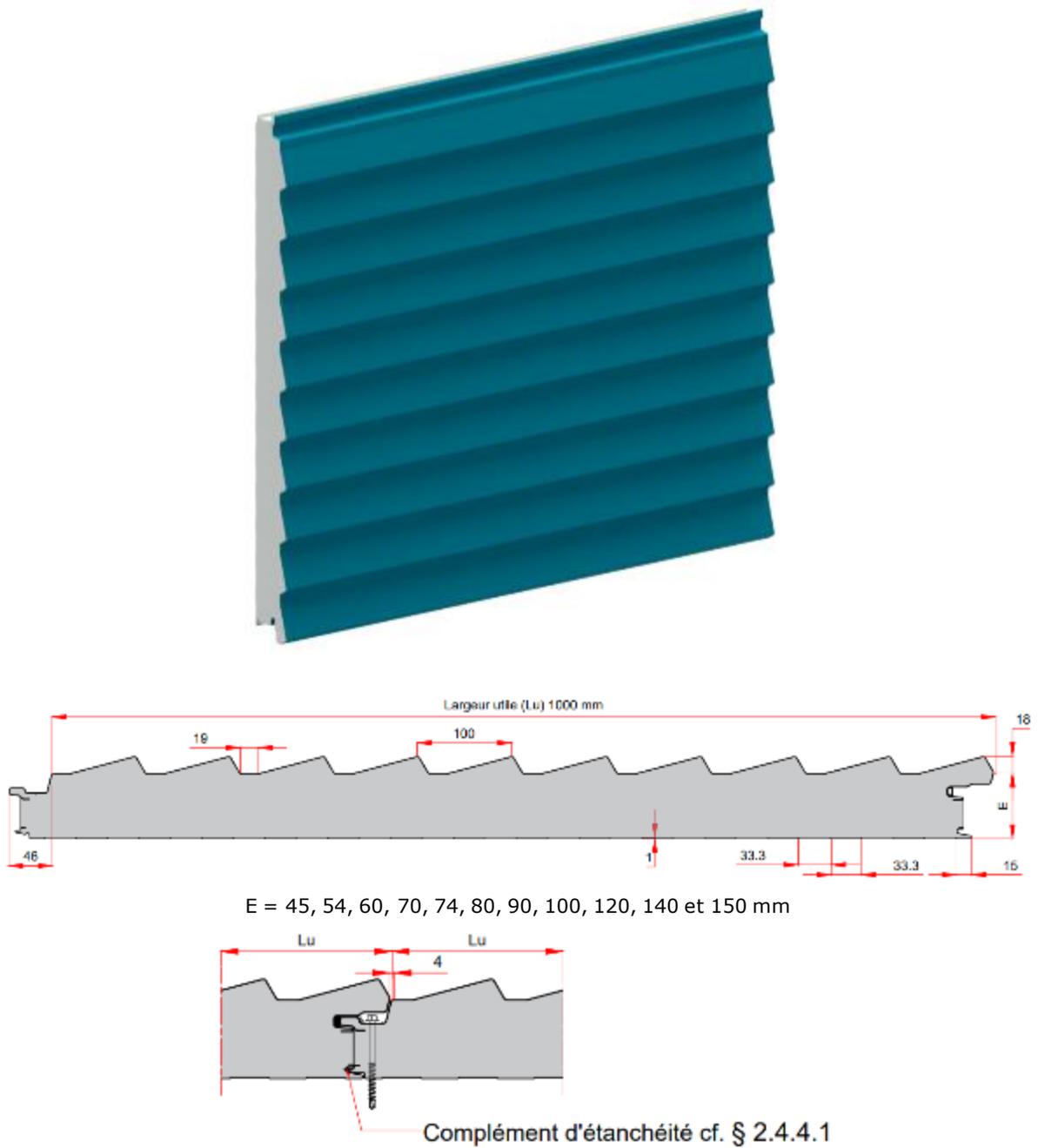
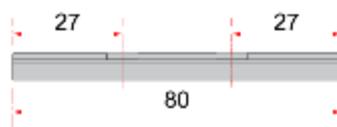
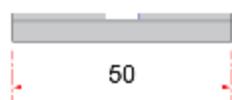
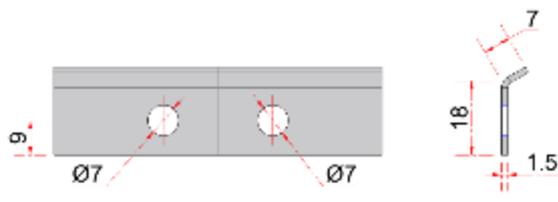
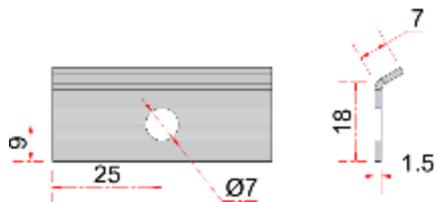
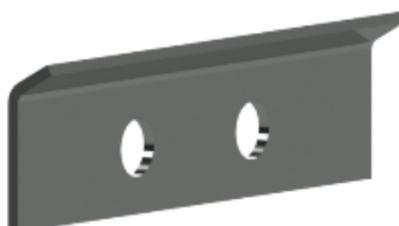
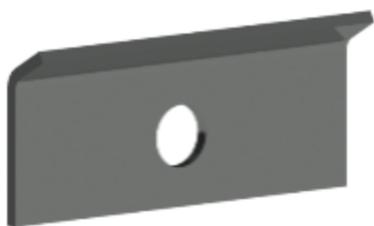


Figure 2 – Panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove

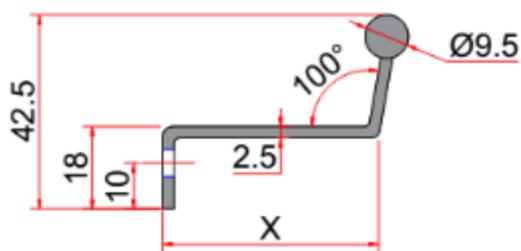
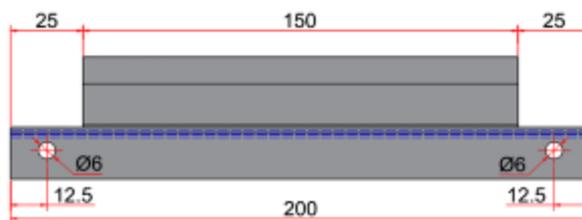


**Figure 3 – Panneau sandwich isolant Louvre**



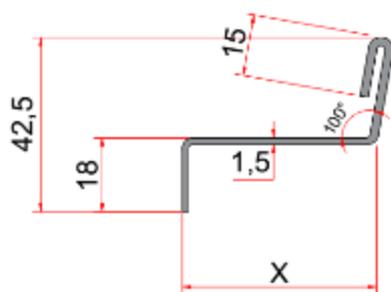
**Plaquette de répartition en extrémité de panneau**

**Plaquette de répartition en partie courante de panneau**



Epaisseur panneau	X
45	22
54	31
60	37
70	47
74	51
80	57
90	67
100	77
120	97
140	117
150	127

**Pièce de départ ponctuelle**



Epaisseur panneau	X
45	22
54	31
60	37
70	47
74	51
80	57
90	67
100	77
120	97
140	117
150	127

**Pièce de départ filante**

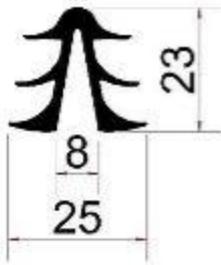
**Figure 4 – Accessoires de fixation et pièce de départ**



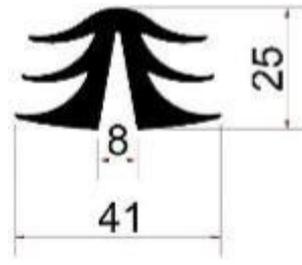
Références : VJ1 et VJ2



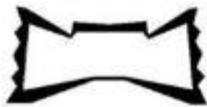
Référence : Louvre Profiled Fillers



Référence : EQ2-10



Référence : EQ2-20



Référence : SP 10

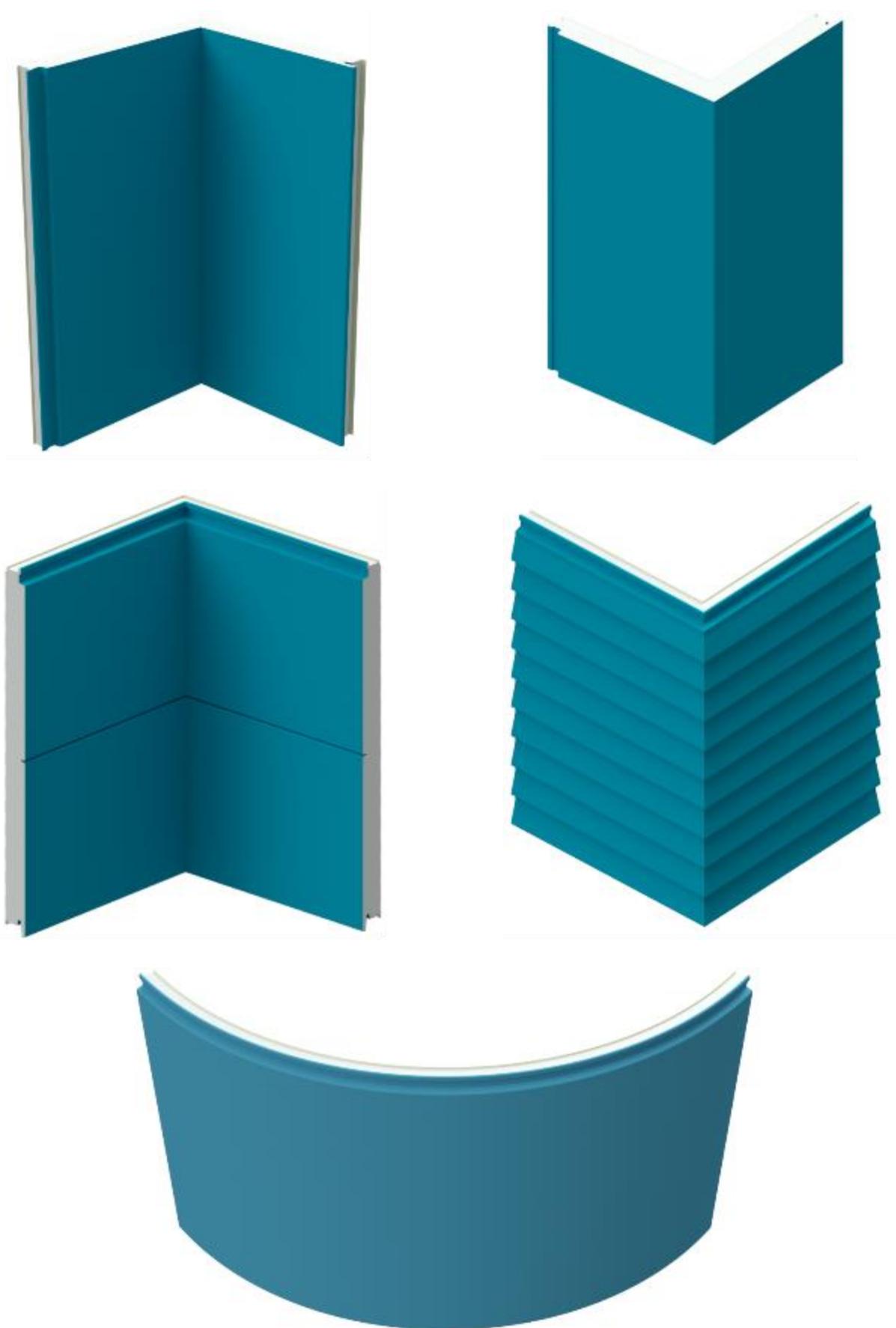


Référence : MG02

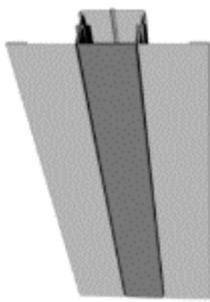


Référence : Integral seal

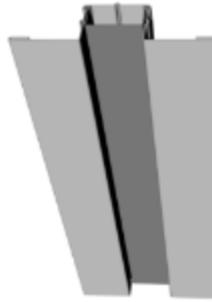
**Figure 5 – Produits d'étanchéité fournis par Kingspan**



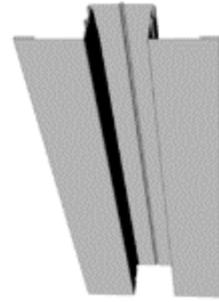
**Figure 6 – Exemples de panneaux d'angle**



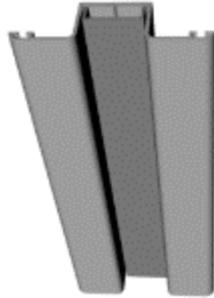
**Option A (Affleurant)**



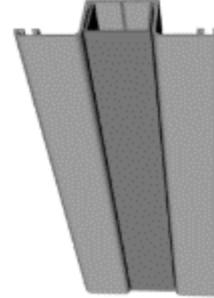
**Option A (Creux)**



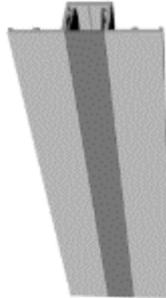
**Option B**



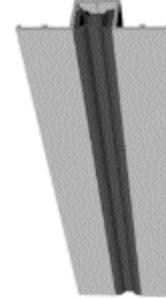
**Option D**



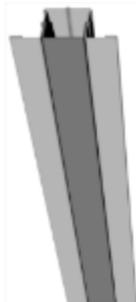
**Option E**



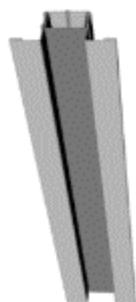
**Option F (MX02)**



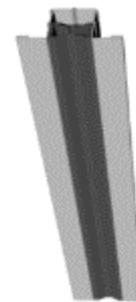
**Option F (MG02)**



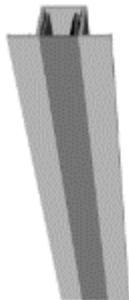
**Option G (Affleurant)**



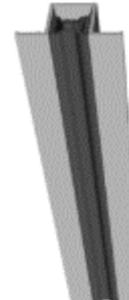
**Option G (Creux)**



**Option G (Caoutchouc)**



**Option Z (Insert aluminium)**

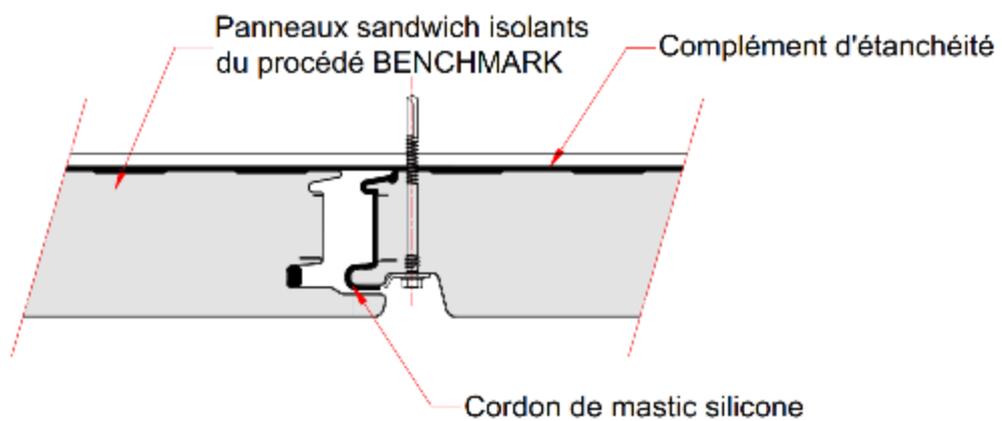


**Option Z (Caoutchouc)**

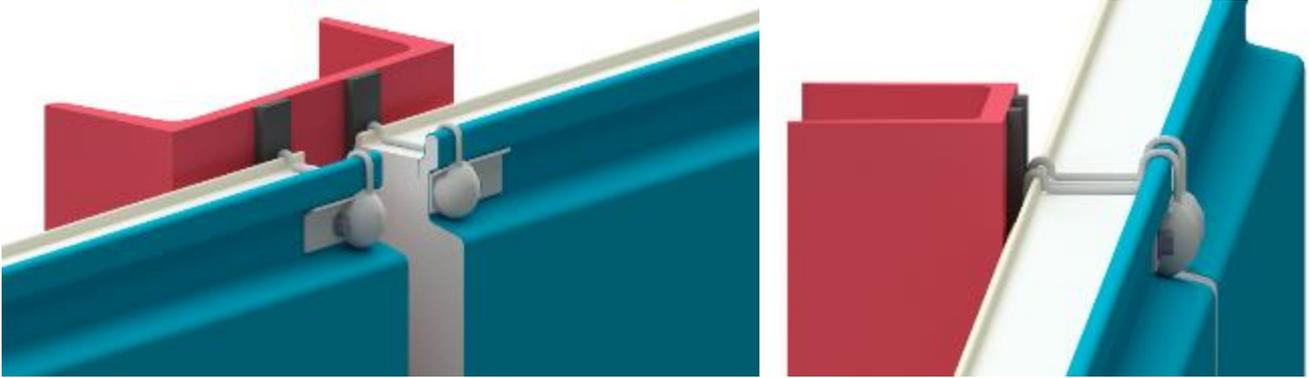
***Figure 7 – Couvre-joints fournis par Kingspan***



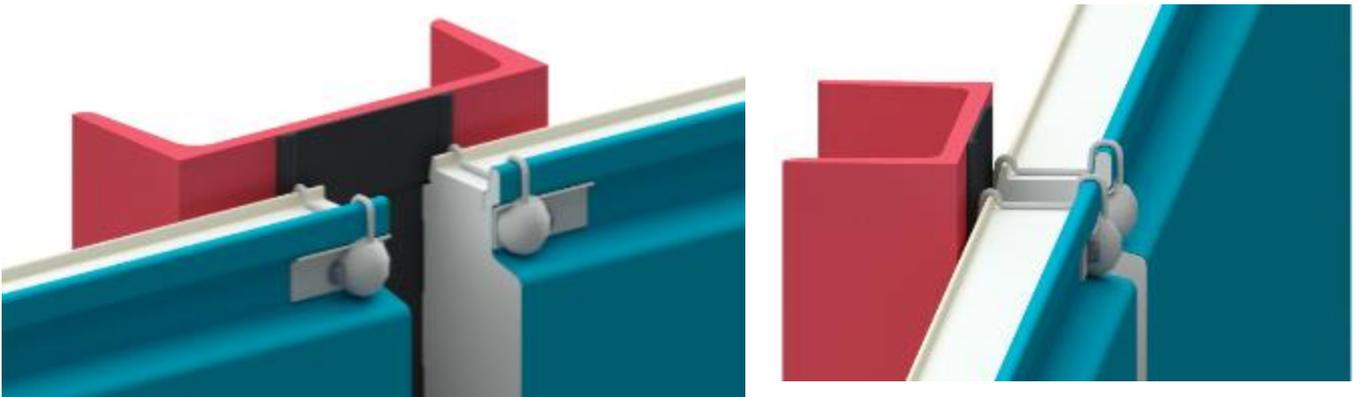
**Pose avant emboîtement d'un cordon de mastic silicone à relier au complément d'étanchéité sur appui**



**Figure 8 – Dispositions en extrémité haute et basse des panneaux sandwich isolants en pose verticale**



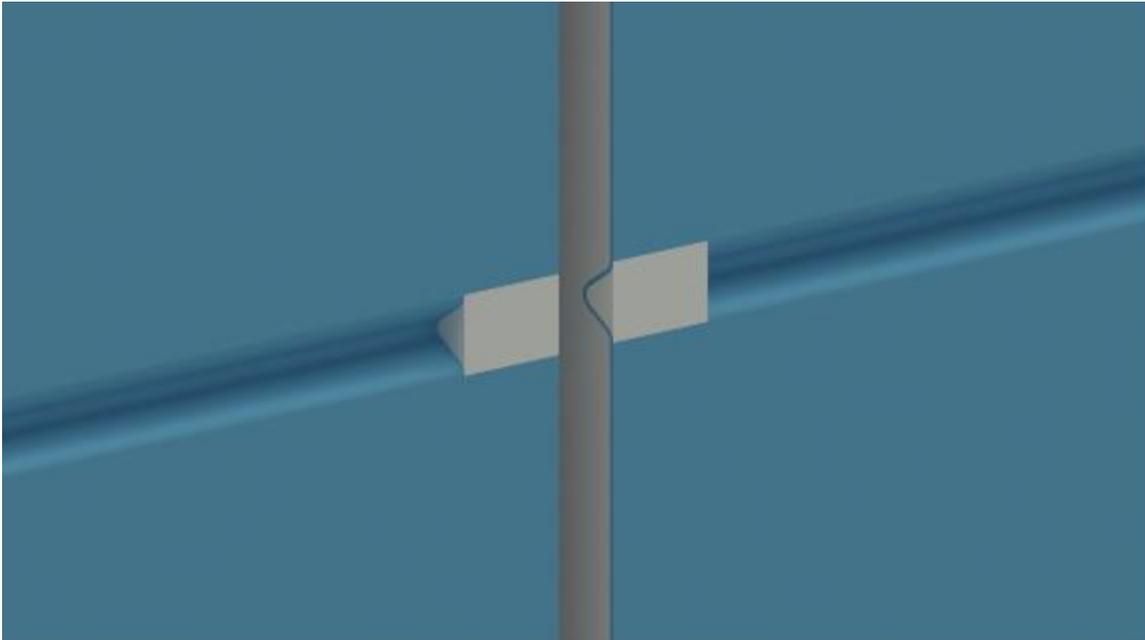
**Exemple avec joints mousse 20 x 5 mm disposés sur appuis**



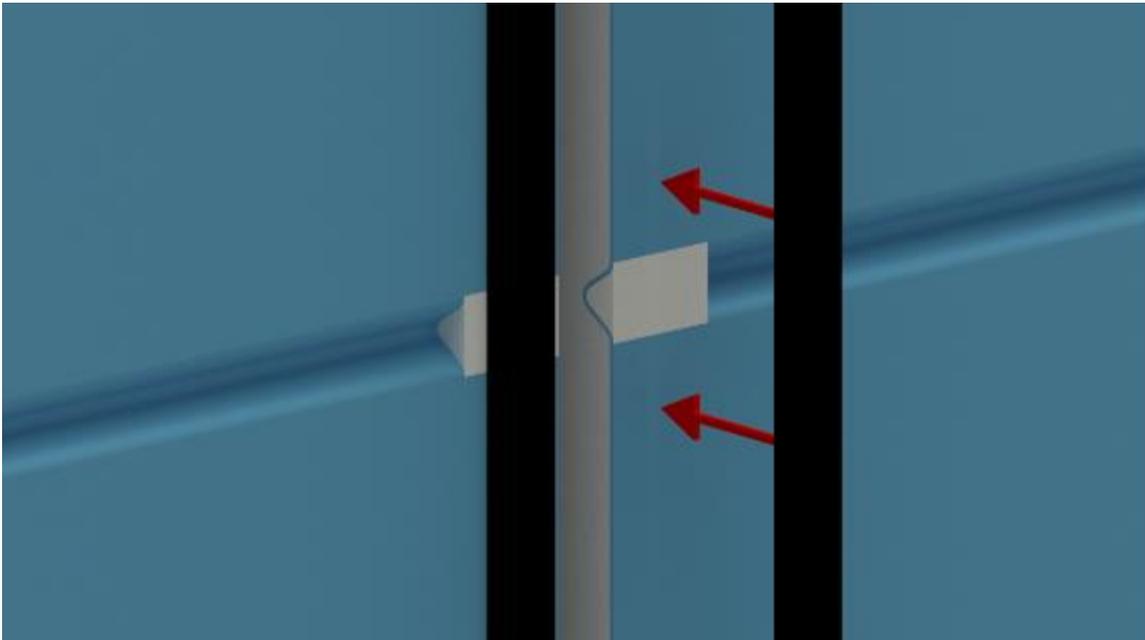
**Exemple avec joint EPDM VJ1 ou VJ2 disposé sur appuis**

**Pose avant emboîtement d'un bourrelet de mastic silicone et d'un cordon de mastic silicone à relier aux compléments d'étanchéité disposés sur appuis**

***Figure 9 – Dispositions en extrémité des panneaux sandwich isolants en pose horizontale***

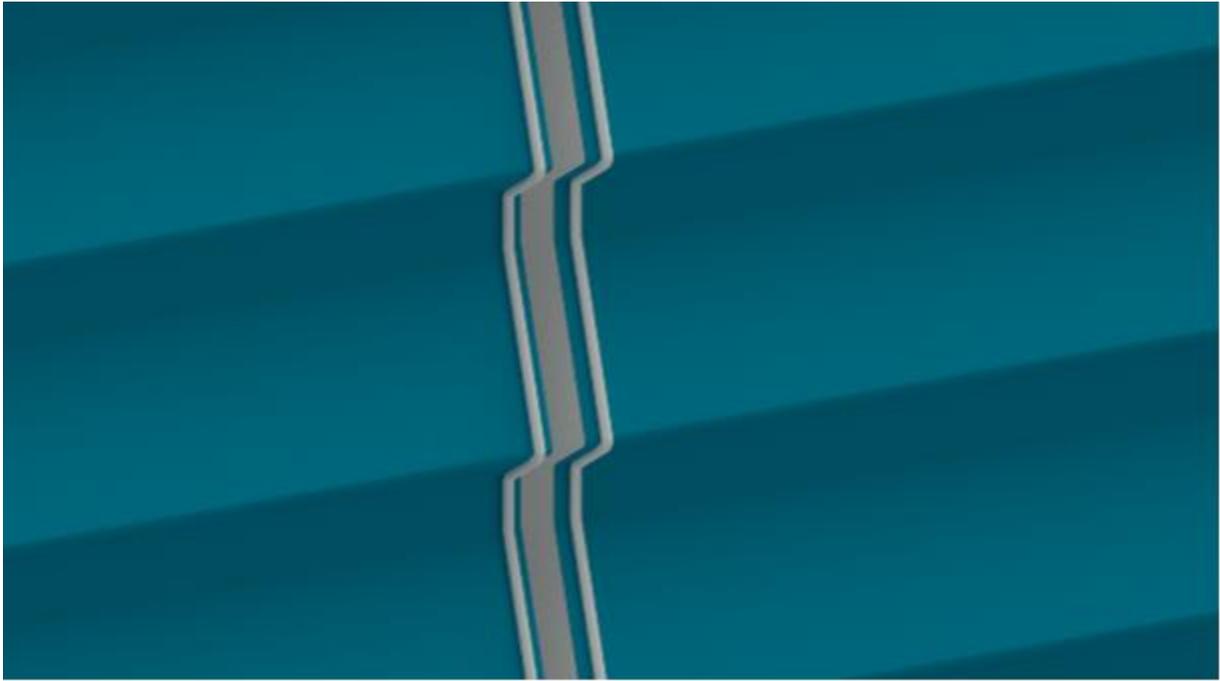


**Garnissage des V du parement extérieur par un bourrelet de mastic silicone**

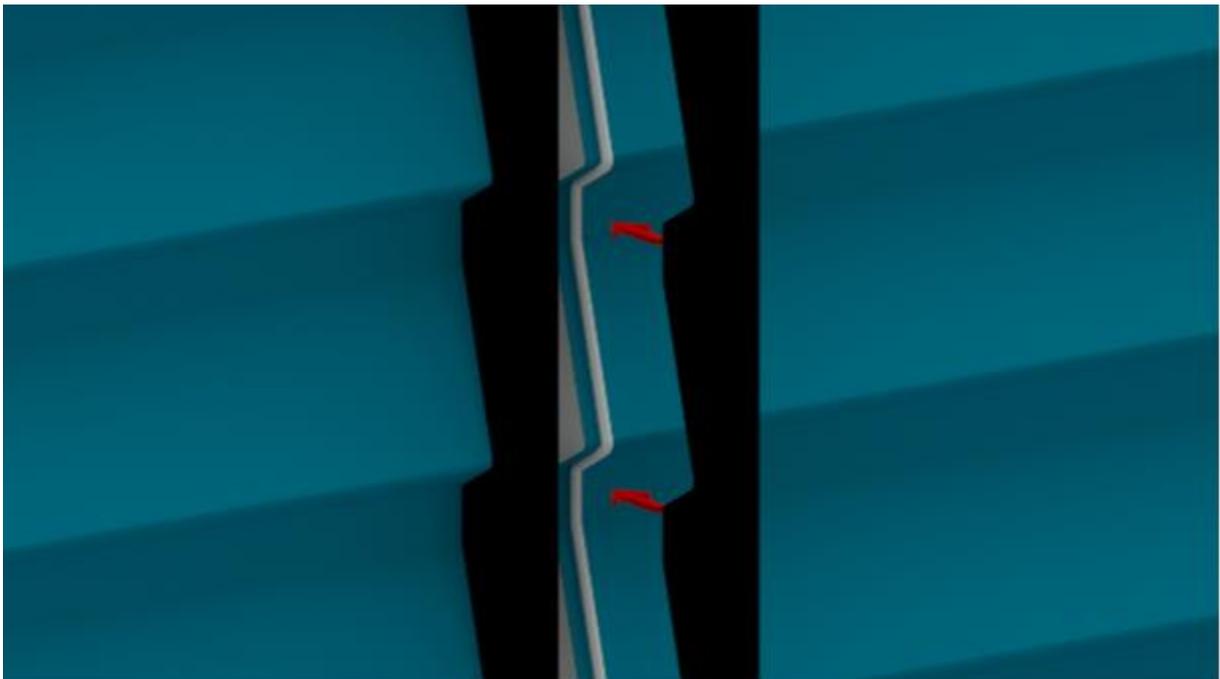


**Pose des compléments d'étanchéité verticaux avant mise en place des façonnés et/ou des couvre-joints**

***Figure 10 – Dispositions en extrémité du panneau sandwich isolant Evolution Multi Groove en pose horizontale***

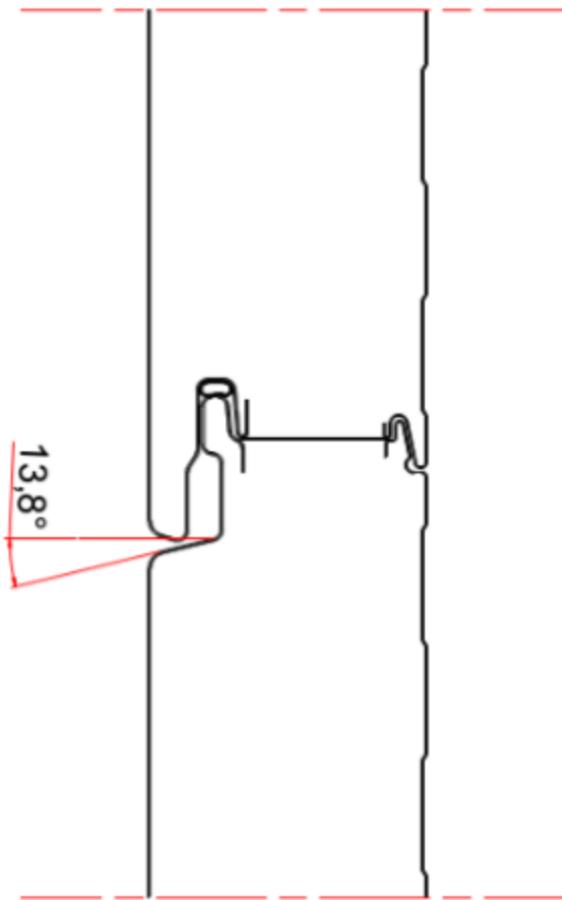


**Pose d'un cordon de mastic silicone avant mise en place du contre cloisir**

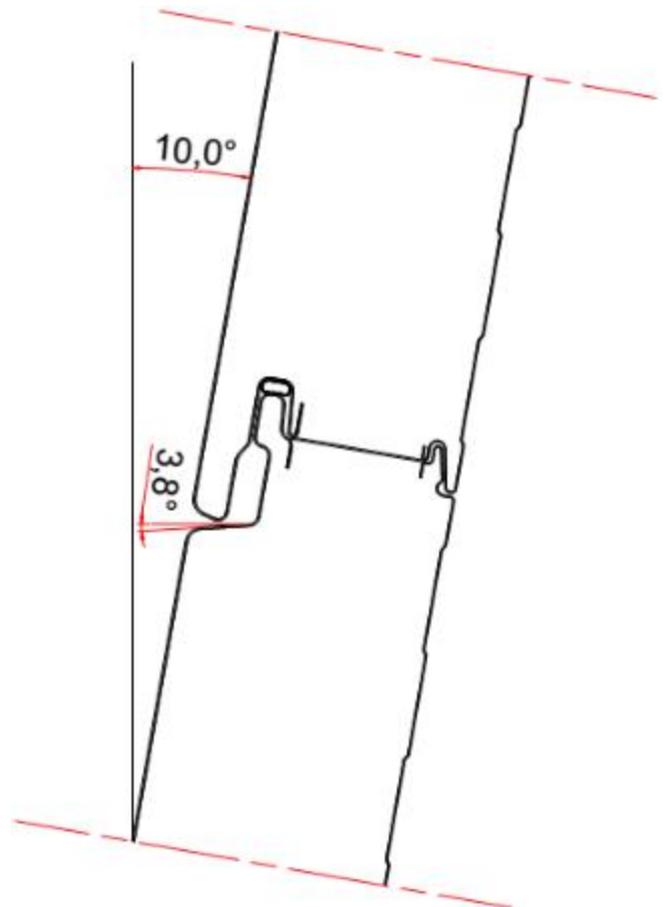


**Pose du contre cloisir avant mise en place des façonnés et/ou des couvre-joints**

***Figure 11 – Dispositions en extrémité du panneau sandwich isolant Louvre en pose horizontale***

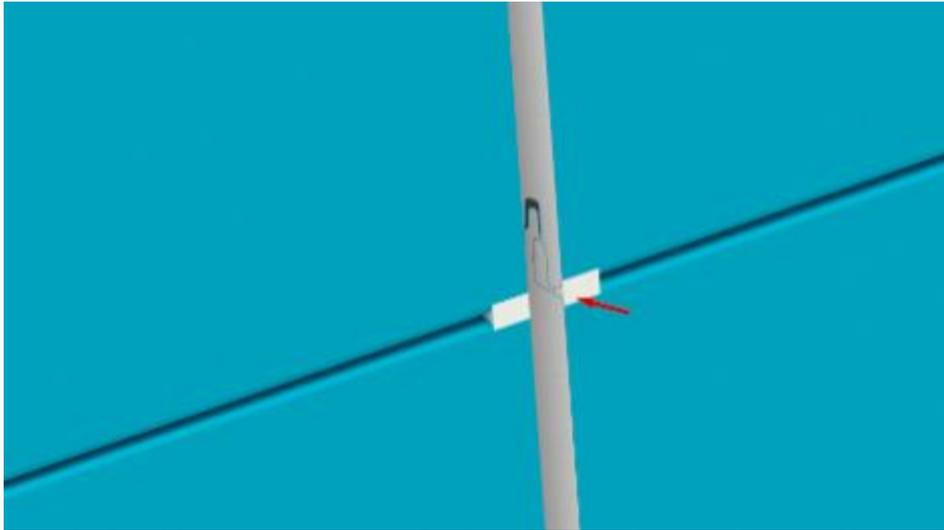


Pose sur façade verticale



Pose sur façade inclinée

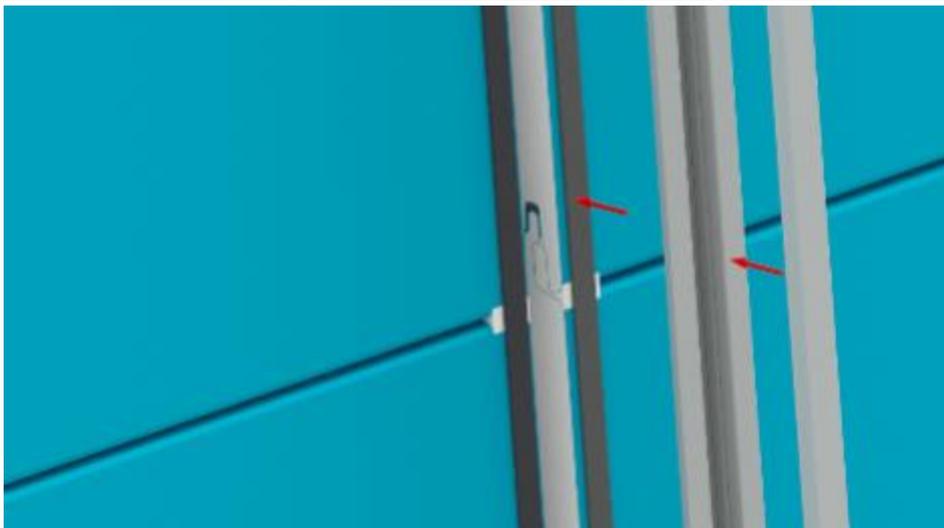
**Figure 12 – Angle de rejet d'eau des panneaux posés sur façade inclinée à fruit positif maximal 10° (inclinaison vers l'intérieur)**



**Obturation de l'emboîtement en face extérieure par garnissage de mastic silicone**



**Croisement avec les compléments étanchéités avec mise en place du couvre-joint**

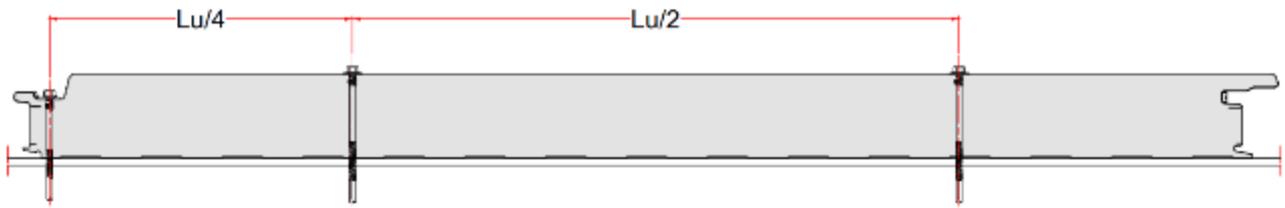


**Mise en place du couvre-joint**

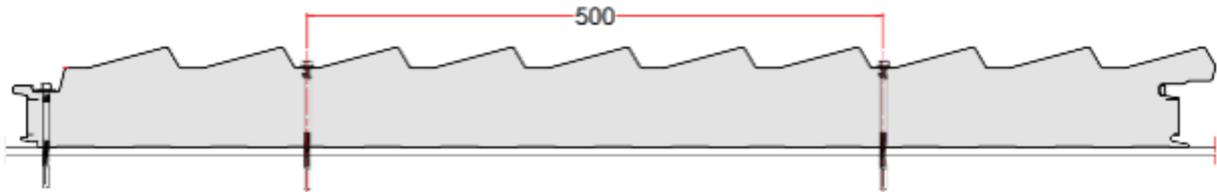
***Figure 12 bis – Dispositions complémentaires sur façade inclinée à fruit positif maximal 10° (inclinaison vers l'intérieur) – Jonction verticale avec traitement par couvre-joint option A représenté***



**Figure 12 ter – Dispositions complémentaires sur façade inclinée à fruit positif maximal 10° (inclinaison vers l'intérieur) – Rive contre mur**

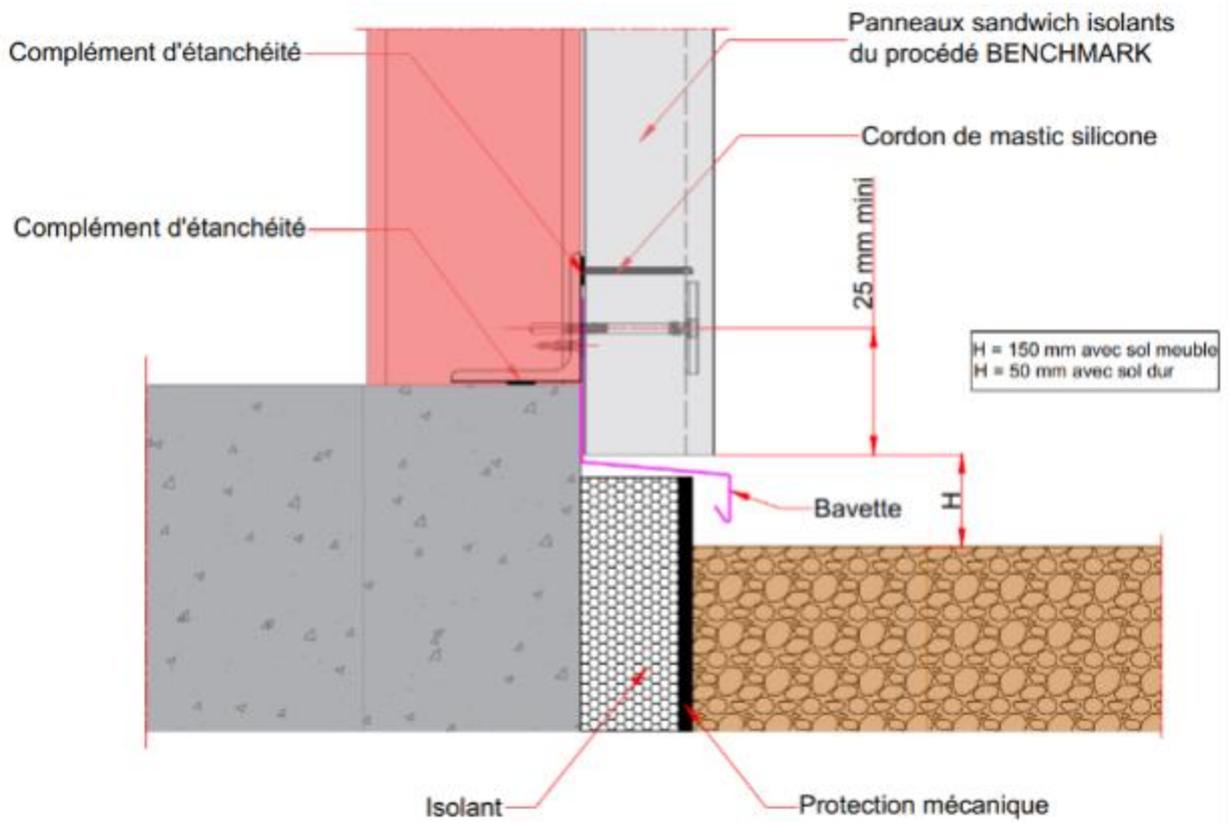


**Avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis et Multi Groove (Lu = Largeur utile du panneau)**

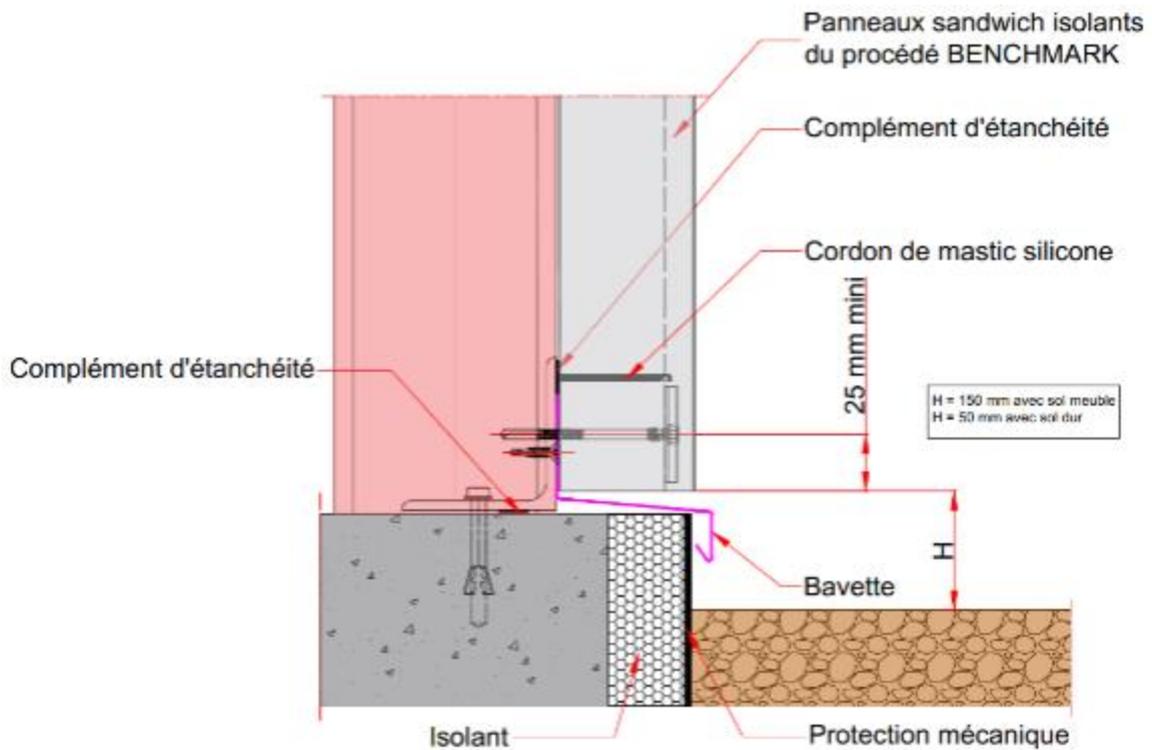
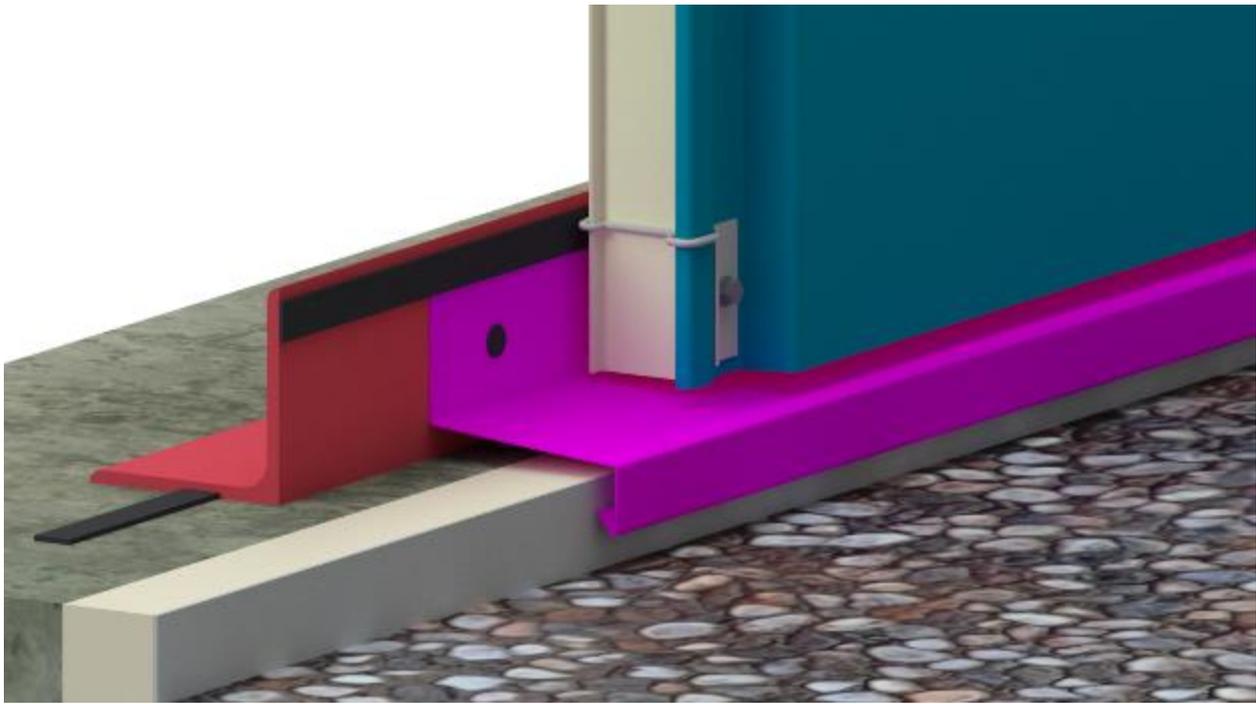


**Avec panneau sandwich isolant Louvre**

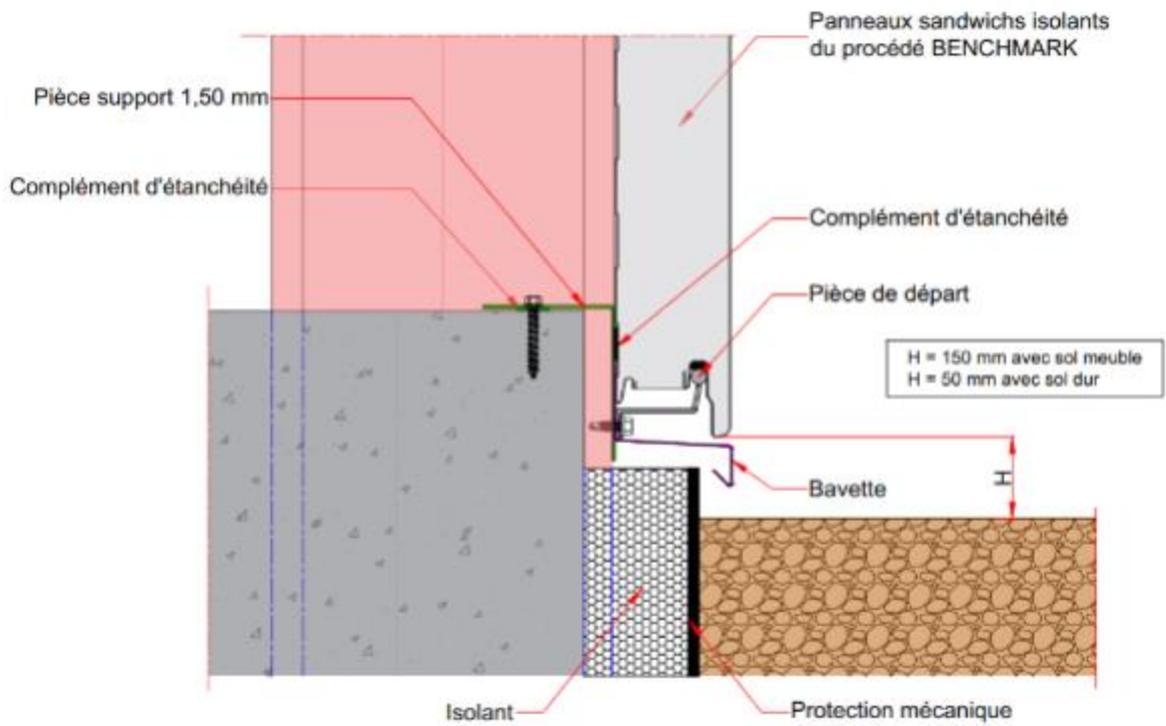
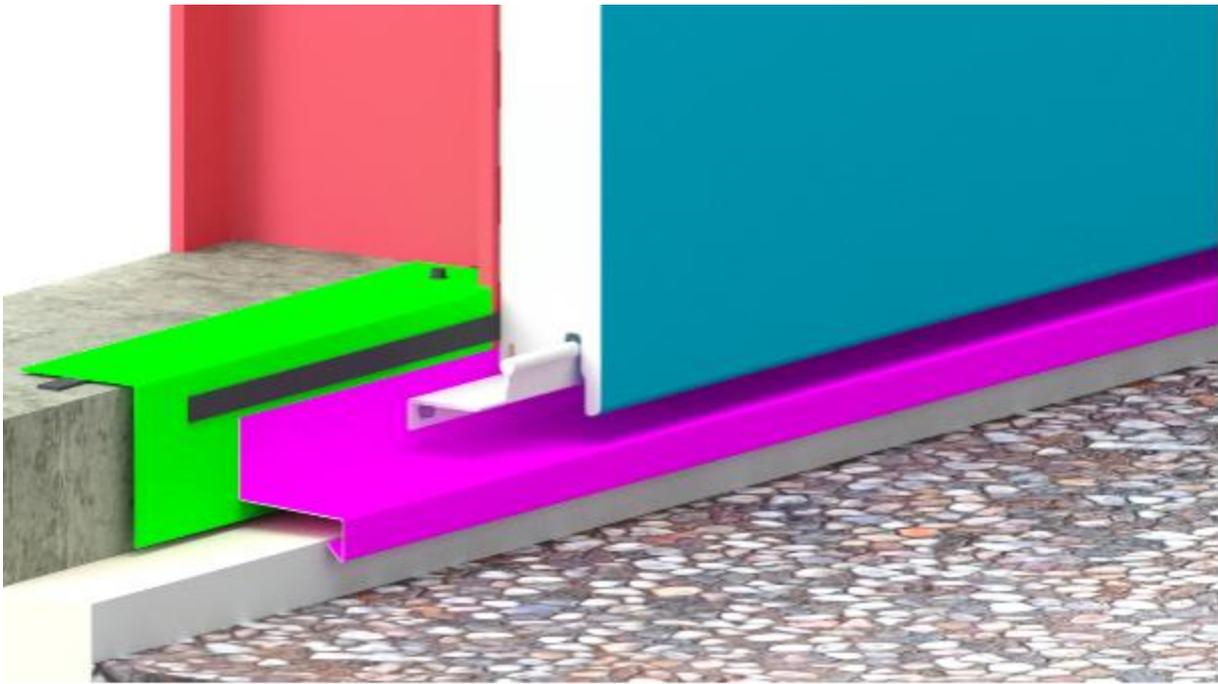
**Figure 13 – Répartition des fixations traversantes – Cas spécifiques d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux posés sur 2 appuis et/ou en extrémité de panneau au droit d'un angle**



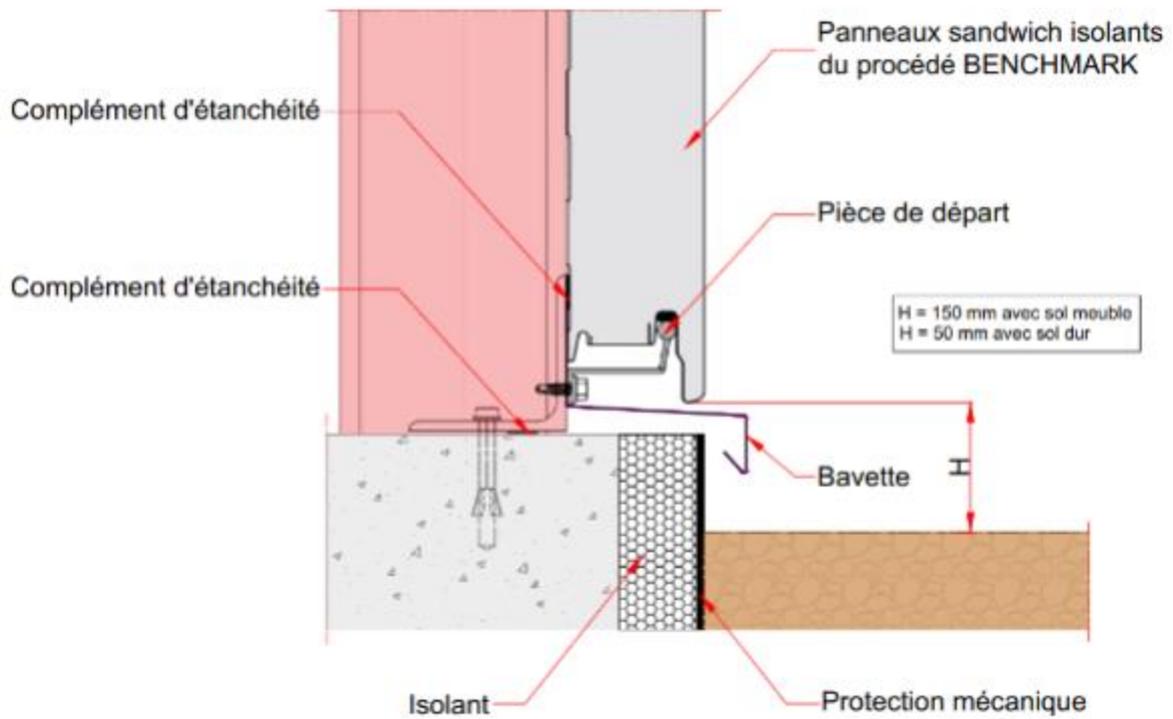
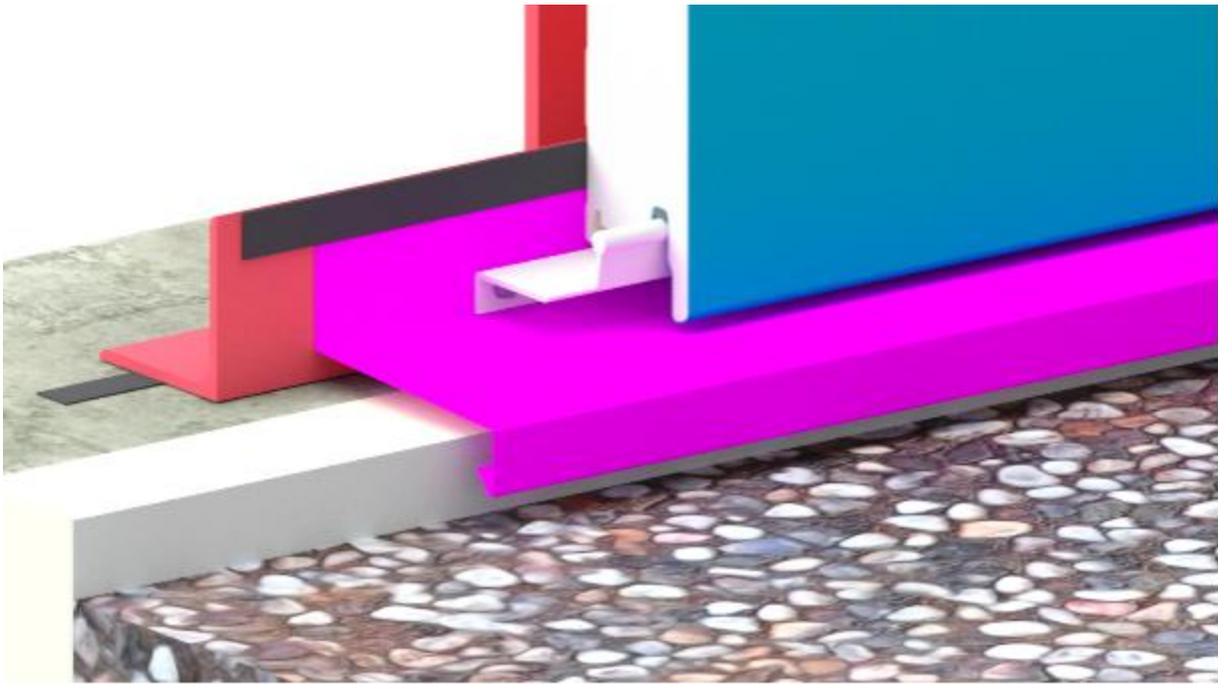
**Figure 14 – Bas de bardage en pose verticale devant longrine**



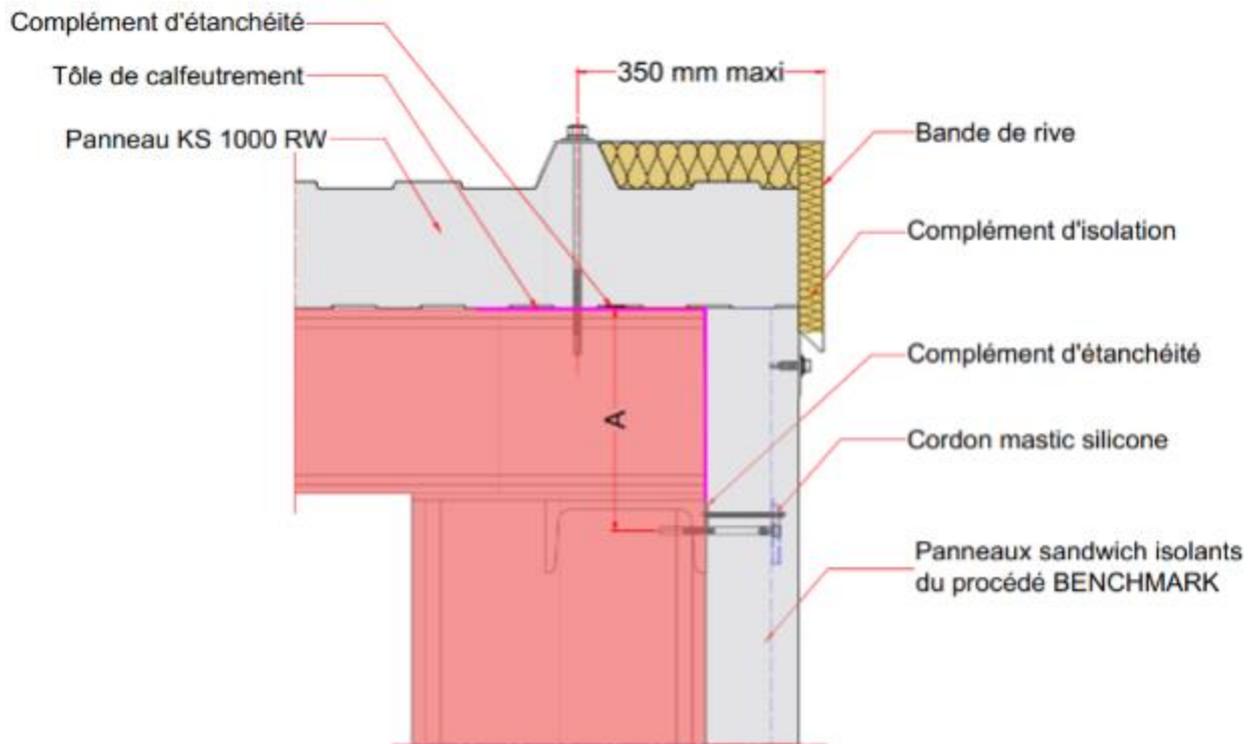
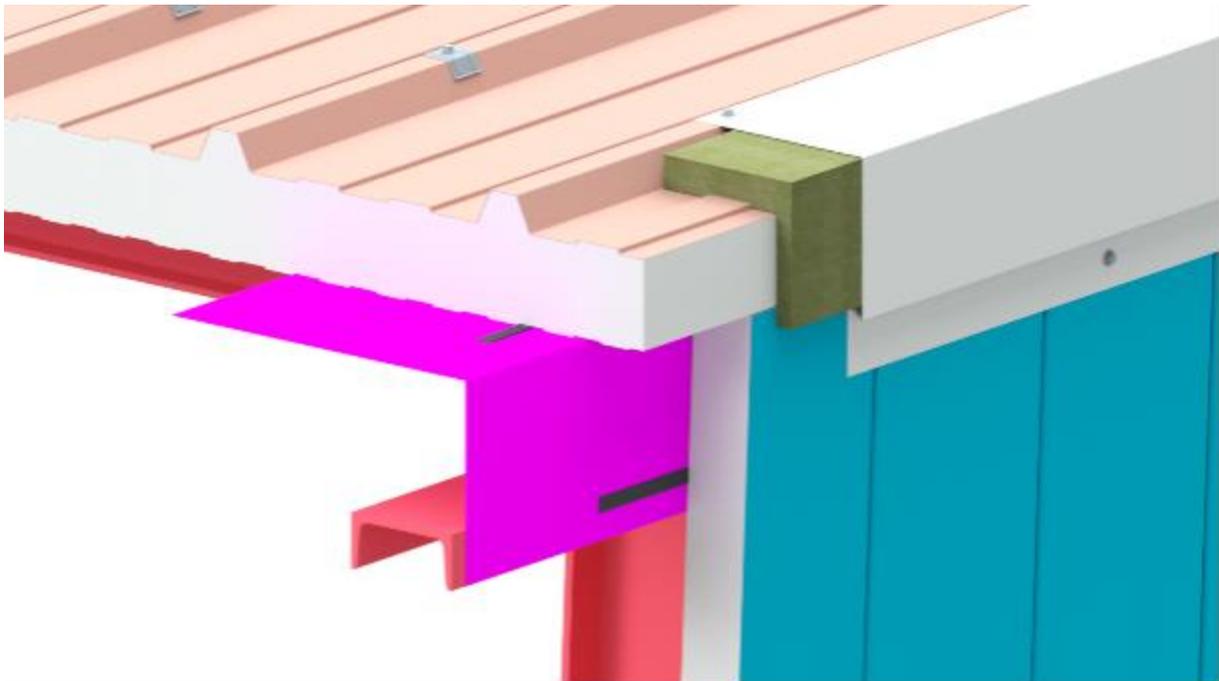
**Figure 14 bis – Bas de bardage en pose verticale sur longrine**



**Figure 15 – Bas de bardage en pose horizontale devant longrine**

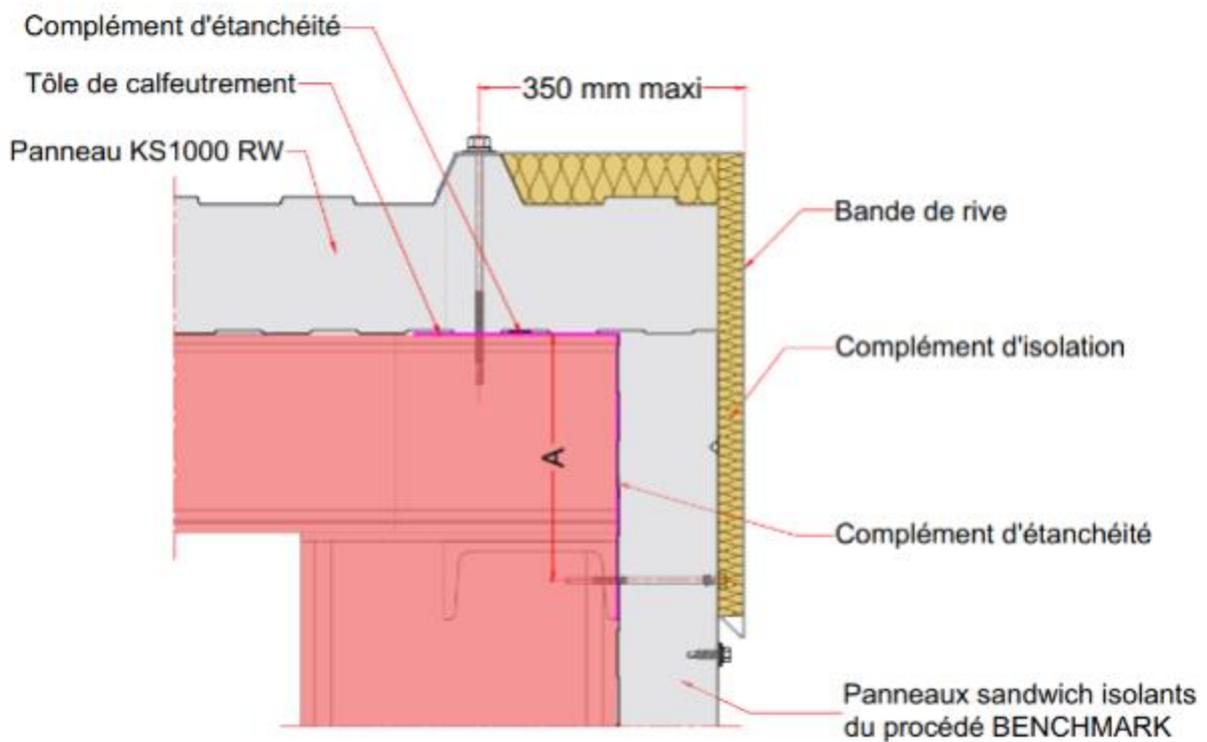
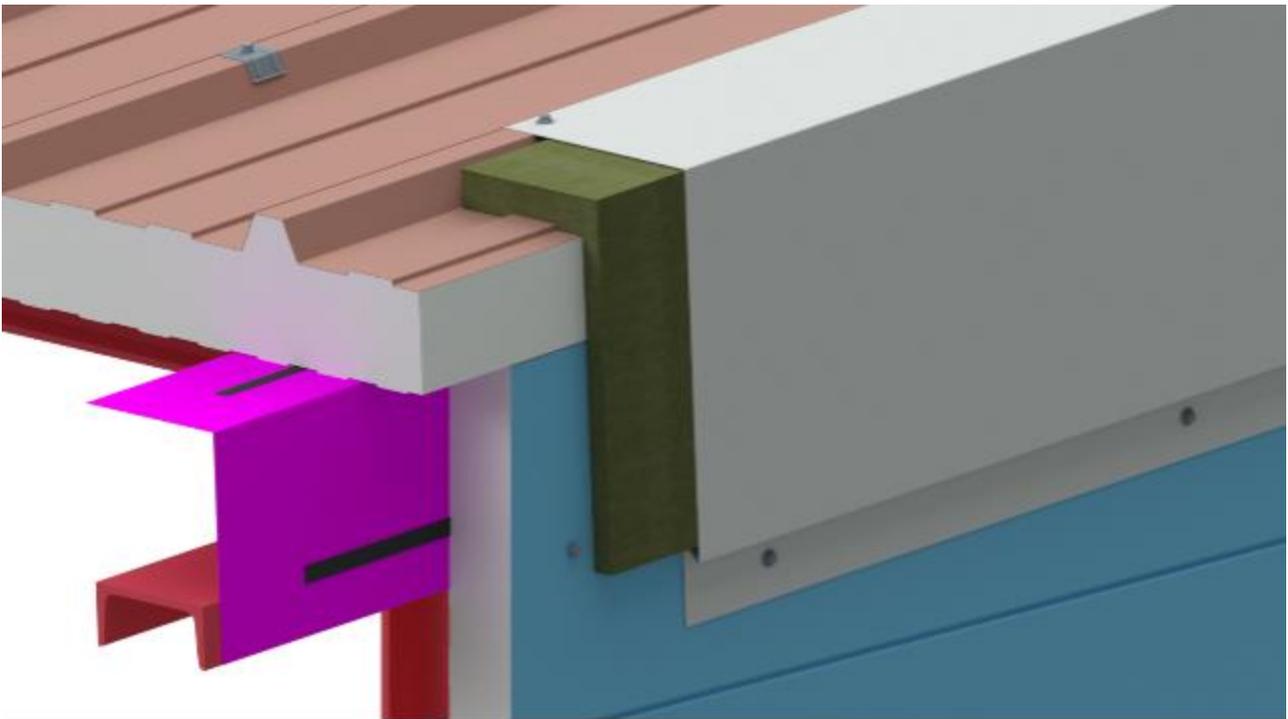


**Figure 15 bis – Bas de bardage en pose horizontale sur longrine**



**A : Porte à faux longitudinal tel qu'indiqué du §2.3.1**

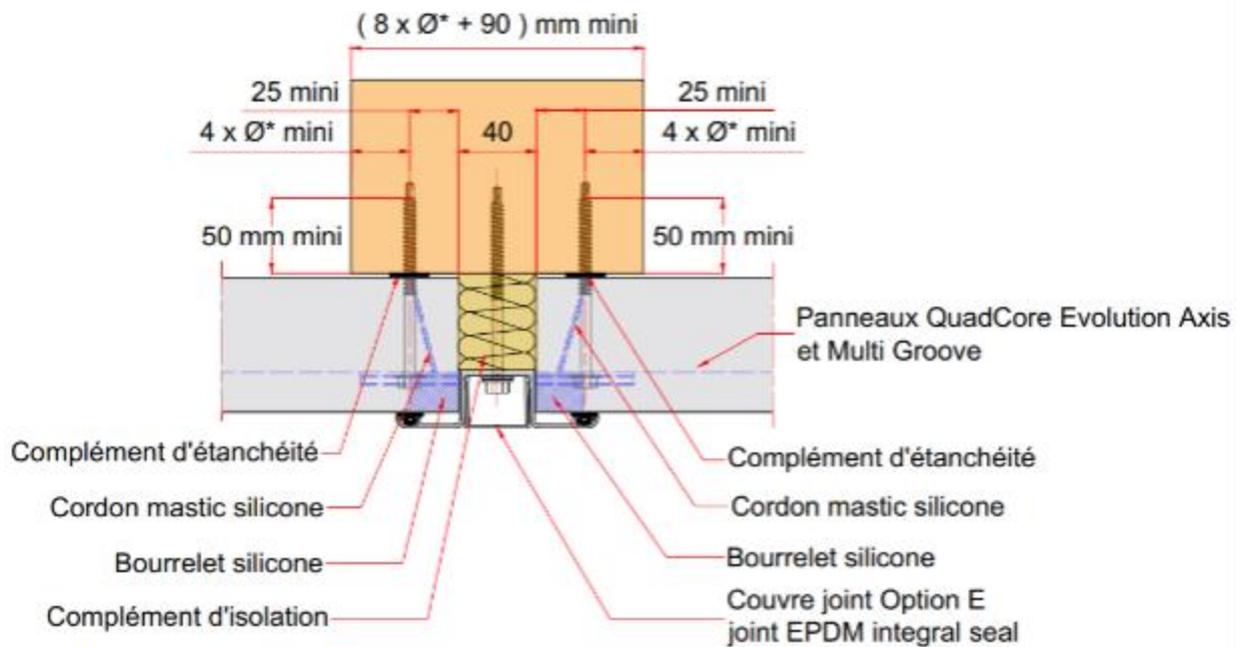
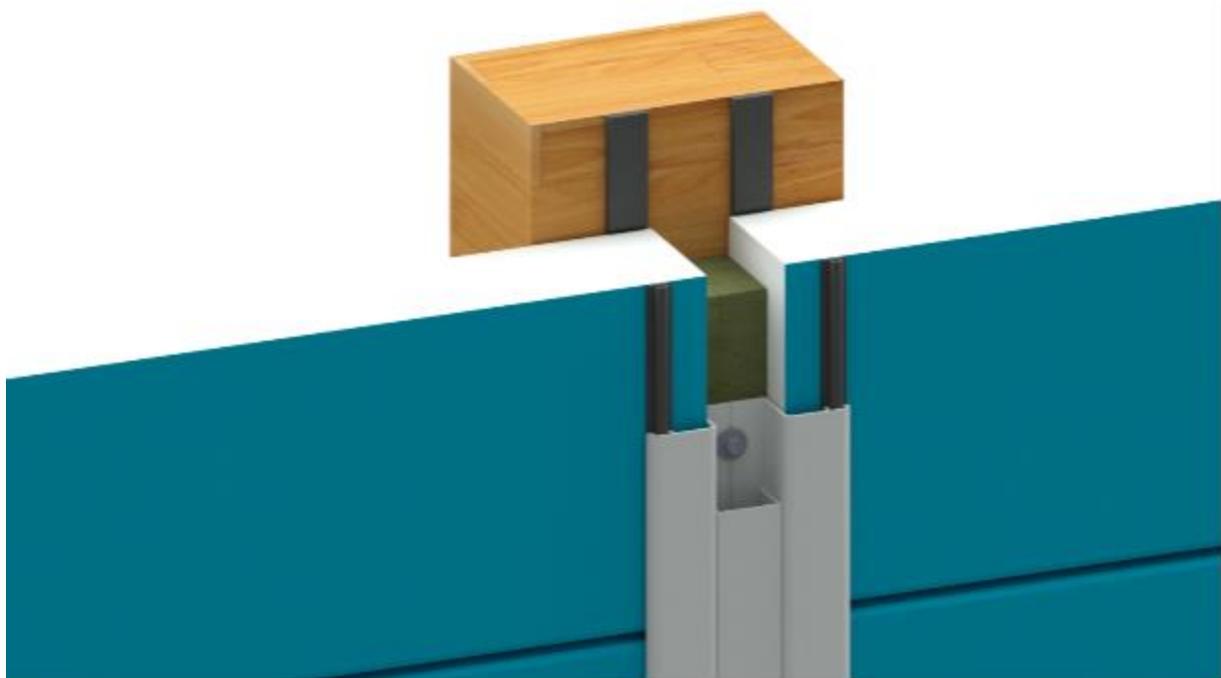
**Figure 16 – Haut de bardage en pose verticale**



**A : Porte à faux est limité à 1/3 de la largeur utile du panneau sandwich isolant avant sa découpe sans être inférieur à 20 mm**

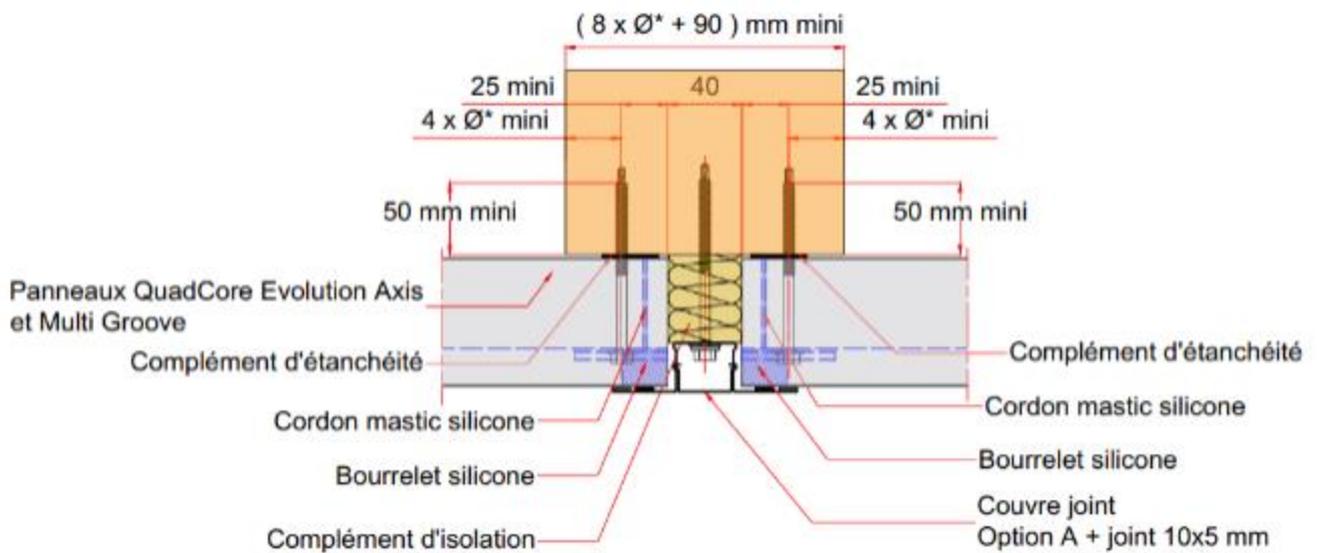
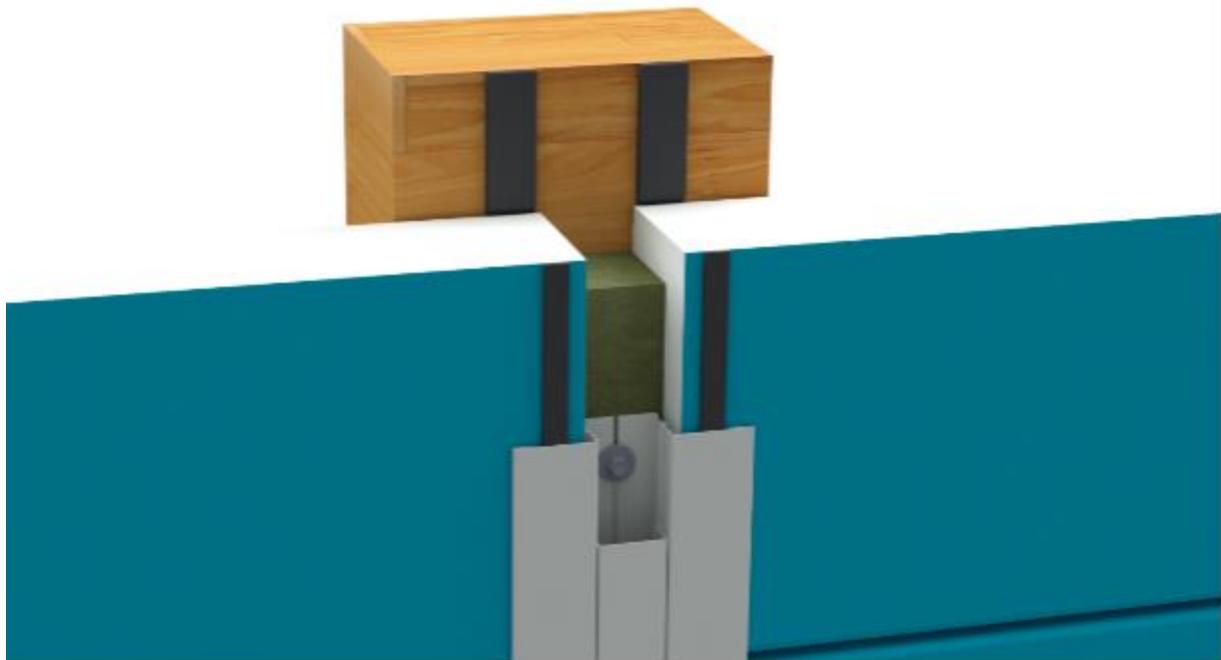
**Figure 17 – Haut de bardage en pose horizontale**





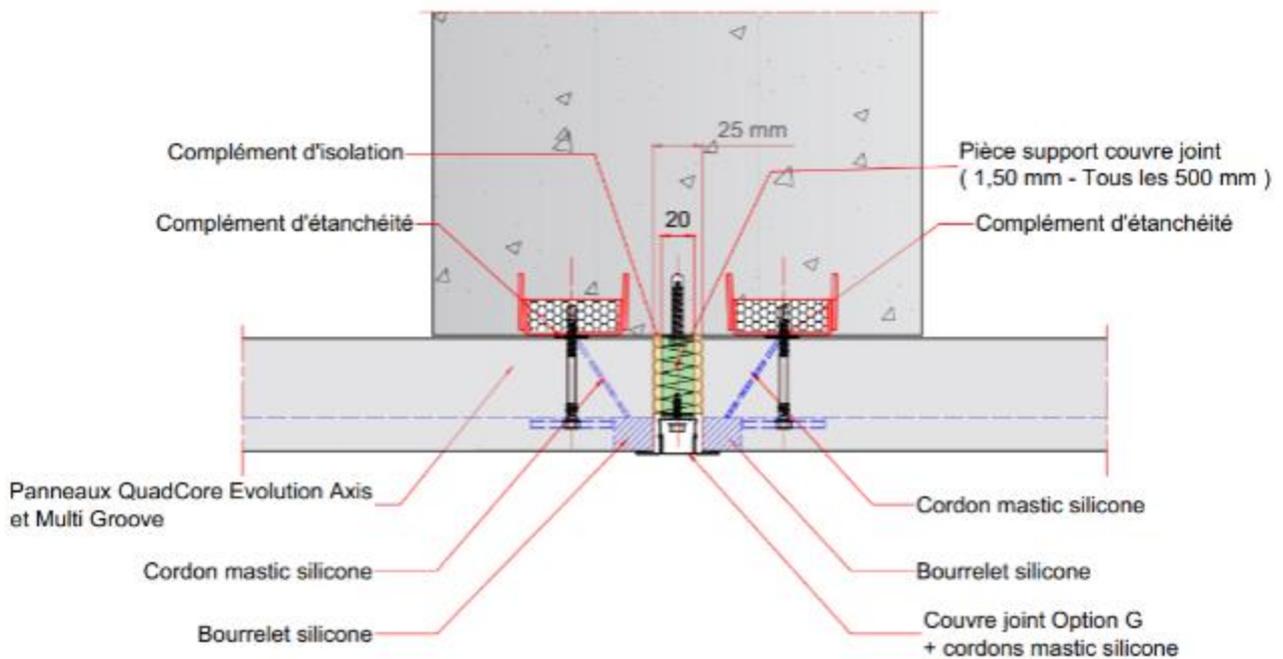
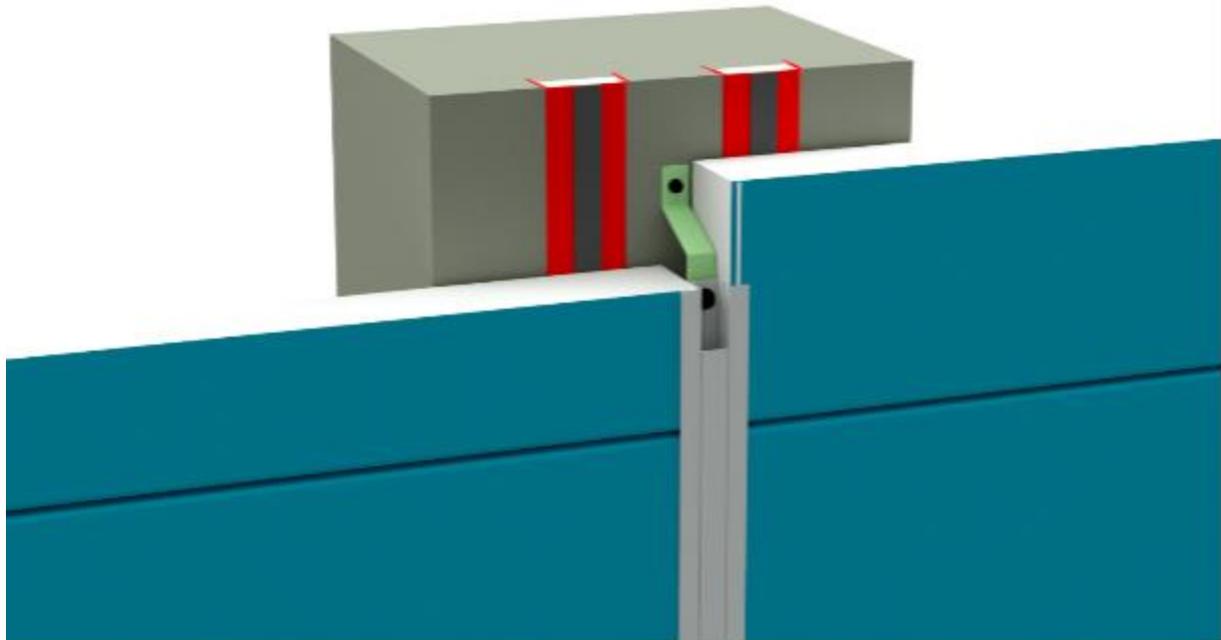
(\*) : Diamètre de la vis

**Figure 19 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option E sur ossature bois**



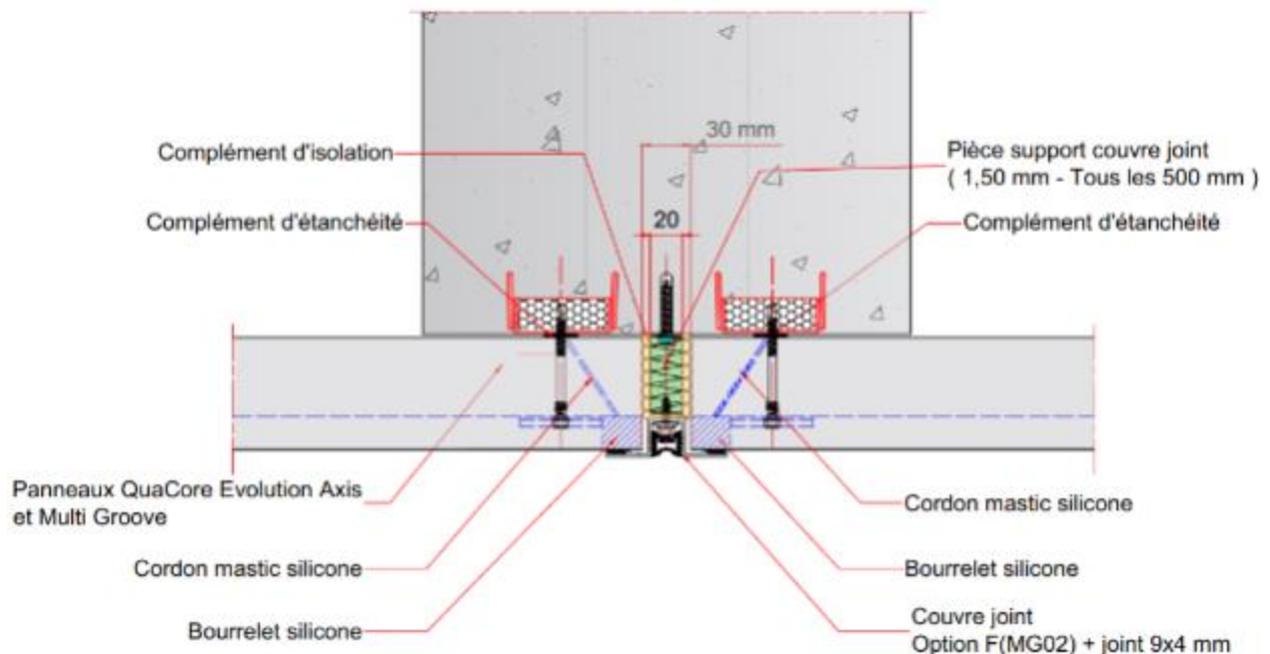
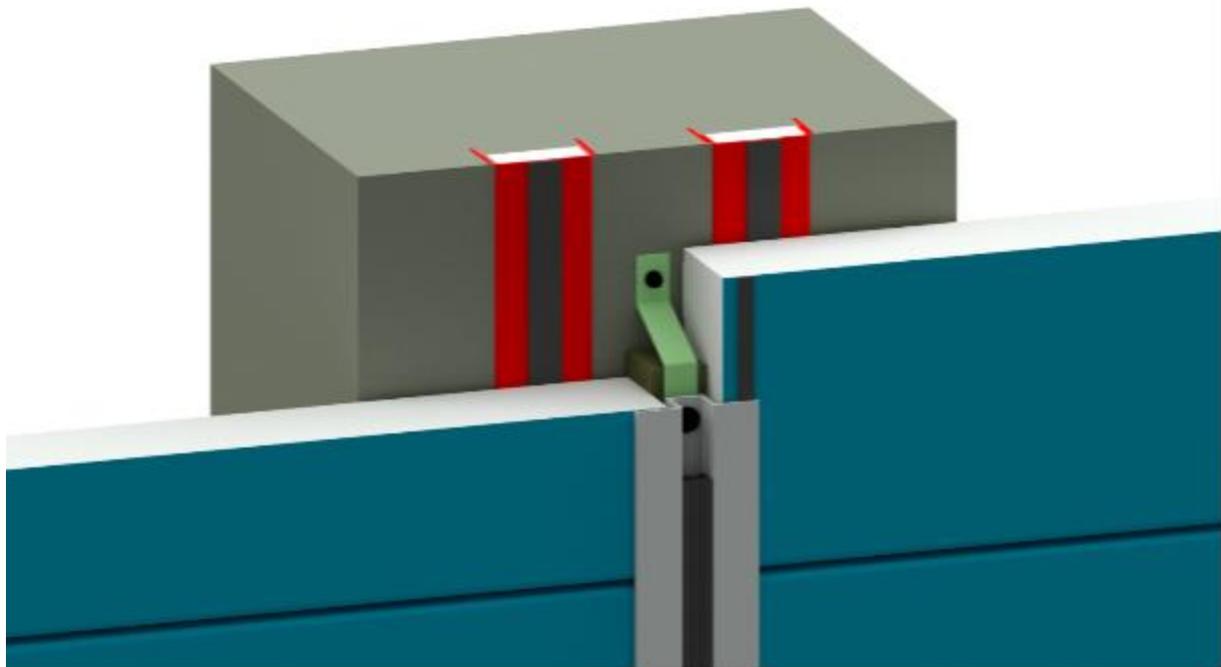
(\*) : Diamètre de la vis

**Figure 20 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option A (Affleurant) sur ossature bois**



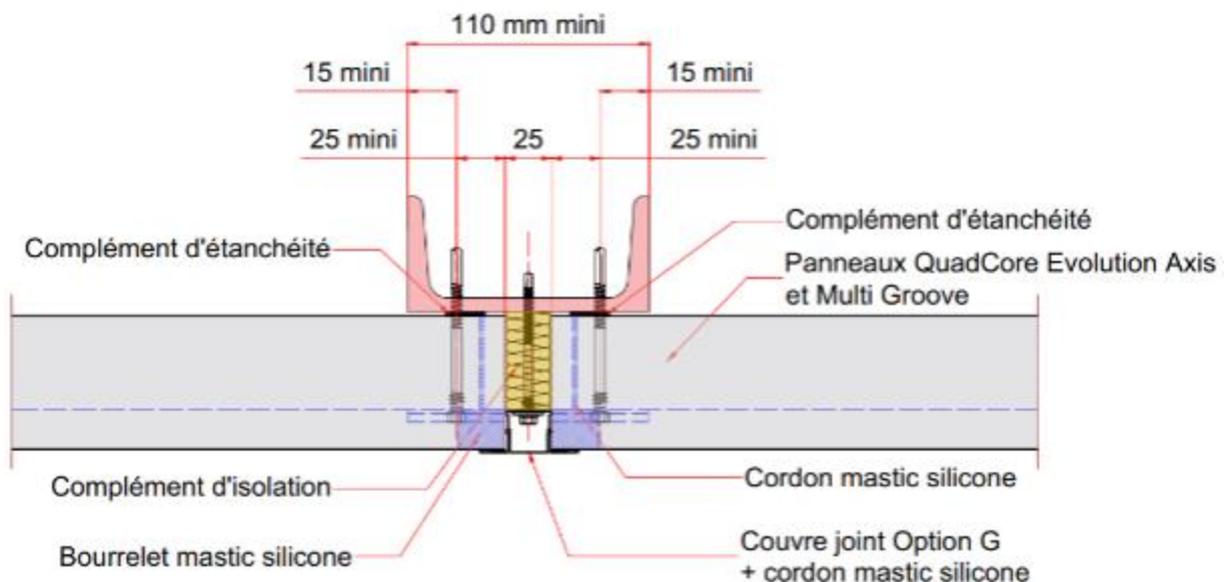
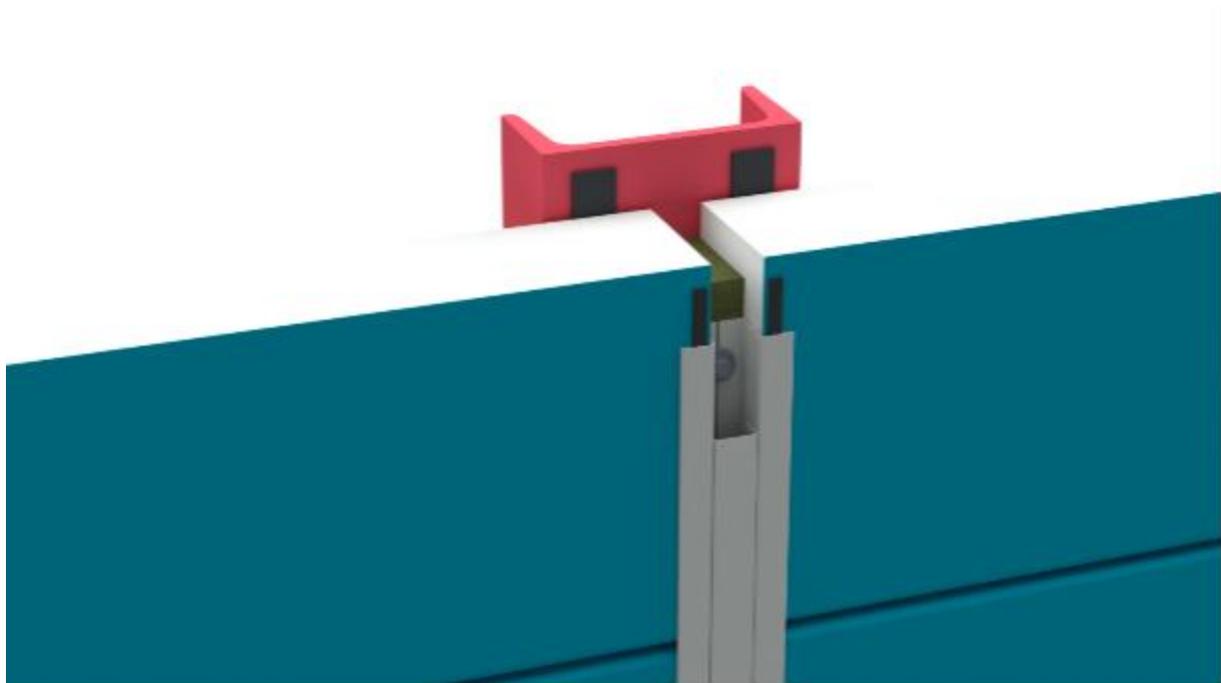
Exemple d'insert métallique dans le poteau béton  
(type HTU 60-22-3).

Figure 21 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option G (Affleurant) sur ossature béton

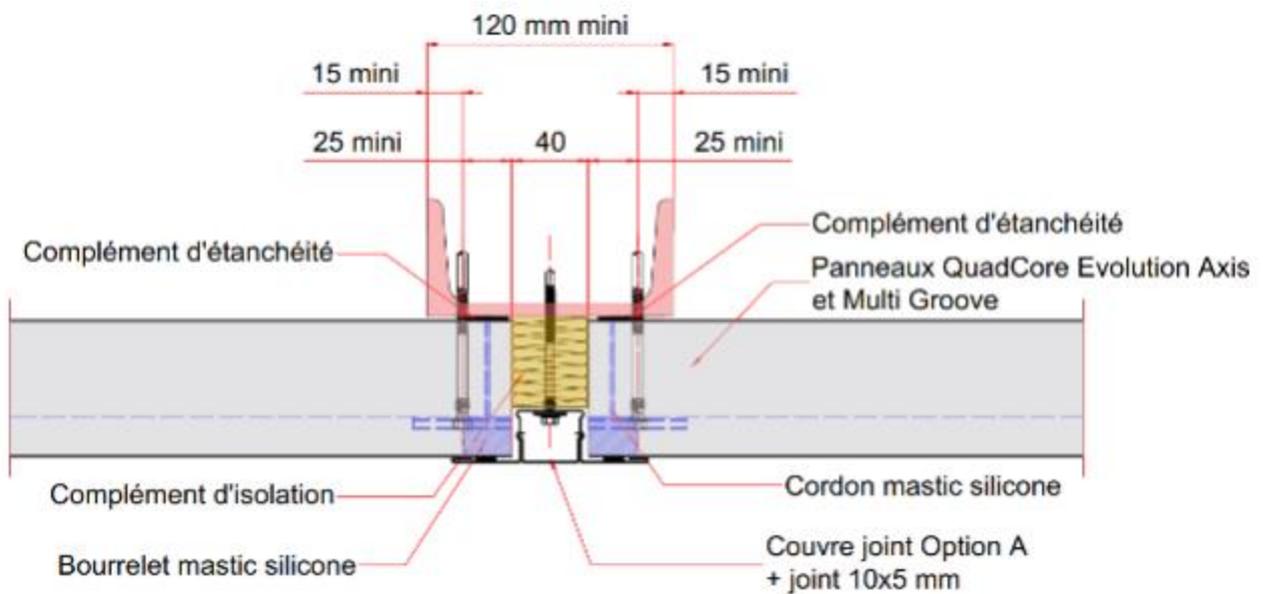
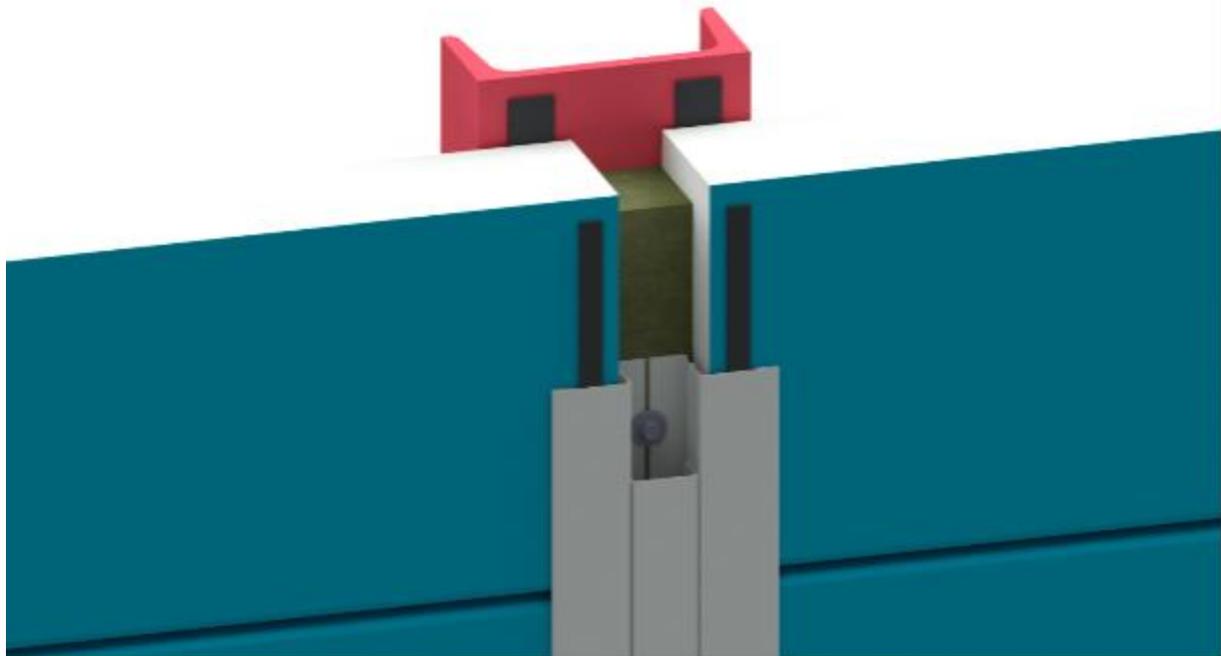


**Exemple d'insert métallique dans le poteau béton (type HTU 60-22-3).**

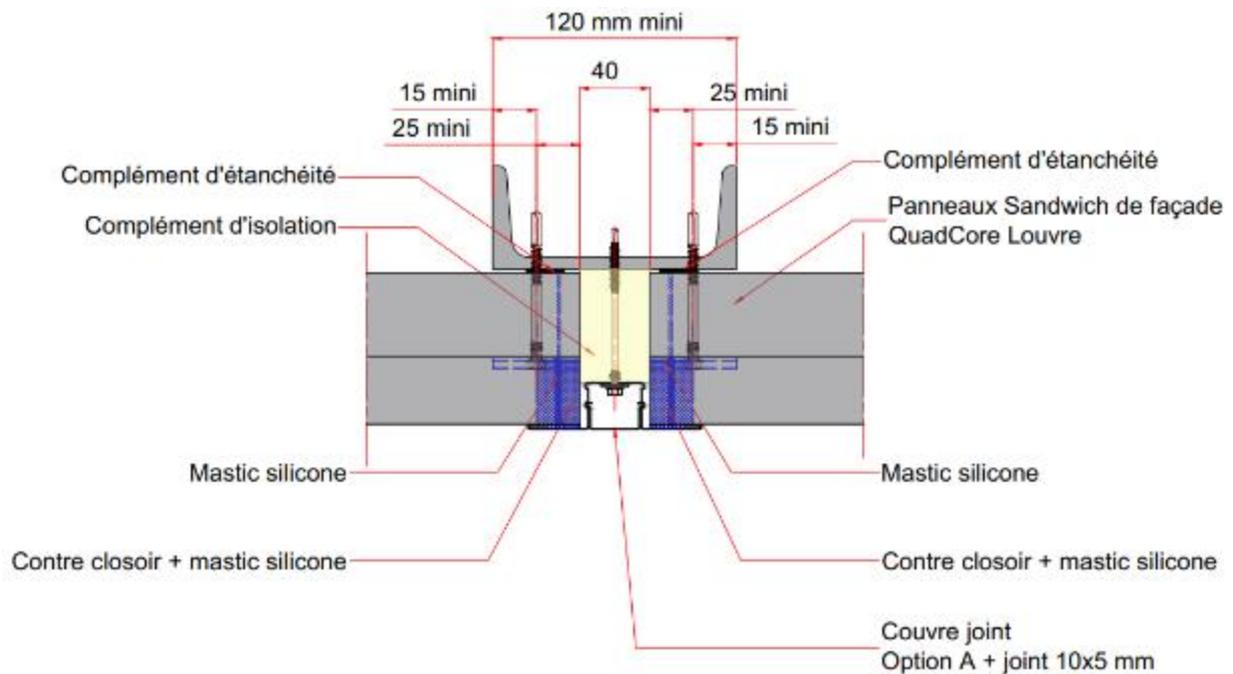
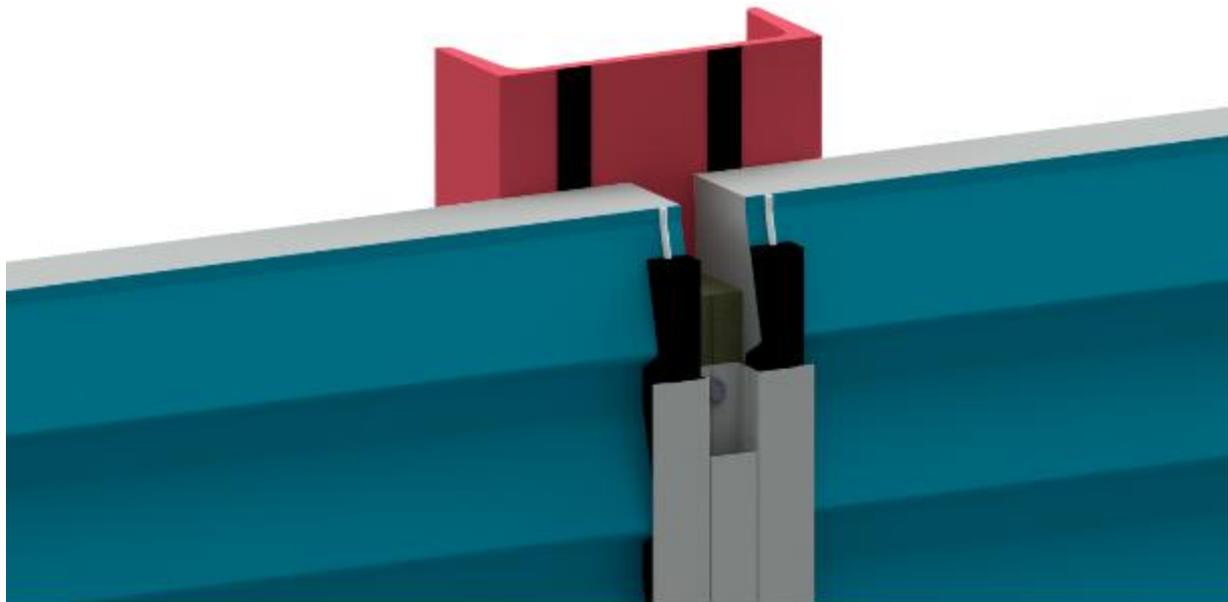
**Figure 22 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option F (MG02) sur ossature béton**



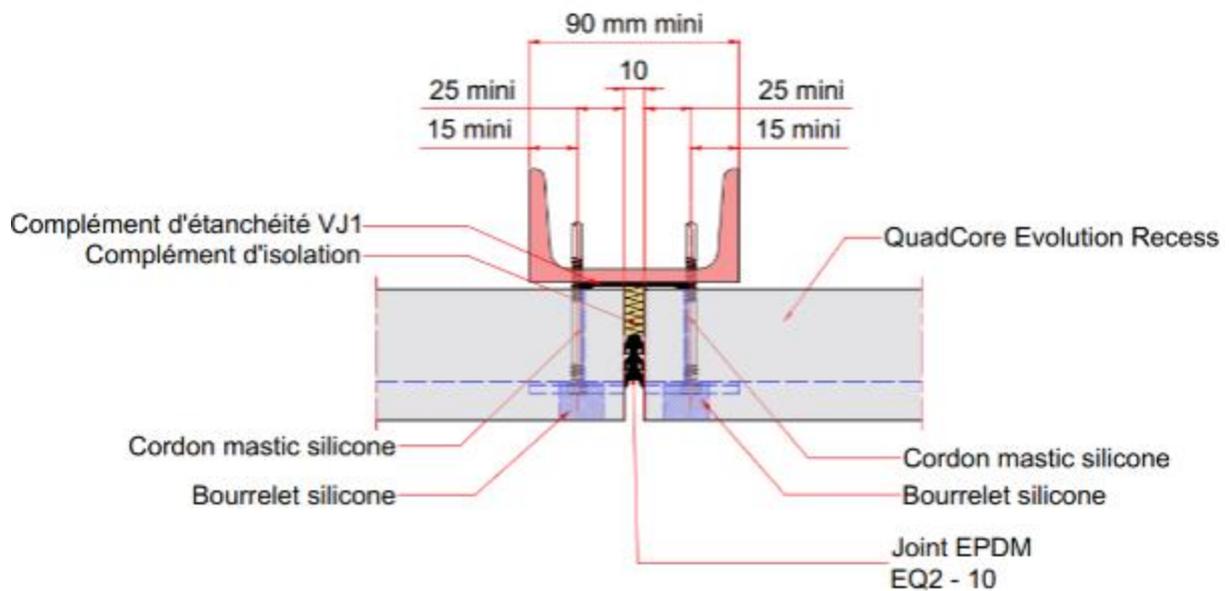
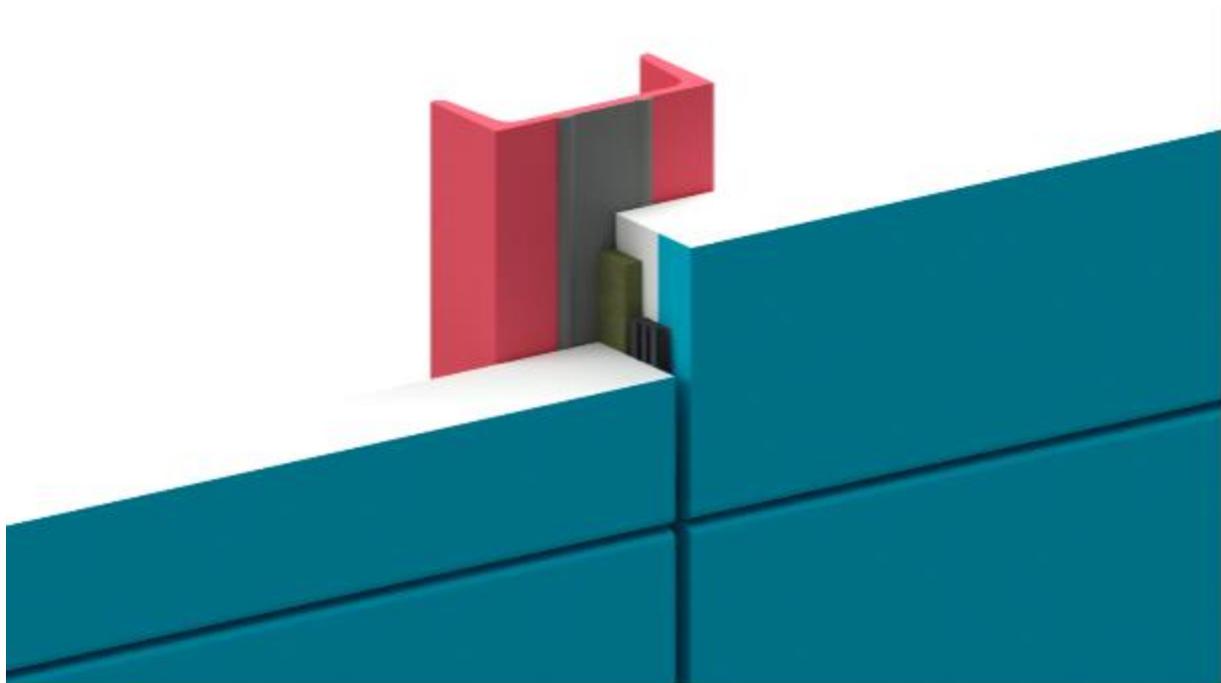
**Figure 23 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option G (Affleurant) sur ossature acier**



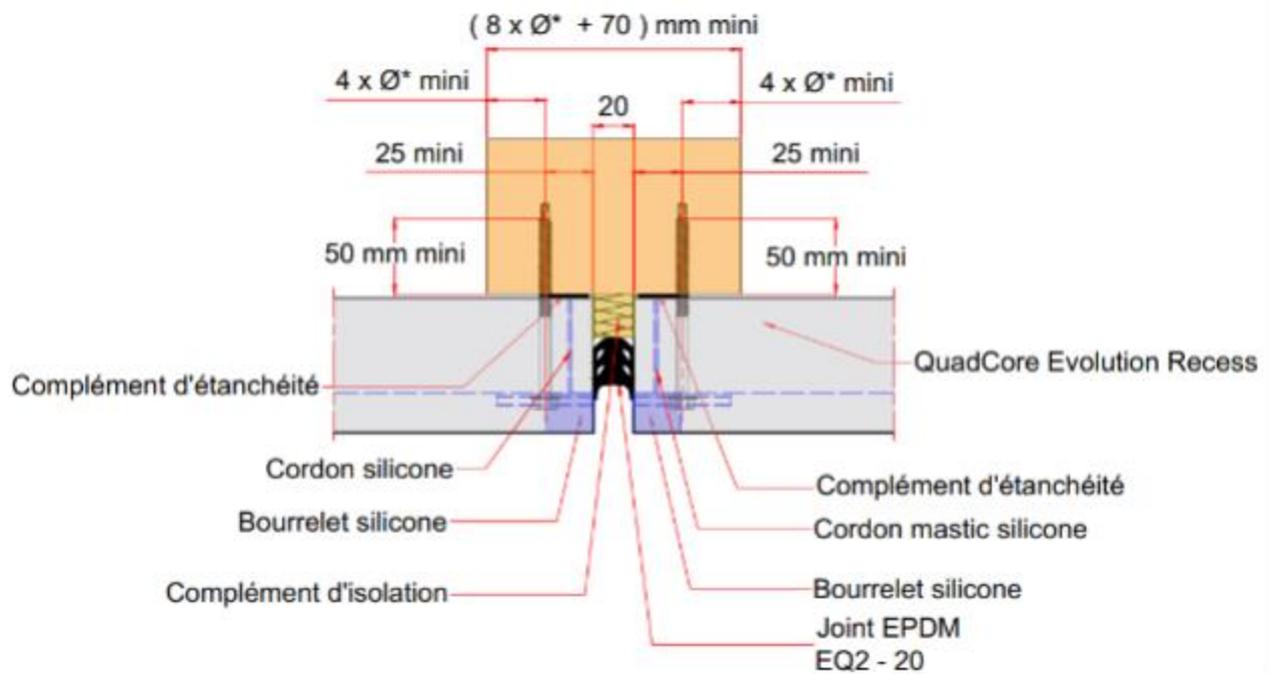
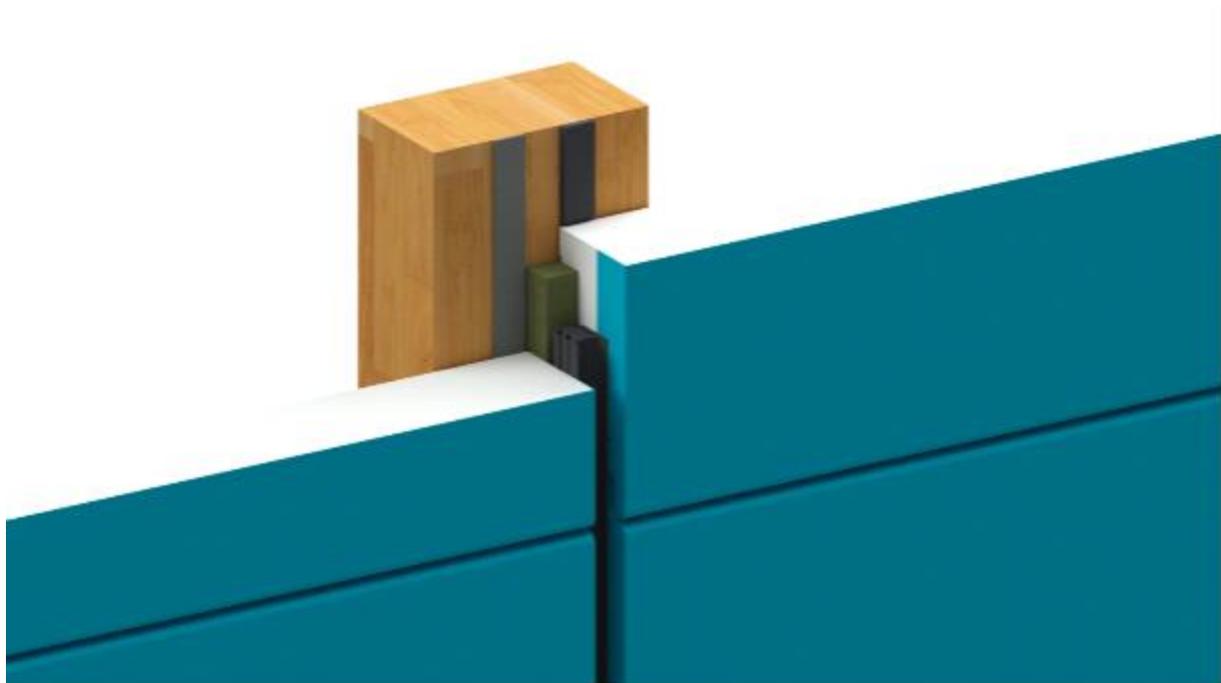
**Figure 24 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et couvre-joint option A (Affleurant) sur ossature acier**



**Figure 25 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Louvre et couvre-joint option A (Affleurant) sur ossature acier**

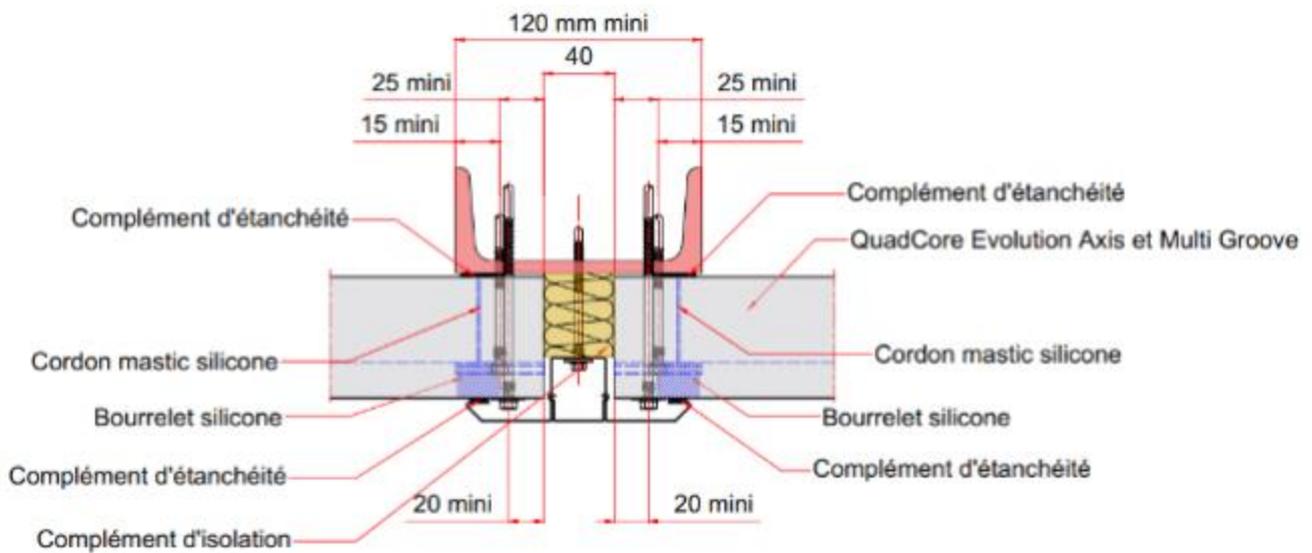
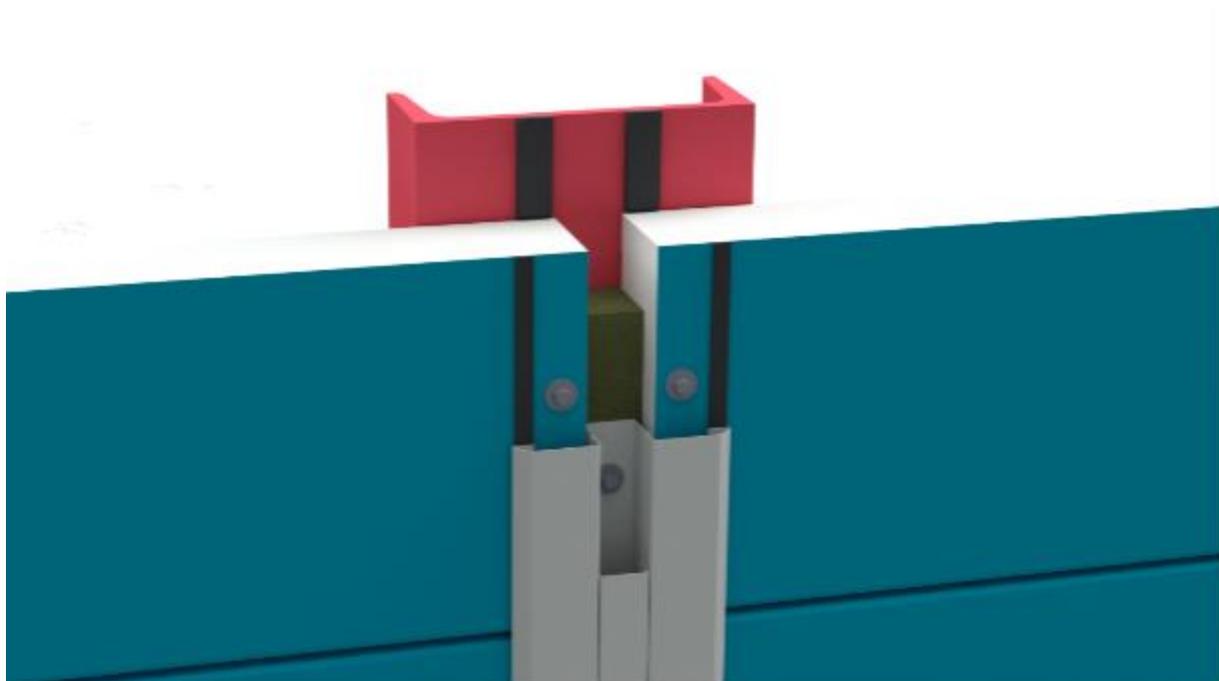


**Figure 26 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneau sandwich isolant Evolution Recess et joint EPM EQ2-10 sur ossature acier**

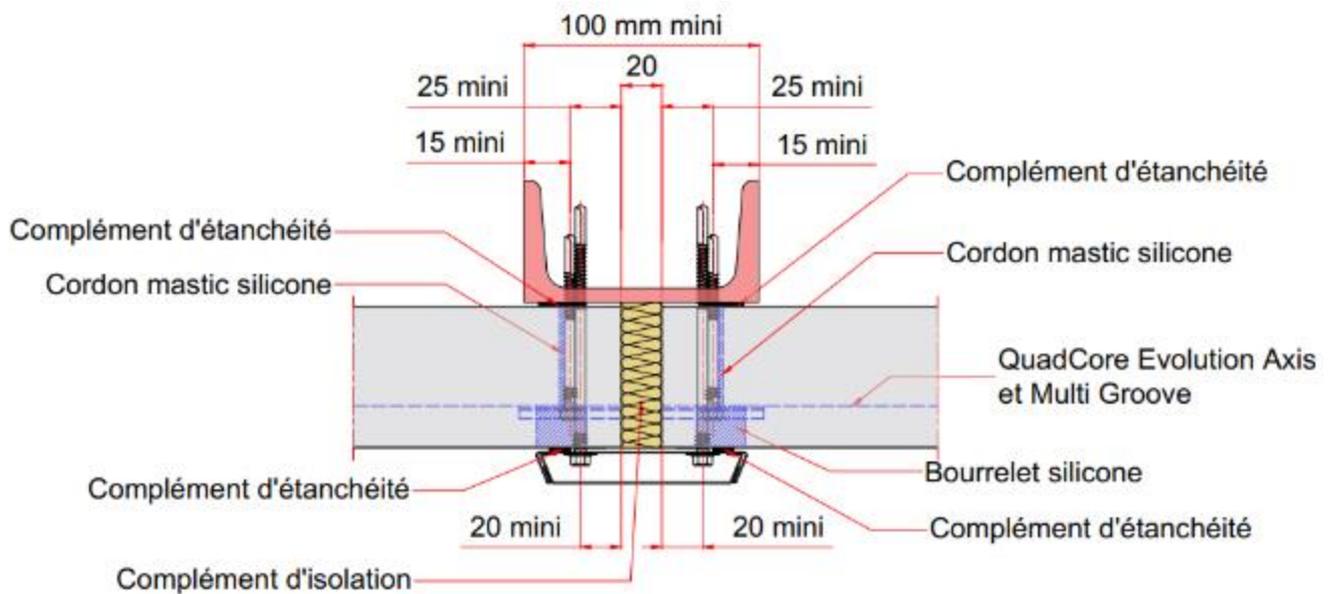
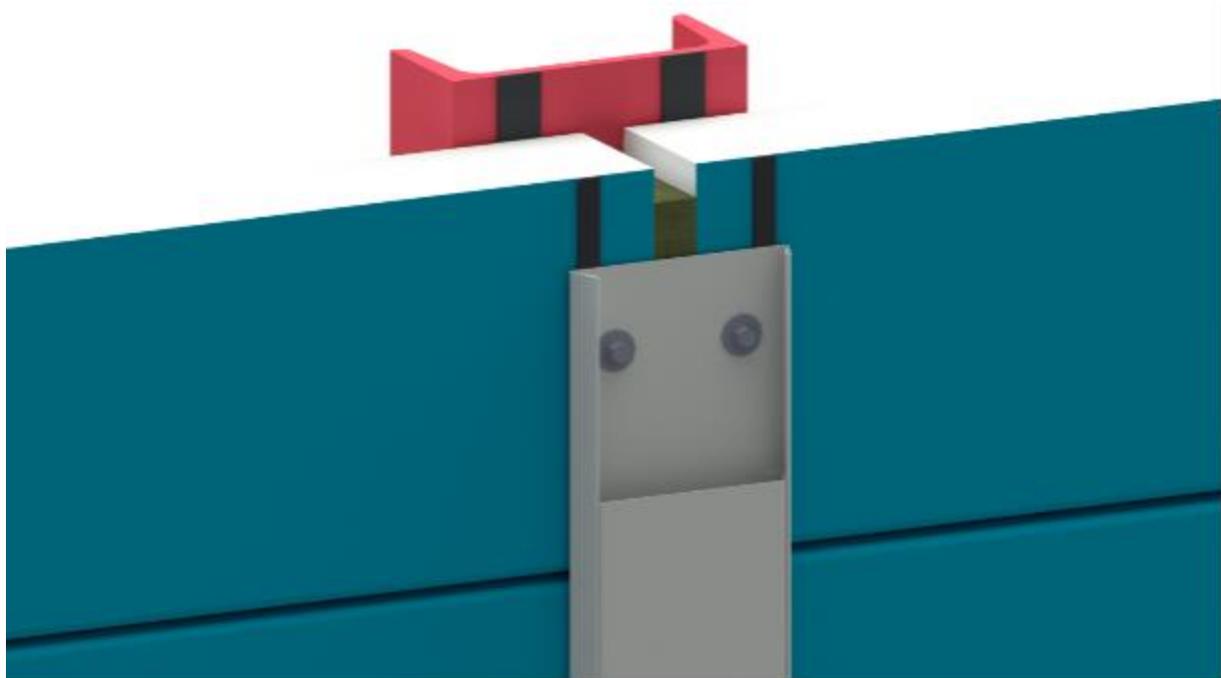


(\*) : Diamètre de la vis

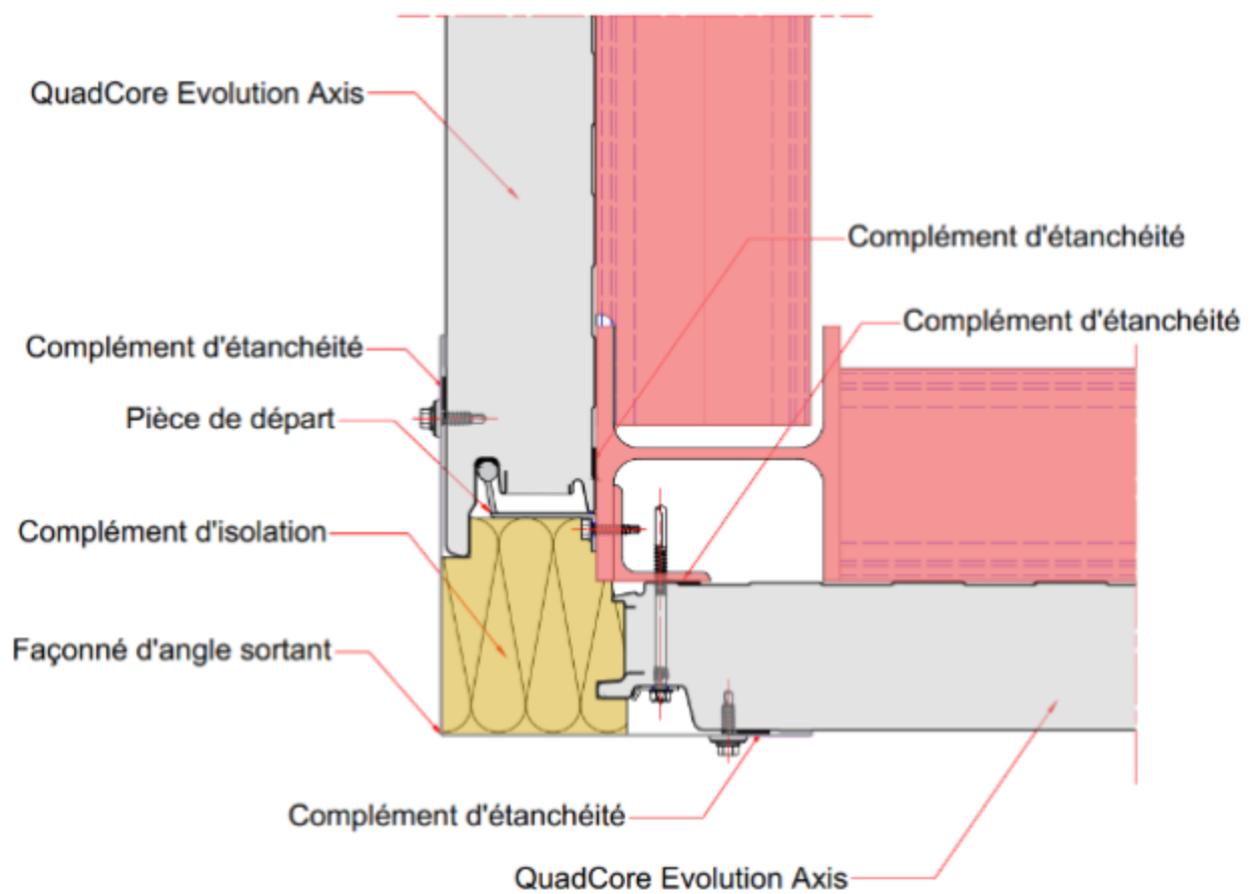
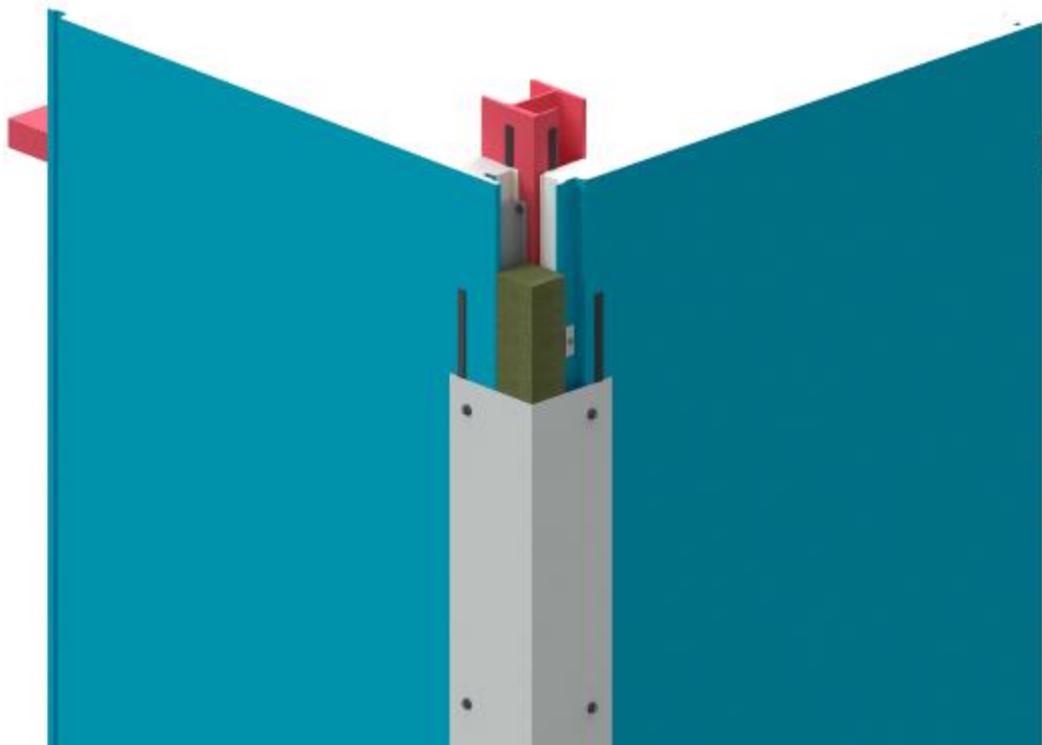
**Figure 27 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneau sandwich isolant Evolution Recess et joint EPM EQ2-20 sur ossature bois**



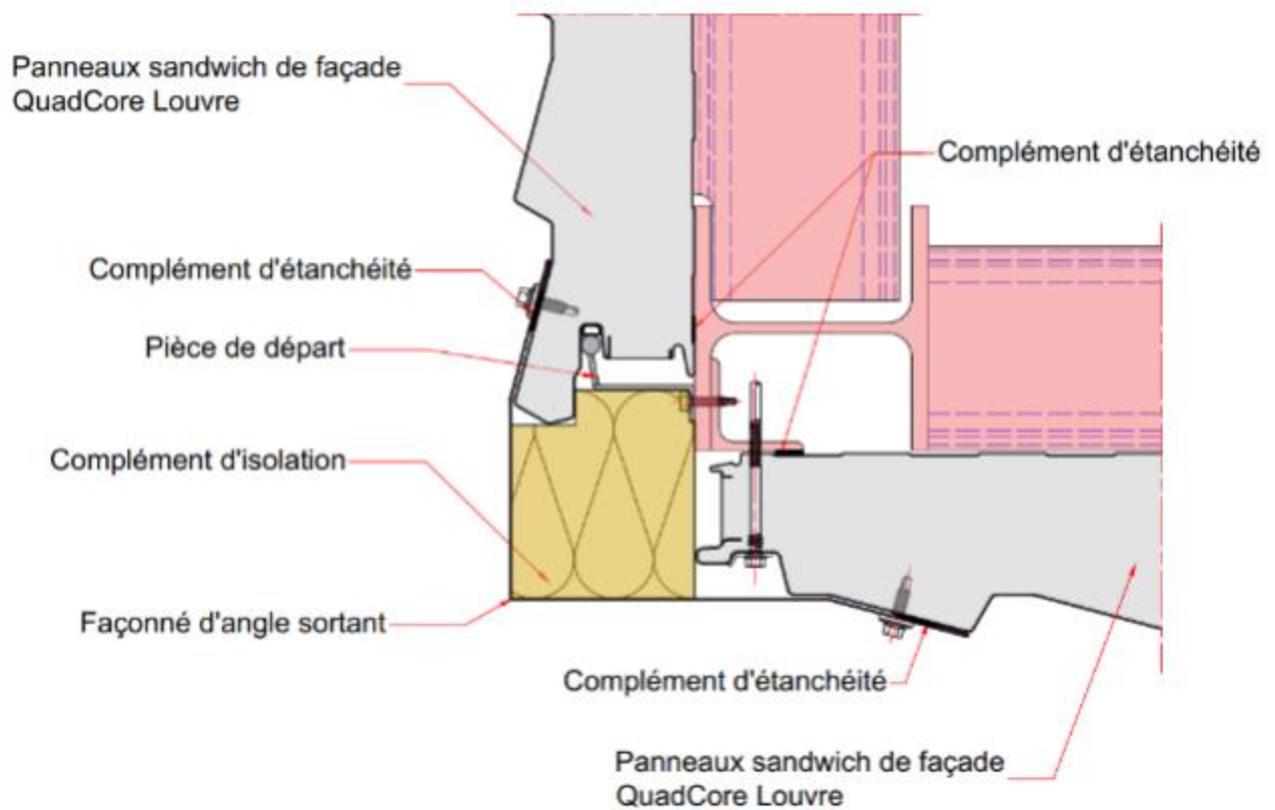
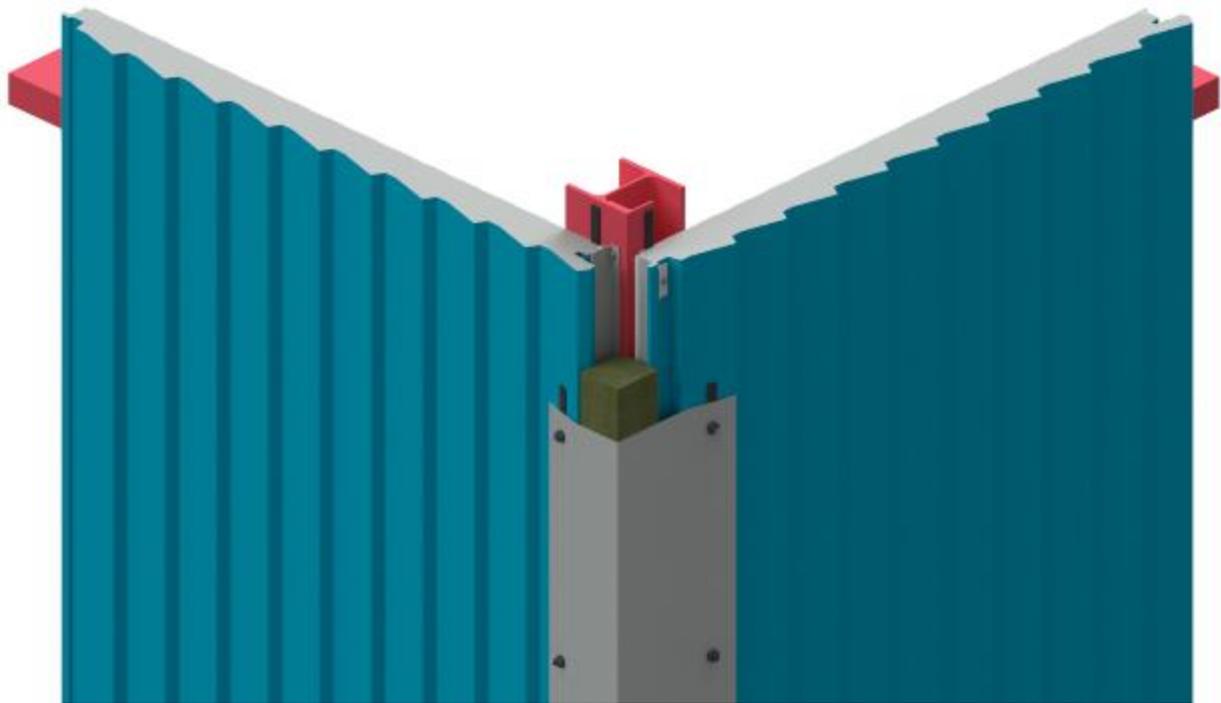
**Figure 28 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants BENCHMARK et 2 fixations traversantes complémentaires par largeur de panneau – Conception 1 avec panneaux Evolution Axis représenté**



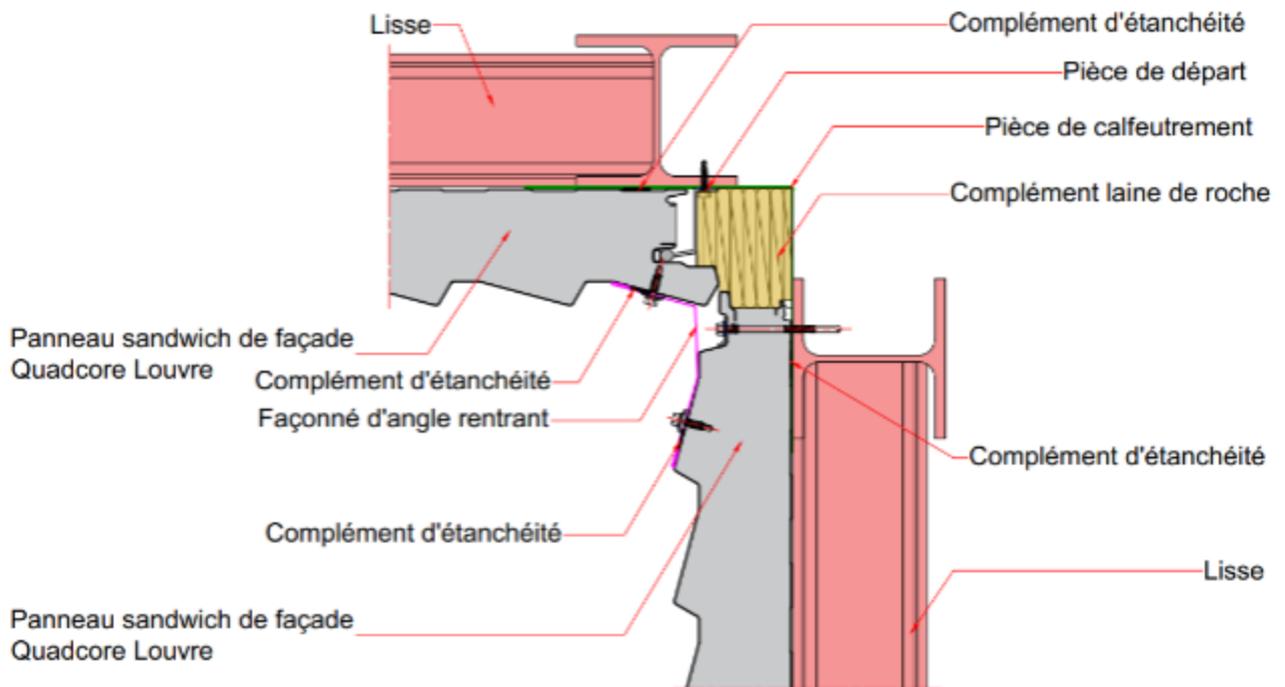
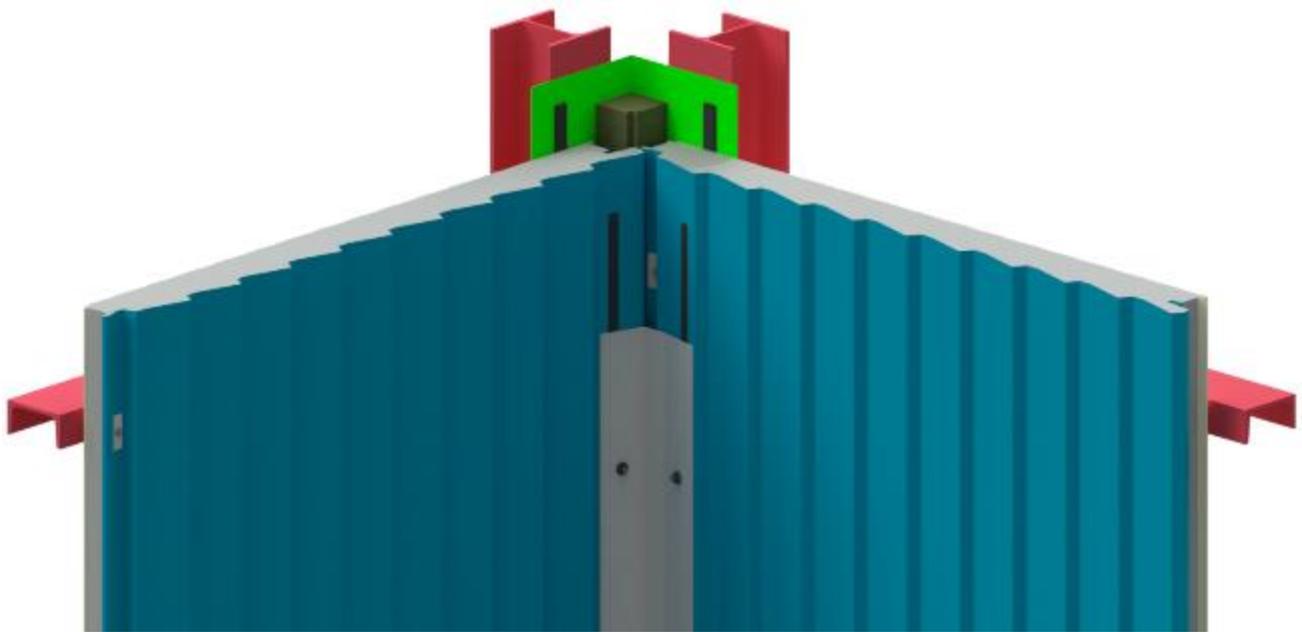
**Figure 29 – Exemple d'une jonction verticale en pose horizontale avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Multi Groove et 2 fixations traversantes complémentaires par largeur de panneau – Conception 2**



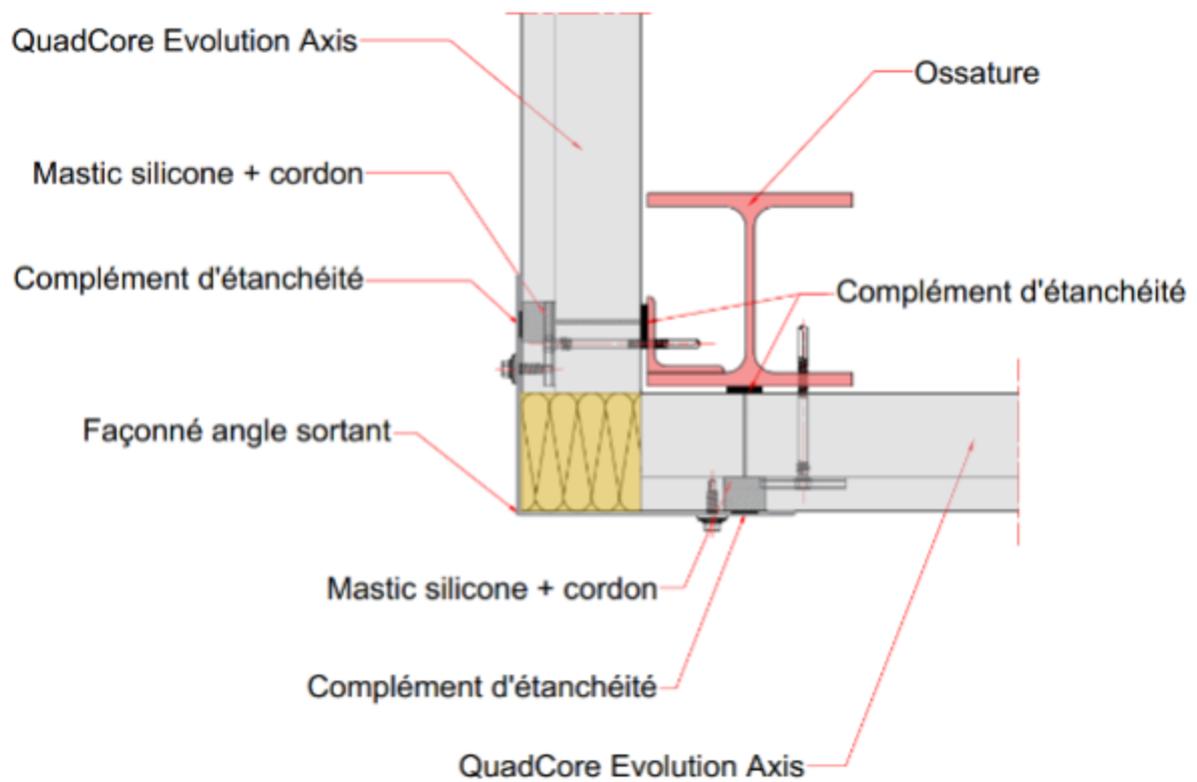
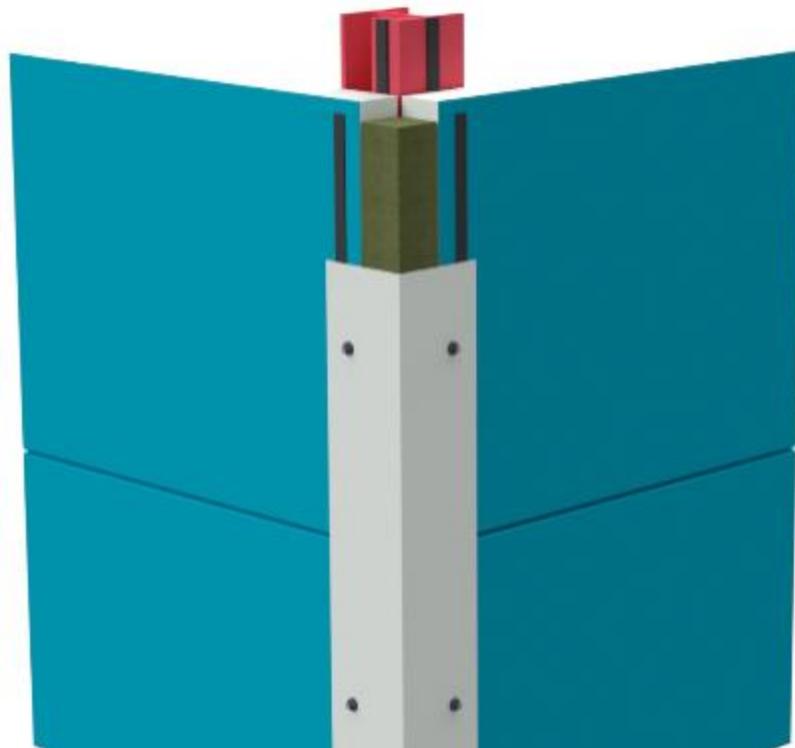
**Figure 30 – Exemple d'angle sortant assemblé sur site en pose verticale avec panneau sandwich isolant Evolution Axis**



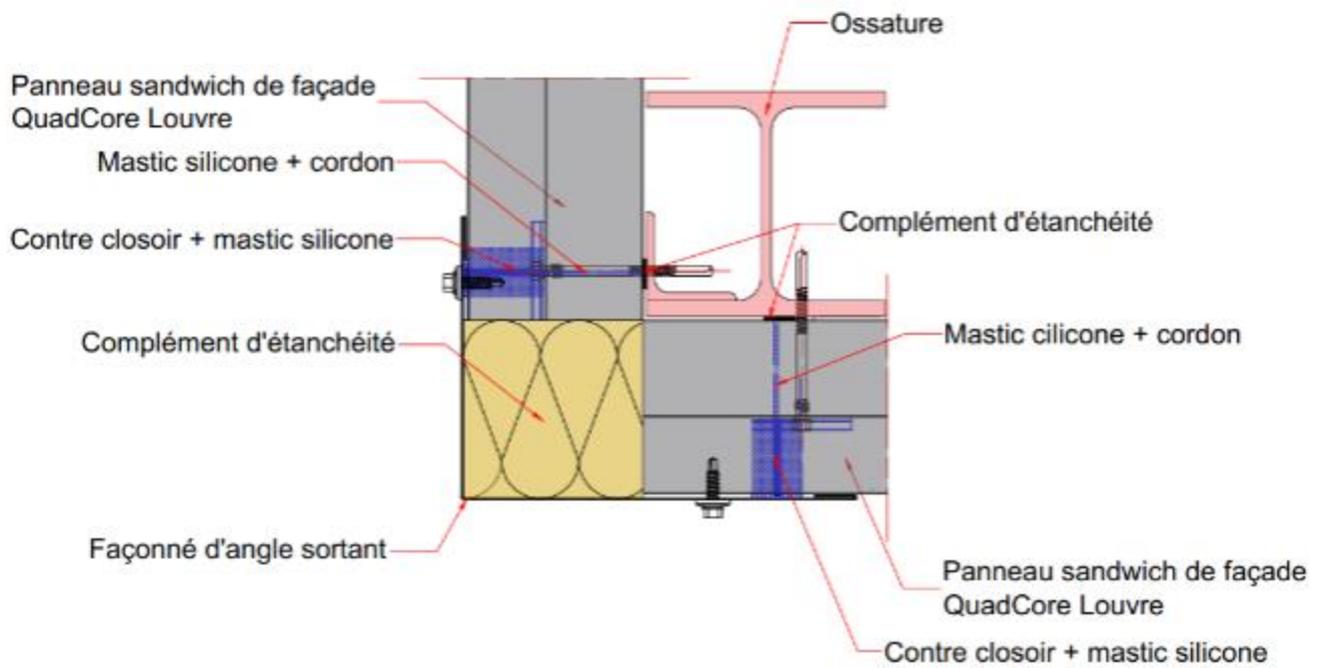
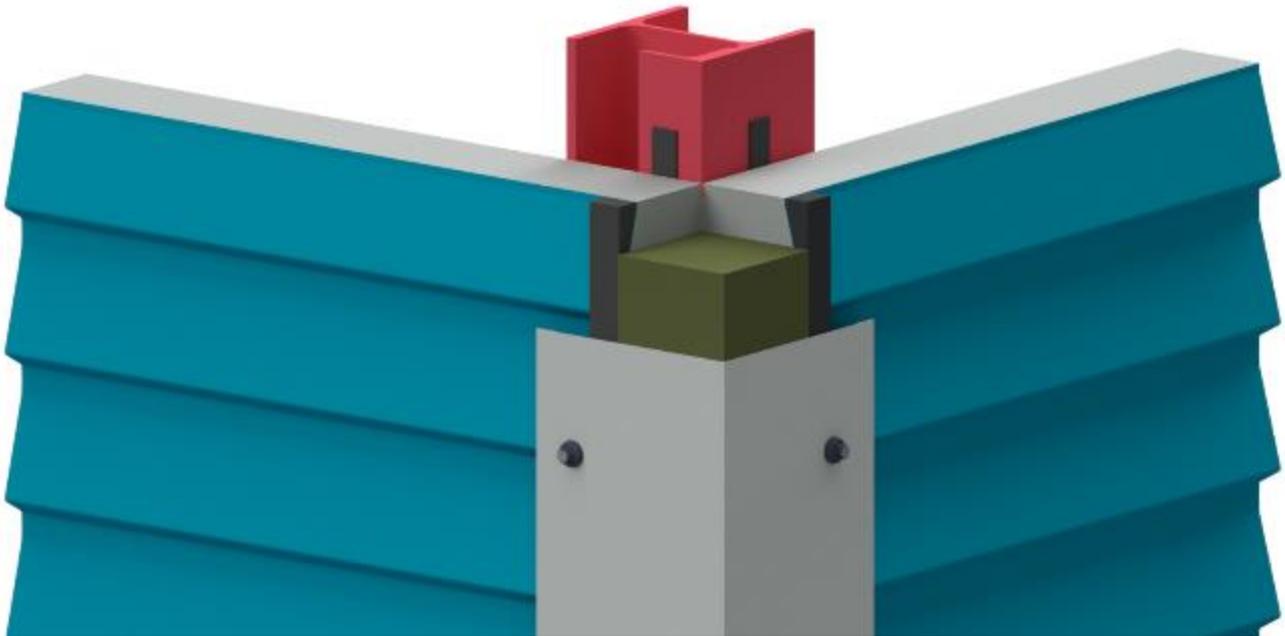
**Figure 31 – Exemple d'angle sortant assemblé sur site en pose verticale avec panneau sandwich isolant Louvre**



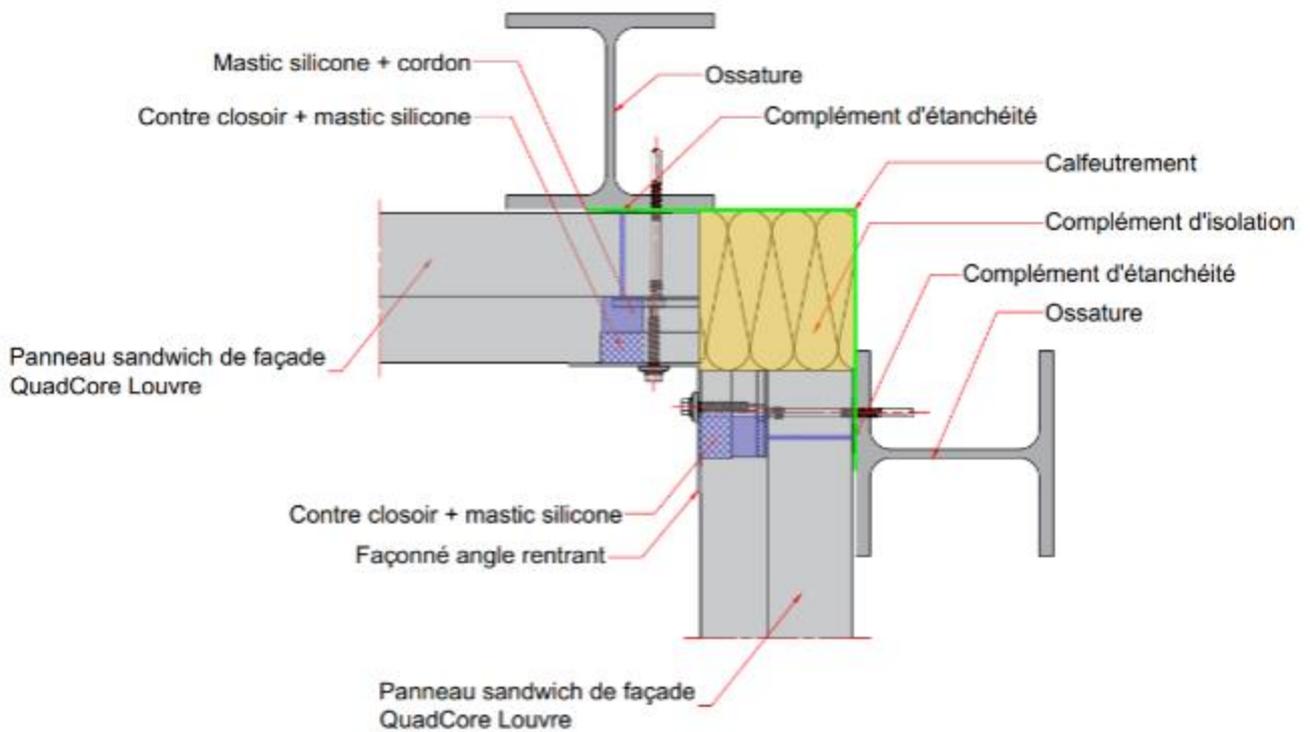
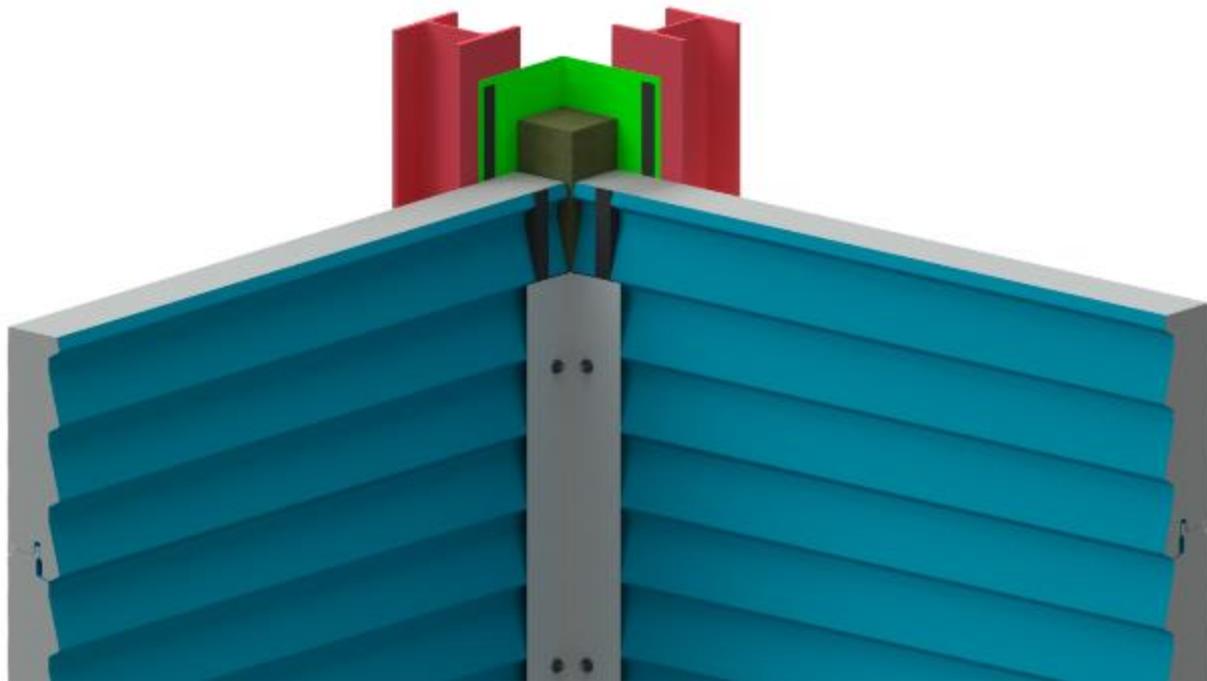
**Figure 32 – Exemple d'angle rentrant assemblé sur site en pose verticale avec panneau sandwich isolant Louvre**



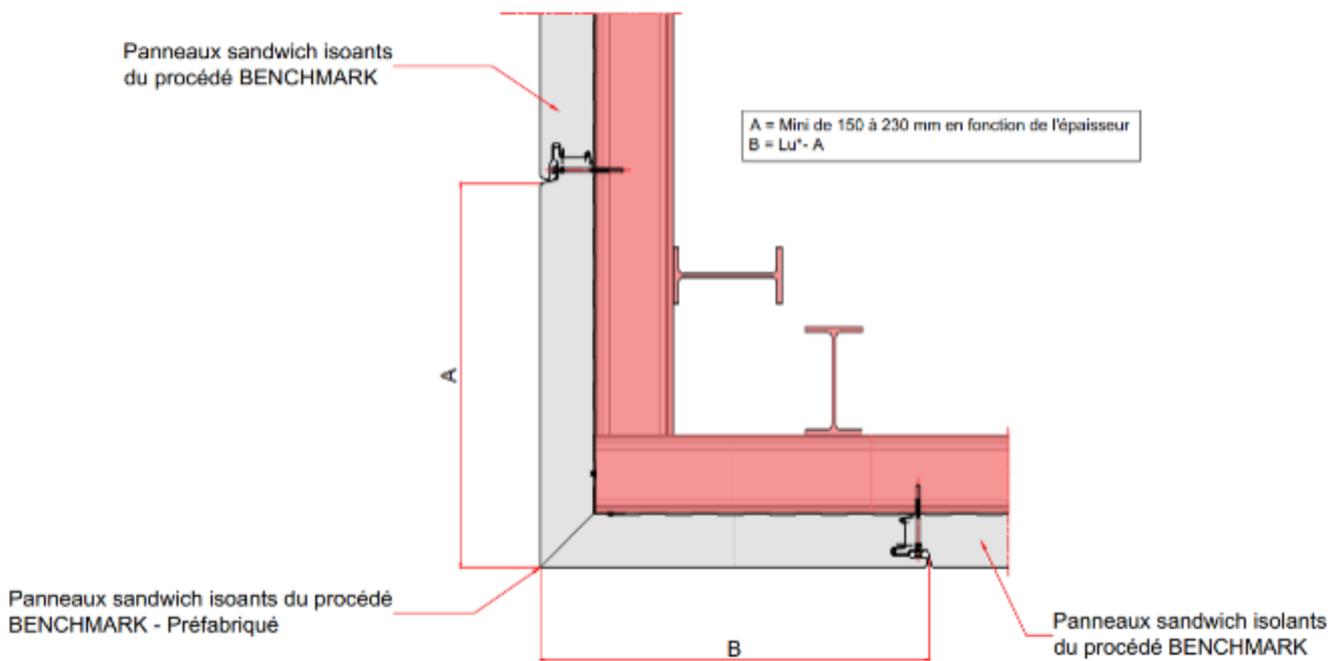
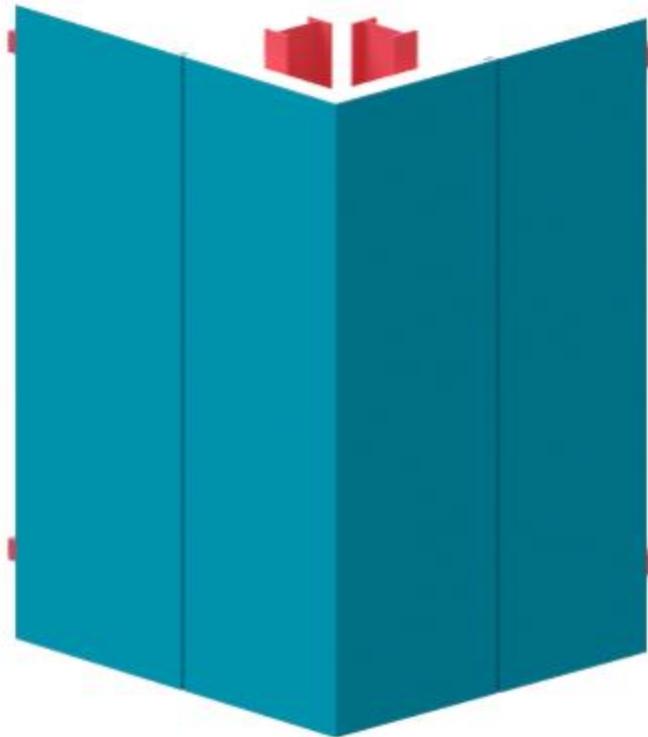
**Figure 33 – Exemple d'angle sortant assemblé sur site en pose horizontale avec panneau sandwich isolant Evolution Axis**



**Figure 34 – Exemple d'angle sortant assemblé sur site en pose horizontale avec panneau sandwich isolant Louvre**

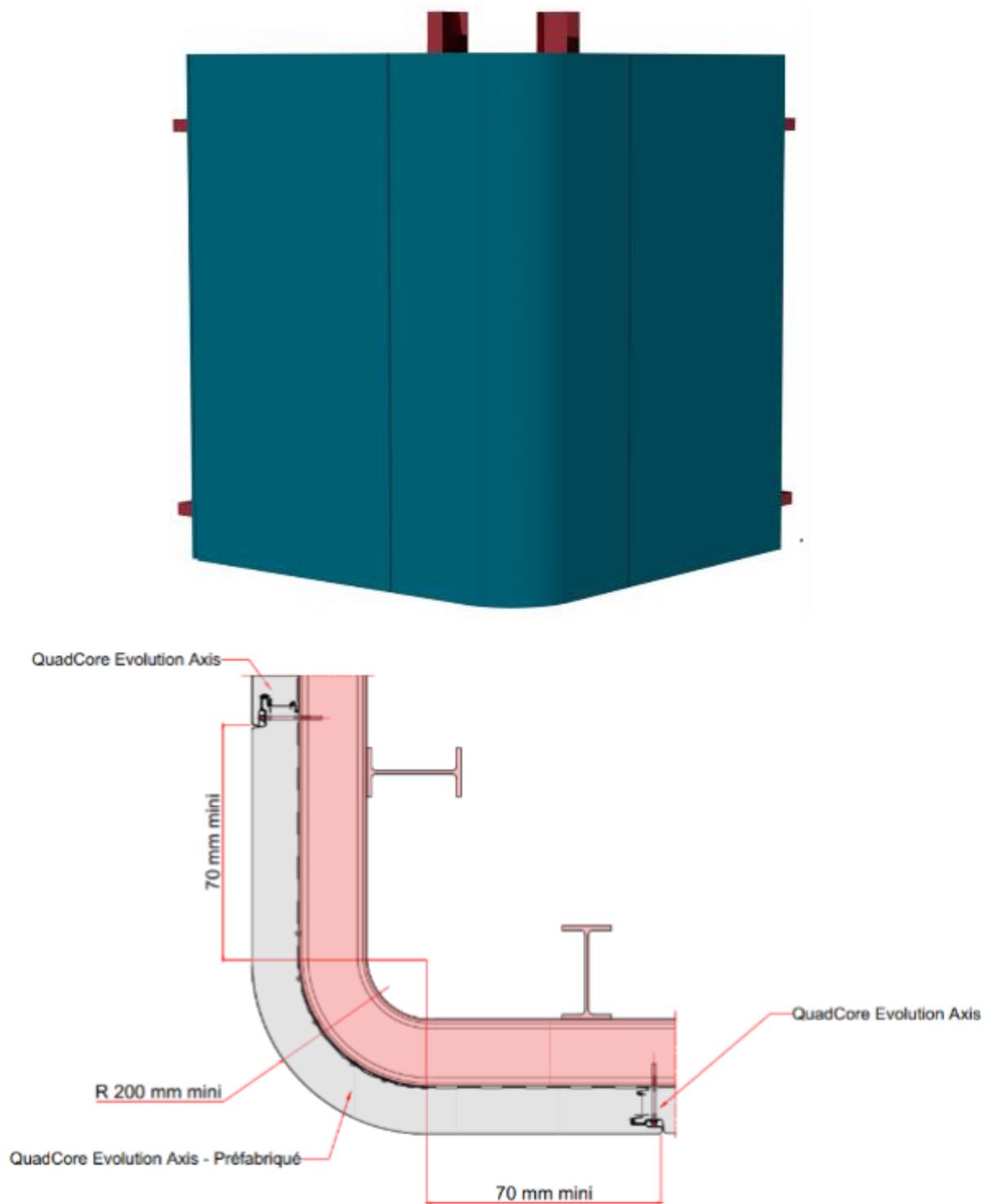


**Figure 35 – Exemple d'angle rentrant assemblé sur site en pose horizontale avec panneau sandwich isolant Louvre**

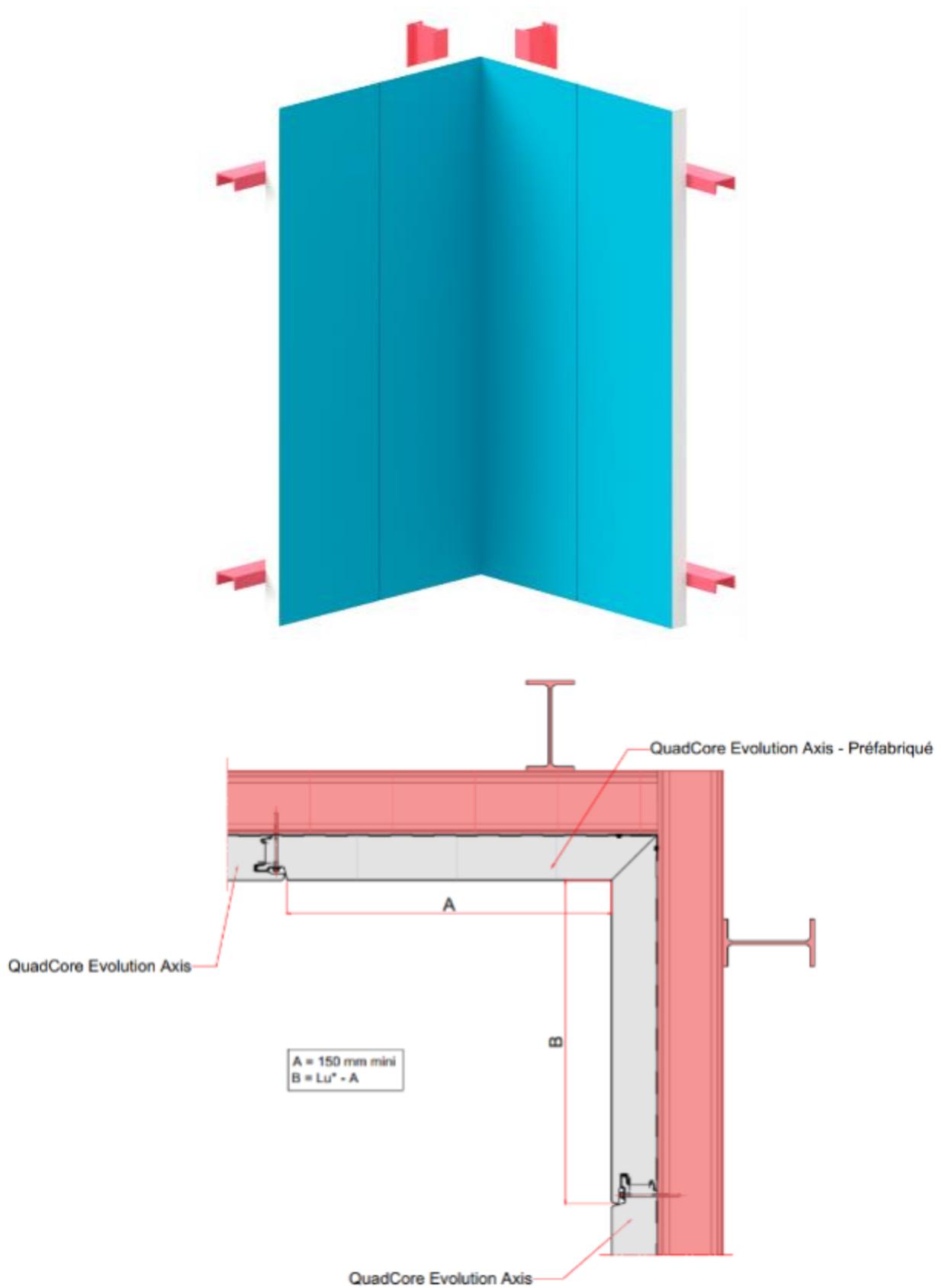


(\*) : Largeur utile du panneau sandwich isolant

**Figure 36 – Exemple d'angle sortant réalisé avec des panneaux préfabriqués Evolution Axis en pose verticale**

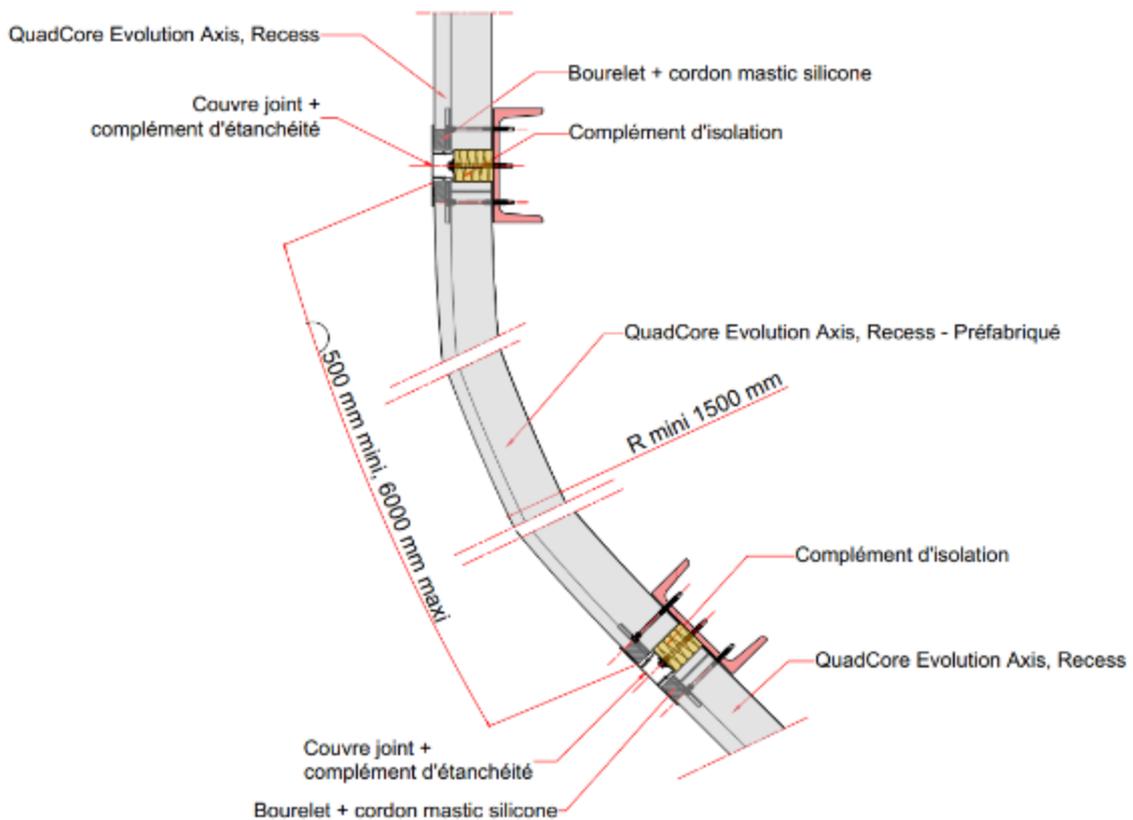
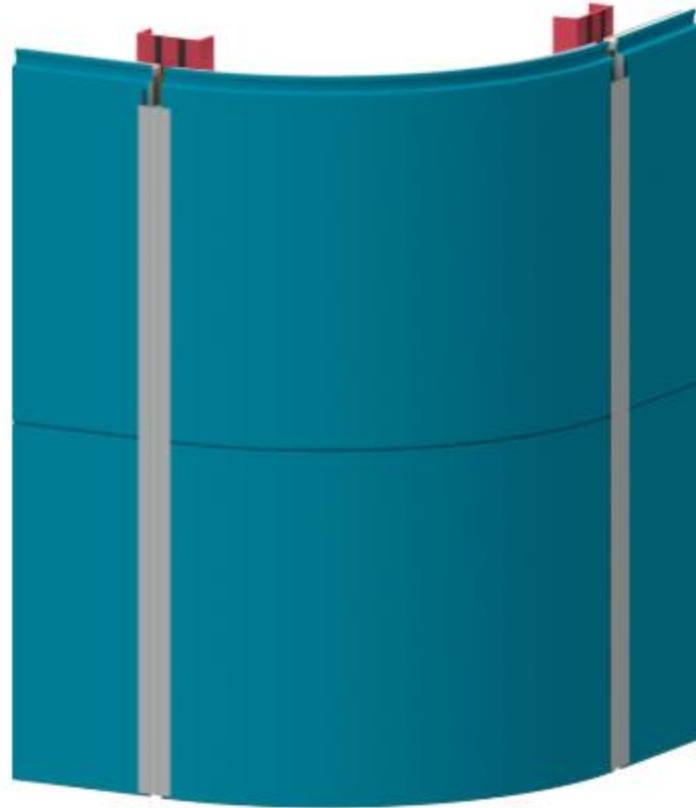


**Figure 37 – Exemple d'angle sortant réalisé avec des panneaux préfabriqués cintrés Evolution Axis en pose verticale**



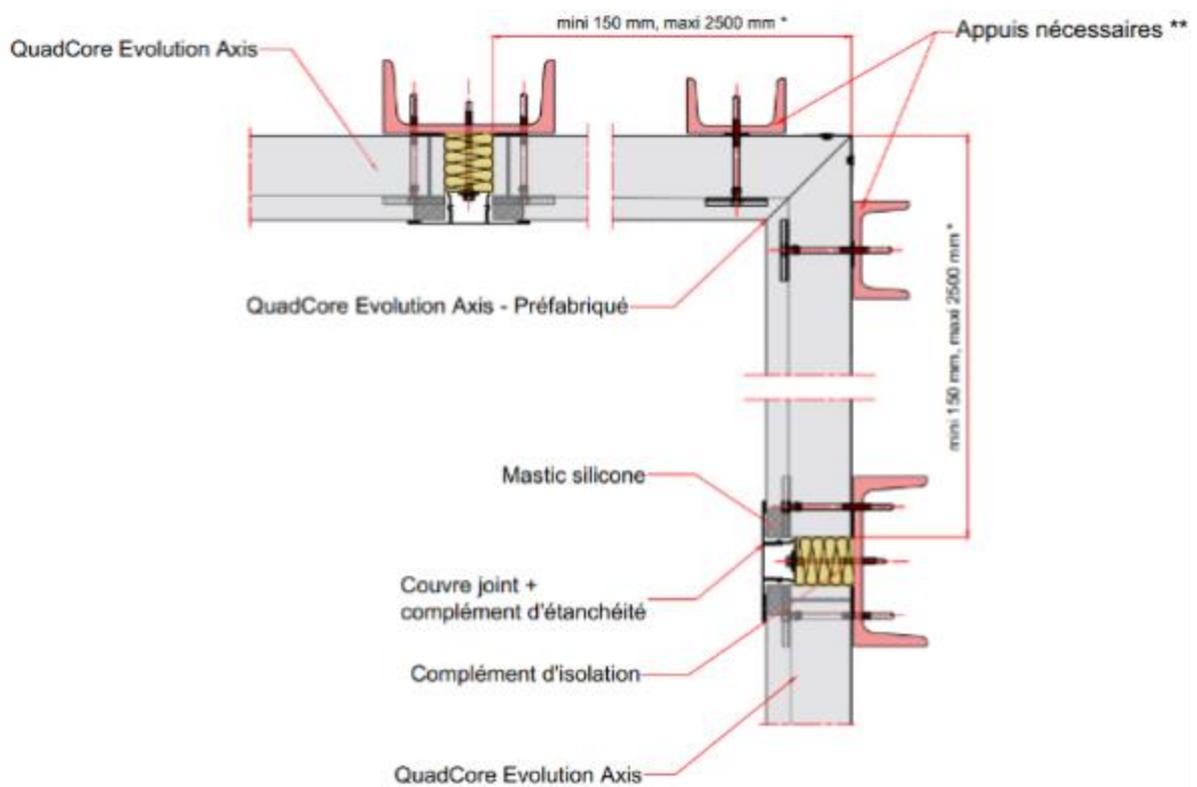
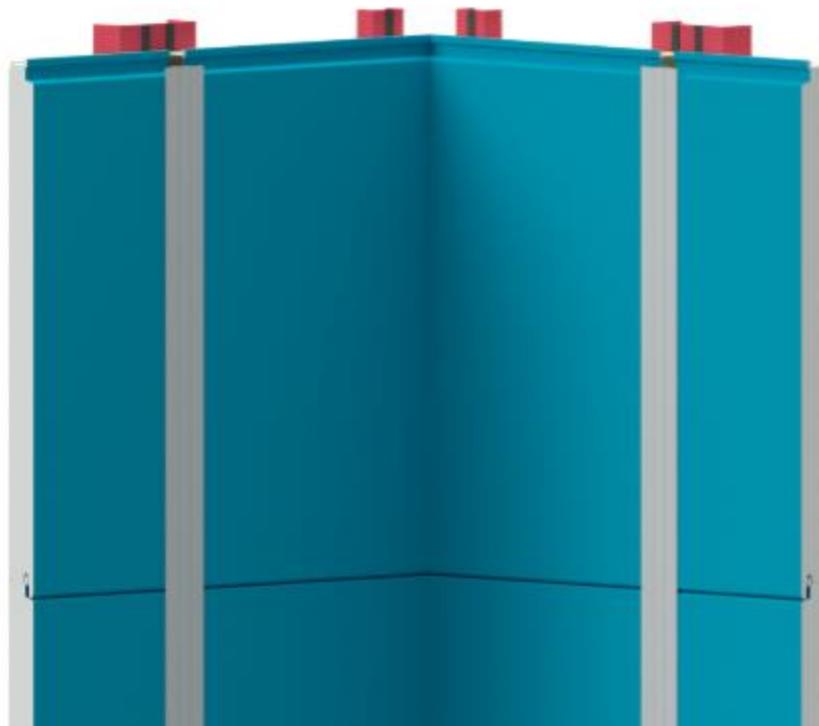
(\*) : Largeur utile du panneau sandwich isolant

**Figure 38 – Exemple d'angle rentrant réalisé avec des panneaux préfabriqués Evolution Axis en pose verticale**



**Nota : La portée est limitée forfaitairement à 1,00 m.**

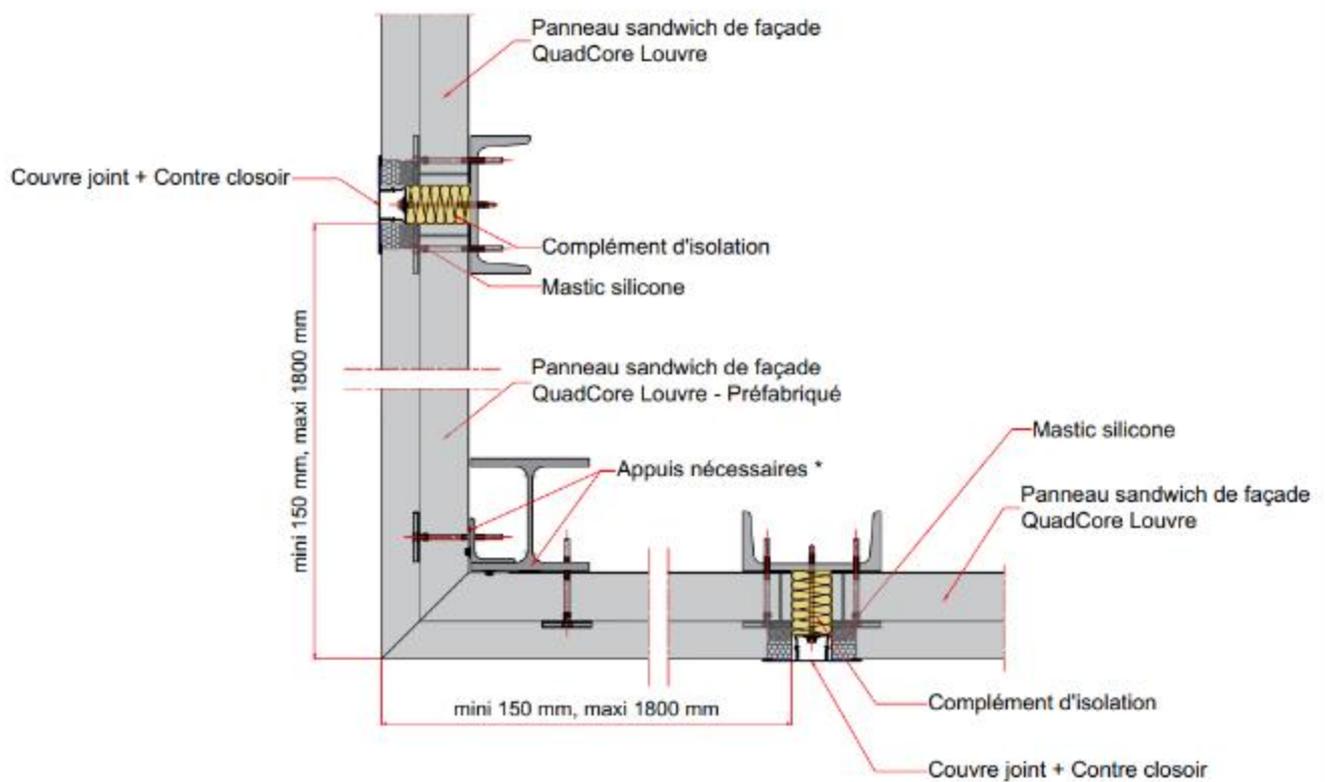
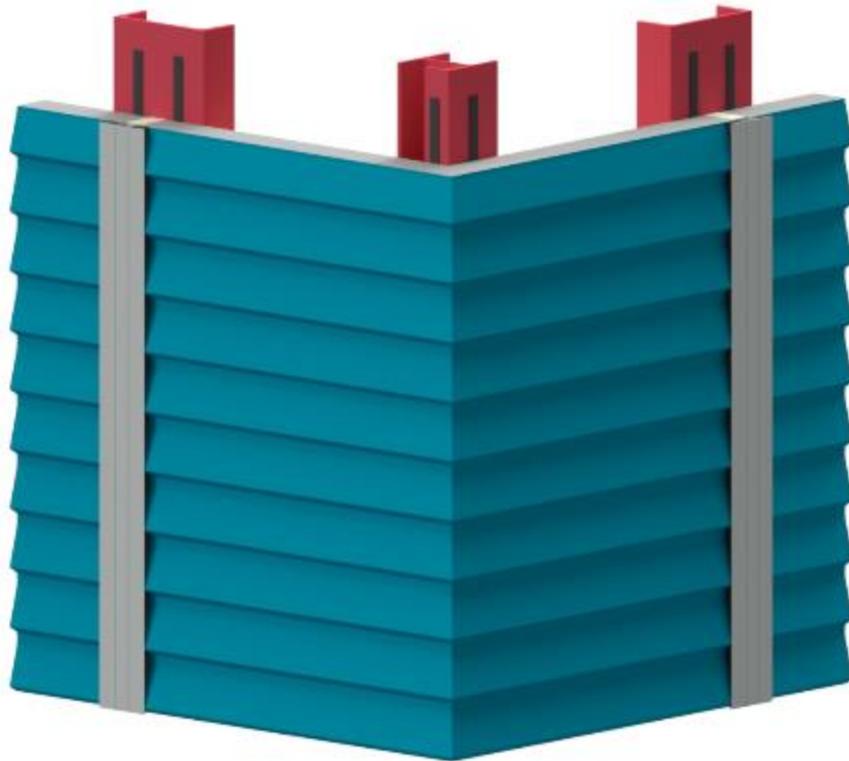
**Figure 39 – Exemple d'angle sortant réalisé avec des panneaux préfabriqués cintrés Evolution Axis en pose horizontale**



(\*) : L'un des côtés des panneaux est toujours limité à 2500 mm

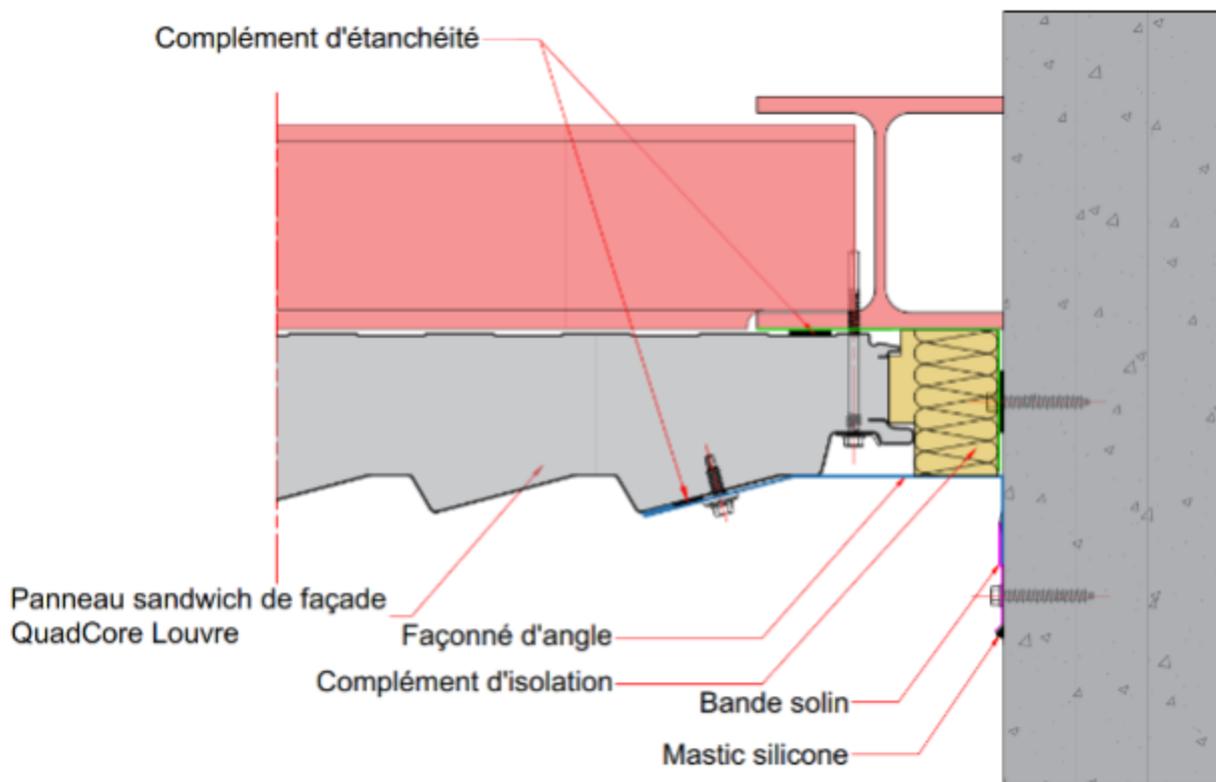
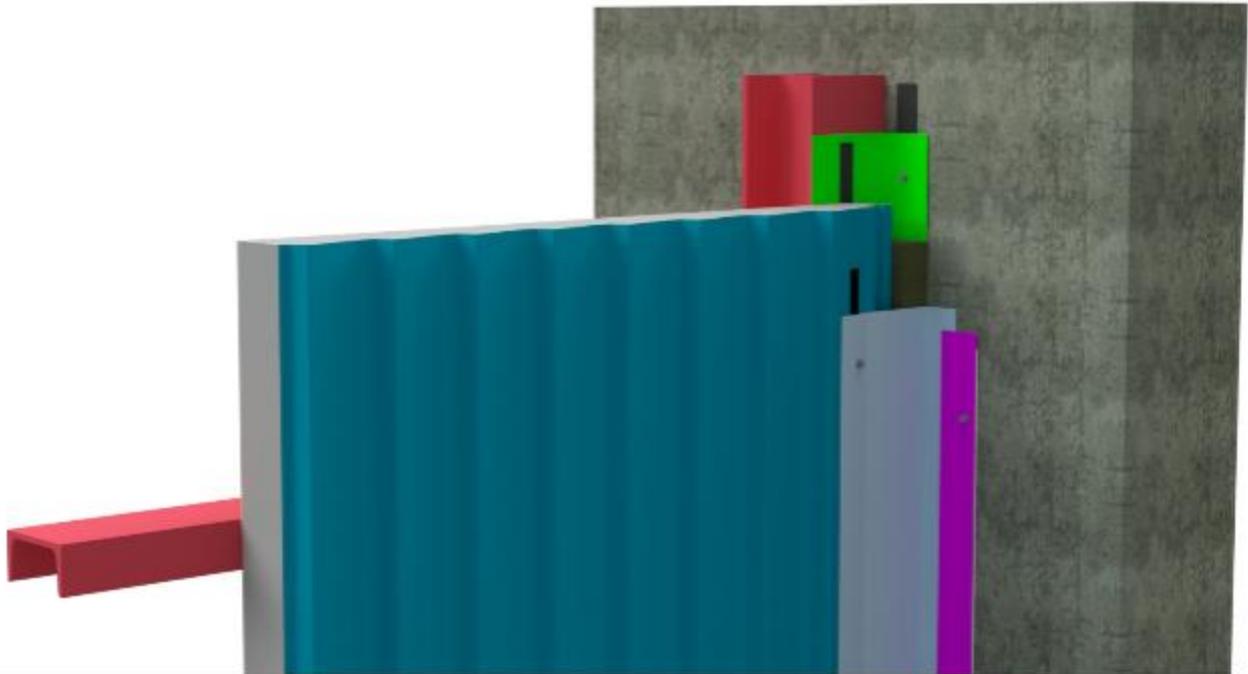
(\*\*) : Dès que les retours des panneaux dépassent 500 mm

**Figure 40 – Exemple d'angle rentrant réalisé avec des panneaux préfabriqués Evolution Axis en pose horizontale**

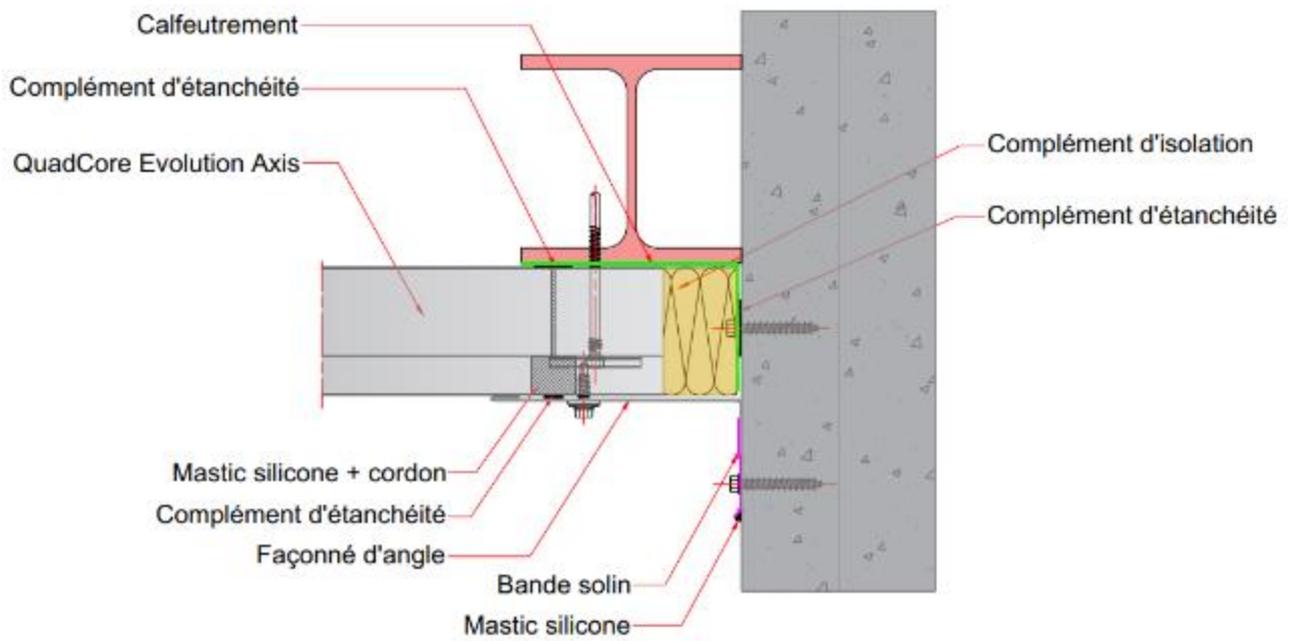
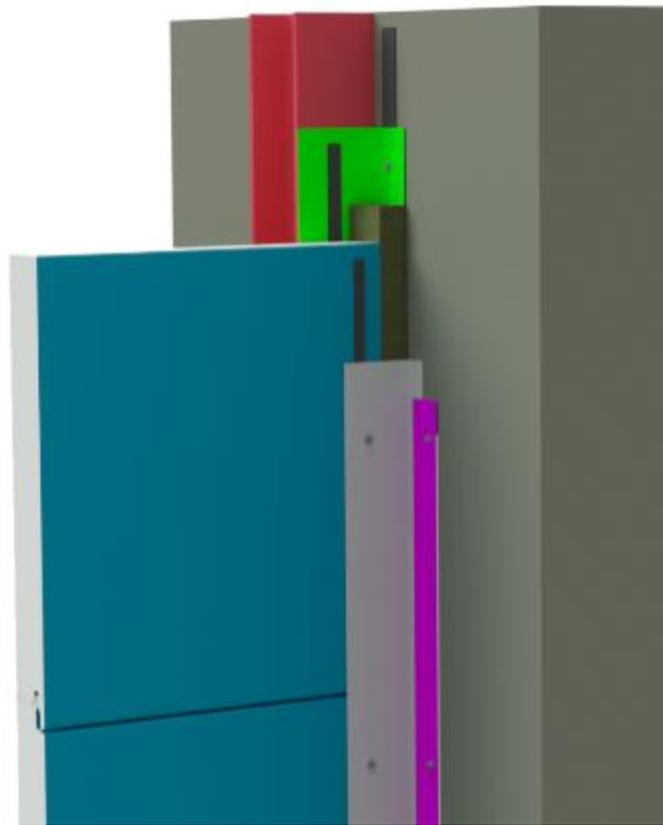


(\*) : Dès que les retours des panneaux dépassent 500 mm

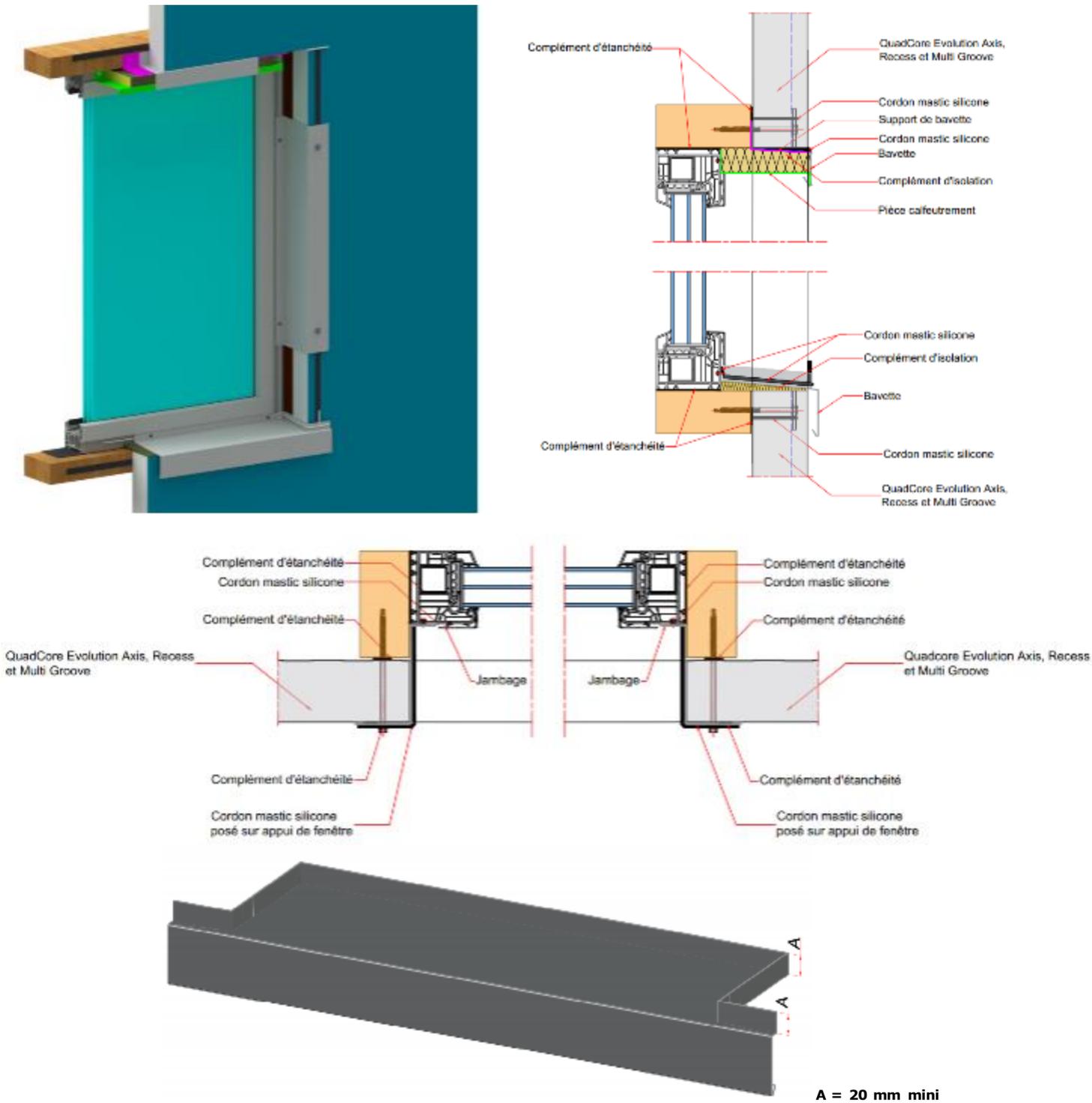
**Figure 41 – Exemple d'angle sortant réalisé avec des panneaux préfabriqués Louvre en pose horizontale**



**Figure 42 – Exemple d'une rive contre mur avec panneau sandwich isolant louvre en pose verticale**

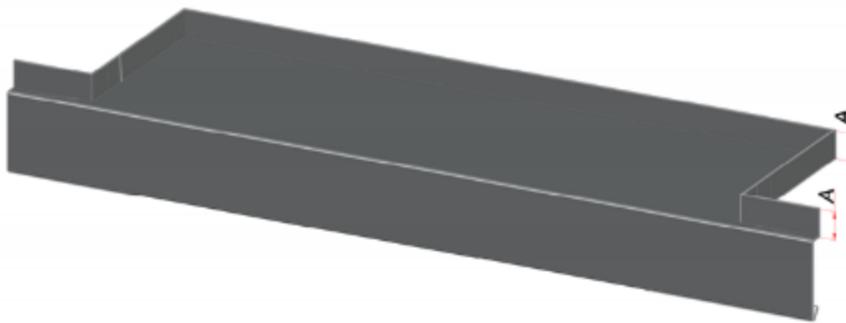
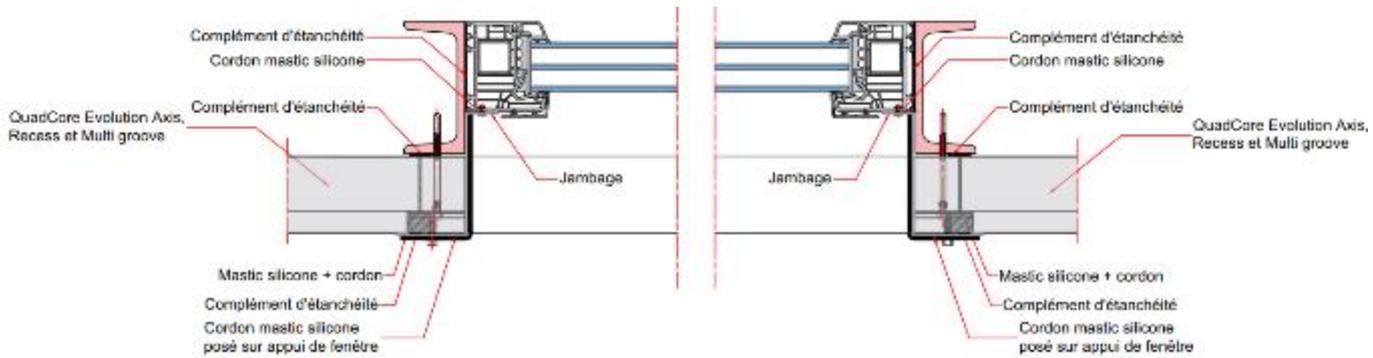
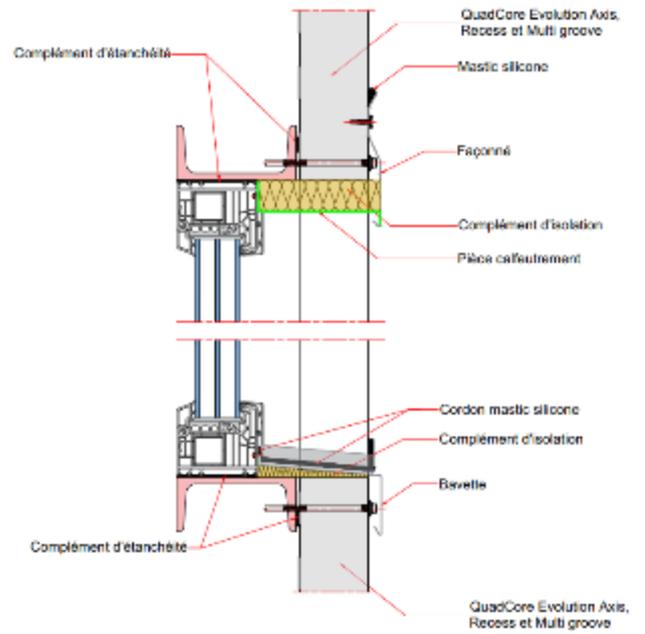
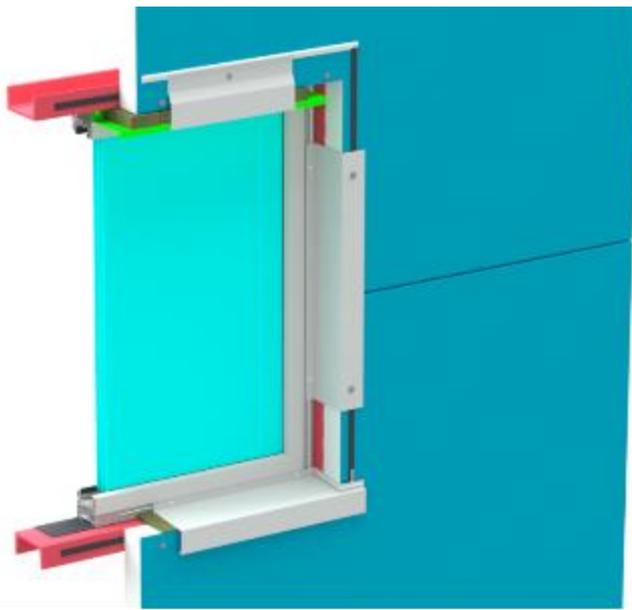


**Figure 43 – Exemple d'une rive contre mur avec panneau sandwich isolant Evolution Axis en pose horizontale**



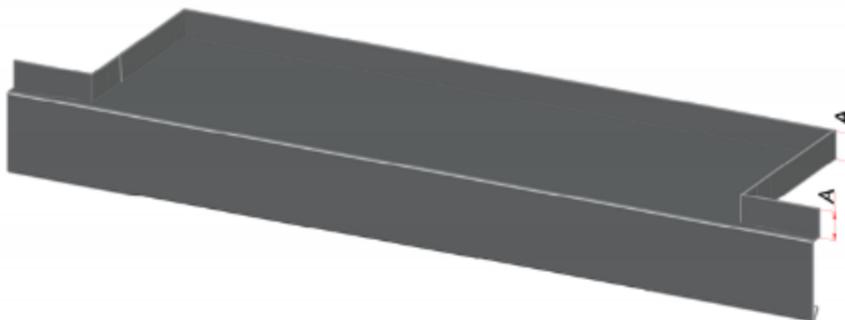
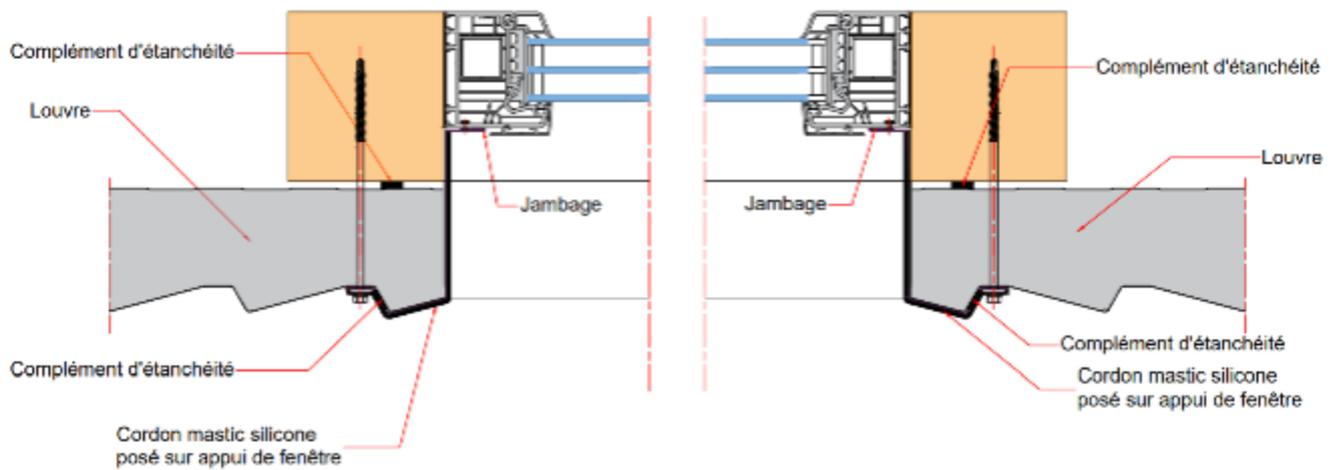
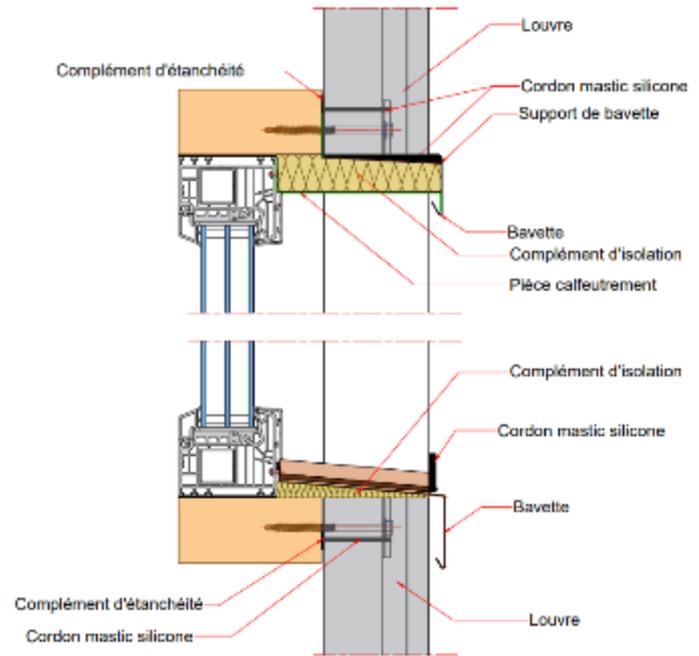
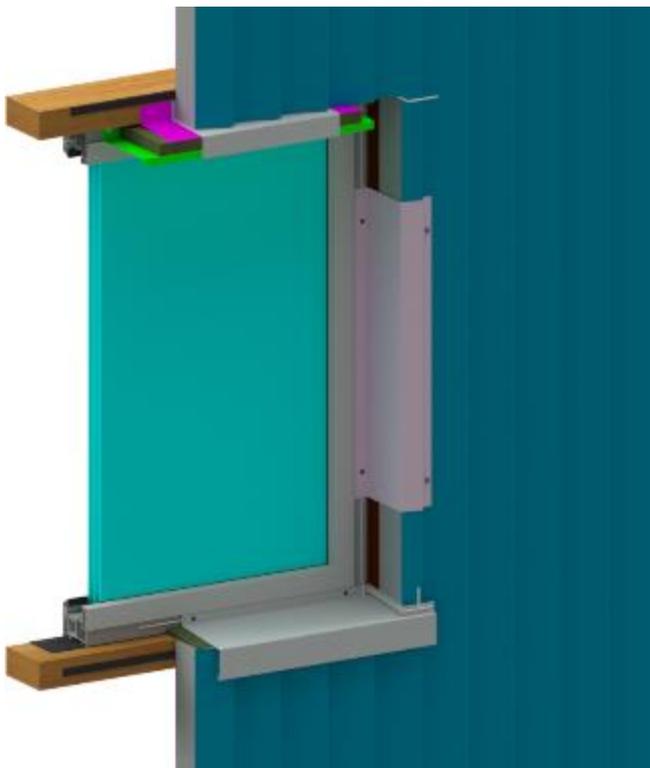
A = 20 mm mini

Figure 44 – Exemple de baie avec panneau sandwich isolant Evolution Axis ou Multi Groove en pose verticale



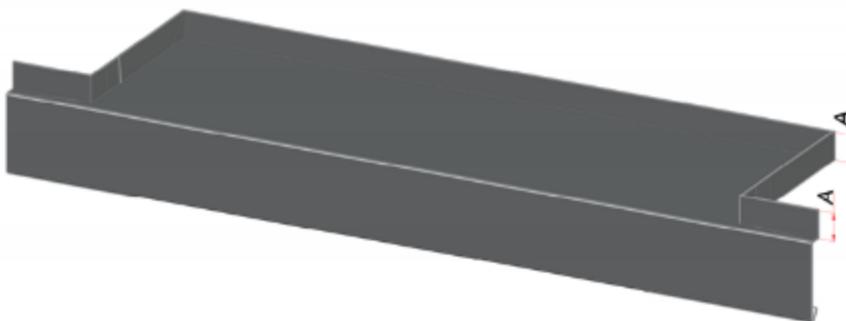
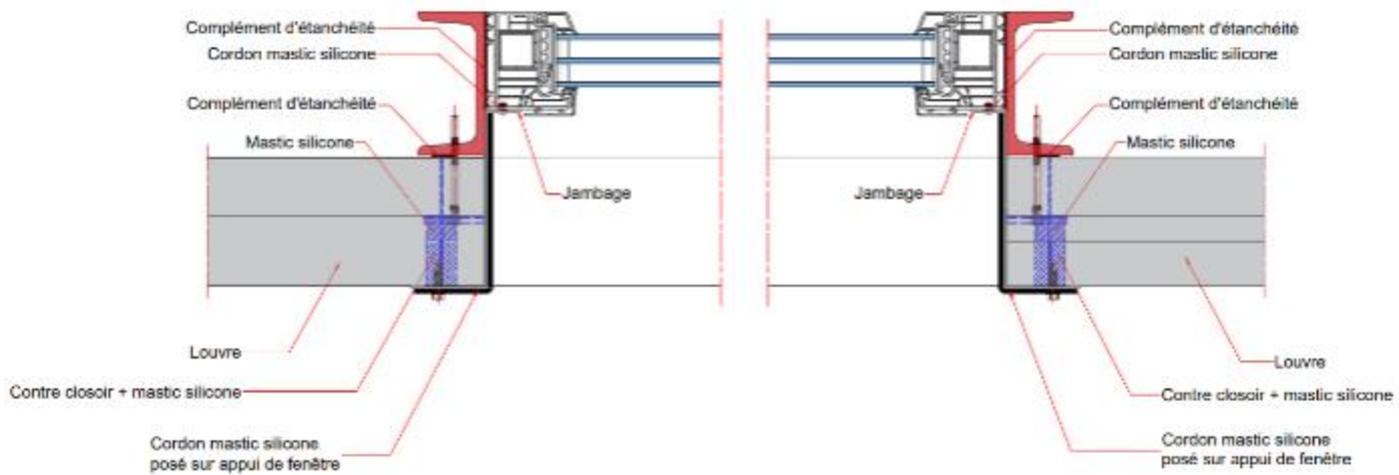
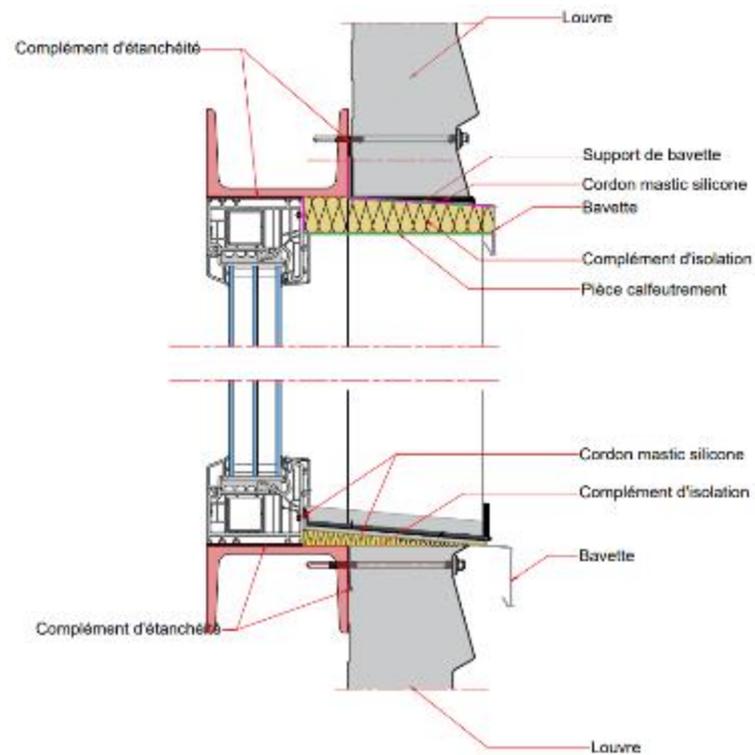
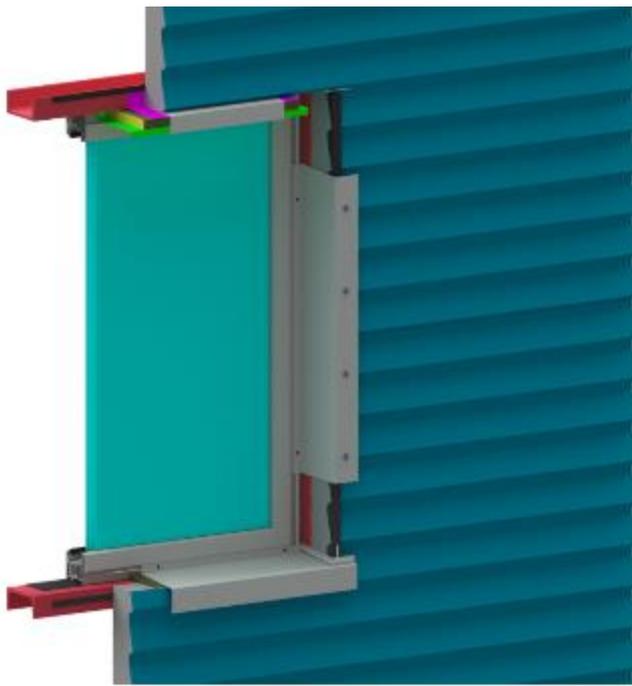
A = 20 mm mini

Figure 45 – Exemple de baie avec panneau sandwich isolant Evolution Axis ou Multi Groove en pose horizontale



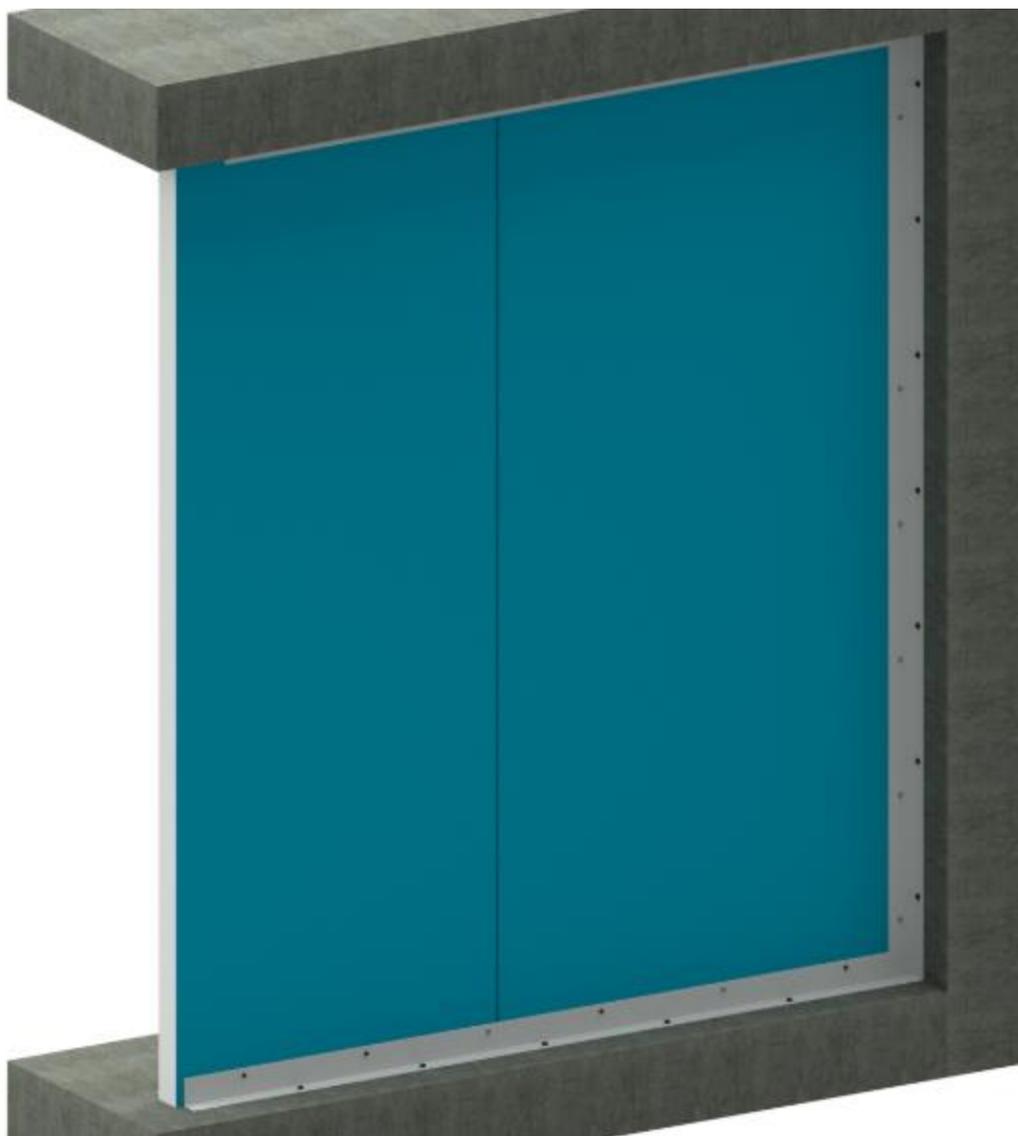
A = 20 mm mini

**Figure 46 – Exemple de baie avec panneau sandwich isolant Louvre en pose verticale**

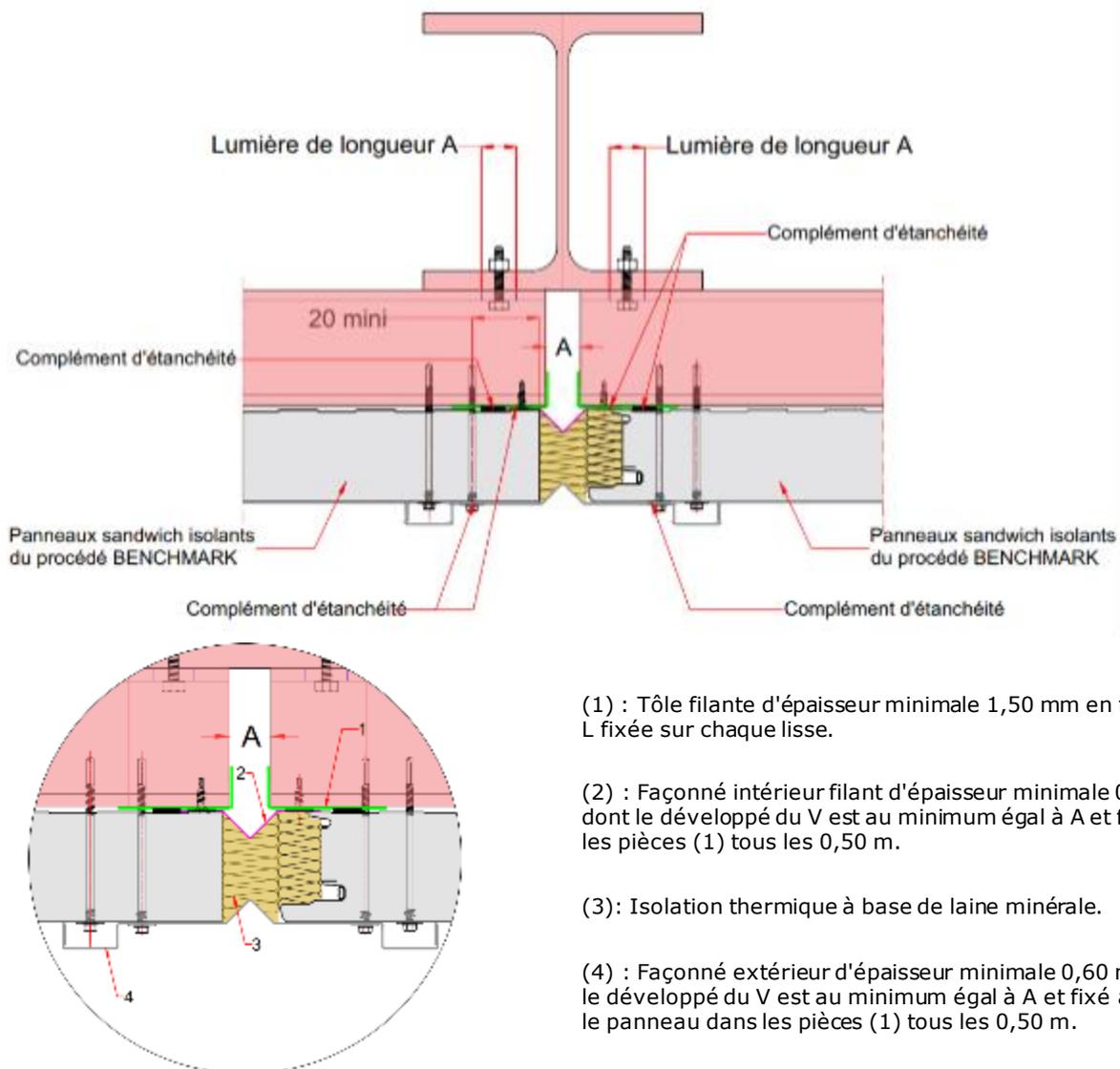
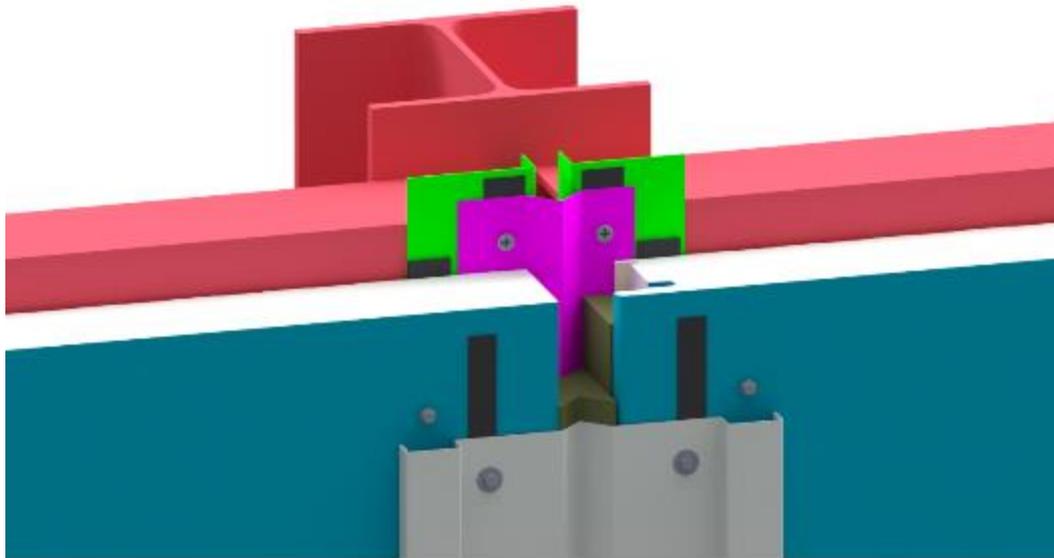


A = 20 mm mini

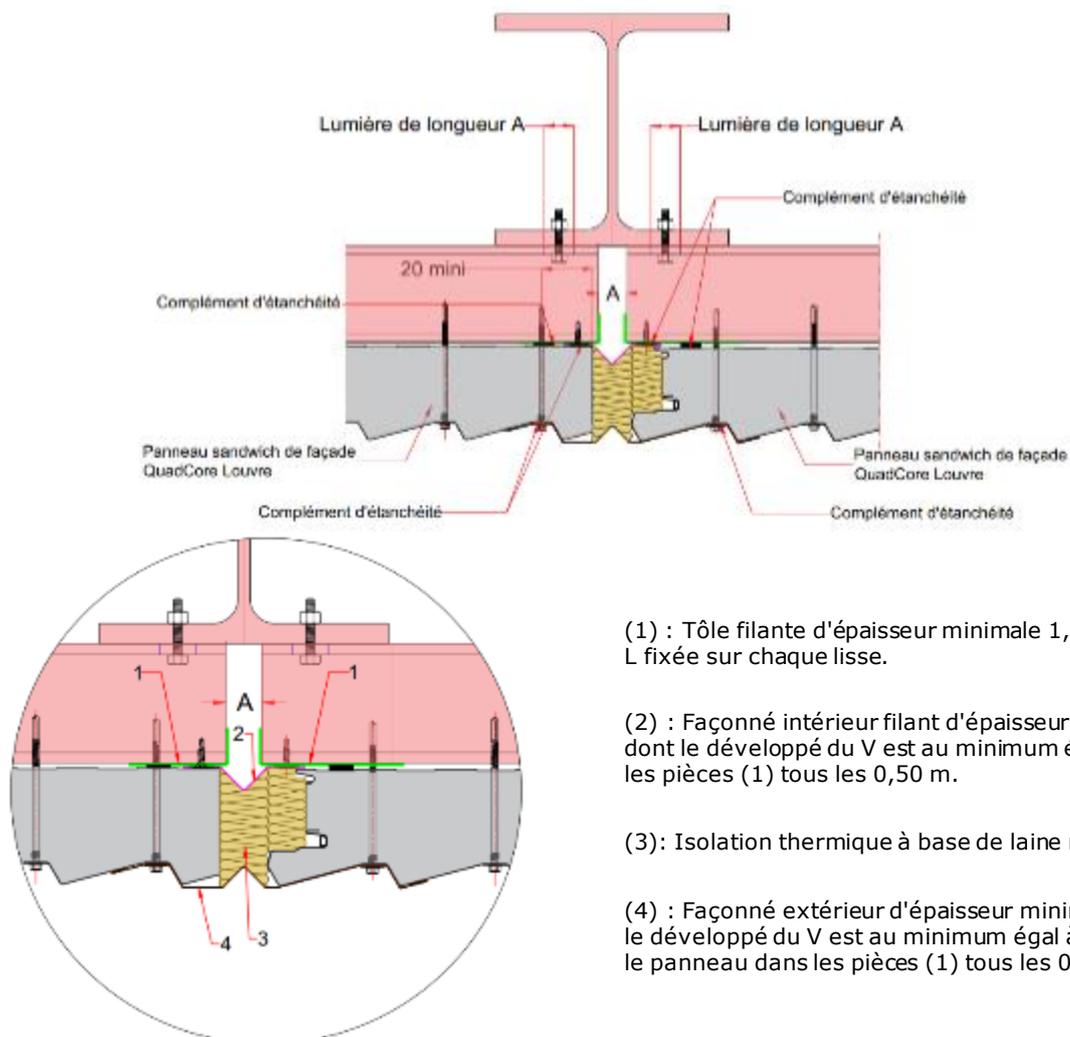
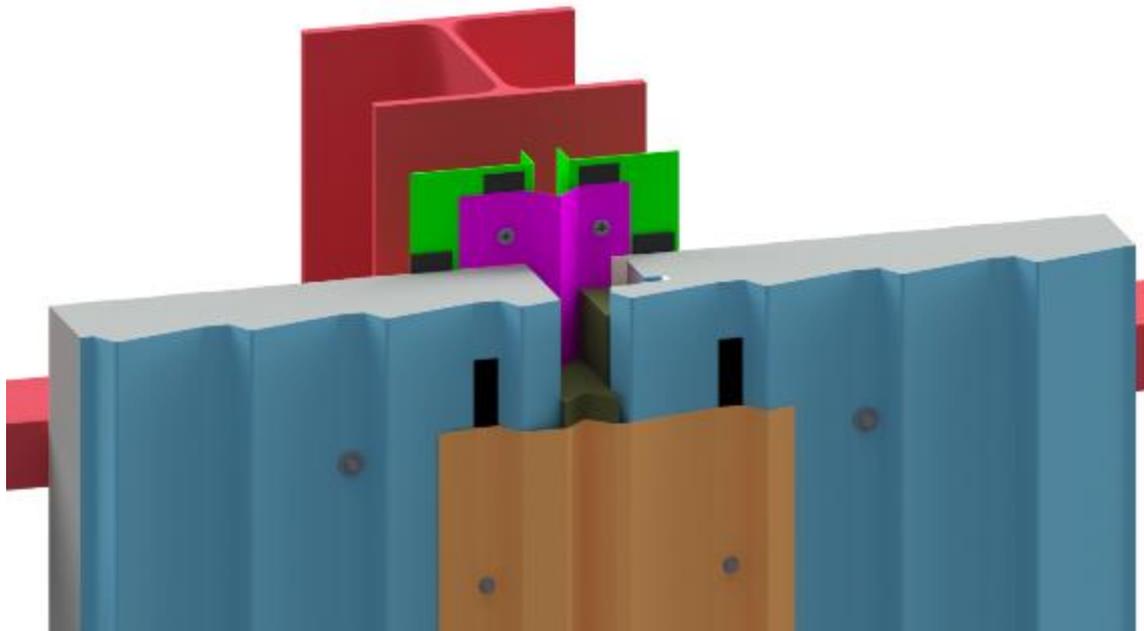
Figure 47 – Exemple de baie avec panneau sandwich isolant Louvre en pose horizontale



**Figure 48 – Exemple d'une cloison avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis en pose verticale**



**Figure 49 – Exemple d'un joint de dilatation thermique dont le déplacement maximal est de 50 mm avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Evolution Multi Groove en pose verticale**



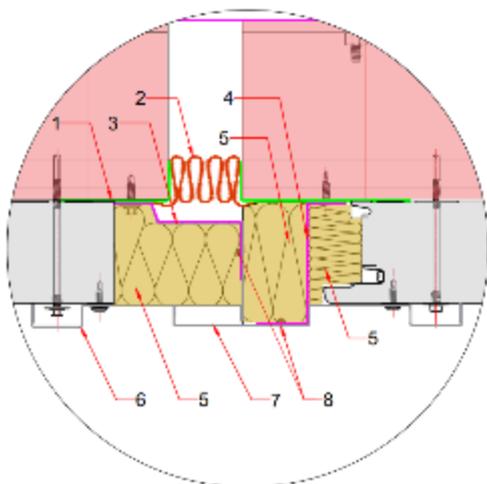
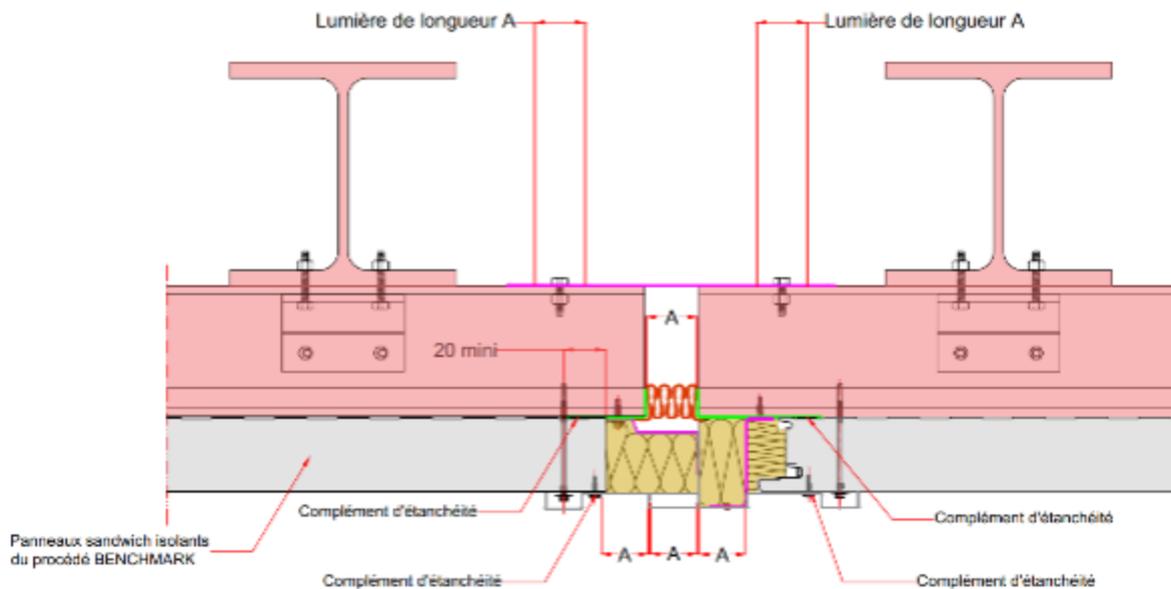
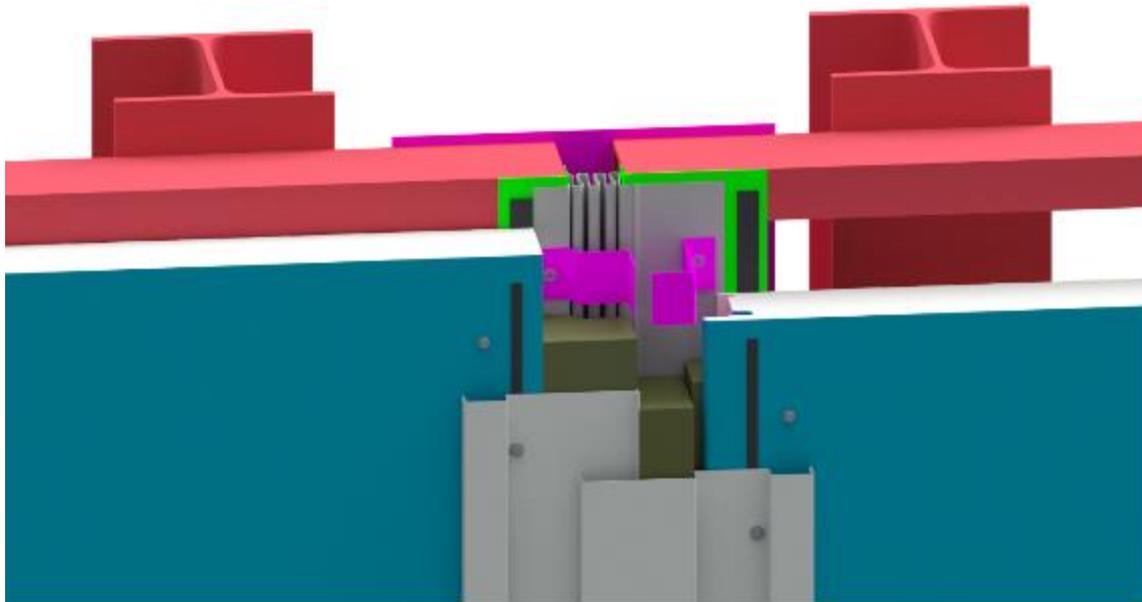
(1) : Tôle filante d'épaisseur minimale 1,50 mm en forme de L fixée sur chaque lisse.

(2) : Façonné intérieur filant d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

(3) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(4) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé à travers le panneau dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

**Figure 49 bis – Exemple d'un joint de dilatation thermique dont le déplacement maximal est de 50 mm avec panneau sandwich isolant Louvre en pose verticale**



(1) : Tôle filante d'épaisseur minimale 0,60 mm en forme de L fixée sur chaque lisse.

(2) : Membrane mise en place entre les pièces (1), (3) et (4).

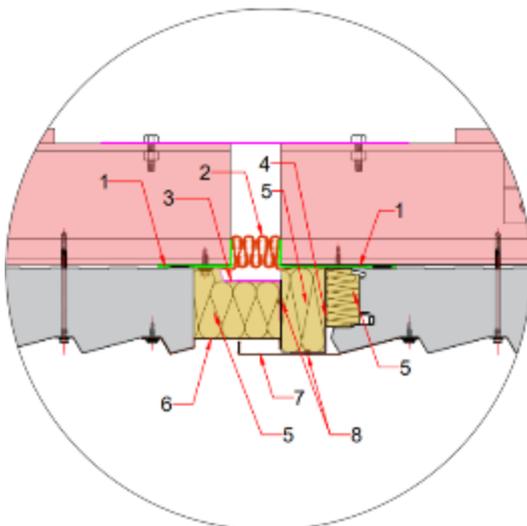
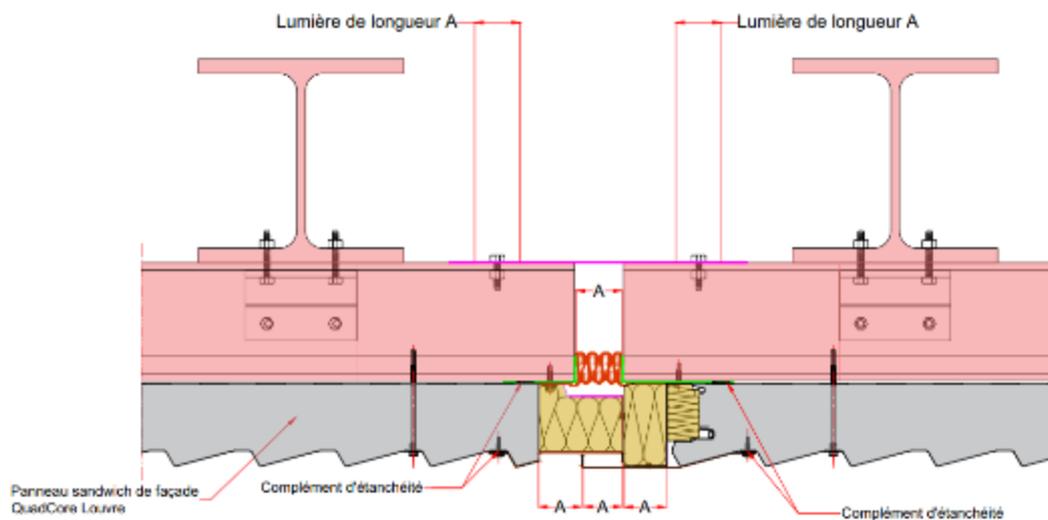
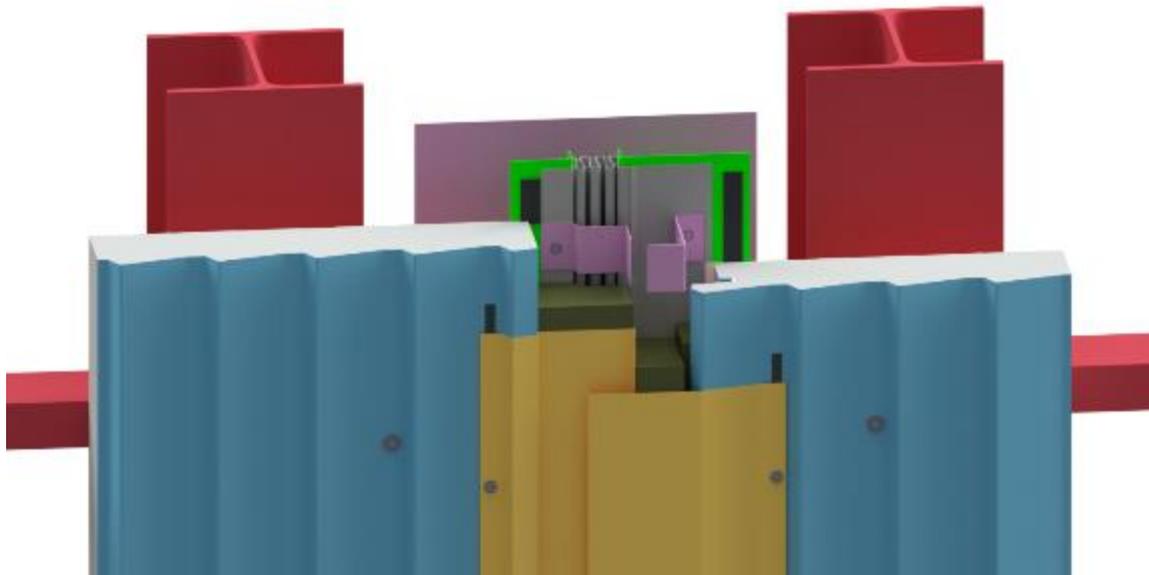
(3) & (4) : Pièce support ponctuelle de largeur 50 mm et d'épaisseur 1,50 mm fixée dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

(5) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(6) & (7) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm fixé sur les pièces support (3) et (4) et couturés sur les panneaux tous les 0,50 m.

(8) : Rivets étanches à raison d'un à chaque pièce support (3) et (4).

**Figure 50 – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 150 mm avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis ou Evolution Multi Groove en pose verticale**



(1) : Tôle filante d'épaisseur minimale 0,60 mm en forme de L fixée sur chaque lisse.

(2) : Membrane mise en place entre les pièces (1), (3) et (4).

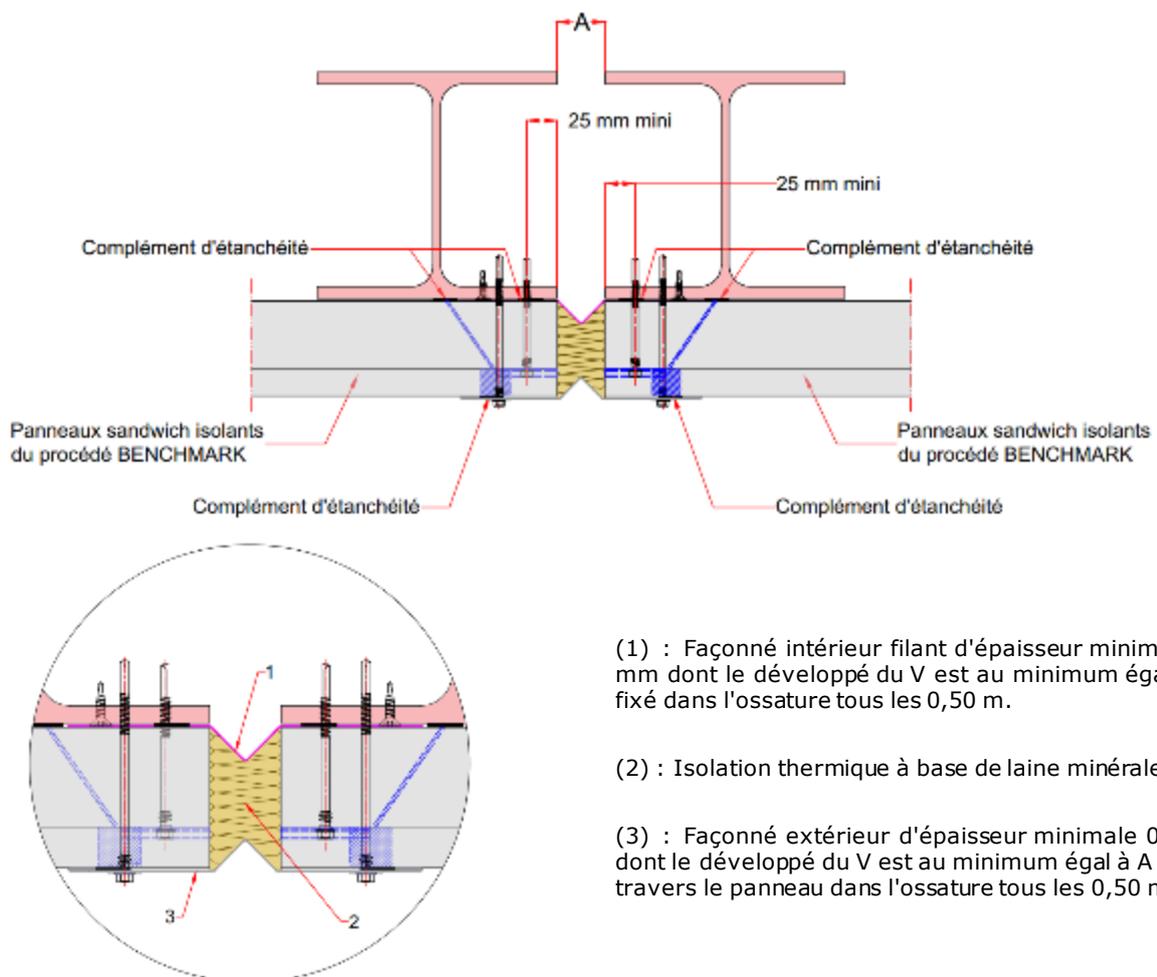
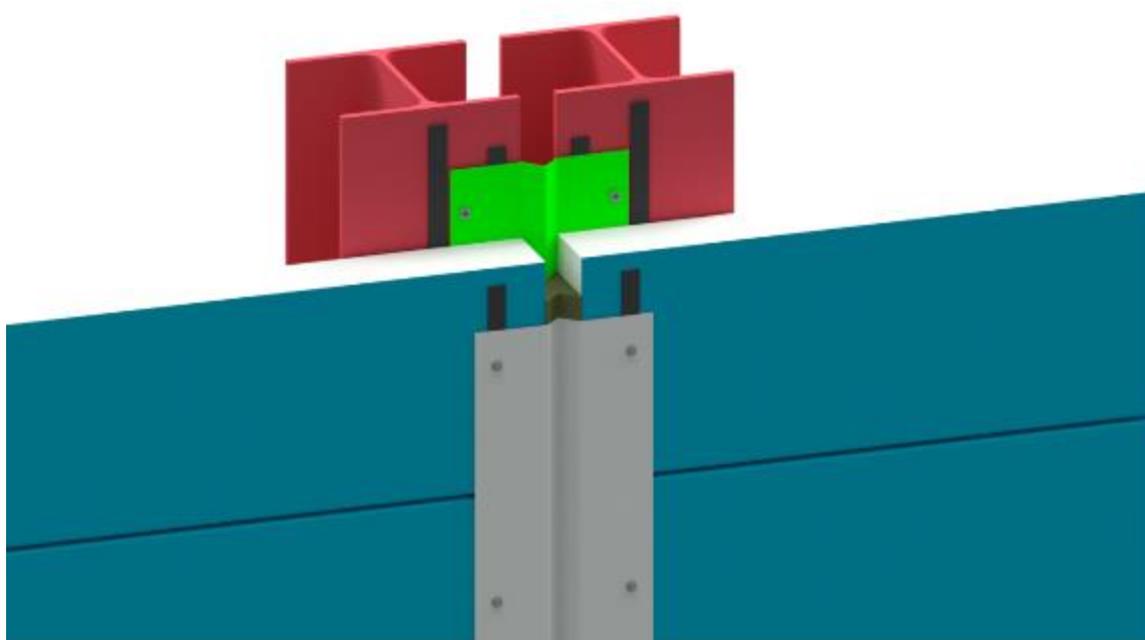
(3) & (4) : Pièce support ponctuelle de largeur 50 mm et d'épaisseur 1,50 mm fixée dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

(5) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(6) & (7) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm fixé sur les pièces support (3) et (4) et couturés sur les panneaux tous les 0,50 m.

(8) : Rivets étanches à raison d'un à chaque pièce support (3) et (4).

**Figure 50 bis – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 150 mm avec panneau sandwich isolant Louvre en pose verticale**

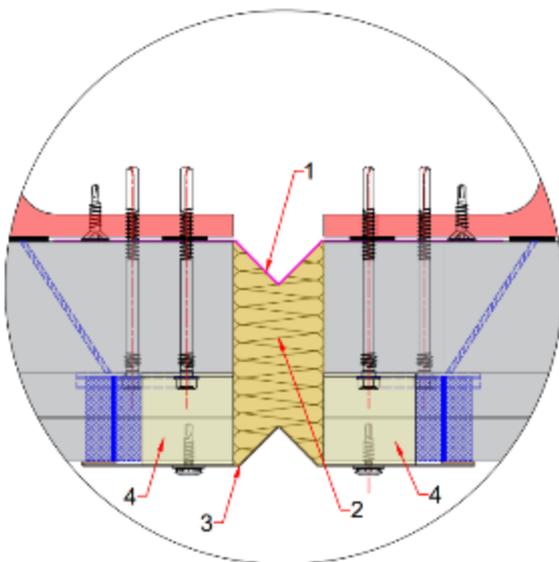
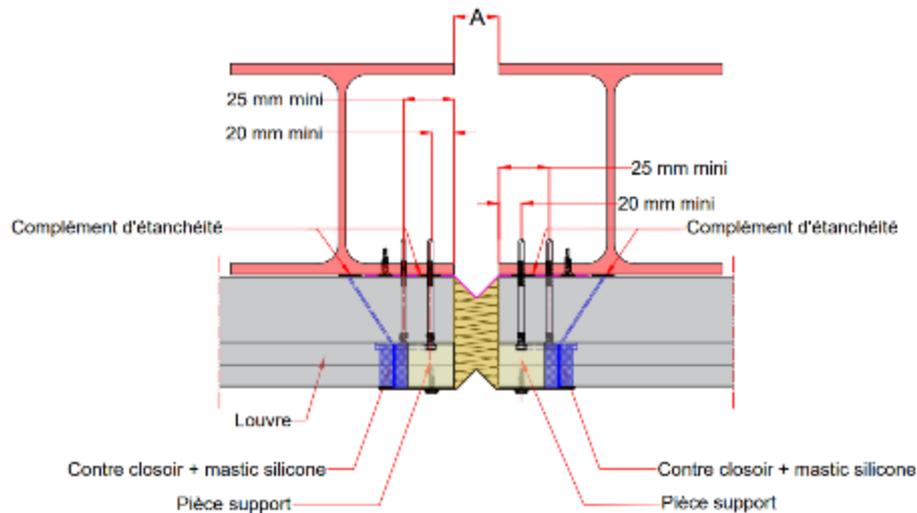
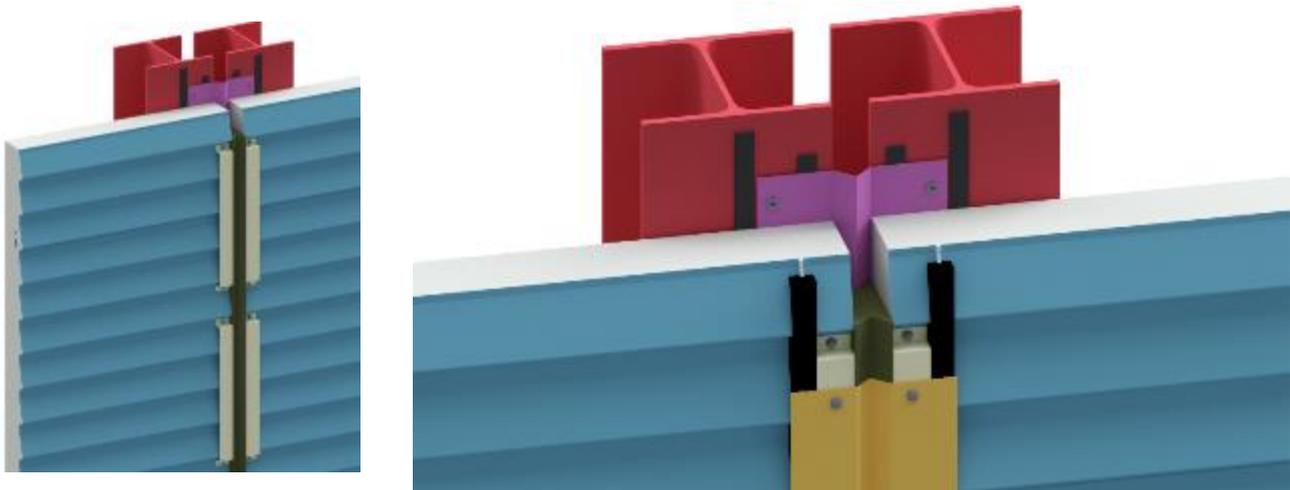


(1) : Façonné intérieur filant d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé dans l'ossature tous les 0,50 m.

(2) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(3) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé à travers le panneau dans l'ossature tous les 0,50 m.

**Figure 51 – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 50 mm avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis, Evolution Multi Groove ou Evolution Recess en pose horizontale**

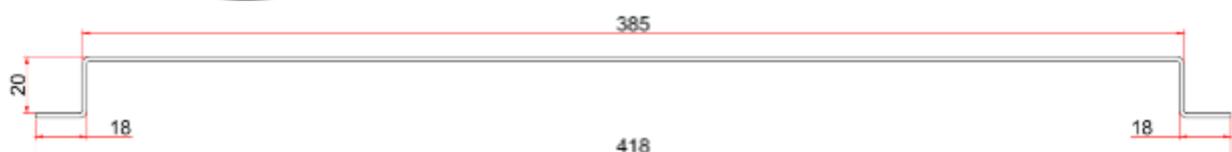


(1) : Façonné intérieur filant d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé dans l'ossature tous les 0,50 m.

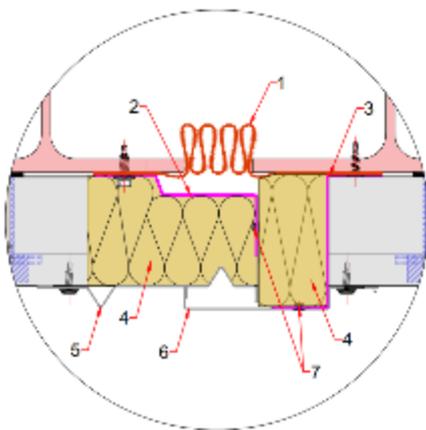
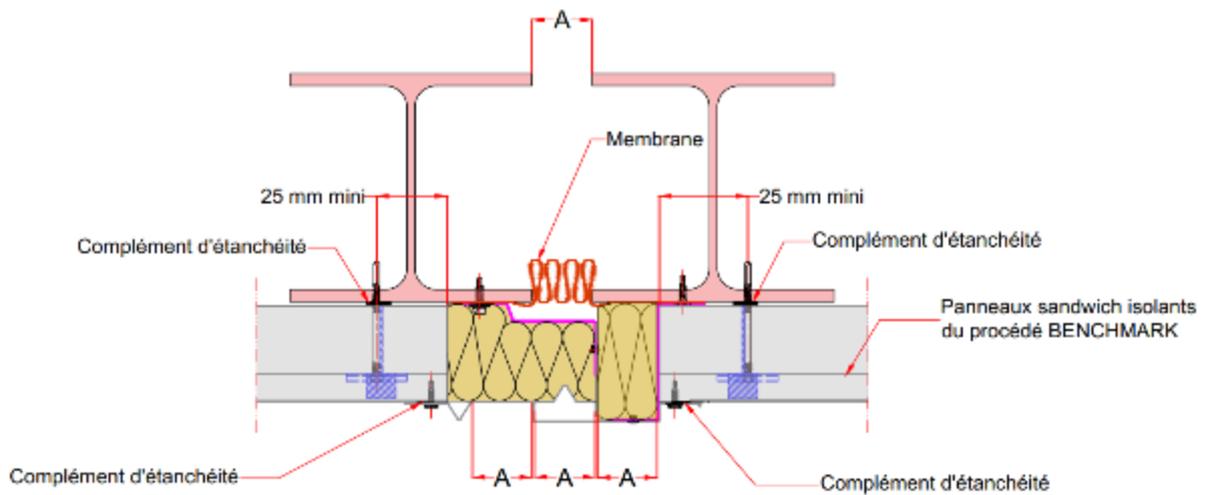
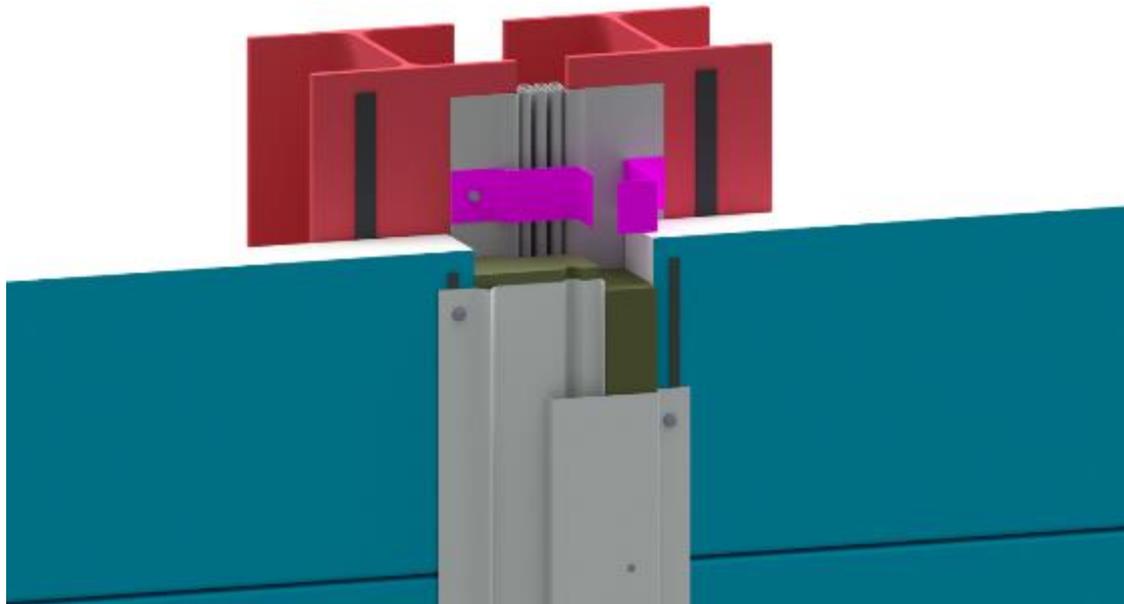
(2) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(3) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm dont le développé du V est au minimum égal à A et fixé dans les pièces supports (4) à raison d'une vis par pièce avec un entraxe maxi de 400 mm.

(4) : Pièce support d'épaisseur minimale 1,50 mm en forme d'oméga de largeur 40 mm et de section telle que représentée ci-dessous à raison de 2 par largeur de panneau et fixée à chaque extrémité dans l'ossature à travers le panneau.



**Figure 51 bis – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 50 mm avec panneau sandwich isolant Louvre en pose horizontale**



(1) : Membrane mise en place entre l'ossature et les pièces (2) et (3).

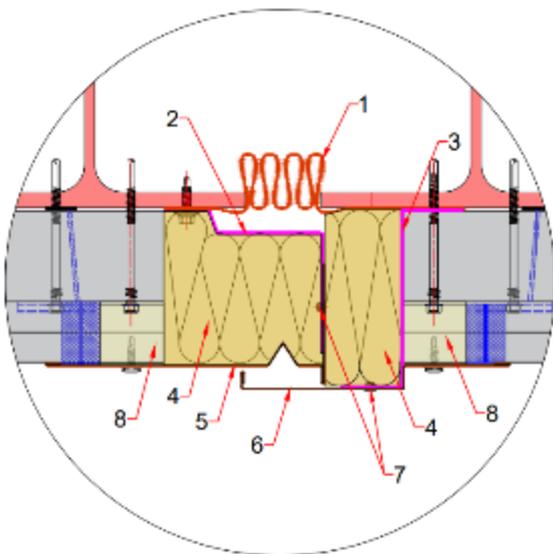
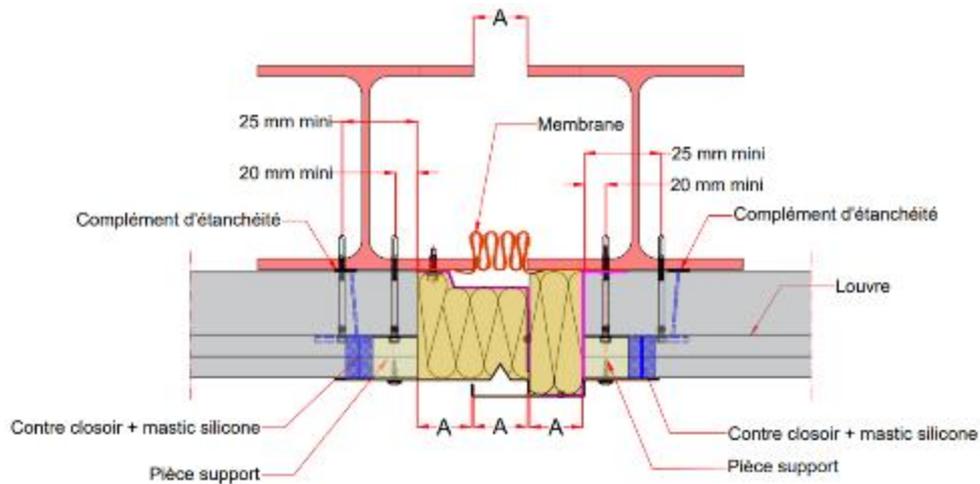
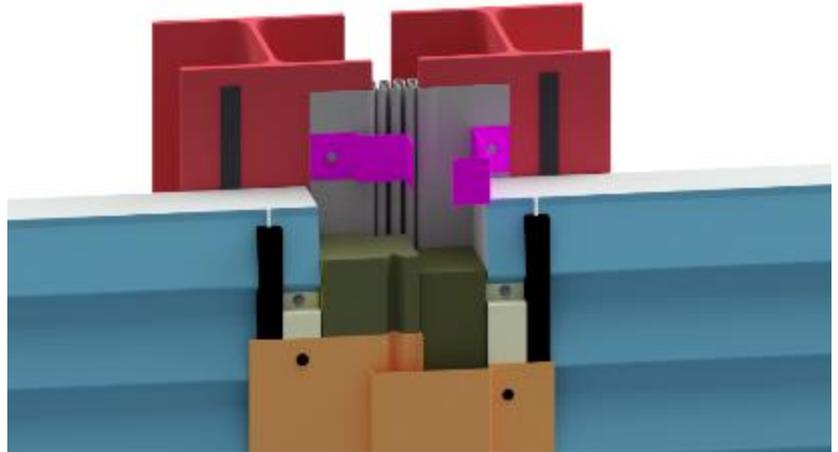
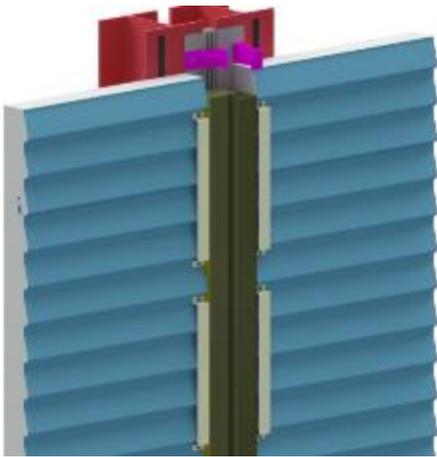
(2) & (3) : Pièce support ponctuelle de largeur 50 mm et d'épaisseur 1,50 mm fixée dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

(4) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(5) & (6) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm fixé sur les pièces support (2) et (3) et couturé sur les panneaux tous les 0,50 m.

(7) : Rivets étanches à raison d'un à chaque pièce support (2) et (3).

**Figure 52 – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 150 mm avec panneaux sandwich isolants Evolution Axis, Evolution Multi Groove ou Evolution Recess en pose horizontale (hors pose inclinée à fruit positif)**



(1) : Membrane mise en place entre l'ossature et les pièces (2) et (3).

(2) & (3) : Pièce support ponctuelle de largeur 50 mm et d'épaisseur 1,50 mm fixée dans les pièces (1) tous les 0,50 m.

(4) : Isolation thermique à base de laine minérale.

(5) & (6) : Façonné extérieur d'épaisseur minimale 0,60 mm fixé sur les pièces support (2) et (3) et couturé sur les pièces support (8) à raison d'une vis par pièce avec un entraxe maxi de 400 mm.

(7) : Rivets étanches à raison d'un à chaque pièce support (2) et (3).

(8) : Pièce support d'épaisseur minimale 0,70 mm en forme d'oméga de largeur 40 mm et de section telle que représentée ci-dessous à raison de 2 par largeur de panneau et fixée à chaque extrémité dans l'ossature à travers le panneau.



**Figure 52 bis – Exemple d'un joint de dilatation dont le déplacement maximal est de 150 mm avec panneau sandwich isolant Louvre en pose horizontale**