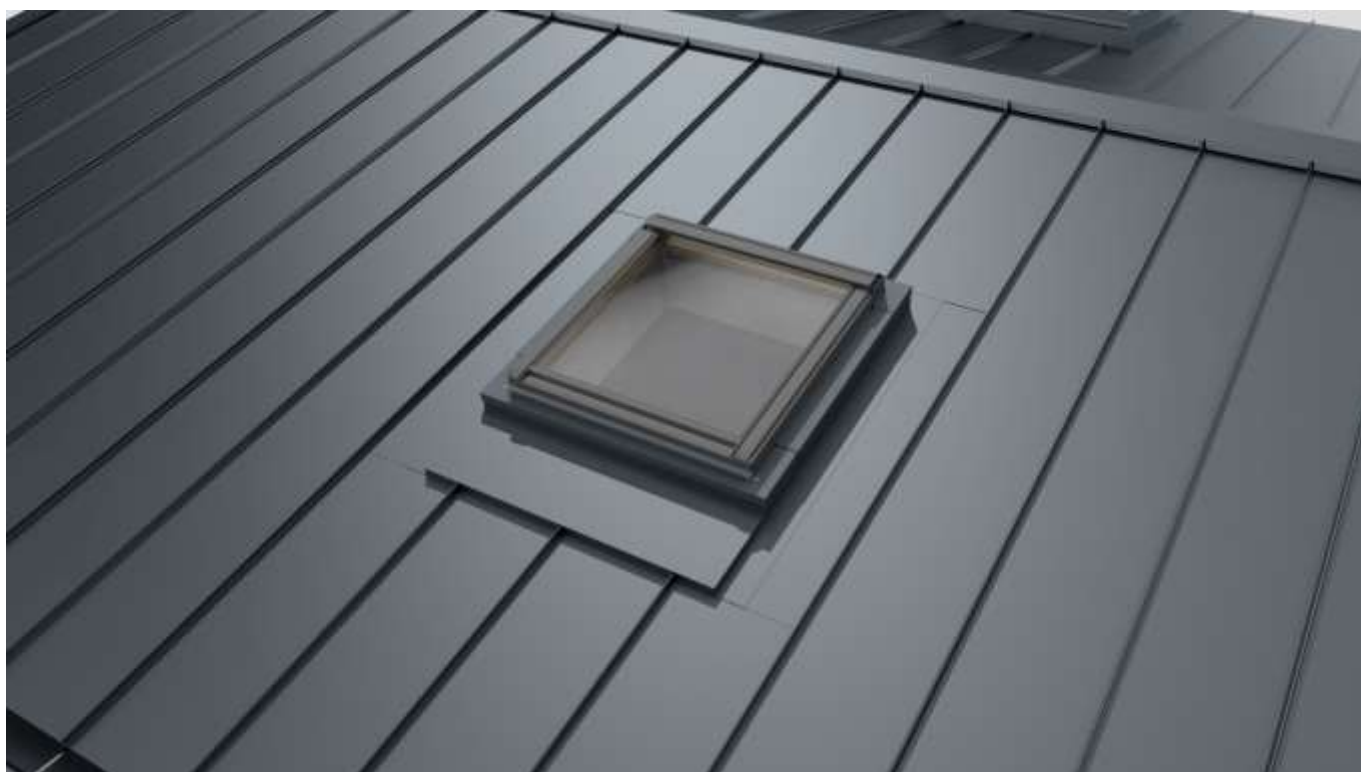


APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 3290_V1

ATEx de cas a

Validité du 30/01/2024 au 30/01/2027



Copyright : Société ArcelorMittal Construction France

L'Appréciation Technique d'expérimentation (ATEx) est une simple opinion technique à dire d'experts, formulée en l'état des connaissances, sur la base d'un dossier technique produit par le demandeur (*extrait de l'art. 24*).

A LA DEMANDE DE :

ArcelorMittal Construction France
16 Route de la Forge
FR-55000 HAIRONVILLE

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Tél. : +33 (0)1 64 68 82 82 – Siret 775 688 229 00027 – www.cstb.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3290_V1

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de couverture en panneau sandwich MAUKATHERM T iQ+. Le panneau est constitué d'un isolant en mousse rigide de polyisocyanurate ignifugée et de parements en tôle d'acier nervurés en extérieur et faiblement nervurés en intérieur.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 15/11/2023, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEX ci-dessous définie :

- Demandeur : Société ArcelorMittal Construction France.
 - Technique objet de l'expérimentation : Le caractère innovant réside essentiellement dans l'utilisation en couverture de panneaux sandwich d'aspect joint debout clipsés et fixés par l'intermédiaire de fixations cachées avec une plaquette de répartition.
- Cette technique est définie dans le dossier enregistré au CSTB sous le numéro ATEX 3290_V1 et résumée dans la fiche sommaire d'identification ci-annexée ;

donne lieu à une :

APPRECIATION TECHNIQUE FAVORABLE A L'EXPERIMENTATION

Remarque importante : Le caractère favorable de cette appréciation est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées au § 4.

Cette Appréciation, QUI N'A PAS VALEUR D'AVIS TECHNIQUE au sens de l'Arrêté du 21 mars 2012, découle des considérations suivantes :

1°) Sécurité

1.1 - Stabilité et sécurité des usagers

Le procédé MAUKATHERM T iQ+ ne participe ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale du bâtiment, laquelle incombe à la structure porteuse de celui-ci. La stabilité propre du procédé sous les sollicitations climatiques et sous poids propre est convenablement assurée.

1.2 – Sécurité des intervenants

Lors de la mise en œuvre et des opérations d'entretien, il y a lieu de respecter les dispositions réglementaires relatives à la protection contre les chutes de hauteur. Ainsi, la sécurité des intervenants peut être normalement assurée moyennant l'emploi de dispositifs d'échafaudage et de travail en hauteur, adaptés aux poids et aux dimensions des éléments. La mise en œuvre de ce procédé fait appel à des méthodes usuelles d'approvisionnement des matériaux et d'équipement des ouvriers pour des travaux nécessitant des interventions en hauteur.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Elle est à examiner, cas par cas, en fonction de la destination des ouvrages réalisés.

Les panneaux du procédé MAUKATHERM T iQ+ font l'objet d'un classement de réaction au feu selon la norme NF EN 13501-1 : B-s1, d0, avec des revêtements organiques côté intérieur possédant un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m².

1.4 – Sécurité en cas de séisme

Le procédé MAUKATHERM T iQ+ peut être mis en œuvre, en respectant les dispositions particulières du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

2°) Faisabilité

2.1 – Production

Les panneaux sandwich MAUKATHERM T iQ+ sont fabriqués par ArcelorMittal Construction France dans son usine de Contrisson (55). Elle fait l'objet d'un suivi par le CSTB dans le cadre de la surveillance continue du certificat de conformité CE pour la performance de la réaction au feu (AVCP niveau 1 selon NF EN 14509) et d'une certification ACERMI.

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3290_V1

2.2 – Mise en œuvre

Les panneaux MAUKATHERM T iQ+ sont mis en œuvre à l'avancement, avec leurs nervures type joint debout parallèles à la ligne de plus grande pente. La nervure type joint debout libre de l'élément à poser venant recouvrir la nervure type joint debout pleine du dernier élément posé.

Le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon contraire à celui des vents de pluie dominants. Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit ».

Arcelormittal Construction France préconise l'utilisation d'un palonnier à ventouse à double inclinaison pour la pose des panneaux MAUKATHERM T iQ+.

La mise en œuvre des panneaux de couverture nécessite l'établissement, par le poseur ou le maître d'œuvre, d'un calepinage préalable des panneaux sandwich isolants, en respectant les dispositions du Dossier Technique pour s'assurer de sa bonne compatibilité avec les caractéristiques spécifiques de cette couverture.

3°) Risques de désordre

La pose des panneaux avec nervures de type joint debout peut s'avérer difficile à réaliser. Le risque d'un défaut d'emboîtement peut être limité en respectant les précautions données dans le Dossier technique, parmi elles, la nécessité d'utiliser un palonnier à ventouse à double inclinaison pour la pose des panneaux MAUKATHERM T iQ+ ; ces derniers devront être alignés et inclinés avant de les emboîter.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- Faire réaliser, préalablement, par le poseur ou le maître d'œuvre, un calepinage des panneaux sandwich en respectant les dispositions du Dossier Technique.
- Apporter une attention particulière à l'emboîtement des panneaux entre eux, et à la fixation du Z de maintien, du fait de l'aspect joint debout des nervures.
- Examiner les règles de sécurité incendie relatives au classement du bâtiment au cas par cas par les intervenants du chantier, conformément aux textes en vigueur.
- Utiliser des vis avec rondelle d'étanchéité sous tête pour la fixation du Z de maintien.
- Prévoir pour le U support de faîtières, une protection adaptée à l'atmosphère extérieure du chantier.
- Exclure l'accrochage d'équipement (lignes de vie, crochet, garde-corps, boîtier, luminaire, ...) sur le panneau sandwich isolant du procédé MAUKATHERM T iQ+ ou sur l'un de ses parements. Seule la fixation des accessoires de finitions définis au § 2.2.4.2 du Dossier Technique est possible.
- Respecter les dispositions particulières de mise en œuvre des panneaux chaudronnés indiquées dans le Dossier Technique, notamment celles nécessitant des adaptations à prévoir des panneaux recouvrants et recouverts sur chantier.

5°) Rappel

Le demandeur devra communiquer au CSTB, au plus tard au début des travaux, une fiche d'identité de chaque chantier réalisé, précisant l'adresse du chantier, le nom des intervenants concernés, les contrôles spécifiques à réaliser et les caractéristiques principales à la réalisation.

En conclusion et sous réserve de la mise en application des recommandations ci-dessus, le Comité d'Experts considère que :

- La sécurité est assurée,
- La faisabilité est réelle,
- Les désordres sont limités.

Fait à Champs sur Marne.
Le Président du Comité d'Experts,

Youcef MOKRANI

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 3290_V1

ANNEXE 1

FICHE SOMMAIRE D'IDENTIFICATION (1)

Demandeur : ArcelorMittal Construction France
 Zone industrielle
 Site 1, 55800 CONTRISSON

Définition de la technique objet de l'expérimentation :

Il s'agit d'un procédé de couverture métallique à base de panneaux sandwich MAUKATHERM T iQ+ de grande longueur. Le panneau est constitué d'un isolant en mousse rigide de polyisocyanurate ignifugée et de parements en tôle d'acier. Le panneau MAUKATHERM T iQ+ a un parement extérieur nervuré de type joint debout, et un parement intérieur faiblement nervuré.

La jonction longitudinale entre panneaux est obtenue par emboîtement des rives.

Les panneaux sont clipsés et fixés par l'intermédiaire de fixations cachées avec une plaquette de répartition.

Les panneaux sont d'épaisseur 70 et 100 mm.

Le domaine d'emploi visé du procédé MAUKATHERM T iQ+, est celui des couvertures de bâtiments régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 8 m du sol, des bâtiments industriels et agricoles.

L'utilisation en climat de montagne (altitude > 900 m) est possible en respectant les dispositions indiquées dans le Dossier Technique.

Aucun recouvrement transversal n'est visé.

La longueur des rampants est limitée à 15 mètres.

L'emploi de ce procédé pour la couverture des bâtiments frigorifiques et agro-alimentaires n'est pas visé.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 3290_V1.

ANNEXE 2

DOSSIER TECHNIQUE

Ce document comporte 43 pages.

Procédé de couverture en panneaux sandwich

MAUKATHERM T iQ+

« Dossier technique établi par le demandeur »

Version tenant compte des remarques formulées par le comité d'Experts

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEX 3290_V1

1. Table des matières

2	<u>DOSSIER TECHNIQUE</u>	2
2.1.	<u>Mode de commercialisation</u>	2
2.1.1.	<u>Mise sur le marché</u>	2
2.1.2.	<u>Identification</u>	2
2.1.3.	<u>Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage</u>	2
2.2.	<u>Description</u>	3
2.2.1.	<u>Principe</u>	3
2.2.2.	<u>Domaine d'emploi visé</u>	3
2.2.3.	<u>Caractéristiques des composants</u>	4
2.2.4.	<u>Éléments</u>	5
2.3.	<u>Dispositions de conception</u>	9
231.	<u>Généralités</u>	9
232.	<u>Conditions de conception</u>	9
233.	<u>Dimensionnement des panneaux de couverture aux contraintes admissibles (NV65 modifiées)</u>	9
234.	<u>Dimensionnement des panneaux de couverture aux états limites</u>	10
2.4.	<u>Dispositions de mise en œuvre</u>	11
241.	<u>Conditions de mise en œuvre</u>	11
242.	<u>Conditions générales de pose</u>	11
243.	<u>Pentes minimales</u>	12
244.	<u>Conditions particulières aux appuis</u>	12
245.	<u>Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité (Cf. tableau 9)</u>	12
246.	<u>Fixation des panneaux à l'ossature (figure 7)</u>	13
247.	<u>Fixation des accessoires pliés et façonnés</u>	13
248.	<u>Ouvrages particuliers de couverture</u>	13
249.	<u>Précautions particulières</u>	14
2410.	<u>Travaux en climat de montagne</u>	15
2.5.	<u>Entretien, rénovation et remplacement</u>	15
2.5.1.	<u>Entretien</u>	15
2.5.2.	<u>Rénovation</u>	16
2.5.3.	<u>Remplacement de panneaux endommagés</u>	16
2.6.	<u>Assistance technique</u>	16
2.7.	<u>Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication</u>	16
2.7.1.	<u>Procédé de fabrication</u>	16
2.7.2.	<u>Contrôles de fabrication</u>	16
2.8.	<u>Mention des justificatifs</u>	16
2.8.1.	<u>Résultats expérimentaux</u>	16
2.8.2.	<u>Références chantiers</u>	16
2.9.	<u>Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre</u>	17



2 DOSSIER TECHNIQUE

2.1. Mode de commercialisation

Le procédé MAUKATHERM T iQ+ est commercialisé par le titulaire

Titulaire : ArcelorMittal Construction France

Internet : <https://construction-france.arcelormittal.com/fr>

Distributeur : ArcelorMittal Construction France

Internet : <https://construction-france.arcelormittal.com/fr>

2.1.1. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les panneaux sandwich du procédé MAUKATHERM T iQ+ font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.1.2. Identification

Les éléments MAUKATHERM T iQ+ sont caractérisés par la géométrie particulière de leur section transversale, illustrée par la Figure 1 du Dossier Technique.

Chaque colis de panneaux est repéré par une fiche d'identification détaillée au chapitre 2.1.3.1 du Dossier Technique.

2.1.3. Marquage, Emballage, transport, manutention et stockage

2.1.3.1. Marquage

Chaque colis de panneaux est identifié par :

- Une étiquette d'identification collée sur chaque emballage précisant
 - Le nom du client.
 - Le numéro de commande.
 - Le type de panneau suivi de son épaisseur.
 - Le code mousse A3
 - La nuance d'acier, les épaisseurs et le revêtement métallique des parements.
 - Les revêtements organiques des parements.
 - La référence du dossier.
 - La date de fabrication.
 - Le nombre, la longueur et la largeur des panneaux.
 - Le poids, la surface et la hauteur du colis.
 - Le type d'emballage.
 - Le marquage COV.
- Une étiquette comportant le marquage CE, le n° de certificat Acermi et l'adresse web de la DdP.
- Une fiche relative aux instructions de manutention et de stockage.
- Le marquage physique du centre de gravité du colis.

2.1.3.2. Emballage

Les panneaux sont emballés sur ligne de fabrication.

Les panneaux MAUKATHERM T iQ+ sont livrés sous emballage standard, renforcé ou maritime.

- Emballage standard normal (Cf. figure 5a):
 - Par banderolage de film plastique autour des panneaux avec protection aux angles et aux points d'élinguage.
- Emballage renforcé
 - Même principe que l'emballage standard,
 - Cornières en carton sur les angles verticaux et supérieurs des colis.
- Emballage maritime (Cf. figure 5b)
 - Emballage des panneaux dans une toile imperméable,
 - Conditionnement en caisse en bois traité entièrement fermée.

Les différents éléments protecteurs permettent un acheminement et une manutention des produits à moindre risque dans la mesure où sont respectées les préconisations des paragraphes 2.1.3.3 à 2.1.3.5. Les préconisations concernant la manutention et le stockage sont rappelés sur l'étiquette colis, accompagnées de schémas.

- Colisage :
 - Hauteur maximale : 1,20 m ;
 - Poids maximal : 1800 kg.



2.1.3.3. Transport

Les panneaux et leurs accessoires doivent être transportés dans des conditions qui préservent l'intégrité de leurs caractéristiques (colis calés, soigneusement gerbés et protégés, camions bâchés).

Il faut vérifier à chaque livraison l'intégrité des éléments. Tous commentaires et réclamations doivent être notifiés dans les documents d'expédition au moment de la livraison.

2.1.3.4. Manutention

Les opérations de manutention se feront en tenant compte des particularités du panneau et de la fiche sur le colis donnant les précautions générales à prendre en fonction des moyens de manutention utilisé, ainsi que des repères mis en place sur le colis pour indiquer les endroits à élinguer.

Pour la manipulation des panneaux du lieu de stockage au lieu de mise en œuvre pour mise en place, il est préconisé d'utiliser un palonnier à ventouses. Il est impératif de retirer le film de protection au moins à l'endroit des ventouses avant utilisation de ces dernières.

En cas de manipulation manuelle des panneaux, elle se fera de préférence sur le chant sans manipulation par l'onde recouvrante.

Il est déconseillé de manipuler tout panneau de masse supérieure à 70 kg (35 kg max par personne), ce qui équivaut à une longueur de :

- 5,50 m pour le panneau épaisseur 70 mm
- 5,05 m pour le panneau épaisseur 100 mm

2.1.3.5. Stockage

Ne pas superposer plus de 2 colis.

La durée du stockage sur chantier doit être réduite au minimum.

La précaution essentielle consiste à éviter que l'eau ne s'introduise, par ruissellement et condensation, entre les panneaux (exemples : bâche, stockage sous abri...).

Les colis doivent être entreposés en position légèrement inclinée, chaque support du colis en contact avec le sol, à l'abri des intempéries et du soleil, avec l'emballage ouvert à ses deux extrémités pour permettre l'aération. Le non-respect de ces consignes peut entraîner l'apparition du phénomène de rouille blanche.

Attention, même stocké, le film polyane de protection du panneau doit être retiré au plus tard 2 mois après mise à disposition en usine.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé MAUKATHERM T iQ⁺ est un système de couverture métallique isolante constitué de panneaux sandwich de grande longueur. Le panneau est constitué d'un isolant en mousse rigide de polyisocyanurate ignifugée et de parements en tôle d'acier. Le panneau MAUKATHERM T iQ⁺ a un parement extérieur nervuré, et un parement intérieur faiblement nervuré.

La jonction longitudinale entre panneaux est obtenue par emboîtement des rives.

Les panneaux sont clipsés et fixés par l'intermédiaire de fixations cachées avec une plaquette de répartition (Cf. figures 2 et 3).

Les panneaux sont d'épaisseur 70 et 100 mm. (Cf. figure 1).

2.2.2. Domaine d'emploi visé

2.2.2.1. Ouvrages visés

Le domaine d'emploi vise, en couverture, les bâtiments régis par le code du travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 8 m, bâtiments industriels et bâtiments agricoles, 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 comprise entre 5 mm Hg « 666 Pa » et 15 mm Hg « 1999Pa »).

L'utilisation en climat de montagne (altitude > 900 m) est possible sous conditions (Cf. § 2.4.10 du Dossier Technique).

Aucun recouvrement transversal n'est visé.

La longueur des rampants est limitée à 15 mètres.

L'emploi de ce procédé pour la couverture des bâtiments frigorifiques et agro-alimentaires n'est pas visé.

Comme tous les procédés de cette famille, l'accrochage d'équipement (lignes de vie, crochet, garde-corps, boîtier, luminaire, ... etc ...) sur le panneau sandwich isolant du procédé Maukatherm T iQ⁺ ou sur l'un de ses parements est exclu. Seule la fixation des accessoires définis au § 2.2.4.2 du présent document est possible. Si des équipements de protection sont prévus, ils devront être ancrés dans la charpente et le plan d'étanchéité devra être reconstitué au droit de la traversée de l'ancrage selon les prescriptions du § 2.2.4.2.4 et 2.2.4.2.5 pour le traitement des pénétrations discontinues.

2.2.2.2. Sismicité

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
 - L'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » modifié par les arrêtés des 19 Juillet 2011, 25 Octobre 2012, 15 Septembre 2014, 30 Décembre 2020 et 08 Septembre 2021.



Le procédé MAUKATHERM T iQ⁺ peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV¹, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

2.2.3. Caractéristiques des composants

2.2.3.1. Parements

Tôle d'acier S320 GD minimale, d'épaisseur nominale de 0,50 mm en parements intérieur et 0,60 mm en extérieur.

Les bobines d'acier peuvent être soit :

- Galvanisée à chaud en continu :
 - Mini Z100 pour Intérieur 12 (Polyester 12 μ) pour le parement intérieur ;
 - Z225 ou Z275 pour les autres revêtements organiques pour les parements extérieur et intérieur ;

Selon NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaquée selon NF P 34-301 et NF EN 10169.

- Revêtues à chaud en continu du revêtement ZMevolution® :
 - Mini ZMevolution® 60 pour Intérieur 12 (Polyester 12 μ) pour le parement intérieur ;
 - ZMevolution® 100 ou 120 pour les autres revêtements organiques (hors R'Unik) pour les parements extérieur et intérieur ;
 - ZMevolution® 140 pour les revêtements R'Unik pour les parements extérieur et intérieur ;

Selon ETPM « ZMevolution® » N°ETPM-19/0064 NF EN 10346 et NF EN 10143, prélaquée selon NF P 34-301 et NF EN 10169.

Le choix du revêtement de la tôle extérieure et intérieure devra tenir compte du type d'environnement selon les tableaux 1 et 2 en fin du Dossier Technique.

2.2.3.2. Isolants

L'isolant est constitué de mousse polyisocyanurate ignifugée de performances minimales selon tableau 3 ci-dessous :

La formulation de la mousse a été transmise à titre confidentiel au CSTB.

Tableau 3

	iQ+ System	
Masse volumique (ρ_c)	39 kg/m ³ +4 ; -1	
Traction (f_{ct})	0,06 MPa	
Compression (f_{cc})	0,11 MPa	
Cisaillement (f_{cv})	Panneau 70 mm : 0,11 MPa	Panneau 100 mm : 0,10 MPa
Conductivité thermique (λ)	0.019 W/m.K *	
(*) valeur certifiée ACERMI. n° 23/193/1640		

¹ Ce dossier 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.

2.2.3.3. Equipement des ondes recouvertes et recouvrantes

2.2.3.3.1. Onde recouverte

L'extrémité longitudinale moussée est fermée par :

- La retombée des deux parements en acier.
- Un joint papier kraft + film adhésif.

2.2.3.3.2. Onde recouvrante

Une bande de chant en mousse polyuréthane est mise en place à la fabrication sur la hauteur du panneau dans l'âme de l'onde. Un film adhésif relie cette bande de chant au parement acier extérieur.

La hauteur de la retombée de l'onde recouvrante est de 25 mm.

2.2.3.4. Organes de fixation

2.2.3.4.1. Généralités

L'emploi de traitement anticorrosion du dispositif de fixation est effectué, conformément à la NF P 34-205-1 (DTU 40.35) pour l'adaptation à l'atmosphère extérieure et à la NF DTU 43.3 P1-2 pour l'adaptation à l'ambiance intérieure.

Les fixations et leurs accessoires doivent avoir des caractéristiques conformes aux dispositions du paragraphe 5.4 et à l'annexe K de la norme NF P 34 205-1 (référence DTU 40-35).

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 atmosphères extérieures,
- Du § 5.1.1.4 de la norme NF DTU 43.3 P1-2 pour les ambiances intérieures.



2.2.3.4.2. Fixation des panneaux

La fixation du panneau se fait, par fixations traversantes dissimulées dans l'emboîtement avec une plaquette de répartition spécifique (référence AMCF : PLRMAUKA) en Inox austénitique A2 utilisable toutes atmosphères extérieures, de dimensions 75 x 27 x 1,5 mm en forme de L pré-percée de 3 trous de Ø 7 mm (Cf. figure 2) à raison :

- D'une vis sur appui d'extrémité
- De deux vis sur appui intermédiaire

Les fixations utilisées sont :

- Vis autoperceuse avec ou sans filet sous tête de Ø minimal 5,5 mm (appui acier et insert acier) et 6,3 mm (appuis bois) avec un Ø maximal de 7mm.
- Vis autotaraudeuse de Ø minimal 6,3 mm avec un Ø maximal de 7mm.

En locaux à forte hygrométrie, les vis utilisées seront en acier inox austénitique A2.

Nota : Lorsque les vis traversent le panneau de part en part au niveau des points particuliers (cas des panneaux de début et/ou de fin de bâtiment par exemple), ces fixations devront posséder une rondelle d'appui et d'étanchéité de Ø minimal 19 mm.

La longueur de la fixation en parti courante doit prendre en compte :

- L'épaisseur du panneau
- L'emplacement destiné à loger la tête de vis et la plaquette de répartition
- La plaquette de répartition épaisseur 1,5 mm

Soit une valeur équivalente à : Epaisseur panneau diminuée de 10,5 mm

Emboîtement particulier du panneau, voir figure 3.

En termes de performances mécaniques des fixations à utiliser, se référer au § 2.3 Dispositions de conception.

2.2.3.4.3. Fixation des éléments en acier revêtu métallique ou revêtu métallique prélaqué d'épaisseur 1 et 1,5 mm.

Les éléments concernés sont les supports de rive et le U support de faitière (décrits au § 2.2.4.2.1 et 2.2.4.2.2).

Concernant les supports de rive, les fixations utilisées sont :

- Vis autoperceuse Ø minimal 5,5 mm (appui acier et insert acier) et 6,3 mm (appuis bois).
- Vis autotaraudeuse de Ø minimal 6,3 mm.

Concernant le U support de faitière les fixations utilisées sont :

- Vis autoperceuse ou autotaraudeuse Ø minimal 4,8 munie d'une rondelle d'appui avec étanchéité monobloc Ø minimal 14 mm et de longueur maximale de 19 mm

2.2.3.4.4. Fixation des éléments de finition en tôle pliée.

Les fixations utilisées sont :

- Vis autoperceuse ou autotaraudeuse Ø minimal 4,8 mm munie d'une rondelle d'appui avec étanchéité monobloc Ø minimal 14 mm.
- Rivet inox (corps A2 – tige 10 % Cr) pour une utilisation uniquement en intérieur.
- En locaux forte hygrométrie les fixations utilisées devront être en Inox A2 minimum.

2.2.4. Eléments

2.2.4.1. Panneau

Les panneaux sandwich isolants du procédé MAUKATHERM T iQ+ font l'objet d'une déclaration des performances établie par ArcelorMittal Construction France sur la base de la norme NF EN 14509.

2.2.4.1.1. Dimensions du panneau (Cf. figure 1)

- Largeur utile : 1000 mm
- Largeur hors tout : 1040 mm
- Longueur minimale (hors reprise) : 3 m 00
- Longueur maximale des panneaux (y compris débord) : 15 m 00
- Epaisseur des panneaux : 70 et 100 mm

2.2.4.1.2. Géométrie des parements (Cf. figure 1)

2.2.4.1.2.1. Parement extérieur :

D'épaisseur 0,60 mm, il présente 3 nervures principales équidistantes de 500 mm de type joint debout de hauteur 36 mm pour les nervures centrales et recouvrantes et de hauteur 34,5 mm pour la nervure recouverte.

2.2.4.1.2.2. Parement intérieur :

D'épaisseur 0,50 mm, il présente une faible nervuration de largeur 19 mm au pas de 85 mm, de profondeur 2,8 mm.



2.2.4.1.3. Rives longitudinales (Cf. figures 1 et 3)

- Chaque parement comporte sur ses rives longitudinales un profilage permettant de réaliser l'emboîtement avec les deux panneaux voisins par clipsage des parements extérieur et rotation (Cf. figure 3)
- Les rives du panneau MAUKATHERM T iQ⁺ (emboîtée et emboîtante) sont conçues pour réaliser une jonction longitudinale mâle/femelle permettant d'assurer une tenue mécanique ainsi qu'une étanchéité entre chaque rive après clipsage des parements extérieurs et rotation du panneau. (Cf. figure 3)
- En rive mâle :
 - Le bord du parement extérieur est profilé de manière à présenter une nervure de type joint debout mâle ainsi qu'un plat destiné à recevoir la plaquette de répartition pour la fixation du panneau.
 - Le bord du parement intérieur est profilé de manière à présenter une forme de demi-mortaise.
- En rive femelle :
 - Le bord du parement extérieur est profilé de manière à présenter une nervure de type joint debout.
 - Le bord du parement intérieur est profilé de manière à présenter une forme de tenon.

2.2.4.1.4. Extrémités (transversales)

Les extrémités sont à coupe droite d'équerre, obtenue par coupe à la volée en continu sur ligne et la mousse est apparente. Des coupes biaisées sont possibles en reprise.

Pour la mise en œuvre au niveau de l'égout, il est impératif de prévoir un débord.

Ce dernier est réalisé par le parement supérieur, par découpe du parement intérieur et démoussage en ligne, selon les spécifications de la commande. Ce débord a des dimensions de 50, 100, 150, 200 ou 300 mm. Du fait de la présence de débords, il est indispensable de préciser, lors de la commande, s'il s'agit de panneaux à recouvrement du type « droit » ou « gauche » (sens de pose) (cf. figure 6).

2.2.4.1.5. Poids surfacique

Le poids surfacique nominal est de

- 12,41 daN/m² pour le panneau épaisseur 70 mm.
- 13,58 daN/m² pour le panneau épaisseur 100 mm.

2.2.4.1.6. Tolérances

Les tolérances sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

2.2.4.1.7. Aspect, coloris

Selon nuancier AMCF Colorissime.

2.2.4.1.8. Film pelable

Le revêtement prélaqué des parements intérieur et extérieur est recouvert en standard, d'un film pelable de protection contre les griffures en cours de transport, de stockage et ou de pose. Ce film est retiré sans délai lors de la pose. Dans tous les cas, ce film polyane doit être retiré au plus tard 2 mois après mise à disposition en usine.

2.2.4.1.9. Performances thermiques

Le coefficient de transmission thermique U_p doit être calculé selon les Règles Th-U, fascicule parois opaques, d'après la formule suivante :

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

Où :

- U_c est le coefficient de transmission thermique en partie courante du panneau.
- Ψ_j est le coefficient de déperdition linéique d'emboîtement entre panneaux.
- L_p est la longueur emboîtée entre panneau.
- n est le nombre de fixations de la paroi.
- χ est le coefficient de déperdition ponctuel pour une fixation. Cette valeur est forfaitairement prise égale à 0,01 W/K.
- A est l'aire de la paroi.

Le coefficient de transmission thermique en partie courante U_c et le coefficient de déperdition linéique χ , en fonction de l'épaisseur, sont donnés dans le Tableau 4 ci-dessous pour un lambda certifié ACERMI de 0,019 W/m.K.

Tableau 4 – Coefficients thermiques ($\lambda = 0,019 \text{ W/m.K}$)

Epaisseur (mm)	$U_c \text{ (W/m}^2\text{.K)}$	$\psi \text{ ((W/m.K)}$
70	0,270	0,014
100	0,189	0,006

2.2.4.1.10. Réaction au feu

Les panneaux sandwich MAUKATHERM T iQ⁺ font l'objet, suivant la NF EN 13501-1 et selon un Procès-Verbal valide, d'un classement de réaction au feu B-s1,d0 avec des revêtements organiques côté intérieur possédant un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m². (Cf. § 2.8.1)



2.2.4.1.11. Feu extérieur de toiture

Les panneaux sandwich du procédé MAUKATHERM T iQ+ font l'objet, suivant la parution au journal officiel de l'Union Européenne de la décision du 04 septembre 2006, d'un classement Broof (t3).

2.2.4.1.12. Etanchéité à l'air

Le panneau MAUKATHERM T iQ+ a fait l'objet, selon la NF EN 12114 d'un rapport d'essai du CSTB évaluant son étanchéité à l'air.

2.2.4.1.13. Etanchéité à l'eau

En référence à la NF P 34-205-1 (réf DTU 40.35) l'étanchéité à l'eau de cette couverture peut être assurée normalement dans les conditions de pose définies dans le présent document.

2.2.4.1.14. Isolation acoustique**2.2.4.1.14.1. Affaiblissement acoustique au bruit aérien**

Le panneau MAUKATHERM T iQ+ a fait l'objet, selon les normes NF EN ISO 10140-1 (2021), NF EN ISO 10140-2 (2021), NF EN ISO 10140-4 (2021), NF EN ISO 10140-5 (2021) et NF ISO 12999-1 (2020) complétées par la norme NF EN ISO 717/1 (2020) et amendements associés, d'un rapport d'essai évaluant l'indice d'affaiblissement acoustique R (voir tableau 5 ci-dessous).

2.2.4.1.14.2. Bruit d'impact de la pluie

Le panneau MAUKATHERM T iQ+ a fait l'objet, selon les normes NF EN ISO 10140-5 et NF EN ISO 10140-1 d'un rapport d'essai évaluant le niveau d'intensité acoustique Li généré par une pluie artificielle (voir tableau 5 ci-dessous).

Tableau 5 – Indice d'affaiblissement acoustique $R_w(C;Ctr)$ et Bruit d'impact de la pluie L_{IA}

	Panneau ép.70mm	Panneau ép.100mm
$R_w(C;Ctr)$ (dB)	24(-2;-3)	24(-2;-4)
L_{IA} (dB)	65	65 ⁽¹⁾
⁽¹⁾ : Cette configuration n'ayant pas été testée, utiliser la performance la plus défavorable (Panneau ép. 70 : 65dB)		

2.2.4.2. Caractéristiques des accessoires**2.2.4.2.1. Ensemble support de faîtière**

Ensemble composé des deux pièces suivantes :

2.2.4.2.1.1. Contre cloisir

Contre cloisir en mousse polyéthylène réticulée à cellules fermées fourni par la société Etanco de référence :

MI CLOSOIR CP Adh 2x500x1000 Maukatherm

Contre Profil hauteur 45 mm x largeur 30 mm (Cf. figure 12)

2.2.4.2.1.2. U support de faîtière

Elément en acier de classe minimale S280GD protégé en accord avec les Recommandations Professionnelles RAGE « Couvertures en panneaux sandwich à deux parements en acier et à âme polyuréthane », soit par :

- Un revêtement métallique nu adapté à l'atmosphère extérieure du chantier (mini Z350 ou ZMevolution®175)
- Un revêtement métallique et un revêtement organique adaptés à l'atmosphère extérieure du chantier

Cet élément cranté et plié en forme de U est d'épaisseur 1 mm et de longueur hors tout 2,1 m pour une longueur utile de 2 m ayant les dimensions internes suivantes : hauteur 41 mm et largeur 31 mm (Cf. figure 13).

Le contre cloisir est maintenu par le U support de faîtière. La largeur spécifique du contre cloisir assure le maintien du U support de faîtière. Le U support de faîtière est utilisé du fait de la faible largeur du joint debout qui ne permet pas de fixer directement la faîtière sur celui-ci (Cf. figure 11).



2.2.4.2.2. Eléments pliés en forme de Z

Elément filant en acier de classe minimale S280GD protégé en accord avec les Recommandations Professionnelles RAGE « Couvertures en panneaux sandwich à deux parements en acier et à âme polyuréthane », soit par :

- Un revêtement métallique nu adapté à l'atmosphère extérieure du chantier (mini Z350 ou ZMevolution®175)
- Un revêtement métallique et un revêtement organique adaptés à l'atmosphère extérieure du chantier

2.2.4.2.2.1. Support de rive

Cet élément plié en forme de Z est d'épaisseur 1,5 mm et de longueur standard 2 m (Cf. figure 8)

2.2.4.2.2.2. Maintien de faitière

Elément plié en forme de Z est d'épaisseur 1 mm et de longueur standard 2 m (Cf. figure 16 Bis)

2.2.4.2.3. Façonnés linéaires en tôle pliée (fournis sur demande)

Tôle d'acier de nuance et qualité identique à celle des parements décrits au § 2.2.3.1, d'épaisseur 0,75 mm, et de longueur standard 2,1 m

Toutefois, lorsqu'une continuité d'aspect ou de teinte est recherchée pour une commande donnée, il est préférable de prévoir des façonnés dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement mais d'épaisseur mini 0,60 mm.

Ces éléments en tôle d'acier façonnés sur presses plieuses permettent de résoudre les différents points particuliers couramment rencontrés en couverture.

Les accessoires courants sont référencés dans la documentation commerciale d'ArcelorMittal Construction France et comprennent notamment les éléments suivants :

- Faîtage simple cranté,
- Faîtage double cranté,
- Faîtage à boudin cranté,
- Faîtage en solin cranté
- Sous-faîtère double,
- Rive de pignon,
- Rive en solin,
- Solin,
- Closoir cranté

Ces divers accessoires sont illustrés, en œuvre, sur les figures de détail en fin de dossier technique.

2.2.4.2.4. Panneaux chaudronnés pour pénétrations discontinues réalisés en atelier (fournis uniquement par AMCF sur demande)

Les nuances et qualités des tôles d'acier utilisées pour la réalisation des panneaux chaudronnés sont identiques à celle des parements décrits au § 2.2.3.1.

Les pénétrations discontinues réalisées en atelier sur les panneaux MAUKATHERM T iQ+ sont décrites aux paragraphes suivants. Ces panneaux chaudronnés sont autorisés uniquement pour pentes supérieures ou égales à 7%.

Un chevêtre doit être prévu autour des pénétrations ayant une dimension (largeur ou longueur) supérieure à 400 mm.

Lorsqu'une opération de reprise est nécessaire afin de reconditionner les revêtements endommagés par les opérations de chaudronnerie, elle sera effectuée selon la NF P 24-351 par application d'une peinture riche en zinc, et d'un laquage de finition de même qualité que celui mis en œuvre sur nos usines de laquage. Les laques utilisées ont donc des performances adaptées aux ambiances intérieures et atmosphères extérieures.

2.2.4.2.4.1. Ouverture pour costières (Cf. figure 29)

Une costière est composée d'un cadre extérieur et d'un cadre intérieur en acier revêtu métallique et organique, avec possibilité de mise en œuvre d'une isolation intermédiaire. Assemblés et post laqué selon NF P 24-351 avec adaptation des revêtements aux ambiances intérieures et atmosphères extérieures, elle est intégrée sur des panneaux MAUKATHERM T iQ+ en usine.

2.2.4.2.4.2. Passage de tuyaux (Cf. figures 28).

Utilisation de plaque à douille sur panneau MAUKATHERM T iQ+; la fixation mécanique est assurée par rivetage et l'étanchéité par un cordon de soudure, réalisée en atelier au niveau de toutes les jointures, puis est réalisé un post laquage.

2.2.4.2.4.3. Châssis ouvrant

La réalisation en atelier est identique au § 2.2.4.2.4.1. (Cf. figure 30).

2.2.4.2.5. Accessoires pour pénétrations discontinues réalisées sur chantier

2.2.4.2.5.1. Passage de tuyaux (Cf. figures 27).

Utilisation d'un manchon d'étanchéité en caoutchouc EPDM ou Silicone sur une embase carrée ou ronde en aluminium déformable, visant son utilisation sur plage uniquement ; la fixation mécanique est assurée par vis avec rondelle d'appui et d'étanchéité. Ce montage nécessite le respect des dispositions prévues au chapitre 6.2.2.6.2 de la NF P 34-205-1 (DTU 40.35).



2.2.4.2.6. Autres accessoires**2.2.4.2.6.1. Isolant complémentaire**

- Mousse PU en bombe
- Laine minérale

2.2.4.2.6.2. Compléments d'étanchéité

- Joints en mousse souple imprégnée ou non ;
- Mastic silicone bénéficiant d'un label SNJF façade classe 25E ;
- Contre-closoir en mousse de polyéthylène

2.3. Dispositions de conception**23.1. Généralités**

La détermination de la portée des panneaux dépend des référentiels des actions climatiques définis dans les DPM. Les référentiels utilisés peuvent être soit :

- Suivant le principe des contraintes admissibles pour le référentiel NV 65 modifiées.
- Suivant le principe des états limites pour les référentiels Eurocode vent (NF EN 1991 1-4, son annexe nationale et leurs amendements) et neige (NF EN 1991 1-3, son annexe nationale et leurs amendements).

Pour la vérification des fixations, le coefficient matériau γ_m à prendre en compte est de :

- $\gamma_m = 1,15$ pour les supports métalliques d'épaisseur supérieure ou égale à 3 mm,
- $\gamma_m = 1,35$ pour les supports bois et les supports métalliques d'épaisseur supérieure ou égale à 1,5 mm et inférieure à 3 mm.

Le porte à faux est limité au 1/10ème de la portée adjacente autorisée dans le tableau de charge, avec un maximum de 350 mm pour des altitudes ≤ 900 mètres et 200 mm au-delà.

23.2. Conditions de conception

L'ossature du bâtiment doit être calculée conformément aux Eurocodes 0, 1, 2, 3, 5 et 8 sans tenir compte de la résistance propre des panneaux et doit être conforme aux prescriptions ci-dessous, à l'instigation du maître d'ouvrage.

La structure porteuse des bâtiments peut être :

- En acier, conformément aux normes NF EN 1993-1-1, NF EN 1993-1-1/NA, NF EN 1993-1-1/A1, NF EN 1993-1-3 et NF EN 1993-1-3/NA. 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 2 selon la norme NF EN 1090-2, NF EN 1090-2/CN et NF EN 1090-2+A1.
- En bois, conformément aux normes NF EN 1995-1-1, NF EN 1995-1-1/NA et NF EN 1995-1-1/A1, 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 par panneau et 2.5 mm minimum d'épaisseur, conformément aux normes NF EN 1992-1-1, NF EN 1992-1-1/NA et NF EN 1992-1-1/A1. 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 y a lieu de s'assurer de la résistance de cette ossature et de ses fixations. La flèche maximale de cette ossature W_{fin} est limitée au 1/200ème de la portée et à 2cm (action du vent seul)

23.3. Dimensionnement des panneaux de couverture aux contraintes admissibles (NV65 modifiées)

Les tableaux de charges normales admissibles descendantes et ascendantes sont donnés aux tableaux 10 et 11 et sont établis à partir des critères suivants (hors climat de montagne) :

- Flexibilité $\leq 1/200$ ème de la portée sous charge descendante,
- Sécurité à la ruine ≥ 2 sous charge descendante et ascendante,
- Sécurité à la ruine sous charge concentrée descendante ≥ 200 daN

Dispositions simplifiées pour la prise en compte des charges accidentelles de neige :

La notion de charge accidentelle est implicitement vérifiée lorsque la « charge normale » de neige « p_n » est supérieure ou égale à :

- 50 daN/m² pour les régions A2 et B1,
- 70 daN/m² pour les régions B2 et C2,
- 90 daN/m² pour la région D.

Pour une région donnée, lorsque « p_n » est inférieure à la valeur indiquée ci-dessus, la notion de charge accidentelle est vérifiée en remplaçant « p_n » par la valeur indiquée.

En ce qui concerne les effets du vent, il y a lieu de prendre :

- Le vent parallèle aux génératrices avec une majoration de 50 % du coefficient de pression extérieur, soit $1,5 C_e + C_i$ pour les vérifications des portées admissibles des panneaux et des fixations en partie courante.
- Le vent perpendiculaire aux génératrices avec une majoration de 100 % du coefficient de pression extérieur, soit $2C_e + C_i$ pour les vérifications des fixations en rive.
- Pour rappel, les zones de rives sont à considérer sur une profondeur égale à $h/10$ sans dépasser $b/10$ avec :
 - h : hauteur totale du bâtiment ;



- o b : plus petite dimension horizontale du bâtiment.

Fixations :

Les fixations sont vérifiées en fatigue vis-à-vis de leur mode de fixation particulier, et en arrachement vis-à-vis du P_k / γ_m . Le fait d'augmenter le nombre de fixations par plaquette ne peut être vérifié. Les tableaux de charges ascendantes intègrent une vérification des fixations pour une valeur d'arrachement P_k / γ_m par fixation précisée dans le tableau 6a (la vérification en fatigue est implicitement vérifiée).

Si la fixation utilisée possède une valeur P_k / γ_m inférieure à cette dernière, la charge maximale admissible est calculée selon la formule ci-dessous, limitée au tableau de charge.

$$Q = \frac{P_k / \gamma_m}{\chi x L} + \frac{g}{1,75}$$

Avec :

- Q : charge du projet en daN/m², telle que définie ci-avant ;
- P_k : résistance caractéristique à l'arrachement en daN (selon la norme NF P 30-310) ;
- γ_m : coefficient de matériau (voir § 2.3.1) ;
- χ : Coefficient égal à 7/8 en 2 appuis, 35/32 en 3 appuis, 77/80 en 4 appuis et 1 en 5 appuis ;
- L : Portée du projet en m ;
- g : poids propre du panneau en daN/m².

Tableau 6a – Valeur d'arrachement P_k / γ_m (daN) par fixation.

	2 appuis	3 appuis et plus
Panneau épaisseur 70 mm	292	210
Panneau épaisseur 100 mm	303	227,5

234. Dimensionnement des panneaux de couverture aux états limites

Les tableaux de charges descendantes et ascendantes sont donnés aux tableaux 12 et 13 (hors climat de montagne) et sont établis à partir des critères définis dans le cahier CSTB n° 3731 et avec une résistance caractéristique à l'arrachement P_k / γ_m par fixation précisée dans le tableau 6b ci-après.

Dispositions simplifiées pour la prise en compte des charges accidentelles de neige :

La notion de charge accidentelle est implicitement vérifiée lorsque la charge de neige « S » est supérieure ou égale à :

- 70 daN/m² pour les régions A2 et B1,
- 90 daN/m² pour les régions B2 et C2,
- 120 daN/m² pour la région D.

Pour une région donnée, lorsque la charge « S_k » est inférieure à la valeur indiquée ci-dessus, la notion de charge accidentelle est vérifiée en remplaçant « S_k » par la valeur indiquée.

Les charges de vent Eurocodes à prendre en compte pour le panneau et les fixations sont les charges ELS, elles sont :

- Soit issues d'un calcul complet avec comme hypothèses imposées :

- o Période de retour de 50 ans soit $C_{prob} = 1$;
- o Coefficient de saison $C_{season} = 1$;
- o Prise en compte d'un coefficient $C_{pe,10}$.

Les zones de la toiture à prendre en compte :

- o Pour les panneaux : zone H ;
- o Pour les fixations : zone G.
- Soit issues du cahier CSTB n°3732, pour les règles simplifiées.
- Cas particulier du climat de montagne (altitude > 900 mètres) : Voir § 2.4.10.

Fixations :

Les fixations sont vérifiées en fatigue vis-à-vis de leur mode de fixation particulier, et en arrachement vis-à-vis du P_k / γ_m . Le fait d'augmenter le nombre de fixations par plaquette ne peut être vérifié. Les tableaux de charges ascendantes intègrent une vérification des fixations pour une valeur d'arrachement P_k / γ_m par fixation précisée dans le tableau 6b (la vérification en fatigue est implicitement vérifiée).

Si la fixation utilisée possède une valeur P_k / γ_m inférieure à cette dernière, la charge maximale admissible est calculée selon la formule ci-dessous, limitée au tableau de charge :



$$W = \frac{P_k / \gamma_m}{\chi \times L} + \frac{g}{1,5}$$

Avec :

- W : charge ELS du projet en daN/m², telle que définie ci-avant,
- P_k : résistance caractéristique à l'arrachement en daN (selon la norme NF P 30-310) ;
- γ_m : coefficient de matériau (voir § 2.3.1) ;
- χ : Coefficient égal à 0,75 en 2 appuis et 15/16 en 3 appuis, 33/40 en 4 appuis et 6/7 en 5 appuis et plus ;
- L : Portée du projet en m ;
- g : poids propre du panneau en daN/m².

Tableau 6b – Valeur d'arrachement P_k/γ_m (daN) par fixation.

	2 appuis	3 appuis et plus
Panneau épaisseur 70 mm	250	180
Panneau épaisseur 100 mm	260	195

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Conditions de mise en œuvre

Des précautions devront être prises pour assurer la continuité des étanchéités et de l'isolation afin de limiter les risques de condensation superficielle (Cf. 2.4.5 : Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité)

Une étude de calepinage doit être faite, à l'instigation du maître d'ouvrage ou de son représentant, et soumise au fabricant à la société ArcelorMittal Construction France pour s'assurer de sa bonne compatibilité avec les caractéristiques spécifiques de cette couverture.

2.4.2. Conditions générales de pose

Les panneaux MAUKATHERM T iQ⁺ sont mis en œuvre à l'avancement, avec leurs nervures type joint debout parallèles à la ligne de plus grande pente. La nervure type joint debout libre de l'élément à poser venant recouvrir la nervure type joint debout pleine du dernier élément posé. (Cf. lien vidéo : <https://youtu.be/-V75VJEx9U8>)

Le sens de progression du montage des panneaux est choisi de façon contraire à celui des vents de pluie dominants. Cette condition implique l'emploi de panneaux type « gauche » ou type « droit » (Cf. figure 6).

Arcelormittal Construction France préconise l'utilisation d'un palonnier à ventouse à double inclinaison pour la pose des panneaux MAUKATHERM T iQ⁺.

Il est nécessaire de respecter certaines précautions lors de la mise en œuvre :

- Aligner le panneau avant emboîtement.
- Afin de pouvoir réaliser l'emboîtement des panneaux, il est impératif d'incliner l'élément à poser avant de le clipser suivant le principe de pose illustré à la figure 3.

Les panneaux de faîtage devront comporter un bord relevé du parement extérieur. Le bord relevé est à réaliser sur site avec une pince à relever tel que représenté sur la figure 14 afin de présenter une hauteur mini de 25mm.

Aucun recouvrement transversal n'est prévu, hormis lors de la pose de panneaux chaudronnés tels que la costière ou le châssis ouvrant est mis en œuvre sur 2 panneaux contigus (Cf. figure 33). Dans ce cas il conviendra de :

- Ne pas envisager la forte hygrométrie dans le local.
- Limiter la longueur du panneau chaudronné à la dimension de la pénétration + 2 x 1100mm (1100mm en partie haute et 1100mm en partie basse) afin de limiter la portée à 1 mètre.
- Fixer le panneau chaudronné à chacun des côtés du chevêtre avec des plats ou des pièces façonnées en tôle pliée d'épaisseur 1,5mm mini adaptée à la géométrie du chevêtre. Ces pièces seront fixées à la partie chaudronnée de la costière, cette dernière ayant une épaisseur de 1,5mm, et au chevêtre (Cf. figure 36).
- Avoir recours à des recouvrements transversaux de longueur 300 mm (Cf. figure 34). Pour ce faire les panneaux recouverts et recouvrants nécessiteront les adaptations sur chantier suivantes :
 - Sur le premier panneau recouvert (repère 2 de la figure 31), réaliser sur le parement extérieur, conformément à la figure 33, une découpe de 250 mm au niveau du joint debout recouvrant à une hauteur de 25 mm depuis la plage plane.
 - Sur le premier panneau recouvrant (repère 5 de la figure 31), réaliser sur le parement extérieur, conformément à la figure 34 :
 - Une découpe de 300 mm au niveau du joint debout recouvert à une hauteur de 5 mm depuis la plage plane.
 - Une découpe des plages planes afin de réaliser des plis écrasés de 30 mm.
 - Sur le deuxième panneau recouvrant (repère 6 de la figure 31), réaliser sur le parement extérieur, conformément à la figure 35 :
 - Une découpe de 300 mm au niveau du joint debout recouvert à une hauteur de 25 mm depuis la plage plane.
 - Une découpe des plages planes afin de réaliser des plis écrasés de 30 mm.



- Poser une étanchéité complémentaire conforme à la NF P 30-305 entre le panneau chaudronné et les panneaux recouverts et recouvrants (Cf. figure 36).

La longueur maximale de rampant est limitée à 15 mètres.

Des garnitures d'étanchéité sont mises en œuvre sur appui pour l'étanchéité à l'air.

243. Pentas minimales

La pente de la couverture est donnée par l'ossature.

Les pentes minimales à respecter sont données au tableau 7 en fin de Dossier Technique en fonction de :

- La zone et la situation climatique du projet défini selon l'annexe E de la NF P 34-205-1 (réf. DTU 40.35) ;
- La configuration de la couverture ;
- L'altitude du bâtiment.

En fonction de la pente, des dispositions particulières peuvent être à mettre en place au niveau des faîtages (Cf. § 2.4.8.3)

244. Conditions particulières aux appuis

Les panneaux MAUKATHERM T iQ+ peuvent être posés sur des appuis en bois, métal ou béton avec insert acier (Cf. figure 7), dont les largeurs minimales sont définies dans le tableau 8 ci-après :

Tableau 8 –Dimensions minimales des appuis

Localisation des appuis	Nature du support		
	Acier (épaisseur mini : 1,5 mm)	Bois (épaisseur mini : 80 mm)	Béton avec inserts acier (épaisseur mini : 2,5 mm)
Extrémité	40 mm	60 mm	60 mm
Intermédiaire	60 mm	25 mm + 8d*	60 mm

*d=diamètre de la fixation utilisée

Position des fixations dans la plaquette de répartition :

- Pour les appuis d'extrémité, les fixations seront positionnées de préférence dans le trou central de la plaquette de répartition.
- Pour les appuis intermédiaires, les fixations seront positionnées dans le trou central et un des trous d'extrémité de la plaquette.

Si toutefois les fixations sont positionnées dans les trous d'extrémités de la plaquette, alors les largeurs d'appui devront être supérieure ou égale à :

- 80 mm pour les supports acier et béton avec inserts acier
- Supérieure ou égale à 50 mm + 8d pour les supports bois (avec d=diamètre de la fixation utilisée)

Les panneaux doivent avoir :

- Une pince de 100 mm mini entre le bord du panneau et l'axe de la fixation ;
- Une pince mini entre l'axe de la fixation et le bord de l'appui d'une valeur de :
 - 15 mm pour les supports acier et béton avec inserts acier
 - 4d pour le bois (avec d=diamètre de la fixation utilisée)
- Un ancrage mini de la partie filetée de la vis de fixation de 50 mm pour les supports bois.

Lorsque les fixations traversent le panneau de part en part au niveau des points singuliers (cas des panneaux découpés), la pince minimale des fixations par rapport au bord transversal du panneau est de 20 mm.

Pour les locaux climatisés avec appuis bois, la partie supérieure des pannes doit être préalablement revêtue avant pose des joints et panneaux, d'une bande adhésive revêtue aluminium (référence ALUMAFASH de la société TREMCO ou équivalent).

245. Dispositions vis-à-vis de l'étanchéité (Cf. tableau 9)

2.4.5.1. Joints sur appuis pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Au droit des points singuliers (Egout, faitage, chevêtre...), il doit être mis en œuvre un joint sur appui. Le type de joint diffère selon l'hygrométrie des locaux.

- Faible ou moyenne hygrométrie :
 - Un joint mousse 20 x 10 ou 20 x 5 mm.
- Forte hygrométrie et locaux climatisés pour 10 mm Hg « 1333 Pa » à 15 mm Hg « 1999 Pa » (Cf. figure 4) :
 - Un joint butyl.
- Locaux climatisés pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa » (Cf figure 4) :
 - Un joint silicone.

En rive de bâtiment, la mise en place des mêmes joints doit être prévue, soit au niveau d'une structure si elle existe, ou au niveau de l'accessoire filant assurant la jonction bardage / couverture.

Sur appui intermédiaire, il est mis en œuvre, soit un joint du même type que celui posé sur appui d'extrémité, soit à minima, un joint mousse.



2.4.5.2. Joints du panneau pour l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau

Les joints à mettre en œuvre sur le panneau en complément de la bande de chant posée en usine, en fonction de l'hygrométrie sont définis ci-dessous.

- Faible ou moyenne hygrométrie :
 - Pas de joint supplémentaire à mettre en place.
- Forte hygrométrie et locaux climatisés pour 10 mm Hg « 1333 Pa » à 15 mm Hg « 1999 Pa » (Cf. figure 4)
 - Un joint butyl est mis en œuvre in situ dans la partie basse de l'emboîtement. La jonction avec le joint sur appui doit être réalisée (en extrémité de panneau et en rive).
- Locaux climatisés pour 5 mm Hg « 666 Pa » à 10 mm Hg « 1333 Pa » (Cf. figure 4) :
 - Un joint silicone est mis en œuvre in situ dans la partie basse de l'emboîtement. La jonction avec le joint sur appui doit être réalisée (en extrémité de panneau, en rive et sur chevêtre).

24.6. Fixation des panneaux à l'ossature (figure 7)

La fixation du panneau se fait par fixations traversantes dissimulées dans l'emboîtement avec plaquette de répartition à raison :

- D'une vis sur appui d'extrémité
- De deux vis sur appui intermédiaire

La longueur de la fixation doit prendre en compte la géométrie particulière de l'emboîtement, elle est déterminée selon l'épaisseur du panneau diminuée de 10,5 mm.

Une attention particulière est à apporter à la longueur totale des fixations dans le cas de pose sur béton et/ou maçonnerie avec insert acier ; en effet, cette longueur doit être adaptée en fonction de l'épaisseur pincée du panneau, de l'épaisseur de l'appui et de la hauteur libre sous appui.

Lorsque les fixations traversent le panneau de part en part au niveau des points singuliers (cas des panneaux découpés), la pince minimale des fixations par rapport au bord transversal du panneau est de 20 mm.

24.7. Fixation des accessoires pliés et façonnés

La répartition et la densité des fixations des accessoires pliés et façonnés est la suivante :

- 1 fixation tous les mètres maximum sauf pour les fixations des faîtières sur les supports de faîtière où l'espacement est réduit à 0,50 m.
- Les fixations sont régulièrement réparties.

Le support de faîtière est fixé sur chaque joint-debout, en quinconce, avec la patte de fixation du joint debout central coté bas de pente et les supports de faîtière sont fixés entre eux (Cf. figure 11).

24.8. Ouvrages particuliers de couverture

2.4.8.1. Dispositions générales

Les dispositions de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40.35) s'appliquent en tenant compte des spécificités du panneau (Cf. §2.2.1 et 2.2.3.4.2). Aux liaisons entre la couverture et les autres ouvrages, lorsque le parement inférieur est en contact avec l'extérieur, il peut exister, en fonction de l'hygrométrie intérieure des locaux, un risque de condensations passagères du fait du pont thermique ainsi créé. Il sera créé, soit un calorifugeage complémentaire, soit une discontinuité dans le parement par réalisation d'un trait descie. (Cf. § 2.4.10.1 et figure 21)

Les schémas de mise en œuvre donnés en annexe ne sont que des exemples à adapter sur chaque chantier en fonction de ses particularités.

2.4.8.2. Egout

Les panneaux présentent une tranche avec un débord du parement supérieur d'au moins 50 mm.

- La rive transversale du panneau MAUKATHERM T iQ+ doit être systématiquement protégée par un closoir cranté métallique.
- Dans le cas d'égout sans gouttière, un débord minimal de 100 mm sera prévu (Cf. figure 20 et 21).
- Débord avec gouttière pendante, le parement supérieur déborde de l'isolant de 50 ou 100 mm (Cf. figure 24 et 25). Elles ne sont en aucun cas fixées sur le panneau de couverture.
- Chéneau central, un espace minimal de 80 mm doit être laissé libre entre les parements supérieurs des panneaux, et le parement supérieur déborde de l'isolant de 100 mm mini (Cf. figure 26).

Lorsque les dessins proposés donnent des exemples de mise en œuvre des panneaux avec des éléments canalisant les eaux de pluie en bas de pente, ces éléments devront être réalisés en conformité avec la NF DTU 60.11 P3 et la NF P 36-201 Compil (référence DTU 40.5).

2.4.8.3. Faîtage (Cf. figure 11)

Le recouvrement des faîtages sur les panneaux doit être de 120 mm au moins.

Dans tous les cas, un ensemble support de faîtière (Cf. § 2.2.4.2.1) composé d'un U support faîtière (Cf. figure 13) et d'un contre closoir (Cf. figure 12) doit être posé entre le panneau et la faîtière à bords crantés.

Afin de faciliter la mise en œuvre des faîtières, principalement les faîtières articulées et faîtières contre mur, il est conseillé de fixer un z de maintien de faîtière (Cf § 2.2.4.2.2 et figure 16 bis) tel que représentés sur les figures 16 et 19.

Pour des pentes inférieures à ou égale à 10%, les panneaux de faîtage devront comporter un bord relevé du parement extérieur. Le bord relevé est à réaliser sur site avec une pince à relever tel que représenté sur la figure 14 afin de présenter une hauteur mini de 25mm.



Les faîtages peuvent être de type :

- Faîtage double (Cf. figure 15).
- Faîtage articulé (Cf. figure 16).
- Faîtage simple (Cf. figures 17 et 18).
- Faîtage sur mur en dépassement (Cf. figure 19).
- Faîtage en solin.

2.4.8.4. Rives

Dans tous les cas la rive est fixée sur un support de rive qui lui-même est fixé sur l'ossature.

Le support rive est soit directement posé et fixé sur l'ossature, soit posé sur le panneau et fixé sur l'ossature, dans ce cas la fixation traverse le panneau de part en part (Cf. figures 8, 9 et 10)

La dimension entre la fixation et le bord de la rive doit être de 350 mm maximum.

Le bord de rive en intérieur toiture ne doit pas être éloigné de plus de 200 mm de sa fixation.

Les rives peuvent être de type :

- Rive pignon
 - Pignon de départ (selon le sens de pose) (Cf. figure 8).
 - Pignon de fin (selon le sens de pose) (Cf. figure 9).
- Rive contre mur (Cf. figure 10).
- Rive en solin (Cf. figure 10).

2.4.8.5. Pénétrations discontinues

Elles nécessitent l'emploi de panneaux chaudronnés réalisés en atelier tels que décrits au paragraphe 2.2.4.2.4 ou d'accessoires tels que décrits au paragraphe 2.2.4.2.5.

Le percement ou la découpe sur le chantier des éléments MAUKATHERM T iQ+ n'est pas admis sauf là où une jonction entre le panneau et la pièce pénétrante peut se réaliser avec un manchon pour sortie de toiture (Cf. figure 27 et § 2.2.4.2.5.1).

Toute ouverture nécessitant une découpe de section supérieure à 400 x 400 mm, doit être mise en œuvre sur un chevêtre.

Une étude de calepinage doit être faite, à l'instigation du maître d'ouvrage ou de son représentant, et soumise à la société ArcelorMittal Construction France pour s'assurer de sa bonne compatibilité avec les caractéristiques spécifiques de cette couverture.

2.4.8.6. Dispositif d'éclairage de toiture

L'éclairage par la toiture peut être obtenu :

- Par un lanterneau en saillie sur la couverture, s'adaptant sur les panneaux MAUKATHERM T iQ+ avec costière (Cf. figure 29).
- Par l'emploi de panneaux MAUKATHERM T iQ+ avec châssis de toit (Cf. figure 30).

Ces dispositifs (costière, châssis de toit) sont réalisés en usine selon le processus suivant :

- Assemblage de la costière épaisseur 1,5 mm par soudure semi-automatique.
- Découpe de l'ouverture nécessaire dans le panneau.
- Pose de la costière sur le panneau, fixation mécanique par rivets étanches.
- Obturation des joints debouts.
- Etanchéité extérieure.
- Pose du cadre inférieur épaisseur 1,5 mm cachant la tranche des panneaux, fixation mécanique par rivets, cette dernière renforce en pied la costière et, fixée mécaniquement par des rivets.
- Reprise de peinture.
- Lorsque la mise en œuvre de ce type de plaque accessoire concerne plus d'un panneau, la fabrication est similaire, à ceci près que les panneaux sont couturés entre eux tous les 200 mm maxi, au niveau de l'emboîtement en sous face du panneau. En fonction des dimensions des panneaux et du centrage de la plaque accessoire, des montants en bois maintenant les panneaux sont mis en place à l'emballage pour faciliter la mise en œuvre de l'ensemble lors de la manipulation sur chantier.

Dans tous les cas, le sens des vents de pluie dominants doit être précisé à la commande.

Ces éléments reproduisent la géométrie du parement extérieur des panneaux MAUKATHERM T iQ+.

Concernant les procédés de lanterneaux ponctuels et filants dont les produits relèvent respectivement des normes NF EN 1873 et NF EN 14963, il est à rappeler qu'ils relèvent d'Avis Technique ou de Document Technique d'Application.

2.4.8.7. Passage de conduite de cheminée

Pour tout passage de conduite de cheminée, il est impératif de respecter les conditions de mise en œuvre spécifiées dans la NF DTU 24-1 et du guide CSTB sur les travaux d'isolation thermique de parois horizontales et verticales traversées ou adjacentes à un conduit de cheminée (cahier CSTB 3816).

249. Précautions particulières

2.4.9.1. Circulation sur les panneaux

La circulation sur les panneaux à la pose requiert des précautions identiques à celles prescrites à la pose des plaques nervurées par la NF P 34-205-1 (DTU 40.35.).



2.4.9.2. Découpes

Les opérations de découpe sont exécutées au moyen de matériel approprié :

- Scie sauteuse pour les panneaux.
- 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 tronçonneuse est rigoureusement proscrit.

2.4.9.3. Film

Il est apposé sur les 2 faces des parements, et doit être retiré sans délai lors de la pose avec un retrait maximal de 2 mois après la mise à disposition en usine. Pour l'utilisation du palonnier à ventouses lors de la mise en œuvre du panneau, on retirera ce film au moins au niveau de ces dernières.

24.10. Travaux en climat de montagne

2.4.10.1. Détails constructifs pour les zones d'altitude supérieure à 900 m

Les systèmes de retenue de neige sont exclus. La pente minimale de couverture est de 10 %. (Voir tableau 7 en fin de dossier technique).

Pour ces zones, l'utilisation du panneau MAUKATHERM T iQ⁺ avec pose dans les conditions normales de mise en œuvre prévues pour les climats de plaine peut se faire en respectant les conditions suivantes :

- Les toitures devront être réalisées uniquement à un ou deux versants en débordement sur les façades, ce qui exclut les chéneaux intérieurs, les noues et les chéneaux en encorbellement, le porte-à-faux maximal est de 0,20 m.
- Pour l'étanchéité à la neige poudreuse, la jonction entre la bande de rive et le panneau est complétée par un joint type butyl préformé.
- Les panneaux de faîtage devront comporter un bord relevé du parement extérieur. Le bord relevé est à réaliser sur site avec une pince à relever tel que représenté sur la figure 14 afin de présenter une hauteur mini de 25mm.
- Les accessoires sont fixés tous les 0 m 50.
- Le revêtement organique extérieur doit être au moins de catégorie VI.
- Lorsque le parement intérieur est en contact avec l'extérieur une discontinuité dans le parement par réalisation d'un trait de scie doit être réalisé afin de créer une rupture thermique. Le débord devra également comporter une isolation complémentaire ainsi qu'un habillage en sous face. (Cf. figure 21).
- La fixation du panneau se fait par fixations traversantes dissimulées dans l'emboîtement avec plaquette de répartition à raison de deux vis sur appui (extrémité et intermédiaire)

2.4.10.2. Dimensionnement

La pose est possible uniquement sur 3 appuis ou plus.

Le référentiel neige est la NF EN 1991-1-3, son annexe nationale et leurs modificatifs.

Vis-à-vis des vérifications mécaniques, une vérification supplémentaire vis-à-vis de l'écrasement sur appui intermédiaire, avec une valeur de calcul du taux de compression de la mousse prise égale à 0,0733 MPa (Voir tableau 14). Les portées sont données en fonction des largeurs d'appui.

2.5. Entretien, rénovation et remplacement

2.5.1. Entretien

L'entretien devra comporter :

- L'élimination des diverses végétations, notamment les mousses et les feuilles, et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface de la couverture,
- La protection contre les éventuelles amorces de corrosion, dès qu'elles sont décelées, provoquées par exemple, par la stagnation ou l'impact de corps étrangers,
- La surveillance de la bonne tenue de la structure porteuse dont tous les désordres pourraient se répercuter sur la couverture.
- Le maintien en bon état des évacuations d'eaux pluviales,
- 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 et séchage,
 - Reprise éventuelle avec peintures bâtiment définies en accord avec la société ArcelorMittal Construction France.

L'entretien doit être réalisé à minima annuellement et dès qu'un problème est relevé. S'il n'est prévu qu'une seule visite par an, elle est effectuée de préférence à la fin de l'automne pour les bâtiments situés à proximité d'arbres.



2.5.2. Rénovation

La rénovation du parement en tôle prélaquée s'effectue selon le processus suivant :

- Lessivage avec une lessive ménagère adaptée après consultation du fournisseur. Ne jamais utiliser d'abrasifs, de solvants et de nettoyeurs à haute pression,
- Ringage à l'eau claire,
- Reprise avec peintures bâtiment, compatibles avec le revêtement d'origine, qualité extérieure. Le mode d'application peut 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 le fournisseur de peinture.

2.5.3. Remplacement de panneaux endommagés

Le remplacement d'un panneau s'effectue après enlèvement de tous les panneaux depuis la rive de fin jusqu'au panneau endommagé.

2.6. Assistance technique

La société ArcelorMittal Construction France ne pose pas elle-même. Toutefois, elle est en mesure d'assurer, à la demande des entreprises de pose, son assistance technique.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

Les panneaux sandwich MAUKATHERM T iQ+ sont fabriqués par ArcelorMittal Construction France sur ligne en continu, dans son atelier situé à Contrisson (55) conformément à l'E-cahier CSTB 3501.

La fabrication des panneaux fait l'objet d'un suivi par le CSTB dans le cadre de la surveillance continue du certificat de conformité CE pour la performance de réaction au feu (Cf. §2.8.1).

2.7.1. Procédé de fabrication

Le descriptif synthétique des phases de fabrication est le suivant :

- Profilage des parements métalliques,
- Préchauffage des parements,
- Pulvérisation de la mousse,
- Polymérisation de la mousse dans le conformateur,
- Découpe à longueur,
- Emballage,
- Marquages.

2.7.2. Contrôles de fabrication

Ces contrôles sont conformes à l'annexe D de la norme NF EN 14509.

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Essai de marquage CE : rapports d'essai TU Darmstadt n° 22-02/p ; rapport d'expertise iS-Engineering GmbH n° Z-1925a
- Réaction au feu : rapport d'essai d'allumabilité LNE n° P215700-DEC/10 ; rapport d'essai SBI LNE n° P215700-DEC/11 ; rapport de classement n° P215700-DEC/12 – classement du panneau B-s1-d0
- Essai de flexion statique des panneaux épaisseur 70 mm : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 5
- Essai de flexion statique des panneaux épaisseur 100 mm : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 6
- Essai de flexion dynamique des panneaux épaisseur 70 mm sur deux appuis : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 1
- Essai de flexion dynamique des panneaux épaisseur 100 mm sur deux appuis : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 2
- Essai de flexion dynamique des panneaux épaisseur 70 mm sur trois appuis : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 3
- Essai de flexion dynamique des panneaux épaisseur 100 mm sur trois appuis : rapport SOCOTEC n° 2301 11020 000018 / 4
- Essai de flexion statique des panneaux en pression sur trois appuis pour climat de montagne : rapport SOCOTEC n° 2325 11020 000008
- Essai de perméabilité à l'air : rapport CSTB n° DEB 22-10215
- Essai bruit de pluie : rapport CSTB n° AC22-11606
- Essai d'affaiblissement au bruit aérien : rapport CSTB n° AC22-11606
- Calculs thermiques : rapport AMCF du 13/03/2023 ; rapport CSTB 23-027.

2.8.2. Références chantiers

Depuis son lancement en 2022 il a été produit :

- 5000 m² de panneaux Maukatherm T iQ+ (43% en épaisseur 70 mm et 57% en épaisseur 100 mm) pour l'année 2022.
- 20000 m² de panneaux Maukatherm T iQ+ (52% en épaisseur 70 mm et 48% en épaisseur 100 mm) pour l'année 2023



2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre**Tableau 1 – Choix des revêtements en fonction des ambiances intérieures**

Revêtement métallique mini	Revêtement organique	Catégorie selon NF P 34-301	Ambiances Saines			Ambiance faiblement agressive
			Faible hygrométrie	Moyenne hygrométrie ou ambiance climatisée de 5 à 10 mm Hg	Forte hygrométrie ou ambiance climatisée de 10 à 15 mm Hg	Humide (Forte hygrométrie) (10 à 15 mm Hg)
Z100	Intérieur (SP 12)	II	■	■	–	–
Z225	Hairplus® (SP 25)	IIIa	■	■	○	–
Z225	Hairultra® – Naturel – Authentic (SP 35)	IIIa	■	■	■	–
	Edyxo® – Irysa® (SP 50)	IIIa	■	■	■	–
	Intense et Pearl (PVDF 60)	Vc	■	■	■	■
	Hairexcel® (PUR-PA 60)	IVb	■	■	■	■
	Sinéa® (PUR-PA 85)	Vc	■	■	■	■
ZMevolution® 60*	Intérieur (SP 12)	II	■	■	–	–
ZMevolution® 100*	Hairplus® (SP 25)	IIIa	■	■	○	–
ZMevolution® 120*	Hairultra® – Naturel – Authentic (SP 35)	IIIa	■	■	■	–
	Edyxo® – Irysa® (SP 50)	IIIa	■	■	■	–
	Intense et Pearl (PVDF 60)	Vc	■	■	■	■
	Hairexcel® (PUR-PA 60)	IVb	■	■	■	■
	Sinéa® (PUR-PA 85)	Vc	■	■	■	■
ZMevolution® 140*	R'Unik (PUR-PA 45)	IVb	■	■	■	■

■ = adapté à l'exposition.

○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société ArcelorMittal Construction France.

– = non adapté à l'exposition.

/ = non concerné.

* selon ETPM ZMevolution® n° ETPM-19/0064.



Tableau 2 – Choix des revêtements en fonction des atmosphères extérieures

Revêtement métallique mini	Revêtement organique	Catégorie selon NF P 34-301	Rurale non pollué	Urbaine ou industrielle		Marine				Spéciale	
				Normale	Sévère	20 à 10 km	10 à 3 km	Bord de mer < 3 km *	Mixte	Fort U.V.	Particulière
Z225 ou Z275	Hairultra® – Naturel – Authentic (SP 35)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Edyxo® – Irysa® (SP 50)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairflon® 35 (PVDF 35)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Intense et Pearl (PVDF 60)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairexcel® (PUR-PA 60)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Sinéa® (PUR-PA 85)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
ZMevolution® 120**	Hairultra® – Naturel – Authentic (SP 35)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Edyxo® – Irysa® (SP 50)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairflon® 35 (PVDF 35)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Intense et Pearl (PVDF 60)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairexcel® (PUR-PA 60)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Sinéa® (PUR-PA 85)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
ZMevolution® 140**	R'Unik (PUR-PA 45)	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○

■ = adapté à l'exposition.

○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord de la société ArcelorMittal Construction France.

/ = non concerné.

* A l'exclusion des conditions d'attaque directe par l'eau de mer et/ou par les embruns – bord de mer < 1km, pour lesquels le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord d'ArcelorMittal Construction France

** selon ETPM ZMevolution® n° ETPM-19/0064.



Tableau 7 - Pentés minimales (selon NF P 34-205-1 référence DTU 40-35)

Configuration de la couverture	Zone et situation climatique définies par l'annexe E de la NF P 34-205-1 (référence DTU 40-35) (H étant l'altitude en mètres)						
	Zone I		Zone II		Zone III		
	Protégée ou normale	Exposée	Protégée	Normale et exposée	Toutes situations		
					H ≤ 500m	500m < H ≤ 900m	H > 900m
Sans pénétrations	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%
Autres cas	7%	10%	7%	10%	10%	15%	15%

Tableau 9 – Joints à mettre en œuvre sur site en fonction de l'hygrométrie

		Hygrométrie des bâtiments		
Type de joint	Localisation	Faible et moyenne	Forte et locaux climatisés 10 à 15 mm Hg	Locaux climatisés 5 à 10 mm Hg
Joint sur appui (air et vapeur d'eau) (Cf. § 2.4.5.1)	Appui d'extrémité de panneau	1 joint mousse 20 x 5 ou 10 mm	1 joint butyl	1 joint silicone
	Appui intermédiaire de panneau	1 joint mousse 20 x 5 ou 10 mm	1 joint butyl ou 1 joint mousse 20 x 10 mm	1 joint silicone ou 1 joint mousse 20 x 10 mm
Joint complémentaire posé sur site dans l'emboîtement longitudinal du parement intérieur du panneau (air et vapeur d'eau) (Cf. § 2.4.5.2 et figure 4)	Sur le tenon du parement intérieur + raccord aux joints sur appuis d'extrémité du panneau	Pas d'imposition complémentaire	1 joint butyl	1 joint silicone



Tableau 10 – Portées d'utilisation – MAUKATHERM T iQ+ épaisseur 70 mm – Référentiel NV 65 modifiées

Portée en 2 appuis (m)		Charge (daN/m²)	Portée en 3 appuis et + (m)			
Pression	Dépression		Pression	Dépression		
				3 appuis	4 appuis	5 appuis et +
3,50*	3,50*	50	3,50*	3,50*	3,50*	3,50*
		60		3,03	3,44	3,31
		70		2,50	2,84	2,73
		80		2,13	2,42	2,33
	3,22	90		1,86	2,11	2,03
	2,85	100		1,64	1,87	1,80
	2,56	110		1,48	1,68	1,61
	2,32	120		1,34	1,52	1,46
	2,13	130		1,22	1,39	1,34
	3,44	1,96		140	1,13	1,28
3,36	1,82	150		1,05	1,19	1,14
3,30	1,69	160		0,98	1,11	1,07
3,24	1,59	170		0,91	1,04	1,00
3,18	1,49	180		0,86	0,98	0,94
3,13	1,41	190		0,81	0,92	0,89
3,06	1,33	200		0,77	0,87	0,84
2,99	1,27	210		3,49	0,73	0,83
2,92	2,20	220	3,41	0,69	0,79	0,76
2,86	1,15	230	3,33	0,66	0,75	0,72
2,80	1,10	240	3,26	0,63	0,72	0,69

* Portée limitée à 3 m 50

** Si le P_k/γ_m est inférieur à 292 daN en deux appuis et 210 daN en trois appuis et plus, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3, et il sera utilisé la valeur minimale du calcul et de ce tableau.



Tableau 11 – Portées d'utilisation – MAUKATHERM T iQ+ épaisseur 100 mm – Référentiel NV 65 modifiées

Portée en 2 appuis (m)		Charge (daN/m²)	Portée en 3 appuis et + (m)			
Pression	Dépression		Pression	Dépression		
				3 appuis	4 appuis	5 appuis et +
3,50*	3,50*	50	3,50*	3,50*	3,50*	3,50*
		60		3,36	3,50*	3,50*
		70		2,76	3,14	3,02
		80		2,35	2,67	2,57
	3,40	90		2,04	2,32	2,23
	3,01	100		1,81	2,05	1,97
	2,70	110		1,62	1,84	1,77
	2,44	120		1,47	1,67	1,60
	2,23	130		1,34	1,52	1,47
	2,06	140		1,23	1,40	1,35
	1,91	150		1,14	1,30	1,25
	1,78	160		1,07	1,21	1,17
	1,66	170		1,00	1,13	1,09
	1,56	180		0,94	1,07	1,03
	1,47	190		0,88	1,00	0,97
	1,39	200		0,84	0,95	0,92
	1,32	210		0,79	0,90	0,87
	1,26	220		0,76	0,86	0,83
	1,20	230		0,72	0,82	0,79
	1,15	240		0,69	0,78	0,75
* Portée limitée à 3 m 50						
** Si le P_k/γ_m est inférieur à 303 daN en deux appuis et 227,5 daN en trois appuis et plus, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.3, et il sera utilisé la valeur minimale du calcul et de ce tableau.						



Tableau 12 – Portées d'utilisation – MAUKATHERM T iQ+ épaisseur 70 mm – Référentiels NF EN 1991-1-3 et NF EN 1991-1-4, leurs annexes nationales et leurs amendements

Portée en 2 appuis (m)		Charge (daN/m²)	Portée en 3 appuis et + (m)			
Pression	Dépression		Pression	Dépression		
				3 appuis	4 appuis	5 appuis et +
3,50*	3,50*	50	3,50*	3,50*	3,50*	3,50*
		60		3,50*	3,50*	3,50*
		70		3,11	3,50*	3,40
		80		2,68	3,04	2,93
	3,22	90		2,35	2,67	2,57
	2,87	100		2,09	2,38	2,29
	2,59	110		1,89	2,14	2,06
	2,36	120		1,72	1,95	1,88
	2,16	130		1,58	1,79	1,72
	2,00	140		1,46	1,66	1,59
	3,48	150		1,35	1,54	1,48
3,37	160	1,27		1,44	1,38	
3,27	170	1,19		1,35	1,30	
3,18	180	1,12		1,27	1,22	
3,10	190	1,06		1,20	1,16	
3,02	200	1,00		1,14	1,10	
2,95	1,30	210		3,42	-	
2,88	1,24	220	3,35			
2,82	-	230	3,22			
2,76	-	240	3,09			

* Portée limitée à 3 m 50

** Si le P_k/γ_m est inférieur à 250 daN en deux appuis et 180 daN en trois appuis et plus, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.4, et il sera utilisé la valeur minimale du calcul et de ce tableau.

Tableau 13 – Portées d'utilisation – MAUKATHERM T iQ+ épaisseur 100 mm – Référentiels NF EN 1991-1-3 et NF EN 1991-1-4, leurs annexes nationales et leurs amendements

Portée en 2 appuis (m)		Charge (daN/m²)	Portée en 3 appuis et + (m)			
Pression	Dépression		Pression	Dépression		
				3 appuis	4 appuis	5 appuis et +
3,50*	3,50*	50	3,50*	3,50*	3,50*	3,50*
		60		3,50*	3,50*	3,50*
		70		3,41	3,50*	3,50*
		80		2,93	3,33	3,21
		90		2,57	2,92	2,81
		100		2,29	2,60	2,50
	3,43	110		2,06	2,34	2,25
	3,12	120		1,87	2,13	2,05
	2,87	130		1,72	1,95	1,88
	2,65	140		1,59	1,81	1,74
	2,46	150		1,48	1,68	1,61
	2,30	160		1,38	1,57	1,51
	2,15	170		1,29	1,47	1,41
	2,03	180		1,22	1,38	1,33
	1,92	190		1,15	1,31	1,26
	1,82	200		1,09	1,24	1,19
	1,73	210		1,04	1,18	1,13
	1,64	220		0,99	1,12	1,08
	1,57	230		0,94	1,07	1,03
	1,50	240		0,90	1,02	0,98

* Portée limitée à 3 m 50

** Si le P_k/γ_m est inférieur à 260 daN en deux appuis et 195 daN en trois appuis et plus, la portée sera recalculée avec la formule donnée au § 2.3.4, et il sera utilisé la valeur minimale du calcul et de ce tableau.



Tableau 14 – Portées d'utilisation en 3 appuis en climat de montagne– MAUKATHERM T iQ+ – Référentiel NF EN 1991-1-3, son annexe nationale et leurs amendements

Charges (daN/m²)	Epaisseur panneau (mm)												
	70 mm						100 mm						
	Largeur d'appui (mm)						Largeur d'appui (mm)						
	64	73	80	90	100	120 et +	64	73	80	90	100	120	140 et +
200	1,88	2,00					1,88	2,00					
250	1,50	1,70					1,50	1,71	1,88	2,00			
300	1,25	1,43					1,25	1,43	1,56	1,76	1,86		
350	1,07	1,22	1,23				1,07	1,22	1,34	1,51	1,68	1,73	
400	0,94	1,07	1,16				0,94	1,07	1,17	1,32	1,47	1,62	
450	0,83	0,95	1,04	1,08			0,83	0,95	1,04	1,17	1,30	1,53	
500	0,75	0,86	0,94	1,01			0,75	0,86	0,94	1,06	1,17	1,41	1,45
550	0,68	0,78	0,85	0,95			0,68	0,78	0,85	0,96	1,07	1,28	1,35
600	0,63	0,71	0,78	0,88	0,90		0,63	0,71	0,78	0,88	0,98	1,17	1,25
650	0,58	0,66	0,72	0,81	0,85		0,58	0,66	0,72	0,81	0,90	1,08	1,15
700	0,54	0,61	0,67	0,75	0,81		0,54	0,61	0,67	0,75	0,84	1,01	1,05
750	0,50	0,57	0,63	0,70	0,77		0,50	0,57	0,63	0,70	0,78	0,90	
800	0,47	0,54	0,59	0,66	0,73		0,47	0,54	0,59	0,66	0,73	0,87	
850	0,44	0,50	0,55	0,62	0,69	0,70	0,44	0,50	0,55	0,62	0,69	0,82	
900	0,42	0,48	0,52	0,59	0,65	0,66	0,42	0,48	0,52	0,59	0,65	0,78	
950	0,40	0,45	0,49	0,56	0,62	0,63	0,40	0,45	0,49	0,56	0,62	0,72	
1000	0,38	0,43	0,47	0,53	0,59	0,60	0,38	0,43	0,47	0,53	0,59	0,63	



Tableau 15 – Epaisseur maximale d'isolant complémentaire en altitude ≤500m

Panneau Maukatherm (2/3R _{système})			Système (panneau + isolation complémentaire)	Isolant complémentaire (1/3R _{système})		
Epaisseur (mm)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Conductivité thermique λ (W/m.K)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Conductivité thermique λ (W/m.K)	Epaisseur (mm)
70	3,569	0,019	5,354	1,785	0,046	82
					0,044	79
					0,042	75
					0,040	71
					0,038	68
					0,036	64
					0,034	61
					0,032	57
					0,030	54
100	5,148	0,019	7,722	2,574	0,046	118
					0,044	113
					0,042	108
					0,040	103
					0,038	98
					0,036	93
					0,034	88
					0,032	82
					0,030	77

Nota : Les valeurs de conductivité thermiques doivent être des valeurs validées Acermi

Tableau 16 – Epaisseur maximale d'isolant complémentaire en altitude >500m

Panneau Maukatherm (3/4R _{système})			Système (panneau + isolation complémentaire)	Isolant complémentaire (1/4R _{système})		
Epaisseur (mm)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Conductivité thermique λ (W/m.K)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Résistance thermique R (m ² .K/W)	Conductivité thermique λ (W/m.K)	Epaisseur (mm)
70	3,569	0,019	4,759	1,190	0,046	82
					0,044	79
					0,042	75
					0,040	71
					0,038	68
					0,036	64
					0,034	61
					0,032	57
					0,030	54
100	5,148	0,019	6,864	1,716	0,046	118
					0,044	113
					0,042	108
					0,040	103
					0,038	98
					0,036	93
					0,034	88
					0,032	82
					0,030	77

Nota : Les valeurs de conductivité thermiques doivent être des valeurs validées Acermi



FIGURES du DOSSIER TECHNIQUE

(Toutes cotes en mm)

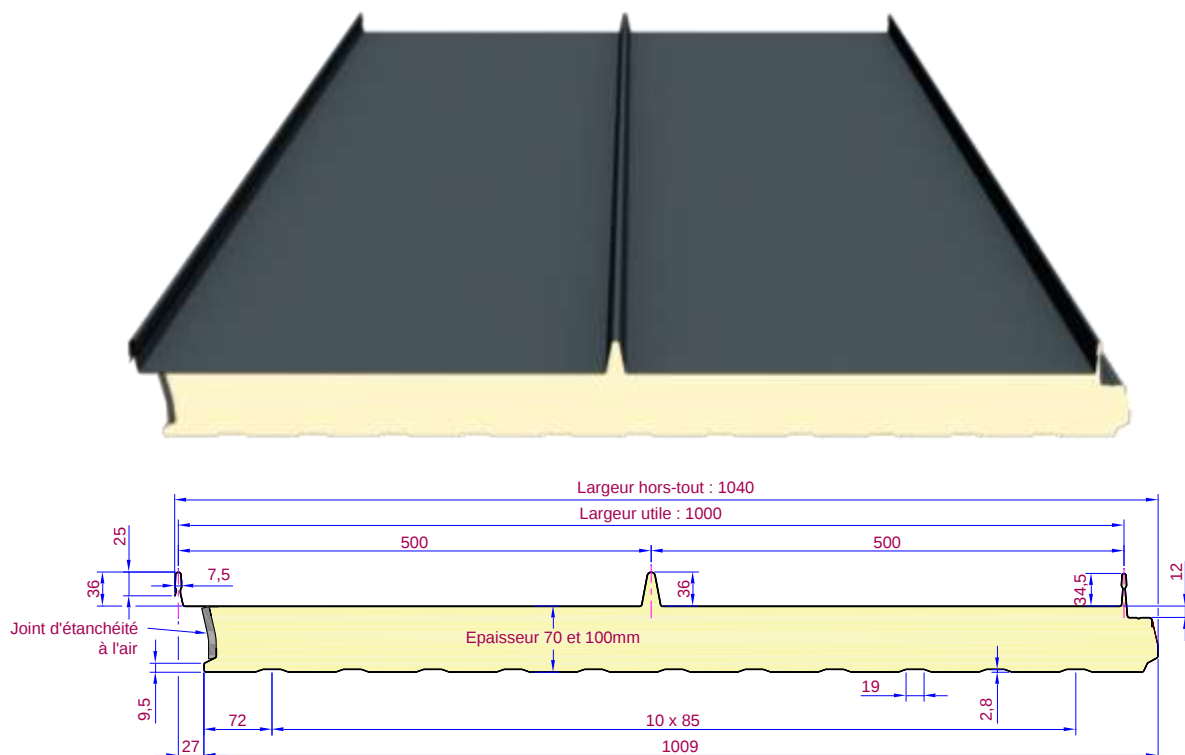


Figure 1 – Présentation du panneau

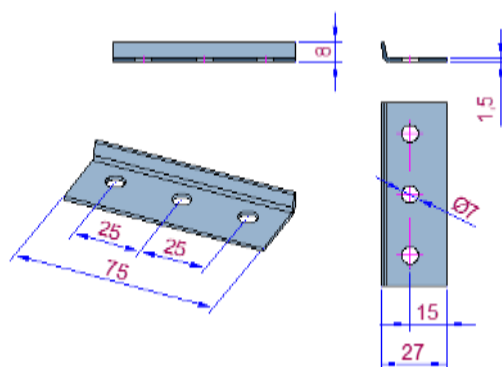


Figure 2 – Plaquette de répartition

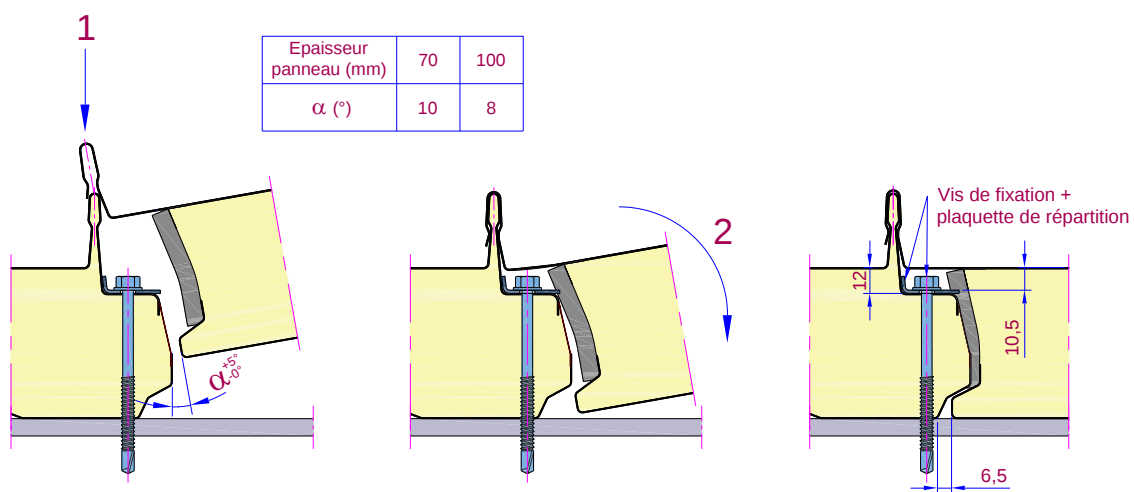


Figure 3 - Emboîtement



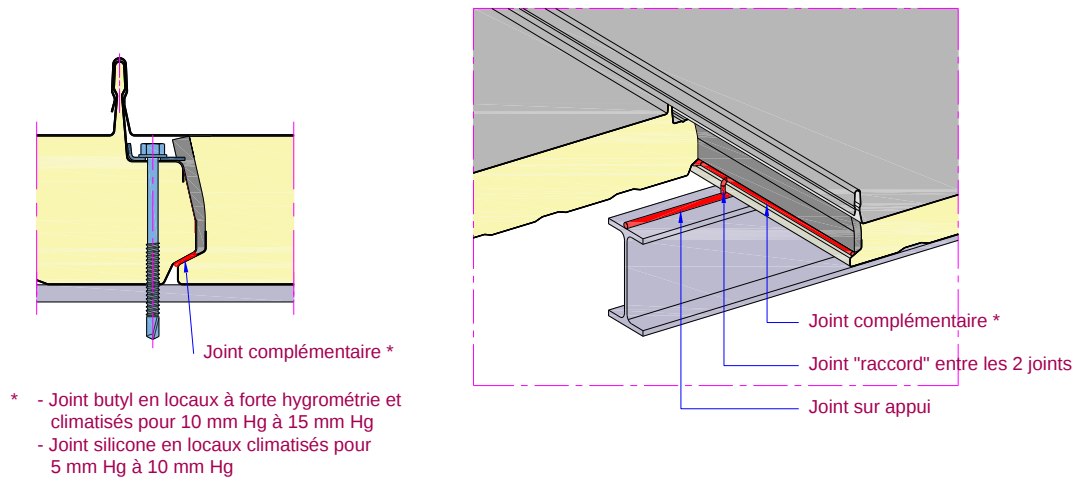


Figure 4 – Forte hygrométrie et locaux climatisés

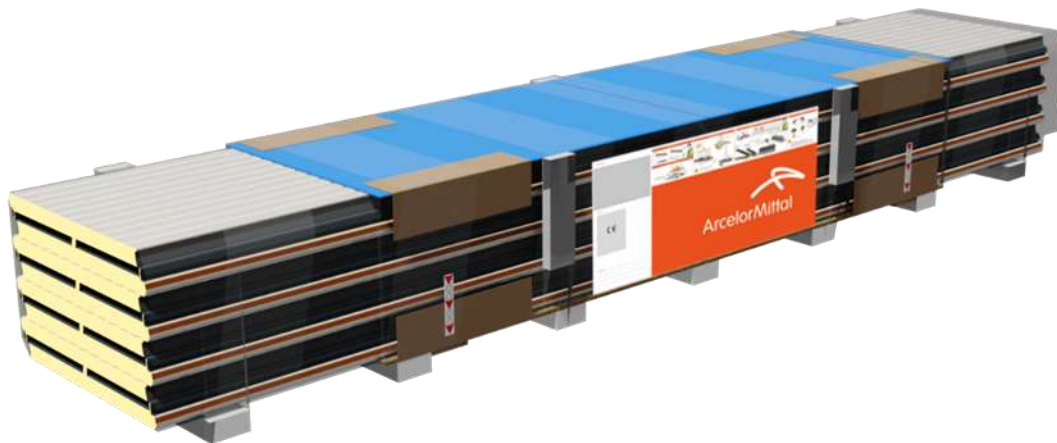


Figure 5a – Emballage standard

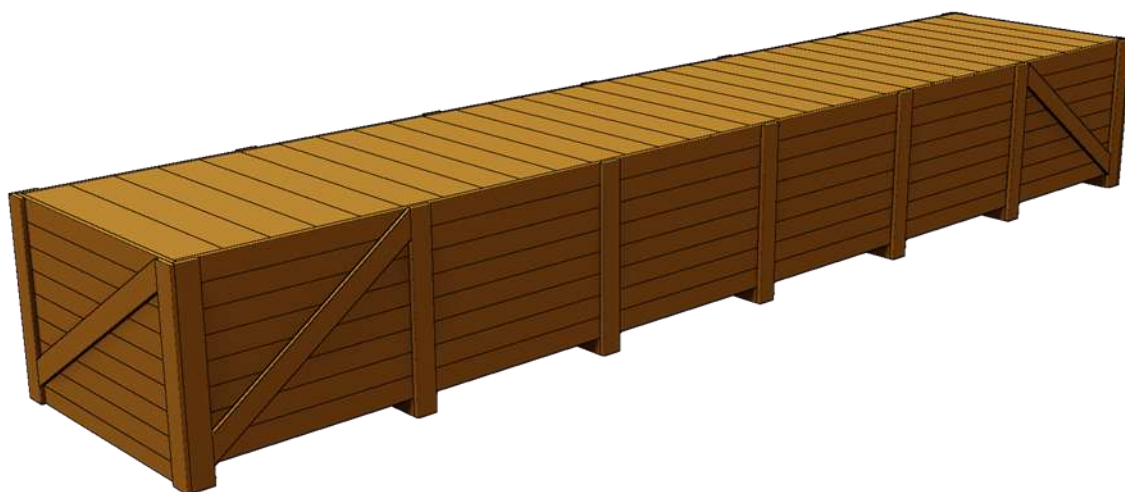


Figure 5b – Emballage maritime

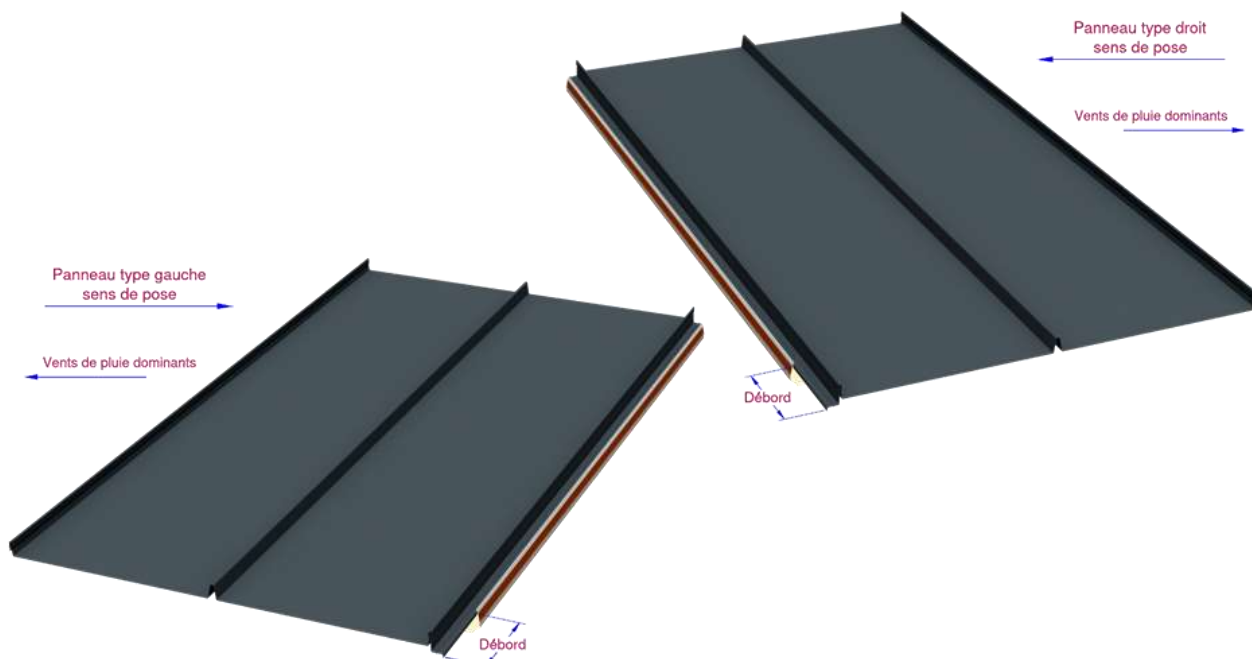
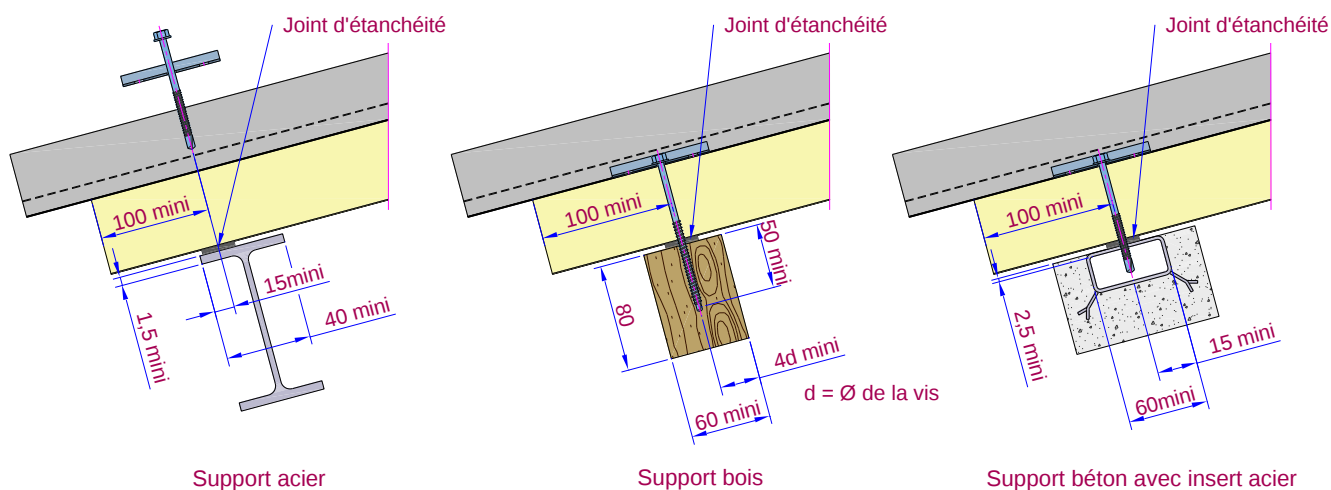


Figure 6 - Sens de pose



Appui d'extrémité : fixation constituée d'une plaquette de répartition + 1 vis de fixation

Appui intermédiaire : fixation constituée d'une plaquette de répartition + 2 vis de fixation

Figure 7 - Appuis

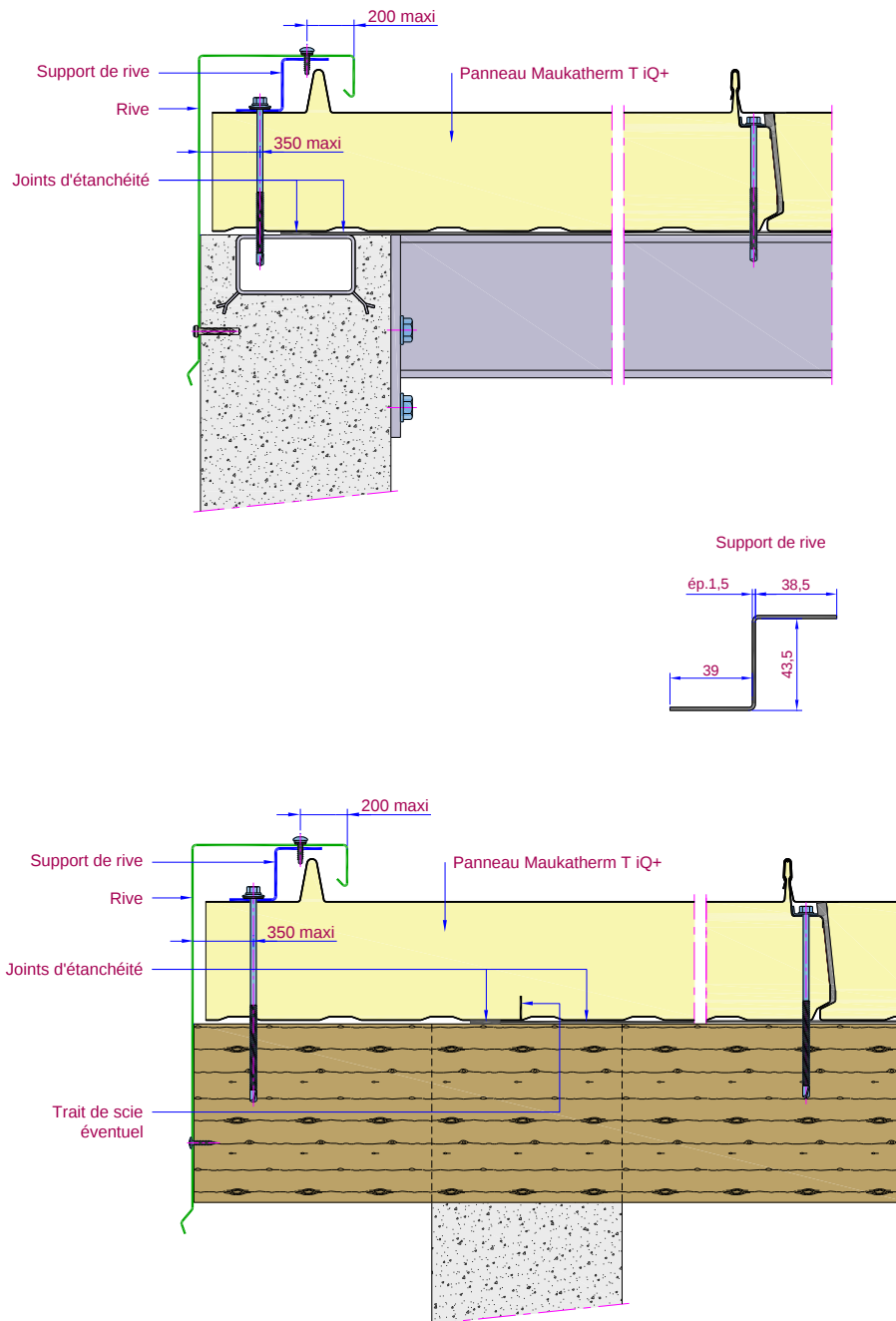


Figure 8 - Rive de départ

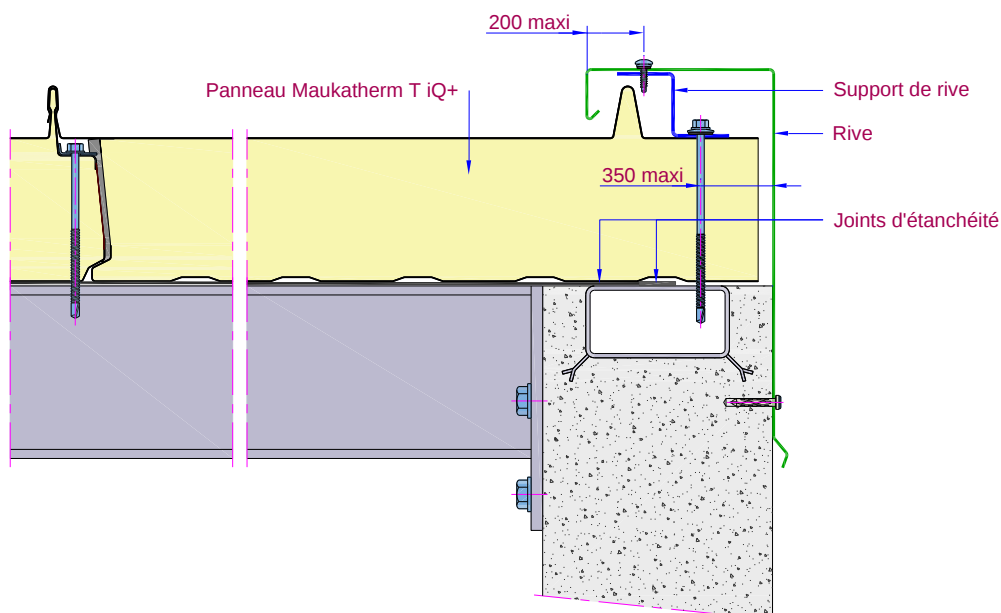


Figure 9 - Rive de fin

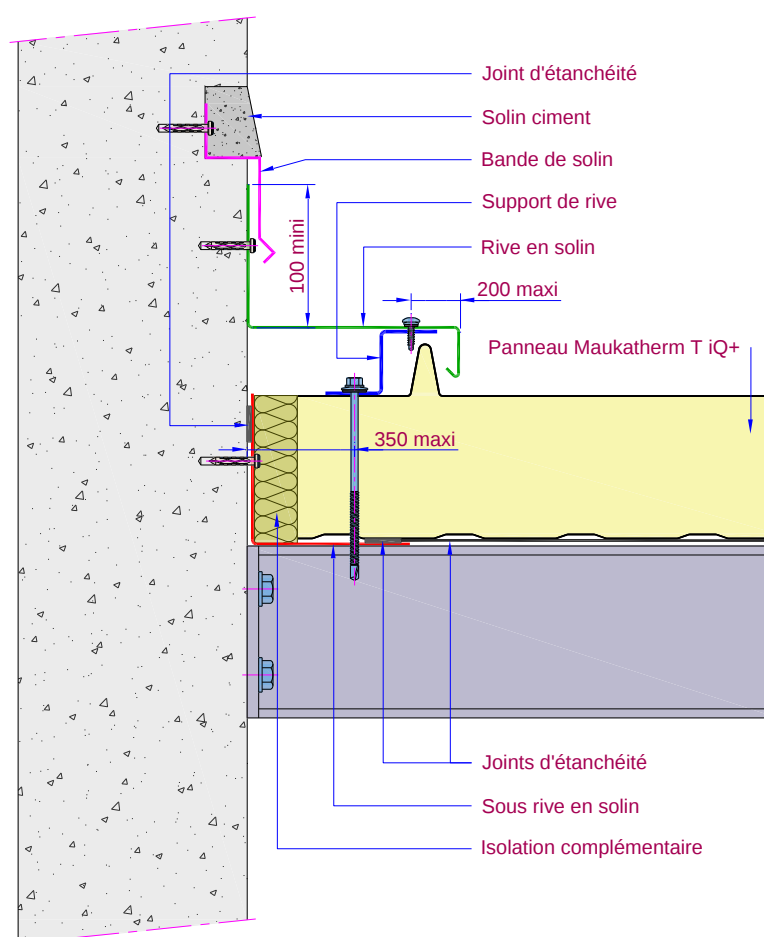


Figure 10 - Rive contre mur

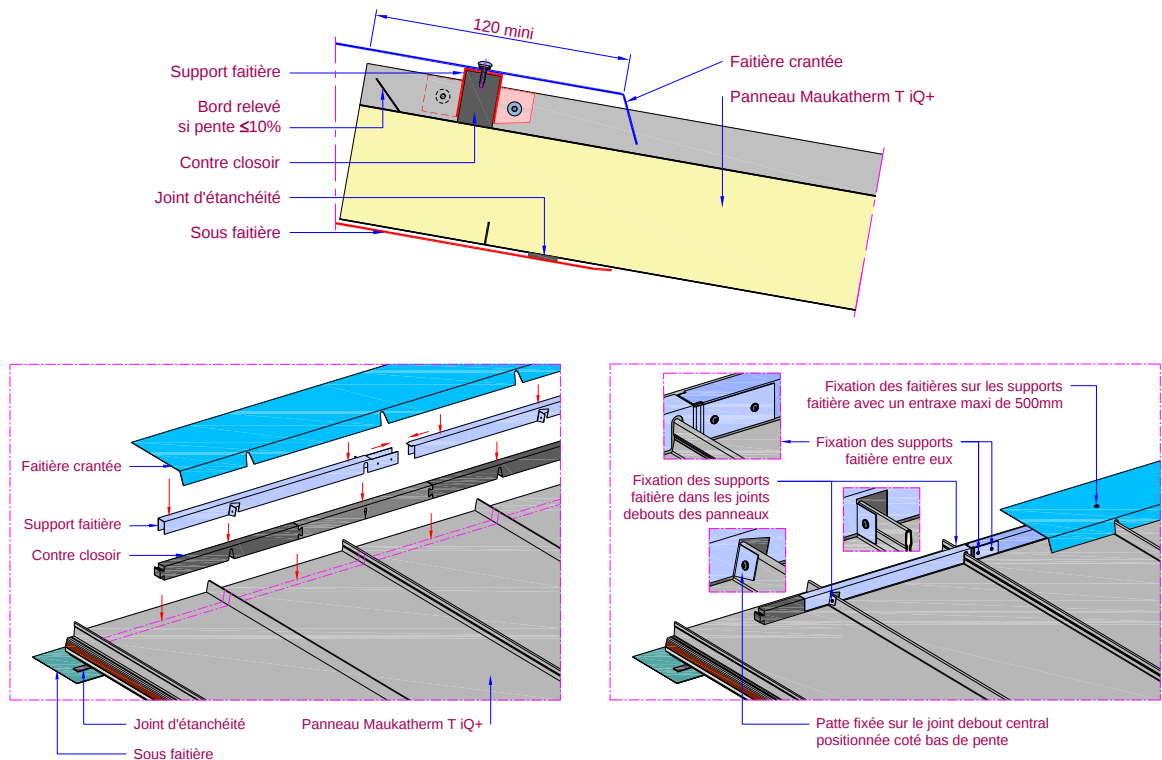


Figure 11 - Fitage – principe

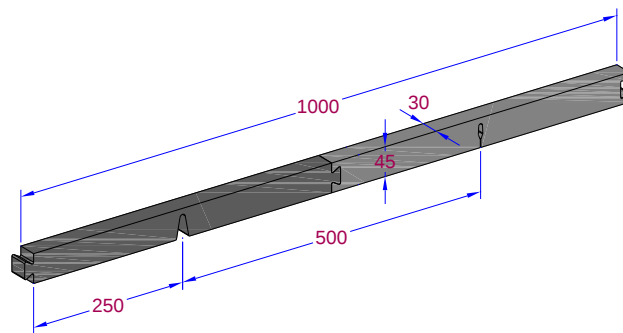


Figure 12 - Contre cloisir

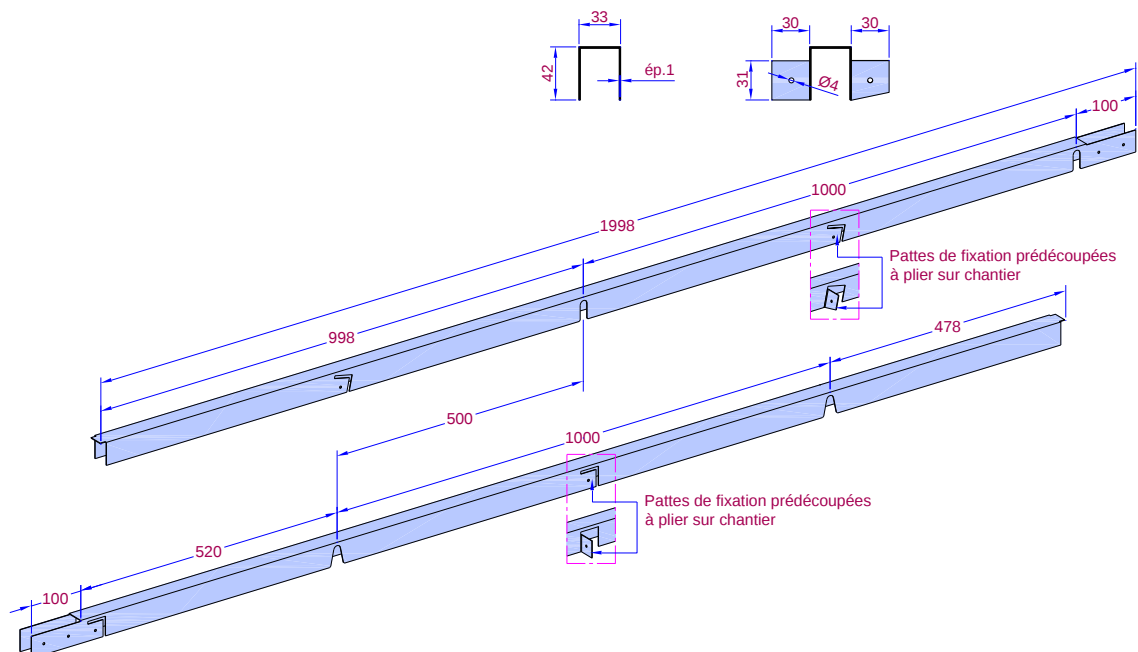


Figure 13 - Support de faitière



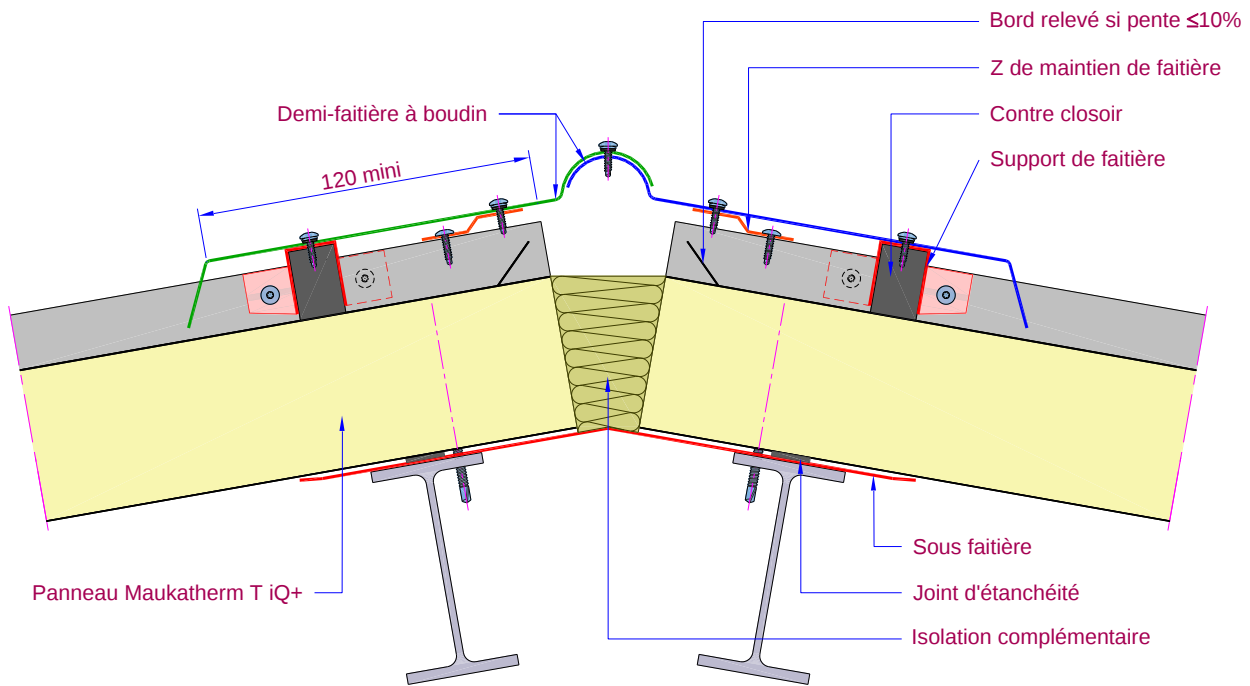


Figure 16 – Faitage articulé (ou faitage double avec ½ faitières à boudin)

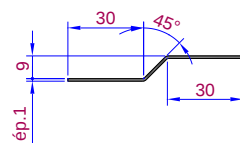


Figure 16 Bis – Z de maintien de faitière

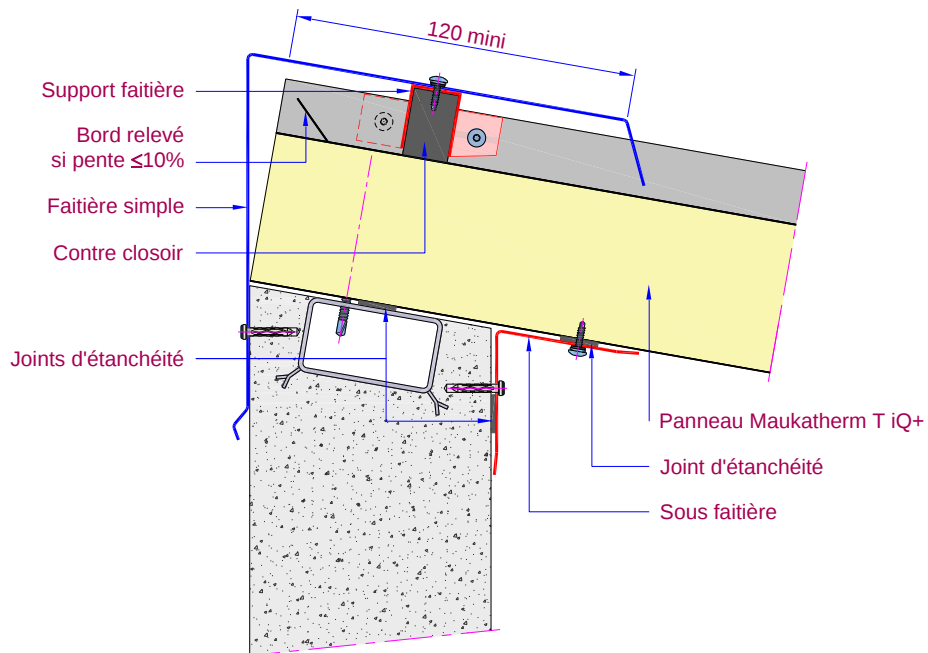


Figure 17 - Faitage simple sans dépassement de toiture

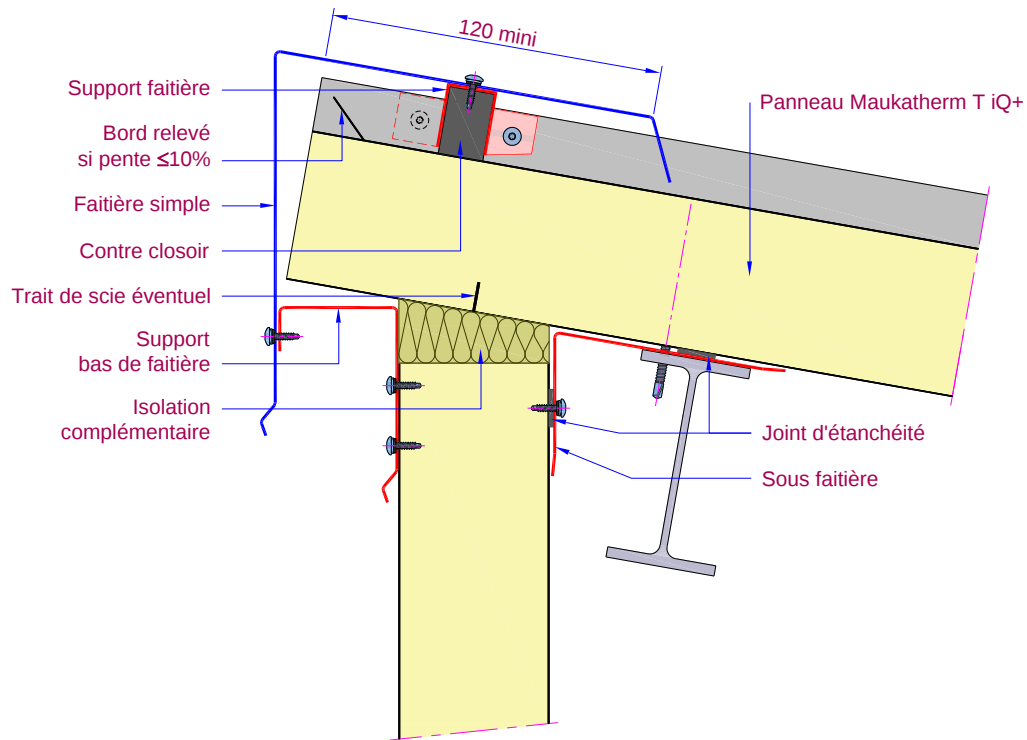


Figure 18 - Faitage simple avec dépassement de toiture

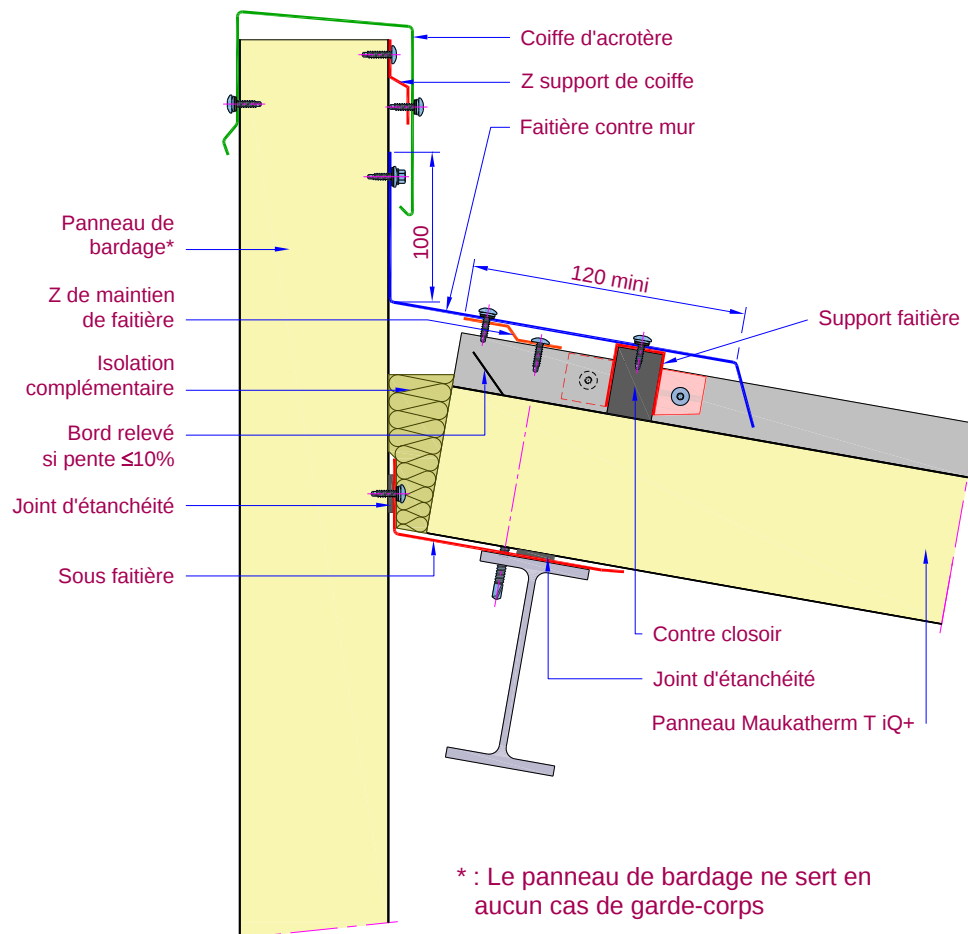
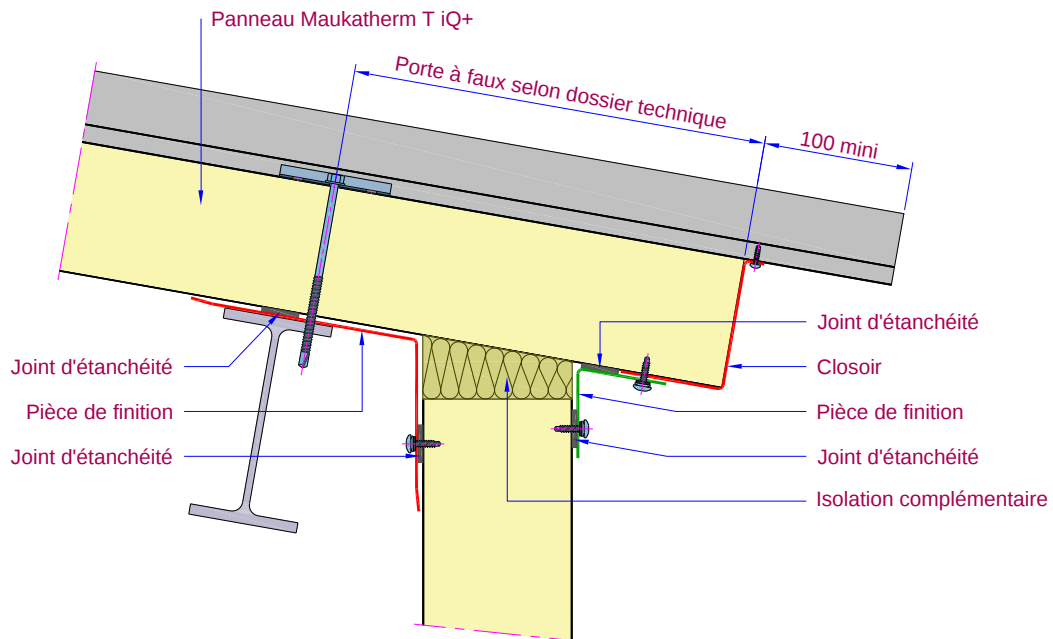
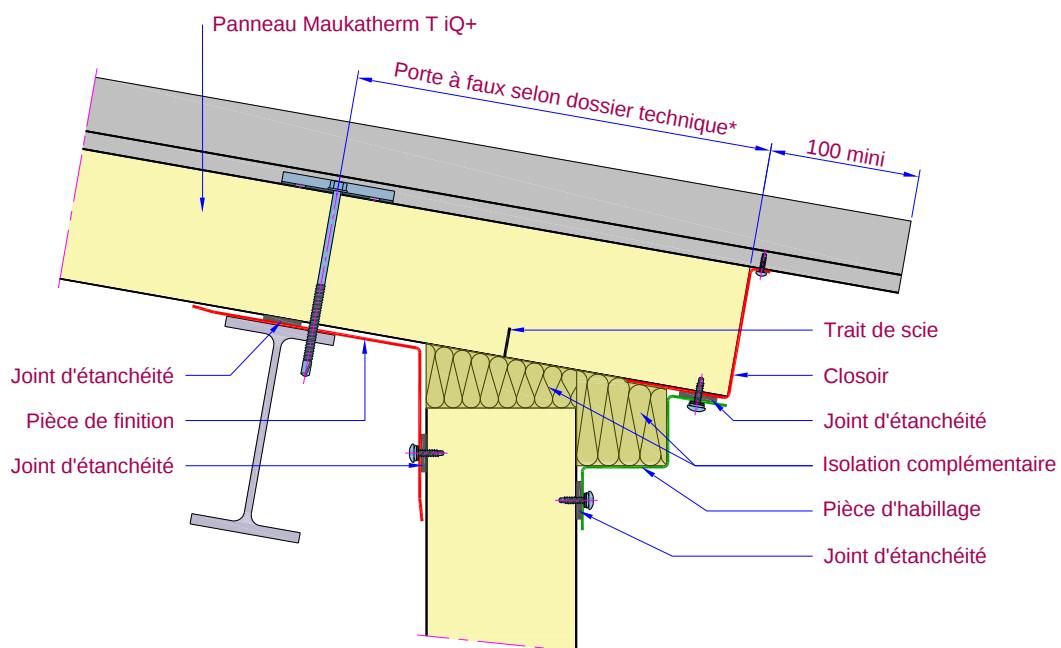


Figure 19 - Faitage contre mur



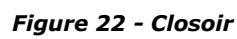
Porte à faux, voir §2.3.1

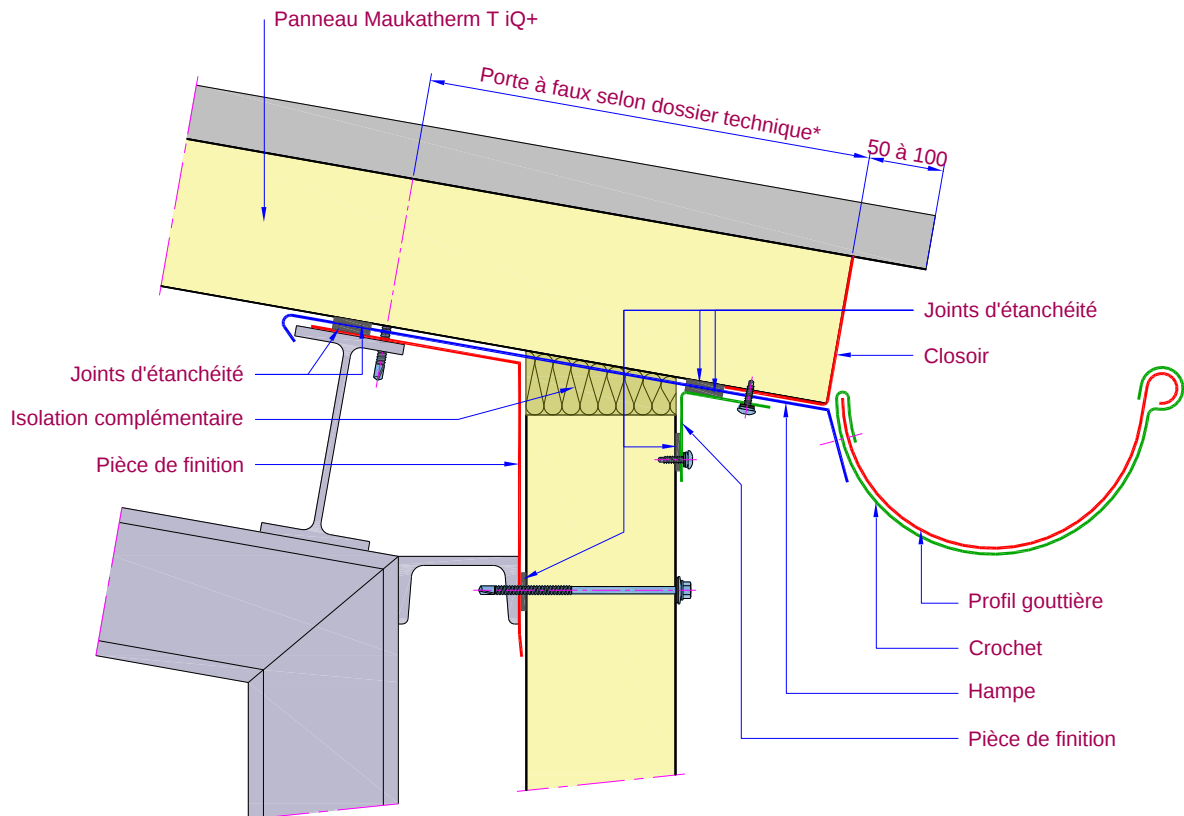
Figure 20 - Egout simple



* Porte à faux, voir §2.3.1

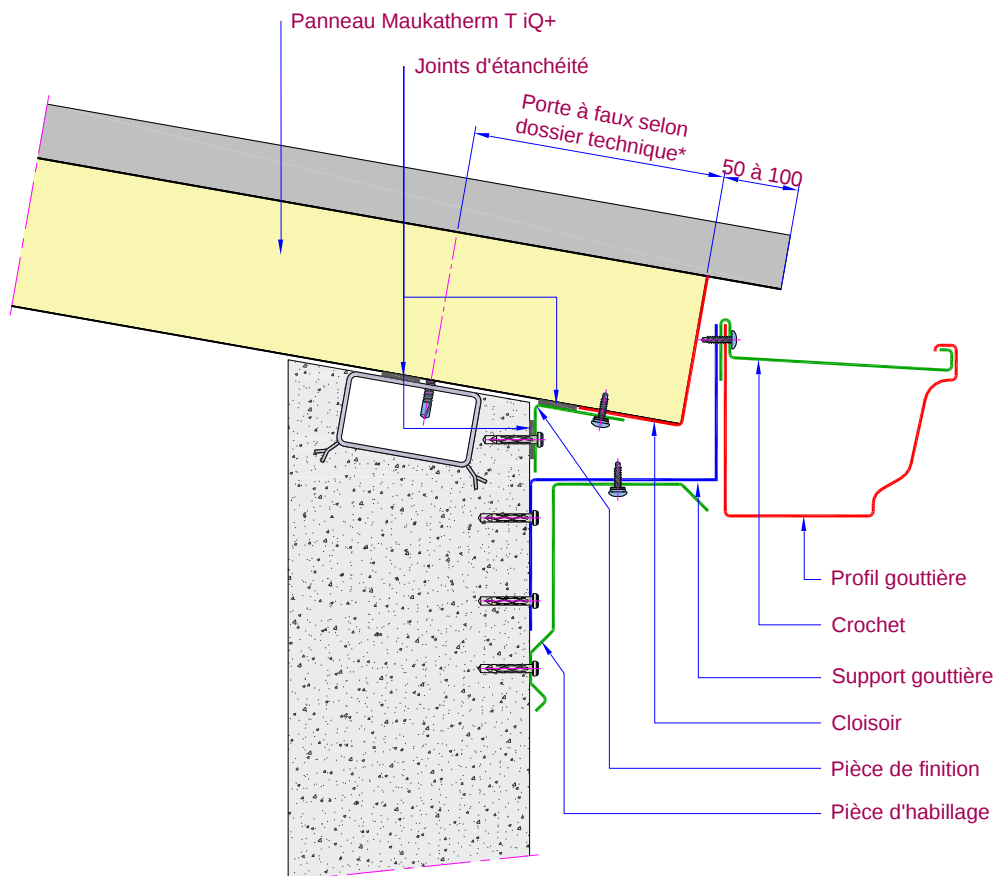
Figure 21 - Egout simple climat de montagne





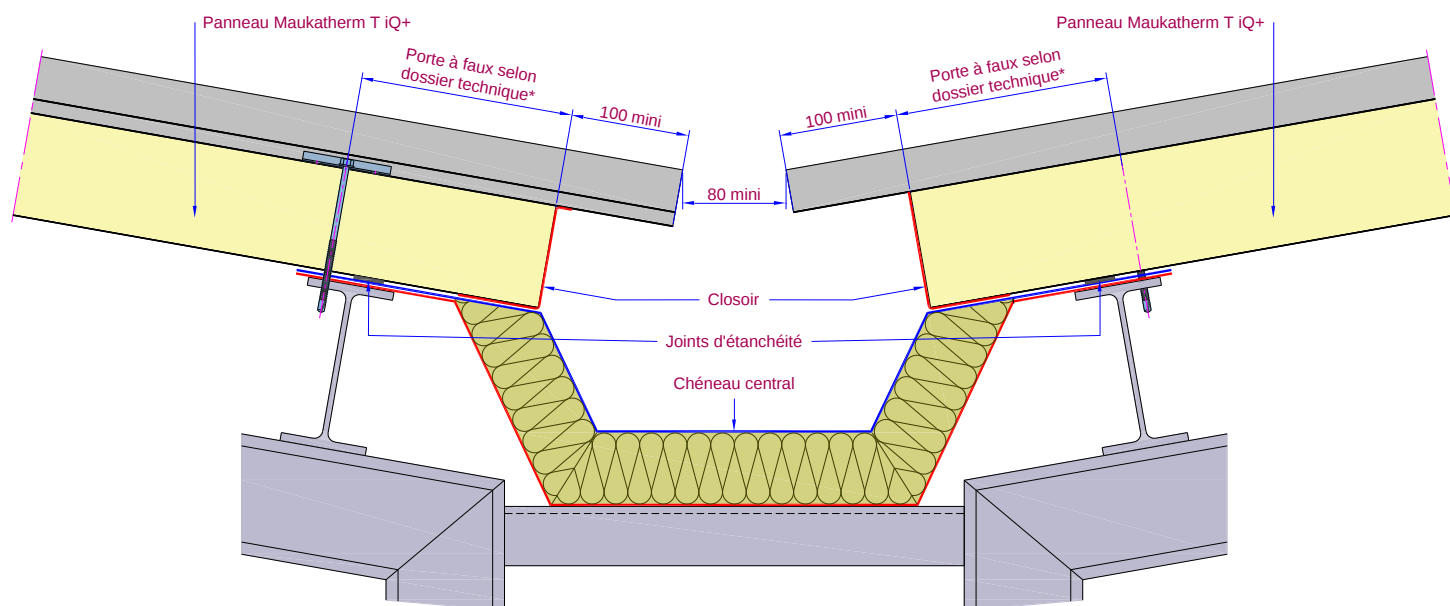
* Porte à faux, voir §2.3.1

Figure 24 - Egout avec gouttière pendante



* Porte à faux, voir §2.3.1

Figure 25 - Egout avec gouttière pendante



La conception du chéneau n'est pas visée dans ce document

* Porte à faux, voir §2.3.1

Figure 26 - Chéneau central



Figure 27 - Manchon d'étanchéité

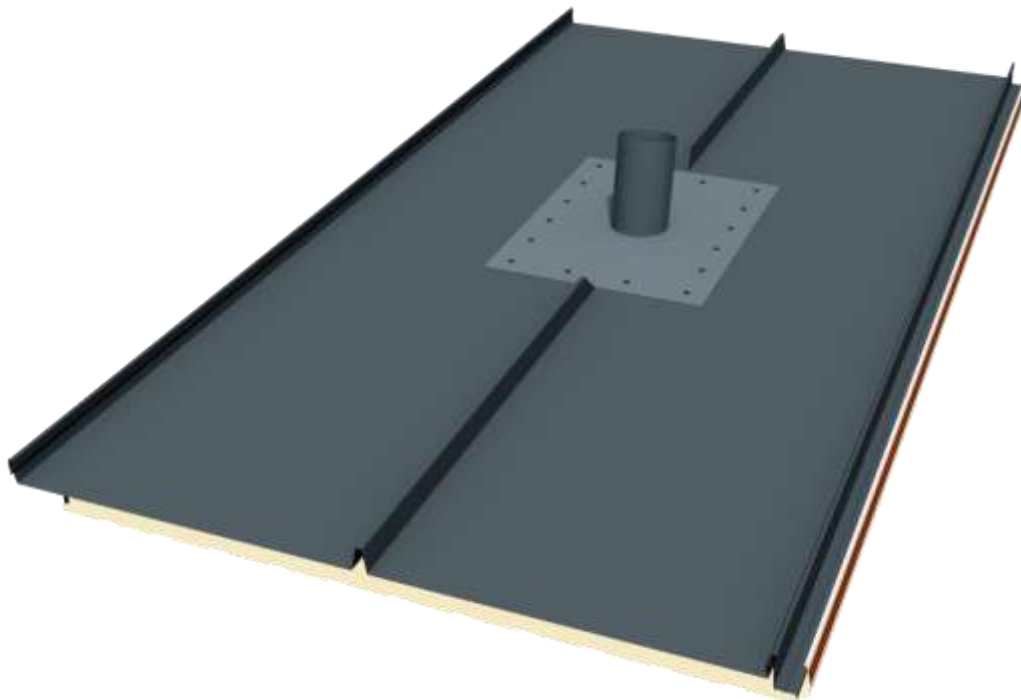


Figure 28 - Plaque à douille réalisée en usine

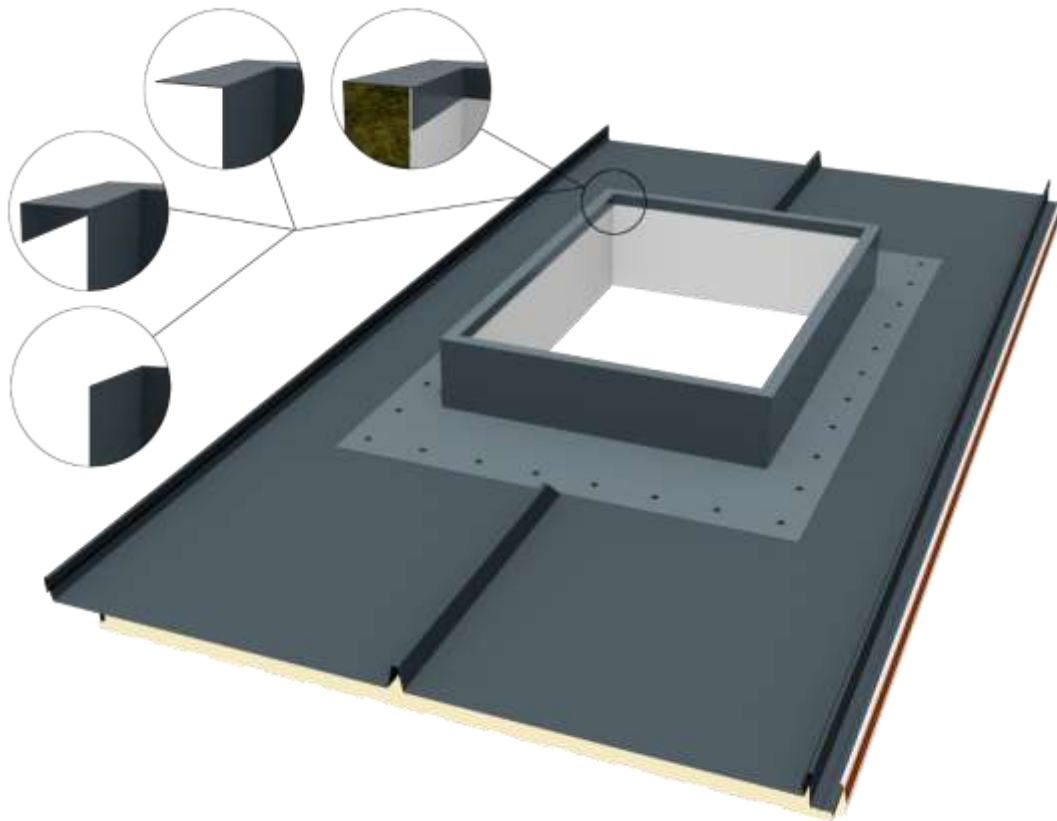


Figure 29 – Costière réalisée en usine

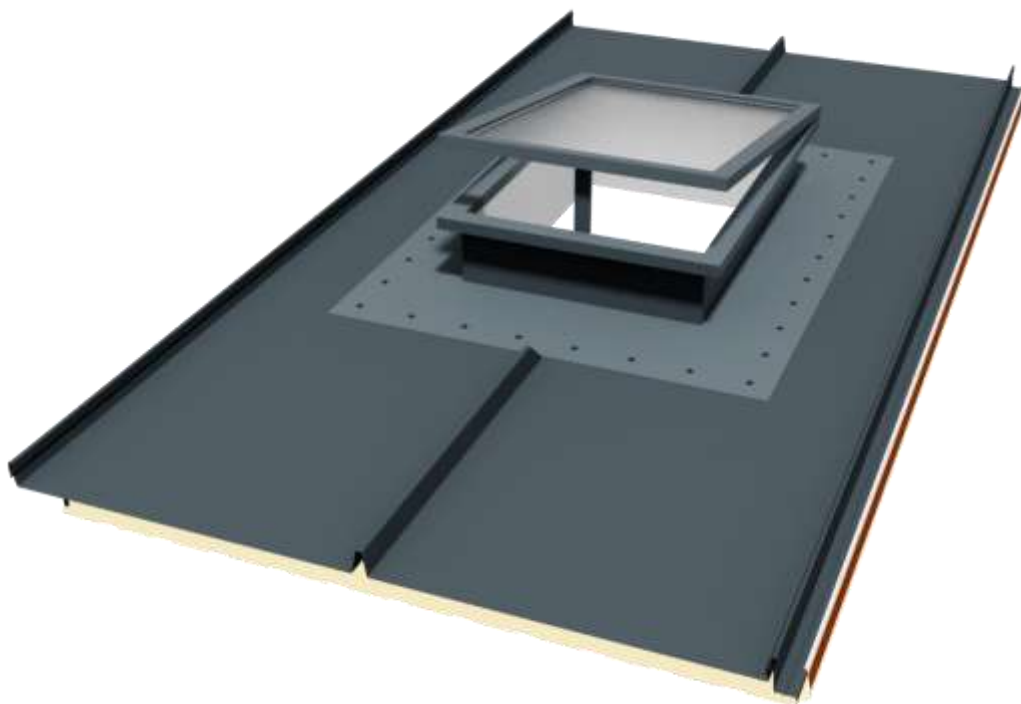
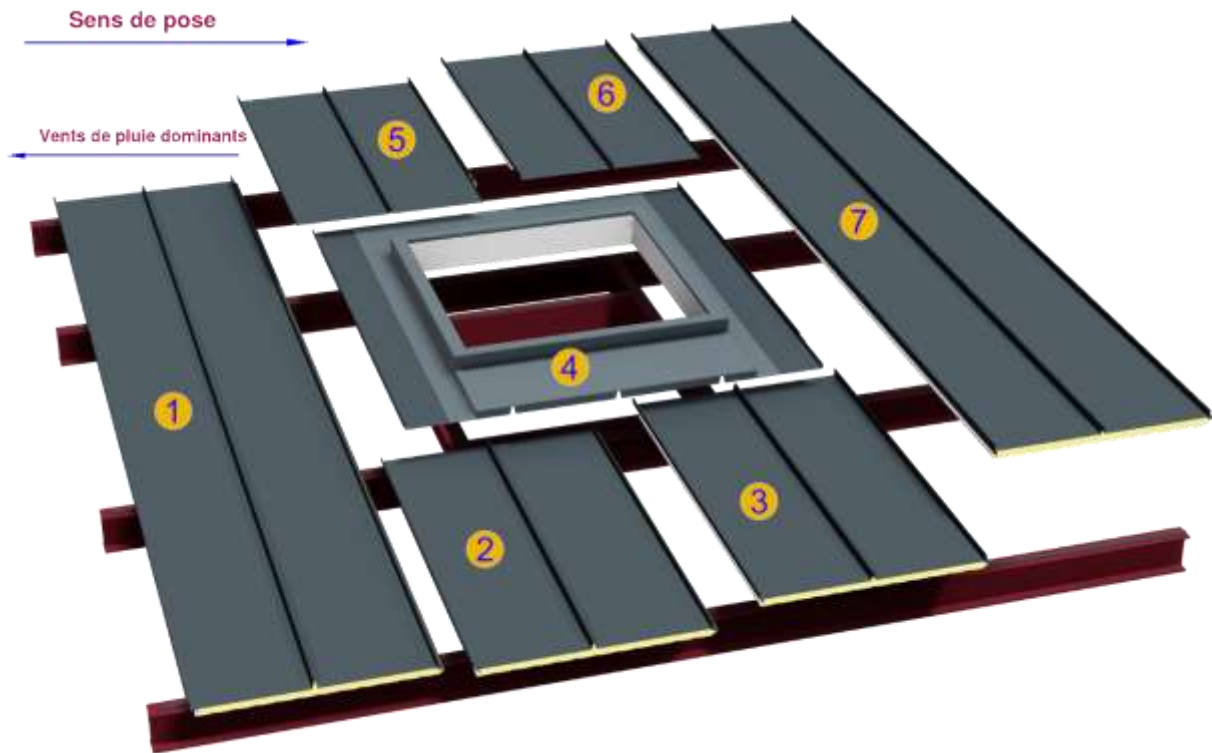


Figure 30 - Châssis ouvrant réalisé en usine



1. Panneau adjacent avant ouverture de toit
2. Premier panneau en bas de pente (à modifier sur chantier)
3. Deuxième panneau en bas de pente
4. Costière à fixer au chevêtre
5. Premier panneau au faitage (à modifier sur chantier)
6. Deuxième panneau au faitage (à modifier sur chantier)
7. Panneau adjacent après ouverture de toit

Les figures 31 à 36 traitent de la pose de costière (et châssis ouvrant) réalisée sur deux panneaux contigus

Figure 31 – Vue d'ensemble (cas d'une couverture type gauche)

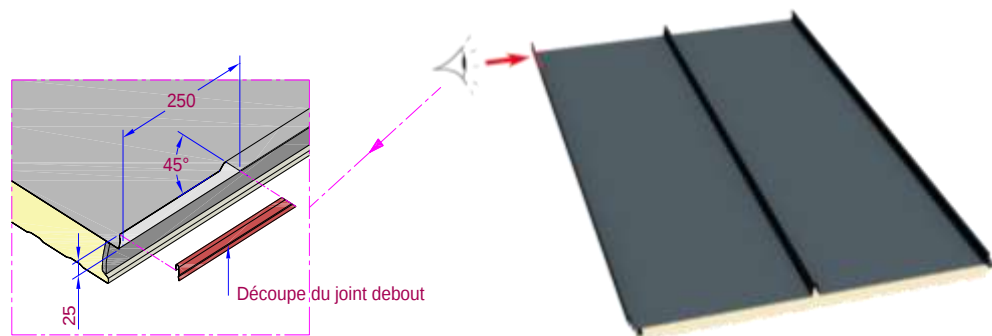


Figure 32 – Modification du premier panneau en bas de pente (Rep.2)

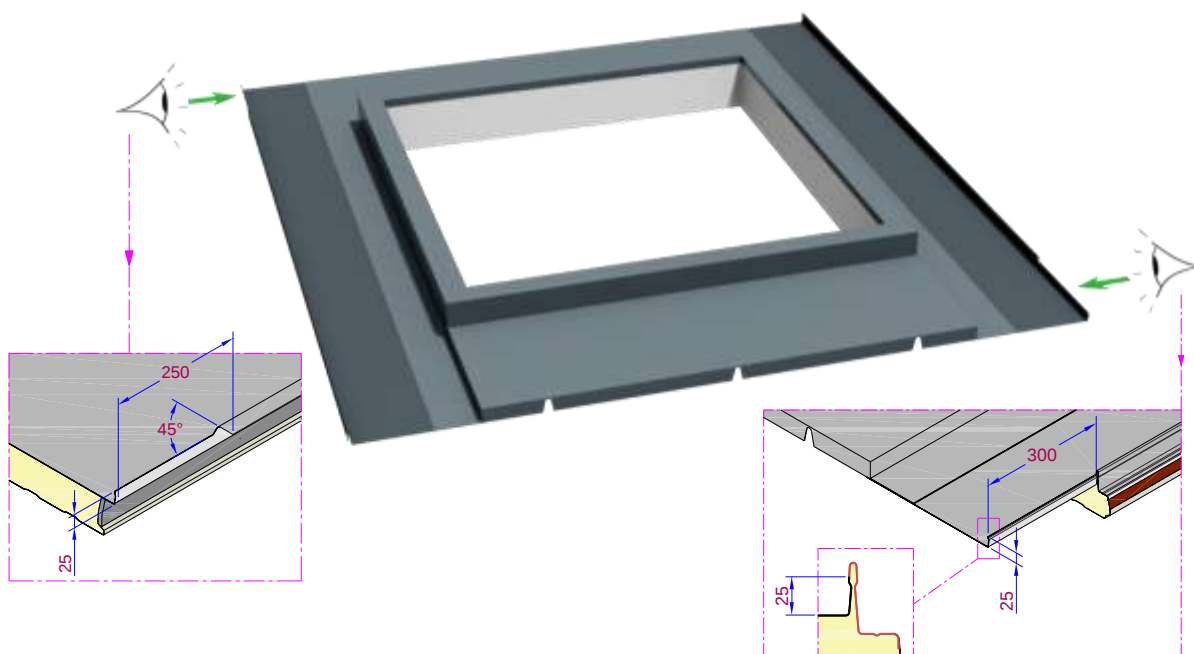


Figure 33 – Costière réalisée en usine (Rep.4)

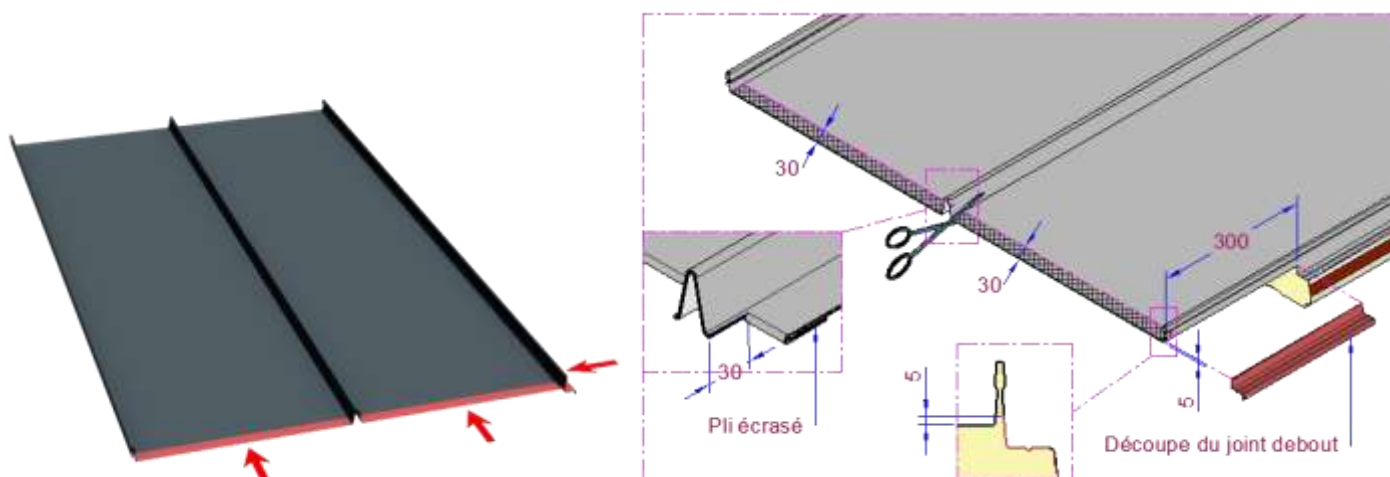


Figure 34 – Modification du premier panneau au faitage (Rep.5)

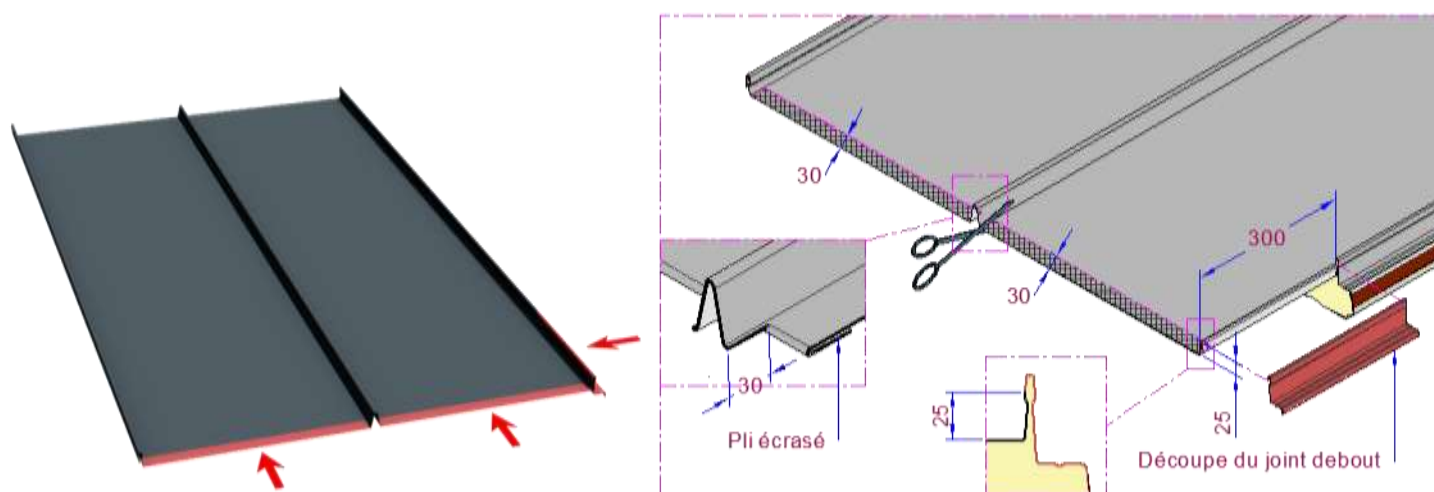


Figure 35 – Modification du deuxième panneau au faitage (Rep.6)

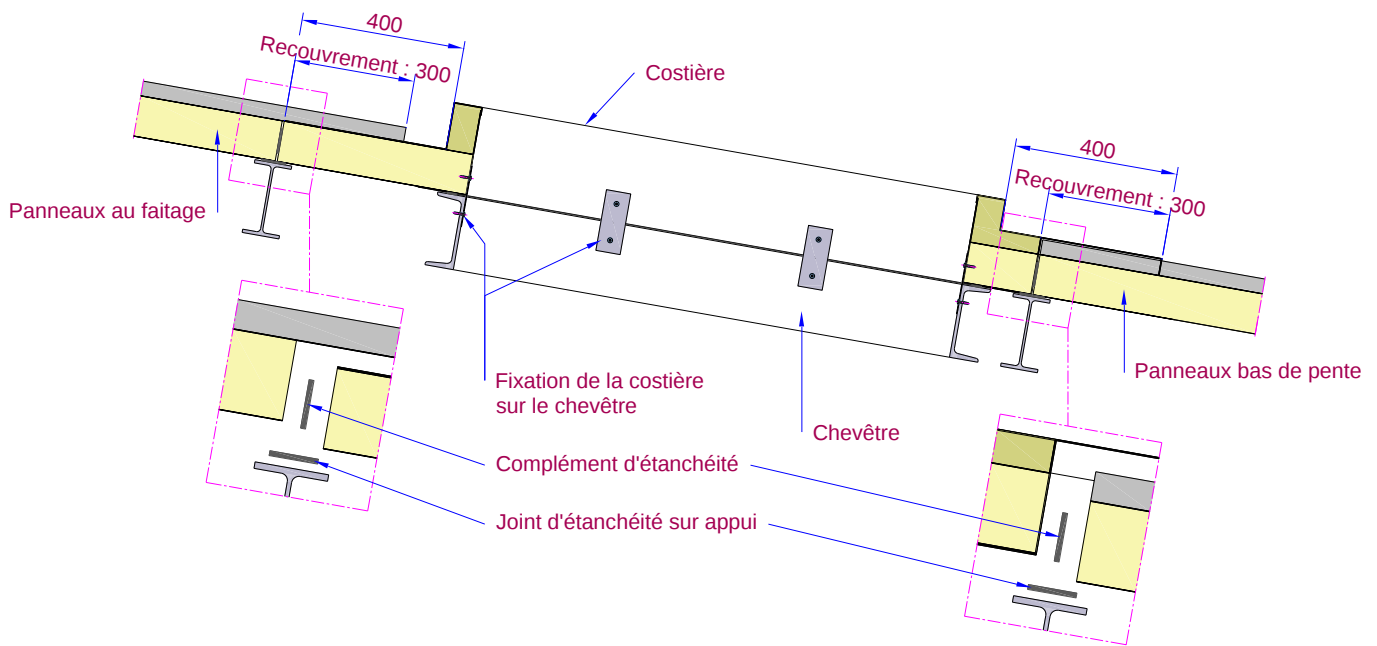


Figure 36 – Jonction transversale + fixation au chevêtre