APPRECIATION TECHNIQUE D'EXPERIMENTATION

Numéro de référence CSTB : 2853_V2

(annule et remplace la version 2853_V1)

ATEx de cas a

Validité du 23/11/2020 au 30/11/2024

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
Zone Industrielle – Site 1
55800 CONTRISSON
France

Appréciation Technique d'Expérimentation n° 2853_V2

Note Liminaire : Cette Appréciation porte essentiellement sur le procédé de façade mur rideau préfabriqué D2B® Promisol.

Selon l'avis du Comité d'Experts en date du 23/11/2020, le demandeur ayant été entendu, la demande d'ATEx ci-dessous définie :

- Demandeur : ArcelorMittal Construction France ;
- Technique objet de l'expérimentation : Le caractère innovant réside essentiellement dans l'utilisation de modules D2B comme ossature secondaire en acier, sur lesquels vient se fixer un procédé de panneau sandwich isolants ; cette technique est définie dans le dossier enregistré sous le numéro 2853_V2 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 ne vaut que pour une durée limitée au 30/11/2024, et est subordonné à la mise en application de l'ensemble des recommandations formulées aux §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 des ouvrages

Le procédé D2B®Promisol ne participe ni à la stabilisation des ossatures secondaires ni à la stabilité générale des bâtiments, laquelle incombe à la structure porteuse de celui-ci. La stabilité propre du procédé sous les sollicitations climatiques est convenablement assurée.

1.2 – Sécurité des intervenants

- Sécurité des ouvriers :

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.

Chaque module est équipé de deux manilles de levage permettant le déchargement au moyen d'une grue adaptée au poids des éléments.

La sécurité des intervenants est assurée moyennant l'emploi de dispositifs d'échafaudage et de travail en hauteur adaptés au poids et aux dimensions des éléments.

- Sécurité des usagers :

Ce système n'impose pas de dispositions autres que celles habituellement requises pour la mise en œuvre ou l'entretien des bardages, et n'engendre pas de risque spécifique pour les usagers.

La sécurité des usagers est correctement assurée vis-à-vis du risque de chute des personnes par essai au choc M50/900J pour les parois opaques. La fonction garde-corps des menuiseries doit être évaluée au cas par cas.

1.3 – Sécurité en cas d'incendie

Le procédé D2B Promisol fait l'objet d'une appréciation de laboratoire (cf. Résultats expérimentaux).

Les panneaux sandwich PROMISOL®S AMC01 visés dans ce procédé font l'objet suivant la NF EN 13501-1 et selon le Procès-Verbal valide (cf. § 9 Résultats expérimentaux du Dossier Technique) d'un classement de réaction au feu B-s2,d0 avec des revêtements organiques possédant un PCS inférieur ou égal à 4 MJ/m².

Les dispositions particulières relatives à la sécurité incendie sont données au § 4 du Dossier Technique.

Le procédé est utilisable pour différentes catégories de bâtiments :

- Logements individuels et collectifs : bâtiments d'habitation classés en 1ère famille, 2ème famille et 3ème famille A et B de hauteur maximale limitée à 18 m.
- ERP : bâtiments classés E.R.P. de 2ème à 5ème catégorie avec plancher bas du dernier niveau accessible à 28 m maxi.
- Bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 m.

1.4 – Sécurité en cas de séisme

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 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal » ;

Le procédé 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 modules D2B® sont fabriqués sur le site de production de Contrisson (55).

ArcelorMittal Construction France dispose d'un plan d'assurance qualité concernant la fabrication des panneaux sandwich, l'approvisionnement des tubes et matières premières jusqu'à la fin de la fabrication des modules D2B®.

Les panneaux sandwich PROMISOL®S AMC01 sont fabriqués à Onnaing (59) et font l'objet de certificats ACERMI et d'attestations de vérification de la constance des performances niveau 1 vis-à-vis de la réaction au feu (AVCP1) dans le cadre du marquage CE.

Les dispositions de fabrication et de contrôle interne permettent d'assurer une constance de qualité suffisante.

2.2 – Mise en œuvre

Le système de façade D2B® Promisol nécessite l'intervention de 3 corps de métiers :

- Un façadier : Il réalise la mise en place des platines d'ancrage et la pose des modules D2B® ;
- Un menuisier pour la pose des châssis et des habillages et compléments d'étanchéité périphériques ;
- Un plâtrier plaquiste : Il réalise les travaux du lot doublage avec système de contre cloison.

La faisabilité de ce procédé est comparable à celle de procédés de façade légère faisant l'objet d'Avis Technique ou de DTA.

3°) Risques de désordres

Ce procédé ne présente pas de risque ni de désordre particulier dans la mesure où les prescriptions techniques énoncées dans le Dossier Technique sont respectées.

4°) Recommandations

Il est recommandé de :

- 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.
- Prendre en compte le fait que le respect de l'appréciation de laboratoire peut induire des dispositions techniques et architecturales à respecter pour satisfaire la Réglementation incendie en vigueur, qui ne sont pas illustrées dans les détails du Dossier Technique.
- S'assurer que les dispositions techniques et architecturales décrites dans l'appréciation de laboratoire ne se substituent pas à celles qui sont visées dans la présente ATEx pour les aspects qui ne relèvent pas de la sécurité incendie.
- Fournir les descentes de charges du procédé D2B® Promisol à la structure à l'entreprise qui réalise le gros œuvre, pour chaque chantier.
- Fournir la note de calcul des modules de façade en tenant compte des conditions spécifiques à chaque chantier. Vérifier les soudures pour chaque chantier en fonction des efforts spécifiques à chaque projet.
- Fournir les plans d'ensemble de détail des modules D2B® ainsi que les plans de calepinage.
- Evaluer la fonction garde-corps des menuiseries au cas par cas.

- Limiter la hauteur des bâtiments comme suit :
  - Bâtiments d'habitation de 1ère 2ème, 3ème famille A et B : limitée à 18 m ;
  - Etablissements recevant du public de la 2ème, 3ème, 4ème et 5ème catégorie : limitée au plancher bas du dernier niveau inférieur à 28 m ;
  - Bâtiments relevant du Code du Travail : limitée au plancher bas du dernier niveau inférieur à 28 m.
- Fournir une fiche d'autocontrôle pour la réception des modules avec notamment le détail du remplacement de la membrane d'étanchéité en cas de dégradation.

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 risques de désordres sont limités.

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

Youcef MOKRANI

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 :

D2B® Promisol est un procédé de façade mur rideau préfabriqué, avec ossature secondaire en acier comportant des parties opaques avec ou sans châssis intégrés. Ce procédé est constitué des éléments suivants :

- D'une structure en tubes galvanisés soudés supportée par un système d'ancrage à la structure primaire porteuse ;
- D'un système de façade isolée constitué de panneaux sandwich à fixations cachées de la gamme PROMISOL®S AMC01 en pose verticale, d'épaisseur 80 mm à 120 mm.

Les profilés tubulaires sont formés à froid, de qualité S235JRH galvanisés Z180 minimum. Les dimensions maximales du module D2B® sont limitées à 12 m de largeur et 3,20 m en hauteur.

Le module D2B® est fixé sur le plancher d'une ossature en béton armé ou en acier avec plancher béton (collaborant ou non collaborant). La fixation à la structure primaire porteuse est effectuée au moyen d'un système d'ancrage composé de platines. Ce système d'ancrage, positionné en nez de dalle, permet un réglage vertical et horizontal des modules assurant l'alignement entre eux et permettant de prendre en compte une déformation du plancher de L/500.

Les modules D2B® se posent successivement au même étage dans la trame adjacente, puis de bas en haut, étage par étage.

Le domaine d'emploi est celui des façades rideau préfabriquées pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression à l'Etat Limite de Service est inférieure ou égale à 1 800 Pa, sauf justifications conformément à la norme NF EN 13830, et destinées aux constructions neuves ou existantes suivantes :

- Bâtiments d'habitation de 1ère, 2ème, 3ème famille A et B de hauteur maximale limitée à 18 m ;
- Etablissements recevant du public de la 2ème, 3ème, 4ème et 5ème catégorie dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 m ;
- Bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 m.

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

Vis-à-vis de l'étanchéité à l'eau, la hauteur des bâtiments est donnée au §1.2.5 du Dossier Technique.

En zone sismique, le procédé peut être mis en œuvre sous conditions dans certaines zones, et en respectant les dispositions particulières du Dossier Technique.

(1) La description complète de la technique est donnée dans le dossier déposé au CSTB par le demandeur et enregistré sous le numéro ATEx 2853_V2 et dans le cahier des charges de conception et de mise en œuvre technique (cf. annexe 2) que le fabricant est tenu de communiquer aux utilisateurs du procédé.

ANNEXE 2

CAHIER DES CHARGES DE CONCEPTION ET DE MISE EN OEUVRE

Ce document comporte 28 pages.

Procédé de façade mur rideau préfabriqué D2B® Promisol,

« Dossier technique établi par le demandeur »

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

Datée du 23/04/2021

A été enregistré au CSTB sous le n° d'ATEx 2853_V2

DOSSIER TECHNIQUE

D2B Promisol®, Design to Build®

Titulaire : **ArcelorMittal Construction France**
Zone Industrielle – Site 1
55 8000 CONTRISSON
France
Tel : 03 29 79 85 85

Web :http://ds.arcelormittal.com/construction/france
e-mail : contact.arval@arcelormittal.com

Version du *23/04/2021*

A. Description

1 Principe et domaine d'emploi

1.1 Principe

Le module D2B Promisol® d'ArcelorMittal Construction est un procédé façade mur rideau préfabriqué avec ossature secondaire en acier comportant des parties opaques avec ou sans châssis intégrés constituées des éléments suivants :

- une structure en tubes galvanisés soudés supportée par un système d'ancrage à la structure primaire porteuse (nez de dalle) ;
- d'un système de façade isolée constitué de panneaux sandwich à fixations cachées de la gamme PROMISOL® S AMC01 d'ArcelorMittal Construction en pose verticale, d'épaisseur 80 mm à 120 mm.

Le module D2B® est fixé sur le plancher d'une ossature structure en béton armé ou en acier avec plancher béton (collaborant ou non collaborant) dimensionnée selon les règles en vigueur afin de garantir le degré de stabilité demandé à l'ouvrage.
Il est vissé dans sa partie inférieure sur des pattes d'ancrage installées en nez de dalle. Le module est bloqué sur sa partie supérieure par des systèmes de goupilles traversant les pattes d'ancrage.

La largeur maximale des menuiseries est fixée à 1.1 m. La hauteur entre le seuil et le linteau des châssis est libre.

Le module D2B® ne participe pas à la stabilité générale du bâtiment. Il assure cependant la sécurité contre les chutes des personnes.

Les dimensions maximales du module D2B® sont limitées à 12m de largeur et 3,20 m de haut.

1.2 Domaine d'emploi

1.2.1 *Domaine d'emploi accepté*

Façades rideau pré-fabriquées pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression à l'Etat Limite de Service est inférieure ou égale à 1 800Pa, sauf justifications conformément à la norme NF EN 13830, et destinées aux constructions neuves ou existantes suivantes :

- Bâtiments d'habitation de 1ère, 2ème, 3ème famille A et B. Voir limitation de hauteur § 1.2.5 ;
- Etablissements recevant du public de la 2ème, 3ème, 4ème et 5ème catégorie dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 m ;
- Bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 m.

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

1.2.2 Sécurité en cas d'incendie

Les dispositions à respecter sont détaillées dans les appréciations de Laboratoire Lepir II EFR-18-LP-001403. Le procédé est utilisable pour différentes catégories de bâtiments :

- Logement individuel et collectif : bâtiments d'habitation classés en 1ere famille, 2ème famille et 3ème famille A et B. Voir limitation de hauteur § 1.2.5 ;
- Etablissement Recevant du Public (ERP) : bâtiments classés E.R.P. de 2ème à 5ème catégorie avec plancher bas du dernier niveau inférieur à 28 mètres.
- Bâtiments relevant du Code du Travail dont le plancher bas du dernier niveau est inférieur à 28 mètres.

1.2.3 Sismicité

Le procédé peut être mis en œuvre 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.

En complément, les cas particuliers ci-dessous sont dispensés des dispositions de cet ATEX :

- En zone de sismicité 2 :

  Les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).

- En zones de sismicité 3 et 4 :

  Les bâtiments de catégorie d'importance II et les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92(NF P06-014).

1.2.4 Hygrométrie des locaux

Le procédé est utilisé pour des bâtiments à température positive dont les conditions de gestion de l'air intérieur permettent de réduire les risques de condensation superficielle à savoir, locaux ventilés naturellement à faible et moyenne hygrométrie ou conditionnés en température ou en humidité dont la pression de vapeur d'eau est comprise entre 5 et 10 mm Hg.

1.2.5 Performances Air, Eau, Vent visées

Le procédé peut être mis en œuvre sur des bâtiments dont la hauteur du dernier plancher bas est inférieure à 28m dans des conditions d'exposition pour lesquelles l'action résultante correspondant à la pression à l'Etat limite de Service est inférieure ou égale à 1 800 Pa, sauf justifications conformément à la norme NF EN 13830.

Pour les bâtiments d'habitation classés en 3ème famille A et B, il conviendra de limiter l'utilisation de D2B® à 18m pour les parties de façade comprenant des menuiseries.

Pour les Etablissements Recevant du Public (ERP) de 2ème à 5ème catégories, les bâtiments relevant du Code du Travail et les bâtiments d'habitation classés en 1ere famille, 2ème famille et 3ème famille A et B, le domaine d'emploi est repris au Tableau 1.

Tableau 1 Domaine d'emploi des modules D2B® en fonction de la situation géographique, de la catégorie de terrain et de la hauteur du bâtiment.

	Catégorie de terrain	France métropolitaine			
		Hauteur totale du bâtiment			
		< 9 m	De 9 à 18 m	De 18 à 28 m	28 à H (*) m
Région 1	IV	■	■	■	■
	III_b	■	■	■	■
	III_a	■	■	■	■
	II	■	■	■	■
	0	■	■	■	■
Région 2	IV	■	■	■	■
	III_b	■	■	■	■
	III_a	■	■	■	■
	II	■	■	■	■
	0	■	■	■	X
Région 3	IV	■	■	■	■
	III_b	■	■	■	■
	III_a	■	■	■	■
	II	■	■	■	X
	0	■	X	X	X
Région 4	IV	X	X	X	X
	III_b	X	X	X	X
	III_a	X	X	X	X
	II	X	X	X	X
	0	X	X	X	X

(*) H = hauteur totale du bâtiment pour laquelle le dernier plancher est à 28m
■ : adapté
X : non adapté

2 Matériaux et composants du module D2B Promisol

2.1 Ossature du module D2B Promisol®

L'ossature d'un module D2B® est un cadre réalisé en tubes soudés selon la norme EN 1090-2 classe de qualité EXC1 (Figure 5, Figure 6, Figure 7, Figure 8 et Figure 9.) composé :

- de 2 traverses horizontales en tubes S235JRH de section SHS minimale de 50*50*3 mm
- de montants verticaux en tubes S235JRH de section minimale SHS 50*50*3mm (voir §6.1.3 pour le dimensionnement des montants verticaux).
- de montants verticaux en tubes S235JRH de part et d'autre des châssis (chevêtres) de section minimale SHS 50*50*4mm (voir §6.1.3 pour le dimensionnement des montants verticaux).

Ces profilés tubulaires formés à froid, de qualité S235JRH galvanisés Z180 minimum sont conformes aux conditions techniques de livraison de la norme NF EN 10219-1.

2.2 Système de fixation de l'ossature sur la structure primaire du bâtiment

La structure tubulaire du module D2B® est accrochée en nez de dalle au moyen de systèmes de pattes d'ancrage composées de :
Attache vent (voir Figure 11) :

- Une platine d'ancrage préassemblée en acier de nuance S235JR (EN10025-2-2018) composée d'un plat d'épaisseur 10mm sur lequel est boulonné une patte-équerre d'épaisseur 8mm et de dimensions 50mm * 100mm * 180mm. L'assemblage entre la platine et la patte-équerre est réalisé en atelier au moyen de vis à tête fraisées et d'écrous équipés de rondelles ressort.
- Cette patte-équerre est percée par trous oblongs verticaux permettant le déplacement du plancher support ;
- Des réservations dans le plat horizontal permettent l'ajustement latéral et la fixation de celui-ci sur les nez de dalle béton à l'aide de chevilles de type goujon M8 (8.8).
- Une goupille formée d'un axe de diamètre 20mm et de longueur 140mm (S460) permettant le verrouillage du module en partie haute et la reprise au vent en assurant la reprise des déformations de l'ouvrage support.

Attache poids et vent (voir Figure 10):

- Une platine d'ancrage pré-assemblée en acier de nuance S235JR (EN10025-2-2018) composée d'un plat d'épaisseur 10mm sur lequel est boulonné une patte-équerre d'épaisseur 8mm et de dimensions 50mm * 100mm * 180mm. L'assemblage entre la platine et la patte-équerre est réalisé en atelier au moyen de vis à tête fraisées et d'écrous équipés de rondelles ressort.
- Cette patte-équerre est percée par des trous de diamètre 6mm autorisant l'ajustement de la traverse basse et l'assemblage de reprise du poids et des charges de vent (minimum 8 vis – 5 en partie inférieure et 3 en partie supérieure).
- Des réservations dans le plat horizontal permettant la fixation de la platine d'ancrage sur les nez de dalle béton à l'aide de chevilles de type goujon M8 (8.8).
- Goupille formée d'un axe de diamètre 20mm et de longueur 140mm (S460) permettant le verrouillage du module en partie haute et la reprise au vent en assurant la reprise des déformations de l'ouvrage support.

Les organes de liaison devront être protégés contre la corrosion selon l'atmosphère conformément aux prescriptions de la norme NF P 24-351.

2.3 Panneaux sandwich Promisol® S

Les panneaux sandwich isolants PROMISOL® S font l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14509.

- Largeur utile : 1000 mm
- Epaisseurs des panneaux : 80 – 100 – 120mm.

Ces panneaux sont fabriqués sur ligne continue et sont constitués :

- d'un isolant en mousse polyisocyanurate (PIR) expansée au pentane de référence AMC 01 de conductivité thermique certifiée ACERMI 16/193/1154/2 égale à 0,023W/m.K. Les performances thermiques de la mousse AMC01 sont indiquées dans le tableau 6 en fin de dossier technique.
- d'un parement extérieur en nuance S320 GD minimale galvanisé à chaud selon NF EN 10346 et NF EN 10143 minimum Z225 ou ZMEvolution100 (selon ETPM 19/0064) et prélaqué selon NF P 34-301, NF EN 10169+A1 ou ETPM 19/0064, d'épaisseur nominale minimale de 0,60mm, pouvant présenter différents types de nervuration :
  - faiblement nervuré: PROMISOL® S Standard
  - micro nervuré : PROMISOL® S Microline;
  - aspect lame ou clin : PROMISOL® S Linéa 125, Linéa 333, ou Linéa 500
  - aspect lisse : PROMISOL® S Liss.
- d'un parement d'acier intérieur en nuance S320 GD minimale, d'épaisseur nominale minimale de 0,40mm, galvanisé à chaud selon NF EN 10346 et NF EN 10143 minimum Z100 ou ZMEvolution60 (ETPM 19/0064) et prélaqué selon NF P 34-301, NF EN 10169+A1 ou ETPM 19/0064.

Les revêtements prélaqués, leur catégorie et leur destination sont précisées dans les Tableau 9 et Tableau 10 en fin de dossier technique.

Les géométries des parements intérieurs et extérieurs sont illustrées à la Figure 1.
La masse surfacique nominale des modules D2B Promisol est indiquée dans le Tableau 7.

2.4 Fixations du panneau Promisol® S sur la structure tubulaire.

Les panneaux Promisol® S sont fixés sur les ossatures tubulaires en pose verticale.
Les conditions de choix des fixations et de leurs accessoires vis à vis de la tenue au risque de corrosion respecteront 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.

Dans le cas de fixations invisibles des panneaux Promisol® S sur la structure :

- une plaquette de répartition spécifique en acier galvanisé S250 mini + Z275 mini utilisable en atmosphères rurales non polluées, urbaines et industrielles ou inox A2 utilisable toutes atmosphères extérieures, de dimensions : 75 x 26 x 1,5 mm en forme de L pré-percée de 3 trous de diamètre 7 mm (plaquette standard) ;
- La longueur de la fixation doit prendre en compte l'épaisseur du panneau -14 mm (-15,5 mm + 1,5 mm de plaquette). (Emboîtement du panneau Promisol®). Voir Figure 3 et Figure 4.

Dans le cas de fixations visibles en complément des fixations invisibles prévues dans l'emboitement, par exemple en extrémités de modules ou en contour de baies :

- Vis auto-perceuse de diamètre 5,5 mm mini : les panneaux seront fixés aux tubes à l'aide de vis auto-perceuses sans plaquettes en dehors des emboîtements avec une rondelle d'appui et d'étanchéité de diamètre minimal 19 mm. La longueur de la fixation est déterminée en fonction de l'épaisseur du panneau.
- En termes de performances mécaniques des fixations à utiliser, se référer au § 6 Principes de dimensionnement.
- En zones de sismicité 3 et 4, les fixations à utiliser sont celles des sociétés SFS INTEC, LR ETANCO ou FAYNOT. Voir Tableau 12.

2.5 Isolant complémentaire

- Laine minérale sous label ACERMI 70kg/m^3 au sein des jonctions verticales entre modules.
- Bande de laine de roche sous label ACERMI, de masse volumique de 100 kg/m³ au droit de la jonction panneaux de façade / plancher lorsque exigée par la règlementation incendie Voir § 4 Dispositions particulières relatives à la sécurité incendie.

2.6 Compléments d'étanchéité

Les compléments d'étanchéité sont assurés grâce à :

- Un mastic silicone bénéficiant d'un label SNJF façade.
- Une mousse de polyuréthane imprégnée (type Moussafoam ou Compriband)
- Un joint compressible classe B1 Norseal Série 2521 de chez Saint Gobain.
- Une membrane d'étanchéité EPDM ep. 0,6 mm Novoproof Fa de chez Duraproof sous cahier des charges validé par Socotec + colle Kleber FA ; Voir la Figure 15 pour la pose des membranes d'étanchéité. En cas de raccord de la membrane NovoProof® EPDM FA sur un revêtement bitumineux, prévoir l'utilisation du mastic de collage NovoProof® Kleber FA.
- Un joint de butyl : Joint mastic butyl à section rectangulaire 20x1 mm à prévoir en cas de fixation sur le revêtement intérieur du panneau sandwich.

2.7 Façonnés

Tôle d'acier d'épaisseur standard de 0,75 mm mini, de mêmes nuances que la peau extérieure ; toutefois, lorsqu'une continuité d'aspect ou de teinte est recherchée pour une commande donnée, il est préférable de prévoir les façonnés dans la même référence que celle de la tôle utilisée pour le parement.

2.8 Fixation des façonnés

Les fixations sont des vis de type auto-perceuses de diamètre minimal 4,8 mm, ou des rivets inox (corps A 2 - tige 10 % Cr). Pour les conditions de choix 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.

3 Fabrication

3.1 Etapes de fabrication des modules D2B® Promisol®

La fabrication des modules D2B® Promisol® est assurée par la société ArcelorMittal Construction France sur l'un de ses sites de production suivant :

- Contrisson : fabrication des modules D2B®
- Les panneaux sandwich Promisol® S sont fabriqués dans les usines d'ArcelorMittal Construction situées à Onnaing sur ligne en continu, conformément à l'E-cahier CSTB 3501 et à la norme européenne NF EN 14509. Par ailleurs, la fabrication de ces panneaux fait l'objet d'audits par un organisme notifié pour évaluer et vérifier la constance de performance de la réaction au feu (AVCP niveau 1 selon NF EN 14509) et d'une certification ACERMI.

L'assemblage des modules D2B® se compose des étapes suivantes :

- Découpe des tubes à longueur ;
- Pré-perçage et préparation des tubes (ponçage du zinc sur les parties à souder) ;
- Assemblage de l'ossature par soudage des tubes selon la classe de qualité ISO5817 niveau C exception niveau B pour "gorges insuffisantes" (5213) EN ISO 6520-1.
- Protection de la soudure par peinture au zinc ;
- Collage des membranes d'étanchéité ;
- Fixations des panneaux sandwich et mise en œuvre de complément d'étanchéité (joint silicone);
- Découpe ponctuelle des panneaux au droit des ouvertures le cas échéant ;
- Pose des menuiseries extérieures le cas échéant
- Collage des membranes d'étanchéité autour des ouvrants,
- Pose des tôles d'habillage aux encadrements de baies
- Etiquetage du module à l'aide d'un papier autocollant permettant d'identifier le module selon le calepinage
- Emballage à l'aide de protection plastique et calage dans des racks de transport.

3.2 Tolérances de fabrication du module D2B® et contrôles

ArcelorMittal Construction dispose d'un plan d'assurance qualité concernant la fabrication des panneaux sandwich, l'approvisionnement des tubes et matières premières jusqu'à la fin de la fabrication des modules D2B®. Les modules sont fabriqués dans des usines certifiées ISO 9001, 14001, 45001 et 50001.
Les panneaux sandwich font l'objet de certificat ACERMI et d'attestation de vérification de la constance des performances niveau 1 vis-à-vis de la réaction au feu (AVCP1) dans le cadre du marquage CE.

Les tolérances de fabrication des modules D2B® sont les suivantes :

- longueur : ± 1 mm/m sur la cote nominale avec une limite à ± 5 mm,
- hauteur : ± 3 mm sur la cote nominale,
- épaisseur : ± 2 mm sur la cote nominale,
- différence de longueur entre 2 diagonales ≤ 5 mm,
- faux équerrage ≤ 1 mm/m.

Les tolérances dimensionnelles des panneaux Promisol sont conformes à l'annexe D de la NF EN 14509.

4 Dispositions particulières relatives à la sécurité incendie.

Le procédé de façade D2B® mis en œuvre tel que défini au § 5 et respectant des dispositions énoncées dans ce § 4 permet de satisfaire aux objectifs du code de la construction et de l'habitation énoncées dans des articles suivants :

- R. 111-13 dans le cas de travaux neuf,
- R. 122-32 dans le cas de travaux de rénovation.

Le procédé est utilisable pour les différentes catégories de bâtiments définies au § 1.2.1.
Pour chacune de ces catégories, il convient de respecter la pose d'éléments décrits dans le Tableau 2, permettant d'assurer la protection contre le feu.

Tableau 2 - Dispositions concernant la pose d'éléments permettant la protection contre le feu

Catégories de bâtiments	Logement individuel et collectif 1ère et 2eme famille	Logement individuel et collectif 3ème famille	ERP 2ème, 3eme, 4ème et 5eme catégorie	Etablissement relevant du Code du Travail dont le dernier plancher est supérieur à 8m
Tôle de recoupement	Non	Tous les deux étages Voir § 4.1 Tôles de recoupement		
Habillage aux encadrements de baies	Pas de dispositions particulières	Voir dispositions spécifiques Promisol® S Voir Figure 21, Figure 22 et Figure 23		
Nez de dalle	Pas de dispositions particulières	Calfeutrement avec une isolation en laine de roche (100 kg/m^3) et tôle en acier filante en « L » d'épaisseur 15/10ème Voir § 4.2 Tôlerie coupe-feu intérieure et calfeutrement		
Plaque de plâtre Habillage intérieur	1 BA13	BA18 ou 2 BA13		

Notes :

- Voir Arrêté du 31/01/1986 modifié section 4 (articles 11 à 14)
- Voir Appréciation de Laboratoire n° EFR-18-001403.

4.1 Tôles de recoupement

Une tôle de recoupement (déflecteur feu) en acier galvanisé d'épaisseur 15/10ème est mise en place tous les deux niveaux conformément au § 5.1. Elle est mise en place sur toute l'épaisseur de la façade. Elle respecte un débord horizontal par rapport au nu extérieur du panneau de 25 mm et une retombée verticale de 50 mm. La tôle de recoupement est fixée aux cornières support pré-installées sur le tube supérieur du module, au pas maximum de 700mm. La vis de fixation de la tôle de recoupement doit être munie d'une rondelle d'étanchéité.
Une bavette de rejet d'eau en acier prélaqué d'épaisseur 75/100ème est mise en place sur le panneau Promisol S en recouvrement de la tôle de recoupement.

4.2 Tôlerie coupe-feu intérieure et calfeutrement

Au niveau du nez de dalle ou des poteaux, le principe de calfeutrement est identique, à savoir une isolation complémentaire en laine de roche de densité 100 kg/m^3 est mise en place sur toute l'épaisseur de la dalle ou du poteau. De chaque côté de l'élément support, une tôle en acier galvanisé filante pliée en « L » d'épaisseur 15/10ème est mise en place afin de maintenir le calfeutrement en laine de roche.
Ces cornières sont fixées conformément au § 5.2 Lot façadier :

- à l'élément structurel support, au moyen de chevilles à frapper Ø 6 x 80 mm en nylon avec collerette large et clou en acier électrozingué au pas maximal de 500 mm.
- aux panneaux réalisant la façade rideau, au moyen de vis autoperçeuses Ø 6,3 x 22 mm au pas maximal de 350 mm.

4.3 Traitement des jonctions entre sous-ensembles

Une fois réglés et assemblés au support les modules D2B® ménagent avec les modules D2B® adjacents :

- un jeu horizontal d'environ 20 mm, celui-ci est garni par un joint compressible Norseal Série 2521 de chez Saint Gobain de section 40 x 35 mm compressée justifiant d'une classe de réaction en feu B1. Celles-ci sont interrompues de 20 mm tous les deux mètres (Figure 12 et Figure 13).
- un jeu vertical d'environ 40 mm, celui-ci est garni par bourrage à refus de laine de roche de masse volumique nominale 70 kg/m3. Un profil de finition en acier prélaqué plié en oméga et d'épaisseur 75/100 mm est mis en œuvre fixé à des omégas ponctuels en acier d'épaisseur 15/10 mm eux-mêmes fixé au parement extérieur des panneaux sandwich (Figure 14).

4.4 Eléments rapportés

4.4.1 Menuiseries extérieures

Leur intégration au module D2B® peut être réalisée en usine ou sur site. Tous les modules seront livrés sur chantier avec l'ensemble des réservations déjà réalisées et éventuellement avec les menuiseries intégrées.
Les menuiseries peuvent être en bois, PVC, aluminium ou mixte bois/aluminium ou acier.
Ces menuiseries sont installées dans l'épaisseur du cadre acier en tunnel ou en applique intérieure en reprise de doublage.
En appui des baies, trois tôles en acier galvanisé sont mises en place successivement sur l'épaisseur de la façade :

- Une pièce d'appui de fenêtre d'épaisseur 15/10ème en acier galvanisé recouvrant 50mm de l'épaisseur du panneau sandwich
- Une tôle d'habillage d'appui de fenêtre 15/10ème en acier galvanisé recouvrant le panneau de bardage sur toute son épaisseur.
- Une tôle d'habillage d'appui de fenêtre 75/100ème en acier prélaqué recouvrant le système sur toute son épaisseur.

En linteau, une tôle d'habillage en acier galvanisé d'épaisseur 15/10ème en acier galvanisé est mise en place sur toute l'épaisseur du système. Une bavette de rejet d'eau de linteau en acier prélaqué d'épaisseur 75/100ème en acier prélaqué est mise en place entre le panneau Promisol et la tôle d'habillage de linteau.
En partie verticale, trois tôles en acier galvanisé sont mises en place sur l'épaisseur de la façade :

- Deux tôles de jambage en « L » d'épaisseur 10/10ème en acier galvanisé sont mises en place sur l'épaisseur du Promisol.
- Une tôle d'habillage de jambage en « Z » d'épaisseur 75/100ème en acier prélaqué est mise en place sur le dormant des menuiseries et sur toute l'épaisseur de la façade.

Ces éléments sont fixés au moyen de vis auto-perceuses à tête laquée réparties au pas maximal de 500mm.
Voir Figure 21, Figure 22 et Figure 23.
Les menuiseries sont fixées au chevêtre au moyen de vis auto-perceuses Ø 6.3mm répartie au pas maximum de 500mm.
Voir la description des compléments d'étanchéité au paragraphe 5.3

4.4.2 Les habillages intérieurs

Une fois réalisées selon la méthode précitée la façade est nécessairement protégée sur sa face intérieure au moyen d'une contre-cloison dissociée en plaques de plâtre sur ossature métallique conforme au NF DTU 25.41 ou justifiant d'un procès-verbal en cours de validité, Documents Techniques d'Application, Avis Technique.
Les performances de la contre-cloison à mettre en œuvre sont fonctions de la durée de stabilité demandée à l'ouvrage : :

- pour les bâtiments, dont la structure doit être R30, la contrecloison doit justifier d'un classement minimal EI 30 pour un feu côté plaques et pour la hauteur à mettre en œuvre.
- pour les bâtiments, dont la structure doit être R60, la contrecloison doit justifier d'un classement minimal EI 60 pour un feu côté plaques et pour la hauteur à mettre en œuvre.

Les tableaux intérieurs des baies sont traités au moyen des mêmes complexes de doublage qu'en partie courante.

5 Organisation de la mise en œuvre des modules D2B® Promisol

5.1 Organisation de la mise en œuvre

La société ArcelorMittal Construction France ne pose pas elle-même. La société ArcelorMittal Construction France est en mesure de conseiller techniquement le poseur qualifié, à la demande.

Le système de façade avec module D2B® Promisol nécessite l'intervention de différents corps de métiers, clairement identifiés dans l'organisation des corps d'état du bâtiment en France :

- un façadier : le façadier intervient en premier. Il réalise la mise en place des platines d'ancrage sur les planchers, la réception des modules et leur déchargement, la pose des modules D2B® sur la façade ;
- Un menuisier lorsque la pose des menuiseries n'est pas réalisée par ArcelorMittal Construction ;
- un plâtrier plaquiste : il intervient quand la façade est hors d'eau et que les menuiseries sont posées.

5.2 Lot façadier

Les modules D2B® se posent successivement au même étage, dans la trame adjacente, puis de bas en haut, étage par étage.
Les principales étapes de mise en œuvre des modules D2B® sont :

5.2.1 Réception des modules et déchargement

Le déchargement et la manutention des modules D2B® seront conformes au NF DTU 33.1, à savoir que ces étapes ne peuvent en aucun cas occasionner de déformations permanentes ni de dégradations susceptibles d'affecter les performances du module, en particulier sa résistance à la corrosion et l'esthétique de la solution.
De manière générale, les modules D2B® sont transportés verticalement dans des racks de stockage. En aucun cas les modules ne pourront s'appuyer sur les panneaux sandwich qui le composent. Chaque module est équipé de deux manilles de levage permettant le déchargement au moyen d'une grue adaptée au poids des éléments.
Les modules seront déchargés :

- Soit à l'unité, à l'aide d'élingues appropriées qui seront attachées au module via les manilles prévues à cet usage,
- Soit par rack complet : dans ce cas c'est le rack de stockage qui est déchargé du camion et laissé sur place, sur une surface propre, plane et stabilisée, servant ainsi de stockage sur le chantier.

Ces dispositions d'approvisionnement peuvent être adaptées au cas par cas, en fonction des spécificités de chaque projet, de leur localisation et de la zone de stockage des matériaux.
Les modules D2B® sont livrés sur chantier pré-équipés de membrane d'étanchéité EPDM. Ces membranes en partie haute et basse des modules sont protégées par des capots en cartons lors du transport. Il conviendra au façadier de vérifier l'intégrité de ces membranes avant la pose des modules et de compléter la fiche d'autocontrôle fournie par ArcelorMittal Construction pour la réception des modules. En cas de dégradation de ces membranes, une réparation sera effectuée en utilisant des matériaux de même composition que ceux qui ont été utilisés. Elles seront exécutées avec soin et en conformité avec les prescriptions du fabricant de membranes.

5.2.2 Contrôle des tolérances d'exécution de la structure porteuse

Un contrôle des tolérances d'exécution des structures porteuses doit avoir lieu avant la mise en œuvre des assemblages et avant toute opération relative à l'installation de la façade. Ces tolérances sont définies dans les DTU correspondants :

- Pour les ouvrages en béton : DTU 21 P1-1 ;
- Pour les murs en béton banché : DTU 23.1 ;
- Pour les structures métalliques : DTU 32-1 (qui se réfère à la NF EN 1090-2, qui intègre également la partie acier des constructions mixtes).

De plus, les tolérances dimensionnelles, tolérances dites d'ensemble Δe et de bosses, creux et ressauts Δp, de la structure porteuse de l'ouvrage support destiné à recevoir le module D2B® doivent au minimum respecter les prescrits du DTU 33.2 pour la classe A (parties de gros œuvre destinées à recevoir des façades rideaux) en complément de la norme NF P 04-002 en utilisant la terminologie de la norme NF P 01-101 au § 1.4.
En outre, la conception du système d'ancrage du module D2B® permet de prendre en compte une tolérance de +/- 20 mm en vertical sur l'exécution du plancher, et +/-10mm en horizontal.

5.2.3 Tolérances de déformation de la structure porteuse sous charge d'exploitation et fluage de la structure primaire

Conformément au NF DTU 33.1, les déplacements maximaux que devront pouvoir reprendre les façades rideaux posées et réglées sont de ± 5 mm.

5.2.4 Dispositions relatives à l'installation des platines d'ancrage

Le module D2B® est fixé à la structure primaire porteuse au moyen d'un système d'ancrage composé de platines décrites au § 2.2. Ce système d'ancrage, positionné en nez de dalle, permet un réglage vertical et horizontal des modules assurant l'alignement entre eux et permettant de prendre en compte une déformation du plancher de L/500, selon les normes EUROCODES en vigueur :

- Ancrages latéraux : Les ancrages latéraux reprennent les efforts de poids propre et de vent (Figure 10)
- Ancrages centraux : Les ancrages centraux reprennent les efforts de vent uniquement (Figure 11). Ils autorisent un degré de liberté

vertical pour assurer la reprise des déformations de l'ouvrage support.

Les platines d'ancrages sont fixées en nez de dalle comme indiqué sur les Figure 12 et Figure 13. Le trou central de diamètre 27mm de la platine permet un pré-positionnement, platine qui sera ensuite verrouillée par deux chevilles latérales. Dans le cas d'une structure primaire du bâtiment en béton ou en planchers collaborant sur structure métallique, les platines d'ancrages sont fixées au moyen de chevilles métalliques possédant l'ETE-98/0001 et sont dimensionnées selon l'annexe C du EAD 330232-00-0601 en fonction des spécificités du projet. Dans le cas d'une structure en planchers collaborant sur structure métallique, la dalle support devra respecter l'épaisseur minimale conformément à l'ETE de la cheville utilisée. Il appartient au façadier de s'assurer que l'organe de fixation à utiliser en fonction du support correspond bien aux prescriptions, et de réaliser sur les supports existants les essais d'arrachement nécessaires pour déterminer les charges maximales sur ce support.

5.2.5 Positionnement des modules sur les platines d'ancrage

La pose des panneaux D2B® est réalisée de la manière suivante :

- Positionnement de la traverse inférieure du module D2B® de l'étage N sur la partie en porte-à-faux des platines ;
- Mise à niveau horizontale et verticale du module au moyen de cales en PE positionnées entre la traverse et la platine d'ancrage ;
- Verrouillage de la position en tête de module en insérant l'axe de diamètre 20 mm au travers de la platine de l'étage N+1 dans un trou oblong aménagé préalablement dans la traverse supérieure ;
- Fixation de la traverse inférieure du module aux platines de l'étage N :
  - Fixation sur les 2 platines d'ancrages centrales reprenant les efforts de vent uniquement. Ils sont rendus solidaires des modules par 2 boulons M10 (8.8) qui viennent se fixer dans le tube grâce à une plaquette taraudée d'épaisseur 10mm servant d'écrou. Cette plaquette taraudée est positionnée en atelier.
  - Fixation sur les 2 platines d'ancrages latérales reprenant les efforts de poids propre et de vent. Les modules sont fixés au moyen de 8 vis auto-perceuses par platine (3 en partie supérieure et 5 en partie inférieure). L'assemblage sera réalisé à l'aide de vis auto-perceuses ayant une résistance caractéristique P_k permettant de respecter la relation $F_{t.Rd} = P_k/\gamma_M \geq$ 325 daN avec un γ_M = 1.30. Cette vis auto-perceuse aura un diamètre de 5.5 mm.
- Pose d'un bourrage en laine de roche de densité 100 kg/m³ entre les modules et le nez de dalles Figure 12 et Figure 13.Voir § 4. Dispositions particulières relatives à la sécurité incendie.
- Positionnement du module suivant, au même étage, dans la trame adjacente, selon la même procédure de mise en œuvre.

Dès que les modules de l'étage N sont posés, il convient de réaliser le traitement de l'étanchéité des jonctions horizontales tel que défini au § 5.1.6 puis de positionner les modules de l'étage supérieur (N+1) sur les platines d'ancrage. Cette étape permet de bloquer le déplacement vertical de l'axe de diamètre 20 mm qui a servi à verrouiller la pose du module de l'étage inférieur (N).

5.2.6 Traitement des jonctions horizontales. Dispositions relatives à l'étanchéité à l'air et l'eau

L'étanchéité à l'air et à l'eau entre modules, s'effectue par un système d'étanchéité à double barrière constitué par :

- côté extérieur du module D2B® : une tôlerie de rejet d'eau vers l'extérieur formant une première barrière à l'eau et un joint compressible classe B1 Norseal Série 2521 de chez Saint Gobain, interrompu de 2cm tous les deux mètres pour évacuation de l'eau éventuelle (infiltrations).
- côté intérieur du module D2B® : une membrane d'étanchéité EPDM épaisseur 0.6 mm Novoproof FA de chez Duraproof (ou équivalent),

A noter que :

Les modules D2B® sont livrés sur chantier pré-équipés de membrane d'étanchéité EPDM Novoproof FA faisant l'objet d'un rapport de validation ANC16-1266YLG-BK.

Après avoir posé tous les modules d'un étage N, on procède au collage des membranes d'étanchéité recouvrant le chant supérieur entre modules adjacents. Les membranes supérieures pré-installées débordent d'un côté du module.

On procède au collage de ces parties débordantes sur 40 mm minimum au moyen de la colle Novoproof Kleber FA conformément au cahier des charges de la membrane. Voir Figure 15.

On pose ensuite les modules de l'étage supérieur N+1, puis on procède Côté extérieur de la façade :

- au collage des membranes entre les modules de l'étage N et de l'étage N+1 : La membrane EPDM disposée en partie basse des modules de l'étage N+1 vient recouvrir le chant supérieur des modules de l'étage N sur 40mm minimum, en prenant soin de ne pas déborder sous la membrane haute du module de l'étage N. Voir Figure 15.
- à la pose du déflecteur feu, tous les 2 étages au minimum et à sa fixation tous les 700 mm sur la cornière préassemblée à la traverse supérieur de l'ossature du module (Voir § 4 Dispositions particulières relatives à la sécurité incendie.), (cf. coupe verticale type Figure 12 ou Figure 13). Il est à noter que le déflecteur se pose sans interruption entre deux modules.
- à la pose du joint compressible classe B1 Norseal Série 2521 de chez Saint Gobain. Ce joint est alors disposé sur le déflecteur feu, entre les chants des panneaux. Ce joint doit être positionné à l'arrière de l'emboitement afin de ne pas empêcher l'évacuation des eaux éventuelles au sein de cet emboitement extérieur des panneaux. Il est interrompu entre chaque module, et tous les deux mètres de 2 cm.
- à la pose de la tôle support de la bavette de finition laquée sur le parement du panneau Promisol® S à raison de 2 rivets ou vis par mètre linéaire de jonction. (Figure 12, Figure 13)
- à la pose de la bavette de finition laquée sur la tôle support à raison de 2 rivets ou vis par mètre linéaire de jonction. Il est à noter que cette bavette de finition se pose sans interruption entre deux modules, et en dernière étape lorsque les finitions verticales sont installées. (Figure 12, Figure 13)
- et enfin, à la pose d'un joint de silicone au-dessus de la bavette de finition.

Côté intérieur de la façade

La mise en œuvre des tôles de fermeture en acier sur les faces supérieure et inférieure de la dalle peut s'effectuer lorsque l'ensemble des modules sont installés sur une façade de la manière suivante :

- sur la dalle :au moyen de chevilles à frapper
- sur les parements intérieurs des panneaux sandwich : au moyen de vis auto-perceuses après avoir préalablement posé un joint butyl entre la cornière et le parement intérieur du panneau sandwich afin de ne pas créer des discontinuités dans la barrière d'étanchéité à l'air intérieur.

5.2.7 Traitement des jonctions verticales entre 2 modules adjacents

Le traitement de la jonction verticale est indépendant des jonctions horizontales et peut s'effectuer lorsque l'ensemble des modules sont installés sur une façade.

La jonction verticale entre modules adjacents s'effectue par un système d'étanchéité à double barrière afin de garantir les performances de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau constitué de la manière suivante.

Côté extérieur du module D2B® :

- Pose d'un complément d'isolation en laine de roche 70kg/m^3 ;
- Pose d'une tôlerie de fermeture extérieure ;
- Pose d'une tôle de finition laquée fixée par vis sur la peau extérieure de la solution D2B®.

Côté intérieur du module D2B® :

- Le collage de la membrane d'étanchéité EPDM épaisseur 0.6 mm membrane constituant la deuxième barrière à l'eau et le plan d'étanchéité à l'air pré-installée sur un côté de module et débordant. Le raccord entre la membrane d'étanchéité EPDM horizontale et la membrane d'étanchéité EPDM verticale s'effectue par recouvrement afin de garantir la pérennité de l'étanchéité (la membrane verticale venant recouvrir les membranes horizontales) selon la Figure 15.
- Cette jonction est réalisée au droit d'un élément de structure primaire, type mur de refend dans le cas illustré ou poteau. Les membranes EPDM sont préalablement collées sur les chants latéraux des panneaux et forment entre elles au droit de la jonction verticale un recouvrement de 40 mm.
- On procède au traitement du nez du mur de refend en plaçant une isolation complémentaire en laine de roche.
- Afin de maintenir en place la laine de roche, des cornières en acier galvanisé d'épaisseur 1,5 mm sont mises en place sur chaque côté des murs de refend au moyen de chevilles à frapper Ø 6 x 80 mm en

nylon avec collerette large et clou en acier électrozingué. Celles-ci sont fixées sur les parements intérieurs des panneaux sandwich au moyen de vis auto-perceuse Ø 6,3 x 22 mm après avoir préalablement posé un joint butyl entre la cornière et le parement intérieur afin de ne Figure 15 pas créer des discontinuités dans la barrière d'étanchéité à l'air intérieure.

5.2.8 Traitements des points singuliers

Angle sortant ou rentrant

En cas d'angle sortant ou rentrant, la position des montants de la structure primaire doit être adaptée au cas par cas, afin de garantir le montage correct des accessoires d'étanchéité à l'eau, à l'air et/ou aux flammes. La gestion des nez de dalle se fera comme indiqué au § 5.2.6. Un complément d'isolant en laine de roche d'épaisseur minimale 20mm est positionné pour fermer l'angle sortant ou rentrant. Une tôle d'acier laquée pliée 75/100ème est fixée sur les parements extérieurs pour assurer l'étanchéité à l'eau de l'angle. Ce façonné extérieur est fixé par rivets ou vis, tous les 500mm.

Dans le cas de l'angle sortant, l'étanchéité à l'air sur la verticale est assurée par collage d'une membrane EPDM de 40 mm sur les parements extérieurs des modules, de part et d'autre de leur jonction

Il est également possible de préfabriqué un angle en usine de dimension extérieure 1000mm (Figure 16 et Figure 17)

Dans le cas de l'angle rentrant la continuité de l'étanchéité est faite par collage d'une membrane EPDM sur les parements intérieurs des modules, de part et d'autre de leur jonction (Figure 18).

Pied de bardage

Le pied de façade est illustré à la Figure 19. La connexion entre le module D2B® Promisol et le pied de bardage est effectuée avec les pattes d'ancrage décrites au § 2.2. La continuité de l'étanchéité à l'air et à l'eau est réalisée par collage au préalable de la membrane EPDM sur le parement intérieur des panneaux sandwich. Cette membrane est ensuite collée sur la membrane de protection des fondations. La protection mécanique de cette zone est réalisée à l'aide d'une bavette de finition fixée au parement extérieur du module D2B. Il y aura lieu de vérifier les compatibilités des membranes entre elles.

Acrotère

L'acrotère est illustré à la Figure 20.
La pose du module D2B en acrotère s'effectue de la même manière qu'en nez de dalle, à l'exception de la hauteur du module qui présente une hauteur de porte à faux de 500mm maximum au-dessus de la traverse horizontale supérieure.
Le verrouillage de la goupille de fixation se fait par la pose d'une bavette en acier galvanisé fixée sur la patte d'ancrage.
Le relevé de la membrane d'étanchéité de toiture est réalisé sur une costière métallique continue conformément au DTU 43 .1 pour les travaux d'étanchéité des toitures terrasse avec éléments porteurs en maçonnerie. Un complément d'isolation assure la continuité de l'isolation entre la costière et le panneau sandwich.
L'ensemble est recouvert d'une couvertine de finition prélaquée positionnée après l'installation de la façade esthétique. Un éclissage des couvertines ainsi qu'une membrane de protection en tête de façade garantissent la continuité de l'étanchéité de l'acrotère. La couvertine est fixée avec des fixations mécaniques.

Joint de dilatation

Le principe du joint de dilatation est d'interrompre le panneau tout en assurant la continuité de l'étanchéité à l'air et à l'eau, ainsi que de l'isolation thermique, afin de permettre un déplacement différentiel entre les parois situées de part et d'autre de ces joints.

La continuité de l'étanchéité à l'air est assurée des membranes EPDM collées au préalable sur le parement intérieur des panneaux sandwich et que l'on vient recouvrir par collage en face extérieur du complexe de façade, devant les tôles acier 15/10^{e} d'épaisseur, en s'assurant d'un excès de largeur afin de permettre le déplacement différentiel entre les parois.
Un exemple de solution est donné à la Figure 24.
Un contrôle des tolérances d'exécution conformément au § 5.1.3 doit avoir lieu avant la mise en œuvre des assemblages et avant toute opération relative à l'installation de la façade.

5.3 Lot menuiserie

La pose des menuiseries extérieures se fera conformément au NF DTU 36.5 P1-1 soit par ArcelorMittal Construction en usine, quand le client le demande, soit par un menuisier sur chantier .
Néanmoins le module sera préparé à l'avance en usine afin de faciliter la pose des baies: Les éléments suivants seront installés :

- Une membrane EPDM assurant l'étanchéité entre le parement extérieur du panneau sandwich et l'arrière de la menuiserie du châssis, en périphérie de la baie Figure 21, Figure 22, Figure 23
  Pour les bâtiments d'habitation, deux niveaux d'exigence sont définis :
  - Exigence 1 (E1) : Les angles des membranes EPDM Novoproof Fa de chez Duraproof sont réalisées avec des bandes adhésives larges et extensibles ;
  - Exigence 2 (E2) : Les angles des membranes EPDM Novoproof Fa de chez Duraproof sont réalisées avec un angle plastique ou EPDM préformé.

Tableau 3 – Niveau d'exigence en fonction des régions de vent, de la catégorie de rugosité de terrain et de la hauteur.

Région de vent	Catégorie de rugosité de terrain	Hauteur du plancher du dernier niveau H (en m)	
		H≤9	9<H≤18
1	IV	E1	E1
	IIIb	E1	E1
	IIIa	E1	E1
	II	E1	E1
	0	E2	E2
2	IV	E1	E1
	IIIb	E1	E1
	IIIa	E1	E1
	II	E1	E1
	0	E2	E2
3	IV	E1	E1
	IIIb	E1	E1
	IIIa	E1	E2
	II	E1	E2
	0	E2	E2

- Une cornière d'épaisseur 15/10e mm recouvrant le chant du panneau sandwich sur 50 mm.

Le menuisier aura à mettre en place lors de la pose des menuiseries métalliques :
En linteau :

- une tôle d'habillage de linteau en acier laqué
- une bavette de rejet d'eau de linteau en acier laqué et d'épaisseur 0,75 mm est fixée sur le parement extérieur du panneau sandwich ;

En seuil :

- Une pièce d'appui de fenêtre d'épaisseur 15/10^{e} mm recouvrant le complexe de la façade sur toute son épaisseur ;
- Une tôle d'habillage d'appui de fenêtre monobloc avec angles collés d'épaisseur 75/100e mm laquée recouvrant le complexe de la façade sur toute son épaisseur, positionnée sur la pièce d'appui de fenêtre.

En jambage :

- En jambage une tôle d'habillage en Zed d'épaisseur 75/100e mm prélaquée est mise en place sur le dormant de la menuiserie et sur toute l'épaisseur du complexe de façade.
- Des compléments d'étanchéité en périphérie du châssis de fenêtres, et entre le châssis et les panneaux.

L'appui de fenêtre est illustré à la Figure 21, le linteau à la Figure 22 et le jambage à la Figure 23.

5.4 Lot plaquiste

Le plâtrier plaquiste intervient quand la façade est hors d'eau et que les menuiseries sont posées.
Il réalise les travaux du lot doublage avec système de contre cloison dissociée et indépendants du module D2B®, selon une mise en œuvre couverte par le NF DTU 25.41, Documents Techniques d'Application ou Avis Technique.
Un complément d'isolation peut être mis en œuvre en respectant la règle, dite des 2/3 – 1/3, qui consiste à placer deux tiers de la résistance thermique de l'isolant en face extérieure du pare-vapeur (dans le cas de D2B®, la peau intérieure du panneau Promisol) et un tiers de celle-ci entre le panneau Promisol et le parement intérieur en prenant en compte la valeur R des panneaux définis dans le certificat ACERMI.
Selon les catégories « feu » du bâtiment, les parements intérieurs, seront choisis conformément au Tableau 2 du §4.

6 Principes de dimensionnement

6.1 Généralités

Le dimensionnement du système D2B® Promisol inclut plusieurs étapes de vérification :

- Les systèmes d'ancrages : platines, axe et fixations sur le G.O.
- Tous les éléments qui composent l'ossature tubulaire ;
- Les panneaux sandwich et leur système de fixation sur l'ossature tubulaire ;
- Le bardage rapporté et l'ossature secondaire (y compris les fixations).

La charge de vent caractéristique Eurocode vent W50 maxi pour le domaine d'emploi est :

- En pression nette caractéristique : +1800 Pa ;
- En dépression nette caractéristique : -1800 Pa.

6.2 Dimensionnement des ancrages

Les fixations des platines d'ancrage à la structure primaire du bâtiment dépendent de la nature du support comme décrit au § 5.1.3.
L'entraxe maximum des pattes d'ancrage sur la structure primaire du bâtiment est de 1730 mm (selon note de calcul module D2B Promisol). Les pattes d'extrémité sont positionnées à 515 mm du bord vertical du module.

Pour le cas du module d'acrotère, l'entraxe maximum des pattes d'ancrage est de 1300mm et les pattes d'extrémités sont positionnées à 520mm du bord vertical du module.

6.3 Dimensionnement de l'ossature tubulaire des modules D2B

La vérification complète du module a été réalisée, ce qui a permis de déterminer :

- Les sections des tubes décrites au § 2.12 ;
- Pour un module sans fenêtre :
  - un entraxe maximal entre les montants de 2060 mm est à respecter (Voir Figure 5).
  - Les montants et les traverses sont de section tubulaire SHS 50x50x3
- Pour un module avec fenêtre (Voir Figure 6 et Figure 9)
  - Un entraxe maximal entre les montants de 2060 mm est à respecter ;
  - Les montants et les traverses sont de section tubulaire SHS 50x50x3 ;
  - L'entraxe maximal des montants des chevêtres est de 1100 mm (ouverture libre de 1050mm)
  - Les tubes situés de part et d'autre des châssis de fenêtre (chevêtre) sont des tubes SHS 50x50x4.
- Dans le cas d'un angle formé par deux modules d'extrémité (cas de la Figure 16), le dernier montant de la structure est positionné à 420mm maximum de l'extrémité du module. Voir Figure 7
- Pour les modules d'angle (cas de la Figure 17), la structure est définie en Figure 7. La largeur maximum des côtés de la structure d'angle est de 968mm.
- Pour les modules d'acrotères, la hauteur de porte à faux est de 500mm maximum au-dessus de la traverse horizontale supérieure. L'entraxe maximum entre les montants est de 2060mm (voir Figure 8 et Figure 9).
- Les tolérances sont décrites au § 3.2.

6.4 Dimensionnement des panneaux sandwich Promisol® S

Le dimensionnement du panneau sandwich Promisol® S selon les Eurocodes en vigueur se base sur les critères suivants :

- Critères selon méthode 3 du cahier CSTB n° 3731 ;
- Vérification de l'assemblage : réalisée sur base des essais de fatigue (Tableau 4).

Tableau 4 –Valeurs de calculs des assemblages

Epaisseurs des parements (mm)	Nombre de fixations invisibles /plaquettes	Nombre de fixations visibles
	1 en extrémité	1 en extrémité
0,6/0,4	410daN	210daN

Aux états limites, selon les Eurocodes, les tableaux de charge des panneaux sont vérifiés, en prenant en compte le vent ELS seul.
Pour les fixations en dépression, les tableaux de charges sont valables pour des fixations dont la résistance caractéristique à l'arrachement Pk/γm est ≥ 410 daN en 2 appuis. Pour des valeurs inférieures, les vérifications seront réalisées avec la formule suivante :

$$W = n \times (P_k / \gamma_m) / (\rho \times 1{,}50 \times L \times l)$$

Avec :

- *W : charge du projet (pour partie courante et rive) charge maximale de vent ELS en daN/m², vérifiée selon les valeurs Cpnet de l'Eurocode vent tenant compte de toutes les zones,*
- *n : nombre de fixation par panneau et par appui (n = 1 en 2 appuis),*
- *P_k : résistance caractéristique à l'arrachement en daN,*
- *γ_m : coefficient de matériau*
- *ρ : coefficient de continuité, avec 0,5 en 2 appuis*
- *L : portée du projet en m,*
- *l : largeur utile du panneau en m.*

Voir Tableau 14, Tableau 15 et Tableau 16

6.5 Résistance au choc de sécurité

Par référence au NF DTU 33.1 P1-1 des façades mur rideau, la sécurité en cas de choc en paroi verticale selon la norme NF P08-302 est assurée pour le module D2B® Promisol.
Les panneaux D2B® Promisol n'assurent pas la fonction garde-corps au niveau des acrotères.
La fonction garde-corps des menuiseries n'a pas été évaluée. Elle doit être évaluée au cas par cas.

7 Comportement en zones sismiques

7.1 Détermination de l'action sismique

Le module D2B peut être mis en œuvre en zones sismiques et pour les bâtiments indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 5 – Prescription pour les catégories d'ouvrage en fonction de la zone sismique

	Catégorie d'importance			
Zone de sismicité	I	II	III	IV (1)
1	Sans prescription	Sans prescription	Sans prescription	Sans prescription
2	Sans prescription	Sans prescription	Selon dossier technique §7.3	Selon dossier technique §7.3
3	Sans prescription	Selon dossier technique §7.3	Selon dossier technique §7.3	Selon dossier technique §7.3
4	Sans prescription	Selon dossier technique §7.3	Selon dossier technique §7.3	Selon dossier technique §7.3

En complément, les cas particuliers ci-dessous sont dispensés des dispositions de cet ATEX :

En zone de sismicité 2 :

Les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92 (NF P06-014).

En zones de sismicité 3 et 4 :

Les bâtiments de catégorie d'importance II et les établissements scolaires à un seul niveau remplissant les conditions du paragraphe 1.1 des Règles de Construction Parasismiques PS-MI 89 révisées 92(NF P06-014).

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.
Les effets de l'action sismique sont déterminés en appliquant une force Fa horizontale située au centre de gravité de l'élément et orientée soit dans son plan (Fa//) soit perpendiculairement à son plan (Fa⊥).
Sauf prescription du DPM (Document Particulier du Marché), la composante verticale de l'action sismique n'est pas à considérer pour les façades légères.

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

$$Fa = (5{,}5 \times \gamma 1 \times S \times agr / g) \times (Wa / qa) \quad Fa = Ka \times (Wa / qa)$$

Avec :

- agr : accélération maximale de référence au niveau du sol de classe A en m/s² ;
- γ1 : coefficient d'importance du bâtiment ;
- S : paramètre de sol ;

- Wa : poids de l'élément en daN ;
- qa : coefficient de comportement de l'élément non structural pris égal à 2 ;
- g : accélération de la pesanteur pris égal à 9,81 m/s² ;
- Ka : coefficient dont les valeurs sont données dans le tableau 2.

Cette formule est obtenue à partir de la formule de l'Eurocode 8 § 4.3.5 en appliquant les conditions les plus défavorables, soit la période propre du bâtiment (Ta = T1) et la position de l'élément en haut du bâtiment (Z = H). Pour les bâtiments existants, et en l'absence de précision de la nature du sol dans les DPM, la force Fa est calculée en considérant un sol de classe E.
La vérification sismique doit prendre en compte l'action sismique et le poids propre, sans pondération.
F a// «+» G et F a ⊥ «+» G
Si l'action sismique Fa⊥ est inférieure à l'action due au vent ELU, seule la vérification sous charge de vent ELU est suffisante.

Tableau 6 - Valeur de ka

	Calcul de Ka = 5,5 x γi x S x agr/g				
	Catégorie d'importance de bâtiment				
	II	III	IV		
Zones de sismicité	Coefficient d'importance de bâtiment γi				
	1	1.2	1.4	Classe de sol	S
2 (faible) a_{gr} (m/s²) = 0,7		0,47	0,55	A	1
		0,64	0,74	B	1,35
		0,71	0,82	C	1,5
		0,75	0,88	D	1,6
		0,85	0,99	E	1,8
3 (modéré) a_{gr} (m/s²) = 1,1	0,62	0,74	0,86	A	1
	0,83	1,00	1,17	B	1,35
	0,93	1,11	1,30	C	1,5
	0,99	1,18	1,38	D	1,6
	1,11	1,33	1,55	E	1,8
4 (moyenne) a_{gr} (m/s²) = 1,6	0,90	1,08	1,26	A	1
	1,21	1,45	1,70	B	1,35
	1,35	1,61	1,88	C	1,5
	1,44	1,72	2,01	D	1,6
	1,61	1,94	2,26	E	1,8

7.2 Ancrage de la façade à l'ossature primaire

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

$$Fa, ancrage = K_{alea} \times Fa$$

Pour les attaches sous sollicitations sismiques, les contraintes calculées doivent être inférieures ou égales aux limites élastiques des matériaux.
La fixation au gros œuvre par cheville est réalisée par des chevilles métalliques HST3 de chez Hilti portant le marquage CE sur la base d'un ETE-98/0001 et sont dimensionnées selon l'annexe C du EAD 330232-00-0601 avec catégorie de performance C1 pour toute les zones de sismicité et 2.1/14-1636_V1 9 toutes les catégories d'importance de bâtiments nécessitant une justification particulière. Les chevilles en acier zingué peuvent convenir, lorsqu'elles sont protégées par un isolant, pour les emplois en atmosphères extérieures rurales non polluées, urbaines et industrielles normales ou sévères. Pour les autres atmosphères, les chevilles en acier inoxydable A4 doivent être utilisées. Ces chevilles métalliques doivent être fixées en partie haute des patte-équerres et résister aux sollicitations sismiques définies par la formule Fa, ancrage = K_{alea} x Fa
Voir Figure 10 et Figure 11.

7.3 Fixation des panneaux PROMISOL selon les zones de sismicité

Des dispositions particulières doivent être mises en œuvre en fonction de la zone de sismicité, de la catégorie de bâtiment et de la classe de sol.

En zone de sismicité 1

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E :

- Fixations des panneaux sandwich sur les tubes avec une vis par plaquette de répartition
- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm

En zone de sismicité 2

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I et II sur des sols de classe A, B, C, D et E :

- Fixations des panneaux sandwich sur les tubes avec une vis par plaquette de répartition
- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm

Pour les bâtiments de catégorie d'importance III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E :

- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm.
- Une densité minimale de fixation de 2 vis par plaquette de répartition et par appui.

En zone de sismicité 3 et 4

Pour les bâtiments de catégorie d'importance I sur des sols de classe A, B, C, D et E :

- Fixations des panneaux sandwich sur les tubes avec une vis par plaquette de répartition
- Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm

Pour les bâtiments de catégorie d'importance II, III et IV sur des sols de classe A, B, C, D et E:

- Fixations en acier inoxydable des sociétés LR ETANCO, SFS INTEC ou FAYNOT Voir Tableau 12. Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm.
- Une densité minimale de fixation de 2 vis par plaquette de répartition et par appui.

8 Entretien – Rénovation - Remplacement

8.1 Entretien

L'entretien devra comporter :

- L'élimination des diverses salissures, notamment les mousses, et de toutes matières incompatibles qui seraient venues se déposer sur la surface du bardage,
- 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 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 et séchage,
- Reprise éventuelle avec peintures bâtiment définies en accord avec le fabricant.

L'entretien doit être réalisé à minima annuellement et dès qu'un problème est relevé.

8.2 Rénovation

La rénovation de la paroi 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,
- rinçage 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.

8.3 Remplacement d'éléments endommagés

L'endommagement du parement extérieur d'un ou plusieurs panneaux sandwich impliquera le remplacement du panneau sandwich sur le module sans démonter le module entier de la façade. Il conviendra de procéder à la découpe partielle des membranes avant le démontage du panneau sandwich. L'étanchéité à l'air et à l'eau sera assurée par une nouvelle membrane déjà positionnée sur le panneau et d'ajouter un complément afin de respecter le recouvrement de 45mm des membranes entre elles.

9 Résultats expérimentaux

- Rapport essai LEPIR II EFR-18-LP-001403 RE
- Appréciation de laboratoire n °EFR-18-001403
- Cahier des Charges Membrane EPDM Novoproof validé par SOCOTEC
- Rapport essai AEV suivant NF EN 13830 et Annexe C du DTU 33.1 P1-1 Façade Prefab avec partie opaque Promisol® S: classement obtenu = A3 / R6 / résistance au vent W50 ≤ 1800 Pa (ELS) / 2700 Pa (ELU).
- Note de calcul de l'ossature du module D2B® – D2B Promisol® S
- Flexion des panneaux : RE SOCOTEC n° GAK 3800 ; GAB 6688/1 ; GAB 6688/2 ; GAB 6688/3 ; GAK 3801/1 ; GAK 3801/2 et GAK 3801/3 ;
- Validation ACERMI Tremplin n° 15/193/1014/2 avec lambda certifié de 0,025 W/m.K pour la mousse AM 03 et n° 16/193/1154 avec lambda certifié de 0,023 W/m.K pour la mousse AMC 01.
- Réaction au feu : RE LNE n° P 127074 DE/8 avec classement du panneau B-s2,d0 et RE CSTB n° RA16-0096 avec classement de réaction au feu B-s1,d0.
- Rapport de calcul des performances thermiques – Origine : ArcelorMittal du 03/04/2014 et Origine CSTB, réf DEIS/HTO-2016-034-KZ/LS.
- Essais sismiques : rapports d'essais CSTB n° EEM 11-260228121, CLC 11-26028121 et rapport n° MRF 16 26065641.
- Tenue à l'arrachement sous charges cycliques : RE SOCOTEC GAB 6689 ; GAK 3920 à 3922.
- Essais de marquage CE : RE SOCOTEC n° 1604GP021000028 Dossier n°2013/58 du 18 avril 2016 et n° FAG 4597 du 28 octobre 2013.

Tableaux et figures du Dossier Technique – D2B Promisol® S

Tableau 7 - Masse surfacique du Module D2B Promisol® S en partie pleine (sans menuiseries) en kg/m²

Epaisseur en mm	Masse surfacique en Kg/m²(*)
80	18,09
100	18,89
120	19,69
(*) Masse surfacique calculée sur base d'un entraxe des montants de 2,06m.	

Tableau 8 - Performances thermiques mousse AMC 01

Epaisseur en mm	Uc (W / m².K)	ψ (W / m.K)
80	0.278	0.015
100	0.224	0.009
120	0.187	0.006

Tableau 9 - Choix des revêtements en fonction de l'ambiance intérieure - Promisol® S

Revêtement métallique	Revêtement organique	Catégorie selon NF P 34 301	Ambiances faiblement agressives	
			Faible hygrométrie Pi<5mm Hg	Moyenne hygrométrie 5≤Pi<10mm Hg
Z 100 ou ZM Evolution* 60	Intérieur	II	■	■
ZM Evolution* 100 ou Z 225	Hairplus Hairflon 25	IIIa	■	■
Z 275 ou ZM Evolution* 120	Hairultra Hairflon 35 Hairexcel Keyron 150	IIIa	■	■

(*) selon ETPM 19/0064
■ = adapté à l'exposition
○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant
— = non adapté à l'exposition

Tableau 10 - Choix des revêtements en fonction de l'ambiance extérieure - Promisol® S

Revêtement métallique	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	Hairplus Hairflon 25	IV	■	■	–	■	■	–	–	–	–
	Hairultra Naturel Authentic	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Edyxo Irysa	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairflon 35	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Intense Pearl	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairexcel	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Keyron 200	V	■	■	○	■	■	■	○	—	○
Z275	Sinéa	VI	■	■	○	■	■	■	○	■	○
ZM Evolution 100	Hairplus	(1)	■	■	○	■	■	–	–	–	○
	Hairflon	(1)	■	■	○	■	■	–	–	–	○
ZM Evolution 120	Hairultra Naturel Authentic	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Edyxo Irysa	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairflon 35	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Intense Pearl	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Hairexcel	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Sinéa	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○
	Keyron 200	(1)	■	■	○	■	■	■	○	—	○
ZM Evolution 140	R'Unik	(1)	■	■	○	■	■	■	○	■	○

■ = adapté à l'exposition
○ = dont le choix définitif ainsi que les caractéristiques particulières doivent être arrêtés après consultation et accord du fabricant
— = non adapté à l'exposition
* 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 du fabricant

(1) non concerné voir ETPM ZM Evolution19/0064

Tableau 11 - Dénomination panneau en fonction des parements - Promisol® S

Largeur Utile	Parement intérieur	Parement extérieur	Dénomination
1000 mm	Nervuré	Nervuré	PROMISOL® S 1000 standard
		Micronervuré	PROMISOL® S 1000 microline
		Rainuré 1 rainure	PROMISOL® S 1000 linéa 500
		Rainuré 2 rainures	PROMISOL® S 1000 linéa 333
		Rainuré 7 rainures	PROMISOL® S 1000 linéa 125
		Lisse	PROMISOL® S 1000 liss

Tableau 12 - Références des vis utilisables en zones de sismicité 3 et 4 - Promisol® S

Type de support	***Société L.R. ETANCO***	***Société FAYNOT***	***Société SFS INTEC***
	Acier inoxydable	*Acier inoxydable*	Acier inoxydable
Support métallique Epaisseur ≥ 1,5 mm et ≤ 5 mm	*DRILLNOX 4 DF - TH8 5,5xL + Vi 19 ou Vi 22 mm*	*Vis TH P5 inox Ø5,5 x L FAYNOT double filet + vulca Ø19 mm* *ou* *Vis TH inox Ø6,3 x L filet sous tête FAYNOT + vulca Ø19 mm*	*Vis auto taraudeuse Inox TDA-S-S19-6,5xL ou SXC 5 - S19- 5,5 x L*

Tableau 13 - Dispositions particulières selon zone sismique, classe de bâtiment et classe de sol - D2B Promisol® S

Zone de sismicité 1, toutes catégories d'importance, toutes classes de sol	• Pas de dispositions spécifiques
Zone de sismicité 2, catégories d'importance I et II, toutes classes de sol	
Zone de sismicité 2, catégories d'importance III et IV, toutes classes de sol	• Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm • Une densité minimale de fixation de 2 vis par plaquette de répartition et par appui.
Zone de sismicité 3 et 4, catégorie d'importance I, toutes classes de sol	• Fixations à utiliser définies au tableau 10 de ce dossier technique. • Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm. • Densité minimale de fixation de 2 vis par plaquette de répartition et par appui.
Zone de sismicité 3 et 4, catégories d'importance II, III et IV toutes classes de sol	• Fixations à utiliser définies au tableau 10 de ce dossier technique. • Fixation des façonnés par vis de couture ou rivets à entraxe maximal de 500 mm. • Densité minimale de fixation de 2 vis par plaquette de répartition et par appui.

Tableau 14 – Tableau de charge 2 appuis en pression – Panneau Promisol® S (Référentiel Eurocodes)

					Portée (m)
Epaisseurs nominales de l'âme (mm)		80	100	120	
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m^2	Pression	470	622	774	2,40
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m^2	Pression	431	579	728	2,50
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m^2	Pression	397	541	685	2,60
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m^2	Pression	367	507	646	2,70
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m2	Pression	340	475	610	2,80
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m2	Pression	316	446	576	2,90
Valeurs de calcul en pression de vent normal en DaN/m2	Pression	294	420	545	3

Tableau 15 – Tableau de charge 2 appuis en dépression – Panneau Promisol® S (Référentiel Eurocodes)

Epaisseurs nominales de l'âme (mm)		**80**	**100**	**120**	**Portée (m)**
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	262	281	299	2.40
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	252	270	287	2,50
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	242	259	276	2.60
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	233	250	266	2.70
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	225	241	256	2.80
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	217	232	247	2.90
Valeurs de calcul en dépression de vent normal en DaN/m2	Dépression	210	225	239	3

Tableau 16 – Tableau de charge 2 appuis Dépression + Fixation – Panneau Promisol® S (Référentiel Eurocodes)

Epaisseurs nominales de l'âme (mm)		**80**	**100**	**120**	**Portée (m)**
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	228	228	228	2.4
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	219	219	219	2,50
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	210	210	210	2.6
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	202	202	202	2.7
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	195	195	195	2.8
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	189	189	189	2.9
Valeurs de calcul en dépression de vent normal vis-à-vis des fixations en DaN/m2	Dépression	182	182	182	3

(Toutes cotes en mm)

Figure 1 - Configurations de nervurations du Promisol® S
Figure 2 - Coupe de principe Promisol® S
Figure 3 - Fixation en extrémité de panneau Promisol® S
Figure 4 - Emboîtement type Promisol® S
Figure 5 - Ossature tubulaire structure châssis simple
Figure 6 - Ossature tubulaire structure avec petits et grands châssis
Figure 7 - Ossature tubulaire structure d'angle préfabriquée en usine
Figure 8 - Ossature tubulaire d'acrotère.
Figure 9 - Ossature tubulaire d'acrotère avec petit et grand châssis.
Figure 10 - Platine d'ancrage « poids / vent » et goupille.
Figure 11 - Platine d'ancrage « vent » et goupille.
Figure 12 - Coupe verticale sur la jonction horizontale entre modules D2B Promisol® – Ancrage « poids / vent »
Figure 13 - Coupe verticale sur la jonction horizontale entre modules -D2B Promisol® – ancrage « vent »
Figure 14 - Coupe horizontale sur jonction verticale entre modules D2B Promisol®
Figure 15 - Pose des membranes d'étanchéité horizontales et verticales pour D2B Promisol®
Figure 16 - Angle sortant D2B Promisol® - Assemblage sur site
Figure 17 - Angle sortant D2B Promisol® - Préfabrication en usine
Figure 18 - Angle rentant D2B Promisol®
Figure 19 - Pied de bardage D2B Promisol®
Figure 20 - Acrotère – D2B Promisol®
Figure 21 - Appui de fenêtre pose tunnel– D2B Promisol®
Figure 22 - Linteau de fenêtre pose tunnel – D2B Promisol®
Figure 23 - Jambage pose tunnel D2B Promisol®
Figure 24 - Joint de dilatation – D2B Promisol®

Figure 1 - Configurations de nervurations du Promisol® S

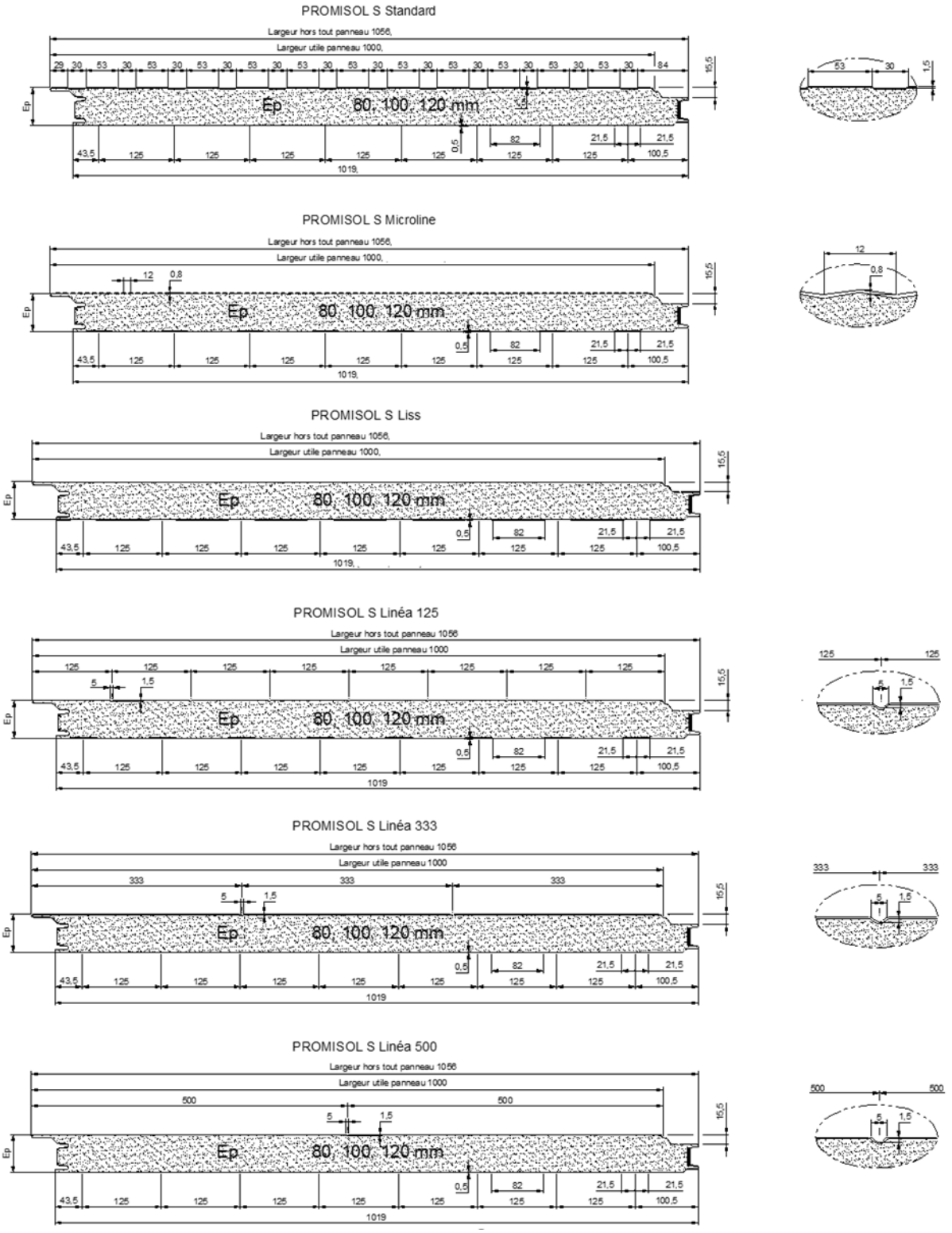


Figure 2 - Coupe de principe Promisol® S

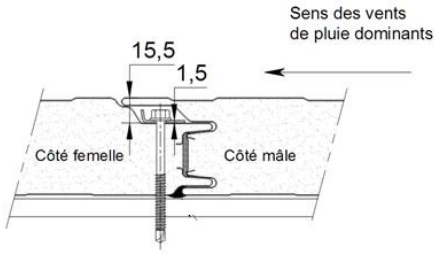


Figure 3 - Fixation en extrémité de panneau Promisol® S

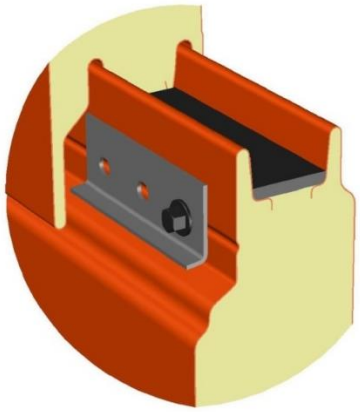


Figure 4 - Emboîtement type Promisol® S

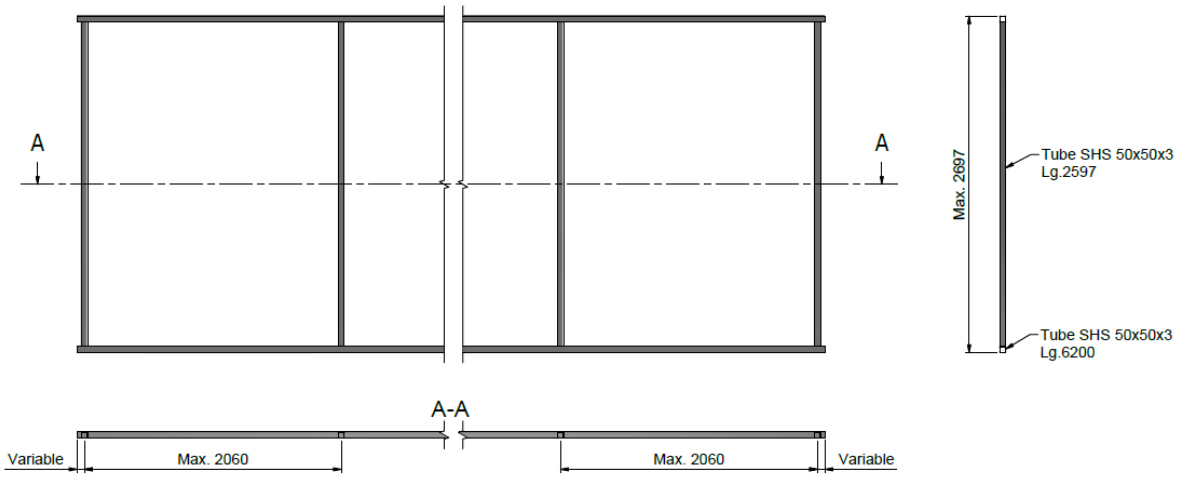


Figure 5 - Ossature tubulaire structure châssis simple

Entraxe maxi entre poteaux 2060mm

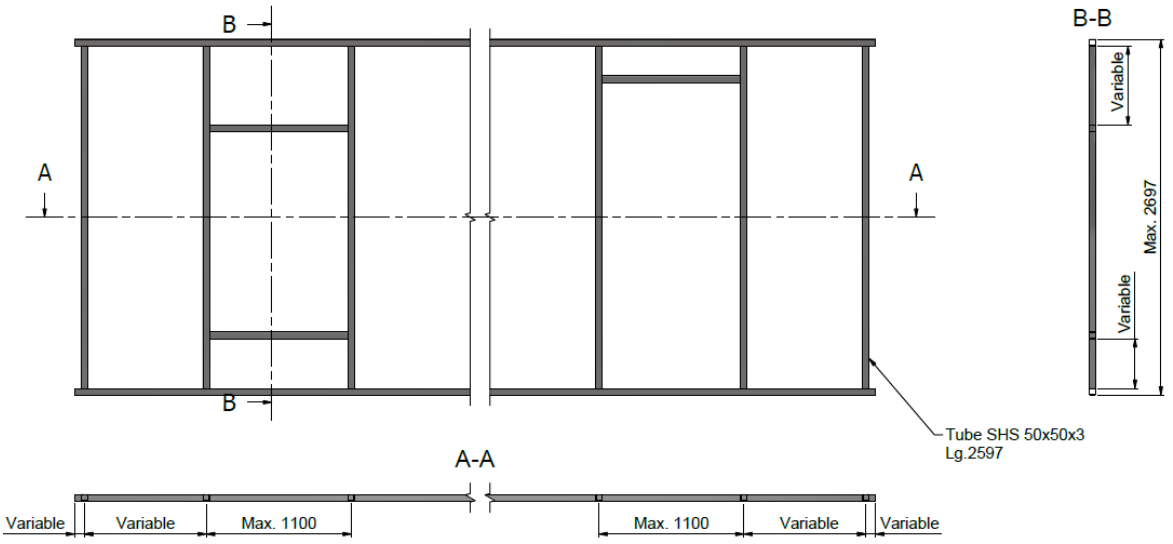


Figure 6 - Ossature tubulaire structure avec petits et grands châssis

Largeur maximale de l'ouverture 1050mm - Entraxe maxi entre poteaux 2060mm

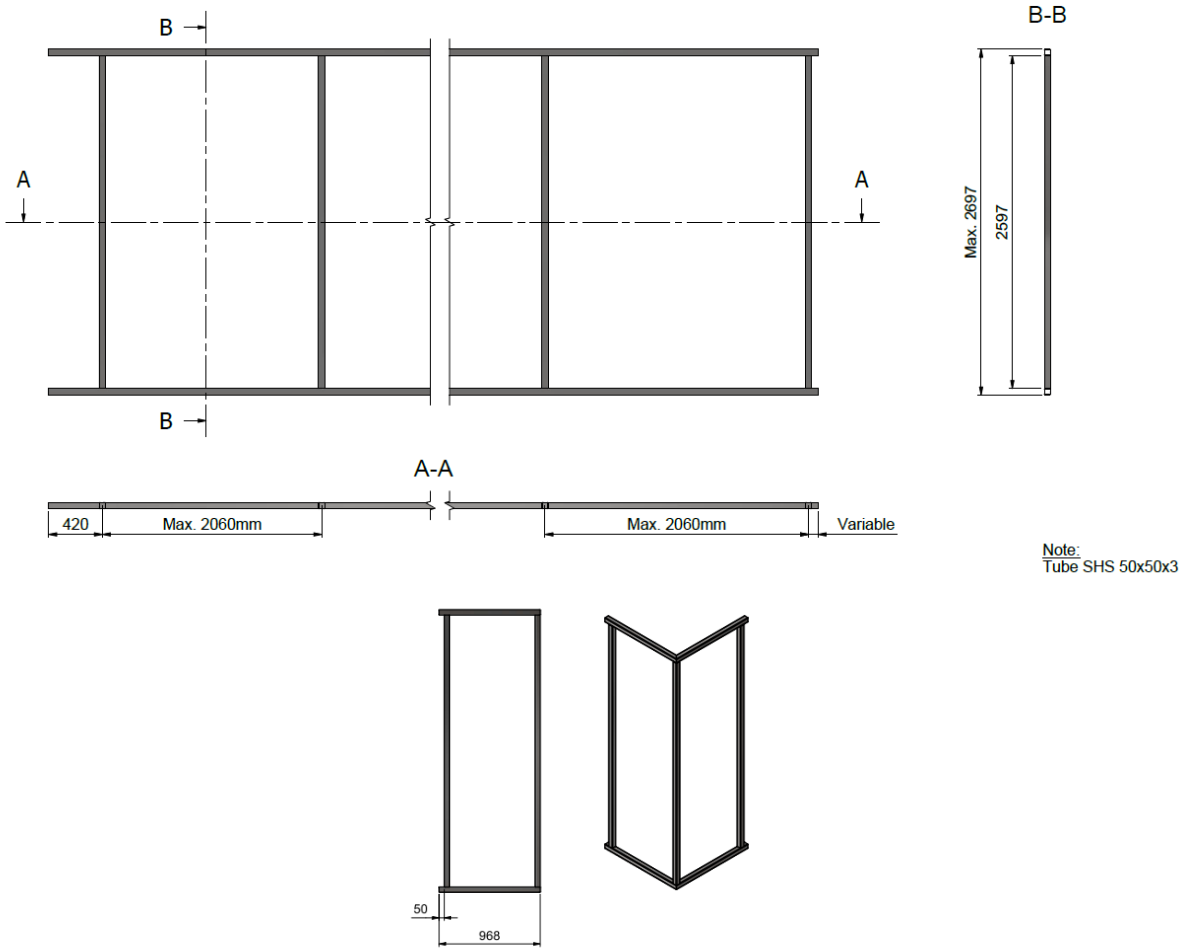


Figure 7 - Ossature tubulaire structure d'angle préfabriquée en usine

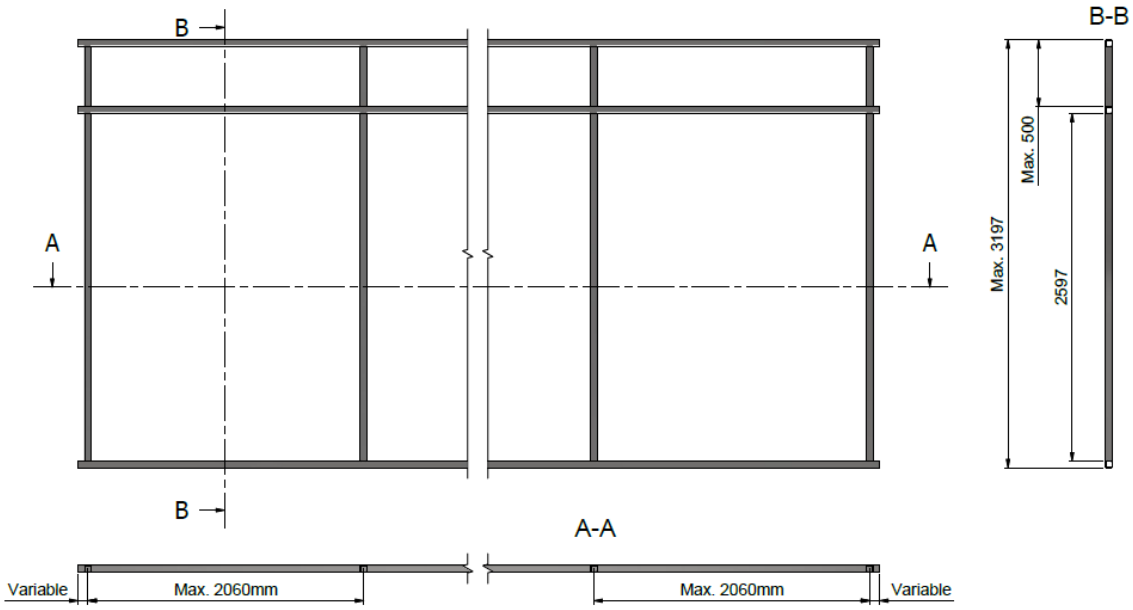


Figure 8 - Ossature tubulaire d'acrotère.

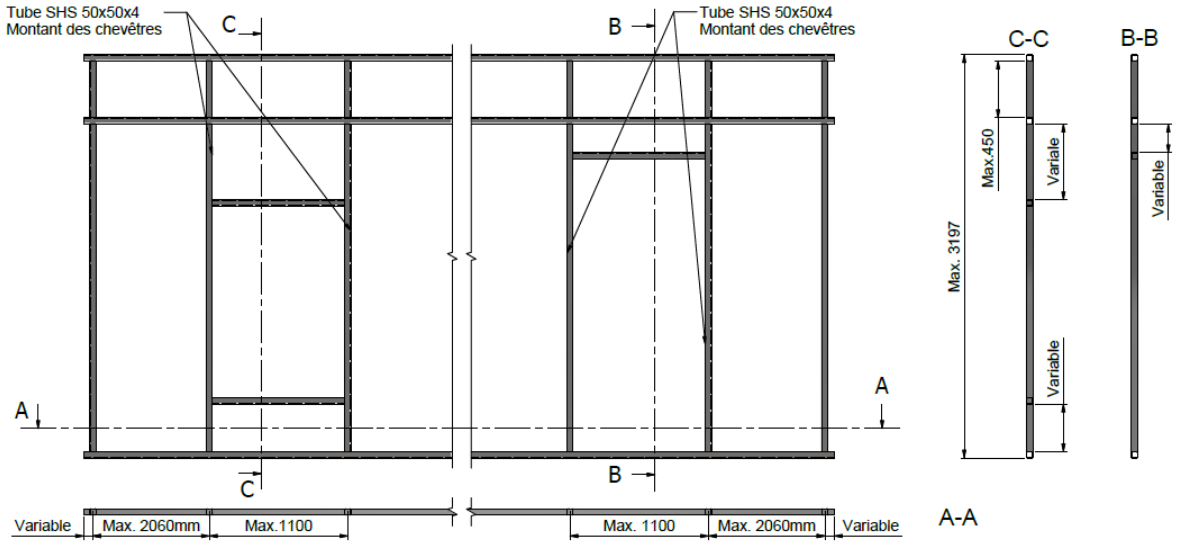


Figure 9 - Ossature tubulaire d'acrotère avec petit et grand châssis.

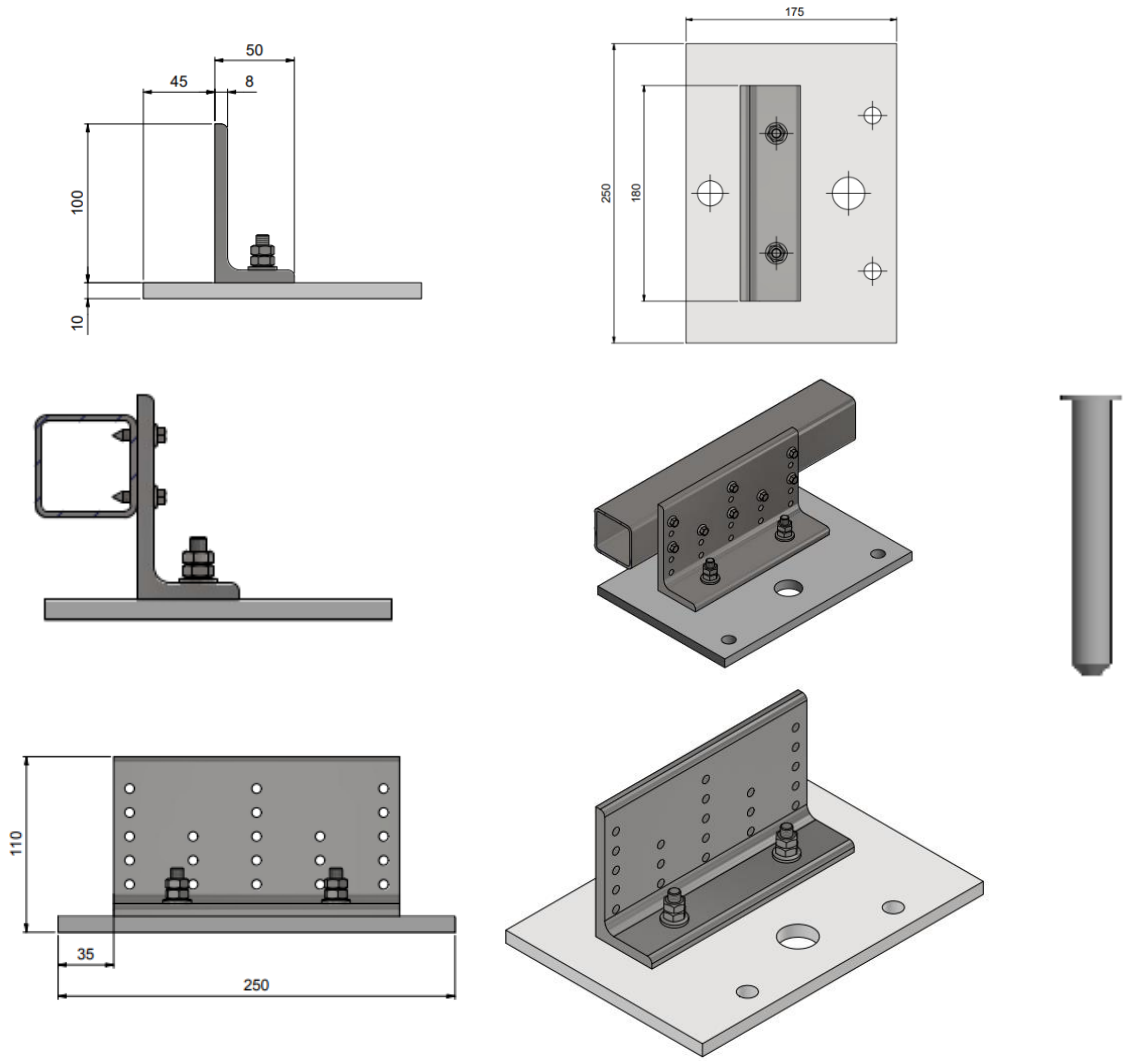


Figure 10 - Platine d'ancrage « poids / vent » et goupille.

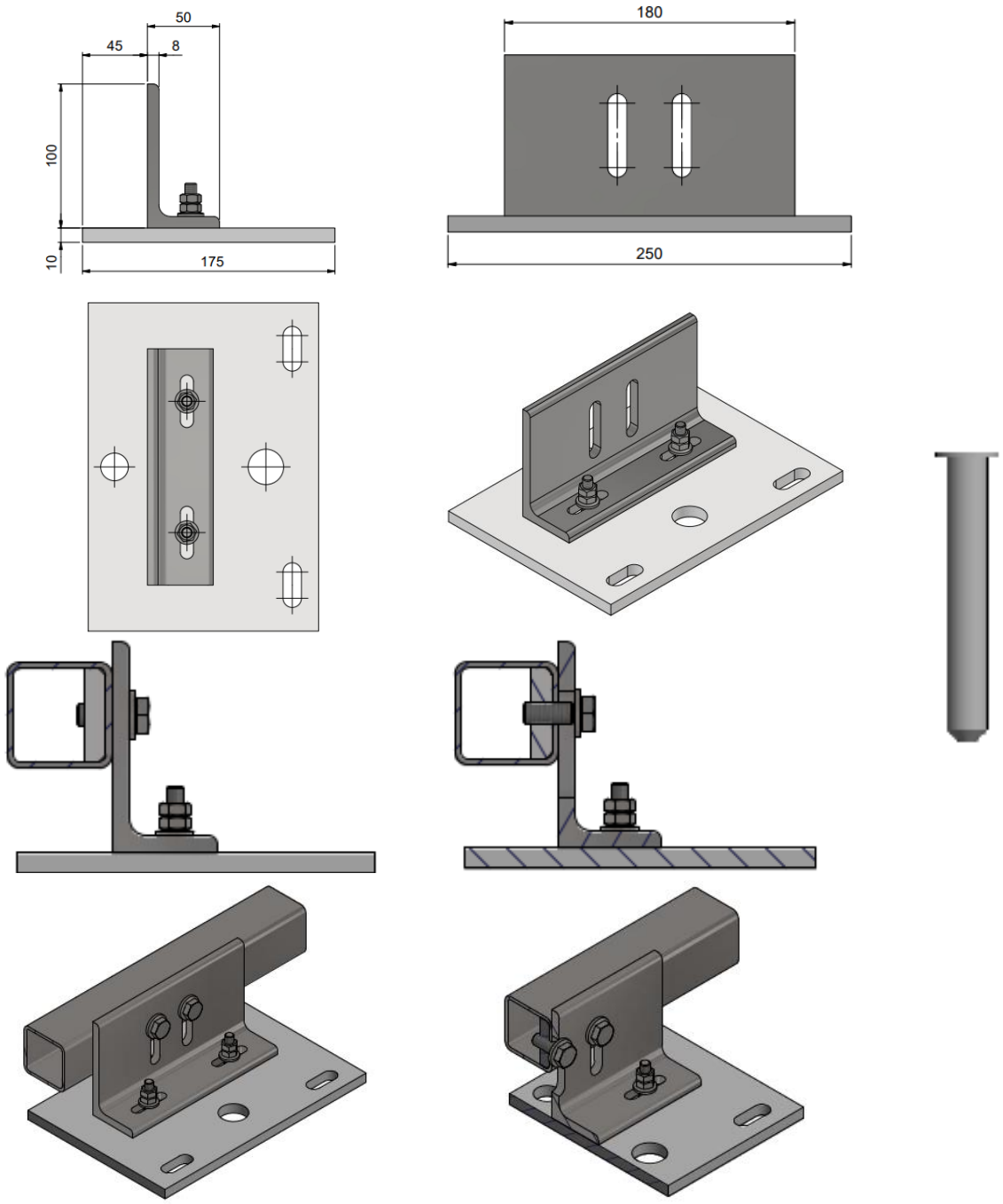


Figure 11 - Platine d'ancrage « vent » et goupille.

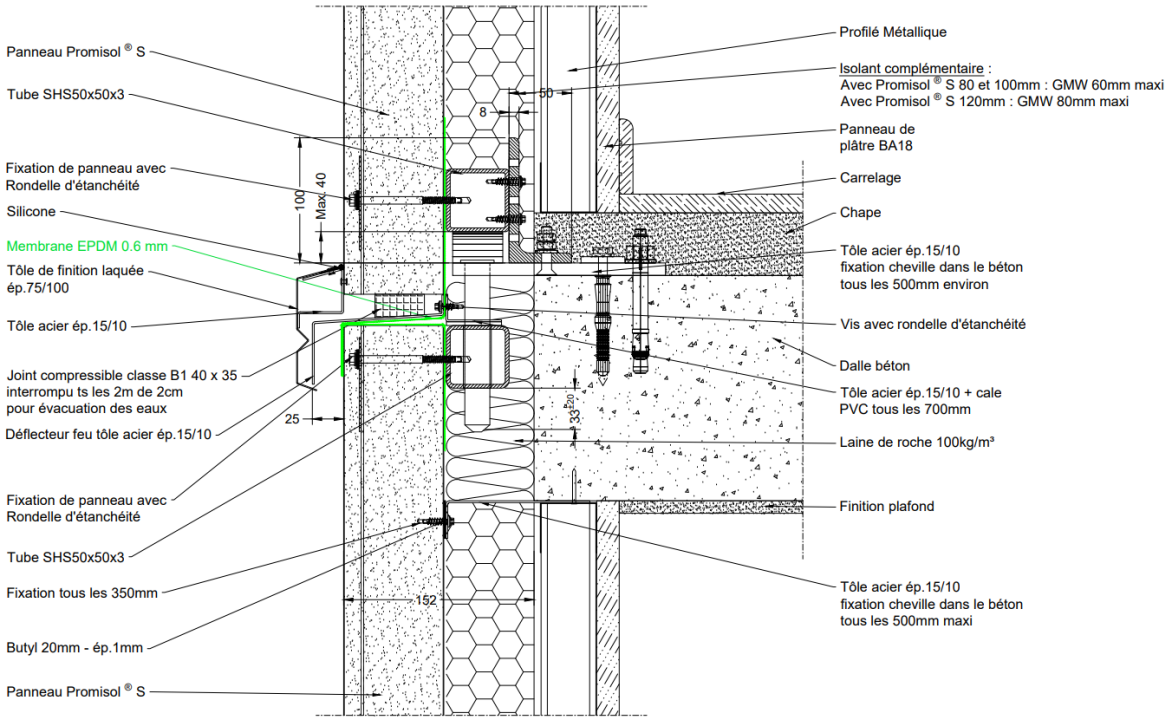


Figure 12 - Coupe verticale sur la jonction horizontale entre modules D2B Promisol® – Ancrage « poids / vent »

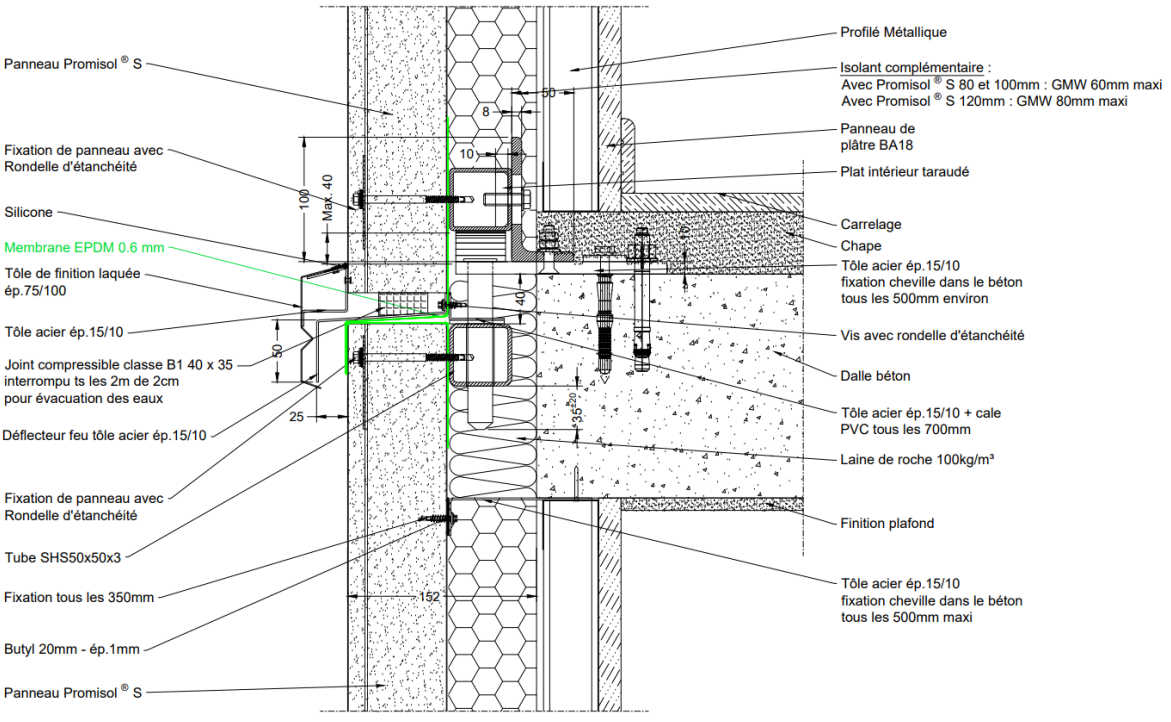


Figure 13 - Coupe verticale sur la jonction horizontale entre modules -D2B Promisol® – ancrage « vent »

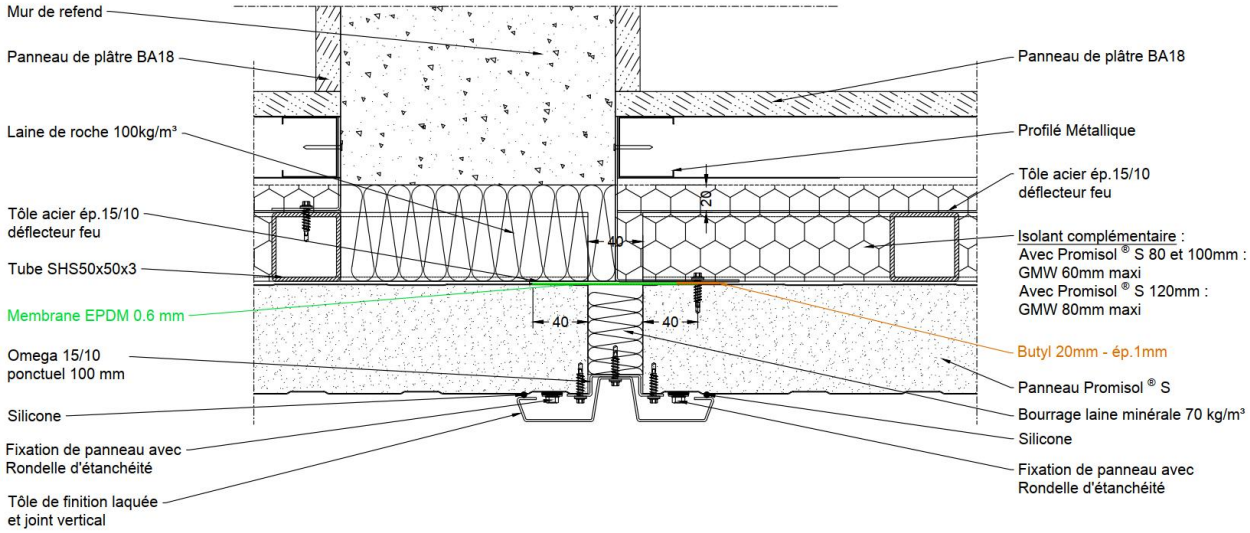
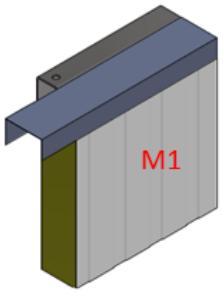


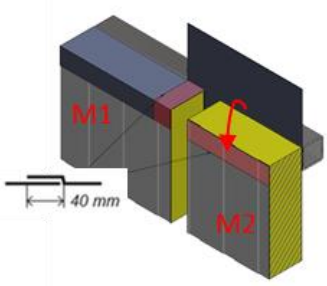
Figure 14 - Coupe horizontale sur jonction verticale entre modules D2B Promisol®

Pose des membranes horizontales

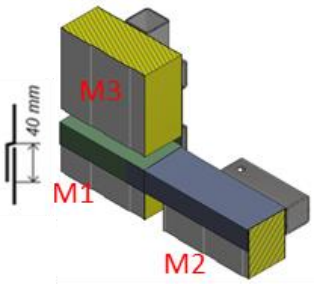
1. Module inférieur (M1) : Débord de 80mm de la membrane supérieure.



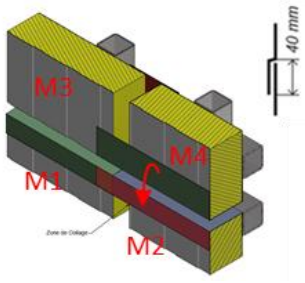
2. Installation du module adjacent (M2) : Recouvrement des membranes (M2 sur M1) et collage sur 40mm minimum.



3. Pose du module supérieur (M3) : Collage de la membrane inférieure du module M3 sur la membrane supérieure du module M1.

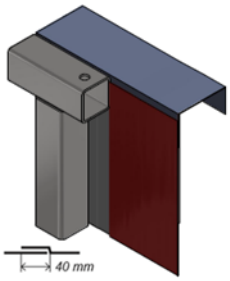


4. Pose du module supérieur adjacent (M4) : Collage de la membrane inférieure du module M4 sur la membrane supérieure du module M2.

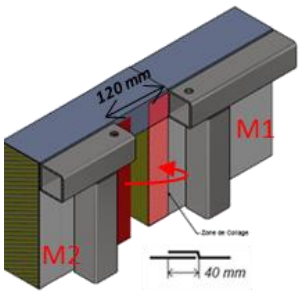


Pose des membranes verticales

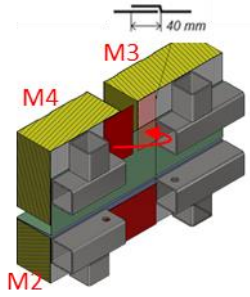
5. Membrane verticale (largeur 120mm) prépositionnée sur le module M2 (débord latérale de 80mm).



6. Collage de la membrane prépositionnée du module M2 sur le module M1. Collage sur 40mm minimum.



7. Collage de la membrane verticale entre les modules supérieurs M3 et M4.



8. Les membranes verticales recouvrent les membranes horizontales.

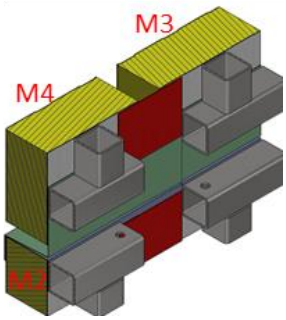


Figure 15 - Pose des membranes d'étanchéité horizontales et verticales pour D2B Promisol®

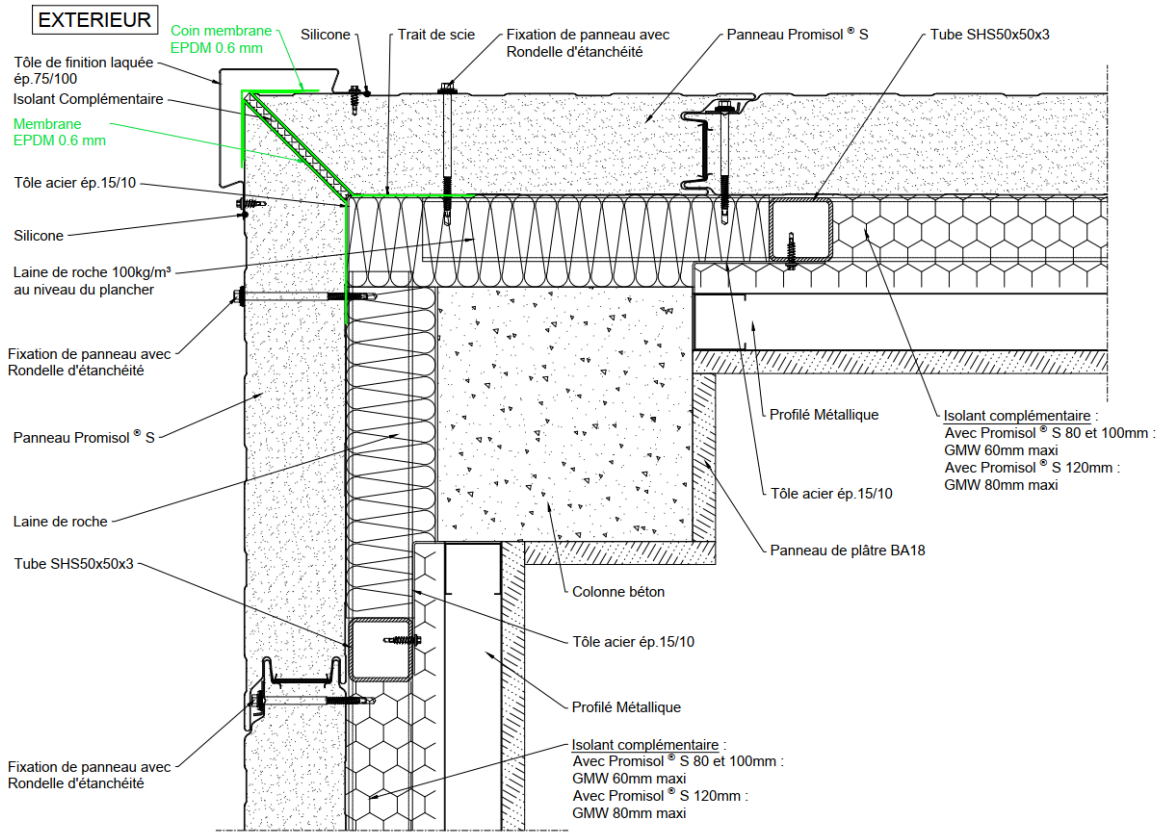


Figure 16 - Angle sortant D2B Promisol® - Assemblage sur site

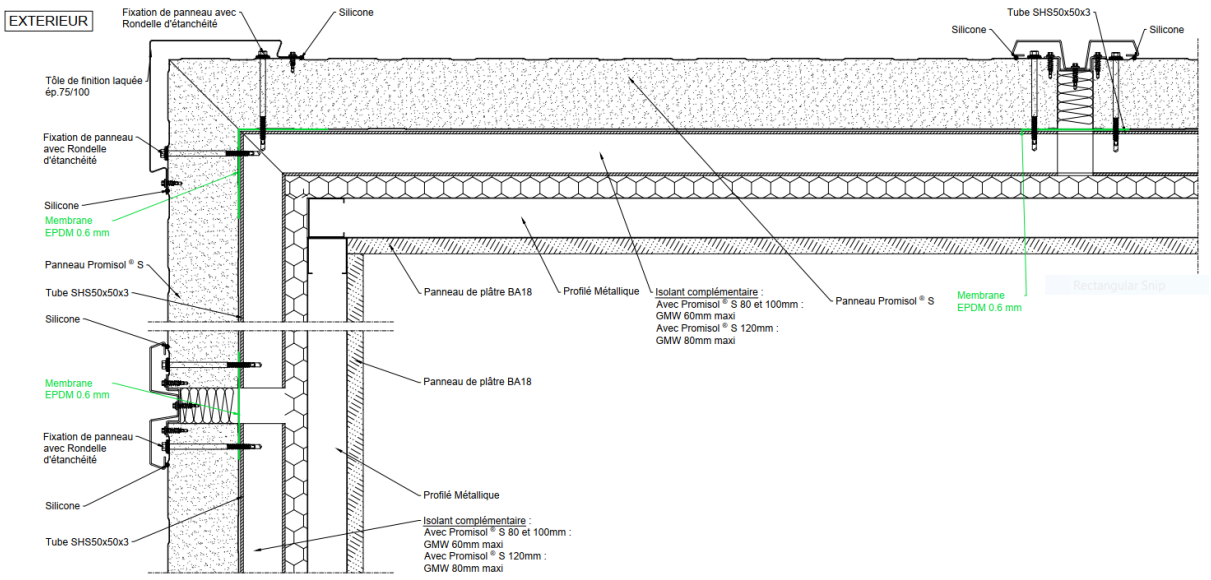


Figure 17 - Angle sortant D2B Promisol® - Préfabrication en usine

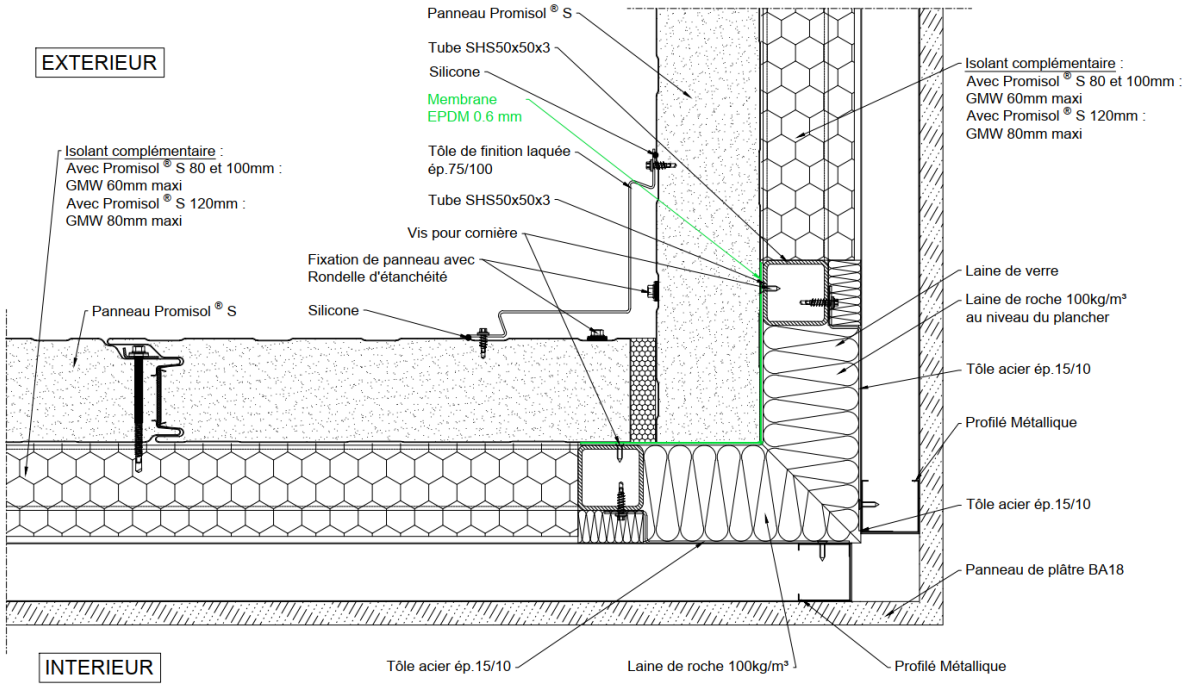


Figure 18 - Angle rentant D2B Promisol®

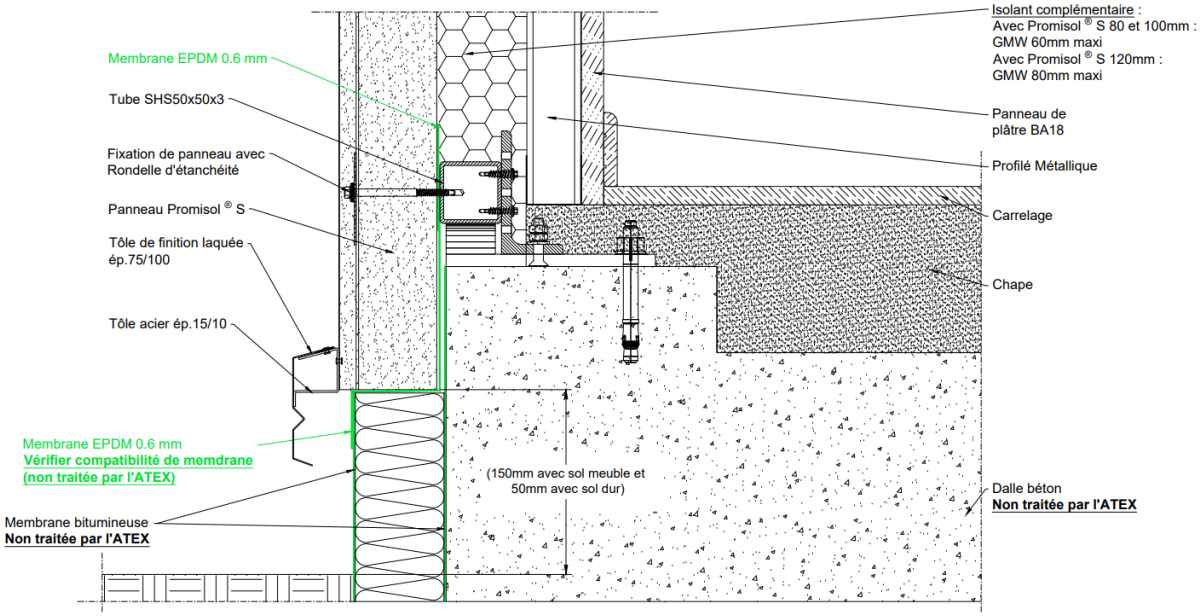


Figure 19 - Pied de bardage D2B Promisol®

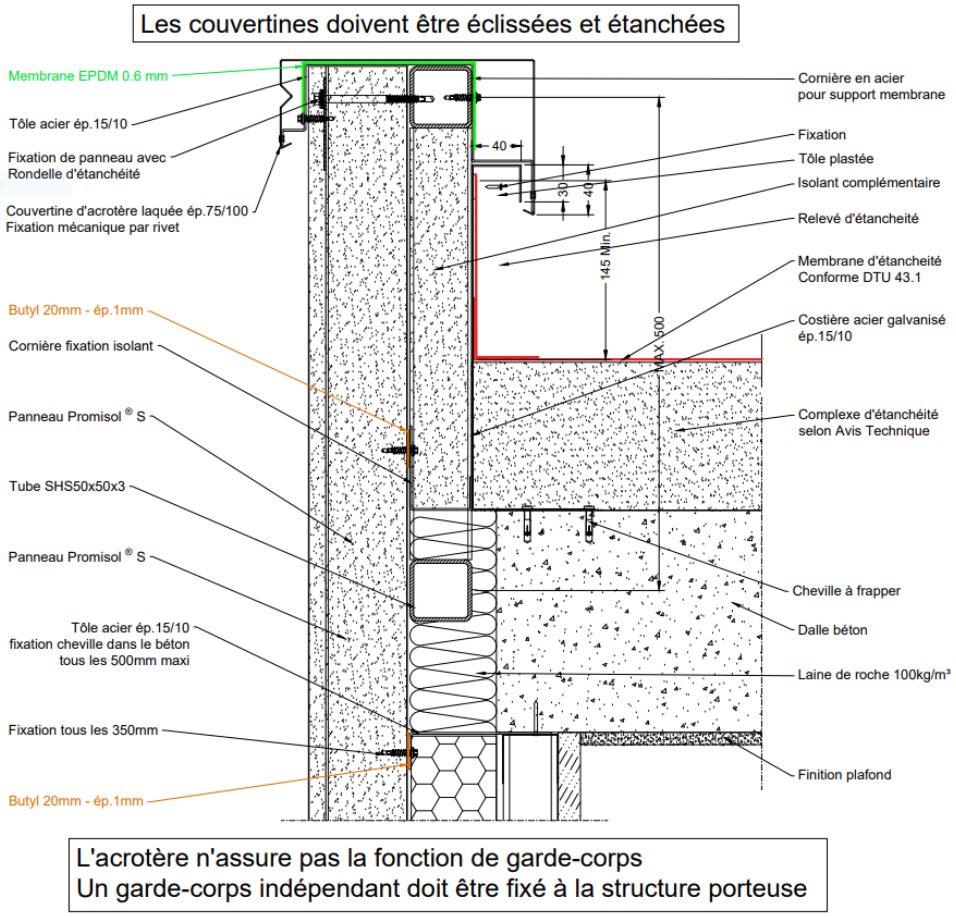


Figure 20 - Acrotère – D2B Promisol®

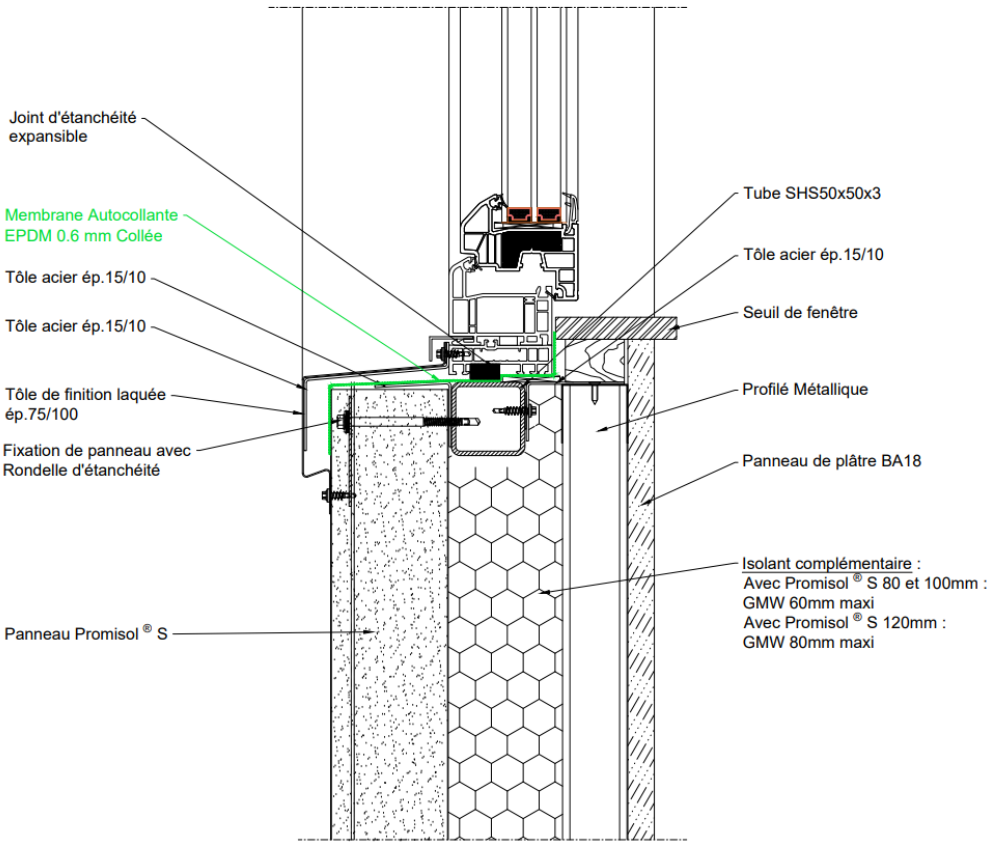


Figure 21 - Appui de fenêtre pose tunnel– D2B Promisol®

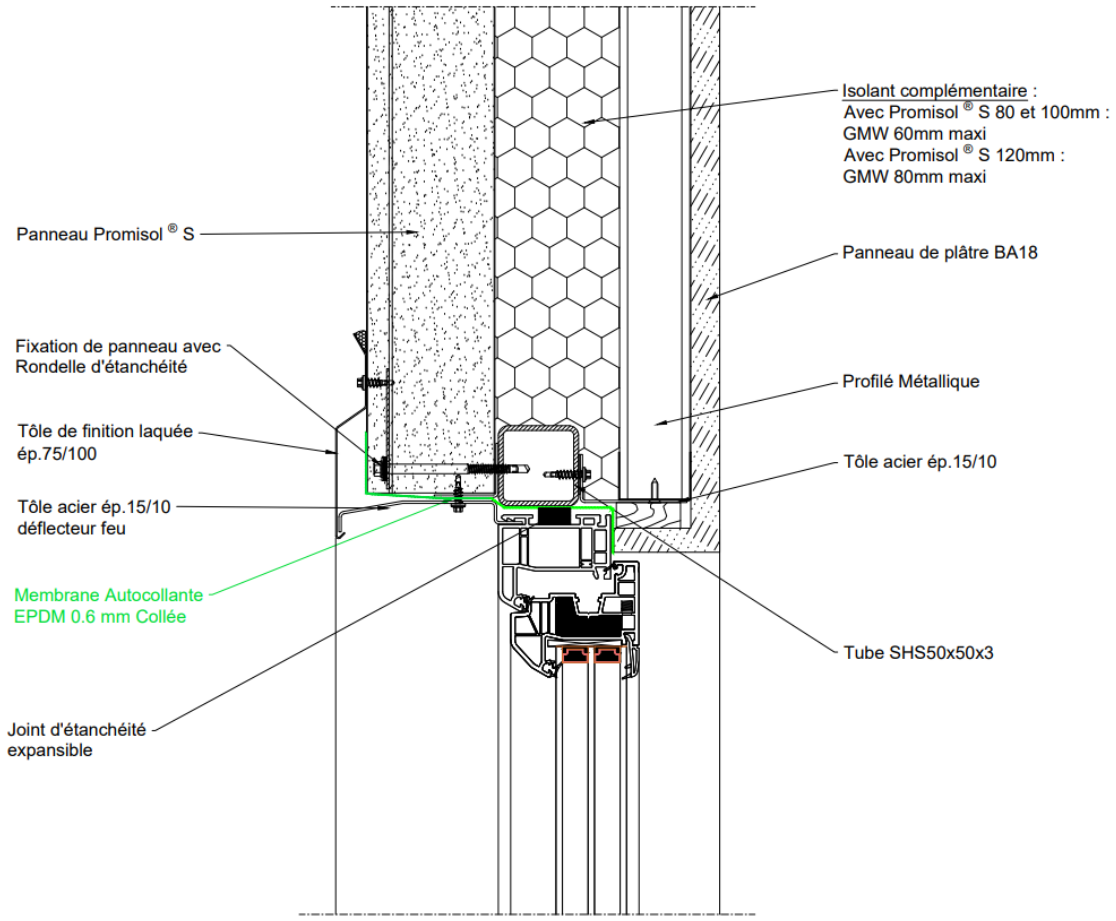


Figure 22 - Linteau de fenêtre pose tunnel – D2B Promisol®

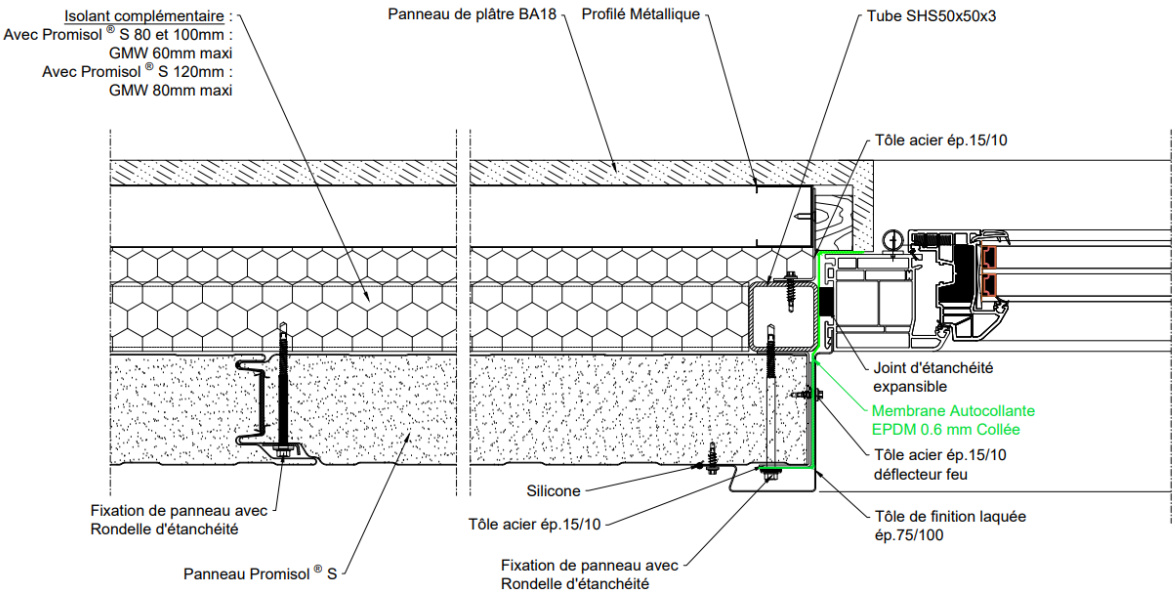


Figure 23 - Jambage pose tunnel D2B Promisol®

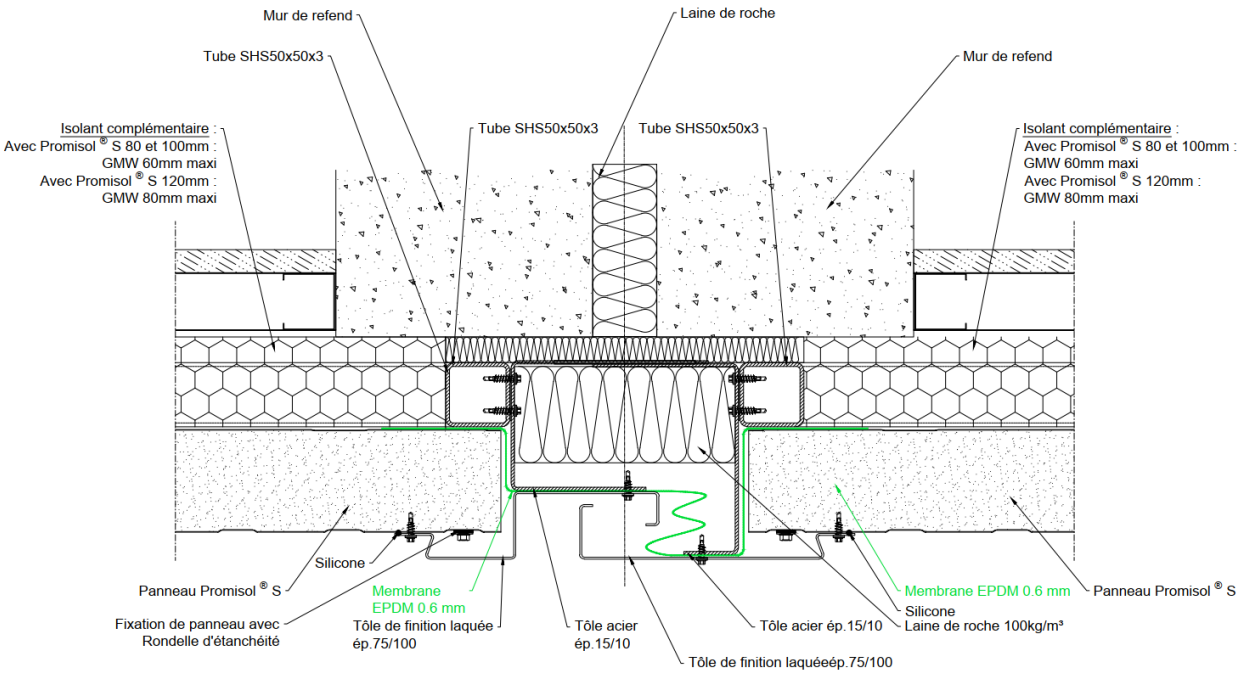


Figure 24 - Joint de dilatation – D2B Promisol®