

Sur le procédé

Paracier FM

Titulaire et

Distributeur : **Siplast-Icopal SAS**
Internet : www.siplast.fr

Descripteur :

Le procédé Paracier FM est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène en bitume élastomère SBS, apparent, fixé mécaniquement en lisière recouverte, destiné aux toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques.

Le procédé est prévu pour les travaux neufs et de réfection en climat de plaine, sur les éléments porteurs en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, pente $\geq 1\%$, en tôles d'acier nervurées, pente $\geq 3\%$ pour les TAN d'ouverture haute et nervure et en caisson, en bois ou en panneaux à base de bois, pente $\geq 3\%$. Il peut être utilisé sur les locaux à faible, moyenne, forte hygrométrie et les locaux à très forte hygrométrie avec des dispositions particulières.

Quatre attelages de fixations sont définis comme systèmes de référence du procédé Paracier FM.

Dans le cas d'autres fixations, l'espacement des fixations varie en fonction des attelages, par comparaison de leur résistance à l'arrachement avec celui d'un des 4 systèmes de référence.

Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

Famille de produit / Procédé : Revêtement d'étanchéité de toitures apparent fixé mécaniquement en bicouche à base de bitume modifié

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cet avis annule et remplace l'Avis 5.2/19-2225_V1. Cette version intègre les modifications suivantes : - Remplacement de l'attelage IT2C 4,8xL Ø 4,8 mm + PR 40x40 AL de $P_{k_{sf}} = 1340$ N par l'attelage IRF 4,8xL Ø 4,8 mm + IRF 40x40 de $P_{k_{sf}} = 1380$ N. - Intégration de nouvelles feuilles de substitution : ❖ PARADIÈNE FM R4 Silver : feuille de première couche identique à la feuille PARADIÈNE FM R4 bénéficiant d'une traçabilité par puce RFID ; ❖ PARADIÈNE 40.1 GS Silver : feuille de deuxième couche identique à la feuille PARADIÈNE 40.1 GS bénéficiant d'une traçabilité par puce RFID ; ❖ PARACIER G VV 100 : feuille de deuxième couche identique à la feuille PARACIER G à l'exception de l'armature voile de verre 100g/m².	Sarah ZEHAR	Philippe DRIAT

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé	5
1.1.	Définition succincte	5
1.1.1.	Description succincte	5
1.1.2.	Mise sur le marché	5
1.1.3.	Identification	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques	8
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	8
2.	Dossier Technique.....	10
2.1.	Données commerciales	10
2.1.1.	Coordonnées	10
2.2.	Description	10
2.3.	Domaine d'emploi	10
2.3.1.	Généralités.....	10
2.3.2.	Composition du revêtement de base	10
2.4.	Eléments et matériaux.....	11
2.4.1.	Liant.....	11
2.4.2.	Composition et présentation de la feuille manufacturée de première couche	11
2.4.3.	Composition et présentation de la feuille de surface PARACIER G	11
2.4.4.	Autres matériaux en feuilles	11
2.4.5.	Autres matériaux	12
2.4.6.	Stockage.....	12
2.5.	Fabrication	12
2.6.	Contrôles de fabrication	12
2.7.	Identification du produit.....	12
2.8.	Fourniture et assistance technique	12
2.9.	Mise en œuvre - Prescriptions relatives aux éléments porteurs.....	13
2.9.1.	Généralités.....	13
2.9.2.	Eléments porteurs et supports en maçonnerie.....	13
2.9.3.	Eléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.....	13
2.9.4.	Eléments porteurs en tôles d'acier nervurées	13
2.9.5.	Eléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois.....	14
2.9.6.	Supports isolants non porteurs.....	14
2.9.7.	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité	15
2.10.	Mise en œuvre - Prescriptions relatives aux revêtements	15
2.10.1.	Prescriptions générales de mise en œuvre	15
2.10.2.	Répartition des fixations en partie courante, rives et angles.....	16
2.11.	Relevés.....	19
2.12.	Ouvrages particuliers.....	19
2.12.1.	Noues	19
2.12.2.	Evacuations des eaux pluviales, pénétrations	19
2.12.3.	Joints de dilatation	19
2.12.4.	Chemins de circulation	19
2.12.5.	Terrasses techniques et zones techniques.....	20

2.13.	Mise hors d'eau en fin de journée	20
2.14.	Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)	20
2.14.1.	Mise en œuvre du pare-vapeur	20
2.14.2.	Etanchéité des parties courantes et relevés	20
2.14.3.	Evacuation des eaux pluviales	20
2.15.	Entretien et réparation	20
2.16.	Résultats expérimentaux	20
2.17.	Références	21
2.17.1.	Données Environnementales et Sanitaires	21
2.17.2.	Autres références	21
2.18.	Annexes du Dossier Technique	22

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 14 décembre 2020, le procédé **Paracier FM**, présenté par la Société Siplast-Icopal SAS. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et en Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

1.1. Définition succincte

1.1.1. Description succincte

Le procédé Paracier FM est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène en bitume élastomère SBS, apparent, fixé mécaniquement en lisière recouverte.

Le procédé est prévu pour les travaux neufs et de réfections de l'étanchéité des toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques, situées en climat de plaine, sur les éléments porteurs en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées, en bois ou en panneaux à base de bois.

1.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les feuilles font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Siplast Icopal SAS sur la base de la norme NF EN 13707 :2004+A2 2009.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le Marquage CE.

1.1.3. Identification

L'étiquetage des rouleaux et autres produits comporte le nom du fabricant, le nom commercial de la feuille, les dimensions, le code de fabrication, les conditions de stockage.

Les fixations des kits sont directement fournies par leurs fabricants, et leurs emballages permettent leur identification.

1.2. AVIS

1.2.1. Domaine d'emploi accepté

1.2.1.1. Eléments porteurs

Les règles et clauses des NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5 non modifiées par le Dossier Technique sont applicables.

Les éléments porteurs admis sont les suivants :

- Maçonnerie conforme aux NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 ;
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé conformes à leurs Avis Techniques particuliers de pente $\geq 1\%$;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 de pente $\geq 3\%$;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au CPT « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en TAN dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm » (e-Cahier du CSTB 3537_V2 janvier 2009) de pente $\geq 3\%$;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées avec caisson spécifique pour dissimuler les fixations mécaniques de l'isolant thermique et du revêtement d'étanchéité, conformes à leurs Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application de pente $\geq 3\%$;
- Bois massif et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ou à leurs Documents Techniques d'Application particuliers (CLT) de pente $\geq 3\%$.

Les pentes sont conformes aux NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5.

1.2.1.2. Hygrométrie des locaux

Ce procédé est admis sur locaux à faible, moyenne, forte ou très forte hygrométrie :

- Faible et moyenne hygrométrie pour les éléments porteurs en bois massif et panneaux à base de bois, béton, béton cellulaire, tôles d'acier nervurées perforées ou crevées et tôles avec caisson spécifique pour dissimuler les fixations mécaniques ;
- Forte hygrométrie pour les éléments porteurs béton et tôles pleines avec le procédé Parasteel ;
- Ce procédé est admis sur locaux à très forte hygrométrie dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH. Son emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

1.2.1.3. Emploi en France métropolitaine

Le procédé Paracier FM est appliqué en France métropolitaine sur toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques, en travaux neufs et travaux de réfection en climat de plaine, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à :

- 40 m, dans les zones climatiques 1, 2, 3, 4, tous sites de vent selon les règles de calculs du e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 avec une approche selon les Règles NV 65 modifiées ;

ou

- 20 m, dans les régions climatiques 1, 2, 3, 4 toutes catégories de terrain de vent selon les règles de calculs du e-Cahier du CSTB 3779 de février 2017 – Méthode simplifiée pour la détermination du vent selon l'Eurocode 1 P1-4/NA avec une approche selon l'Eurocode 1 P1 4 cf. « *Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4* » du § 2.9.4.1 du Dossier Technique.

Le tableau 1 indique la composition des revêtements et leurs destinations.

1.2.1.4. Emploi dans les régions ultrapériphériques Guadeloupe, Guyane, Martinique, Mayotte et Réunion

Le procédé est appliqué dans les DROM sur toitures-terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques, en travaux de réfection sur maçonnerie uniquement et en travaux neufs, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m.

Le procédé peut être employé sur des éléments porteurs et supports en maçonnerie, supports isolants sur tôles d'acier nervurées, selon le Cahier des Prescriptions techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les départements d'outre-mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008), en climat de plaine dans la zone climatique 5, tous sites de vent selon les règles de calculs du e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 avec une approche selon les Règles NV 65 modifiées.

1.2.1.5. Emploi en climat de montagne

Ce procédé d'étanchéité n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

1.2.1.6. Accessibilité de la toiture

Ce revêtement convient aux toitures :

- Terrasses inaccessibles, avec dalles DALLE PARCOURS pour les chemins de circulation de pente $\leq 20\%$ ou avec feuille complémentaire de couleur (pente $\leq 50\%$) ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques, avec dalles DALLE PARCOURS ou feuille complémentaire de couleur, ou avec PARAFOR SOLO GS utilisé en couche de surface.

1.2.2. Appréciation sur le procédé

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

Stabilité

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles NV 65 modifiées et l'Eurocode 1 P1-4 (référence NF EN 1991-1-4) et son annexe de nationale (référence NF EN 1991-1-4 /NA)).

Les systèmes de référence du procédé, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006), sont :

a) Avec un attelage de fixation mécanique dont la plaquette est carrée et d'épaisseur 0,8 mm :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sf}} = 607 \text{ N/fixation}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence :
 - vis IRF 4,8 x L, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$, une plaquette IRF 40 x 40, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier revêtué ZN, de la Société SFS Intec,
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sf}} = 1\,380 \text{ N}$,

b) Avec un attelage de fixation mécanique dont la plaquette est oblongue et d'épaisseur 1 mm :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sf}} = 675 \text{ N/fixation}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence :
 - une vis IR2, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$, une plaquette IR 82 x 40, de dimensions 82 x 40 x 1 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Intec,
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sf}} = 1\,340 \text{ N}$,

c) Avec un attelage de fixation mécanique dont la plaquette est en polyamide et d'épaisseur 0,8 mm :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sf}} = 481 \text{ N/fixation}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence :
 - une vis BS-4.8xL de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$, un fût et rondelle plastique, TPA 50 de la Société SFS Intec,
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sf}} = 1\,340 \text{ N}$,

d) Avec un attelage de fixation mécanique dont la plaquette est en polyamide :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{adm_{sf}} = 414 \text{ N/fixation}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence :
 - une vis EGB 1.5TT 4,5x100 de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$, un fût et rondelle plastique, ETANCOPLAST HP4 L $\varnothing$ 40 de la Société Etanco,
 - résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sf}} = 1\,340 \text{ N}$,

Sécurité en cas d'incendie

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

Vis-à-vis du feu venant de l'extérieur

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est connu pour certains systèmes cités au *paragraphe 2.16* du Dossier Technique.

Des complexes d'étanchéité présentent un classement de tenue au feu Broof(t3). Ils sont définis dans les procès-verbaux cités au § 2.16 du dossier technique. L'entreprise de pose doit se procurer ces procès-verbaux auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le complexe d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par l'un de ces procès-verbaux.

Vis-à-vis du feu intérieur

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Le procédé dispose de Fiches de Données de Sécurité (FDS) pour les produits le requérant (EIF, colles...). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI). Les FDS sont disponibles chez Siplast-Icopal SAS.

La surface des feuilles est glissante lorsque humide.

La manutention des rouleaux d'étanchéité de plus de 25 kg doit se faire par un minimum de deux personnes.

Pose en zones sismiques

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 prescriptions 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), 4 (moyenne) et 5 (forte) sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation concernant la construction neuve ou de réfections. Il permet d'utiliser les isolants supports admis dans le Dossier Technique sans limitation de la résistance thermique utile validée dans leurs Documents Techniques d'Application respectifs.

Sur l'élément porteur TAN, le coefficient ponctuel du pont thermique intégré des fixations mécaniques « χ_{fixation} », des feuilles d'étanchéité fixées mécaniquement et/ou de son support isolant, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule 4/5 des Règles Th-U complétées par celles du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (*e-Cahier du CSTB 3688* de janvier 2011).

Données environnementales

Il existe une Fiche de Déclaration Environnementale (DE) collective vérifiée par tierce partie indépendante pour ce produit mentionnée au § 2.17.1 du Dossier Technique établi par le demandeur.

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

Acoustique

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur :

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit.

Les performances acoustiques n'ont pas été évaluées sur ce procédé

1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé d'étanchéité Paracier FM est satisfaisante.

Entretien et réparations

cf. normes NF DTU série 43. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Effectuée en usines, la fabrication relève des techniques classiques de la transformation des bitumes modifiés. Comportant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité.

1.2.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

Siplast-Icopal SAS apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

1.2.3. Prescriptions Techniques

1.2.3.1. Eléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de bois

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme au NF DTU 43.4 P1-2. Le dimensionnement au vent du revêtement d'étanchéité sera réalisé selon les Règles NV65 modifiées.

Pour les autres cas, le Document Technique d'Application de l'élément porteur à base de bois doit indiquer les conditions de mise en œuvre du procédé d'étanchéité : mode(s) de liaisonnement du revêtement sur le support, choix des attelages de fixation mécanique, tenue au vent.

En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwichs, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

1.2.3.2. Attelages de fixation mécanique

a) Il est rappelé que les attelages de fixation mécanique des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, et des isolants supports fixés mécaniquement, doivent être du type « solide au pas » qui empêche, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette lorsque la compression à 10 % de déformation de l'isolant support est inférieure à 100 kPa (norme NF EN 826).

À cet égard, dans le cas où il existerait une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en déformation à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue (norme NF EN 826), les attelages de fixation à employer doivent être également de type « solide au pas ».

b) Le système Paracier FM en travaux de réfection doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

- maçonnerie,
- béton cellulaire autoclavé armé,
- bois et panneaux à base de bois,

tel que le prévoit le CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

c) Sur élément porteur en maçonnerie, l'emploi de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

1.2.3.3. Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

1) Le Dossier Technique propose différents attelages de fixations avec quatre efforts admissibles différents (607, 414, 481, 675). Dans ce dossier sont présentés des tableaux de répartitions de fixations suivant les efforts admissibles $W_{adm_{sr}} = 607 \text{ N/fixation}$ pour les attelages métalliques et $W_{adm_{sr}} = 414 \text{ N/fixation}$ pour les attelages à fût plastiques.

Dans le cas d'un effort admissible des kits de $W_{adm_{sr}} = 675 \text{ N/fixation}$ et $W_{adm_{sr}} = 481 \text{ N/fixation}$ tel que défini au Dossier technique, il y aura lieu :

Soit, de réaliser un calcul spécifique pour la répartition des fixations ;

Soit, de se conformer aux tableaux des Annexes D1, D2 pour les plaquettes métalliques ou E1 et E2 pour le fût plastiques du Dossier technique.

- 2) Les modifications apportées par rapport à l'Avis Technique 5/11-2225 concernent notamment la mise à jour des attelages métalliques, l'ajout des attelages à fûts plastiques. Une annexe C0 de choix du dimensionnement des éléments porteurs a été ajoutée au DTET, et des tableaux de répartitions des fixations selon une approche de l'Eurocode 1 P1-4 et son Annexe nationale + Corrigendum ont également été ajoutés aux Annexes du DTET.
- 3) Pour l'élément porteur TAN conforme au NF DTU 43.3 :
Pour des bâtiments < 20 m, il est admis de dimensionner le procédé d'étanchéité suivant l'approche Eurocode 1 partie 1 - 4. Dans ce cas, la vérification de la tôle et de la densité de fixation à l'ossature se fera selon le § 2.9.4.1 du DTET.
Dans les cas non visés au § 2.9.4.1, l'approche Eurocode ne s'applique pas. Le procédé sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées.
- 4) Pour les tôles conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2* (grandes portées) et au *Cahier du CSTB 3644* (DROM), le procédé d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées, l'approche Eurocode ne s'applique pas.
- 5) Pour les éléments porteurs béton ou CLT, le procédé peut être dimensionné suivant l'Eurocode 1 partie 1- 4.
- 6) Pour les éléments porteurs bois conformes au NF DTU 43.4, le dimensionnement aux contraintes admissibles reste applicable. Dans ce cas le procédé sera dimensionné au vent extrême selon les NV 65 modifiées.
- 7) Les puces RFID (Radio Frequency IDentification) enregistrent la référence de production des feuilles et permettent de renvoyer aux autocontrôles et aux données de production.
- 8) Les fonctions spécifiques autres que l'étanchéité, notamment la durabilité, des revêtements SILVER intégrant une puce RFID et Nox-ACTIV, avec granulés Noxite, n'ont pas été évaluées dans le cadre de ce présent Avis.

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et

Distributeur : Siplast-Icopal SAS
23-25 avenue du Docteur Lannelongue
FR – 75014 Paris

Tél. : 01 40 84 68 00

Fax : 01 40 84 66 59

Internet : www.siplast.fr

2.2. Description

Le procédé Paracier FM est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène en bitume élastomère SBS, apparent. La première couche, constituée d'une membrane PARADIÈNE FM (ou PARASTYRÈNE FM JS sur isolant sensible à la flamme), est fixée mécaniquement en lisière à l'élément porteur, au travers de l'isolation thermique éventuelle.

La deuxième couche, soudée sur la première, est autoprotégée en surface par :

- Paillettes d'ardoise avec PARACIER G ;
- Granulés minéraux colorés ou Noxite® avec PARADIÈNE 30.1 GS ;
- Feuille d'aluminium avec PARADIAL SFM.

2.3. Domaine d'emploi

2.3.1. Généralités

Le procédé Paracier FM s'applique en France métropolitaine :

- En travaux neufs et de réfection ;
 - Aux toitures inaccessibles ou techniques ou à zones techniques. Des chemins de circulation technique peuvent être aménagés sur pente $\leq 20\%$;
- En climat de plaine.

Les éléments porteurs admis sont les suivants :

- Maçonnerie conforme aux NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 ;
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé conformes à leurs Avis Techniques particuliers de pente $\geq 1\%$;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 ;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au CPT « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en TAN dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm » (e-Cahier du CSTB 3537_V2 janvier 2009) de pente $\geq 3\%$;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées avec caisson spécifique pour dissimuler les fixations mécaniques de l'isolant thermique et du revêtement d'étanchéité, conformes à leurs Avis Techniques ou Documents Techniques d'Application de pente $\geq 3\%$;
- Bois massif et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ou à leurs Documents Techniques d'Application particuliers (CLT) de pente $\geq 3\%$.
- Les pentes sont conformes aux NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.3, NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5.

Dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) sont admis les éléments porteurs en maçonnerie ou tôles d'acier nervurées.

La pente en fonction de l'élément porteur est conforme à la norme DTU série 43 concernée et au *Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008.

Ce procédé est admis sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ; il est admis sur locaux à très forte hygrométrie dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH. Son emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

2.3.2. Composition du revêtement de base

Le tableau 1 résume les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports, qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

2.4. Eléments et matériaux

2.4.1. Liant

Liant ASBA : liant en bitume élastomère SBS fillerisé à 35% conforme au Document Technique d'Application Paradiène S.

2.4.2. Composition et présentation de la feuille manufacturée de première couche

cf. tableau 3 du Dossier Technique.

- Présentation des sous-faces :
 - PARADIÈNE FM et PARADIÈNE FM R4 : sous-face grésée avec en lisière un film thermofusible de 100 mm de large,
 - PARADIÈNE FM R4 Silver : feuille identique à la feuille PARADIÈNE FM R4 bénéficiant d'une traçabilité par puce RFID.
 - PARASTYRÈNE FM JS : sous-face grésée avec en lisière un film thermofusible de 120 mm ;
- Présentation des surfaces :
 - PARADIÈNE FM et PARADIÈNE FM R4 : surface filmée,
 - PARASTYRÈNE FM JS : surface filmée avec au niveau du recouvrement une bande autoadhésive de 10 mm protégée par film pelable.

Caractéristiques spécifiées

Toutes finitions, cf. tableau 4 du Dossier Technique.

2.4.3. Composition et présentation de la feuille de surface PARACIER G

cf. tableau 5 du Dossier Technique.

- Présentation des sous-faces : sous-face filmée ;
- Autoprotection de surface : elle est réalisée par paillettes d'ardoises colorés (1 000 g/m²).

Caractéristiques spécifiées

Toutes finitions, cf. tableau 6 du Dossier Technique.

2.4.4. Autres matériaux en feuilles

- Matériaux pour feuilles de surface en partie courante :
 - PARACIER G VV 100 : feuille identique à la feuille PARACIER G avec une armature voile de verre 100 g/m².
 - PARADIÈNE 40.1 GS Silver : feuille identique à la feuille PARADIÈNE 40.1 GS bénéficiant d'une traçabilité par puce RFID.
 - PARADIÈNE 30.1 GS / 40.1 GS : feuille pour couche de surface pour partie courante, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - GRAVIFLEX : feuille pour couche de surface pour partie courante, cf. Document Technique d'Application Canopia ;
 - PARADIAL SFM : feuille pour couche de surface avec autoprotection aluminium, pour partie courante, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - PARAFOR 30 GS : feuille pour couche de surface pour partie courante, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - PARAFOR SOLO GS / MPGS / FEGS : feuille pour couche de surface pour partie courante ou pour chemin de circulation, cf. Document Technique d'Application Parafor Solo ;
 - PARAFOR SOLO GFM / GFX / GFX JS : feuille pour couche de surface pour partie courante ou pour chemin de circulation, cf. Document Technique d'Application Parafor Solo FM ;
- Matériaux pour relevés :
 - PARÉQUERRE : équerre de renfort en bitume élastomère conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2;
 - PARADIÈNE 35 SR4 : feuille pour équerre de renfort en bitume élastomère, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - PARADIAL S, VERINOX S, SUPRADIAL GS : cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - PARADIAL SFM : dito PARADIAL S mais avec liant ASBA cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
 - PARAFOR SOLO GS / MPGS / FEGS : feuille pour couche de surface pour relevés, cf. Document Technique d'Application Parafor Solo ;
 - PARAFOR SOLO GFM / GFX / GFX JS : feuille pour couche de surface pour relevés ou pour chemin de circulation, cf. Document Technique d'Application Parafor Solo FM ;
- Écran thermique :
 - PARADIÈNE 30.1 GS : cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- Matériaux pour pare-vapeur :
 - Feuille de la gamme PARADIÈNE S conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13970, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 190m,
 - PARADIÈNE SVV : feuille en bitume élastomère BE 25 VV 50, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 250 m,
 - ADEPAR JS : feuille autoadhésive, cf. Document Technique d'Application Adepar, Sd ≥ 250m,
 - PAREVAPO SBS : cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 1 000m,

- IREX PROFIL : cf. Document Technique d'Application Adepar, $S_d \geq 300m$,
- PERFADER : écran perforé pour pare-vapeur soudé ou de semi-indépendance, cf. Document Technique d'Application Paradiène S,
- PARADIAL S : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $S_d \geq 500m$,
- SUPRADIAL GS : feuille bitume surfacée aluminium recouvert de paillettes ou granulés minéraux, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $S_d \geq 500m$,
- PARADIAL SFM : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $S_d \geq 500m$,
- CECEAL : pare-vapeur voile de verre-aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $S_d \geq 300m$,
- ADEVAPO : barrière à la vapeur autoadhésive, cf. Avis Technique Parasteel 42 TFH, $S_d \geq 374m$;
- Autres matériaux en feuille
 - bande ADEALU : bande de 1,1 mm d'épaisseur (- 0,1 mm) en bitume adhésif à froid avec en surface une feuille d'aluminium d'épaisseur 5/100^e mm et en sous-face un film pelable. Elle est utilisée en protection thermique pour relevés dans le cas d'utilisation de panneaux isolants en polystyrène expansé (cf. « Cas particulier du polystyrène expansé » du § 2.9.6.2) ;
 - NÉODYL : joint de dilatation en bitume élastomère, cf. Avis Technique Néodyl.

2.4.5. Autres matériaux

- Colle PAR : colle bitumineuse, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- Colle PUR GLUE : colle polyuréthane, cf. Document Technique d'Application Adepar ;
- EIF : impression VÉRAL ou SIPLAST PRIMER, conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2;
- DALLE PARCOURS : dalle en rigide en bitume fillérisé, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- Attelages de fixations métalliques.

Les règles d'adaptation des attelages de fixations sont données à l'Annexe A.

Les attelages de fixations répondent aux exigences de l'*e-cahier du CSTB* 3563 de juin 2006.

Ils font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur de résistance caractéristique P_{kft} de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service Q_{ft} (selon *e-cahier du CSTB* de juin 2006).

Le terme « solide au pas » s'applique à un attelage composé d'un élément de liaison et d'une plaquette de répartition servant à assurer la fixation mécanique d'un isolant, et/ou le revêtement d'étanchéité, sur un support. Cet attelage est muni d'un dispositif permettant d'éviter, en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison (par exemple vis) de la partie supérieure de la plaquette de répartition. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

- Attelages de fixations avec fût plastiques :

les règles d'adaptation des plaquettes à fûts plastiques ne sont pas admises. Les attelages à fût plastique admis sont définis en Annexe E.

2.4.6. Stockage

Les rouleaux et bidons sont stockés debout. Les palettes ne sont pas gerbables.

2.5. Fabrication

Les feuilles sont produites par la Société Siplast-Icopal SAS dans ses usines de Mondoubleau (41) et Lorient (56).

Le liant ASBA préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction.

Les armatures sont imprégnées au bitume ASBA, puis enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur.

La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions.

2.6. Contrôles de fabrication

L'autocontrôle de production fait partie de l'ensemble d'un Système d'Assurance Qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001 certifié par Bureau Veritas Certification.

Nomenclature de l'autocontrôle : cf. tableau 7 en fin du Dossier Technique.

2.7. Identification du produit

Tous les matériaux fournis sont étiquetés et portent les indications suivantes : appellation commerciale, dimensions ou volume ou poids, conditions de stockage, consignes de sécurité, usine d'origine pour les feuilles (M pour Mondoubleau, L pour Lorient). Les fiches de données de sécurité (selon norme ISO 11014) des produits sont téléchargeables sur le site www.siplast.fr

2.8. Fourniture et assistance technique

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Siplast-Icopal SAS apporte son assistance technique à la demande de l'entreprise pour :

- La formation de l'entreprise (pose de produits et organisation du chantier) ;
- La répartition et le calcul des densités de fixations mécaniques.

2.9. Mise en œuvre - Prescriptions relatives aux éléments porteurs

2.9.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes - DTU ou Documents Techniques d'Application les concernant.

Les supports destinés à recevoir l'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillure (huile, plâtre, hydrocarbures, etc.).

L'Annexe C0 définit les choix de méthode de dimensionnement du procédé selon l'élément porteur.

2.9.2. Eléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12 P1 et non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi, à l'exception des formes de pente en béton de granulats courants (sauf en réfections et après validation par essai in situ réalisé dans les mêmes conditions qu'en Annexe B) ou lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré ou comportant des distributions électriques noyées, et des planchers de type D définis dans la norme NF DTU 20.12.

Leur préparation et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1 ou de son Avis Technique particulier. Les pontages sont réalisés avec une bande de 0,20 m de large en PARADIAL S ou PARADIAL SFM ou autre feuille BE 35 avec autoprotection minérale de la gamme PARADIÈNE, face avec autoprotection retournée sur le support.

2.9.3. Eléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admis, les éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé bénéficiant d'un Avis Technique.

Ils sont réalisés conformément à ces Avis Techniques. On se reportera à ce document, notamment pour le type des joints, leur préparation et le pare-vapeur en cas d'une isolation thermique complémentaire.

2.9.4. Eléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 (cf. § 2.3.1).

2.9.4.1. En tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3

Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4

Dans le cas d'une approche Eurocode 1 partie 1- 4 (NF EN 1991-1 4/NA), le choix des TAN et de leur épaisseur est effectué en ne considérant que les charges descendantes (cf. § 6.2.2.1.3 du NF DTU 43.3) dans les cas suivants de bâtiments de hauteur maximum 20 m :

- Charge descendante supérieure à 1,1 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments fermés,
 - bâtiments ouverts situés :
 - o en région 1 de vent toutes catégories de terrain,
 - o en région 2 catégories de terrain IV et IIIb ;
- Charge descendante supérieure à 1,5 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments ouverts situés :
 - o en région 2 catégories de terrain IIIa, II et 0,
 - o en région 3 catégories de terrain IV et IIIb,
 - o en région 4 catégories de terrain IV et IIIb ;
- Charge descendante supérieure à 1,9 kN/m² à l'ELS :
 - bâtiments ouverts situés :
 - o en région 3 catégories de terrain IIIa, II et 0,
 - o en région 4 catégories de terrain IIIa, II et 0.

Dans le cas de catégories de terrain non citées en Annexe B2 (IV et IIIa) et citées dans les DPM, il convient de prendre la plus défavorable, IIIb pour IV, II pour IIIa.

La densité de fixation des TAN est définie selon la formule suivante :

Avec :

$$\frac{1,3 \times 1,25 \times D \times L \times e}{n} \leq R_c$$

- D : charges ELU en dépression dues au vent calculées selon l'Eurocode 1 P1-4 (NF EN 1991-1-4/NA) et *e-cahier du CSTB 3779* diminuées du poids propre de la toiture (daN/m²).
- L : portée des TAN (m).

- e : écartement des fixations des TAN sur appui (m) : un entraxe de nervures s'il y a une fixation par nervure, deux entraxes de nervures s'il y a une fixation toutes les deux nervures.
- n : pour chaque nervure fixée, n=1 si fixation unique ; n=2 si fixation doublée.
- Rc : résistance de caractéristique de la fixation selon la NF P 30-313 (daN).

Pour les cas non visés au présent paragraphe : bâtiments de hauteur supérieure à 20 m et/ou charge ascendante supérieure au total des charges descendantes, tôles conformes au *Cahier du CSTB 3644* (DROM), l'approche Eurocode ne s'applique pas.

Cas de l'approche des Règles NV 65 modifiées

Dans le cas d'une approche des Règles NV 65 modifiées, le revêtement d'étanchéité s'applique pour des bâtiments de hauteur inférieure à 20 m et supérieure à 20 m sans dépasser 40 m.

2.9.4.2. En tôles d'acier nervurées conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2*

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (O_{hn}) > 70 mm (et ≤ 200 mm), conformes au CPT « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (*e-Cahier du CSTB 3537_V2* de janvier 2009) (cf. § 2.3.1).

Dans ce cas, le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées, l'approche Eurocode ne s'applique pas.

2.9.4.3. En tôle avec caisson bénéficiant d'un Avis Technique

Sont admis, les supports en tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées avec caisson spécifique pour dissimuler les fixations mécaniques de l'isolant thermique et du revêtement d'étanchéité, suivant leurs Avis Technique :

- L'écartement maximum entre lignes de fixation est de 0,88 m (cette disposition est imposée par les dimensions de ce type de TAN) ;
- La largeur maximale des lés de membranes est de 1,00 m.

2.9.5. Eléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

Sont admis, les éléments porteurs et les supports traditionnels en bois massif et les panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 P1, et non traditionnels (panneaux composites sandwiches, CLT...) bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement cet emploi.

Dans le cas des éléments porteurs en panneaux à base de bois avec pare-vapeur soudé sur les panneaux, la préparation du support comprend :

- Le pontage des joints par une bande armée de 0,20 m de large de feuille en bitume autoprotégée par feuille d'aluminium PARADIAL S, ou PARADIAL SFM, ou granulés minéraux de la gamme PARADIÈNE, face avec autoprotection retournée sur le support ;

et

- Une imprégnation à l'EIF de la surface des panneaux à base de bois en évitant les joints.

Dans le cas d'un pare-vapeur indépendant ou semi-indépendant par clouage ou par feuille autoadhésive ADEPAR JS, les supports en bois ou en panneaux à base de bois ne nécessitent ni pontage ni imprégnation préalable à l'EIF.

Dans le cadre des éléments porteurs bois conformes au NF DTU 43.4, le dimensionnement aux contraintes admissibles reste applicable. Dans ce cas le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées.

Dans le cadre des éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois bénéficiant d'un Document Technique d'Application le revêtement d'étanchéité pourra être dimensionné selon l'approche Eurocode 1 partie 1- 4 (NF EN 1991-1 4/NA).

2.9.6. Supports isolants non porteurs

2.9.6.1. Généralités

Les revêtements d'étanchéité n'apportent pas de limite à la résistance thermique utile des panneaux isolants. Les panneaux isolants bénéficient d'un Document Technique d'Application pour la destination concernée (toiture inaccessible, terrasse technique ou zone technique) et pour un emploi sous revêtement d'étanchéité apparent fixé mécaniquement.

Le pare-vapeur (employé lorsque nécessaire selon le DTU 43.3+A1) est réalisé avant la pose de l'isolation thermique selon les conditions des tableaux 2a et 2b (cf. § 2.9.6.2 ci-après).

2.9.6.2. Composition et mise en œuvre du pare-vapeur

Les tableaux 2a - 2b en fin de Dossier Technique s'appliquent au choix et au principe de mise en œuvre du pare-vapeur.

Dans le cas de l'élément porteur en béton armé, conformément à l'article 6.3 de la norme NF DTU 43.1 P1-1 de novembre 2004, une étréquer de renfort (PARÉQUERRE ou PARADIÈNE 35 SR4) avec talon de 0,06 m minimum et avec une aile verticale d'une hauteur de 0,06 m minimum du nu supérieur de l'isolant en partie courante, est soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette étréquer de renfort est conforme à celle mentionnée dans la norme NF DTU 43.1 P1-2, ou doit être définie dans un Document Technique d'Application de la gamme des produits bitumineux de la Société Siplast-Icopal SAS.

Cette étréquer de renfort est également mise en œuvre sur élément porteur en dalles de béton cellulaire autoclavé armé, lorsque les relevés d'étanchéité sont réalisés sur des blocs de béton cellulaire autoclavé.

Mise en œuvre des panneaux isolants

Les panneaux isolants admis sont ceux mentionnés au tableau 1 du Dossier Technique. Après mise en œuvre du pare-vapeur conformément aux dispositions des tableaux 2a et 2b du Dossier Technique, les panneaux isolants sont posés en un ou plusieurs lits, conformément aux dispositions de leur Document Technique d'Application.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa (cf. le tableau des Caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ».

Cas particulier du polystyrène expansé

Les panneaux sont mis en œuvre et fixés au préalable conformément à leur Document Technique d'Application particulier. En surface des panneaux isolants, l'écran thermique (PARADIÈNE 30.1 G) est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libre à lit décalé par rapport au revêtement d'étanchéité.

L'écran thermique en partie courante devient inutile avec l'emploi de la feuille PARASTYRÈNE FM JS, le joint adhésif bloquant la flamme et protégeant l'isolant.

Au droit des relevés, des émergences et points singuliers divers (EEP, trop-plein, etc.) la tranche de l'isolant est protégée par l'écran thermique retourné en sous-face de l'isolant ou par une bande autoadhésive (bande ADEALU en 0,10 m de large appliquée en fond de gorge, avec ailes sensiblement égales et recouvrement entre bandes de 10 cm au minimum ou ADEVAPO).

2.9.7. Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, ciment volcanique, enduit pâteux, ou membrane synthétique, pouvant être sur différents supports (maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, bois -panneaux à base de bois, isolants sur les trois éléments porteurs précités et tôle d'acier nervurée).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF DTU 43.5.

Dans le cas d'anciennes étanchéités avec feuilles métalliques d'autoprotection, ces dernières n'ont pas besoin d'être retirées en partie courante.

Les éléments porteurs en maçonnerie, dalles de béton cellulaire autoclavé armé, en bois - panneaux à base de bois, sont systématiquement vérifiés quant aux valeurs d'ancrage des fixations ($P_{k,réel}$ ou $Q_{réel}$) envisagées pour la réfection. $P_{k,réel}$ (ou $Q_{réel}$) s'évalue par mesures *in situ* conformément à l'annexe 4 du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563, juin 2006).

2.10. Mise en œuvre - Prescriptions relatives aux revêtements

2.10.1. Prescriptions générales de mise en œuvre

Les feuilles de première couche PARADIÈNE FM sont déroulées à recouvrements longitudinaux de 10 cm, une ligne tracée sur la feuille guide le recouvrement (cf. figure 1).

PARADIÈNE FM est fixé mécaniquement en lisière sous le recouvrement longitudinal ; un deuxième lignage matérialise à 4 cm du bord de la feuille l'axe des fixations (cf. figure 1). Le recouvrement est soudé au chalumeau à la flamme sur toute sa largeur (10 cm).

Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées conformes au DTU 43.3 et cahier 3537_V2, les feuilles de première couche sont déroulées perpendiculairement aux nervures.

Sur élément porteur en tôles d'acier bénéficiant d'un Document Technique d'Application, le sens de pose du revêtement d'étanchéité est celui prescrit par ce Document Technique d'Application particulier (exemple : procédé Parasteel 42)

La feuille de seconde couche, PARACIER G, est soudée, joints à recouvrements d'au moins 6 cm soudés, décalés d'au moins 20 cm par rapport à ceux de la première couche, ou croisés (cf. figure 1).

Les recouvrements transversaux sont de 10 cm pour chaque couche. Ils sont décalés d'au moins 50 cm.

2.10.1.1. Toitures inclinées – Fixations en tête des lès

Le revêtement étant en semi-indépendance, la formation d'ondes, non préjudiciable à l'étanchéité, est possible.

Dans le cas de toitures de pente supérieure ou égale à 100 %, la membrane de deuxième couche (couche de surface autoprotégée) est fixée en tête par 4 fixations par mètre linéaire placées sous les recouvrements transversaux amont. Ces fixations (vis et plaque) sont conformes aux normes NF DTU série 43 P1 ou aux Documents Techniques d'Application des panneaux isolants.

2.10.1.2. Cas d'un revêtement soudé et fixé mécaniquement

Sur isolant apte à recevoir un revêtement d'étanchéité soudé, il est possible, en plus des fixations mécaniques propres à ce système, de souder en plein PARADIÈNE FM.

2.10.1.3. Règles de substitution

La membrane PARADIÈNE FM peut être remplacée par PARADIÈNE FM R4 ou PARADIÈNE FM R4 Silver ou PARASTYRÈNE FM JS ou PREFLEX ou PARADIÈNE 35 SR4 ou PARAFOR SOLO S.

La membrane PARACIER G peut être remplacée par PARACIER G VV100 ou PARADIÈNE 30.1 GS ou PARADIÈNE 40.1 GS ou PARADIÈNE 40.1 GS SILVER ou PARAFOR 30.GS ou GRAVIFLEX ou PARAFOR JARDIN ou PARAFOR SOLO (version GS /FEGS/GFM/GFX/ GFX JS) ou par PARADIAL SFM.

2.10.1.4. Règles d'inversion

L'inversion des couches n'est pas admise.

2.10.1.5. Cas du PARASTYRENE FM JS

La membrane PARASTYRÈNE FM JS est équipée en surface, au niveau du recouvrement, d'un ruban adhésif de 10 mm de large qui permet de protéger le support du contact direct avec la flamme (cf. figures 2 et 3).

PARASTYRÈNE FM JS est posé directement sur les panneaux isolants (y compris en polystyrène expansé), avec un recouvrement longitudinal de 12 cm au minimum. La feuille est fixée mécaniquement en lisière, un lignage matérialise à 6 cm du bord de la feuille l'axe des fixations. Le film pelable du ruban adhésif est retiré et le recouvrement est marouflé au niveau du ruban. Les 10 cm restants du recouvrement sont ensuite soudés à l'aide d'un chalumeau à gaz propane traditionnel ou automatique.

Sur supports isolants de polystyrène expansé, le recouvrement transversal en about de lé est porté à 15 cm au minimum. Il comporte une zone non soudée de 5 cm fermée par pression manuelle de l'opérateur pendant la soudure sur 10 cm au minimum du recouvrement (cf. figure 2).

2.10.2. Répartition des fixations en partie courante, rives et angles

2.10.2.1. Principe de calcul et généralités

Principe de calcul

La densité des fixations n'est jamais inférieure à 3 fixations/m² soit un écartement de 37 cm maxi pour un entre axe de fixation de 0,90m.

Dans tous les cas, la répartition retenue sera telle que l'écartement entre fixations ne soit pas inférieur à 18 cm.

Elle est calculée :

- D'une part, sur la base de la résistance à l'arrachement ($W_{adm_{sr}}$) du système de fixation utilisé dans l'élément porteur à considérer par référence et au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, juin 2006) ;
- et
- D'autre part sur la valeur de dépression au vent calculée :
 - soit, par référence aux Règles NV 65 modifiées, en vent extrême, et au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, juin 2006), en fonction (cf. tableaux des écartements entre fixations en annexes D1 et E1) :
 - o des caractéristiques du bâtiment à savoir :
 - son élancement (proportions) et sa hauteur au faîtage,
 - la perméabilité à l'air des parois (bâtiment ouvert ou fermé),
 - la forme de ses versants (plans ou courbes) ;
 - o de la zone et du site de vent (zones 1 à 5, site normal ou exposé) ;
 - o de la zone en toiture (partie courante, rive et angle, édicule et émergences) ;
 - - soit par référence à l'Eurocode 1 P1-4 (référence NF EN 1991 1- 4) et son annexe de nationale (référence NF EN 1991-1-4 /NA) à l'Etat Limite Ultime, (cf. tableaux des écartements entre fixations en annexe D2 et E2) en fonction :
 - o des caractéristiques du bâtiment à savoir :
 - la forme et dimensions dont hauteur au faîtage,
 - la forme (plans ou courbes) et pente de ses versants ;
 - la perméabilité à l'air des parois (bâtiment ouvert ou fermé),
 - de la région climatique ;
 - de la catégorie de terrain ;
 - le coefficient d'orographie $c_0(z)$ est fixé à 1.
 - le coefficient de direction c_{dir} est fixé 1. ;
 - le coefficient structural $c_{s_{cd}}$ est fixé à 1.
 - o de la zone en toiture partie courante (H et I), rive (G) et angle (F), édicule et émergences) :

Les coefficient $C_{pe,10}$ et $C_{pe,4}$ sont donnés dans les *tableaux 5 à 5 ter de l'e-Cahier du CSTB 3779 de février 2017 – Méthode simplifiée pour la détermination du vent selon l'Eurocode 1 P1 4/NA.*

Effort admissible de référence selon NV 65 / Valeur de calcul à l'ELU

L'effort admissible ou la valeur de calcul à l'ELU par fixation des systèmes de référence, $W_{adm_{sr}}$, est défini conformément au paragraphe 4.2 - 1^{er} Cas du CPT Commun de l'*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006 :

1) En partie courante avec la feuille PARADIÈNE FM (ou PARADIÈNE FM R4 ou PARASTYRÈNE FM JS) fixée mécaniquement avec un attelage dont la plaquette est carrée et d'épaisseur 0,8 mm :

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 607 \text{ N/fixation}$$

Avec $W_{adm} = 607 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,380 \text{ N}$ sur élément

porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis IRF 4,8 x L, de Ø 4,8 mm ;
- D'une plaquette IRF 40 x 40, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier revêtu ZN,

de la Société SFS Intec et de $P_{k_{ft}} = 1\,380 \text{ N}$.

2) En partie courante avec la feuille PARADIÈNE FM (ou PARADIÈNE FM R4 ou PARASTYRÈNE FM JS) fixée mécaniquement avec un attelage dont la plaquette est oblongue et d'épaisseur 1 mm :

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 675 \text{ N/fixation}$$

Avec $W_{adm} = 675 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur. L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis IR2, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'une plaquette IR 82 $\times$ 40, de dimensions 82 $\times$ 40 $\times$ 1 mm en acier avec protection aluzinc ;

de la Société SFS Intec et de $P_{k_{ft}} = 1\,340 \text{ N}$.

3) En partie courante avec la feuille PARADIÈNE FM (ou PARADIÈNE FM R4 ou PARASTYRÈNE FM JS) fixée mécaniquement avec un attelage avec fût polyamide PA6 TPA 50 de la Société SFS Intec:

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 481 \text{ N/fixation}$$

Avec $W_{adm} = 481 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur (cf. Annexe E).

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis BS-4.8xLde $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'un fût et rondelle plastique, TPA 50 de la Société SFS Intec et de $P_{k_{ft}} = 1\,340 \text{ N}$;

4) En partie courante avec la feuille PARADIÈNE FM (ou PARADIÈNE FM R4 ou PARASTYRÈNE FM JS) fixée mécaniquement avec un attelage avec fût polyamide PA6 ETANCOPLAST HP4L $\varnothing$ 40 :

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 414 \text{ N/fixation}$$

Avec $W_{adm} = 414 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur (cf. Annexe E).

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis EGB 1.5TT 4,5x100 de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'un fût et rondelle plastique, ETANCOPLAST HP4L $\varnothing$ 40 de la Société ETANCO et de $P_{k_{ft}} = 1\,340 \text{ N}$.

Cas des rives et angles

Comme pour les parties courantes, la répartition des fixations retenue sera telle que leur écartement ne soit pas inférieur à 18 cm.

Cas de la couche de renfort PARADIÈNE FM avec rangée(s) complémentaire(s) de fixations

Lorsque les espacements calculés des attelages de fixation mécanique sont inférieurs à 18 cm, il est nécessaire de prévoir des rangées complémentaires de fixations sur la feuille PARADIÈNE FM, selon le principe de la figure C1,2 de l'Annexe C1 (pour calcul selon les Règles NV 65) et de la figure C2,2 de l'annexe C2 (pour calcul selon l'Eurocode 1 P1-4/NA).

Pour assurer la continuité de l'étanchéité de la première couche, ces fixations sont recouvertes par une pièce d'étanchéité de 0,15 m $\times$ 0,15 m ou une bande de 0,15 m de large, en PARADIÈNE FM soudée.

L'écartement des fixations est identique à celui des fixations en lisière du PARADIÈNE FM / PARADIÈNE FM R4 / PARASTYRÈNE FM JS. La présence des rangées complémentaires de fixations est notée « + FC1 » et « + FC2 » dans les tableaux en annexe :

- Pour les cas notés « + FC1 » : la feuille de première couche PARADIÈNE FM comprend une ligne complémentaire de fixations en pleine feuille entre celles prévues sous recouvrement ;
- Pour les cas notés « + FC2 » : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend deux lignes complémentaires de fixations entre celles prévues sous recouvrement.

Fixations en pied de relevé

Les fixations au pied de tous les relevés sont situées à moins de 0,20 m du relevé. Leur écartement est inférieur ou égal à 25 cm.

2.10.2.2. Répartitions précalculées des fixations mécaniques

Généralités

L'effort admissible des systèmes de référence du procédé $W_{adm_{sr}}$, selon l'e-Cahier du CSTB 3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », de juin 2006 est défini dans le tableau suivant :

Attelage de fixation	Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{sr}}$ selon la norme NF P 30 - 313	Effort admissible au vent extrême ou vent ELU par fixation $W_{adm_{sr}}$ retenu pour le présent DTA	Répartitions des fixations
Attelage métallique de référence cf. Annexe B1			
IRF Ø4,8 et IRF 40 x 40	1380 N	607 N/fixation	Annexes D1 et D2
IR2Ø4,8 et IR 82 x 40	1340 N	675N/ fixation	Calculs particuliers ou Annexes D1 et D2
Attelage plastique de référence cf. Annexe B2			
ETANCOPLAST HP4 LØ 40 et EGB 1.5TTT Ø 4,8	1340 N	414 N/fixation	Annexes E1 et E2
TPA 50 et BS-4,8	1340 N	481 N/fixation	Calculs particuliers ou Annexes E1 et E2

Répartitions précalculées des fixations mécaniques métalliques

Les tableaux précalculés en annexe D1 et en annexe D2, ont été établis sur la base :

- 1) L'effort à prendre en compte par fixation, $W_{adm_{sr}}$, est indiqué au § 2.10.2.1 ci-avant avec l'attelage IRF 4,8 x L et IRF 40 x 40 de la Société SFS Intec :

$$W_{adm_{sr}} = 607 \text{ N/fixation}$$

- 2) Et, en prenant en compte une résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1340 \text{ N}$ des attelages, ce qui correspond, selon les tableaux A1 et A2 de l'Annexe A, aux valeurs suivantes :

- En travaux neufs :
 - o $P_{k_{ft}}$ ou $Q_{ft} \geq 1340 \text{ N}$ sur élément porteur en maçonnerie,
 - o $P_{k_{ft}} \geq 1340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée, bois - panneaux à base de bois,
 - o $P_{k_{ft}} \geq 1467 \text{ N}$ sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;
- En travaux de réfections :
 - o $P_{k_{ft}}$ ou $Q_{réel}$ sur élément porteur en maçonnerie,
 - o $P_{k_{ft}} \geq 1340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée,
 - o $P_{k_{réel}}$ sur élément porteur en bois - panneaux à base de bois,
 - o $0,7 P_{k_{réel}}$ sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

La valeur E est indiquée dans les tableaux D1.1 à D1.3 et D2.1 à D2.9 selon les cas de bâtiment. Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant l'écartement de la fixation suivante.

Sur demande de l'entreprise, Siplast-Icopal SAS apporte son Assistance Technique pour le calcul de la répartition des fixations mécaniques.

Répartitions précalculées des fixations mécaniques à fût plastique

Les tableaux précalculés en annexe E1 et en annexe E2, ont été établis sur la base :

- 1) L'effort admissible par fixation, $W_{adm_{sr}}$, est indiqué au § 2.10.2.1 ci avant avec l'attelage avec fût polyamide ETANCOPLAST HP4L Ø 40 :

$$W_{adm_{sr}} = 414 \text{ N/fixation}$$

- 2) Et en prenant en compte une résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1340 \text{ N}$ des attelages sur élément porteur en tôle d'acier nervurée.

Par références aux Règles NV 65 modifiées, en vent extrême

Les tableaux D1.1 à D1.3 de l'Annexe D1 et E1.1 à E1.3 de l'Annexe E1 indiquent les densités de fixations précalculées pour 3 cas simplifiés concernant des bâtiments de forme courante et de hauteur $\leq 20 \text{ m}$, dont les dimensions respectent les proportions suivantes :

$$h \leq 0,5 a$$

et $h \leq b$ dans le cas des versants plans

avec h = hauteur

a = longueur

b = largeur

flèche = f dans le cas des versants plans

avec $f \leq 0,5 h$

qui conduisent à un coefficient d'élancement $\gamma_0 = 1$ selon les Règles NV 65 modifiées, en considérant le vent extrême.

Par référence à la méthode simplifiée pour la détermination de l'action du vent selon l'Eurocode 1 P1-4/NA

Application aux toitures recevant des procédés isolants supports d'étanchéité et des revêtements d'étanchéité sous Avis Technique (*e Cahier du CSTB 3779*, février 2017) qui concerne les toitures terrasses planes, toitures inclinées, ou aux toitures courbes de bâtiments à section rectangulaire, telles que définies dans la norme NF EN 1991-1-4 (§ 7.2.3 et § 7.2.4 de l'Eurocode).

Les tableaux D2.1 à D2.9 et de l'Annexe D2 et E2.1 à E2.9 et de l'Annexe E2 indiquent les densités de fixations précalculées pour des cas simplifiés concernant des bâtiments à base rectangulaire et de hauteur ≤ 20 m.

2.10.2.3. Attelages de fixation mécanique admis

Les attelages de fixation mécanique de référence sont décrits en § 2.10.2.1 du Dossier Technique.

D'autres modèles d'attelages de fixations métalliques (éléments de liaison ou plaquettes), sont admis sous réserve de respecter les règles d'adaptation figurant en Annexe A. Les attelages titulaires d'un ETE peuvent aussi être employés après validation par l'Assistance Technique de Siplast-Icopal SAS I, tout en respectant cette Annexe A.

Siplast-Icopal SAS peut apporter son Assistance Technique au calcul du $W_{adm,ns}$ de l'attelage de fixation mécanique et à l'étude des densités et répartitions des fixations.

Lorsque la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) des isolants supports est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des Caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique sont de type « solide au pas » (cf. § 2.4.5).

2.10.2.4. Cas des bâtiments non visés au § 2.10.2.2 et § 2.10.2.3

Pour des bâtiments non visés au § 2.10.2.2 et 2.10.2.3 du Dossier Technique, les calculs de densité de fixations sont à mener avec les principes du CPT Commun de l'*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006.

Pour tous ces cas de bâtiments, Siplast-Icopal SAS peut apporter son Assistance Technique à l'étude des densités et répartitions des fixations.

2.11. Relevés

Les reliefs et relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 P1 concernée.

Les feuilles d'étanchéité utilisées en relevé sont soudées à joints décalés, avec talon de 10 cm pour la première couche et 15 cm pour la seconde couche.

Les reliefs en bois et panneaux de contreplaqués sont traités avec sous-couche clouée conformément au NF DTU 43.4 P1.

Sur relief en béton ou en acier non isolés imprégnés à l'EIF, le relevé comprend (cf. figures 5 et 6) :

- Une équerre de renfort en PARÉQUERRE (ou PARADIÈNE 35 SR4) soudée en talon sur 10 cm au minimum et verticalement. Le talon débord des fixations de 4 cm au minimum, ce débord peut être assuré par un empiècement en PARADIÈNE FM ;
- Un relevé en PARADIAL S soudé avec talon de 15 cm au minimum dont au moins 5 cm débordent de l'équerre de renfort. PARADIAL S peut être remplacé par PARADIAL SFM, SUPRADIAL GS, VERCUIVRE S, VERINOX S, PARAFOR SOLO GS / MPGS / FEGS(A) / FEGS(B) ou PARAFOR SOLO GFM / GFM-3 / GFX.

2.12. Ouvrages particuliers

2.12.1. Noues

Elles sont traitées à l'identique des parties courantes.

2.12.2. Evacuations des eaux pluviales, pénétrations

Les dispositifs d'évacuation des eaux pluviales et leur raccordement au revêtement d'étanchéité sont conformes aux normes NF DTU série 43 P1.

Le raccordement du revêtement d'étanchéité aux entrées d'eaux pluviales se fait avec une pièce de renfort PARADIÈNE FM soudée sous la platine métallique et sur le PARADIÈNE FM. Les platines sont fixées à l'élément porteur (4 fixations au minimum).

Sur élément porteur en tôle d'acier nervurée ou en bois ou panneaux à base de bois, les platines sont fixées à l'élément porteur par 4 fixations au minimum.

2.12.3. Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont traités sur costières conformément à la norme NF DTU série 43 P1 concernée, ou à l'Avis Technique Néodyl.

Sur élément porteur en maçonnerie, dalles de béton cellulaire, bois et panneaux à base de bois, les joints de dilatation peuvent également être traités conformément à l'Avis Technique Néodyl.

2.12.4. Chemins de circulation

Collage des dalles DALLE PARCOURS à la colle PAR à raison de 5 plots par dalle (environ 400 grammes), le renforcement s'effectue sur 1 m environ dans les zones de circulation (pente ≤ 20 %).

Ils peuvent également être réalisés comme suit (pente $\leq 50\%$) : après réchauffage au chalumeau du granulat d'autoprotection de partie courante, la feuille PARAFOR 30 GS ou PARAFOR SOLO GS (ou PARAFOR SOLO GFM) de couleur différente est soudée.

2.12.5. Terrasses techniques et zones techniques

Les Documents Techniques d'Application de certains isolants peuvent exclure la pose en terrasses techniques ou en zones techniques.

Le revêtement pour terrasses techniques et zones techniques est défini au tableau 1. En variante, elles peuvent être traitées sur toute leur surface comme les chemins de circulation.

2.13. Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, l'ouvrage et la couche isolante sont mis hors d'eau ainsi : une bande de PARADIÈNE FM est soudée sur le pare-vapeur adhérent bitumineux (dans le cas où celui-ci n'est pas adhérent, il faut qu'il soit fermé en périphérie) ou sur les plages des tôles d'acier nervurées et sur le revêtement d'étanchéité en place, les équerres de renfort sont également soudées en périphérie et sur le revêtement en place.

2.14. Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)

Seuls, sont revendus les éléments porteurs en maçonnerie (type D non admis) et en tôles d'acier nervurées (type DTU 43.3 et grandes portées)

Le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (*e-Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008) s'applique avec notamment pour rappel :

- Pente $\geq 2\%$ pour la maçonnerie ;
- Pente $\geq 3\%$ pour les tôles d'acier nervurées ;
- Pente $\geq 1\%$ dans les noues, chéneaux.

2.14.1. Mise en œuvre du pare-vapeur

La mise en œuvre d'un pare-vapeur n'est pas obligatoire, sauf sur locaux chauffés. Lorsqu'il est prévu, le tableau 2b s'applique pour le choix et la mise en œuvre du pare-vapeur.

2.14.2. Etanchéité des parties courantes et relevés

Les revêtements sont identiques à ceux prévus dans les départements européens. Dans tous les cas, la hauteur de relevé sera au minimum de 15 cm.

2.14.3. Evacuation des eaux pluviales

L'intensité pluviométrique à prendre en compte ainsi que le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales sont indiqués dans les Documents Particuliers du Marché (DPM).

Nota : le cahier 3644 donne des exemples de dimensionnement pour des débits de 4,5 et 6 l/m².min.

2.15. Entretien et réparation

L'entretien minimal de la toiture est celui prescrit par la norme NF DTU série 43 concernée.

2.16. Résultats expérimentaux

Rapports d'essai à la chambre hypobare du CSTC :

- n° 651 XE 392 du 30 avril 2004.
- n° 651 XH 415 du 7 août 2009.
- n° 651 XJ 161 du 10 février 2012.
- n° 651 XH 415 du 5 février 2013.
- Rapport d'essai de résistance au vent n° CAR 17299-2 du CSTC du 15 janvier 2018.
- Rapport d'essai de résistance au vent n° CAR 17299-4 du CSTC du 13 mars 2018.

Rapport du laboratoire Group R&D Siplast-Icopal SAS :

- Résistance au poinçonnement statique (norme NF EN 12730 - méthode A), n° GRD/LLR/06-107 du 19 juin 2006.
- Résistance au choc (norme NF EN 12691 : 2006), n° GRD/LLR/06-108 du 19 juin 2006.
- Souplesse à basse température (norme NF EN 1109), n° GRD/LLR/ 06-134 du 7 juillet 2007.
- n° 651 XE 392 du 30 avril 2004.

Rapport d'essais du CSTB :

- n° TO04-017/1 du 7 septembre 2004, selon les normes NF EN, résistance et allongement à la rupture, déchirure au clou, stabilité dimensionnelle, poinçonnements statique et dynamique.
- Procès-verbal de classement au feu extérieur n° RS16-053/A du 17 août 2016, classement Broof(t3) « PARADIÈNE FM R4+ PARADIÈNE 30.1 GS »

- Procès-verbal de classement au feu extérieur n° RS16-053/B du 17 août 2016, classement Broof(t3) « PARADIÈNE FM R4+ PARADIÈNE 30.1 FE3 GS »

2.17. Références

2.17.1. Données Environnementales et Sanitaires¹

Le procédé Paracier FM fait l'objet d'une Déclaration environnementale (DE).

Les données issues des DE ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés. Les FDES sont téléchargeables sur le site www.siplast.fr.

2.17.2. Autres références

Le procédé Paracier FM est utilisé depuis septembre 1990.

Les applications couvrent dans l'ensemble plus de 33 000 000 m² de toiture, dont plus de 250 000 m² en PARASTYRÈNE FM JS depuis 2006 et plus de 740 000 m² en Paradiat SFM depuis 2005.

Depuis 2009, les granulés Noxite® ont été produits pour couvrir plus 300.000 m² de toiture.

¹ Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS

2.18. Annexes du Dossier Technique

Annexe A – Règles d'adaptation de la densité de fixation à d'autres attelages métalliques et à d'autres éléments porteurs en travaux neufs et de réfections

A.1 - Définitions

Le procédé a été évalué au caisson de vent sur tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur avec un « système de fixation de référence » de la Société SFS Intec, à Valence (Drôme) :

Attelage de référence (sr)	Pkft	Wad avec Paradiène FM
vis IRF 4,8 × L (Ø 4,8 mm) + plaquette IRF 40 × 40 (épaisseur 0,8 mm)	1 380 N	607 N
vis IR2 (Ø 4,8 mm) + plaquette IR 82 × 40 (épaisseur 1 mm)	1 340 N	675 N

Pour tout autre « nouveau système » (autre élément porteur et/ou fixation : vis, cheville, clou etc. et plaquettes de répartition), il convient de respecter les présentes Règles d'adaptation issue du CPT commun « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006).

Abréviation	Définition
sr	Système de référence testé au caisson de vent
ns	Nouveau système correspondant au système à évaluer
ft	Fiche technique du fabricant décrivant l'attelage de fixation mécanique
Pk	Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage de fixation mécanique, ensemble élément de liaison + plaquette, déterminée selon NF P 30-313
R _{ns}	Résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système
D	Densité de fixation en u/m ²
A	Nuance de l'acier support
e	Épaisseur du support
Q	Charge limite de service d'un ancrage dans le béton
CR	Classe de résistance à la compression du béton
ρ	Masse volumique du béton cellulaire

A.2 - Domaine de validité des adaptations

La densité de fixations du nouveau système « D_{ns} » doit être ≥ 3 fixations /m².

L'espacement entre fixations « E » d'une même rangée doit être ≥ 18 cm pour les TAN conformes au DTU 43.3 et au *e-cahier du CSTB 3537*.

A.3 - Exigences concernant les plaquettes de répartition

Il est rappelé que, en conformité aux normes NF DTU série 43, l'utilisation dans le nouveau système « ns » de plaquettes différentes de celles du système de référence « sr » est possible aux conditions suivantes :

- Les plaquettes sont admises avec leur P_{kft} ;
- L'épaisseur et la nuance d'acier sont ≥ à celles de la plaquette référence ;
- Les dimensions respectent les conditions suivantes :
 - Plaquette IRF 40 × 40 :
 - o si la plaquette du « ns » est ronde, son Ø doit être supérieur ou égal à 56,6 mm (« sr »),
 - o si la plaquette du « ns » est carrée ou oblongue, ses dimensions doivent être ≥ 40 mm ;
 - Plaquette IR 82 × 40 :
 - o si la plaquette du « ns » est ronde, son Ø doit être supérieur ou égal à 91,2 mm (« sr »),
 - o si la plaquette du « ns » est carrée, ses dimensions doivent être ≥ 82 mm,
 - o si la plaquette du « ns » est oblongue, ses dimensions doivent être ≥ 82 (ou 80) × 40 mm et disposée dans le même sens.

Conformément à la *figure A1* de la page suivante, les recouvrements entre feuilles d'étanchéité sont adaptés pour respecter les valeurs x et y prescrites, soit x ≥ 10 mm et y ≥ 30 mm.

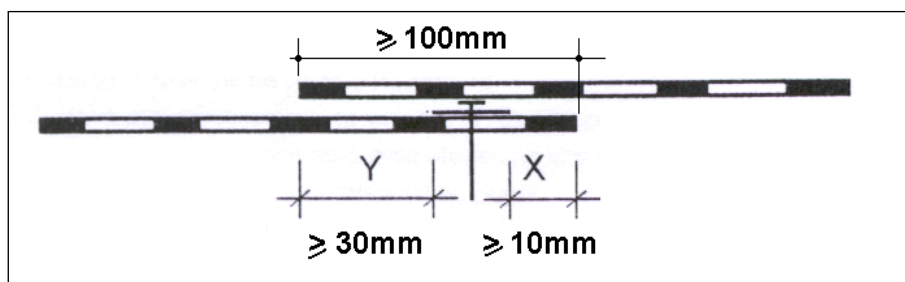


Figure A1

A.4 - Exigences et valeurs de la résistance R_{ns} à retenir

Le tableau A1 (cas des travaux neufs) et le tableau A2 (cas de la réfection) donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur ;

La résistance à la corrosion exigée pour les attelages complets (élément de liaison + plaquette) par référence à l'essai dit « Kesternich », avec 2 litres de SO_2 et présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006.

La résistance caractéristique « R_{ns} » à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (D_{ns}).

A.5 Détermination de la densité de fixations D_{ns} du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les tableaux A1 et A2, les règles d'adaptation sont les suivantes :

a) Pour les attelages de référence avec une plaquette carrée :

- si R_{ns} (en N) ≥ 1380 N, alors $W_{admns} = 607$ N/fixation ;
- Si R_{ns} (en N) < 1380 N, alors $W_{admns} = 607 \times \frac{R_{ns}}{1380}$ en N/fixation.

b) Pour les attelages de référence avec une plaquette oblongue :

- si R_{ns} (en N) ≥ 1340 N, alors $W_{admns} = 675$ N/fixation ;
- Si R_{ns} (en N) < 1340 N, alors $W_{admns} = 675 \times \frac{R_{ns}}{1340}$ en N/fixation.

La densité corrigée de fixation à prévoir pour le nouveau système est « D_{ns} », avec :

« D_{ns} » = pression de vent / W_{admns}

- avec D_{ns} conforme au § A.2,
- avec pression de vent extrême calculée en fonction de la zone, du site, de la hauteur du bâtiment, de la forme du versant, de la zone de toiture (partie courante, rive et angle) selon les Règles NV 65 modifiées.

Tableau A1 – Travaux neufs

Exigences	Élément porteur					
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	Béton de granulats courants
	Pleine	Perforée ⁽⁴⁾	Crevée ⁽⁴⁾			
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ Matériau de même type	$\rho_{ns} \geq \rho_{ft}$	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	Vis Ø 4,8 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾		Cheville à clou déporté	
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à faible et moyenne hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	Acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à forte hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾
Pk minimal (daN)	90	90	90	90	90	
Valeur de R_{ns} à retenir	Pk_{ft}	$Pk_{ft}^{(5)}$	$Pk_{ft}^{(5)}$	$Pk_{ft}^{(7)}$	$0,9 Pk_{ft}^{(6) (7)}$	valeur mini (Pk_{ft} ou Q_{ft}) ^{(7) (8)}

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

1. Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
2. Classes d'hygrométrie selon les normes NF DTU série 43.
3. Certains panneaux isolants (par exemple, mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières, cf. Document Technique d'Application particulier.
4. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
5. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
6. La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
7. La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
8. Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service correspondant à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 2 mm ; le dispositif de fixation doit permettre ce déplacement de 2 mm sans désaffleurement de la tête de fixation. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur Q_{ft} est supérieure à la résistance caractéristique Pk_{ft} indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).
9. Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006.
10. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Tableau A2 – Travaux de réfections

Exigences	Élément porteur					
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	Béton de granulats courants
	pleine	perforée (4)	crevée (4)			
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	e_{ns} Matériau de même type	ρ_{ns}	CR_{ns}
Identification de l'élément de liaison	Vis Ø 4,8 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 6,3 mini	Vis Ø 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet Ø 4,8 mini ⁽¹⁾		Cheville à clou déporté	
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à faible et moyenne hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	Acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à forte hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	15 cycles avec surface rouille $\leq 15\%$ ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾
Pk minimal (daN)	90	90	90			
Valeur de R_{ns} à retenir	Pk_{ft}	$Pk_{ft}^{(5)}$	$Pk_{ft}^{(5)}$	$Pk_{réel}^{(7)}$	$0,7 Pk_{réel}^{(6) (7)}$	valeur mini (Pk_{ft} ou $Q_{réel}$) ^{(7) (8)}

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

- Rivet conforme au NF DTU 43.3 P1-2 avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.
- Classes d'hygrométrie selon les normes NF DTU série 43.
- Certains panneaux isolants (par exemple, mousse phénolique - Résol) présentent des exigences particulières, cf. Document Technique d'Application particulier.
- Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
- La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
- La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
- Le $Pk_{réel}$ ou $Q_{réel}$ s'évalue par mesures *in situ* selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :
 - les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
 - chaque zone fait l'objet d'un minimum de 15 essais et d'un rapport d'essai distinct.
 La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système à la mise en œuvre doit être au moins égale à celle des essais préparatoires *in situ*.
- Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service. La connaissance des deux valeurs est nécessaire : si la valeur issue des essais sur chantier $Q_{réel}$ est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation Pk_{ft} , la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).
- Attelages complets présentant une surface de rouille $\leq 15\%$ à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006.
- Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

Annexe B1 – Attelages de fixation mécanique admis pour le revêtement d'étanchéité- Attelages métalliques

Préambule :

L'attelage des systèmes de référence est :

- VIS IRF 4,8 × L + plaquette IRF 40 × 40 (40 × 40 × 0,8 mm), de $P_{kft} = 1\,380\text{ N}$, de la Société SFS Intec, à Valence ;
ou
- Vis IR2 4,8 × L + plaquette IR 82x 40 (épaisseur 1mm), de $P_{kft} = 1\,340\text{ N}$, de la Société SFS Intec

Tableau B.1 – Élément porteur en maçonnerie ⁽¹⁾

Fabricant	Nom ⁽²⁾	Wadm	P_{kft} ou Q_{ft} (N) ⁽³⁾	Solide au pas
SFS Intec	Vis TI 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	607	$Q_{ft} = 1\,830$ ⁽⁴⁾	
	Vis TI 6,3 × L + plaquette IF/IGC 82 × 40	607	$Q_{ft} = 1\,830$ ⁽⁴⁾	
LR Étanco	Vis BETOFAST TH DF + plaquette 82 × 40 R	607	$Q_{ft} = 2\,370$ ⁽⁵⁾	♣

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (cf. § 2.4.5).
 (1) Maçonnerie selon la norme NF DTU 20.12.
 (2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.
 (3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.
 (4) Dans un béton C20/25 - ancrage $\geq 20\text{ mm}$.
 (5) Dans un béton C20/25 - ancrage $\geq 35\text{ mm}$.

Tableau B.2 – Élément porteur en dalles de béton cellulaire autoclavé armé de masse volumique 500 kg/m³

Fabricant	Nom (1)	Wadm	P_{kft} (N) ⁽²⁾	Solide au pas
SFS Intec	Vis LBS-S 8,0 × L + plaquette IG8-C 82 × 40	607	1 470 ^{(3) (4)}	
LR Étanco	Vis MULTIFAST TB Inox + plaquette 40 × 40	566	1 250 ^{(3) (5) (6)}	
	Vis MULTIFAST TB Inox + plaquette 82 × 40 R	566	1 250 ^{(3) (5) (6)}	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.
 (2) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.
 (3) Élément de liaison en acier inoxydable austénitique A2.
 (4) Ancrage $\geq 60\text{ mm}$.
 (5) Ancrage $\geq 55\text{ mm}$.
 (6) Le $W_{adm_{ns}}$ est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.

Tableau B.3 – Élément porteur en tôles d'acier nervurées pleines conformes au NF DTU 43.3 P1-2⁽¹⁾

Fabricant	Nom ⁽²⁾	Wadm	Pk _{ft} (N) ⁽³⁾	Solide au pas
SFS Intec	Vis IR2-4,8 × L + plaquette IR 82 × 40	607	1 340	♣
	Vis IR2-C 4,8 × L + plaquette PR 40 × 40 AL	607	1 340	♣
	Vis IR2-S 4,8 × L + plaquette IR 82×40	607	1 340 ⁽⁴⁾	♣
	Clou TPR 6,3 × L + plaquette IRD 82×40	607	1 750	
LR Étanco	Vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	607	1 520	♣
	Vis EVB DF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	607	1 350	♣

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (§ 2.4.5).
 (1) TAN en acier galvanisé ≥ S 320 GD et conformes au NF DTU 43.3.
 (2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.
 (3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.
 (4) Élément de liaison en acier inoxydable austénitique A4.

Tableau B.4 – Élément porteur en tôles d'acier nervurées perforées ou crevées conformes au NF DTU 43.3 P1-2⁽¹⁾

Fabricant	Nom ⁽²⁾	Pk _{ft} (N) ⁽³⁾		Solide au pas
		Trou Ø 5 mm	Acier crevé	
LR Étanco	Vis FASTOVIS 3036 TF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 500	1 400	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (cf. § 2.4.5).
 (1) TAN en acier galvanisé ≥ S 320 GD et conformes au NF DTU 43.3.
 (2) Attelages définis dans la fiche technique du fabricant.
 (3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.

Tableau B.5 – Élément porteur en bois et panneaux à base de bois conforme au NF DTU 43.4 P1-2⁽¹⁾

Fabricant	Nom ⁽²⁾	Wadm	Pk _{ft} (N) ⁽³⁾	Solide au pas
SFS Intec	Vis IG 6,0 × L + plaquette IRD 82 × 40	607	1 970 ⁽⁴⁾	
	Vis IWT 5,0 × L + plaquette IRC/W 82 × 40	607	1 630 ⁽⁴⁾	
LR Étanco	Vis EVF 2C + plaquette 82 × 40 R SC	607	1 500 ⁽⁴⁾	
	Vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	607	1 500 ⁽⁴⁾	♣

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : Attelage solide au pas (cf. § 2.4.5).
 (1) Bois, panneaux de particules et de contreplaqué conformes au NF DTU 43.4.
 (2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.
 (3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.
 (4) Dans un support d'épaisseur ≥ 18 mm et conforme à ceux du NF DTU 43.4 P1.

Annexe B2 – Attelages à rupture de pont thermique (fût plastiques)

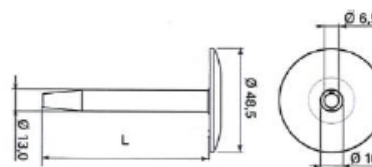
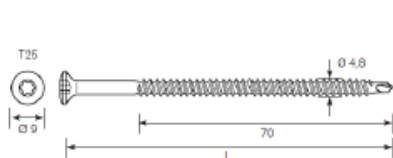
Les attelages des systèmes de référence solide au pas sont les suivants :

Figure B2.1 - Vis BS-4.8 x L de diamètre 4,8mm + fût et rondelle plastique en Polyamide TPA 50, de Pkft = 1 340 N, de la Société SFS Intec, à Valence

Désignation de la fixation

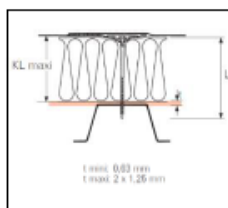
Vis: BS-4.8xL (mm)

Plaquettes: TPA50 Gris foncé



Domaine d'application:

Fixation de revêtement d'étanchéité sur bac acier plein



Description de la fixation

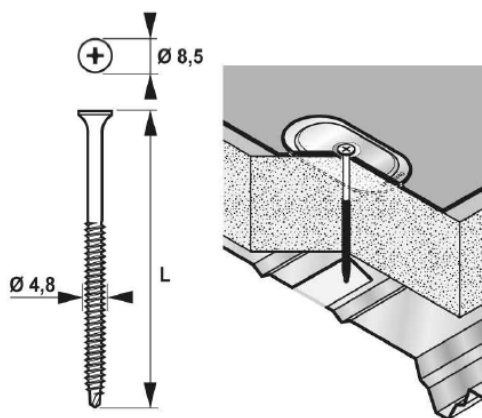
Vis: BS-4.8xL

- Tête cylindrique bombée de Ø=9mm
- Empreinte TORX® T25
- Capacité de perçage acier maxi: 2 x 1.25mm
- Longueur sous tête: L = 60-80-100-120-140-160-180-200mm

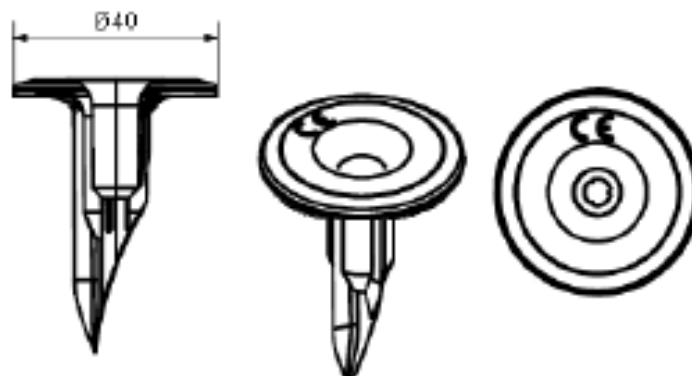
Plaquettes: TPA50 gris foncé

- Diamètre de la tête: 48,5mm
- Diamètre extérieur du tube extérieur: 13mm
- Longueur: 40-70-100-130-160-190-230mm

Figure B2.2 - Vis EGB 1.5TT 4,5x100 de diamètre 4,8mm x L + fût et rondelle plastique en polyamide Etancoplast HP4LØ40, de Pkft = 1 340 N, de la Société Etanco



ETANCOPLAST HP4 L Ø 40



Description

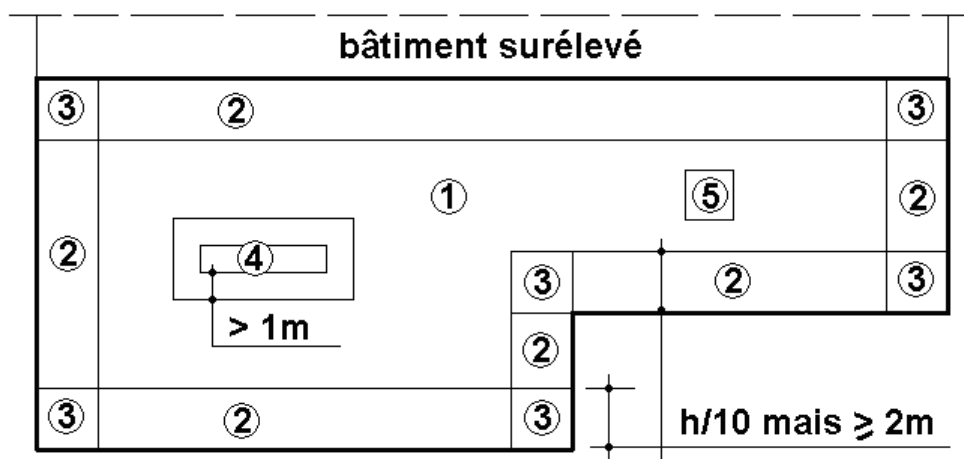
Vis autoperceuse Ø 4,8 mm
Tête trompette Ø 8,5 mm - Empreinte Phillips n°2
Pas 1,59 mm - Pointe foret

Capacité de perçage CP : 0,75 à 1,5 mm de tôle acier

Annexe C0 – Choix de méthode de calcul de densité de fixations suivant l'élément porteur.

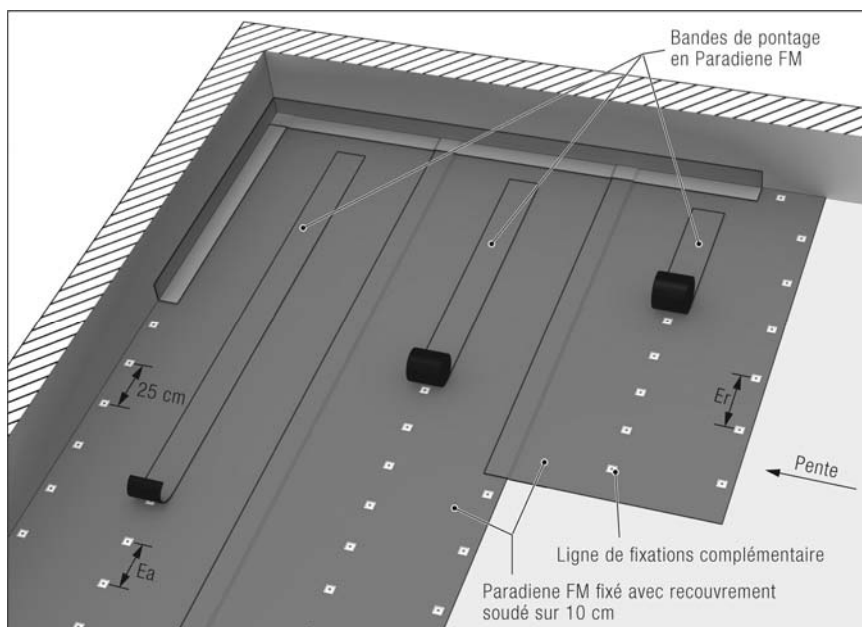
	Elément porteur	Approche de dimensionnement de l'élément porteur	Méthode de Dimensionnement admises pour le revêtement d'étanchéité	Densité de fixations minimale et écartement maximal entre fixation à prendre en compte
France Métropolitaine	Maçonnerie	Selon les Eurocodes	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe D.2 et E.2 du DTET
	Béton cellulaire autoclavé armé	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe D.1 et E.1 du DTET
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe D.2 et E.2 du DTET
	CLT	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe D.1 et E.1 du DTET
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe D.2 et E.2 du DTET
	TAN conformes au NF DTU 43.3 pour bâtiment <20m décrites au paragraphe 2.9.4.1	Selon DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe D.1 et E.1 du DTET
		Selon le DTU 43.3 suivant les prescriptions décrites au paragraphe « <i>Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4</i> » du 2.9.4.1	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 et les prescriptions décrites au paragraphe « <i>Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4</i> » du 2.9.4.1	Annexe D.2 et E.2 du DTET
DROM	TAN conformes au DTU 43.3 pour bâtiment >20m non décrites au paragraphe 2.9.4.1 du DTET	Selon le DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe D.1 et E.1 du DTET
	TAN grandes portées conformes au cahier CSTB 3537_V2	Selon le Cahier CSTB 3537_V2		
	Panneaux bois conformes au NF DTU 43.4	Selon le DTU 43.4		
		Selon les Eurocodes	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe D.2 et E.2 du DTET
DROM	Maçonnerie	Selon les Eurocode	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe D.2 et E.2 du DTET
	TAN	Selon le Cahier CSTB 3644	NV 65 modifiées	Annexe D.1 et E.1 du DTET

Annexe C1 – Zonage de la toiture et fixations complémentaires selon les Règles NV 65 modifiées



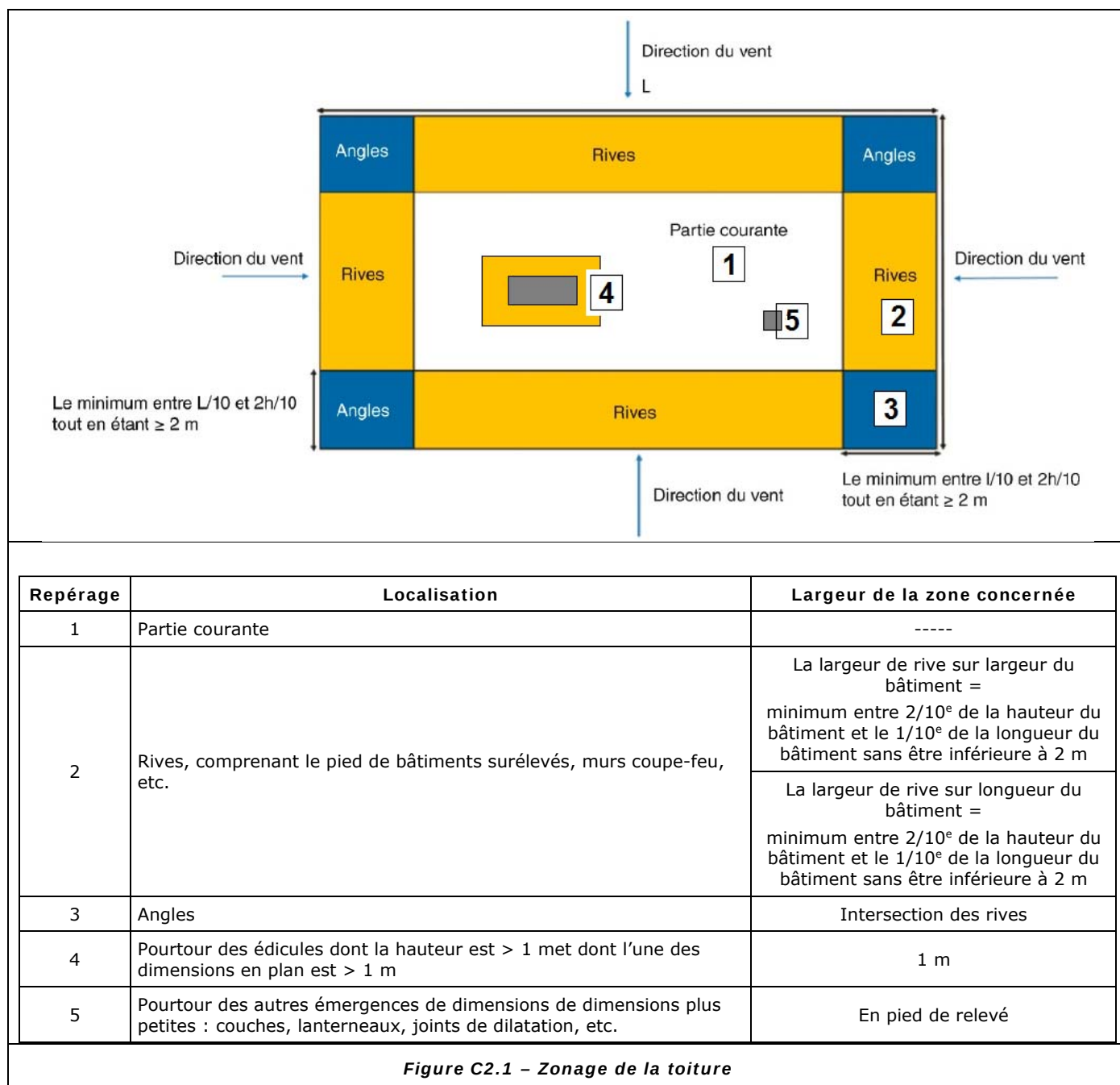
Repérage	Localisation	Largeur de la zone concernée
1	Partie courante	-----
2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu, etc.	$1/10^{\text{e}}$ de la hauteur du bâtiment sans être inférieure à 2 m
3	Angles	Intersection des rives
4	Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m	1 m
5	Pourtour des autres émergences de dimensions plus petites : couches, lanterneaux, joints de dilatation, etc.	En pied de relevé

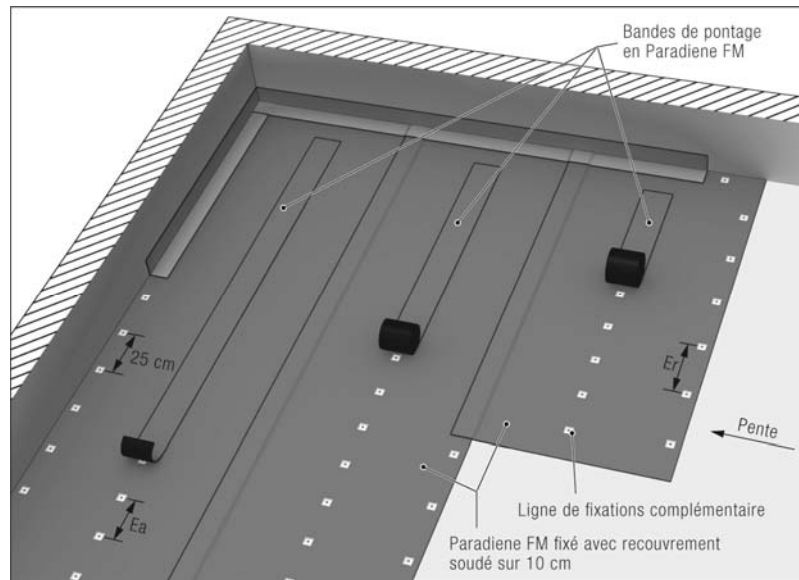
Figure C1.1 – Zonage de la toiture



Figures C1.2 – Fixations complémentaires

**Annexe C2 – Zonage de la toiture et fixations complémentaires selon méthode
simplifiée l'Eurocode 1 P1-4/NA
(e-Cahiers du CSTB 3779 – février 2017)**





Figures C2.2 – Fixations complémentaires

Annexe D1– Répartitions précalculées des fixations mécanique métallique pour un effort admissible $W_{admsr} = 607 \text{ N/fixation}$ pour des dépressions en toiture calculées selon les Règles NV 65 modifiées

Les tableaux D1.1 - D1.2 et D1.3 sont valables pour les feuilles de PARADIÈNE FM ou autres feuilles de substitution (cf. § 2.10.1.3) fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $W_{admsr} = 607 \text{ N/fixation}$ et un attelage de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,380 \text{ N}$.

Tableau D1.1 – Bâtiment ouvert ou fermé à versants plans travaux neufs maçonnerie ou béton cellulaire autoclavé armé ou réfections sur maçonnerie, TAN, bois ou panneaux à base de bois à l'exclusion d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas cf. tableau C12)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	37	37	37	35	36	29	30	25	22	19
	Angles	36	27	30	23	24	19	20	33 + FC1	30 + FC1	25 + FC1
$10 \text{ m} < h \leq 15 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	34
	Rives	37	37	37	32	33	26	27	23	20	34 + FC1
	Angles	33	24	27	21	22	35 + FC1	18	30 + FC1	27 + FC1	23 + FC1
$15 \text{ m} < h \leq 20 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	32
	Rives	37	34	37	29	30	24	25	21	19	32 + FC1
	Angles	30	22	25	19	20	32 + FC1	34 + FC1	28 + FC1	25 + FC1	21 + FC1

Tableau D1.2 – Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment fermé - Neuf

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	35	32	26
	Rives	37	33	37	29	30	24	25	20	18	31 + FC1
	Angles	32	23	26	20	21	34 + FC1	35 + FC1	29 + FC1	26 + FC1	22 + FC1
$10 \text{ m} < h \leq 15 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	32	29	24
	Rives	37	30	34	26	27	21	22	19	34 + FC1	28 + FC1
	Angles	29	21	24	18	19	31 + FC1	32 + FC1	27 + FC1	24 + FC1	20 + FC1
$15 \text{ m} < h \leq 20 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	34	36	30	27	22
	Rives	37	28	31	24	25	20	21	35 + FC1	31 + FC1	26 + FC1
	Angles	27	20	22	34 + FC1	18	28 + FC1	30 + FC1	25 + FC1	22 + FC1	18 + FC1

Tableau D1.3 – Versants plans – TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment ouvert - Neuf ou réfections

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	37	37	37	32	34	27	28	23	21	35 + FC1
	Rives	37	28	32	24	25	20	21	35 + FC1	32 + FC1	26 + FC1
	Angles	26	19	22	34 + FC1	35 + FC1	28 + FC1	29 + FC1	24 + FC1	22 + FC1	18 + FC1
$10 \text{ m} < h \leq 15 \text{ m}$	Courante	37	34	37	29	31	24	25	21	19	32 + FC1
	Rives	35	25	29	22	23	18	19	32 + FC1	29 + FC1	24 + FC1
	Angles	24	35 + FC1	20	30 + FC1	32 + FC1	25 + FC1	26 + FC1	22 + FC1	20 + FC1	25 + FC2
$15 \text{ m} < h \leq 20 \text{ m}$	Courante	37	32	36	27	28	23	24	20	18	20
	Rives	32	24	27	20	21	34 + FC1	18	30 + FC1	27 + FC1	22 + FC1
	Angles	22	33 + FC1	18	28 + FC1	29 + FC1	23 + FC1	24 + FC1	20 + FC1	18 + FC1	23 + FC2

Renvois des tableaux D1.1 à D1.3

(1) Pour l'élément porteur TAN.

+ FC1 : prévoir 2 lignes de fixations l'une en lisière et l'autre en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

+ FC2 : prévoir 3 lignes de fixations l'une en lisière et 2 autres en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

Annexe D2 – Répartitions précalculées des fixations mécanique métallique pour un effort admissible $W_{adm} = 607 \text{ N/fixation}$ pour des dépressions en toiture calculées selon méthode simplifiée l'Eurocode 1 P1-4/NA (e-cahier du CSTB3779 – février 2017)

Les tableaux D2.1 à D2.9 sont valables pour les feuilles de PARADIÈNE FM ou autres feuilles de substitution (cf. § 2.10.1.3) fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $W_{adm} = 607 \text{ N/fixation}$ et un attelage de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,380 \text{ N}$.

FC+1 signifie avec 1 ligne complémentaire de fixations à l'axe en pleine feuille avec pièce soudée par-dessus en Paradiène FM.

FC+2 signifie avec 2 lignes complémentaires de fixations à 33 cm des 2 bords en pleine feuille avec pièce soudée par-dessus en Paradiène FM.

Écartement entre fixations mécaniques dans le cas de versants plans $\leq 8,7\%$ pour des dépressions calculées à l'état limite ultime ELU selon Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4)

Tableau D2.1- Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde) - Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	-1,52	37	37	34	37	36	29	37	30	25	37	26	21
	Angles	-2,08	37	31	25	37	26	21	37	22	18	32	19	32+FC1
20	Courante	-0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	-1,52	37	36	30	37	30	25	37	25	22	33	11	19
	Angles	-2,08	37	26	22	33	22	18	28	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1

Tableau D2.2-Bâtiments ouverts- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection - Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,42	37	37	37	37	37	31	37	33	26	37	28	23
	Rives	-2,24	37	29	23	37	24	20	34	21	34+FC1	30	18	28+FC1
	Angles	-2,8	37	23	19	32	19	32+FC1	27	34+FC1	26+FC1	24	28+FC1	24+FC1
20	Courante	-1,42	37	37	32	37	32	27	37	27	23	35	24	20
	Rives	-2,24	36	24	20	31	20	34+FC1	26	34+FC1	30+FC1	22	30+FC1	26+FC1
	Angles	-2,8	29	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1

Tableau D2.3- Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs – Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,9	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36
	Rives	-1,72	37	37	30	37	32	26	37	27	22	37	23	19
	Angles	-2,28	37	28	23	37	24	19	34	20	32+FC1	29	18	28+FC1
20	Courante	-0,9	37	37	37	37	37	37	37	37	36	37	37	31
	Rives	-1,72	37	31	27	37	26	22	34	23	19	29	19	32+FC1
	Angles	-2,28	36	24	20	30	20	34+FC1	26	34+FC1	28+FC1	22	30+FC1	24+FC1

Écartement entre fixation mécanique dans le cas de versants courbes pour des dépressions calculées à l'état limite ultime ELU selon Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA)

Tableau D2.4 - Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde) - Versants courbe

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	-1,69	37	37	31	37	32	26	37	27	22	37	24	19
	Angles	-2,08	37	31	25	37	26	21	37	22	18	32	19	32+FC1
20	Courante	-0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35
	Rives	-1,69	37	32	27	37	27	23	34	23	19	30	20	34+FC1
	Angles	-2,08	37	26	22	33	22	18	28	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1

Tableau D2.5 - Bâtiments ouverts - Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection - Versants courbes

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,52	37	37	34	37	36	29	37	30	25	37	26	21
	Rives	-2,41	37	27	22	37	23	18	28	19	32+FC1	28	34+FC1	26+FC1
	Angles	-2,8	37	23	19	32	19	32+FC1	24	34+FC1	26+FC1	24	28+FC1	24+FC1
20	Courante	-1,52	37	36	30	37	30	25	33	25	22	33	22	19
	Rives	-2,41	34	22	19	28	19	32+FC1	21	32+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1
	Angles	-2,8	29	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1	18	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1

Tableau D2.6 - Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs - Versants courbes

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	32
	Rives	-1,89	37	34	28	37	29	23	37	24	20	35	21	34+FC1
	Angles	-2,28	37	28	23	37	24	19	34	20	32+FC1	29	18	28+FC1
20	Courante	-1	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	33	28
	Rives	-1,89	37	29	24	36	24	20	31	21	34+FC1	27	18	30+FC1
	Angles	-2,28	36	24	20	30	20	34+FC1	26	34+FC1	28+FC1	22	30+FC1	24+FC1

Ecartement entre fixations mécaniques dans le cas de versants plans > 8,7% pour des dépressions calculées à l'état limite ultime ELU selon Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA)

Tableau D2.7 - Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde)

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	32
	Rives	-2,14	37	30	24	37	25	21	36	22	34+FC1	31	19	30+FC1
	Angles	-2,6	37	25	20	35	21	34+FC1	30	18	28+FC1	26	30+FC1	24+FC1
20	Courante	-1	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	33	28
	Rives	-2,14	37	25	21	32	21	18	27	18	30+FC1	23	32+FC1	26+FC1
	Angles	-2,6	31	21	18	26	34+FC1	30+FC1	22	30+FC1	26+FC1	19	26+FC1	22+FC1

Tableau D2.8 - Bâtiments ouverts- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,72	37	37	30	37	32	26	37	27	22	37	23	19
	Rives	-2,86	37	23	18	32	19	30+FC1	27	32+FC1	26+FC1	23	28+FC1	22+FC1
	Angles	-3,32	32	19	32+FC1	27	32+FC1	26+FC1	23	28+FC1	22+FC1	20	24+FC1	20+FC1
20	Courante	-1,72	37	31	27	37	26	22	34	23	19	29	19	32+FC1
	Rives	-2,86	28	19	32+FC1	24	32+FC1	26+FC1	20	28+FC1	22+FC1	18	24+FC1	20+FC1
	Angles	-3,32	24	32+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	18+FC1

Tableau D2.9 -Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,2	37	37	37	37	37	37	37	37	31	37	33	27
	Rives	-2,34	37	28	22	37	23	19	33	20	32+FC1	28	34+FC1	28+FC1
	Angles	-2,8	37	23	19	32	19	32+FC1	27	34+FC1	26+FC1	24	28+FC1	24+FC1
20	Courante	-1,2	37	37	37	37	37	32	37	32	27	37	28	24
	Rives	-2,34	35	23	20	29	19	32+FC1	25	34+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1
	Angles	-2,8	29	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1

Renvois des tableaux D2.1 à D2.9

+ FC1 : prévoir 2 lignes de fixations l'une en lisière et l'autre en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

+ FC2 : prévoir 3 lignes de fixations l'une en lisière et 2 autres en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

Annexe E1 – Répartitions précalculées des fixations mécaniques à fût plastique pour un effort admissible $W_{admsr} = 414 \text{ N}$ /fixation pour des dépressions en toiture calculées selon les Règles NV 65 modifiées

Les tableaux E1.1 - E1.2 et E1.3 sont valables pour les feuilles de PARADIÈNE FM ou autres feuilles de substitution (cf. § 2.10.1.3) fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $W_{admsr} = 414 \text{ N}$ /fixation et un attelage de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,340 \text{ N}$.

Tableau E1.1 – Bâtiment ouvert ou fermé à versants plans travaux neufs maçonnerie ou béton cellulaire autoclavé armé ou réfections sur maçonnerie, TAN, bois ou panneaux à base de bois à l'exclusion d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas cf. le tableau E.2)

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	34	31	26
	Rives	37	27	31	24	25	20	20	34+FC1	30+FC1	26+FC1
	Angles	25	36+FC1	20	32+FC1	32+FC1	26+FC1	26+FC1	22+FC1	20+FC1	24+FC2
$10 \text{ m} < H \leq 15 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	36	37	31	28	23
	Rives	34	25	28	21	22	36+FC1	36+FC1	30+FC1	28+FC1	22+FC1
	Angles	22	32+FC1	36+FC1	28+FC1	30+FC1	24+FC1	24+FC1	20+FC1	27+FC2	21+FC2
$15 \text{ m} < H \leq 20 \text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	33	35	29	26	21
	Rives	31	23	26	20	21	34+FC1	34+FC1	28+FC1	26+FC1	20+FC1
	Angles	21	30+FC1	34+FC1	26+FC1	28+FC1	22+FC1	22+FC1	18+FC1	24+FC2	21+FC2

Tableau E1.2 – Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment fermé - Neuf

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	37	37	37	33	35	28	29	24	21	36+FC1
	Rives	30	22	25	19	20	32+FC1	34+FC1	28+FC1	24+FC1	20+FC1
	Angles	21	32+FC1	36+FC1	28+FC1	28+FC1	22+FC1	24+FC1	20+FC1	27+FC2	21+FC2
$10 \text{ m} < H \leq 15 \text{ m}$	Courante	37	35	37	30	31	25	26	22	19	32+FC1
	Rives	28	20	23	36+FC2	36+FC1	28+FC1	30+FC1	26+FC1	22+FC1	18+FC1
	Angles	19	28+FC1	32+FC1	24+FC1	26+FC1	20+FC1	22+FC1	27+FC2	24+FC2	18+FC2
$15 \text{ m} < H \leq 20 \text{ m}$	Courante	37	32	36	28	29	23	24	20	36+FC1	30+FC1
	Rives	26	19	21	32+FC1	34+FC1	26+FC1	28+FC1	24+FC1	20+FC1	27+FC2
	Angles	36+FC1	26+FC1	30+FC1	22+FC1	24+FC1	27+FC2	20+FC1	24+FC2	21+FC2	18+FC2

Tableau E1.3 – Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment ouvert - Neuf ou réfections

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10 \text{ m}$	Courante	35	25	29	22	23	36+FC1	19	32+FC1	28+FC1	24+FC1
	Rives	26	38+FC1	21	32+FC1	34+FC1	28+FC1	28+FC1	24+FC1	20+FC1	27+FC2
	Angles	36+FC1	26+FC1	30+FC1	22+FC1	24+FC1	18+FC1	20+FC1	24+FC2	21+FC2	18+FC2
$10 \text{ m} < h \leq 15 \text{ m}$	Courante	31	23	26	20	21	32+FC1	34+FC1	28+FC1	26+FC1	22+FC1
	Rives	23	34+FC1	38+FC1	30+FC1	30+FC1	24+FC1	26+FC1	22+FC1	18+FC1	24+FC2
	Angles	32+FC1	24+FC1	26+FC1	20+FC1	20+FC1	24+FC2	27+FC2	21+FC2	18+FC2	15+FC2
$15 \text{ m} < h \leq 20 \text{ m}$	Courante	29	21	24	36+FC1	19	30+FC1	32+FC1	26+FC1	24+FC1	20+FC1
	Rives	22	32+FC1	36+FC1	28+FC1	28+FC1	22+FC1	24+FC1	30+FC2	27+FC2	21+FC2
	Angles	30+FC1	22+FC1	24+FC1	18+FC1	20+FC1	24+FC2	24+FC2	21+FC2	18+FC2	15+FC2

Renvois des tableaux E1.1 à E1.3 :

(1) Pour l'élément porteur TAN.

+ FC1 : prévoir 2 lignes de fixations l'une en lisière et l'autre en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

+ FC2 : prévoir 3 lignes de fixations l'une en lisière et 2 autres en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

Annexe E2 – Répartitions précalculées des fixations mécaniques à fût plastique pour un effort admissible $W_{adm sr} = 414 \text{ N/fixation}$ pour des dépressions en toiture calculées selon méthode simplifiée Eurocode 1 (NF EN 1991-1-4/NA) (e-cahiers du CSTB 3779 – février 2017)

Les tableaux E2.1 à E2.18 sont valables pour les feuilles de PARADIÈNE FM ou autres feuilles de substitution (cf. § 2.10.1.3) fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $W_{adm sr} = 414 \text{ N/fixation}$ et un attelage de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,340 \text{ N}$.

FC+1 signifie avec 1 ligne complémentaire de fixations à l'axe en pleine feuille avec pièce soudée par-dessus en Paradiène FM.

FC+2 signifie avec 2 lignes complémentaires de fixations à 33 cm des 2 bords en pleine feuille avec pièce soudée par-dessus en Paradiène FM.

Tableau E2.1 - Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde) - Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	36	37	37	31
	Rives	-1,52	37	29	23	37	24	20	35	21	34+FC1	30	18	28+FC1
	Angles	-2,08	35	21	34+FC1	30	18	28+FC1	25	30+FC1	24+FC1	22	26+FC1	22+FC1
20	Courante	-0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	32	37	33	28
	Rives	-1,52	36	24	21	31	20	34+FC1	26	34+FC1	30+FC1	23	30+FC1	26+FC1
	Angles	-2,08	27	18	30+FC1	22	30+FC1	26+FC1	19	26+FC	22+FC1	32+FC1	22+FC1	18+FC1

Tableau E2.2 -Bâtiments ouverts- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection - Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,42	37	31	25	37	26	21	37	22	18	32	19	30+FC1
	Rives	-2,24	33	20	32+FC1	27	34+FC1	26+FC1	23	28+FC1	22+FC1	20	24+FC1	20+FC1
	Angles	-2,8	26	32+FC1	26+FC1	22	26+FC1	22+FC1	19	22+FC1	18+FC1	32+FC1	20+FC1	24+FC2
20	Courante	-1,42	37	26	22	33	22	18	28	19	32+FC1	24	32+FC1	28+FC1
	Rives	-2,24	25	32+FC1	28+FC1	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	18+FC1
	Angles	-2,8	20	26+FC1	22+FC1	34+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2	24+FC1	24+FC2	21+FC2

Tableau E2.3 -Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs - Versants plans pentes $\leq 8,7\%$

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,9	37	37	37	37	37	33	37	35	28	37	30	24
	Rives	-1,72	37	26	21	36	22	34+FC1	31	18	30+FC1	26	32+FC1	26+FC1
	Angles	-2,28	32	19	32+FC1	27	32+FC1	26+FC1	23	28+FC1	22+FC1	20	24+FC1	20+FC1
20	Courante	-0,9	37	37	35	37	34	29	37	29	25	37	25	21
	Rives	-1,72	32	21	18	27	18	30+FC1	23	30+FC1	26+FC1	20	26+FC1	22+FC1
	Angles	-2,28	24	32+FC1	28+FC1	20	28+FC1	22+FC1	34+FC1	24+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	24+FC2

Tableau E2.4 - Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde) - Versants courbe

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	32	37	34	28
	Rives	-1,69	37	26	21	36	22	18	31	19	30+FC1	27	32+FC1	26+FC1
	Angles	-2,08	35	21	34+FC1	30	18	28+FC1	25	30+FC1	24+FC1	22	26+FC1	22+FC1
20	Courante	-0,8	37	37	37	37	37	33	37	33	28	37	28	24
	Rives	-1,69	33	22	18	28	18	32+FC1	23	32+FC1	26+FC1	20	26+FC1	22+FC1
	Angles	-2,08	27	18	30+FC1	22	30+FC1	26+FC1	19	26+FC1	22+FC1	32+FC1	22+FC1	18+FC1

Tableau E2.5 - Bâtiments ouverts- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection - Versants courbes

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,52	37	29	23	37	24	20	35	21	34+FC1	30	18	28+FC1
	Rives	-2,41	30	18	30+FC1	26	30+FC1	24+FC1	22	26+FC1	22+FC1	19	22+FC1	18+FC1
	Angles	-2,8	26	32+FC1	26+FC1	22	26+FC1	22+FC1	19	22+FC1	18+FC1	32+FC1	20+FC1	24+FC2
20	Courante	-1,52	36	24	21	31	20	34+FC1	26	34+FC1	30+FC1	23	30+FC1	26+FC1
	Rives	-2,41	23	30+FC1	26+FC1	19	26+FC1	22+FC1	32+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2
	Angles	-2,8	20	26+FC1	22+FC1	34+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2	24+FC1	24+FC2	21+FC2

Tableau E2.6 -Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs - Versants courbes

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1	37	37	36	37	24	20	37	32	26	37	27	22
	Rives	-1,89	37	23	19	26	30+FC1	24+FC1	28	34+FC1	28+FC1	24	28+FC1	24+FC1
	Angles	-2,28	32	19	32+FC1	22	26+FC1	22+FC1	23	28+FC1	22+FC1	20	24+FC1	20+FC1
20	Courante	-1	37	37	31	31	20	34+FC1	37	26	22	34	23	19
	Rives	-1,89	29	20	32+FC1	19	26+FC1	22+FC1	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1
	Angles	-2,28	24	32+FC1	28+FC1	34+FC1	22+FC1	18+FC1	34+FC1	24+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	24+FC2

Tableau E2.7 - Bâtiments fermés ou ouverts- Béton et béton cellulaire travaux neufs et de réfections- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA réfection (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde)

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1	37	37	36	37	37	30	37	32	26	37	27	22
	Rives	-2,14	34	21	34+FC1	29	34+FC1	28+FC1	25	30+FC1	24+FC1	21	26+FC1	20+FC1
	Angles	-2,6	28	34+FC1	28+FC1	24	28+FC1	24+FC1	20	24+FC1	20+FC1	34+FC1	20+FC1	24+FC2
20	Courante	-1	37	37	31	27	31	26	37	26	22	34	23	19
	Rives	-2,14	26	34+FC1	30+FC1	22	28+FC1	24+FC1	19	24+FC1	20+FC1	32+FC1	22+FC1	18+FC1
	Angles	-2,6	21	28+FC1	24+FC1	18	24+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	18+FC1	26+FC1	18+FC1	21+FC2

Tableau E2.8- Bâtiments ouverts- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA en travaux neufs et de réfection

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,72	37	26	21	36	22	34+FC1	31	18	30+FC1	26	32+FC1	26+FC1
	Rives	-2,86	26	30+FC1	24+FC1	22	26+FC1	20+FC1	18	22+FC1	18+FC1	32+FC1	20+FC1	24+FC2
	Angles	-3,32	22	26+FC1	22+FC1	19	22+FC1	18+FC1	32+FC1	20+FC1	24+FC2	28+FC1	24+FC2	21+FC2
20	Courante	-1,72	32	21	18	27	18	30+FC1	23	30+FC1	26+FC1	20	26+FC1	22+FC1
	Rives	-2,86	19	26+FC1	22+FC1	32+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2	24+FC1	24+FC2	21+FC2
	Angles	-3,32	34+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2	24+FC1	24+FC2	21+FC2	20+FC1	21+FC2	18+FC2

Tableau E2.9 -Bâtiments fermés- Tôles d'acier nervurées, bois CLT selon DTA travaux neufs

Hauteur (m)	Position	cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courante	-1,2	37	37	30	37	31	25	37	26	21	37	23	18
	Rives	-2,34	31	19	30+FC1	26	32+FC1	26+FC1	22	26+FC1	22+FC1	19	24+FC1	18+FC1
	Angles	-2,8	26	32+FC1	26+FC1	22	26+FC1	22+FC1	19	22+FC1	18+FC1	32+FC1	20+FC1	24+FC2
20	Courante	-1,2	37	31	26	37	26	22	33	22	19	29	19	32+FC1
	Rives	-2,34	24	32+FC1	26+FC1	20	26+FC1	22+FC1	34+FC1	22+FC1	20+FC1	30+FC1	20+FC1	24+FC2
	Angles	-2,8	20	26+FC1	22+FC1	34+FC1	22+FC1	18+FC1	28+FC1	18+FC1	24+FC2	24+FC1	24+FC2	21+FC2

Renvois des tableaux E2.1 à E2.9 :

+ FC1 : prévoir 2 lignes de fixations l'une en lisière et l'autre en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

+ FC2 : prévoir 3 lignes de fixations l'une en lisière et 2 autres en pleine feuille recouverte d'une pièce d'étanchéité en PARADIÈNE FM.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1a – Composition du revêtement d'étanchéité France Métropolitaine

Élément porteur	Supports directs du revêtement d'étanchéité ⁽¹⁾	cf. Dossier Technique	Toiture inaccessibles et chemins de circulation ⁽²⁾	Terrasses techniques ou à zones techniques ⁽⁷⁾
Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé armé Bois et panneaux à base de bois	Maçonnerie	§ 2.9.2	PARADIÈNE FM + PARACIER G	PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	Béton cellulaire autoclavé armé	§ 2.9.3		
	Bois et panneaux à base de bois	§ 2.9.5		
	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyisocyanurate parementé - laine de roche ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	§ 2.9.6	PARADIÈNE FM + PARACIER G	
	- laine de verre ⁽⁴⁾ - polystyrène expansé + écran ⁽⁵⁾	§ 2.9.6		
	- polystyrène expansé	§ 2.9.6	PARASTYRÈNE FM JS + PARACIER G	
TAN	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyisocyanurate parementé - laine de roche ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	§ 2.9.6	PARADIÈNE FM + PARACIER G	PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	- laine de verre ⁽⁴⁾ - polystyrène expansé + écran ⁽⁵⁾	§ 2.9.6	PARADIÈNE FM + PARACIER G	
	- polystyrène expansé		PARASTYRÈNE FM JS + PARACIER G	
Ancien revêtement	Ancien revêtement : - ciment volcanique et enduit pâteux - membrane synthétique ⁽⁶⁾	§ 2.9.7	CECEAL + PARADIÈNE FM + PARACIER G	CECEAL + PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	- revêtement bitumineux - asphalte apparent	§ 2.9.7	PARADIÈNE FM + PARACIER G	PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	- autres asphaltes	§ 2.9.7		

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La pente minimum des éléments porteurs est conforme à la norme NF DTU 20.12 P1 - conforme à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé (1 % minimum) - conforme aux NF DTU 43.3 P1 pour les tôles d'acier nervurées et NF DTU 43.4 P1 pour le bois et les panneaux à base de bois, ou à la norme NF DTU 43.5 dans le cas de travaux de réfections.

(2) Les chemins de circulation sont complétés par des DALLE PARCOURS ou feuille complémentaire de couleur (cf. § 2.12.4 du Dossier Technique).

(3) Terrasses techniques ou à zones techniques si le Document Technique d'Application particulier du panneau isolant le permet.

(4) Avec des attelages de fixation mécanique solide au pas (cf. § 2.4.5 du Dossier Technique)

(5) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. « Cas particulier du polystyrène expansé » du § 2.9.6.2 du Dossier Technique).

(6) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur polyéthylène.

(7) PARAFOR SOLO GS peut être remplacé par PARAFOR 30 GS.

Tableau 1b – Composition du revêtement d'étanchéité dans les DROM

Élément porteur	Supports directs du revêtement d'étanchéité ⁽¹⁾	cf. Dossier Technique	Toiture inaccessibles et chemins de circulation ⁽²⁾	Terrasses techniques ou à zones techniques ⁽⁴⁾
Maçonnerie	Maçonnerie	§ 2.9.2	PARADIÈNE FM + PARACIER G	PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyisocyanurate parementé - polystyrène expansé + écran ⁽³⁾	§ 2.9.6		
	- polystyrène expansé	§ 2.9.6	PARASTYRÈNE FM JS + PARACIER G	
TAN	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyisocyanurate parementé - polystyrène expansé + écran ⁽³⁾	§ 2.9.6	PARADIÈNE FM + PARACIER G	PARADIÈNE FM + PARAFOR SOLO GS
	- polystyrène expansé	§ 2.9.6	PARASTYRÈNE FM JS + PARACIER G	
<i>Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.</i> (1) La pente minimum des éléments porteurs est $\geq 2\%$ pour la maçonnerie et $\geq 3\%$ pour les tôles d'acier nervurées. Cahier des Prescriptions techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'outre-mer (DROM) » - e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008. (2) Les chemins de circulation sont complétés par des DALLE PARCOURS ou feuille complémentaire de couleur (cf. § 2.12.4 du Dossier Technique). (3) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. « Cas particulier du polystyrène expansé » du § 2.9.6.2 du Dossier Technique). (4) PARAFOR SOLO GS peut être remplacé par PARAFOR 30 GS.				

Tableau 2a – Mise en œuvre du pare-vapeur hors DROM

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur
Maçonnerie ⁽¹⁾	Cas courant	EIF +IREX PROFIL à recouvrement de 6cm soudé en plein ⁽²⁾
	Locaux à forte hygrométrie	EIF + PAREVAPO SBS à recouvrement de 6cm soudé en plein ⁽³⁾
Béton cellulaire autoclavé armé ⁽¹⁾	Faible et moyenne hygrométrie	EIF+ PERFADER posé bord à bord + IREX PROFIL à recouvrement de 6cm soudé en plein ⁽²⁾
Tôles d'acier nervurées	Faible et moyenne hygrométrie	Cf. NF DTU 43.3-P1+A1
	Forte hygrométrie	ADEVAPO ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
	Très forte hygrométrie	ADEVAPO ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
Bois et panneaux à base de bois ⁽¹⁾	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	EIF +IREX PROFIL cloué à recouvrement de 6cm soudé ⁽²⁾⁽⁶⁾
(1) Pontage des joints se reporter aux chapitres 8.2 à 8.5 du Dossier Technique (2) IREX PROFIL peut être remplacé par PARABASE ou PARADIÈNE SVV ou tout autre feuille Siplast à base de bitume armé de 2.5mm d'épaisseur (BE 25 VV 50). Si les panneaux isolants sont collés, la surface du pare-vapeur est grésée ou avec protection minérale. (3) PAREVAPO SBS peut être remplacé par SUPRADIAL S. (4) La barrière à la vapeur autoadhésive ADEVAPO est déroulée dans le sens des nervures des tôles et est posée à recouvrement de 6cm minimum. Le film pelable est retiré puis les recouvrements fermés à la roulette de pression. (5) Se reporter au DTA PARASTEEL 42 TFH. (6) Sur panneaux bois ou à base de bois, le pare-vapeur peut aussi être : traitement des joints et EIF – IREX PROFIL à recouvrement de 6cm soudé en plein.		

Tableau 2b – Mise en œuvre du pare-vapeur en zones tropicales ou équatoriales

Type de local	Pare-vapeur
Locaux non chauffés	Non obligatoire ⁽¹⁾
Autres cas	EIF + PARADIÈNE SVV soudé ⁽²⁾
(1) Sauf si un pare-vapeur est prévu dans les Documents Particuliers du Marché (DPM). (2) PARADIÈNE SVV peut être remplacé par PARADIÈNE BDS ou IREX PROFIL ou PARABASE ou par une autre feuille de la gamme PARADIÈNE d'épaisseur minimale à la bande de soudure de 2,5 mm et de surface grésée ou avec autoprotection minérale.	

Tableau 3 – Composition et présentation des feuilles de première couche

	Unité	PARADIÈNE FM	PARASTYRÈNE FM JS	PARADIÈNE FM R4 / PARADIÈNE FM R4 Silver
Armature polyester (PY)	g/m ²	120	120	160
Liant ASBA	g/m ²	2 800	2 800	2 800
Sous-face grésée	g/m ²	250	250	250
Nature de la bande de soudure (avec lignage à 50 mm du bord)	-----	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié
Dimensions :				
• bande de soudure	mm	100	120	100
• épaisseur minimale	mm	2,5	2,5	2,5
• dimensions des rouleaux	m × m	7,5 × 1	7,5 × 1	7,5 × 1
Poids indicatif des rouleaux	kg	25	25	25

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des feuilles de première couche

			PARADIÈNE FM PARASTYRÈNE FM JS		PARADIÈNE FM R4 / PARADIÈNE FM R4 Silver	
Caractéristiques	Unité	Norme	VDF	VLF	VDF	VLF
Résistance à la traction L × T :	N/5cm	NF EN 12311-1	550 × 315	495 × 280	740 × 540	660 × 480
Allongement à la rupture L × T :	%	NF EN 12311-1	35 × 35	25 × 25	40 × 49	32 × 39
Résistance à la déchirure au clou L × T :	N	NF EN 12310-1	150 × 150	135 × 135	170 × 170	150 × 150
Tenue à la chaleur en étuve à l'état neuf :	°C	NF EN 1110	≥ 100	95	≥ 100	95
Tenue à la chaleur en étuve à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296) :	°C	NF EN 1110	≥ 90	90	≥ 90	90
Souplesse à basse température à l'état neuf :	°C	NF EN 1109	- 20	- 15	- 20	- 15
Souplesse à basse température à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296) :	°C	NF EN 1109	- 10	- 5	- 10	- 5
Stabilité dimensionnelle :	%	NF EN 1107-1	≤ 0,5	0,5	≤ 0,5	0,5
Résistance au poinçonnement statique (méthode A) :	kg	NF EN 12730	15		20	
Résistance au choc (méthode B) :	mm	NF EN 12691 :2006	≥ 1 000	1 000	≥ 1 500	1 500
Classement FIT sous PARACIER G	kg	NF P 84-354	≥ I3	I3	≥ I5	≥ I5
VDF : Valeur déclarée par le fabricant.			VLF : Valeur limite du fabricant.			

Tableau 5 – Composition et présentation des feuilles de surface PARACIER G et PARACIER G VV 100

NOTA : Pour la feuille de surface PARADIÈNE 30.1 GS avec granulés Noxite®, se référer au DTA PARADIÈNE S.

Appellation codifiée		25 VV 50	25 VV 100
Désignation de la feuille	Unité	PARACIER G	PARACIER G VV 100
Armature VV	g/m ²	50	100
Liant ASBA	g/m ²	3000	3000
Sous-face film fusible	g/m ²	10	10
Surface autoprotégée par paillettes d'ardoises	g/m ²	1 000	1000
Nature de la bande de soudure	-----	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié
Dimensions :			
• bande de soudure	mm	60	60
• épaisseur minimale	mm	2,5	2,5
• dimensions des rouleaux	m x m	6 x 1	10 x 1
Poids indicatif des rouleaux	kg	25	42

Tableau 6 – Caractéristiques spécifiées des feuilles de surface PARACIER G et PARACIER G VV 100

Caractéristiques	Unité	Norme	PARACIER G		PARACIER G VV 100	
			VDF	VLF	VDF	VLF
Résistance à la traction L x T :	N/5cm	NF EN 12311-1	320 x 190	280 x 170	320x190	280 x 170
Allongement à la rupture L x T :	%	NF EN 12311-1	2,5 x 2	2 x 1,6	2,5 x 2	2 x 1,6
Résistance à la déchirure au clou L x T :	N	NF EN 12310-1	85 x 85	77 x 77	130 x 150	117 x 135
Tenue à la chaleur en étuve à l'état neuf :	°C	NF EN 1110	≥ 100	95	≥ 100	≥ 95
Tenue à la chaleur en étuve à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296)	°C	NF EN 1110	≥ 90	90	≥ 100	≥ 90
Souplesse à basse température à l'état neuf :	°C	NF EN 1109	- 20	- 15	-20	- 15
Souplesse à basse température à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296) :	°C	NF EN 1109	- 10	- 5	-10	- 5
Stabilité dimensionnelle :	%	NF EN 1107-1	≤ 0,2	0,2	≤ 0,2	0,2
Résistance au poinçonnement statique (méthode A) :	kg	NF EN 12730	< 5		< 5	
Résistance au choc (méthode B) :	mm	NF EN 12691 :2006	≥ 400	400	≥ 400	400
VDF : valeur déclarée du fabricant.			VLF : valeur limite du fabricant.			

Tableau 7 – Nomenclature de l'autocontrôle

	Fréquence
Sur matières premières	
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C Granulats : coloris Armatures : poids - traction	Certificat fournisseur + 1 / 15 jours Par lots 1 / 10 lots
Sur bitume modifié	
TBA - pénétration à 25 °C Taux de filler - souplesse à - 20 °C Élasticité (modalités internes)	1 par jour
Sur produits finis	
Épaisseur - Longueur - Largeur - Lisières – Poids Tenue à la chaleur Tenue à la chaleur après vieillissement 6 mois à 70°C (NF EN 1296) Stabilité dimensionnelle Souplesse à basse température Souplesse à basse température après vieillissement 6 mois à 70°C (NF EN 1296) Tenue de l'autoprotection Traction et allongement Déchirure au clou	Permanent 1 par fabrication 2 par an 1 par fabrication 1 par fabrication 2 par an 1 par fabrication 1 par mois 2 par an

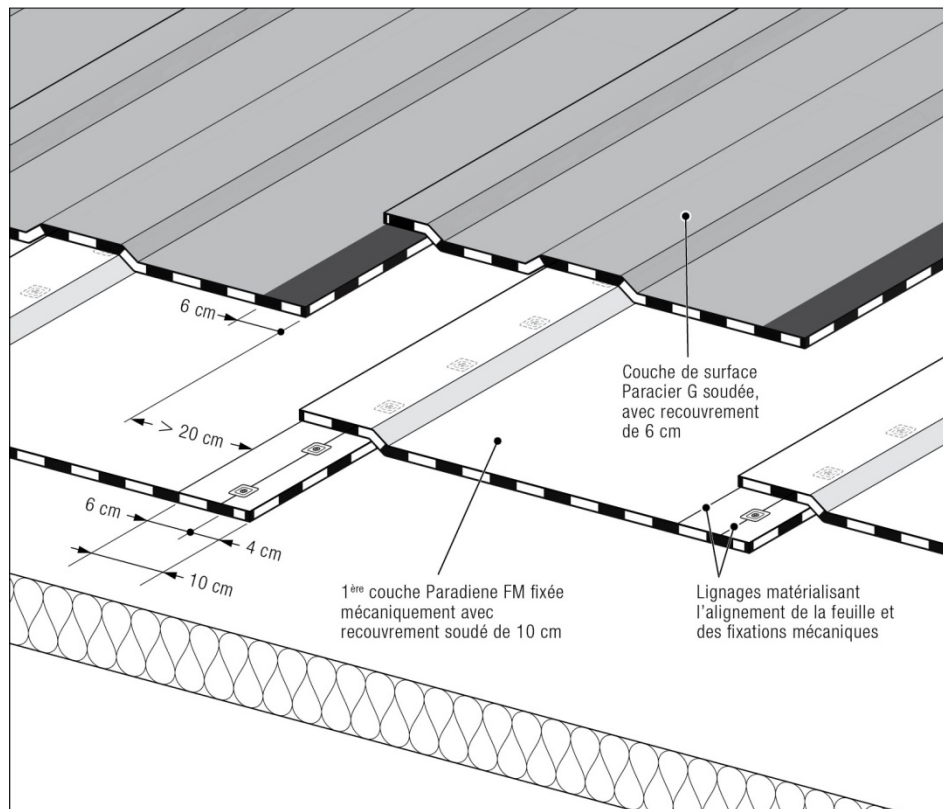


Figure 1 – Mise en œuvre du PARADIÈNE FM et PARACIER G

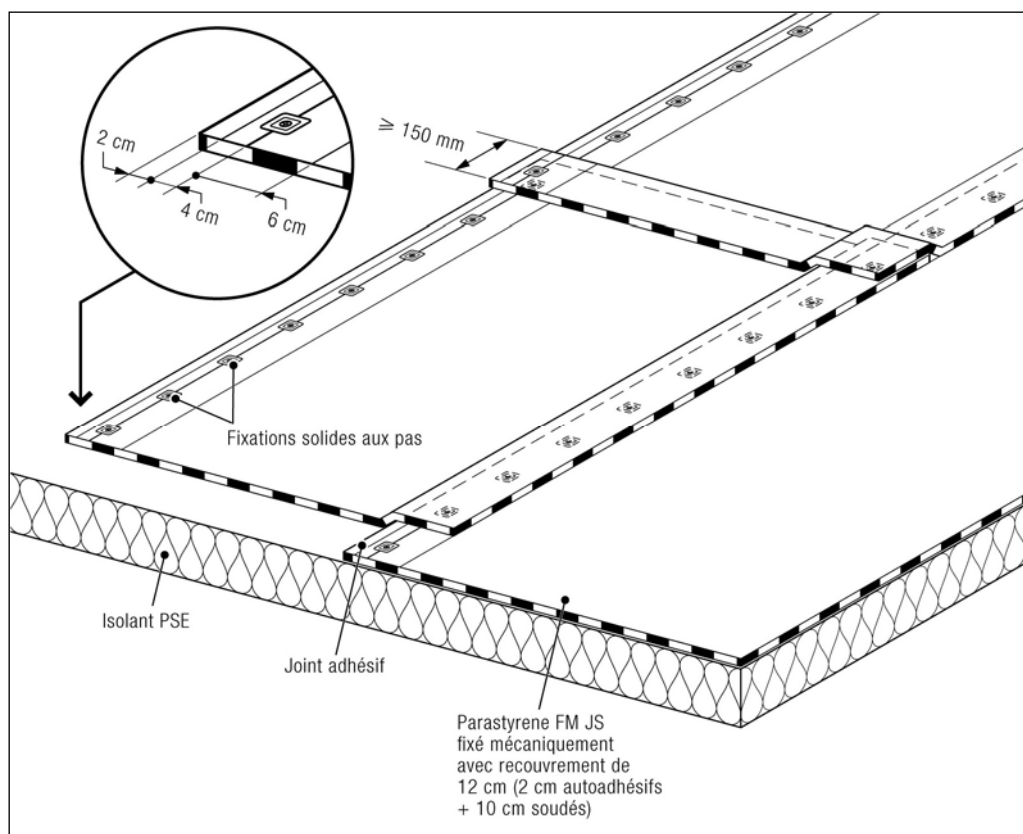


Figure 2 – Mise en œuvre de PARASTYRÈNE FM JS

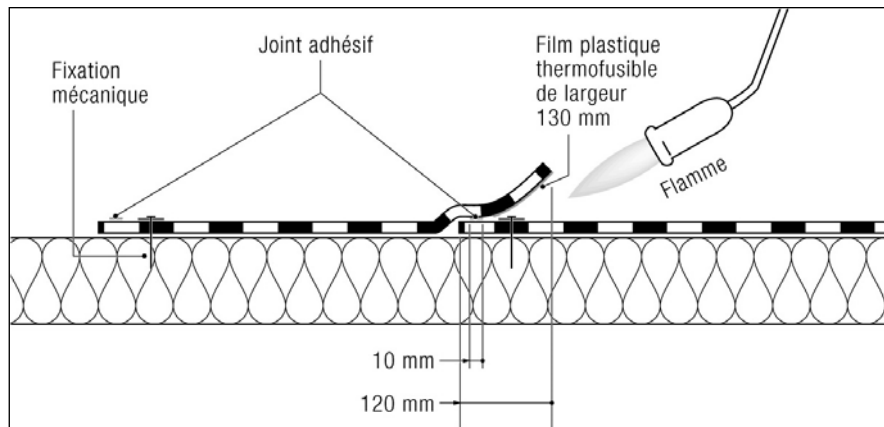


Figure 3 – Recouvrement longitudinal de PARASTYRÈNE FM JS

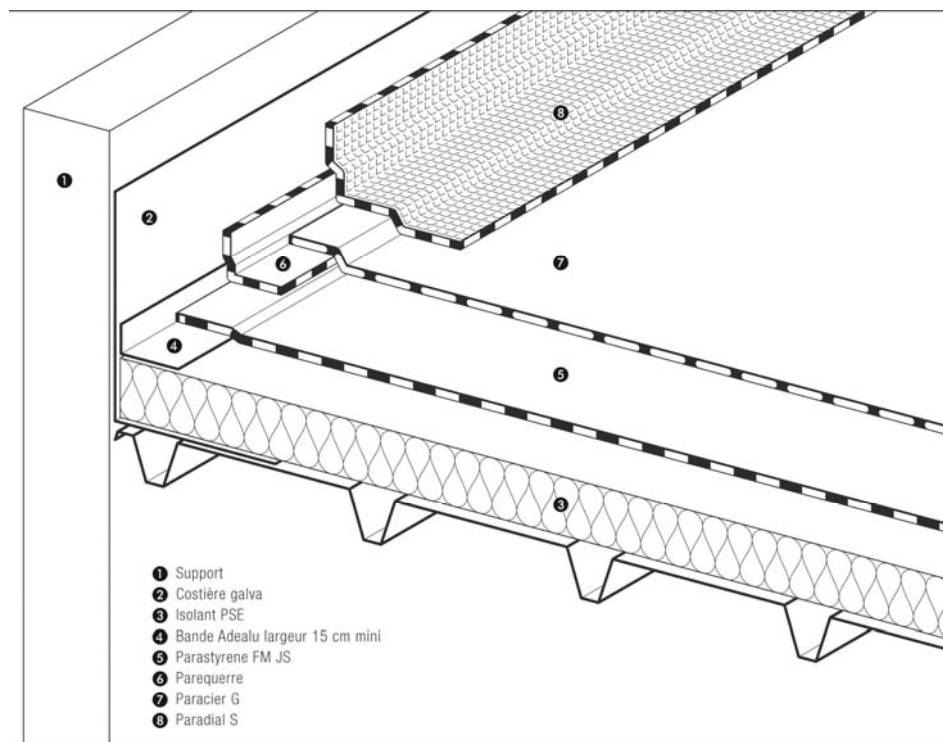


Figure 4 – Traitement des relevés avec PARASTYRÈNE FM JS sur support isolant de polystyrène expansé