DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

5.2/19-2663_V2

Valide du **17 novembre 2026**

au **31 octobre 2033**

Sur le procédé

Parafor Solo FM

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

Titulaire(s) : Société BMI GROUP FRANCE

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Cette version intègre les modifications suivantes : • Remplacement des DALLE PARCOURS par la feuille PARATECH ; • Ajout de la feuille autoadhésive ADEPAR JS R4 en pare-vapeur ; • Ajout d'attelages de fixation mécanique avec le fût plastique ETANCOPLAST HP4L ; • Diminution de la fréquence de contrôle de la stabilité dimensionnelle ; • Suppression, en travaux neufs, des éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavées armées ; • Suppression de la feuille PARAFOR SOLO GFX JS ; • Suppression des éléments porteurs TAN en Guadeloupe et en Martinique.	MINON Anouk	DRIAT Philippe
V1	Cette version intègre les modifications suivantes : • Nouveaux écrans pare-vapeur ; • Fixation fût plastique ETANCOPLAST HP4L 40.	ZEHAR Sarah	DESGOUILLES Henri

Descripteur :

Le procédé « Parafor Solo FM » est un revêtement d'étanchéité monocouche homogène en bitume élastomère SBS, apparent, fixé mécaniquement en lisière recouverte.

La fixation du revêtement d'étanchéité en rives et angles peut être complétée par une couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement, sur laquelle la feuille de partie courante PARAFOR SOLO GFM / GFX sera soudée.

Le procédé s'emploie sur des toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques, situées en France métropolitaine en climat de plaine ou en DROM.

Il s'emploie en travaux neufs sur les éléments porteurs en :

- Maçonnerie conforme aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- Bois ou en panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 uniquement en France métropolitaine ;
- Tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF DTU 43.3 (Ohn ≤ 70 mm) ou à l'e-cahier du CSTB 3537_V2 (70 < Ohn ≤ 200 mm).

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, et est toujours ≥ 1 %.

Il s'emploie en réfection sur les éléments porteurs cités précédemment et sur les dalles en béton cellulaire autoclavées armées.

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.

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.1.1. Zone géographique 5
1.1.2. Ouvrages visés 5
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité et entretien 7
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 7
2. Dossier Technique 8
2.1. Mode de commercialisation 8
2.1.1. Coordonnées 8
2.1.2. Mise sur le marché 8
2.1.3. Identification 8
2.1.4. Stockage 8
2.2. Description 8
2.2.1. Principe 8
2.2.2. Caractéristiques des composants 8
2.2.3. Données environnementales 10
2.3. Dispositions de conception 10
2.3.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs 10
2.3.2. Attelages de fixation mécanique 11
2.3.3. Cas de la réfection 11
2.4. Dispositions de mise en œuvre 12
2.4.1. Mise en œuvre du pare-vapeur 12
2.4.2. Mise en œuvre des panneaux isolants 12
2.4.3. Mise en œuvre des revêtements 12
2.4.4. Relevés 15
2.4.5. Ouvrages particuliers 15
2.4.6. Mise hors d'eau en fin de journée 16
2.4.7. Cas particulier des Départements et Régions d'Outre-mer (DROM) 16
2.5. Entretien 17
2.6. Assistance technique 17
2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication 17
2.7.1. Fabrication 17
2.7.2. Contrôles de fabrication 17
2.8. Mention des justificatifs 17
2.8.1. Résultats expérimentaux 17
2.8.2. Références chantiers 18
2.9. Annexe A – Règles d'adaptation concernant les attelages de fixation mécanique avec plaquette métallique du revêtement d'étanchéité 19
2.9.1. Définitions 19
2.9.2. Domaine de validité des adaptations 19
2.9.3. Exigences concernant les plaquettes de répartition 19
2.9.4. Exigences et valeurs de la résistance Rns à retenir 19
2.9.5. Détermination de la densité de fixations Dns du nouveau système 19
2.10. Annexe B – Attelages de fixation mécanique admis pour le revêtement d'étanchéité 22
2.10.1. Préambule : 22
2.11. Annexe C – Répartitions précalculées des fixations mécaniques (Rns ≥ 1 340 N) 24

2.12. Annexe D – Attelage de fixations à fût plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40 26
2.13. Annexe E – Zonage de la toiture 29
2.14. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre 32
2.14.1. Tableaux du Dossier Technique 32
2.14.2. Figures du Dossier Technique.....37

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 12/10/2026 par le Groupe Spécialisé n° 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « Parafor Solo FM » est employé en France métropolitaine en climat de plaine et dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

Nota : *En DROM, pour la Guadeloupe et la Martinique, les efforts de vent doivent être calculés conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.*

1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé « Parafor Solo FM » est destiné aux :

- Toitures inaccessibles y compris les chemins de circulation ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques.

Il s'applique en France métropolitaine en travaux neufs sur les éléments porteurs suivants :

- Maçonnerie conforme aux normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ou sous Avis Technique visant cet emploi ;
- Bois ou panneaux à base de bois conforme à la norme NF DTU 43.4 ou sous Avis Technique visant cet emploi ;
- Tôles d'acier nervurées pleines, perforées ou crevées :
    - conformes à la norme NF DTU 43.3,
    - dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, conformes au Cahier du CSTB 3537_V2 de janvier 2009 « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre dans les départements européens »,
    - bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour cet emploi (DTA Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH).

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, en étant toujours ≥ 1%.

Il s'emploie en réfection selon la norme NF DTU 43.5 sur les éléments porteurs cités précédemment et sur les dalles en béton cellulaire autoclavées armées.

Il s'emploie en DROM sur les éléments porteurs en maçonnerie ou en tôles d'acier nervurées* conformément au § 2.4.7 du Dossier Technique.

** Nota : Le dimensionnement des TAN prévu dans le cahier 3644 d'octobre 2008 ne permet pas de répondre à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique. Par conséquent, seuls les éléments porteurs et supports en maçonnerie sont visés pour ces départements. Il conviendra de prendre en compte la version publiée du cahier la plus récente.*

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.

Les tableaux 1 et 2 (§ 2.14.1) résument les conditions d'utilisation.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

1.2.1.1. Stabilité

La stabilité de l'ouvrage peut être normalement assurée dans le cadre des prescriptions du Dossier Technique.

1.2.1.2. Sécurité au feu

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

Un complexe d'étanchéité présente un classement de tenue au feu Broof(t3). Il est défini dans le procès-verbal cité au § 2.8.1 du Dossier Technique. L'entreprise de pose doit se procurer ce procès-verbal auprès du titulaire de l'Avis Technique et vérifier que le complexe d'étanchéité à mettre en œuvre est pris en compte par ce procès-verbal.

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.

1.2.1.3. Prévention des accidents lors de la mise en œuvre et de l'entretien

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

Les FDS (selon norme ISO 11014) sont disponibles sur le site https://www.bmigroup.com/fr/ et auprès de la Société BMI GROUP France.

On se reportera également à la réglementation en vigueur ainsi qu'au manuel de la C.S.F.E. « Prévention des risques professionnels sur les chantiers d'étanchéité ».

1.2.1.4. Pose en zones sismiques

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.

1.2.1.5. Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation concernant la construction neuve ou les 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 « $\chi_{fixation}$ », des feuilles d'étanchéité fixées mécaniquement et/ou de leur support isolant, doit être pris en compte dans les calculs thermiques conformément aux dispositions prévues dans le fascicule « Parois opaques » des Règles Th-Bât 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).

1.2.1.6. Acoustique

Les performances acoustiques du procédé « Parafor Solo FM » n'ont pas été évaluées.

1.2.1.7. Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles NV 65 modifiées).

Nota : En DROM, pour la Guadeloupe et la Martinique, les efforts de vent doivent être calculés conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

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 :

Cas des attelages de fixation métallique

En partie courante, pour la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée mécaniquement en lisière recouverte :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
  $Wadm_{sr}$ = 594 N/fixation ; de Pkft = 1 340 N ;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
  - d'une vis IT2C 4,8 × L, de ø 4,8 mm,
  - d'une plaquette PR 40 × 40 AL, de dimensions 40 × 40 × 0,8 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Group SAS.

Pour les rives, les angles et les noues, avec la couche de renfort PARADIÈNE FM, fixée mécaniquement :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
  $Wadm_{sr}$ = 607 N/fixation ; de Pkft = 1 340 N ;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
  - d'une vis IT2C 4,8 × L, de ø 4,8 mm,
  - d'une plaquette PR 40 × 40 AL, de dimensions 40 × 40 × 0,8 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Group SAS.

Cas de l'attelage de fixation à fût plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40

En partie courante, avec la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée mécaniquement en lisière recouverte :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
  $Wadm_{sr}$ = 534 N/fixation ; Pksr = 1 340 N ;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
  - d'une vis EGB 1,5TT 4,8 × L,
  - d'un fût synthétique ETANCOPLAST HP4L Ø40.

Pour les rives, angles et noues, avec la couche de renfort PARADIÈNE FM, pour les rives et les angles, fixée mécaniquement :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
  $Wadm_{sr}$ = 414 N/fixation ; de Pkft = 1 340 N ;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
  - d'une vis EGB 1,5TT 4,8 × L,

- d'un fût synthétique ETANCOPLAST HP4L Ø40.

1.2.1.8. Aspects sanitaires

Le présent AVIS est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la règlementation, et notamment l'ensemble des obligations règlementaires relatives aux 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 règlementations 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.

1.2.1.9. Fabrication et contrôle

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

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

1.2.2. Durabilité et entretien

Durabilité

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

Entretien et réparations

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

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

/

2. Dossier Technique

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

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Titulaire et Distributeur : **Société BMI GROUP France**
Network 1 - 40 Avenue Aristide Briand
FR 92220 Bagneux
Internet : www.bmigroup.com

2.1.2. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) Produit de Construction, les feuilles font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société BMI Group France sur la base de l'annexe ZA de la norme NF EN 13707+A2 2009.

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

2.1.3. Identification

Tous les matériaux fournis sont étiquetés et portent les indications suivantes : nom du fabricant, appellation commerciale, dimensions ou volume ou poids, conditions de stockage, consignes de sécurité, le code de fabrication, l'usine d'origine pour les feuilles (M pour Mondoubleau, L pour Loriol), et les conditions de stockage.

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

2.1.4. Stockage

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

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé « Parafor Solo FM » est un revêtement d'étanchéité monocouche homogène en bitume élastomère SBS, apparent, constitué d'une membrane PARAFOR SOLO GFM (ou PARAFOR SOLO GFX) fixée mécaniquement en lisière à l'élément porteur, au travers de la couche isolante éventuelle. La membrane est autoprotégée en surface par paillettes ou granulés minéraux (colorés ou colorés Noxite®).

La fixation du revêtement d'étanchéité en rives et angles peut être complétée par une couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement, sur laquelle la feuille de partie courante PARAFOR SOLO GFM / GFX sera soudée par-dessus.

Ce revêtement convient aux toitures :

- Terrasses inaccessibles, avec PARATECH pour les chemins de circulation ou avec feuille complémentaire de couleur différente de celle de la partie courante (pente ≤ 50 %) ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques, avec PARATECH ou feuille complémentaire de couleur différente de celle de la partie courante.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Liants

- Liant ASBA : liant en bitume élastomère SBS fillerisé à 35% conforme au Document Technique d'Application Paradiène S.
- Liant ASBA FE : liant ASBA avec additif ignifugeant. Caractéristiques identiques au liant ASBA, conforme au Document Technique d'Application Paradiène S.

2.2.2.2. Feuilles manufacturées de partie courante PARAFOR SOLO GFM / GFX

cf. tableau 3 du Dossier Technique.

- Présentation des sous-faces : sous-face grésée avec en lisière un film thermofusible de 120 mm de large ;
- Autoprotection de surface ; elle est réalisée par :
    - paillettes d'ardoises colorées (960 g/m²),
      ou
    - granulés minéraux colorés (ou colorés Noxite®) (1 300 g/m²).

Caractéristiques spécifiées

Toutes finitions, cf. tableau 4 du Dossier Technique.

2.2.2.3. Autres matériaux d'étanchéité

2.2.2.3.1. Matériaux d'étanchéité pour les points singuliers (relevés…)

- PARADIÈNE FM : feuille pour couche de renfort, cf. Document Technique d'Application Paracier FM ;
- PARADIÈNE FM R4 : feuille pour couche de renfort, cf. Document Technique d'Application Paracier FM ;
- PARAFOR SOLO GS / FEGS : feuille pour couche de surface pour relevés, cf. Document Technique d'Application Parafor Solo ;
- PARÉQUERRE : équerre de renfort en bitume élastomère conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2 ;
- PARADIÈNE 35 SR4 : feuille en bitume élastomère, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- VERINOX S : feuille pour relevés avec liant en bitume élastomérique, autoprotégée par feuille inox, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- PARADIAL S : feuille avec liant en bitume élastomérique, autoprotégée par feuille d'aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- SUPRADIAL GS : dito PARADIAL S avec finition de surface par paillettes ou granulés minéraux, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- PARADIAL SFM : feuille pour relevés avec liant ASBA, autoprotégée par feuille d'aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- PARATECH : feuille pour chemin de circulation technique, cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- NÉODYL : joint de dilatation en bitume élastomère, cf. Avis Technique Néodyl.

2.2.2.3.2. Écran thermique

- PARADIÈNE 30.1 GS, cf. Document Technique d'Application Paradiène S.

2.2.2.3.3. Matériaux pour pare-vapeur

- Feuilles de la gamme PARADIÈNE S conformes à l'annexe ZA de la norme NF EN 13970, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 190$ m ;
- PARADIÈNE SVV : feuille en bitume élastomère BE 25 VV 50, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 250$ m ;
- PAREVAPO SBS : barrière à la vapeur conforme à la norme NF P 84-310, $s_d \geq 1\,000$ m ;
- IREX PROFIL : cf. Document Technique d'Application Adepar, $s_d \geq 300$ m ;
- PERFADER : écran perforé pour pare-vapeur soudé ou de semi-indépendance, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 250$ m ;
- PARADIAL S : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 500$ m ;
- SUPRADIAL GS : feuille bitumineuse surfacée aluminium recouvert de paillettes ou granulés minéraux, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 500$ m ;
- PARADIAL SFM : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 500$ m ;
- CECEAL : pare-vapeur voile de verre-aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 300$ m ;
- ADEVAPO : barrière à la vapeur autoadhésive, cf. Avis Technique Parasteel TFH, $s_d \geq 500$ m ;
- ADEPAR JS : feuille autoadhésive, cf. Document Technique d'Application Adepar, $s_d \geq 250$ m ;
- ADEPAR JS R4: feuille autoadhésive, cf. Document Technique d'Application Adepar, $s_d \geq 250$ m ;
- PARABASE : conforme au Document Technique d'Application Paradiène S, $s_d \geq 250$ m.

2.2.2.4. Attelages de fixation mécanique

Les attelages des kits d'étanchéité répondant aux exigences du Cahier du CSTB 3563 sont définis en Annexe B. Les attelages de fixation mécanique de référence sont commercialisés par les Sociétés LR Étanco et SFS Group SAS.

D'autres modèles de fixations ou de plaquettes métalliques sont admis sous réserve de leur conformité au Document Technique d'Application particulier de l'isolant et sous réserve de respecter les Règles d'adaptation figurant en Annexe A (cf. tableau A1 en travaux neufs et tableau A2 en travaux de réfection) :

- Avec plaquettes de répartition SCR ALLIANCE : les plaquettes sont conformes au Document Technique d'Application Paradiène S pour la fixation en tête des lés,
- Attelages de fixation mécanique des isolants : conformes au Document Technique d'Application des panneaux isolants ;
- Attelages de fixation à fût plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40.

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 du 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.

2.2.2.5. Autres matériaux

- Colle PAR : colle bitumineuse cf. Document Technique d'Application Paradiène S ;
- Colle PUR GLUE : colle polyuréthane conforme Document Technique d'Application Adepar ;
- EIF : SIPLAST PRIMER, conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2 ;

2.2.3. Données environnementales

Les données environnementales sont uniquement issues des éléments fournis par le titulaire et ne font l'objet d'aucune prescription du Groupe Spécialisé.

Elles ont pour objet de servir au calcul réglementaire de la performance énergétique et environnementale des bâtiments (RE2020), dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

Les membranes PARAFOR SOLO GFM et PARAFOR SOLO GFX, décrites au § 2.2.2.2, sont couvertes par une donnée de type collective référencée sous INIES (https://base-inies.fr/consultation/recherche) sous l'id 41455.

Les attelages de fixation mécanique, décrits au paragraphe § 2.2.2.4, les matériaux pour relevés ou les équerres cités au § 2.2.2.3.1 « Matériaux d'étanchéité pour les points singuliers (relevés...) » sont compris dans le calcul des données environnementales ci-dessus.

Concernant les produits complémentaires de mise en œuvre, non inclus dans le périmètre des données environnementales fournies sous les id cités au-dessus :

- Le produit NEODYL, cité au § 2.2.2.3.1 est couvert, à défaut d'une donnée de type individuelle ou collective disponible, par une donnée environnementale par défaut (DED) référencée sous INIES (https://base-inies.fr/consultation/recherche) sous l'id 31500 ;
- Les données environnementales des pare-vapeur cités au § 2.2.2.3.3, sont référencées sous INIES dans la famille « Couverture / étanchéité☐► Produits pour étanchéité de toiture » ;
- Les données environnementales des «☐Autres matériaux d'étanchéité☐», décrits au § 2.2.2.3, sont référencées sous INIES dans la famille «☐Couverture / étanchéité☐► Produits pour étanchéité de toiture ► Feuilles à base de bitume☐» ;
- Les données environnementales des « Autres matériaux », décrits au § 2.2.2.5, sont référencées sous INIES dans la famille☐: «☐Produits de préparation, de traitement et de mise en œuvre☐► Produits de collage, fixation et scellement☐► Colles☐».

Concernant les autres éléments constituants le procédé « Parafor Solo FM », les données environnementales des panneaux isolants décrits au § 2.4.2, sont référencées sous INIES dans la famille « Isolants thermiques et acoustiques pour toitures terrasses ».

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

2.3.1.1. Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes NF DTU série 43 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.).

2.3.1.2. Éléments 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 A) 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 avec autoprotection minérale de la gamme PARADIÈNE, face avec autoprotection retournée sur le support.

2.3.1.3. Éléments 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.

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, limite au vent extrême du système selon les Règles NV 65 modifiées. En outre, dans le cas d'un support en panneaux sandwich, le Document Technique d'Application précisera si l'ancrage doit se faire dans le parement supérieur ou inférieur du système.

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, les supports en panneaux à base de bois ne nécessitent ni pontage ni imprégnation préalable à l'EIF.

2.3.1.4. Éléments 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 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement cet emploi ;
- Les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées 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).

Nota : Le dimensionnement des TAN prévu dans le cahier 3644 d'octobre 2008 ne permet pas de répondre à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique. Par conséquent, seuls les éléments porteurs et supports en maçonnerie sont visés pour ces départements. Il conviendra de prendre en compte la version publiée du cahier la plus récente.

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) et supérieure à 100 kPa, les attelages de fixation à employer doivent être également de type « solide au pas ».

b) La mise en œuvre du système Parafor Solo FM doit être précédée d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées en cas de réfection, conformément au CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006, dans le cas de supports en :

- Maçonnerie ;
- Béton cellulaire autoclavé armé ;
- Bois et panneaux à base de bois.

c) Sur élément porteur en maçonnerie et sur TAN, hors PARASTEEL 42 TFH, l'emploi de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie (W/n > 7,5 g/m^3).

2.3.3. Cas de la réfection

2.3.3.1. Généralités

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.

2.3.3.2. Éléments porteurs et supports anciens en dalles de béton cellulaire autoclavées armées

Dans le cas de réfection, avec dépose complète du complexe existant, sur un élément porteur en dalles de béton cellulaire autoclavé armé, on se reportera à leur ancien Avis Technique, notamment pour le type des joints, leur préparation et le pare-vapeur en cas d'une isolation thermique complémentaire.

2.3.3.3. 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 tôles d'acier nervurées).

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, en dalles de béton cellulaire autoclavé armé, en bois - panneaux à base de bois, sont systématiquement vérifiés quant aux valeurs d'ancrage des fixations ($Pk_{réel}$ ou $Q_{réel}$) envisagées pour la réfection. $Pk_{réel}$ (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).

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Mise en œuvre du pare-vapeur

La mise en œuvre du pare-vapeur, lorsque nécessaire, est réalisée avant la pose de la couche isolante.

Les tableaux 2a, 2b en fin de Dossier Technique (cf. § 2.14.1) 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 équerre 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 équerre 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.

2.4.2. Mise en œuvre des panneaux isolants

2.4.2.1. Généralités

Les panneaux isolants admis sont ceux mentionnés au tableaux 1 du Dossier Technique. Après mise en œuvre du pare-vapeur conformément aux dispositions des tableaux 2a et 2b du § 2.14.1 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. 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 ».

2.4.2.2. 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 GS) est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libre à lit décalé par rapport au revêtement d'étanchéité.

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 (ADEVAPO ou ADEPAR JS).

2.4.3. Mise en œuvre des revêtements

2.4.3.1. Prescriptions générales de mise en œuvre

2.4.3.1.1. Partie courante

PARAFOR SOLO GFM / GFX est mis en œuvre selon les phases suivantes (cf. figures 1 et 2 en fin de Dossier Technique) :

1. PARAFOR SOLO GFM / GFX est positionné avec un recouvrement longitudinal de 12 cm et transversal en about de lés de 15 cm, les angles repérés sur la figure 1 sont coupés en biais. Les joints transversaux en about de lés sont décalés entre eux d'au moins 1 m ;
2. PARAFOR SOLO GFM / GFX est ensuite réenroulé, puis soudé sur la largeur du recouvrement en déroulant. Les angles coupés sont chanfreinés à la spatule chaude et l'autoprotection de l'about de lé sous recouvrement est réchauffée et noyée dans le liant. La qualité des soudures fait l'objet d'un autocontrôle. La coulure du liant en lisière permet de vérifier la soudure. En son absence, on doit vérifier la fermeture du joint, à l'aide d'une spatule ;
3. La feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX est fixée mécaniquement en lisière, un lignage matérialise à 5 cm du bord de la feuille l'axe des fixations (cf. figure 2).

Renfort de noues, rives et angles.

Sur couche de renfort PARADIÈNE FM (renfort de noue, de rive ou d'angle), PARAFOR SOLO GFM / GFX est systématiquement soudé en plein à joints décalés ou croisés.

Sur élément porteur traditionnel en tôles d'acier nervurées, PARAFOR SOLO GFM / GFX est déroulé perpendiculairement aux nervures. Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées 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 (procédé Parasteel 42et Parasteel 42 TFH).

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 PARAFOR SOLO GFM.

Règles de substitution

La membrane PARAFOR SOLO GFX peut être remplacée par PARAFOR SOLO GFM.

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

2.4.3.2.1. Principe de calcul et généralités

2.4.3.2.1.1. Principe de calcul

- La densité des fixations n'est jamais inférieure à 3 fixations/m² soit un écartement de 37 cm maximum pour un entre-axe de fixation de 0,90 m. Dans tous les cas, la répartition retenue sera telle que l'écartement entre fixations ne soit

pas inférieur à 18 cm. Si l'écartement obtenu par calcul est inférieur à 18 cm, il est nécessaire de prévoir une ou plusieurs rangées de fixations complémentaires, mise(s) en œuvre au travers d'une bande de PARADIÈNE FM (cf. figures E2 et E3 de l'Annexe E).

La densité de fixations est calculée :

- D'une part, sur la base de la résistance à l'arrachement ($Wadm_{sr}$) du complexe feuille et 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 selon les 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 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),
    - la zone et le site de vent (zones 1 à 5, site normal ou exposé),
    - la zone en toiture (partie courante, rive et angle, édicule et émergences).

(cf. tableaux des écartements entre fixations en Annexe C et Annexe D).

En DROM, pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

2.4.3.2.1.2. Effort admissible de référence

L'effort admissible par fixation des systèmes de référence, $Wadm_{sr}$, est défini conformément au paragraphe 4.2 - 1er Cas du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

A) Attelages de fixation avec plaquettes métalliques :

1) En partie courante avec la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée mécaniquement en lisière recouverte :

$$Wadm_{sr} = Wadm = 594 \text{ N/fixation}$$

avec Wadm = 594 N/fixation obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique Pk_{sr} = 1 340 N sur élément porteur en tôles d'acier nervurées à plages pleines de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence, de la Société LR Étanco, est constitué :

- D'une vis VMS 2C, de Ø 4,8 mm ;
- D'une plaquette 40 × 40, de dimensions 40 × 40 × 0,8 mm en acier avec protection aluzinc ;

avec un Pk_{ft} = 1 340 N.

2) Pour les rives, les angles et les noues avec la couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement :

$$Wadm_{sr} = Wadm = 607 \text{ N/fixation}$$

avec Wadm = 607 N/fixation obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique Pk_{sr} = 1 340 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, de la Société SFS Group SAS, est constitué :

- D'une vis IT2C 4,8 × L, de Ø 4,8 mm ;
- D'une plaquette PR 40 × 40 AL, de dimensions 40 × 40 × 0,8 mm en acier avec protection aluzinc ;
- avec un un Pk_{ft} = 1 340 N.

B) Attelage de fixation avec plaquette plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40

1) En partie courante fixée mécaniquement avec un attelage avec fût et plaquette plastique ETANCO :

$$Wadm_{sr} = Wadm = 534 \text{ N/fixation}$$

avec Wadm = 534 N/fixation obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique Pk_{sr} = 1 350 N sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur (cf. Annexe D).

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis EGB 1,5 TT de Ø 4,8 mm ;
- D'un fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L Ø40 de la Société ETANCO et de Pk_{ft} = 1 350 N.

2) Pour les rives, les angles et les noues avec la couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement :

$$Wadm_{sr} = Wadm = 414 \text{ N/fixation}$$

avec Wadm = 414 N/fixation obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique Pk_{sr} = 1 350 N sur élément porteur en tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis EGB 1,5 TT de Ø 4,8 mm ;
- D'un fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L Ø40 de la Société ETANCO et de Pk_{ft} = 1350 N.

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

Lorsque les espacements des attelages de fixation mécanique sont inférieurs à 18 cm, il est nécessaire de prévoir une couche de renfort en PARADIÈNE FM recevant le complément de fixations, selon le principe des figures E1 - E3 de l'Annexe E.

L'écartement des fixations est identique à celui des fixations en lisière du PARAFOR SOLO GFM / GFX.

La présence de la couche de renfort est notée « + FC » dans les tableaux C1 à C3 de l'Annexe C et D1 à D3 de l'Annexe D :

- Pour les cas courants, case « + FC » de couleur blanche : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend deux lignes de fixations, une en pleine feuille et une au recouvrement ;

- Pour le cas d'une exposition au vent extrême plus importante, case « + FC » grisée (cf. tableau C3) : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend trois lignes de fixations, deux en pleine feuille et une au recouvrement.

Dans les noues (cf. § 2.4.5.1 ci-après), ces fixations complémentaires sont protégées par une bande de pontage en PARADIÈNE FM de 15 cm de large soudée (cf. figures E3).

2.4.3.2.1.3. 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.

2.4.3.2.2. Répartitions précalculées des fixations mécaniques à plaquette métallique

Les tableaux C1 à C3 de l'Annexe C indiquent les densités de fixations précalculées pour 3 cas simplifiés concernant des bâtiments de forme courante et de hauteur ≤ 20 m, dont les dimensions respectent les proportions suivantes :

- h ≤ 0,5 a ;
- et h ≤ b dans le cas des versants plans ;
  avec :
  - h = hauteur
  - a = longueur
  - b = largeur
- flèche = f dans le cas des versants plans ;
  avec f ≤ 0,5 h

qui conduisent à un coefficient d'élancement γ_0 = 1 selon les Règles NV 65 modifiées, en considérant le vent extrême.

Ces trois tableaux ont été établis sur la base :

1) Pour la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée mécaniquement en lisière recouverte :

L'effort admissible par fixation, $Wadm_{sr}$ avec l'attelage (repère SF015) vis IT2C 4,8 × L et plaquette PR 40 × 40 AL est :

$$Wadm_{sr} = 594 \text{ N/fixation}$$

2) Pour les rives, les angles et les noues, avec la couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement :

L'effort admissible par fixation, $Wadm_{sr}$, est indiqué au § 2.4.3.2.1.2 ci-avant avec l'attelage IT2C 4,8 × L et PR 40 × 40 AL :

$$Wadm_{sr} = 607 \text{ N/fixation}$$

3) Et en prenant en compte une résistance caractéristique R_{ns} ≥ 1 340 N des attelages, ce qui correspond, selon les tableaux B1 et B2 de l'Annexe B, aux valeurs suivantes :

- En travaux neufs :
  - Pk_{ft} ou Qft ≥ 1 340 N sur élément porteur en maçonnerie,
  - Pk_{ft} ≥ 1 340 N sur élément porteur en tôles d'acier nervurées, bois - panneaux à base de bois,
  - Pk_{ft} ≥ 1 467 N sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;
- En travaux de réfections :
  - Pk_{ft} ou Qréel sur élément porteur en maçonnerie,
  - Pk_{ft} ≥ 1 340 N sur élément porteur en tôles d'acier nervurées,
  - $Pk_{réel}$ sur élément porteur en bois - panneaux à base de bois,
  - 0,7 $Pk_{réel}$ sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

La valeur E (écartement) est indiquée dans les tableaux C1 à C3 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, la Société BMI Group France apporte son Assistance Technique pour le calcul de la répartition des fixations mécaniques.

2.4.3.2.3. Répartitions précalculées des fixations mécaniques à fût plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40

Les tableaux D1 à D3 de l'Annexe D indiquent les densités de fixations précalculées pour 3 cas simplifiés concernant des bâtiments de forme courante et de hauteur ≤ 20 m, dont les dimensions respectent les proportions suivantes :

- h ≤ 0,5 a ;
- et h ≤ b dans le cas des versants plans ;
  avec :
  - h = hauteur
  - a = longueur
  - b = largeur
- flèche = f dans le cas des versants plans ;
  avec f ≤ 0,5 h

qui conduisent à un coefficient d'élancement γ_0 = 1 selon les Règles NV 65 modifiées, en considérant le vent extrême.

Ces trois tableaux ont été établis sur la base :

1) Pour la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée mécaniquement en lisière recouverte :

L'effort admissible par fixation, $Wadm_{sr}$ avec l'attelage vis EGB 1,5 TT 4,8 × L fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L Ø40 est :

$$Wadm_{sr} = 534 \text{ N/fixation}$$

2) Pour les rives, les angles et les noues, avec la couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement :

L'effort admissible par fixation, $Wadm_{sr}$ avec l'attelage vis EGB 1,5 TT 4,8x L fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L Ø40 :

$$Wadm_{sr} = 414 \text{ N/fixation}$$

3) En prenant en compte une résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\ 350$ N des attelages.

2.4.3.2.4. Attelages de fixation mécanique admis

Les attelages de fixation mécanique de référence sont décrits en § 2.4.3.2.1 du Dossier Technique.

D'autres modèles de fixations, éléments de liaison ou plaquettes métalliques, sont admis sous réserve de respecter les règles d'adaptation figurant en Annexe A.

Il n'existe pas de règle d'adaptation possible pour le fût ETANCOPLAST HP4L Ø40. Il est possible d'utiliser le fût ETANCOPLAST HP4L Ø40 avec les éléments de liaison (vis) indiqués dans l'Annexe D (cf. §2.12).

BMI Group France peut apporter son Assistance Technique au calcul du $Wadm_{ns}$ 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. § 2.2.2.4).

2.4.3.2.5. Cas des bâtiments non visés aux § 2.4.3.2.2 et § 2.4.3.2.3

Pour des bâtiments non visés aux § 2.4.3.2.2 et § 2.4.3.2.3 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, BMI Group France peut apporter son Assistance Technique à l'étude des densités et répartitions des fixations.

2.4.4. Relevés

2.4.4.1. Non Isolés

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.

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

Sur reliefs en béton ou en acier non isolés imprégnés à l'EIF, le relevé comprend (cf. § 2.14.2 figure 3) :

- Une équerre de renfort en PARÉQUERRE (ou PARADIÈNE 35 SR4) soudée en talon sur 10 cm au minimum et verticalement. Le talon déborde 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, VERINOX S, PARAFOR SOLO GS / FEGS ou PARAFOR SOLO GFM / GFX.

2.4.4.2. Isolés

Les panneaux isolants bénéficient d'un Document Technique d'Application visant leur emploi en support d'étanchéité soudée. Ils sont fixés mécaniquement au relief par fixations et plaquettes conformes et reçoivent :

- Une équerre de renfort en PARÉQUERRE (ou PARADIÈNE 35 SR4) soudée en talon sur 10 cm au minimum et verticalement. Le talon déborde 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, VERINOX S, PARAFOR SOLO GS / FEGS ou PARAFOR SOLO GFM / GFX.

2.4.5. Ouvrages particuliers

2.4.5.1. Noues

2.4.5.1.1. Principe général

La couche de renfort est réalisée en PARADIÈNE FM. Elle reçoit les fixations mécaniques prévues en lisière du PARAFOR SOLO GFM (ou PARAFOR SOLO GFX), et une ou deux lignes de fixations complémentaires en pleine feuille (voir tableaux précalculés C1 à C3 et D1 à D3).

La présence de cette couche de renfort est notée « + FC » dans les tableaux C1 à C3 de l'Annexe C et D1 à D3 de l'Annexe D :

- Pour les cas courants, case « + FC » de couleur blanche : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend deux lignes de fixations, une en pleine feuille et une au recouvrement ;
- Pour les cas d'une exposition plus importante au vent extrême, case « + 2 FC » grisée (cf. § 2.11 tableau C3 et § 2.12 tableau D3) : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend trois lignes de fixations, deux en pleine feuille et une au recouvrement.

Comme indiqué au § 2.4.3.2.1 ci-avant, les rangées de fixations complémentaires sont protégées par une bande de pontage en PARADIÈNE FM de 15 cm de large soudée.

Les recouvrements des feuilles de renfort sont systématiquement soudés. Les règles de substitution pour la feuille PARADIÈNE FM indiquées dans le Document Technique d'Application Paracier FM sont admises.

2.4.5.1.2. Noues de rive

Les noues de rive sont renforcées sur 1 m à partir du fil d'eau par PARADIÈNE FM, et sont traitées :

- Soit, sans ligne de fixations complémentaires en pleine feuille, conformément à la figure 4 ;
- Soit, avec une ou deux lignes de fixations complémentaires en pleine feuilles (cf. § 2.4.5.1.1 ci-dessus), conformément aux figures E3.

2.4.5.1.3. Noues centrales

Les noues centrales sont renforcées sur 0,90 m de part et d'autre du fil d'eau conformément aux figures 5 et 6.

2.4.5.2. Évacuations 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.

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 la couche PARADIÈNE FM de renfort de noue. Les platines sont fixées à l'élément porteur (4 fixations au minimum).

2.4.5.3. Joint de dilatation

Les joints de dilatation sont traités sur costières conformément aux normes NF P 20.12, NF DTU 43.3 et 43.4, ou à l'Avis Technique Néodyl.

2.4.5.4. Chemins de circulation

Les chemins de circulation (pente ≤ 50 %) sont réalisés, après réchauffage au chalumeau du granulat d'autoprotection de partie courante, par soudure de la feuille PARATECH ou PARAFOR 30 GS (ou PARAFOR SOLO GFM, PARAFOR SOLO GFX) de couleur différente de celle utilisée en partie courante.

2.4.5.5. 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.

2.4.6. 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.

2.4.7. Cas particulier des Départements et Régions d'Outre-mer (DROM)

Seuls sont revendiqués, les éléments porteurs en maçonnerie (type D non admis) et les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées définis dans le CPT « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (Cahier du CSTB 3644).

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 ≥ 2 % pour la maçonnerie ;
- Pente ≥ 3 % pour les tôles d'acier nervurées ;
- Pente ≥ 1 % dans les noues, chéneaux, et caniveaux.

Nota : Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

Nota : Le dimensionnement des TAN prévu dans le cahier 3644 d'octobre 2008 ne permet pas de répondre à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique. Par conséquent, seuls les éléments porteurs et supports en maçonnerie sont visés pour ces départements. Il conviendra de prendre en compte la version publiée du cahier la plus récente.

2.4.7.1. 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.

2.4.7.2. Étanchéité des parties courantes et relevés

Les revêtements sont identiques à ceux prévus en France métropolitaine (voir tableau 1b). Dans tous les cas, la hauteur de relevé sera au minimum de 15 cm.

2.4.7.3. Évacuation 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 : *la NF DTU 60.11 P3 donne des exemples de dimensionnement pour des débits de 4,5 et 6 L/m².min.*

2.4.7.4. Réfection

En travaux de réfection, seuls sont admis les éléments porteurs en maçonnerie. Les travaux sont réalisés conformément aux dispositions du DTU 43.5 :

- A partir du support maçonnerie mis à nu après dépose complète du complexe d'étanchéité existant ;
- Sur un ancien revêtement conservé uniquement dans le cas d'apport d'un nouvel isolant fixé mécaniquement bénéficiant d'un DTA pour cet usage en DROM.

2.4.7.5. Cas Particuliers de la Guadeloupe et de la Martinique

Les efforts de vent à prendre en compte doivent être calculés conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

La valeur de résistance à la dépression sous vent extrême au sens des Règles NV65 modifiées 2009 Wadm pourra être utilisée comme valeur limite de résistance à la dépression aux états limites ultimes. Les tableaux précalculés ne s'appliquent pas et un calcul spécifique doit être réalisé.

2.5. Entretien

L'entretien est celui prescrit par les normes NF DTU série 43.

2.6. Assistance technique

BMI Group France apporte son assistance technique à la demande de l'entreprise pour :

1. La formation de l'entreprise (pose de produits et organisation du chantier) ;
2. La position des renforts en PARADIÈNE FM ;
3. La répartition et le calcul des densités de fixations mécaniques.

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Fabrication

Les feuilles sont produites par la Société BMI Group France dans ses usines de Mondoubleau (41) et Loriol (26).

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.

2.7.2. 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 5 du Dossier Technique (§ 2.14.1).

2.8. Mention des justificatifs

2.8.1. Résultats expérimentaux

- Rapports d'essais à la chambre hypobare du CSTC du 21 juin 2004, n° 651 XE 392 avec la feuille PARAFOR SOLO GFM ;
- Rapport d'essais du CSTB n TO04-017/1 du 07 septembre 2004, selon les normes NF EN, résistance et allongement à la rupture, déchirure au clou, souplesse à basse température à l'état neuf et après un vieillissement en température élevée, stabilité dimensionnelle, poinçonnements statique et dynamique, pelage et cisaillement des joints à l'état neuf et après un vieillissement en température élevée ;
- Procès-verbaux du CSTB de classement au feu extérieur n° RS06-140 du 1er octobre 2007, classement BROOF(t3) avec la feuille PARAFOR SOLO GFM ;

- Rapport du laboratoire de Mondoubleau de Siplast - Icopal, stabilité de forme lors d'une variation cyclique de température (norme NF EN 1108), n° CTRL-M/CHN/06-157 du 26 juillet 2006 ;
- Rapport du laboratoire Group R&D Siplast - Icopal :
    - 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 07 juillet 2007 ;
- Rapport d'essais du CSTC n° DE 651XO717 CAR 17299-1, essais de tenue au vent d'une étanchéité de toiture du 15 mars 2018 ;
- Rapport d'essais du CSTC n° DE 651XO717 CAR 17299-2, essais de tenue au vent d'une étanchéité de toiture du 15 mars 2018.

2.8.2. Références chantiers

Le procédé « Parafor Solo FM » est utilisé depuis septembre 1990.

Entre 2019 et 2025, le procédé a permis d'étancher 900 000 m² de toiture, dont plus de 19 000 m² avec les granulés Noxite®(PARAFOR SOLO GFM et GFX).

2.9. Annexe A – Règles d'adaptation concernant les attelages de fixation mécanique avec plaquette métallique du revêtement d'étanchéité

2.9.1. 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 » (cf. § 2.4.3.2.1) :

- Fixation en lisière recouverte : vis VMS 2C (Ø 4,8 mm) + plaquette 40 × 40 (épaisseur 0,8 mm), de la Société Étanco, .
- Fixation de la couche de renfort PARADIÈNE FM : vis IT2C 4,8 × L + plaquette PR 40 × 40 AL (épaisseur 0,8 mm), de la Société SFS Group SAS.

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 issues 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 la NF P 30 313
R_{ns}	Résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système.
D	Densité de fixation en u/m².
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.

Définition des abréviations utilisées

2.9.2. 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.

L'espacement entre deux axes de fixations d'une même rangée est ≤ deux fois l'entraxe des nervures des tôles.

2.9.3. 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 Pk_{ft} ;
- L'épaisseur et la nuance d'acier sont ≥ à celles de la plaquette référence ;
- Les dimensions respectent les conditions suivantes :
    - si la plaquette du « ns » est ronde, son Ø doit être supérieur ou égal à 56,6 mm (« sr »),
    - si la plaquette du « ns » est carrée ou oblongue, ses dimensions doivent être ≥ 40 mm.

Conformément à la figure A1 ci-dessous, les recouvrements entre feuilles d'étanchéité sont adaptés pour respecter les valeurs x et y prescrites, soit x ≥ 10 mm et y ≥ 50 mm.

2.9.4. 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 ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément à l'EAD 030351-00-0402 ;
- La résistance caractéristique « R_{ns} » à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (Dns).

2.9.5. Détermination de la densité de fixations Dns du nouveau système

2.9.5.1. Pour la feuille PARAFOR SOLO GFM / GFX fixée en lisière recouverte

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

- Si R_{ns} (en N) ≥ 1 340 N, alors $Wadm_{ns}$ = 594 N/fixation ;
- Si R_{ns} (en N) < 1 340 N, alors $Wadm_{ns}$ = 594 × R_{ns}/1340 en N/fixation.

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

- « D_{ns} » = pression de vent / $Wadm_{ns}$
  - avec D_{ns} conforme au § 2.9.2,
  - 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.

2.9.5.2. Pour la couche de renfort PARADIÈNE FM

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

- Si R_{ns} (en N) ≥ 1 340 N, alors $Wadm_{ns}$ = 607 N/fixation ;
- Si R_{ns} (en N) < 1 340 N, alors $Wadm_{ns}$ = 607 ×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 / $Wadm_{ns}$
  - avec D_{ns} conforme au § 2.9.2,
  - 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 (rive et angle) selon les Règles NV 65 modifiées.

Exigences	**Élément porteur**				
	Tôle d'acier nervurée			**Bois et panneaux à base de bois**	**Béton de granulats courants**
	Pleine	**Perforée(3)**	**Crevée(3)**		
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	$CR_{ns} \geq CR_{ft}$
Identification de l'élément de liaison	Vis ∅ 4,8 mini	Vis ∅ 6,3 mini	Vis ∅ 6,3 mini	Vis ∅ 4,8 mini	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet ∅ 4,8 mini(1)	Rivet ∅ 4,8 mini(1)	Rivet ∅ 4,8 mini(1)		
Résistance à la corrosion de l'attelage complet sur locaux à faible et moyenne hygrométrie(2)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)
Résistance à la corrosion de l'attelage complet sur locaux à forte hygrométrie(2)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)				15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(7) ou acier inoxydable austénitique(8)
Pk minimal (daN)	90	90	90	90	
Valeur de R_{ns} à retenir	Pk_{ft}	Pk_{ft}(4)	Pk_{ft}(4)	Pk_{ft}(5)	valeur mini (Pk_{ft} ou Q_{ft})(5) (6)

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. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
4. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
5. La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système doit être au moins égale à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation.
6. 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}).
7. Attelages complets présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément à l'EAD 030351-00-0402.
8. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.

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} Matériau de même type	ρ_{ns}	CR_{ns}
Identification de l'élément de liaison	Vis ∅ 4,8 mini	Vis ∅ 6,3 mini	Vis ∅ 6,3 mini	Vis ∅ 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet ∅ 4,8 mini(1)	Rivet ∅ 4,8 mini(1)	Rivet ∅ 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 ≤ 15%(9) ou acier inoxydable austénitique(10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15%(9) ou acier inoxydable austénitique(10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 %(9) ou acier inoxydable austénitique(10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 15%(9) ou acier inoxydable austénitique(10)	Acier inoxydable austénitique(10)	15 cycles avec surface rouille ≤ 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 ≤ 15%(9) ou acier inoxydable austénitique(10)					15 cycles avec surface rouille ≤ 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.

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. 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.

8. 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}).

9. Attelages complets présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément à l'EAD 030351-00-0402.

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

2.10. Annexe B – Attelages de fixation mécanique admis pour le revêtement d'étanchéité

2.10.1. Préambule :

L'attelage des systèmes de référence est :

- Feuilles fixées en lisière recouverte : vis VMS 2C + plaquette 40 × 40 (40 × 40 × 0,8 mm), de Pk_{ft} = 1 340 N, de la Société LR Étanco ;
- Sous-couche PARADIÈNE FM : vis IT2C 4,8 × L + plaquette PR 40 × 40 AL (40 × 40 × 0,8 mm), de Pk_{ft} = 1 340 N, de la Société SFS Group SAS.

Fabricant	Nom(2)	Pk_{ft} ou Q_{ft} (N) (3)	Solide au pas
SFS Group SAS	Vis TI 6,3 × L + plaquette IRD 82 × 40	Q_{ft} = 1 830(4)	Non
	Vis TI 6,3 × L + plaquette IF/IGC 82 × 40	Q_{ft} = 1 830(4)	Non
LR Étanco	Vis BETOFAST TH DF + plaquette 82 × 40 R	Q_{ft} = 2 370(5)	♣

♣ : attelage solide au pas (cf. § 2.2.2.4).

- Maçonnerie selon la norme NF DTU 20.12.
- Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.
- Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.
- Dans un béton C20/25 - ancrage ≥ 20 mm.
- Dans un béton C20/25 - ancrage ≥ 35 mm.

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

Fabricant	Nom(1)	Pk_{ft} (N)(2)	Solide au pas
SFS Group SAS	vis LBS-S 8,0 × L + plaquette IG8-C 82 × 40	1 470(3) (4)	Non
LR Étanco	vis MULTIFAST TB Inox + plaquette 40 × 40	1 250(3) (5) (6)	Non
	vis MULTIFAST TB Inox + plaquette 82 × 40 R	1 250(3) (5) (6)	Non

(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 ≥ 60 mm.
(5) Ancrage ≥ 55 mm.
(6) Le $Wadm_{ns}$ est à calculer conformément au § 2.9.5 de l'Annexe A.

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

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

♣ : attelage solide au pas (cf. § 2.2.2.4).

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

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

(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.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
SFS Group SAS	Vis IG 6,0 × L + plaquette IRD 82 × 40	1 970	Non
	Vis IWT 5,0 × L + plaquette IRC/W 82 × 40	1 630(4)	Non
LR Étanco	Vis EVF 2C + plaquette 82 × 40 R SC	1 500(4)	Non
	Vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	1 500(4)	♣

♣ : Attelage solide au pas (cf. § 2.2.2.4).
(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.

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

2.11. Annexe C – Répartitions précalculées des fixations mécaniques (R_{ns} ≥ 1 340 N)

Les tableaux C1 - C2 et C3 sont valables :

1) Pour les feuilles :

- PARAFOR SOLO GFM/ GFX fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $Wadm_{sr}$ = 594 N/fixation,
- PARADIÈNE FM, couche de renfort en rives et en angles, pour un effort admissible $Wadm_{sr}$ = 607 N/fixation.

2) Pour un attelage de référence :

- de résistance caractéristique R_{ns} ≥ 1 320 N, avec plaquette de dimensions ≥ 40 × 40 × 0,8 mm.

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

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Uniquement pour les éléments porteurs en maçonnerie et TAN.

(2) Sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde ; cf. tableau C2.

(3) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(4) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau C1 – Versants plans maçonnerie ou béton cellulaire autoclavé armé - Bâtiment ouvert ou fermé - Neuf ou réfections - Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Réfections(2)

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

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Pour l'élément porteur TAN.

(2) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(3) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau C2 – 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][2][3]	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
h ≤ 10 m	Courante	37	37	37	32	34	27	28	23	21	36 + FC
	Rives	37	28	32	24	25	20	21	36 + FC	32 + FC	27 + FC
	Angles	26	19	22	34 + FC	36 + FC	28 + FC	30 + FC	25 + FC	22 + FC	18 + FC
10 m < h ≤ 15 m	Courante	37	34	37	29	31	24	25	21	19	33 + FC
	Rives	35	25	29	22	23	18	19	33 + FC	29 + FC	24 + FC
	Angles	24	36 + FC	20	31 + FC	32 + FC	26 + FC	27 + FC	22 + FC	20 + FC	25 + 2 FC
15 m < h ≤ 20 m	Courante	37	32	36	27	28	23	24	20	18	20
	Rives	32	24	27	20	21	35 + FC	18	30 + FC	27 + FC	30 + FC
	Angles	22	33 + FC	18	29 + FC	30 + FC	24 + FC	25 + FC	21 + FC	19 +FC	23 + 2 FC

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

+ 2 FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec trois lignes de fixations, l'une en lisière et deux autres en pleine feuille.

(1) Pour l'élément porteur TAN.

(2) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(3) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau C3 – Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment ouvert - Neuf ou réfections

2.12. Annexe D – Attelage de fixations à fût plastique ETANCOPLAST HP4L Ø40

Les tableaux D1 - D2 - D3 et D4 sont valables :

1) Pour les feuilles :

- PARAFOR SOLO GFM/ GFX fixées en lisière recouverte, pour un effort admissible $Wadm_{sr}$ = 534 N/fixation,
- PARADIÈNE FM, couche de renfort en rives et en angles, pour un effort admissible $Wadm_{sr}$ = 414 N/fixation.

2) Pour un attelage de référence :

- de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\ 340$ N, avec ETANCOPLAST HP4L Ø40

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5[(1)(3)(4)]	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
h ≤ 10 m	Courante	37	32	35	27	28	23	24	20	18	30+FC
	Rives	25	34	21	32+FC	34+FC	26+FC	28+FC	24+FC	20+FC	18+FC
	Angles	18	24	30+FC	22+FC	24+FC	18+FC	20+FC	16+FC	14+FC	12+FC
10 m < h ≤ 15 m	Courante	37	29	24	25	26	21	22	18	32+FC	26+FC
	Rives	23	34+FC	19	30+FC	30+FC	24+FC	26+FC	22+FC	18+FC	16+FC
	Angles	32+FC	24+FC	26+FC	20+FC	22+FC	18+FC	18+FC	14+FC	14+FC	12+FC
15 m < h ≤ 20 m	Courante	36	27	30	23	24	19	20	34+FC	30+FC	24+FC
	Rives	21	32+FC	18	28+FC	28+FC	22+FC	24+FC	20+FC	18+FC	14+FC
	Angles	30+FC	22+FC	24+FC	20+FC	20+FC	16+FC	16+FC	14+FC	12+FC	10+FC

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Pour les éléments porteurs maçonnerie et TAN.

(2) Sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde ; cf. le tableau D2.

(3) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(4) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau D1 – Versants plans maçonnerie ou béton cellulaire autoclavé armé - Bâtiment ouvert ou fermé - Neuf ou réfections - Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Réfections[(2)]

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5[(1)(2)(3)]	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
h ≤ 10 m	Courante	28	21	24	18	19	30+FC	32+FC	26+FC	24+FC	20+FC
	Rives	21	32+FC	18	28+FC	28+FC	22+FC	24+FC	20+FC	18+FC	14+FC
	Angles	30+FC	22+FC	24+FC	18+FC	20+FC	16+FC	16+FC	14+FC	12+FC	10+FC
10 m < h ≤ 15 m	Courante	26+FC	19	22	34+FC	34+FC	28+FC	28+FC	24+FC	22+FC	18+FC
	Rives	38+FC	28+FC	32+FC	24+FC	26+FC	20+FC	22+FC	18+FC	16+FC	14+FC
	Angles	26+FC	20+FC	22+FC	18+FC	18+FC	14+FC	14+FC	12+FC	12+FC	10+FC
15 m < h ≤ 20 m	Courante	24	18	20	30+FC	32+FC	26+FC	26+FC	22+FC	20+FC	16+FC
	Rives	18	26+FC	30+FC	22+FC	24+FC	20+FC	20+FC	16+FC	14+FC	12+FC
	Angles	24+FC	18+FC	20+FC	16+FC	16+FC	14+FC	14+FC	12+FC	10+FC	8+FC

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Pour l'élément porteur TAN.

(2) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(3) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau D2 – 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)(2)(3)	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
h ≤ 10 m	Courante	37	37	37	37	37	32	34	28	25	21
	Rives	30	23	25	19	20	32+FC	34+FC	28+FC	26+FC	22+FC
	Angles	20	30+FC	34+FC	26+FC	28+FC	22+FC	22+FC	18+FC	16+FC	14+FC
10 m < h ≤ 15 m	Courante	37	37	37	35	37	29	31	26	23	19
	Rives	28	20	23	18	18	30+FC	30+FC	26+FC	24+FC	20+FC
	Angles	18	28+FC	30+FC	24+FC	24+FC	20+FC	20+FC	18+FC	16+FC	12+FC
15 m < h ≤ 20 m	Courante	37	37	37	28	34	27	28	24	21	18
	Rives	26	19	21	32+FC	34+FC	28+FC	28+FC	24+FC	22+FC	18+FC
	Angles	34+FC	26+FC	28+FC	22+FC	22+FC	18+FC	18+FC	16+FC	14+FC	12+FC

+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Pour l'élément porteur TAN.

(2) Pour la Guadeloupe et la Martinique, la densité de fixation doit être calculée conformément à l'arrêté du 5 juillet 2024 relatif à la classification et à la prise en compte du risque de vents cycloniques dans la conception et la construction des bâtiments situés en Guadeloupe et en Martinique.

(3) TAN non visées en Guadeloupe et Martinique faute de référentiel à la suite de l'arrêté du 5 juillet 2024.

Tableau D3 – Versants plans - TAN, bois ou panneaux à base de bois - Bâtiment ouvert - Neuf ou réfections

Le seul attelage mixte admis (vis métallique + fût plastique) est ETANCOPLAST HP4L Ø40 décrit ci-dessous :

Vis métallique EGB 1,5 TT 4,8×L (Ø 4,8 mm)+ plaquette fût plastique Etancoplast HP4L Ø40 d'épaisseur 3 mm en polyamide de la Société LR Etanco :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage Pkft = 1 350 N sur tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,7 mm d'épaisseur selon NF P 30-313.
- Résistance au dévissage, selon l'EAD 030351-00-0402et NF P 30-315 :
  - rotation de la tête de fixation ≤ ¼ tour après 500 cycles,
  - rotation de la tête de fixation ≤ ½ tour après 900 cycles,
  - mouvement vertical ≤ 1 mm après 900 cycles.
- Résistance mécanique/ fragilité de la fixation en plastique selon l'EAD 030351-00-0402 :
  - hauteur de chute état neuf 2,2 m,
- hauteur de chute état vieilli (28 jours à 80 °C) 2,2 m ;
  - Solide au pas selon NF P 30-317.

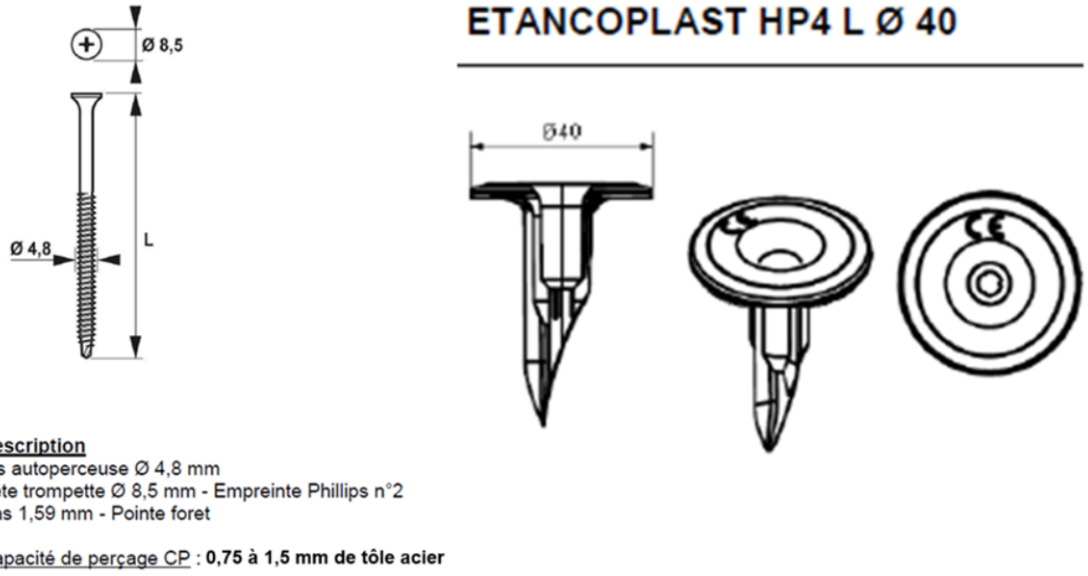


Figure D1 – Attelage de fixation

Du fait de sa conception, le fût plastique Etancoplast HP4L Ø40 décrit ci-dessus peut être associé aux vis ci-dessous en substitution de la vis de référence EGB 1,5 TT 4,8×L (Ø 4,8 mm).

Elément de liaison (vis)	Pk (N) selon NF P 30-313	Fût	Elément porteur admissible
EGB TT 2C 4.8×L	1 350	Etancoplast HP4L Ø40	TAN pleine
VMS TT 2C 4.8×L	1 520		TAN pleine

Tableau D4-1 – Attelages de fixation autorisés en fonction de l'élément porteur TAN

Elément de liaison (vis)	Pk (N) selon NF P 30-313	Fût	Elément porteur admissible
EGB TT 2C 4.8×L	1 380	Etancoplast HP4L Ø40	Bois et à base de bois
VMS TT 2C 4.8×L	1 500		Bois et à base de bois

Tableau D4-2 – Attelages de fixation autorisés en fonction de l'élément porteur bois et à base de bois

2.13. Annexe E – Zonage de la toiture

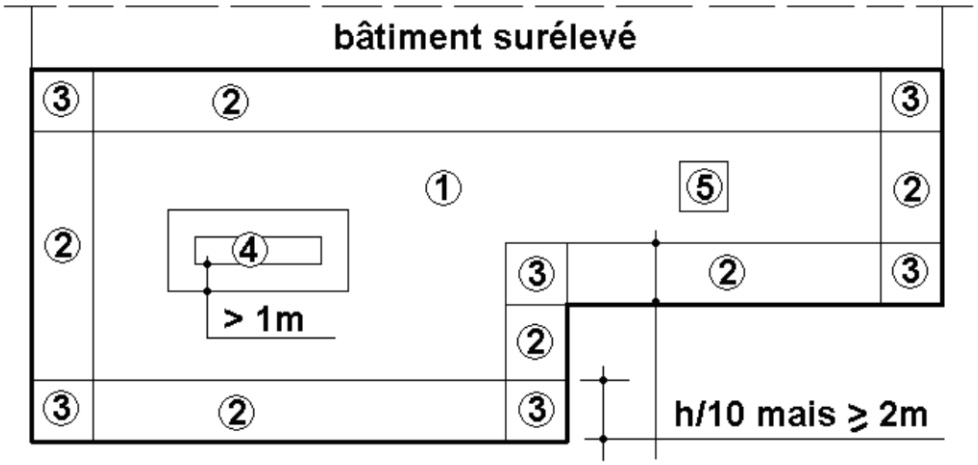
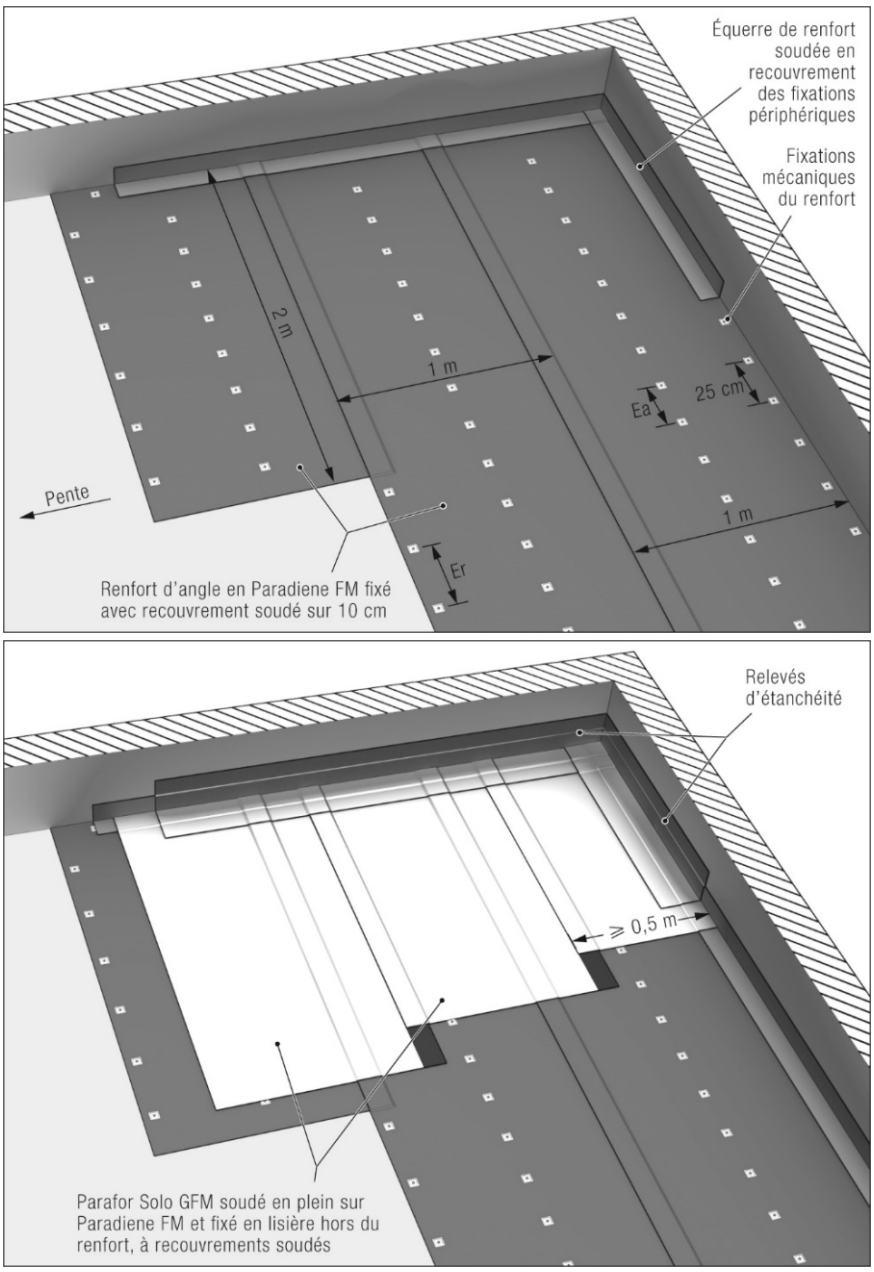


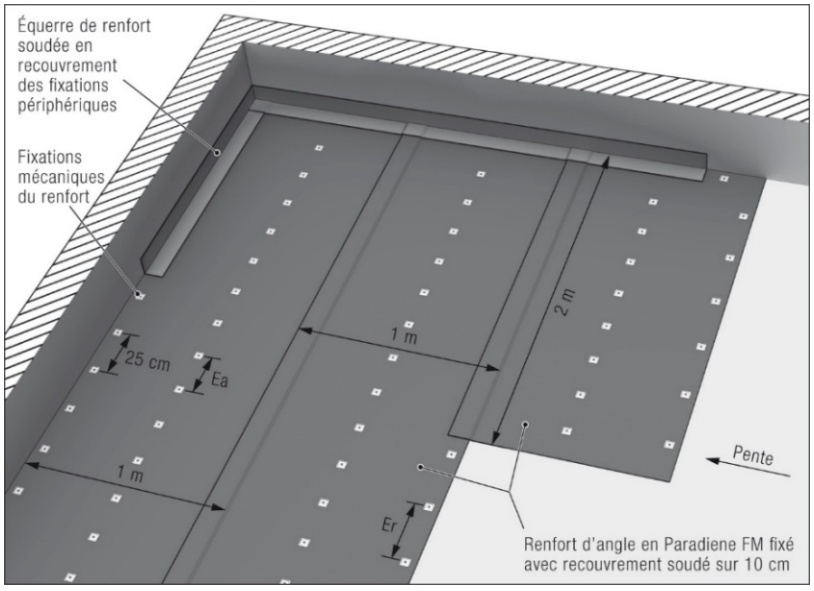
Figure E1 – Zonage de la toiture

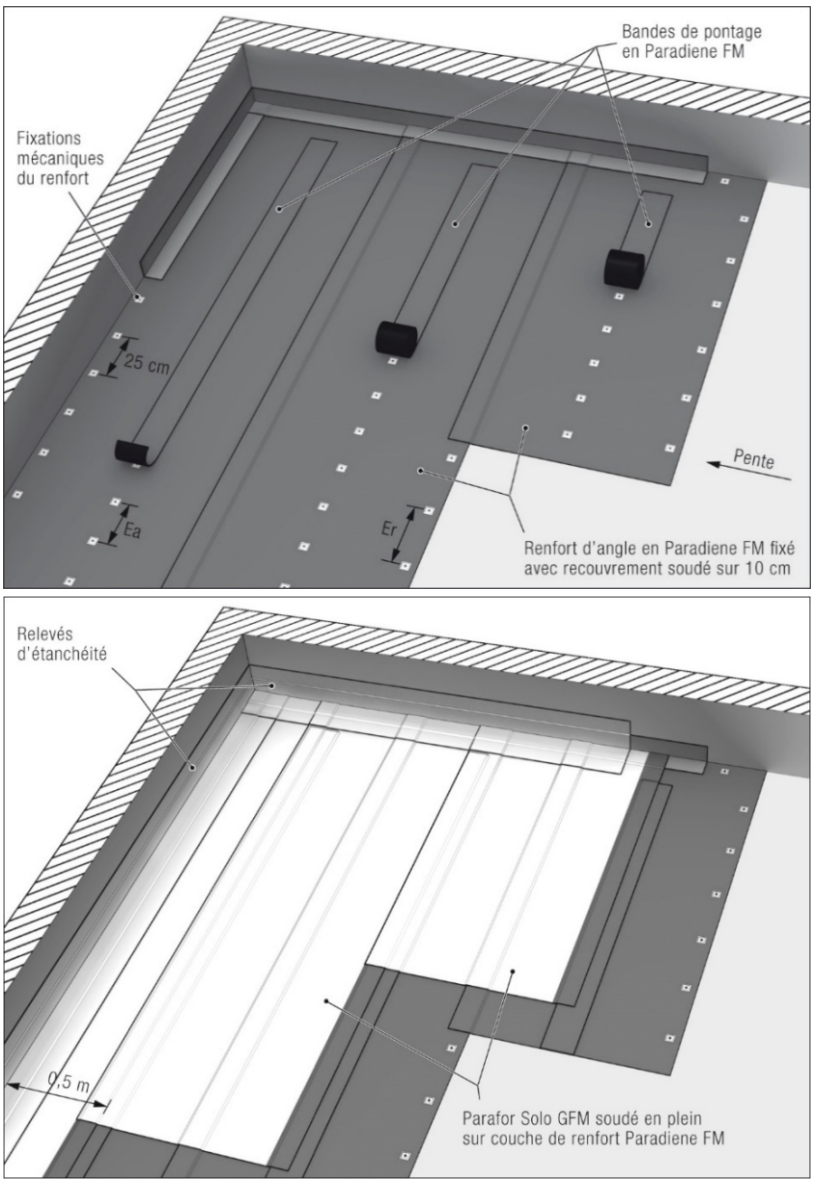
Repérage	Localisation	Largeur de la zone concernée
1	Partie courante	
2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu, etc.	1/10e de la hauteur du bâtiment sans être inférieure à 2 m
3	Angles	Intersection des rives
4	Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des 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

Légende de la figure E1



Figures E2 – Rive qui ne reçoit pas les eaux pluviales, avec couche de renfort PARADIÈNE FM comprenant deux lignes de fixations : une en lisière et une en pleine feuille





Figures E3 – Noue avec couche de renfort PARADIÈNE FM comprenant deux lignes de fixations : une en lisière, et une en pleine feuille recouverte par une bande PARADIÈNE FM

2.14. Annexe du Dossier Technique – Tableaux et schémas de mise en œuvre

2.14.1. Tableaux du Dossier Technique

Pour les rives, les angles et les noues, le procédé est complété par une couche de renfort en PARADIÈNE FM (cf. § 2.4.3.1)

Élément porteur	Supports directs du revêtement d'étanchéité(1)	cf. Dossier Technique	Toitures inaccessibles et chemins de circulation(2)	Terrasses techniques ou à zones techniques
Maçonnerie Béton cellulaire (uniquement en réfection totale) Bois et à base de bois	Maçonnerie Béton cellulaire autoclavé armé Bois et panneaux à base de bois Isolant thermique : - polyuréthane parementé (7) - laine de roche(3) (4)	§ 2.3.1.2 § 2.3.3.2 § 2.3.1.3 § 2.4.2	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + PARATECH
	- laine de verre(3)(4) - polystyrène expansé + écran(5)		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	
TAN	Isolant thermique : - polyuréthane parementé(7) - laine de roche(3) (4)	§ 2.4.2	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + PARATECH
	- laine de verre(3) (4) - polystyrène expansé + écran(5)		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	
Ancien revêtement	- ciment volcanique et enduit pâteux - membrane synthétique(6) - revêtement bitumineux - asphalte apparent	§ 2.3.3.3	CECEAL + PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	CECEAL + PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + Paratech PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + PARATECH
	- autres asphaltes			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La pente minimum des éléments porteurs est de 1 % pour la maçonnerie - conforme à l'ancien 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 réalisés avec PARATECH ou feuille complémentaire d'une couleur différente de la partie courante (cf. § 2.4.5.4 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. § 2.2.2.4 du Dossier Technique).

(5) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. § 2.4.2.2 du Dossier Technique).

(6) Pas de nouveau pare-vapeur dans le cas d'une tôle pleine.

(7) L'Avis Technique de l'isolant doit viser l'emploi avec étanchéité apparente fixée mécaniquement.

Tableau 1a – Composition du revêtement d'étanchéité en France européenne

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**
Maçonnerie	Maçonnerie Isolant thermique : - polyuréthane parementé (4)	§ 2.3.1.2 § 2.4.2	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + PARATECH
	- polystyrène expansé + écran(3)		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	
TAN	Isolant thermique : - polyuréthane parementé	§ 2.4.2	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + PARATECH
	- polystyrène expansé + écran(3)		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La pente minimum des éléments porteurs est de ≥ 2% pour la maçonnerie et ≥ 3% pour les tôles d'acier nervurées conforme au Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2018, remise à nu de l'élément porteur béton.

(2) Les chemins de circulation sont réalisés avec PARATECH ou feuille complémentaire d'une couleur différente de la partie courante (cf. § 2.4.5.4 du Dossier Technique).

(3) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. § 2.4.2.2 du Dossier Technique).

(4) L'Avis Technique de l'isolant doit viser l'emploi avec étanchéité apparente fixée mécaniquement.

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

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur sans EAC[2] [3] [5]
Maçonnerie[1]	Cas courant (faible et moyenne hygrométrie)	EIF + IREX PROFIL soudé en plein EIF + ADEPAR JS ou ADEPAR JS R4
	Locaux à forte hygrométrie et planchers chauffants n'assurant qu'une partie du chauffage[6]	EIF + PAREVAPO SBS soudé en plein[12]
	Locaux à très forte hygrométrie et planchers chauffants assurant la totalité du chauffage[6]	EIF + PERFADER posé bord à bord + PAREVAPO SBS soudé en plein[5]
Béton cellulaire autoclavé armé[1] En réfection avec dépose complète du complexe existant	Faible ou moyenne hygrométrie	EIF + PERFADER[4] + IREX PROFIL soudé en plein[5]
Tôles d'acier nervurées pleines	Faible ou moyenne hygrométrie[13]	Ceceal avec recouvrements pontés ADEVAPO[7] IREX PROFIL[5]
	Locaux à forte hygrométrie	CECEAL avec recouvrements pontés ADEVAPO[7] IREX PROFIL[5]
	Locaux à très forte hygrométrie	Cf. NF DTU 43.3 – P1 ou ADEVAPO collé[7] [8]
Tôles d'acier nervurées perforées ou crevées	Faible ou moyenne hygrométrie	CECEAL avec recouvrements pontés
Bois et panneaux à base de bois[1]	Faible ou moyenne hygrométrie	IREX PROFIL cloué, joints soudés[5] [9] [10] [11] EIF + ADEPAR JS ou ADEPAR JS R4

(1) Pontage des joints (cf. § 2.3.1.2 - 2.3.1.3 - 2.3.3.2 du Dossier Technique).

(2) Le pare-vapeur sans EAC peut également être posé en indépendance (avec les mêmes feuilles, sans EIF ni écran perforé), à joints soudés.

(3) Les pare-vapeur sans EAC sont à recouvrements soudés sur 6 cm au moins.

(4) L'écran perforé PERFADER est déroulé bord à bord. En périphérie de la toiture et autour des émergences, le pare-vapeur est soudé en plein sur EIF sur 50 cm minimum sans cet écran perforé.

(5) IREX PROFIL peut être remplacé par PARABASE ou PARADIENE SVV ou toute autre feuille de la gamme SIPLAST à base de bitume armé de 2,5 mm d'épaisseur (BE 25 VV50) à surface grésée ou avec autoprotection minérale et visée par un DTA ou une fiche système de BMI Group France établie conformément aux Règles professionnelles « Étanchéité sous protection lourde » de janvier 2025.

(6) La fixation mécanique des panneaux isolants thermiques n'est pas admise sur planchers chauffants.

(7) La barrière à la vapeur autoadhésive ADEVAPO est déroulée parallèlement aux des nervures des tôles d'acier nervurées, et est posée à recouvrement minimum de 6 cm. Le film pelable de sous-face est retiré, puis les recouvrements sont fermés à la roulette de pression sur les plages de la tôle. Le collage à l'EAC des panneaux isolants n'est pas admis sur ADEVAPO.

(8) Uniquement dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH conformément au DTA Parasteel 42 / Parasteel 42 TFH.

(9) Lorsque le pare-vapeur est cloué, la limite admissible à la dépression au vent du revêtement apparent est de 2 663 Pa.

(10) Le pare-vapeur peut-aussi être : traitement des joints et EIF + IREX PROFIL à recouvrement de 6 cm minimum soudé en plein.

(11) Lorsque les panneaux isolants ou la sous-couche du revêtement d'étanchéité sont fixés mécaniquement, le pare-vapeur peut être posé en indépendance avec recouvrement de 6 cm soudé.

(12) PAREVAPO SBS peut être remplacé par SUPRADIAL GS. Sous protection lourde, PAREVAPO SBS peut également être remplacé par PARADIAL S, SUPRADIAL GS ou PARADIAL SFM.

(13) Le DTU 43.3 P1 et son amendement rendent le pare-vapeur nécessaire dans le cas d'exigence de perméabilité à l'air et/ou d'une isolation renforcée (Les DPM préciseront le besoin)

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

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 2b – Mise en œuvre du pare-vapeur en DROM

Appellation codifiée	Unité	PARAFOR SOLO	
		GFM	GFX
		BE 40 PY 180	BE 40 PY 180
Armature composite	g/m²	180	180
Imprégnation et enduction :			
• liant ASBA	g/m²		5 000
• liant ASBA FE	g/m²	5 000	
Sous-face grésée	g/m²	180	260
Surface autoprotégée par paillettes d'ardoise / par granulés colorés(1)	g/m²	960 / 1 300	960 / 1 300
Nature de la bande de soudure (avec lignage à 50 mm du bord)	-----	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié
Dimensions :			
• bande de soudure	mm	117	117
• épaisseur nominale VDF (- 5%)	mm	4	4
• dimensions des rouleaux	m × m	7 × 1	7 × 1
Poids indicatif des rouleaux (paillettes/granulés)	kg	42 / 44	42 / 43
VDF : Valeur déclarée par le fabricant. (1) Dans le cas où le granulé est de la Noxite®, le suffixe « Nox-Activ® » est ajouté à la dénomination de la feuille.			

Tableau 3 – Composition et présentation

			PARAFOR SOLO GFM / GFX	
Caractéristiques	**Unité**	**Norme**	**VDF**	**VLF**
Résistance à la traction L × T	N/5cm	NF EN 12311-1	740 × 540	660 × 480
Allongement à la rupture L × T	%	NF EN 12311-1	40 × 49	32 × 39
Résistance à la déchirure au clou L × T	N	NF EN 12310-1	240 × 250	216 × 225
Tenue à la chaleur en étuve	°C	NF EN 1110	-	100
Tenue à la chaleur en étuve à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296)	°C	NF EN 1110	-	95
Souplesse à basse température à l'état neuf	°C	NF EN 1109	- 20	- 15
Souplesse à basse température à l'état vieilli en température (70 °C pendant 6 mois, NF EN 1296)	°C	NF EN 1109	-	- 5
Stabilité dimensionnelle	%	NF EN 1107-1	-	0,3
Résistance au poinçonnement statique (méthode A)	kg	NF EN 12730	-	20
Résistance au choc (méthode B)	mm	NF EN 12691:2006	-	1 500
Résistance au poinçonnement statique	kg	NF P 84-354	-	L4
Résistance au poinçonnement dynamique	J	NF P 84-354	-	D3
Classement I		NF P 84-354	-	I5
VDF : Valeur déclarée par le fabricant. VLF : Valeur limite du fabricant.				

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées

	Fréquence
Sur matières premières	
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C Fines : granulométrie Granulats : coloris Armatures : poids - traction	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	
TBA - pénétration à 50 °C Taux de fine Souplesse à - 20 °C Élasticité (modalités internes)	1 par jour
Sur produits finis	
Épaisseur - Longueur - Largeur - Lisières - Poids	Permanent
Tenue à la chaleur	1 par fabrication
Tenue à la chaleur après vieillissement 6 mois à 70 °C	Tous les 6 mois
Stabilité dimensionnelle	Tous les 6 mois
Souplesse à basse température	1 par fabrication
Souplesse à basse température après vieillissement 6 mois à 70 °C	Tous les 6 mois
Tenue de l'autoprotection	1 par fabrication
Traction et allongement	1 par mois

Tableau 5 - Nomenclature des contrôles des feuilles manufacturées

2.14.2. Figures du Dossier Technique

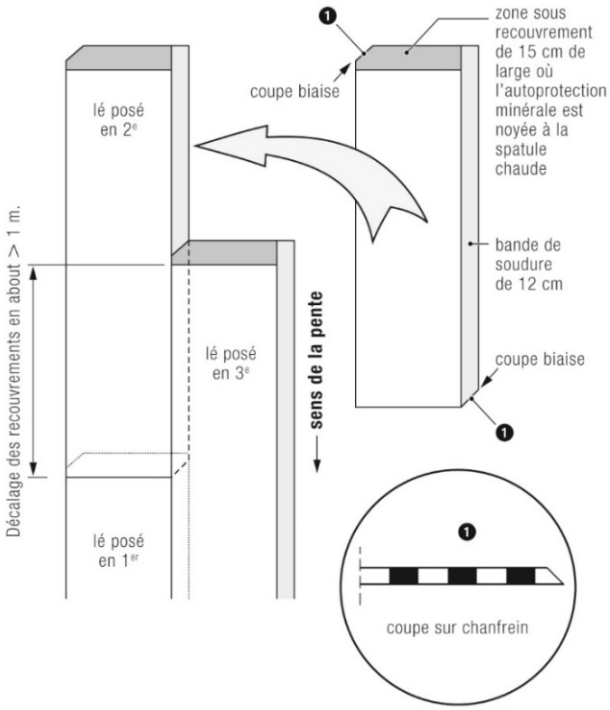


Figure 1 – Mise en œuvre du PARAFOR SOLO GFM

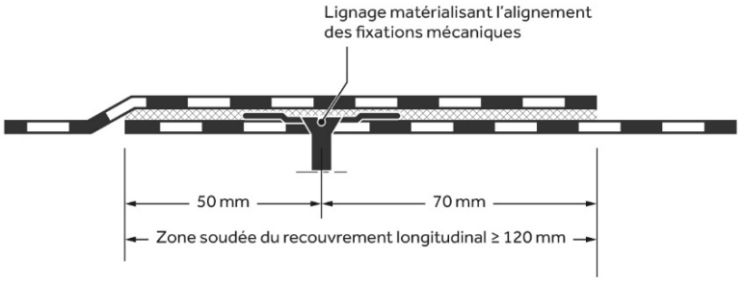


Figure 2 – Recouvrement longitudinal du PARAFOR SOLO GFM / GFX

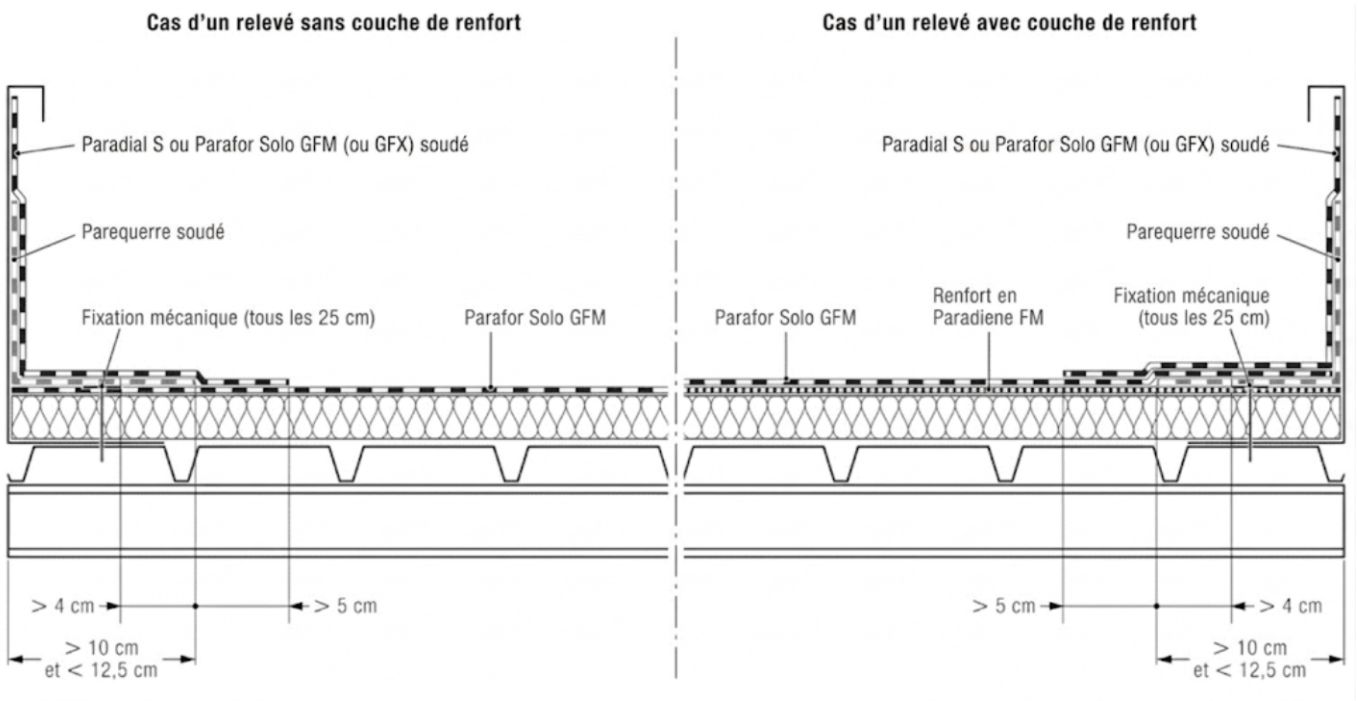
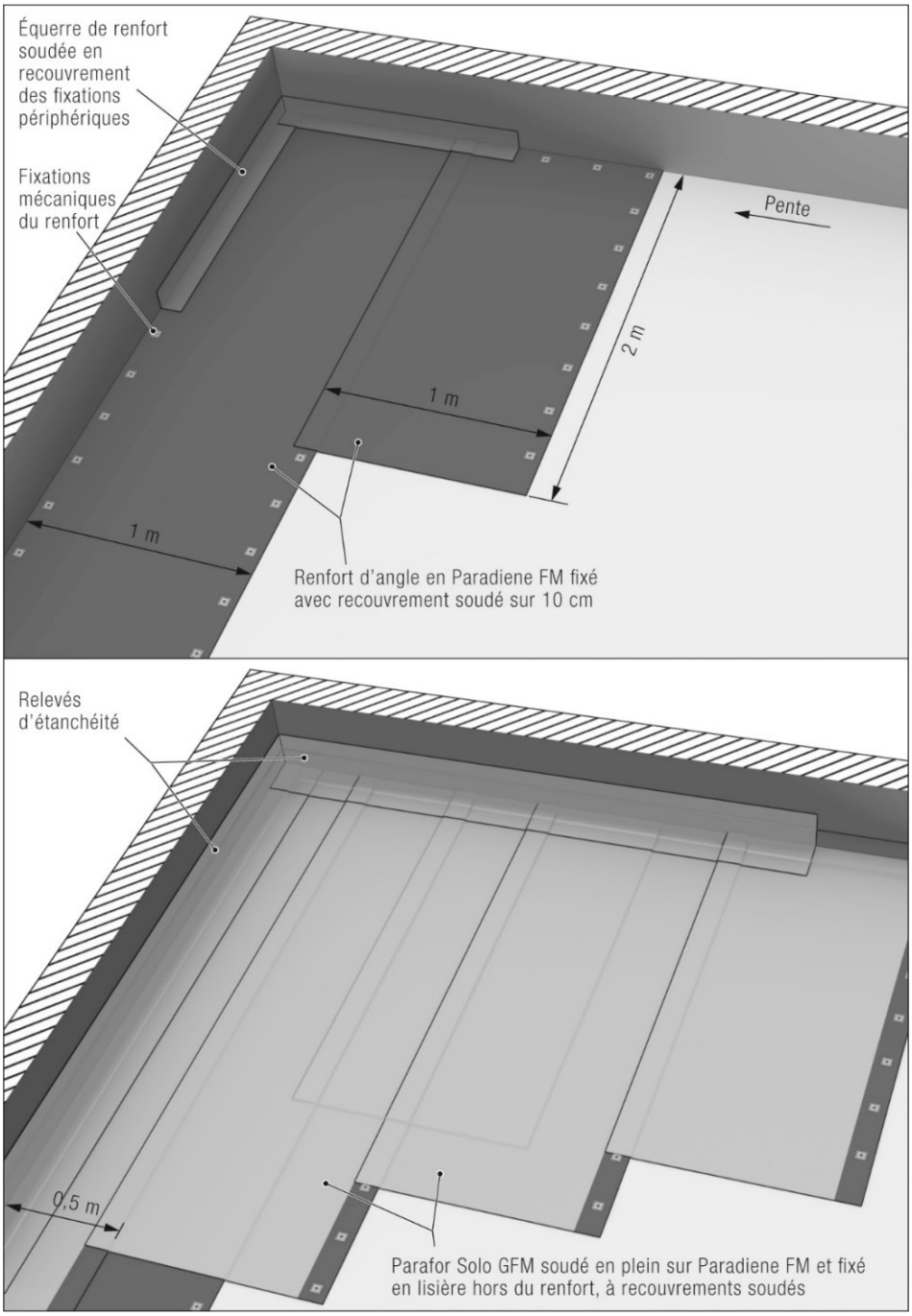


Figure 3 – Relevés avec PARAFOR SOLO GFM



Figures 4 – Noue de rive avec couche de renfort PARADIÈNE FM avec une ligne de fixations en lisière

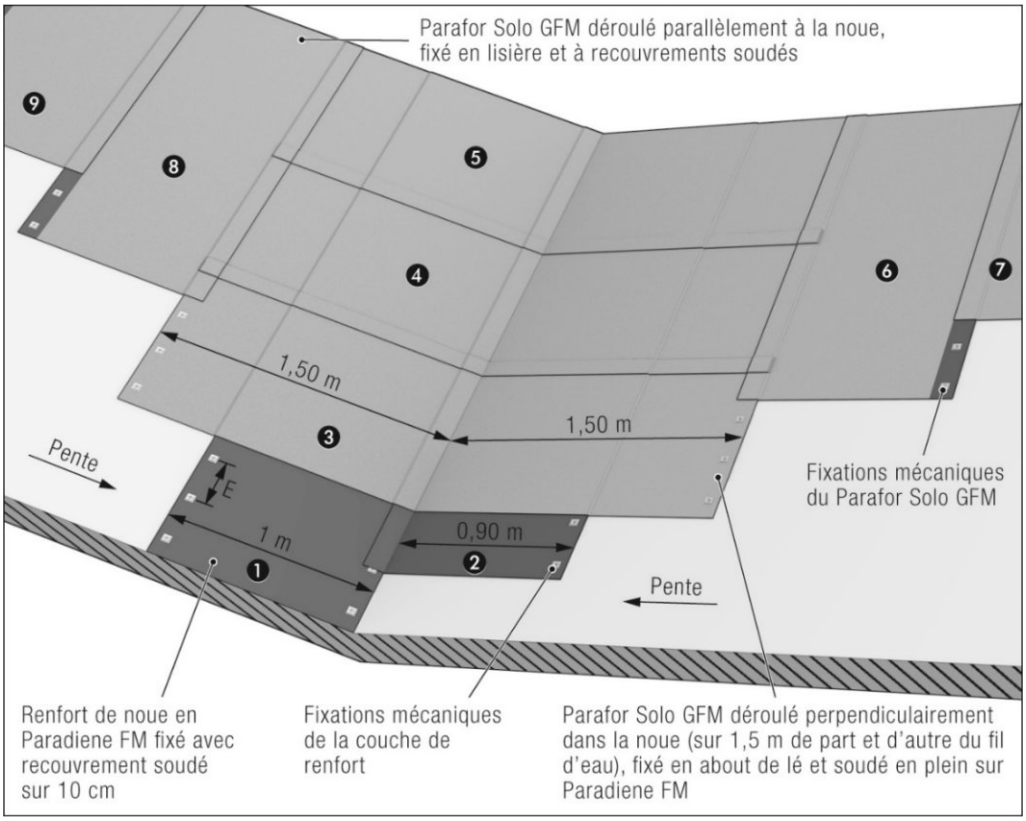


Figure 5 – Renfort en noue centrale avec les nervures des tôles d'acier nervurées parallèles au sens de la pente, ou perpendiculaires aux nervures pour les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH

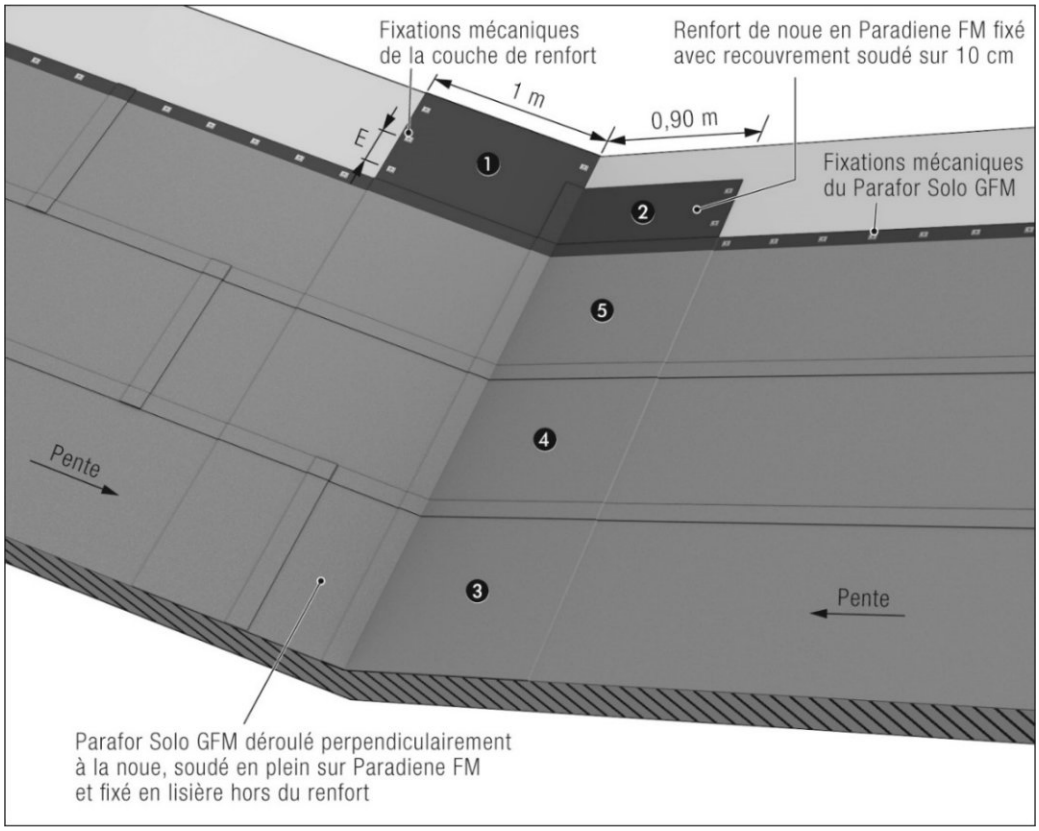


Figure 6 – Renfort en noue centrale avec les nervures des tôles d'acier nervurées perpendiculaires au sens de la pente ou perpendiculaires aux nervures pour les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH