

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/19-2663_V1**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/11-2169

*Revêtement d'étanchéité
de toitures apparent fixé
mécaniquement en
monocouche à base de
bitume modifié*

*Modified bitumen-based
roof waterproofing coating,
mechanically fixed in one
layer*

Parafor Solo FM

Relevant de la norme

NF EN 13707

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

Tél. : 01 40 84 68 00
Fax : 01 40 84 66 59
Internet : www.siplast.fr

Groupe Spécialisé n 5.2

Produits et Procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, parois enterrées et cuvelage

Publié le 28 février 2020



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs-sur-Marne, FR-77447 Marne-la-Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : www.ccfat.fr

Le Groupe Spécialisé n 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné le 16 septembre 2019, le procédé de revêtement d'étanchéité de toitures « Parafor Solo FM », présenté par la Société Siplast - Icopal SAS. Il a formulé sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis 5/11-2169. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les Départements et Région d'Outre-Mer.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

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 / GFX JS sera soudée par-dessus.

Le procédé est prévu pour les travaux neufs et de réfections de l'étanchéité des toitures inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques, situées en climat de plaine, sur les éléments porteurs en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées, en bois ou en panneaux à base de bois. La pente dépend de l'éléments porteur et est toujours $\geq 1\%$.

1.2 Mise sur le marché

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

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

1.3 Identification

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

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

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé Parafor Solo FM s'applique en France métropolitaine et DROM :

- En travaux neufs et de réfection ;
 - aux toitures inaccessibles ou techniques ou à zones techniques. Des chemins de circulation technique peuvent être aménagés sur pente $\leq 20\%$;
- En climat de plaine ;
- Sur les éléments porteurs ou supports suivants :
 - maçonnerie conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 avec une pente $\geq 1\%$;
 - dalles de béton cellulaire autoclavées armées conformes à leurs Avis Techniques particuliers avec une pente $\geq 1\%$;
 - bois ou panneaux à base de bois conforme NF DTU 43.4 avec une pente $\geq 3\%$;
 - tôles d'acier nervurées conforme NF DTU 43.3 avec une pente $\geq 3\%$;
 - Panneaux isolant support d'étanchéité suivant *e-Cahier du CSTB 3537_V2* de janvier 2009.

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

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

Ce procédé est admis sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ; il est admis sur locaux à très forte hygrométrie dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH.

Son emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports qui affectent le domaine d'utilisation.

2.2 Appréciation sur le procédé

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

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

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

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est connu pour le système cité au paragraphe B du Dossier Technique.

Le classement de tenue au feu des autres revêtements apparents n'est pas connu.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Prévention des accidents et maîtrise des risques 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). Les FDS sont disponibles chez Siplast - Icopal SAS.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une FDES mentionnée au § C1 du Dossier Technique. Il est rappelé que ces FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

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

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

Accessibilité de la toiture

Ce revêtement convient aux toitures :

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

Emploi en climat de montagne

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

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé peut être employé sur des éléments porteurs et supports en maçonnerie, supports isolants sur tôles d'acier nervurées, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Région d'Outre-Mer (DROM) » (*e-Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008).

Acoustique

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

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

Les performances acoustiques du procédé Sopralène Stick n'ont pas été évaluées.

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).

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 / GFX JS fixée mécaniquement en lisière recouverte :

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{dmsr} = 594 \text{ N/fixation}$; de $P_{kft} = 1\,340 \text{ N}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
 - d'une vis IT2C 4,8 x L, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$,
 - d'une plaquette PR 40 x 40 AL, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Intec.

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 :
 $W_{dmsr} = 607 \text{ N/fixation}$; de $P_{kft} = 1\,340 \text{ N}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
 - d'une vis IT2C 4,8 x L, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$,
 - d'une plaquette PR 40 x 40 AL, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Intec.

Cas de l'attelage de fixation à fût plastique ETANCOPLAST HP4L 40

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

- Effort admissible par fixation du système de référence :
 $W_{dmsr} = 534 \text{ N/fixation}$; $P_{ksr} = 1\,340 \text{ N}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
 - d'une vis EGB 1,5TT 4,8 X L,
 - d'un fût synthétique ETANCOPLAST HP4L 40.

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 :
 $W_{dmsr} = 414 \text{ N/fixation}$; de $P_{kft} = 1\,340 \text{ N}$;
- Attelage de fixation mécanique du système de référence constitué :
 - d'une vis EGB 1,5TT 4,8 X L,
 - d'un fût synthétique ETANCOPLAST HP4L 40.

2.22 Durabilité - Entretien

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.

2.23 Fabrication

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

2.24 Mise en œuvre

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

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

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 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. 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.

2.32 Attelages de fixation mécanique

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

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

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

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

conformément au CPT Commun de l'*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006.

- 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 ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

2.33 Cas de la réfection

Addendum

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.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. § 2.1) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

À compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 Septembre 2026.

*Pour le Groupe Spécialisé n 5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) La présente révision prend en compte les modifications suivantes :
- Nouveaux écrans pare-vapeur ;
 - Fixation fût plastique ETANCOPLAST HP4L 40.
- b) Le titulaire laisse la possibilité de souder et fixer le procédé, cette mise en œuvre n'apporte pas de performance supplémentaire.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n 5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Généralités

1.1 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 ou SOLO GFX JS) 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®).

1.2 Entretien

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

2. Destination et domaine d'emploi

Le procédé Parafor Solo FM s'applique en France métropolitaine et DROM :

- En travaux neufs et de réfection ;
aux toitures inaccessibles ou techniques ou à zones techniques. Des chemins de circulation technique peuvent être aménagés sur pente $\leq 20\%$;
- En climat de plaine ;
- Sur les éléments porteurs ou supports suivants :
 - maçonnerie conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 avec une pente $\geq 1\%$,
 - dalles de béton cellulaire autoclavées armées conformes à leurs Avis Techniques particuliers avec une pente $\geq 1\%$;
 - bois ou panneaux à base de bois conforme NF DTU 43.4 avec une pente $\geq 3\%$,
 - tôles d'acier nervurées conforme NF DTU 43.3 avec une pente $\geq 3\%$;
 - panneaux isolant support d'étanchéité suivant *e-Cahier du CSTB 3537_V2* de janvier 2009.

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

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

Ce procédé est admis sur locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ; il est admis sur locaux à très forte hygrométrie dans le cadre du procédé Parasteel 42 TFH.

Son emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports qui affectent le domaine d'utilisation.

Les tableaux 1 et 2 résument les conditions d'utilisation.

3. Matériaux

3.1 Liants

- Liant ASBA : liant en bitume élastomère SBS fillerisé 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.

3.2 Composition et présentation de la feuille manufacturée de partie courante

cf. tableau 3 du Dossier Technique.

- Présentation des sous-faces :
 - PARAFOR SOLO GFM / GFX : sous-face grésée avec en lisière un film thermofusible de 120 mm de large,

- PARAFOR SOLO GFX JS : sous-face grésée avec en lisière un film thermofusible de 120 mm et une bande autoadhésive de 10 mm protégée par film pelable.

- Autoprotection de surface ; elle est réalisée par :
 - paillettes d'ardoises colorés (1 000 g/m²),
ou
 - granulés minéraux colorés (ou colorés Noxite®) (1 400 g/m²).

Caractéristiques spécifiées

Toutes finitions, cf. tableau 4 du Dossier Technique.

3.3 Autres matériaux en feuilles

- 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 / MPGS / FEGS(A) / FEGS(B) : 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 : 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 ;
- NÉODYL : joint de dilatation en bitume élastomère, cf. Avis Technique Néodyl.
- Écran thermique :
 - PARADIÈNE 30.1 G, ou PARADIÈNE 30.1 GS, cf. Document Technique d'Application Paradiène S.
- Matériaux pour pare-vapeur :
 - feuille de la gamme PARADIÈNE S conforme à l'annexe ZA de la norme NF EN 13970, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 190 m,
 - PARADIÈNE SVV : feuille en bitume élastomère BE 25 VV 50, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 250 m,
 - PAREVAPO SBS : barrière à la vapeur conforme à la norme NF P 84-310, Sd $\geq 1 000$ m,
 - IREX PROFIL : cf. Document Technique d'Application Adepart, Sd ≥ 300 m,
 - PERFADER : écran perforé pour pare-vapeur soudé ou de semi-indépendance, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 250 m,
 - PARADIAL S : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Vermétal, Sd ≥ 500 m,
 - SUPRADIAL GS : feuille bitume surfacée aluminium recouvert de paillettes ou granulés minéraux, cf. Document Technique d'Application Vermétal, Sd ≥ 500 m,
 - PARADIAL SFM : feuille bitumineuse armée surfacée aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 500 m,
 - CECEAL : pare-vapeur voile de verre-aluminium, cf. Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 300 m,
 - ADEVAPO : barrière à la vapeur autoadhésive, cf. Avis Technique Parasteel TFH, Sd ≥ 500 m,
 - ADEPAR JS : feuille autoadhésive, cf. Document Technique d'Application Adepart, Sd ≥ 250 m,
 - PARABASE : conforme au Document Technique d'Application Paradiène S, Sd ≥ 250 m.

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 : impression VÉRAL ou SIPLAST PRIMER, conforme aux normes NF DTU série 43 P1-2 ;
- DALLE PARCOURS : dalle en rigide en bitume fillérisé :

a) Composition :

- bitume oxydé fillérisé : 8,000 kg/m²,
- voiles de verre : 0,110 kg/m²,
- film polyester 12 µm en sous-face : 0,015 kg/m²,
- granulés minéraux 1 face : 1,500 kg/m².

b) Présentation :

- plaques de : 0,50 × 0,50 m,
- épaisseur minimale 6 mm,
- paquet de 12 plaques pour 3 m² : 28 kg,
- plusieurs coloris.

Résistance au poinçonnement statique (NF P 84-352) : L3.

• Attelages :

- les attelages des kits d'étanchéité répondent 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 à Le Pecq, dans les Yvelines, et SFS Intec à Valence, dans la Drôme.

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 réfections),

- avec plaquettes de répartition SCR ALLIANCE : les plaquettes sont conformes au Document Technique d'Application SCR Alliance Réfection 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 40.

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

3.4 Stockage

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

4. Fabrication

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

5. 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 en fin du Dossier Technique.

6. Identification du produit

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

7. Fourniture et assistance technique

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

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

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.

8. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

8.1 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.).

8.2 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 B) ou lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré ou comportant des distributions électriques noyées, et des planchers de type D définis dans la norme NF DTU 20.12.

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

8.3 Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

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

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

8.4 Éléments porteurs en tôle d'acier nervurée

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (pleines, perforées ou crevées) conformes au NF DTU 43.3 P1, ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application particulier (exemple, procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH) visant cet emploi.

Sont également admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (*Ohn*) > 70 mm (et ≤ 200 mm), conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « 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).

8.5 Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

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

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

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

et

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

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

8.6 Supports isolants non porteurs

8.6.1 Généralités

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

Le pare-vapeur (lorsque nécessaire selon NF DTU 43.3+A1 sur tôles d'acier nervurées pleines) est réalisé avant la pose de la couche isolante selon les conditions des tableaux 2a et 2b (cf. § 8.6.2 ci-après).

8.6.2 Composition et mise en œuvre du pare-vapeur

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

Dans le cas de l'élément porteur en béton armé, conformément à l'article 6.3 de la norme NF DTU 43.1 P1-1 de novembre 2004, une étréquerre 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 étréquerre 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.

8.6.3 Mise en œuvre des panneaux isolants

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

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

8.6.4 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.

L'écran thermique en partie courante devient inutile avec l'emploi de la feuille PARAFOR SOLO GFX JS.

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).

8.7 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

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

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

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

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

9. Prescriptions de mise en œuvre relatives aux revêtements

9.1 Prescriptions générales de mise en œuvre

Partie courante

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

1. PARAFOR SOLO GFM/GFX /GFX JS 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/GFX JS 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 /GFX JS 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 est systématiquement soudé en plein à joints décalés ou croisés.

Sur élément porteur traditionnel en tôles d'acier nervurées, PARAFOR SOLO GFM 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 (exemple, procédé Parasteel 42).

Toitures inclinées - Fixations en tête des lès

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

Dans le cas de toitures de pente supérieure ou égale à 100 %, PARAFOR SOLO GFM est fixé en tête par 4 fixations par mètre linéaire placées sous les recouvrements transversaux amont. Ces fixations (vis et plaquette) sont conformes aux normes NF DTU 43.1, 43.3, 43.4, 43.5, 43.11 ou aux Documents Techniques d'Application des panneaux isolants.

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 ou PARAFOR SOLO GFX JS.

Cas du PARAFOR SOLO GFX JS

La membrane PARAFOR SOLO GFX JS contient en sous-face, au niveau du recouvrement, un ruban adhésif de 10 mm de large qui permet de protéger le support du contact direct avec la flamme (cf. figure 3).

PARAFOR SOLO GFX JS est posé directement sur les panneaux isolants (notamment pour le polystyrène expansé), avec un recouvrement longitudinal de 14 cm au minimum. La feuille est fixée mécaniquement en lisière, un lignage matérialise à 5 cm du bord de la feuille l'axe des fixations. Le film pelable du ruban adhésif est retiré et le recouvrement est marouflé au niveau du ruban. Les 12 cm restants du recouvrement sont ensuite soudés à l'aide d'un chalumeau à gaz propane.

Sur supports isolants de polystyrène expansé, le recouvrement transversal en about de lé est porté à 20 cm au minimum. Il comporte une zone non soudée de 5 cm fermée par pression manuelle de l'opérateur pendant la soudure sur 15 cm au minimum du recouvrement (cf. figure 4).

9.2 Répartition des fixations en partie courante, rives, et angles

9.2.1 Principe de calcul et généralités

Principe de calcul

La densité des fixations n'est jamais inférieure à 3 fixations/m² soit un écartement de 37 cm 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 inférieure 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 une bande de Paradiene 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 ($W_{adm_{sr}}$) 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),
- de la zone et du site de vent (zones 1 à 5, site normal ou exposé),
- de la zone en toiture (partie courante, rive et angle, édicule et émergences).

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

Effort admissible de référence

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

A) Attelages de fixation avec plaquette métalliques :

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

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 594 \text{ N/fixation}$$

avec $W_{adm} = 594 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis VMS 2C, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'une plaquette 40 x 40, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier avec protection aluzinc,

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

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

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

avec $W_{adm} = 607 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis IT2C 4,8 x L, de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'une plaquette PR 40 x 40 AL, de dimensions 40 x 40 x 0,8 mm en acier avec protection aluzinc, de la Société SFS Intec et de $P_{k_{ft}} = 1\,340 \text{ N}$.

B) Attelage de fixation avec plaquette plastique ETANCOPLAST HP4L 40

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

$$W_{adm_{sr}} = W_{adm} = 534 \text{ N/fixation}$$

avec $W_{adm} = 534 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,350 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur (cf. Annexe E).

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis EGB 1,5 TT de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'un fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L 40 de la Société ETANCO et de $P_{k_{ft}} = 1\,350 \text{ N}$.

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

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

avec $W_{adm} = 414 \text{ N/fixation}$ obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique $P_{k_{sr}} = 1\,350 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

L'attelage de fixation mécanique de référence est constitué :

- D'une vis EGB 1,5 TT de $\varnothing 4,8 \text{ mm}$;
- D'un fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L 40 de la Société ETANCO et de $P_{k_{ft}} = 1\,350 \text{ N}$.

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 / GFX JS.

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

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.

9.22 Répartitions précalculées des fixations mécaniques à plaquette métallique

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

$$h \leq 0,5 a$$

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

avec h = hauteur

a = longueur

b = largeur

flèche = f dans le cas des versants plans

avec $f \leq 0,5 h$

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

Ces trois tableaux ont été établis sur la base :

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

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

$$W_{adm_{sr}} = 594 \text{ N/fixation}$$

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

L'effort admissible par fixation, $W_{adm_{sr}}$, est indiqué au § 9.21-2 ci-avant avec l'attelage IT2C 4,8 x L et PR 40 x 40 AL :

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

- 3) Et en prenant en compte une résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,340 \text{ N}$ des attelages, ce qui correspond, selon les tableaux A1 et A2 de l'Annexe A, aux valeurs suivantes :

- En travaux neufs :

- $P_{k_{ft}}$ ou $Q_{ft} \geq 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en maçonnerie,
- $P_{k_{ft}} \geq 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée, bois - panneaux à base de bois,
- $P_{k_{ft}} \geq 1\,467 \text{ N}$ sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;

- En travaux de réfections :

- $P_{k_{ft}}$ ou $Q_{réel}$ sur élément porteur en maçonnerie,
- $P_{k_{ft}} \geq 1\,340 \text{ N}$ sur élément porteur en tôle d'acier nervurée,
- $P_{k_{réel}}$ sur élément porteur en bois - panneaux à base de bois,
- $0,7 P_{k_{réel}}$ sur dalles de béton cellulaire autoclavé armé.

La valeur E 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 Siplast - Icopal SAS apporte son Assistance Technique pour le calcul de la répartition des fixations mécaniques.

9.23 Répartitions précalculées des fixations mécaniques à fût plastique ETANCOPLAST HP4L 40

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 $\leq 20 \text{ m}$, dont les dimensions respectent les proportions suivantes :

$$h \leq 0,5 a$$

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

avec h = hauteur

a = longueur

b = largeur

flèche = f dans le cas des versants plans

avec $f \leq 0,5$ h

qui conduisent à un coefficient d'élanement $\gamma_0 = 1$ 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 / GFX JS fixée mécaniquement en lisière recouverte :

L'effort admissible par fixation, $W_{adm_{sr}}$ avec l'attelage vis EGB 1,5 TT 4,8 x L fût et rondelle plastique polyamide, ETANCOPLAST HP4L 40 est :

$$W_{adm_{sr}} = 534 \text{ N/fixation}$$

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

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

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

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

9.24 Attelages de fixation mécanique admis

Les attelages de fixation mécanique de référence sont décrits en § 9.21 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 40.

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

Lorsque la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) des isolants supports est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des Caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique sont de type « solide au pas » (cf. § 9.4 ci-après).

9.25 Cas des bâtiments non visés aux § 9.22 et § 9.23

Pour des bâtiments non visés aux § 9.22 et § 9.23 du Dossier Technique, les calculs de densité de fixations sont à mener avec les principes du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

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

10. Relevés

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

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

10.2 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 débord des fixations de 4 cm au minimum, ce débord peut être assuré par un empiècement en PARADIÈNE FM.
- Un relevé en PARADIAL S soudé avec talon de 15 cm au minimum dont au moins 5 cm débordent de l'équerre de renfort. PARADIAL S peut être remplacé par PARADIAL SFM, SUPRADIAL GS, , VERINOX S, PARAFOR SOLO GS / MPGS / FEGS(A) / FEGS(B) ou PARAFOR SOLO GFM / GFX.

11. Ouvrages particuliers

11.1 Noues

11.11 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 ou PARAFOR SOLO GFX JS), et une ou deux lignes de fixations complémentaires en pleine feuille (voir tableaux précalculés numéro 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. tableaux C3 et D3) : la feuille de renfort PARADIÈNE FM comprend trois lignes de fixations, deux en pleine feuille et une au recouvrement.

Comme indiqué au § 9.21 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.

11.12 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 7 ;
- Soit, avec une ou deux lignes de fixations complémentaires en pleine feuilles (cf. § 11.11 ci-dessus), conformément aux figures E3.

11.13 Noues centrales

Les noues centrales sont renforcées sur 0,90 m de part et d'autre du fil d'eau conformément aux figures 8 et 9.

11.2 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).

11.3 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.

11.4 Chemins de circulation

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

Ils peuvent également être réalisés comme suit (pente ≤ 50 %) :

- Après réchauffage au chalumeau du granulat d'autoprotection de partie courante, la feuille PARAFOR 30 GS ou PARAFOR SOLO GFM, PARAFOR SOLO GFX ou PARAFOR SOLO GFX JS) de couleur différente est soudée ;
- Le renforcement s'effectue sur 0,88 m de large au moins dans les zones de circulation (0,86 m avec PARAFOR SOLO GFX JS).

11.5 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.

12. 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.

13. Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) sous climats tropicaux ou équatoriaux humides

Seuls sont revendiqués, les éléments porteurs en maçonnerie (type D non admis) et en tôles d'acier nervurées.

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.

13.1 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.

13.2 Étanchéité des parties courantes et relevés

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

13.3 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.

14. Prévention des accidents

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

B. 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 T004-017/1 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 d'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.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽¹⁾

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

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

C2. Références de chantier

Le procédé Parafor Solo FM est utilisé depuis septembre 1990.

Les applications couvrent dans l'ensemble plus de 7 700 000 m² de toiture, dont plus de 200 000 m² en PARAFOR SOLO GFX JS et 40 000 m² avec les granulés Noxite® (PARAFOR SOLO GFM).

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

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

A.1 Définitions

Le procédé a été évalué au caisson de vent sur tôles d'acier nervurées à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur avec un « système de fixation de référence » (cf. § 9.21) :

- Fixation en lisière recouverte : vis VMS 2C (Ø 4,8 mm) + plaquette 40 × 40 (épaisseur 0,8 mm), de la Société Étanco, à Le Pecq (Yvelines).
- 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 Intec, à Valence (Drôme).

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

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

A.2 Domaine de validité des adaptations

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

L'espacement entre fixations « *E* » d'une même rangée doit être ≥ 18 cm.

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

A.3 Exigences concernant les plaquettes de répartition

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

- Les plaquettes sont admises avec leur *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.

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

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

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur ;
- La résistance à la corrosion exigée pour les attelages complets (élément de liaison + plaquette) par référence à l'essai dit « Kesternich », avec 2 litres de SO₂ et présentant une surface de rouille ≤ 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006.

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

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

A.5-1 Pour la feuille PARAFOR SOLO GFM GFX / GFX JS 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 340N, alors $Wadm_{ns} = 594 \times \frac{R_{ns}}{1\ 340}$ en N/fixation.

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

$$\ll D_{ns} \gg = \text{pression de vent} / Wadm_{ns}$$

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

A.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 $Wadm_{ns} = 607 \times \frac{R_{ns}}{1\ 340}$ en N/fixation.

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

$$\ll D_{ns} \gg = \text{pression de vent} / Wadm_{ns}$$

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

Tableau A1 – Travaux neufs

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

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

Tableau A2 – Travaux de réfections

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

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

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

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, à Le Pecq ;
- 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 Intec, à Valence.

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

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (cf. § 9.4).

(1) Maçonnerie selon la norme NF DTU 20.12.

(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.

(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.

(4) Dans un béton C20/25 - ancrage $\geq 20\ mm$.

(5) Dans un béton C20/25 - ancrage $\geq 35\ mm$.

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

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.

(2) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.

(3) Élément de liaison en acier inoxydable austénitique A2.

(4) Ancrage $\geq 60\ mm$.

(5) Ancrage $\geq 55\ mm$.

(6) Le Wadmns est à calculer conformément au § A.5 de l'Annexe A.

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

Fabricant	Nom ⁽²⁾	Pk_{ft} (N) ⁽³⁾	Solide au pas
SFS Intec	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	$1\ 750$	
LR Étanco	Vis EVDF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	$1\ 520$	♣
	Vis EVB DF 2C + plaquette 82 × 40 R DF	$1\ 350$	♣

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (cf. § 9.4).

(1) TAN en acier galvanisé $\geq S\ 320\ GD$ et conformes au NF DTU 43.3.

(2) Attelages définis dans la fiche technique des fabricants.

(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.

(4) Élément de liaison en acier inoxydable austénitique A4.

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

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

♣ : attelage solide au pas (cf. § 9.4).

(1) TAN en acier galvanisé $\geq S\ 320\ GD$ et conformes au NF DTU 43.3.

(2) Attelages définis dans la fiche technique du fabricant.

(3) Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage, selon NF P 30-313, selon la fiche technique de l'attelage.

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

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

✱ : Attelage solide au pas (cf. § 9.4).

(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.

Annexe C – Répartitions précalculées des fixations mécaniques ($R_{ns} \geq 1\,340\text{ N}$)

Les tableaux C1 - C2 et C3 sont valables :

1) Pour les feuilles :

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

2) Pour un attelage de référence :

- de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,320\text{ N}$, avec plaquette de dimensions $\geq 40 \times 40 \times 0,8\text{ mm}$.

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⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	37	37	37	35	36	29	30	25	22	19
	Angles	36	27	30	23	24	19	20	34 + FC	31 + FC	26 + FC
$10\text{ m} < h \leq 15\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	34
	Rives	37	37	37	32	33	26	27	23	20 + FC	35 + FC
	Angles	33	24	27	21	22	36 + FC	18	31 + FC	28 + FC	23 + FC
$15\text{ m} < h \leq 20\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	32
	Rives	37	34	37	29	30	24	25	21	19	32 + 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) Pour les éléments porteurs maçonnerie et TAN.

(2) Sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde ; cf. tableau C1.2.

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⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	35	32	26
	Rives	37	33	37	29	30	24	25	21	18	32 + FC
	Angles	32	23	26	20	21	35 + FC	36 + FC	30	27 + FC	22 + FC
$10\text{ m} < h \leq 15\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	37	37	32	29	24
	Rives	37	30	34	26	27	21	22	19	35 + FC	29 + FC
	Angles	29	21	24	18	19	31 + FC	33 + FC	27 + FC	24 + FC	20 + FC
$15\text{ m} < h \leq 20\text{ m}$	Courante	37	37	37	37	37	34	36	30	27	22
	Rives	37	28	31	24	25	20	21	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.

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

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
$h \leq 10\text{ m}$	Courante	37	37	37	32	34	27	28	23	21	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
$10\text{ m} < h \leq 15\text{ m}$	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
$15\text{ m} < h \leq 20\text{ m}$	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.

Annexe D – Attelage de fixations à fût plastique ETANCOPLAST HP4L 40

Les tableaux D1 - D2 et D3 sont valables :

1) Pour les feuilles :

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

2) Pour un attelage de référence :

- de résistance caractéristique $R_{ns} \geq 1\,340$ N, avec ETANCOPLAST HP4L 40

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⁾	
		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 C1,2.

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⁾	
		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.

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

Hauteur	Position	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 ⁽¹⁾	
		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
h ≤ 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

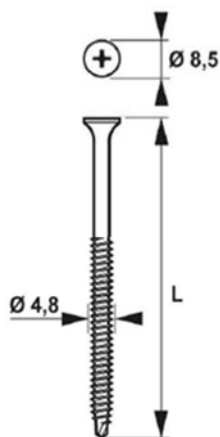
+FC : couche de renfort PARADIÈNE FM fixée mécaniquement avec deux lignes de fixations, l'une en lisière et l'autre en pleine feuille.

(1) Pour l'élément porteur TAN.

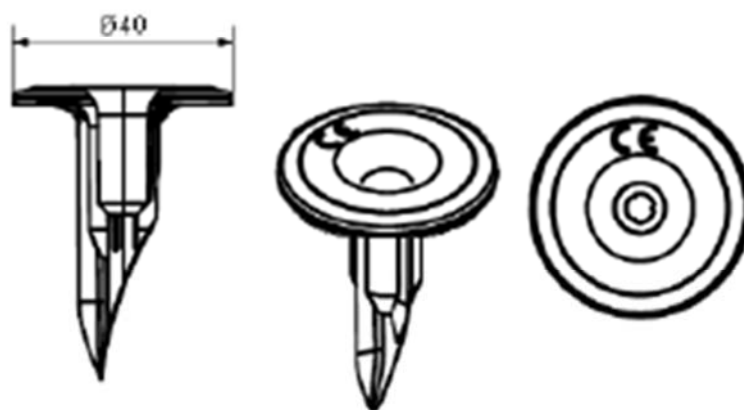
Le seul attelage mixte admis (vis métallique + fût plastique) est ETANCOPLAST HP4L 40 décrit ci-dessous :

Vis métallique EGB 1,5 TT 4,8 x L (Ø 4,8 mm) + plaquette fût plastique Etancoplast HP4L Ø 40 d'épaisseur 3 mm en polyamide de la Société LR Etanco, à Le Pecq (Yvelines) :

- Résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{kft} = 1\,350\text{ N}$ sur tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,7 mm d'épaisseur selon NF P 30-313.
- Résistance au dévissage, selon ETAG 006 et NF P 30-315 :
 - Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{4}$ tour après 500 cycles,
 - Rotation de la tête de fixation $\leq \frac{1}{2}$ tour après 900 cycles,
 - Mouvement vertical $\leq 1\text{ mm}$ après 900 cycles.
- Résistance mécanique/ fragilité de la fixation en plastique selon ETAG 006 :
 - 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.



ETANCOPLAST HP4 L Ø 40



Description

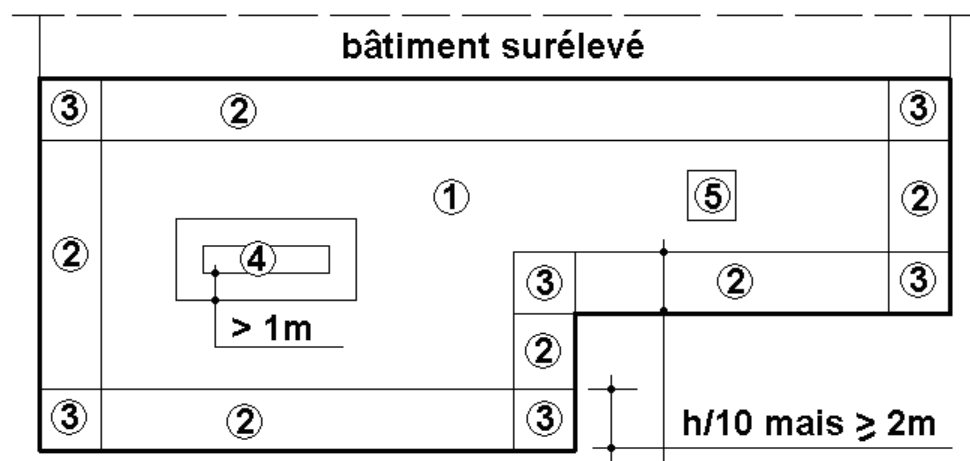
Vis autoperceuse Ø 4,8 mm

Tête trompette Ø 8,5 mm - Empreinte Phillips n°2

Pas 1,59 mm - Pointe foret

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

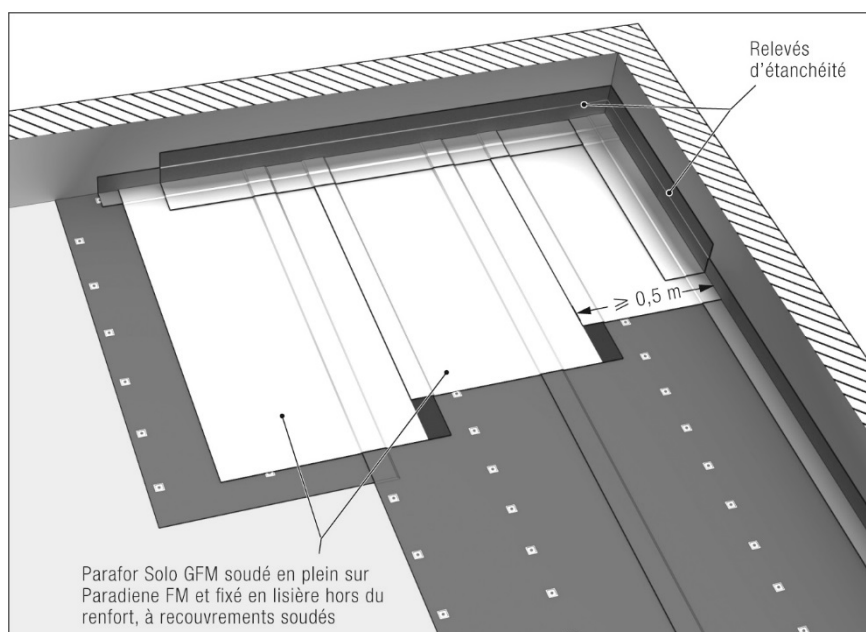
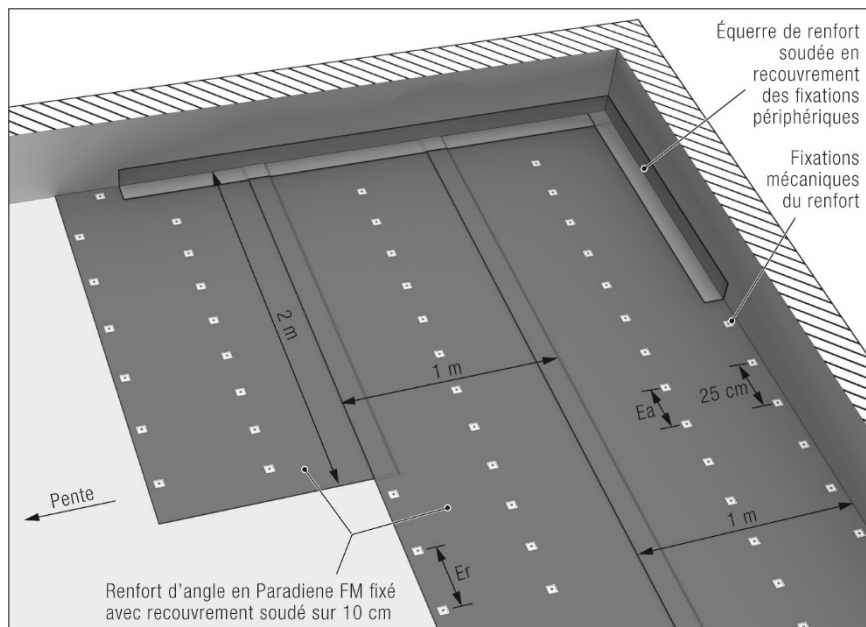
Annexe E – Actions extérieures et des fixations mécaniques



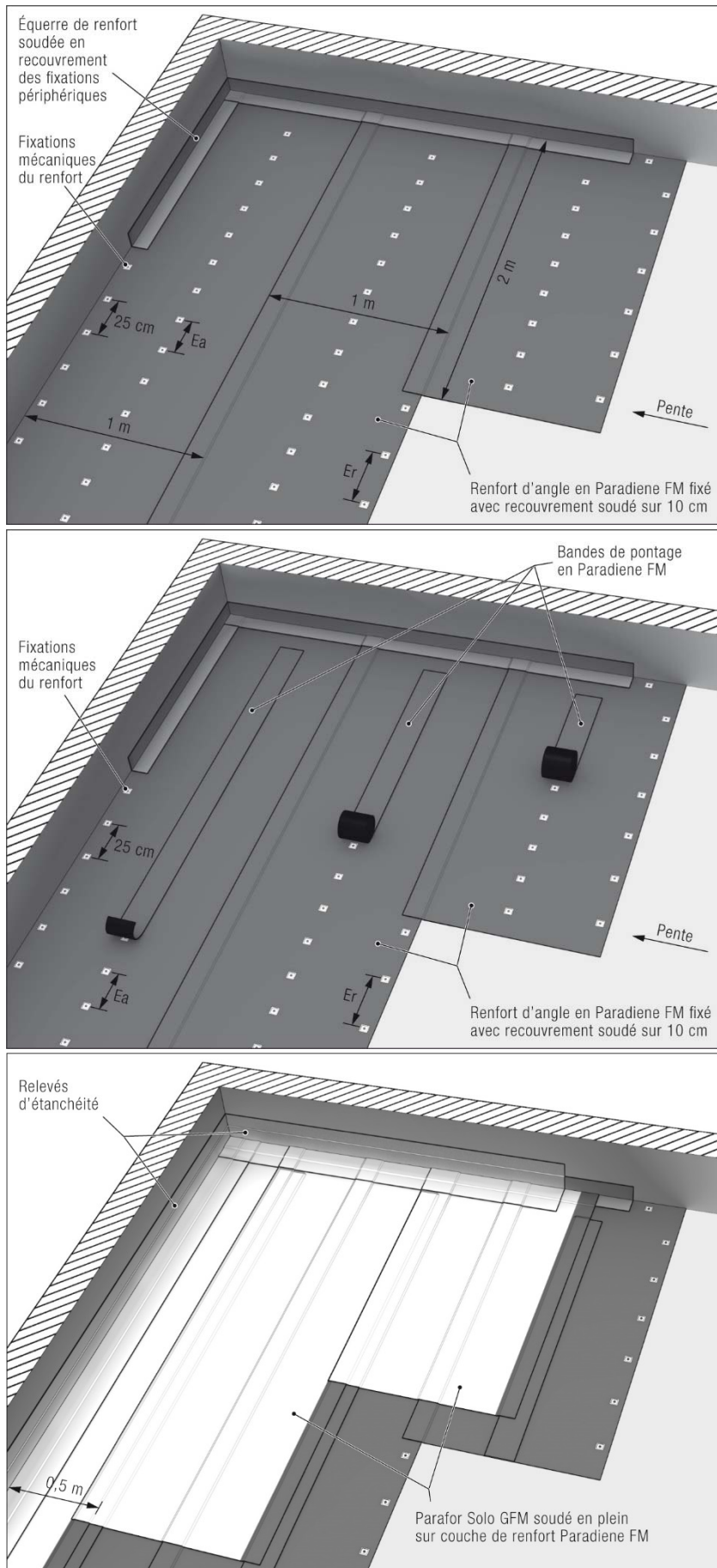
Repérage	Localisation	Largeur de la zone concernée
1	Partie courante	
2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu, etc.	1/10 ^e de la hauteur du bâtiment sans être inférieure à 2 m
3	Angles	Intersection des rives
4	Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

Figure E1 – Zonage de la toiture



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 – Nœud 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

Tableaux et figures du Dossier Technique

Pour les rives, les angles et les noues, le procédé est complété par une couche de renforts en PARADIENE FM (cf. § 9.1)

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 Béton cellulaire Bois et à base de bois	Maçonnerie	§ 8.2	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS
	Béton cellulaire autocavé armé	§ 8.3		
	Bois et panneaux à base de bois	§ 8.5		
	Isolant thermique :	§ 8.6		
	- perlite expansée (fibrée)			
	- polyuréthane parementé			
	- polyisocyanurate parementé ⁽⁷⁾			
- laine de roche ^{(3) (4)}		PARAFOR SOLO GFM ou		
- laine de verre ⁽⁴⁾		PARAFOR SOLO GFX		
- polystyrène expansé + écran ⁽⁵⁾		PARAFOR SOLO GFX JS		
- polystyrène expansé				
TAN	Isolant thermique :	§ 8.6	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS
	- perlite expansée (fibrée)			
	- polyisocyanurate parementé ⁽⁷⁾			
	- laine de roche ^{(3) (4)}			
	- laine de verre ⁽⁴⁾			
- polystyrène expansé + écran ⁽⁵⁾		PARAFOR SOLO GFM ou		
- polystyrène expansé		PARAFOR SOLO GFX JS		
Ancien revêtement	- ciment volcanique et enduit pâteux	§ 8.7	CECEAL + PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	CECEAL + PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS
	- membrane synthétique ⁽⁶⁾			
	- revêtement bitumineux			
	- asphalte apparent			
	- 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'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé (1 % minimum) - conforme aux NF DTU 43.3 P1 pour les tôles d'acier nervurées et NF DTU 43.4 P1 pour le bois et les panneaux à base de bois, ou à la norme NF DTU 43.5 dans le cas de travaux de réfections.

(2) Les chemins de circulation sont complétés par des DALLE PARCOURS ou feuille complémentaire de couleur (cf. § 11.4 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. § 9.4 du Dossier Technique).

(5) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. § 8.64 du Dossier Technique).

(6) Pas de nouveau PV dans le cas d'une tôle pleine.

(7) 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	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	§ 8.2		
	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyuréthane parementé - polyisocyanurate parementé ⁽⁴⁾	§ 8.6	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS
	- polystyrène expansé + écran ⁽³⁾		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	
	- polystyrène expansé		PARAFOR SOLO GFX JS	
TAN	Isolant thermique : - perlite expansée (fibrée) - polyisocyanurate parementé	§ 8.6	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX + DALLE PARCOURS
	- polystyrène expansé + écran ⁽³⁾		PARAFOR SOLO GFM ou PARAFOR SOLO GFX	
	- polystyrène expansé		PARAFOR SOLO GFX JS	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) La pente minimum des éléments porteurs est de $\geq 2\%$ pour la maçonnerie et $\geq 3\%$ 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 complétés par des DALLE PARCOURS ou feuille complémentaire de couleur (cf. § 11.4 du Dossier Technique).
(3) Un écran thermique est prévu en interposition entre le polystyrène expansé et le revêtement d'étanchéité (cf. § 8.64 du Dossier Technique).
(4) L'Avis Technique de l'isolant doit viser l'emploi avec étanchéité apparente fixée mécaniquement.

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

Élément porteur	Hygrométrie des locaux	Pare-vapeur sans EAC ^{(2) (3) (5)}
Maçonnerie ⁽¹⁾	Cas courant	EIF + PARADIÈNE SVV soudé en plein
	Locaux à forte hygrométrie	EIF + PAREVAPO SBS (ou PARADIAL ou SUPRADIAL) soudé en plein
Béton cellulaire autoclavé armé ⁽¹⁾	Faible ou moyenne hygrométrie	EIF + PERFADER ⁽⁴⁾ + PARADIÈNE VV soudé en plein
Tôles d'acier nervurées	Faible ou moyenne hygrométrie	se reporter au NF DTU 43.3 P1+A1
	Locaux à forte hygrométrie	se reporter au NF DTU 43.3 P1+A1 ou ADEVAPO collé ⁽⁶⁾
	Locaux à très forte hygrométrie	ADEVAPO collé ⁽⁷⁾
Bois et panneaux à base de bois ⁽¹⁾	Faible ou moyenne hygrométrie	PARADIÈNE SVV cloué, joints soudés ou EIF + ADEPAR JS autoadhésif ou EIF + PARADIÈNE SVV soudé en plein, joints soudés (sur panneaux uniquement)

(1) Pontage des joints (cf. § 8.2 - 8.3 - 8.5 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 ou avec recouvrements.
(5) PARABASE peut être remplacé par PARADIÈNE BDS / PARADIÈNE SVV ou IREX PROFIL ou par toute autre feuille de la gamme PARADIÈNE et PARADIÈNE S d'épaisseur minimale à la bande de soudure de 2,5 mm et de surface grésée ou avec autoprotection minérale.
(6) 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.
(7) Uniquement avec le procédé Parasteel 42 TFH de la Société Siplast - Icopal SAS.

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

Type de local	Pare-vapeur
Locaux non chauffés	Non obligatoire ⁽¹⁾
Autres cas	EIF + PARABASE soudé ⁽²⁾

(1) Sauf si un pare-vapeur est prévu dans les Documents Particuliers du Marché (DPM).
(2) PARABASE peut être remplacé par PARADIÈNE SVV / PARADIÈNE BDS ou IREX PROFIL ou par une autre feuille de la gamme PARADIÈNE d'épaisseur minimale à la bande de soudure de 2,5 mm et de surface grésée ou avec autoprotection minérale.

Tableau 3 – Composition et présentation

Appellation codifiée	Unité	PARAFOR SOLO		
		GFM	GFX	GFX JS
		BE 40 PY 180	BE 40 PY 180	BE 40 PY 180
Armature composite	g/m ²	180	180	180
Imprégnation et enduction : • liant ASBA • liant ASBA FE	g/m ²		4 400	4 400
	g/m ²	4 400		
Sous-face grésée	g/m ²	200	200	200
Surface autoprotégée par paillettes d'ardoise / par granulés colorés ⁽¹⁾	g/m ²	1 000 / 1 400	1 000 / 1 400	1 000 / 1 400
Nature de la bande de soudure (avec lignage à 50 mm du bord)	-----	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié	Film fusible scarifié
Dimensions : • bande de soudure • épaisseur nominale VDF (- 5 %) • dimensions des rouleaux	mm	120	120	140 ⁽²⁾
	mm	4	4	4
	m × m	7 × 1	7 × 1	7 × 1
Poids indicatif des rouleaux	kg	41 / 43	41 / 43	41 / 43

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

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.
 (2) 2cm autoadhésif + 12cm soudable.

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées

Caractéristiques	Unité	Norme	PARAFOR SOLO GFM / GFX / GFX JS	
			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	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	≥90	90
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	- 10	- 5
Stabilité dimensionnelle	%	NF EN 1107-1	≤0,3	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	1 500
Résistance au poinçonnement statique	kg	NF P 84-352	≥L4	L4
Résistance au poinçonnement dynamique	J/cm ²	NF P 84-353	≥D3	D3
Classement I		NF P 84-384	I5	I5

VDF : Valeur déclarée par le fabricant.
 VLF : Valeur limite du fabricant.

Tableau 5 – Nomenclature de l'autocontrôle	Fréquence
Sur matières premières	
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C Granulats : coloris Armatures : poids - traction	Certificat fournisseur + 1 / 15 jours Par lots 1 / 10 lots
Sur bitume modifié	
TBA - pénétration à 25 °C Taux de filler - souplesse à - 20 °C Élasticité (modalités internes)	1 par jour
Sur produits finis	
Épaisseur - Longueur - Largeur - Lisières - Poids Tenue à la chaleur Tenue à la chaleur après vieillissement 6 mois à 70°C (NF EN 1296) Stabilité dimensionnelle Souplesse à basse température Souplesse à basse température après vieillissement 6 mois à 70°C (NF EN 1296) Tenue de l'autoprotection Traction et allongement	Permanent 1 par fabrication 2 par an 1 par fabrication 1 par fabrication 2 par an 1 par fabrication 1 par mois

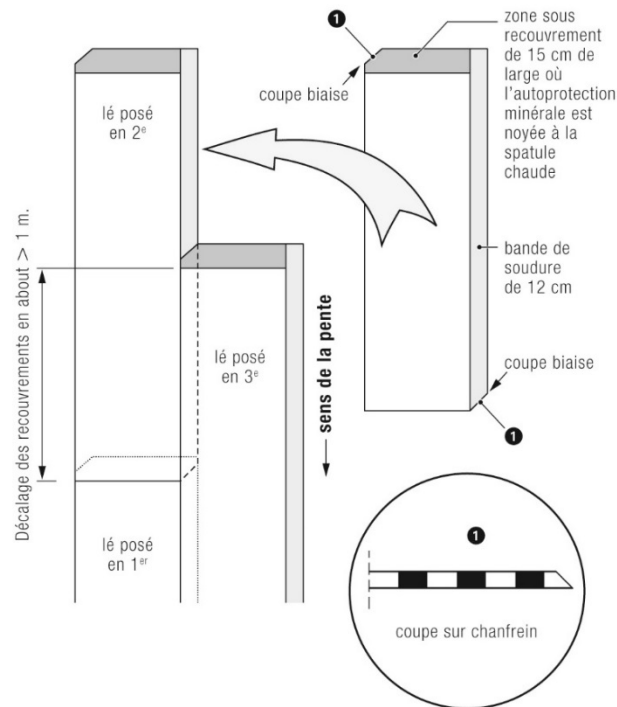


Figure 1 – Mise en œuvre du PARAFOR SOLO GFM

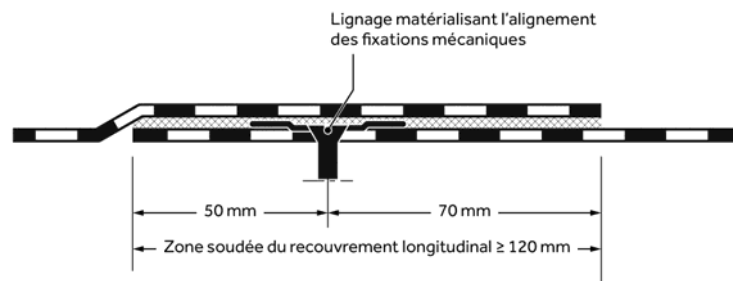


Figure 2 – Recouvrement longitudinal du PARAFOR SOLO GFM / GFX

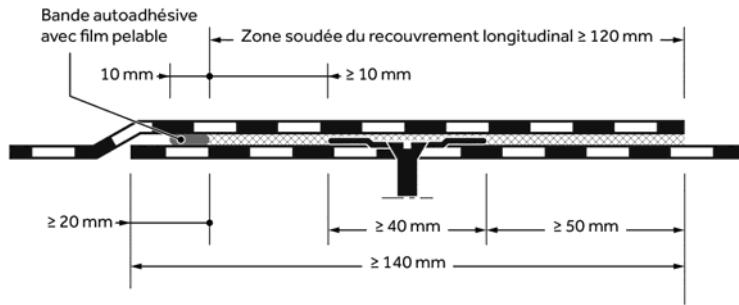


Figure 3 – Recouvrement longitudinal du PARAFOR SOLO GFX JS

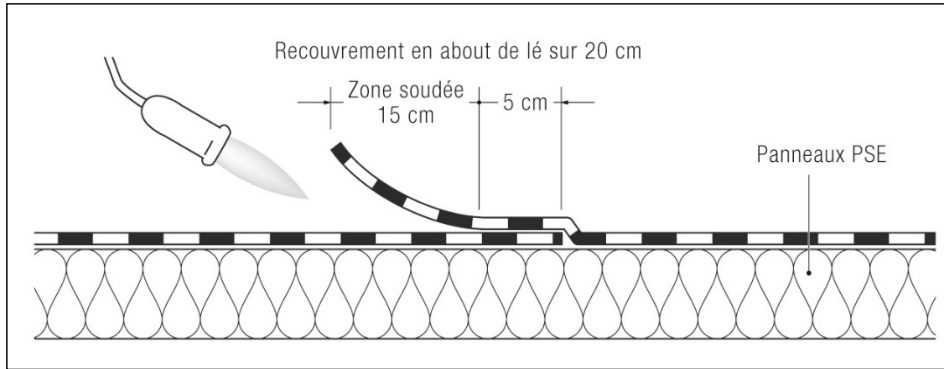


Figure 4 – Recouvrement transversal du PARAFOR SOLO GFX JS

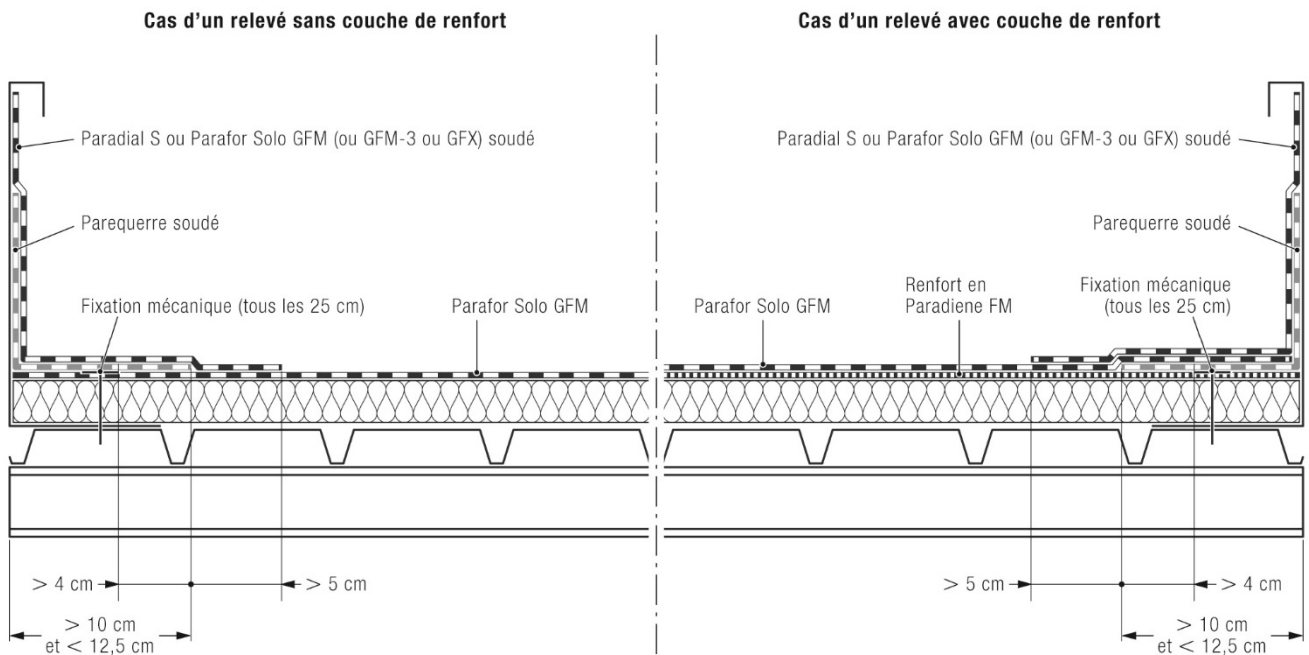


Figure 5 – Relevés avec PARAFOR SOLO GFM

Relevé avec renfort de noue

Relevé en rive ou faitage

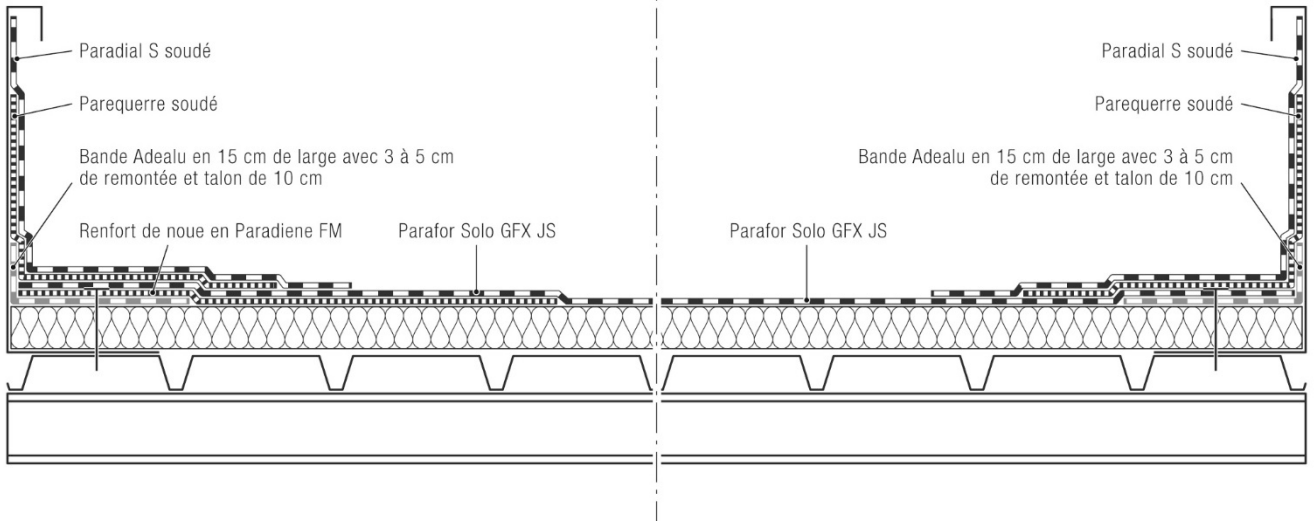
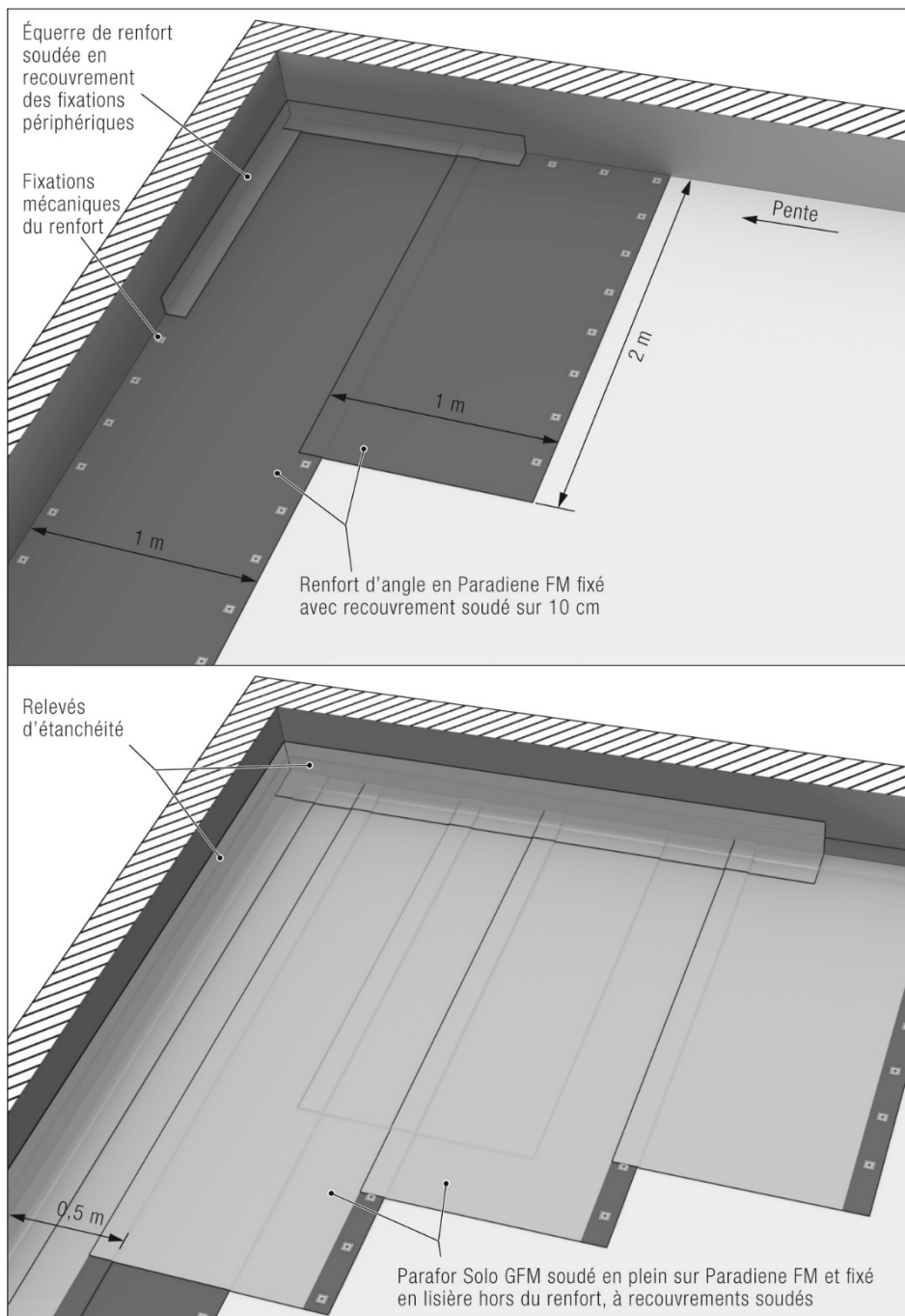


Figure 6 – Relevés avec PARAFOR SOLO GFX JS sur support isolant de polystyrène expansé



Figures 7 – Noue de rive avec couche de renfort PARADIÈNE FM avec une ligne de fixations en lisière

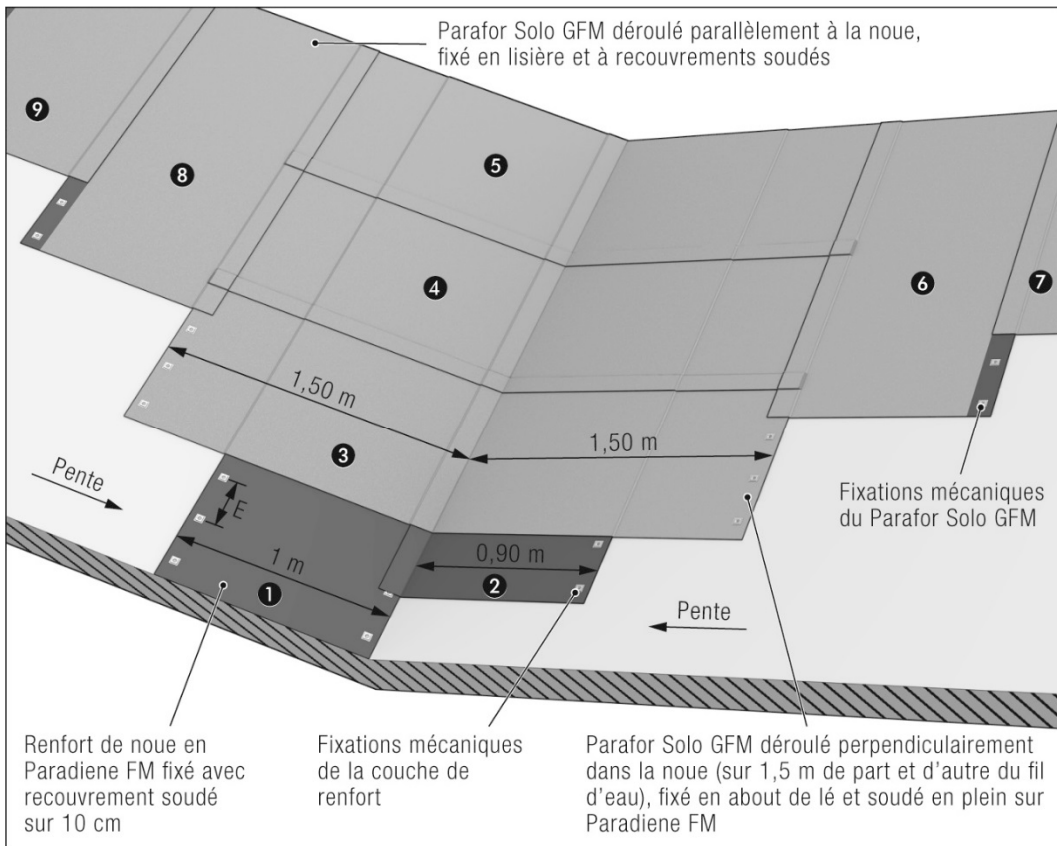


Figure 8 – Renfort en noue centrale avec les nervures des tôles d'acier nervurées parallèles au sens de la pente, ou perpendiculaires aux nervures pour les procédés Parasteel 42 et Parasteel 42 TFH

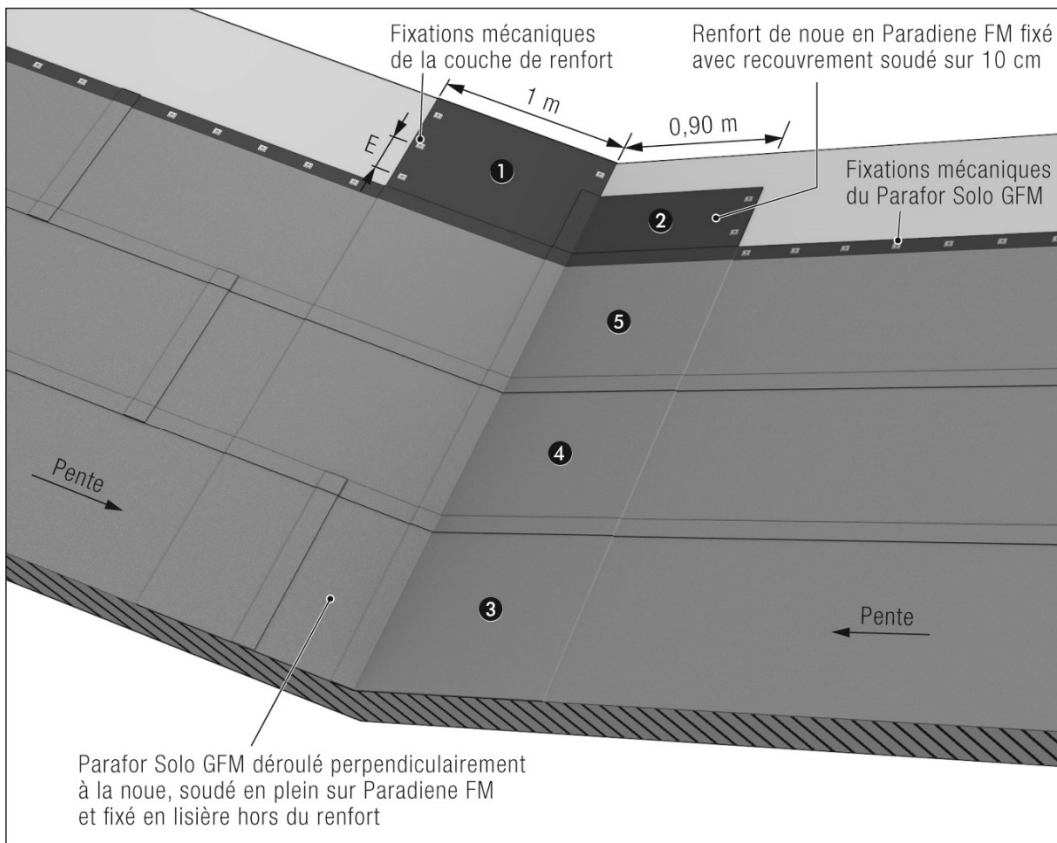


Figure 9 – Renfort en noue centrale avec les nervures des tôles d'acier nervurées perpendiculaires au sens de la pente ou perpendiculaires aux nervures pour les procédés Parasteel 42