

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/17-2574_V1**

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

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

Force FM

Relevant de la norme

NF EN 13707

Titulaire et Axter SAS
Distributeur : 8, rue Félix d'Hérelle
FR-75016 Paris

Tél. : 01 46 09 39 60
Fax : 01 46 09 39 62

Internet : www.axter.eu
E-mail : info@axter.fr

Groupe Spécialisé n°5.2

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

Publié le 15 décembre 2017



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 04 septembre 2017, le procédé de revêtement d'étanchéité de toitures « FORCE FM », présenté par la Société Axter SAS. Il a formulé sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Revêtement d'étanchéité monocouche autoprotégé fixé mécaniquement en lisière recouverte.

Le procédé utilise les feuilles FORCE 4000 FMG ou FORCE 4000 FMG FE en bitume SBS autoprotégée.

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 Axter SAS sur la base de la norme NF EN 13707:2014.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE et sont accompagnés des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13707.

1.3 Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent : le fabricant, le nom commercial de la feuille, les dimensions, les conditions de stockage, le numéro de fabrication.

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

Les accessoires sont étiquetés conformément aux normes européennes.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Le procédé Force FM est destiné :

- Aux travaux neufs et réfections avec ou sans apport d'un nouvel isolant ;
- En France européenne pour les climats de plaine ;
- En toitures plates et inclinées versants plans et courbes ;
- Sur éléments porteurs ou supports en :
 - dalles de béton cellulaire autoclavées armées (pente $\geq 1\%$) bénéficiant d'un Avis Technique pour l'emploi en toitures,
 - bois ou panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4 ou bénéficiant d'un Avis Technique,
 - tôles d'acier nervurées à plage pleine conformes au NF DTU 43.3 ou bénéficiant d'un Avis Technique,
 - tôles d'acier nervurées à plage pleine à ouverture haute de nervure > 70 mm et ≤ 200 mm conformes au *Cahier du CSTB 3537_V2* ;
 - maçonnerie (pente $\geq 1\%$) conformes au DTU 20.12,
 - supports isolants non porteurs ;
- Dans les zones 1, 2, 3, 4 - tous sites de vent (selon Règles NV 65 modifiées) ;
- Il est employé, selon la nature de l'élément porteur sur des locaux à hygrométrie faible, moyenne, ou forte, à l'exclusion des locaux à très forte hygrométrie.

Le *tableau 1* définit les différents revêtements (matériaux de partie courante, de renfort), ainsi que les fixations mécaniques associées (systèmes SR1, SR2 et SR3).

Le *tableau 2* du Dossier Technique résume les conditions d'utilisation.

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

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Stabilité

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

Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est connu pour les systèmes « FORCE 4000 FM FE » et « FORCE 4000 FM FE Plus », cités au *paragraphe B* du Dossier Technique.

Le classement des autres solutions du système 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 lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée. 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 à la Société Axter SAS.

Cependant, la surface des feuilles est glissante lorsque humide.

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

Pose en zones sismiques

Selon la réglementation sismique définie par :

- Le décret n° 2010-1254 relatif à la prévention du risque sismique ;
- Le décret n° 2010-1255 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- L'arrêté du 22 octobre 2010 modifié relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ».

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée) et 4 (moyenne), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation concernant la construction neuve. 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 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.

La variante 2 proposée au Dossier Technique pour la protection des isolants PSE au droit des émergences implique une étude thermique complémentaire dans le cas des bâtiments neufs concernés par la RT 2012.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

En réfection, le procédé peut comporter une réhabilitation thermique.

Données environnementales

Le procédé Force FM ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci.

Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent AVIS. Le titulaire du présent AVIS conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

2.22 Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du revêtement d'étanchéité Force FM peut être appréciée comme satisfaisante.

Entretien

cf. normes DTU série 43.

Réparation

Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

2.23 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Établi par le Demandeur (DTED).

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. La Société Axter SAS apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.25 Divers

Actuellement, le classement FIT ne s'applique pas aux revêtements fixés mécaniquement.

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

2.32 Attelages de fixation mécanique

a) Il est rappelé que les attelages de fixations mécaniques 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).

Cette disposition est applicable aux travaux neufs, comme en travaux de réfections.

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 métalliques à employer doivent être également de type « solide au pas ».

b) L'usage de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ($\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$).

c) Ne sont pas visés, les formes de pente en béton lourd ou léger, les voiles précontraints, les voiles minces préfabriqués, les corps creux avec ou sans chape de répartition, les planchers à chauffage intégré, les planchers comportant des distributions électriques noyées, les planchers de type D définis dans la norme NF DTU 20.12.

2.33 Cas de la réfection

a) 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 P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

b) La réfection avec le système Force FM doit être précédée d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :

- bois et panneaux à base de bois,
- béton de granulats courants,

- béton cellulaire autoclavé, conformément au *Cahier du CSTB 3563* de juin 2006.

2.34 Assistance technique

La Société Axter SAS est tenue d'apporter son assistance technique à l'étude des densités et répartitions de fixations dans les cas non décrits par les tableaux simplifiés du Dossier Technique.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 30 septembre 2024.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le présent Avis se différencie de l'ancien Avis Technique 5/12-2302 par la modification des Wadm des systèmes de référence et par l'ajout de nouvelles revendications :

- Fixations à fût plastique ETANCOPLAST HP 4 Ø40 avec un Wadm de 728 N ;
- membrane Force 4000 FM ;
- Force 4000 FM FE et Force 4000 FM FE Plus ;
- Nouveaux écrans pare-vapeur.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1 Principe

Le procédé Force FM est un revêtement d'étanchéité monocouche homogène en bitume modifié par élastomère SBS.

Il est autoprotégé fixé mécaniquement, pour toitures-terrasses et toitures inclinées inaccessibles ou à zones techniques : autoprotégées apparentes.

Le principe de la fixation mécanique est en lisière recouverte. Le recouvrement est de 10 cm, soudé.

L'épaisseur des feuilles est de 4 mm (+/- 5 %).

2. Domaine d'emploi

Le procédé Force FM est destiné :

- Aux travaux neufs et réfections avec ou sans apport d'un nouvel isolant ;
- En France européenne pour les climats de plaine ;
- En toitures plates et inclinées versants plans et courbes ;
- Sur éléments porteurs ou supports en maçonnerie ou en dalles de béton cellulaire autoclavées armées (pente ≥ 1 %), bois ou panneaux à base de bois, tôles d'acier nervurées et isolants non porteurs ;
- Dans les zones 1, 2, 3, 4 - tous sites de vent (selon Règles NV 65 modifiées) ;
- Il est employé, selon la nature de l'élément porteur sur des locaux à hygrométrie faible, moyenne, ou forte, à l'exclusion des locaux à très forte hygrométrie (cf. *tableau 3*).

Le *tableau 1* définit les différents revêtements (matériaux de partie courante, de renfort), ainsi que les fixations mécaniques associées (systèmes SR1, SR2 et SR3).

Le *tableau 2* du Dossier Technique résume les conditions d'utilisation.

L'emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolant supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

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

3. Matériaux

3.1 Liants

3.11 HYRÈNE MM, HYRÈNE RFE 1 et HYRÈNE RFE 2

Il s'agit de mélanges conformes à la Directive UEAtc de 1984, en bitume SBS fillérisé et définis dans le DTA Hyrene TS.

3.12 Liant d'imprégnation PSB

Le liant d'imprégnation est défini dans le Document Technique d'Application Hyrene TS.

3.2 Feuilles manufacturées

La composition et les caractéristiques des différentes feuilles intervenant dans le procédé sont indiquées dans le *tableau 8* en fin de Dossier technique. Elles sont conformes au Guide UEAtc de 2001 SBS-APP.

3.3 Autres matériaux en feuilles

3.31 Feuilles soudables pour relevés

3.311 Équerre de renfort ou remontée pare-vapeur sur relief maçonnerie

- BANDE D'ÉQUERRE 35 PY sous-face filmée - épaisseur minimum 3,5 mm, pour équerre de renfort conforme aux DTU de la série 43 ;
- HYRENE 35 PY RGH sous-face filmée - épaisseur minimum 3,5 mm, pour renfort conforme aux DTU de la série 43.

3.312 Membranes de relevé

- ARMALU : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- ARMALU CPV : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- PAXINOX : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- ALPHARDOISE : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- ALPHARDOISE CPV : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- ARMA CPV : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- FORCE 4000 S : cf. *Document Technique d'Application Force* ;
- ALPAL DECOR CPV : cf. *Document Technique d'Application Alpal* ;
- ALPALU 35 : cf. *Document Technique d'Application Alpafore* ;
- FORCE 3000 Trafic (NT) et FORCE 4000 Trafic (NT) : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS*.

3.32 Matériaux pour écrans pare-vapeur

- VAP : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- HYRENE 25/25 TS : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- ARMALU : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- STICKFLEX VV 50 autoadhésif : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- AXTER SK VAP : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- VAP AL : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- VAP AL SK : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- VAP ADH : cf. *DTA Topfix* ;
- VAP ALU ADH : cf. *DTA Topfix*.

3.33 Élément constitutif pour aires et chemins de circulation

CAMINAXTER : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS*.

3.34 Autres matériaux en feuille

- Feuilles de renfort de noues : TOPFIX FMP Grésé ou Force 4000 DALLE ; cf. *Document Technique d'Application Force Dalle* ;
- Bandes de renfort : Bandes FORCE 4000 DALLE ou TOPFIX FMP Grésé. Feuilles découpées en bandes de 16 cm de large ;
- MATFLEX CPV ou MATFLEX PY : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- HYRÈNE 40 AR et HYRÈNE 40 AR FP : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- HYRÈNE 40 PY AR et HYRÈNE 40 PY AR FP : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS* ;
- FORCE 4000 S : cf. *Document Technique d'Application Force* ;
- Écran perforé THERMECRAN : cf. *Document Technique d'Application Hyrene TS*.

3.35 Autres matériaux

EIF :

- VERNIS ANTAC : vernis bitumineux d'imprégnation à froid à base de bitume en solution dans un solvant aromatique conforme aux DTU série 43 ;
- VERNIS ANTAC GC : vernis bitumineux à hautes performances à base de bitume élastomère et de dopes adhésives en solution dans un solvant aromatique conforme aux DTU série 43 ;
- ÉMULSION PROOFCOAT : émulsion de bitume sur-stabilisé de couleur brun foncé. Extrait sec 50 %. Conforme aux DTU série 43.

3.4 Fixations mécaniques

3.41 Fixation préalable des panneaux isolants

Les éléments de liaison et plaquettes, sont conformes aux normes P 84 - série 200-1-2 (référence DTU - série 43 P1-2), et au CPT Commun « Résistance au vent des isolants, supports de systèmes d'étanchéité de toitures » de l'*e-Cahier du CSTB 3564*, de juin 2006.

3.42 Fixation mécanique de référence

SR1, SR2 et SR3 :

Avec plaquette métallique

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette 40 x 40 associée à la vis VMS de Ø 4,8 mm de LR Etanco : Pksr = 1 520 N, au sens de la norme NF P 30-313, sur tôle d'acier pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

Avec fut plastique (uniquement sur tôle pleine)

La fixation mécanique de référence est constituée de la plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 épaisseur 3 mm en polyamide PA6 associée à la vis EGB de Ø 4,8 mm solide au pas de LR ETANCO : Pksr = 1 350 N, au sens de la norme NF P 30-313, sur tôle d'acier pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

Cette fixation est utilisée uniquement dans des tôles d'acier nervurées à plages pleines.

3.43 Autres fixations

3.431 Généralités

Axter SAS apporte sur demande son Assistance Technique au calcul du Wadms 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 les attelages de fixation mécanique sont de type « solide au pas ».

3.432 Fixations métalliques

D'autres modèles de fixations ou plaquettes sont admises dans les conditions des règles d'adaptation de l'annexe A.

3.433 Fûts plastiques

Les règles d'adaptation des fixations à fût plastique ne sont pas admises.

Cependant, la vis EGB associée à la plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 peut être substituée par d'autres vis de géométrie identique de chez Etanco : EG, VMS et ISODRILL.

Les Pksr des vis EG et VMS sont identiques au système de référence.

Le Wadms du système avec la vis ISODRILL TT, résultant du calcul selon les règles énoncées en *Annexe A § 6*, est de 598 N pour un Pksr = 1 250 N sur tôle pleine métallique selon NF P 30-313.

4. Fabrication

Les feuilles sont produites par la Société Axter SAS dans son usine de Courchelettes (59).

Le liant préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. Les armatures polyester non tissées sont imprégnées au liant PSB, les armatures polyester stabilisées sont imprégnées au liant HYRENE MM non fillérisé ou au liant PSB, puis enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions.

Le stockage des rouleaux se fait debout.

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 9001:2015 certifié par l'AFAQ.

Axter SAS applique un système de management environnemental conforme à la norme ISO 14 001 : 2015 certifié par l'AFAQ.

Les autocontrôles sont définis au *tableau 9*.

6. Identification du produit

Les rouleaux reçoivent les étiquettes où figurent : le fabricant, le nom commercial de la feuille, les dimensions, le numéro de fabrication, le marquage CE et la référence de la DoP.

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

Les accessoires sont étiquetés conformément aux normes européennes.

7. Fourniture et assistance technique

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

L'assistance technique peut être demandée à la Société Axter SAS.

8. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

8.1 Généralités

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, aux éléments porteurs et aux panneaux isolants, non modifiées par le présent document sont applicables dans les départements européens pour les climats de plaine, notamment :

- Le DTU 20.12 ;
- Les DTU 43.1, NF DTU 43.3 et NF DTU 43.4 ;
- Les Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé ;
- Le DTU 43.5 pour les travaux de réfections ;
- Le Cahier des Prescriptions Techniques communes «Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôle 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) ;
- le CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006).

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être stables et plans, présenter une surface propre, libre de tous corps étrangers et sans souillure d'huile, plâtre, hydrocarbures, etc.

Les pentes minimum / maximum sont définies dans les DTU série 43.

8.2 Éléments porteurs et supports en maçonnerie de pente $\geq 1\%$

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes au DTU 20.12 et éléments porteurs non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi, à l'exception des formes de pente en béton lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré, des planchers comportant des distributions électriques noyées, et des planchers de type D définis dans le DTU 20.12.

La préparation des supports est effectué conformément aux prescriptions de le DTU 43.1 P1, et des Avis Techniques les concernant.

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

Sont admises, les dalles armées bénéficiant d'un Avis Technique favorable. Le support est mis en œuvre conformément à cet Avis Technique.

On se reportera à ce document notamment pour le traitement des joints et la constitution des pare-vapeur en cas d'isolation thermique complémentaire.

8.4 Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Sont admis, les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées (pleines, perforées ou crevées) conformes à la norme NF DTU 43.3 ou bénéficiant d'un Document Technique d'Application particulier visant cet emploi.

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

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

Sont admis, les éléments porteurs et supports en bois massif et panneaux à base de bois conformes aux prescriptions du NF DTU 43.4, ainsi que les supports non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application favorable pour l'emploi considéré.

Pour les pare-vapeurs adhérents soudés sur panneaux à base de bois, la préparation comporte la réalisation de pontages par une feuille :

- D'ARMALU face aluminium contre le support ;
- Ou de la gamme HYRENE TS face autoprotégée contre le support.

L'application d'un EIF est obligatoire dans le cas de panneaux de particules et contreplaqués conformément au NF DTU 43.4, en évitant les joints de panneaux.

Dans le cas de panneaux à base de bois sous Document Technique d'Application, elle se fait conformément aux préconisations du Document Technique d'Application du panneau à base de bois.

Lorsque le pare-vapeur est adhésif sur panneaux à base de bois, la préparation du support comprend l'imprégnation par un EIF en évitant les joints de panneaux.

Lorsque le pare-vapeur est indépendant ou semi-indépendant par clouage, les supports en bois ou en panneaux à base de bois ne nécessitent ni pontage ni imprégnation préalable à l'EIF.

8.6 Supports isolants non porteurs

Sont admis, les panneaux isolants mentionnés dans le *tableau 2*, dans les conditions de leur Avis Technique particulier pour l'emploi considéré.

Le revêtement d'étanchéité n'apporte pas de limite à la résistance thermique des supports isolants.

8.6.1 Constitution et mise en œuvre du pare-vapeur

Le *tableau 3* du Dossier Technique s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Conformément à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire auto-clavé armé, dans le cas de panneaux isolants placés sous le revêtement d'étanchéité, et lorsque le relief est en maçonnerie et blocs de béton cellulaire auto-clavé armé, la continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient eux-mêmes isolés ou non. Cette continuité du pare-vapeur et des relevés doit être assurée par une étréquerre de renfort comportant un talon de 6 cm au minimum, avec une aile verticale dépassant d'au moins 6 cm au-dessus du nu supérieur de l'isolant de partie courante est soudée en plein horizontalement sur le pare-vapeur et verticalement.

Cette étréquerre de renfort est en :

- BANDE D'ÉQUERRE 35 PY pour les isolants d'épaisseur ≤ 130 mm ;
- HYRENE 35 PY RGH pour les isolants d'épaisseur ≥ 130 mm.

8.6.2 Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre, en un ou plusieurs lits, en quinconce et jointifs, fixés mécaniquement selon les prescriptions de leur Avis Technique particulier.

Dans le cas de la pose en plusieurs lits, la pose se fait à joints décalés.

Sur TAN, le joint filant est perpendiculaire aux nervures des tôles.

La mise en œuvre sur pare-vapeur STICKFLEX impose la fixation mécanique de l'isolant, selon les densités définies dans l'Avis Technique propre à cet isolant pour l'usage considéré.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des Caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas » qui empêche en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

Cas particulier des panneaux isolants en polystyrène expansé

Ils sont mis en œuvre conformément à leur Avis Technique pour l'usage considéré.

En surface des panneaux isolants, un écran thermique type HYRENE 40 FP AR est déroulé à sec face ardoisée dessous, joints à recouvrement de 10 cm libres décalé par rapport au revêtement d'étanchéité ou feuille MATFLEX CPV (ou MATFLEX PY) déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm autoadhésifs.

Une protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences est nécessaire :

- En variante 1 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX, développé à l'épaisseur de l'isolant + 20 cm, rabattue d'au moins 20 cm sur l'isolant peut être utilisée. Une bande découpée dans HYRENE 25/25 TS avec recouvrement de 10 cm entre bandes ou toute membrane de performance supérieures placée de la même manière convient également ;

- En variante 2 : une bande autoadhésive à froid, STICKFLEX ou une bande découpée dans de l'HYRENE SPOT ADH, développé 10 cm, est appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales.

Il est également possible d'éviter cette protection en remplaçant le PSE au droit des émergences, par un panneau ou une bande de 20 cm minimum en perlite fibrée ou en laine minérale.

8.7 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités apparentes type asphalte, multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié autoprotégé ou membrane synthétique.

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi comme support ou comme écran pare-vapeur sont définis dans le DTU 43.5. Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également les prescriptions du DTU 43.5. Toutefois, les feuilles d'autoprotection

métallique n'ont pas à être déposées en partie courante. Les anciens relevés, avec feuille d'autoprotection métallique, sont délardés.

Les anciens revêtements d'étanchéité chimiquement incompatibles avec les revêtements bitumineux (enduits pâteux, ciment volcanique, certaines membranes synthétiques) reçoivent un écran Alu-VV avant la pose du FORCE 4000 FM, conformément aux spécifications du DTU 43.5.

Sur éléments porteurs en bois et en panneaux à base de bois, et en béton cellulaire auto-clavé, les valeurs d'ancrage ($P_{k, \text{réel}}$) des fixations mécaniques envisagées pour la réfection sont systématiquement vérifiées par une campagne de mesures in situ conformément à l'annexe 4 du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006). L'adaptation est faite conformément aux règles de ce même CPT et à l'Annexe A du présent document.

9. Prescriptions de mise en œuvre relatives aux revêtements

9.1 Règles de substitution

Le revêtement FORCE 4000 FM décrit dans le *tableau 1* peut être remplacé (sans modification du $W_{adm, sr}$) par :

- FORCE 4000 FMG, FORCE 4000 FM FE, FORCE 4000 FM FE PLUS.

Les renforts de noues TOPFIX FMP Grésé peuvent être remplacés par FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retourné.

9.2 Dispositions générales (cf. figure 1)

La composition est indiquée aux *tableaux 1 et 2*, au § 3.

Les feuilles FORCE 4000 FM sont déroulées à sec sur le support et fixées mécaniquement en lisière sous les recouvrements soudés au chalu-meau. Les recouvrements longitudinaux sont de 10 cm, les recouvrements transversaux de 15 cm.

Le recouvrement des feuilles monocouches nécessite un soin particulier, afin d'assurer la continuité de la membrane et de limiter les surépaisseurs aux joints.

Sur éléments porteurs en TAN, les lés sont déroulés perpendiculairement aux nervures des tôles.

a) Réduction des surépaisseurs :

Réchauffer légèrement et écraser avec une spatule chaude la lisière à recouvrir. Ceci concerne aussi bien les recouvrements longitudinaux que les abouts de lés.

En about de lé, noyer le surfaçage minéral à la spatule chaude sur 15 cm après léger réchauffage au chalumeau.

b) Croisements de joints :

Il est interdit de superposer 4 lés à un croisement de recouvrements. Tous les croisements sont en T.

Pour faciliter la réalisation des jonctions en T, il est nécessaire de rallonger le fil d'eau en coupant à 45° l'about inférieur de la bande de soudure de chaque lé selon la *figure 2*. Ces coupes biaisées doivent également être mises en sifflet par écrasement, à la spatule chaude.

c) Contrôle de soudure :

Après soudure des jonctions, on doit constater la présence d'un petit bourrelet de bitume en bordure.

Les feuilles FORCE 4000 FM sont fixées mécaniquement en lisière longitudinale sur la bande nue de recouvrement, par des fixations composées :

- de vis (ou autre élément de liaison type rivet...) et de PLAQUETTES 40/40 (système SR1a, SR2a et SR3a), conforme au NF DTU 43.3 ;
- de vis et de plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 (systèmes de référence SR1b, SR2b et SR3b).

Ces fixations sont définies au § 3.4.

L'axe de la PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou de l'ETANCOPLAST HP4 Ø 40 est positionné à 3 cm mini du bord du lé à fixer (cf. *figure 3*).

Le joint de recouvrement comporte un lignage à 3 cm du bord du lé utilisable comme aide au positionnement des fixations.

9.3 Densité et répartition des fixations en partie courante, rives et angles

cf. *figures 9 et 10*

9.3.1 Dispositions générales

La densité de fixations est calculée en fonction de la zone et du site de vent par référence :

- Aux Règles NV 65 modifiées, en vent extrême, pour des bâtiments d'élançement courant respectant les conditions suivantes :

- $h \leq 2,5 a$, avec h = hauteur du bâtiment et a = longueur,

- $f \leq h/2$ pour des toitures à versants plans ou $f \leq 2/3.h$ pour des toitures à versants courbes avec $f =$ flèche entre le faîtage et la noue ;

- Aux dispositions du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006) ;
- De la zone et du site de vent (zones 1 à 4) ; site normal ou exposé ;
- À la localisation en toiture : parties courantes, rives, angles, etc. ;
- À un système de référence choisi parmi les trois systèmes définis au § 3.4 : SR1, SR2 ou SR3 ;
- À une charge dynamique admissible par fixation, $W_{adm,SR}$, obtenue pour chacun des trois systèmes de référence SR1, SR2, et SR3 (cf. *tableau 1*), sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées pleines d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence caractéristique P_{kR} , au sens de la norme NF P 30-313.

Nota : En noue, la charge dynamique admissible par fixation, $W_{adm,SR}$, dépend des feuilles utilisées en renfort de noue (cf. *Tableau 1*).

Les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression due au vent (cf. Règles NV 65 modifiées) sont susceptibles d'être traitées avec un intervalle réduit entre fixations. Les zones concernées sont précisées aux *tableaux 5 à 7*.

Pour les éléments porteurs et/ou les fixations métalliques (vis + plaquettes) autres que ceux des systèmes SR1, SR2 et SR3, l'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du CPT « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563*, de juin 2006) (cf. § A-3 de l'Annexe A).

La densité de fixation n'est jamais inférieure à $3/m^2$.

Fixations complémentaires

Lorsque l'intervalle entre fixations devient inférieur à 18 cm, on utilise obligatoirement des bandes de renfort de largeur 16 cm pour les autres isolants (cf. *tableau 1*).

La *figure 4* illustre des exemples de disposition des fixations en rives et angles, respectivement avec une bande de renfort TOPFIX FMP grésé, ou FORCE 4000 DALLE, ou une feuille de renfort de noue TOPFIX FMP grésé.

9.32 Espacement des fixations

Les *tableaux 5 à 7* récapitulent les calculs des espacements entre fixations dans les conditions simplifiées des Règles NV 65 modifiées pour des bâtiments (d'élanement courant) avec éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, en bois ou en béton cellulaire autoclavé, à versants plans de hauteur 20 m au plus, ouverts ou fermés, en travaux neufs ou en réfection.

Ces tableaux ont été établis sur la base d'un calcul, prenant en compte les $W_{adm,SR}$ du *tableau 1* obtenu avec une fixation de référence dont la résistance caractéristique selon la NF FP 30-313 est :

- $P_{ksr} = 1\,520$ N avec une plaquette métallique ;
- Et, $P_{ksr} = 1\,350$ N avec un fût plastique ;
- Et, sur élément porteur en tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,75 mm d'épaisseur.

Sur demande, l'assistance technique de la Société Axter SAS fournit les calculs conformément à l'Annexe A.

Pour les autres cas (bâtiment de hauteur > 20 m, toitures à versants courbes...), l'assistance technique d'Axter peut être demandée.

Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Les valeurs des tolérances du *tableau 4* permettent d'adapter les espacements entre fixations au pas réel des tôles d'acier nervurées. Si l'espacement réel entre deux fixations est supérieur à la valeur calculée sans dépasser la tolérance, l'espacement entre les deux fixations suivantes est réduit d'autant.

Cas des T.A.N. à ouverture haute de nervure (> 70 mm)

Dans le cas d'éléments porteurs en T.A.N. dont l'ouverture haute de nervure est > 70 mm (et ≤ 200 mm), un espacement entre 2 fixations < 18 cm (mais toujours > 12 cm) peut être appliqué lorsqu'une fixation tombe dans une ouverture haute de nervure. Celle-ci est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite l'espacement théorique de pose des attelages de fixations.

9.4 Fixations complémentaires éventuelles sur bande de renfort

9.4.1 Généralités

L'entraxe des fixations de la feuille FORCE 4000 FM et de la bande de renfort (TOPFIX FMP Grésé avec plaquette DTU 63 x 63, PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40, FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retournée avec PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40) résultent du même calcul.

Les feuilles FORCE 4000 FM sont soudées sur les bandes de renfort au fur et à mesure du déroulage. La fermeture des jonctions s'effectue par soudage (cf. § 9.2).

9.4.2 Fixations par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40

Renfort en FORCE 4000 Dalle ou FORCE 4000 FM retournée

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FM. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 5*.

Renfort en TOPFIX FMP Grésé ou TOPFIX FMP

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FM. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 6*.

9.4.3 Fixations par PLAQUETTE métallique 63 x 63

Renfort en TOPFIX FMP Grésé ou TOPFIX FMP

Les bandes de renfort (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FM. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 7*.

9.5 Fixation en pieds de relevé

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés :

- Avec talon de 10 cm minimum pour l'équerre de renfort (dépassant de 4 cm minimum le bord de la plaquette)
- Et, 15 cm minimum pour le relevé (talon dépassant d'au moins 5 cm celui de l'équerre de renfort).

Les costières et reliefs sont imprégnés d'EIF.

En pied de relief et d'émergences, la feuille de partie courante reçoit une rangée complémentaire de fixations, (non comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm. Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort du relevé. Le recouvrement soudé doit dépasser d'au moins 4 cm les bords des plaquettes.

Sur élément porteur en TAN, les vis utilisées en pied de relevé doivent présenter une capacité de perçage dans l'acier :

- $\geq 20/10^{\text{ème}}$ mm si les fixations sont au droit de la costière ;
- $\geq 8/10^{\text{ème}}$ mm si les fixations échappent à la costière.

9.6 Mise hors d'eau en fin de journée

En fin de journée, ou en cas d'arrêt inopiné pour cause d'intempéries, la couche isolante est mise hors d'eau comme suit : une des bandes décrites au § 3.34 est soudée sur le pare-vapeur rendu adhérent à l'élément porteur ou sur les plages des tôles d'acier nervurées et sur le revêtement de partie courante, les équerres de renfort sont soudées en périphérie sur la couche de revêtement en place.

10. Relevés

10.1 Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions du DTU 43.1, notamment pour ce qui concerne les hauteurs de relevés et les dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement en tête des relevés.

10.2 Relevés non isolés thermiquement

Les reliefs en maçonnerie, blocs de béton cellulaire autoclavé, ou acier non isolés sont imprégnés d'EIF.

Sur relief en bois ou en panneaux à base de bois est mise en œuvre une sous-couche HYRENE 35 PY RGH ou ARMA CPV conforme au NF DTU 43.4.

Dans le cas d'un isolant PSE de partie courante, la tranche des panneaux est protégée conformément au § 8.62.

Composition :

Variante (1) (cf. *figure 5*)

- Équerre de renfort BANDE D'ÉQUERRE 35 PY développé 0,25 m, soudée sur la costière et avec talon de 0,10 m au moins fixé mécaniquement en pied de relief à l'aide des PLAQUETTES 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40 + vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm ;

- Relevés en FORCE 4000 FM ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE soudé, avec talon de 0,15 m au moins soudé sur la partie courante et dépassant le talon de l'équerre de renfort de 5 cm au moins.

Variante (2) (cf. *figure 6*)

- Équerre de renfort BANDE D'ÉQUERRE 35 PY développé 0,25 m, soudé sur la costière et avec talon de 0,10 m au moins soudé sur la

feuille FORCE 4000 FM de partie courante après réchauffage des granulats ;

- Relevés en FORCE 4000 FM ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE soudé, avec talon de 0,15 m au moins soudé sur la partie courante et dépassant le talon de l'équerre de renfort de 5 cm au moins.

Dans ce cas, en pied de relief et d'émagements, la feuille FORCE 4000 FM de partie courante reçoit une rangée complémentaire de PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40 et de vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), situées à plus de 0,03 m du relevé, avec un espacement inférieur ou égal à 25 cm. Elles sont recouvertes par le talon de l'équerre de renfort du relevé. Le recouvrement soudé doit dépasser les plaquettes d'au moins 4 cm.

10.3 Relevés isolés thermiquement dans le cas d'un élément porteur et d'un relief en maçonnerie

- Sur isolant soudable :

Les relevés isolés sont réalisés conformément aux dispositions de la norme DTU 43.1 ;

- Sur isolant PIR uniquement :

Dans le cas d'un acrotère en béton, la composition des feuilles de relevés est identique à celle des relevés non isolés en ajoutant préalablement une sous-couche autoadhésive HYRENE SPOT ST conformément au CPT commun «Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotère béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur élément porteur en maçonnerie», *Cahier de CSTB 3741* de novembre 2013.

10.4 Dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement

Ceux-ci sont réalisées conformément aux dispositions des DTU série 43 concernés.

Les protections par bandes solin doivent bénéficier d'un Avis Technique favorable.

11. Ouvrages particuliers

11.1 Noues

L'entraxe des fixations de la feuille FORCE 4000 FM et de la feuille de renfort résultent du même calcul (cf. *tableau 1*) :

- Renfort de noue en FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retournée, fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40 ; $Wadm_{sr} = 728$ N/fixation ;
- Renfort de noue en TOPFIX FMP grésé fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40 ; $Wadm_{sr} = 460$ N/fixation ;
- Renfort de noue en TOPFIX FMP grésé fixé par PLAQUETTE 63 x 63 ; $Wadm_{sr} = 585$ N/fixation.

Pour les noues nécessitant une ligne de fixation complémentaire en :

- la feuille de renfort de noue est fixée avec des plaquettes DTU 63 x 63 ou des PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou ETANCOPLAST HP4 Ø 40 au centre de la feuille de renfort ; une bande de pontage (16 cm) de même nature est ensuite soudée (cf. *figure 8*).

11.11 Noues centrales (cf. *figure 7*)

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ de part et d'autre, en déroulant une feuille de renfort de noues fixées mécaniquement en lisière à l'intervalle requis. Le recouvrement longitudinal entre ces deux feuilles est de 8 cm.

Le revêtement de partie courante recouvre celui de la noue sur 0,15 m au moins et est soudé.

11.12 Noues de rive

cf. *figure 8*

Le fil d'eau est renforcé sur 1 m environ, en déroulant une feuille de renfort de noues fixée mécaniquement en lisière à l'intervalle requis.

Les feuilles FORCE 4000 FM de partie courante transversales au fil d'eau sont soudées en plein sur la feuille de renfort de noue. Si les feuilles FORCE 4000 FM de partie courante sont parallèles au fil d'eau, un demi-lé de FORCE 4000 FM est préalablement soudé sur ce renfort en rive pour être recouvert par la partie courante sur 0,15 m au moins.

11.2 Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des DTU série 43 concernés, avec pièce de renfort (FORCE 4000 FM retournée ou TOPFIX FMP Grésé) de 1 m x 1m fixée sous la platine.

11.3 Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions des DTU série 43 concernés, ou de l'Avis Technique Exceljoint.

11.4 Chemins de circulation et zones techniques

Après réchauffage au chalumeau du granulats d'autoprotection de partie courante, soudage en plein des feuilles CAMINAXTER pour les chemins de circulation ou HYRENE 40 PY AR (ou FORCE 4000 FM) pour les zones techniques. Le renforcement s'effectue sur 1 m environ dans les zones de circulation et sur toute la surface de la zone technique.

La couleur est différente de celle de partie courante.

12. Entretien et réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par les DTU série 43.

B. Résultats expérimentaux

Vent :

- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 11221/1R du 22 décembre 2011, essai au caisson au vent d'une étanchéité FORCE 4000 FM fixée par plaquette Ø 40 mm nervurée
- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 9140/2 du 27 mai 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité FORCE 4000 FM fixée par plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 mm
- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 9140/1 du 27 mai 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP SPF fixée par plaquette ETANCOPLAST HP 4 Ø 40 mm
- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 9063/1 du 13 mars 2009, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP SPF fixée par plaquette Ø 40 mm nervurée
- Rapport d'essai du CSTC n° CAR 16071/2 du 7 novembre 2016, essai au caisson au vent d'une étanchéité TOPFIX FMP fixée par plaquette 63 x 63 mm nervurée
- Rapport ct : Essai interne : Rapport 16-08 - Evaluation Ct Topfix et Force FM.

Feu :

- Rapport de classement du WFG n° 12408 C du 16 février 2015, classement $B_{ROOF}(t3)$ pour le système FORCE 4000 FM FE Plus ($0 \leq$ pente $\leq 70^\circ$) sur laine minérale (d'épaisseur 80 mm et de masse volumique 145 kg/m³) pour tout support en acier profilé et non perforé
- Rapport de classement du WFG n° 16913 B du 27 mars 2015, classement $B_{ROOF}(t3)$ pour le système FORCE 4000 FM FE ($0 \leq$ pente $\leq 10^\circ$) sur laine minérale (d'épaisseur 30 mm et de masse volumique 110 kg/m³) pour tout support en acier profilé et non perforé et matériaux non combustibles d'une épaisseur minimale de 10 mm

Pare-Vapeur :

- Rapport d'essai 0286-L-15/1 du 22 juin 2016 du Kiwa BDA testing B.V. : détermination de la transmission de la vapeur d'eau selon EN 1931 avant et après vieillissement sur VAP ADH
- Rapport d'essai 0287-L-15/1 du 22 juin 2016 du Kiwa BDA testing B.V. : détermination de la transmission de la vapeur d'eau selon EN 1931 avant et après vieillissement sur VAP ALU ADH.

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Le procédé Force FM ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les procédés visés sont susceptibles d'être intégrés.

C2. Références de chantier

Le système Force FM est utilisé depuis 1993.

Depuis 2012, date du premier renouvellement, le procédé a fait globalement l'objet de plus de 600 000 m² d'applications.

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

ANNEXE A

Règles d'adaptation de la densité de fixation avec plaquette métallique ⁽¹⁾

A1. 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 des systèmes de fixations de référence SR1, SR2, et SR3 (cf. § 3.4).

Tableau A1 – Systèmes de références

Système de référence Sri	Plaquette (LR Étanco)	Vis (LR Étanco)	Pk _{ft} (en N)	Wadm _{sr} (en N/fixation)
SR1a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (parties courantes et noues)
SR2a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (partie courante)
				460 (noues)
SR3a	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	VMS 2C Ø 4,8 mm	1 520	728 (partie courante)
	PLAQUETTE DTU 63 × 63 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm			585 (noues)

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 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toiture fixés mécaniquement » e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006.

sr : Système de référence.

ns : Nouveau système correspondant au système à évaluer.

ft : Fiche technique du fabricant décrivant la fixation.

Pk : Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage de la fixation (ensemble vis + plaquette) déterminée selon norme NF P 30-313.

R_{ns} : Résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système.

D : Densité de fixation u/m².

A : Nuance de l'acier support.

e : Épaisseur du support.

CR : Classe de résistance à la compression du béton.

p : Masse volumique du béton cellulaire autoclavé.

A2. Règles d'adaptation en fonction de l'élément porteur et de l'isolant thermique

Règle d'adaptation en fonction de l'élément porteur

Pour les éléments porteurs en tôles d'acier perforées ou crevées, en maçonnerie, béton cellulaire ou bois, le nouveau système « ns » est déterminé après consultation et accord du fabricant de fixations et après essai in situ dans le cas de la réfection.

Concernant les éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, la fixation mécanique (attelage complet : vis + plaquette associée) doit résister au dévissage selon les critères d'acceptation du Guide EOTA n° 6 - e-Cahier du CSTB 3563 (rotation ≤ ¼ tour après 500 cycles et rotation ≤ ½ tour après 900 cycles).

Règle d'adaptation en fonction de l'isolant thermique

Règle d'adaptation applicable à tous les panneaux isolants.

Dans le cas où la fixation mécanique du revêtement traverse une couche de panneaux isolants thermiques, les fixations doivent également être conformes aux prescriptions du Document Technique d'Application particulier du panneau isolant.

Prescriptions complémentaires concernant les panneaux de compression ≤ 100 kPa

Dans le cas où le support direct du revêtement d'étanchéité est constitué d'une couche de panneaux isolants en laine minérale, les modèles de fixation mécanique sont du type : plaquette avec vis à filet sous tête (solide au pas) ou plaquette avec rivet à entretoise ou plaquette à rupture de pont thermique. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent.

A3. 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.

Dans le cas d'éléments porteurs en T.A.N. dont l'ouverture haute de nervure est > 70 mm (et ≤ 200 mm), un espacement entre 2 fixations < 18 cm (mais toujours > 12 cm) peut être appliqué lorsqu'une fixation tombe dans une ouverture haute de nervure. Celle-ci est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite l'espacement théorique de pose des attelages de fixations.

Lorsqu'une fixation tombe dans une vallée, cette fixation est reportée sur la plage précédente tout en conservant ensuite le rythme théorique de pose des fixations.

L'espacement entre deux axes de fixations d'une même rangée ≤ 2 fois l'entraxe des nervures des tôles.

¹ Il est rappelé qu'il n'existe pas, à ce jour, de règles d'adaptation pour les fixations à fut plastique.

A4. Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

Il est rappelé que, en conformité aux normes P 84 série 200 (référence DTU de la 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 \geq à celles de la plaquette référence ;
- Les dimensions respectent les conditions du *tableau A2* :

Tableau A2 – Dimension de plaquettes

Plaquettes « SRI »	Plaquettes « ns »
	Rectangulaires ou oblongues
PLAQUETTE 40/40 Nervurée	Largeur et longueur \geq 40 mm

A5. Exigences et valeurs de la résistance R_{ns} à retenir

Les *tableaux A3* (cas des travaux neufs) et *A4* (cas de la réfection) donnent, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- Les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur ;
- La résistance à la corrosion exigée pour les attelages complets (élément de liaison + plaquette) par référence à l'essai dit « Kesternich », avec 2 litres de SO_2 et présentant une surface de rouille \leq 15 % à l'issue des 15 cycles de corrosion conformément au § 5.3.7.1 de l'ETAG n° 006 ;
- La résistance caractéristique « R_{ns} » à retenir pour le calcul corrigé des densités de fixations (D_{ns}).

Tableau A3 – Travaux neufs

Exigences	Élément porteur					Maçonnerie de granulats courants
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	
	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 \varnothing 4,8 mini	Vis \varnothing 6,3 mini	Vis \varnothing 6,3 mini	Vis \varnothing 4,8 mini	Vis à pas spécial	Vis, cheville ou clou à friction
	Rivet \varnothing 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet \varnothing 4,8 mini ⁽¹⁾	Rivet \varnothing 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 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	Acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à forte hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	xxxxxx	15 cycles avec surface rouille \leq 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾
Pk minimal (daN)	90	90	90	90	90	
Valeur de R_{ns} à retenir	Pk_{ft}	Pk_{ft} ⁽⁵⁾	Pk_{ft} ⁽⁵⁾	Pk_{ft} ⁽⁷⁾	0,9 Pk_{ft} ⁽⁶⁾ ⁽⁷⁾	valeur mini (Pk_{ft} ou Q_{ft}) ⁽⁷⁾ ⁽¹⁰⁾

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 P 84 série 200 (référence DTU série 43).
3. Certains panneaux isolants 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. 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 mars 2000.
9. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.
10. 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} , obtenue selon la norme NF P 30-313, indiquée dans la fiche technique de la fixation, la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).

Tableau A4 – Travaux de réfections

Exigences	Élément porteur					Maçonnerie de granulats courants
	Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux à base de bois	Béton cellulaire autoclavé armé	
	Pleine	Perforée ⁽⁴⁾	Crevée ⁽⁴⁾			
Identification de l'élément porteur	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	$e_{ns} \geq e_{ft}$ $A_{ns} \geq A_{ft}$	CR _{ns}	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, cheville ou clou à friction	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⁾			
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à faible et moyenne hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾	Acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾
Résistance à la corrosion de l'attelage complet ⁽³⁾ sur locaux à forte hygrométrie ⁽²⁾	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁸⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽⁹⁾	xxxxxx	xxxxxx	15 cycles avec surface rouille ≤ 15 % ⁽⁹⁾ ou acier inoxydable austénitique ⁽¹⁰⁾		xxxxxx
Pk minimal (daN)	90	90	90			
Valeur de R _{ns} à retenir	Pk _{ft}	Pk _{ft} ⁽⁵⁾	Pk _{ft} ⁽⁵⁾	valeur mini (Pk _{ft} ou Q _{réel}) ^{(7) (8)}	0,7 Pk _{réel} ^{(6) (7)}	valeur mini (Pk _{ft} ou Q _{réel}) ^{(7) (10)}

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 P 84 série 200 (référence DTU série 43).
3. Certains panneaux isolants présentent des exigences particulières, cf. *Document Technique d'Application particulier*.
4. Le système de référence peut avoir utilisé une tôle pleine.
5. La valeur de Pk à retenir correspond au positionnement de la fixation le plus défavorable.
6. La valeur de Pk à retenir correspond à un Pk obtenu avec la fixation à une charge n'entraînant pas un déplacement de la fixation > 1 mm.
7. Le Pk_{réel} ou Q_{réel} s'évalue par mesures *in situ* selon le protocole d'essai de l'annexe 4 du CPT Commun de l'e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006 :
- les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous-jacent, même constitution et état de la toiture),
- chaque zone fait l'objet d'un minimum de 15 essais et d'un rapport d'essai distinct.
La profondeur d'ancrage des fixations du nouveau système à la mise en œuvre doit être au moins égale à celle des essais préparatoires *in situ*.
8. Attelages complets 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 mars 2000.
9. Acier inoxydable austénitique 1.4301, 1.4302, 1.4306, 1.4401 ou 1.4404 conformément à la norme NF EN 10088.
8. Pk est la résistance au déboutonnage fixation/plaquette. Q est la charge limite de service. La connaissance des deux valeurs est nécessaire si :
- la valeur issue des essais sur chantier Q_{réel} est supérieure à celle indiquée dans la fiche technique de la fixation Pk_{ft}, selon la norme NF P 30-313.
- la valeur à retenir est celle de la fiche technique (Pk_{ft}).

A6. Détermination de la densité de fixations D_{ns} du nouveau système

La valeur R_{ns} à retenir est donnée par les *tableaux A3*, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- Si, R_{ns} (en N) ≥ 1 520 N (Pksr), alors Wadm_{ns} = WadmSRI ;
- Si, R_{ns} (en N) ≤ 1 520 N (Pksr), alors Wadm_{ns} = WadmSRI × R_{ns} / PksRI.

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

« D_{ns} » = pression de vent/Wadns (avec D_{ns} ≥ 3 dans tous les cas)

avec pression de vent calculée en fonction de la région, du site, de la hauteur du bâtiment, de la forme du versant, de la zone de toiture (partie courante, rive et angle) selon Règles NV 65 modifiées.

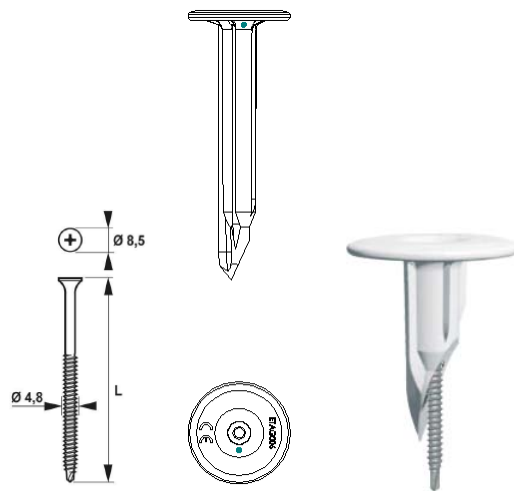
ANNEXE B

Les attelages mixtes (vis métallique et fût plastique) admis sont :

Systeme de référence :

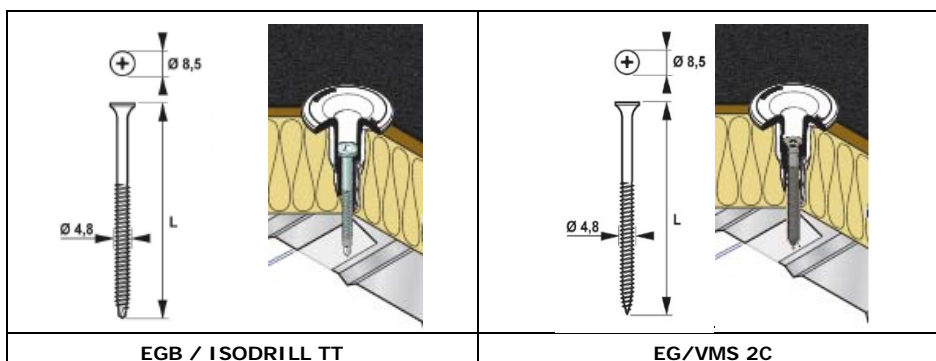
Vis métallique EGB 2C 4,8 x L (Ø 4,8 mm) + plaquette fût plastique Etancoplast HP4 Ø 40 d'épaisseur 3 mm en polyamide de la Société LR Etanco, au Pecq (Yvelines) :

- résistance à l'arrachement de l'attelage $P_{k_{ft}} = 1\ 350\ N$ sur tôle d'acier nervurée à plage pleine de 0,7 mm d'épaisseur selon NF P 30-313
- Résistance au dévissage, selon 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 $\leq 1\ mm$ 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



La fixation métallique peut être substituée par les fixations suivantes :

- EG $P_{k_{sr}} = 1\ 520\ N$ sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;
- ISODRILL TT $P_{k_{sr}} = 1\ 250\ N$ sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;
- VMS 2C $P_{k_{sr}} = 1\ 520\ N$ sur tôle métallique selon NF P 30-313 ;



Attelages de fixations ETANCOPLAST HP4

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Composition et charges dynamiques admissibles des systèmes « SR1 », « SR2 » et « SR3 »

Désignation du système de référence (cf. § 3.4)	Composition des systèmes en partie courante			Composition des systèmes en renfort		
	Revêtement d'étanchéité	Plaquettes	Wadm _{sr} (N/fixation)	Renfort de noue et bande de renfort	Plaquettes	Wadm _{sr} (N/fixation)
SR1a	FORCE 4000 FM	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retourné	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728
SR1b	FORCE 4000 FM	ETANCOPLAST HP4 Ø 40	728	FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retourné	ETANCOPLAST HP4 Ø 40	728
SR2a	FORCE 4000 FM	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	TOPFIX FMP grésé	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	460
SR2b	FORCE 4000 FM	ETANCOPLAST HP4 Ø 40	728	TOPFIX FMP grésé	ETANCOPLAST HP4 Ø40	460
SR3a	FORCE 4000 FM	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	728	TOPFIX FMP grésé	PLAQUETTE métallique (DTU 43) 63 × 63	585
SR3b	FORCE 4000 FM	ETANCOPLAST HP4 Ø 40	728	TOPFIX FMP grésé	PLAQUETTE métallique (DTU 43) 63 × 63	585

Tableau 2 – Domaine d'emploi

Tableau 2 – Domaine d'emploi		Toitures inaccessibles et zones techniques ⁽²⁾
Élément porteur ⁽¹⁾	Support direct du revêtement	Revêtement de base
Maçonnerie Béton cellulaire Bois et à base de bois	Maçonnerie et Béton cellulaire	FORCE 4000 FM
	Bois	FORCE 4000 FM
	Panneaux à base de bois	FORCE 4000 FM
	Perlite expansée (fibrée)	FORCE 4000 FM
	Laine de verre ⁽³⁾	
	Laine de roche ⁽⁴⁾	
	Polyisocyanurate ⁽⁴⁾	
Polystyrène ⁽⁴⁾	HYRENE 40 AR ⁽⁵⁾ + FORCE 4000 FM	
TAN	Perlite expansée (fibrée)	FORCE 4000 FM
	Laine de verre ⁽³⁾	
	Laine de roche ⁽⁴⁾	
	Polyisocyanurate ⁽⁴⁾	
	Polystyrène ⁽⁴⁾	HYRENE 40 AR ⁽⁵⁾ + FORCE 4000 FM
Ancien revêtement (cf. § 8.6)	Asphalte	FORCE 4000 FM
	Bitumineux protection minérale	
	Bitumineux protection métallique non délardée	
	Ciment volcanique et enduit pâteux	Alu VV + FORCE 4000 FM
Membrane synthétique ⁽⁶⁾	Alu VV + FORCE 4000 FM	

(1) Pentes conformes aux DTU 43.3 à DTU 43.5 ou à celles des Avis Techniques des dalles de toiture en béton cellulaire autoclavé armé et toujours de pente ≥ 1 %.

(2) Les chemins de circulation sont admis avec feuille CAMINXTER complémentaire soudée sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuille HYRENE 40 PY AR (ou FORCE 4000 FM) complémentaire, de couleur différente de celle de la feuille de partie courante, sur pentes au plus égales à 5 %.

(3) Uniquement en toitures inaccessibles.

(4) Admis en zones techniques si l'Avis Technique de l'isolant le permet.

(5) Interposition d'un pare flamme HYRENE 40 AR FP face ardoisée vers le bas (ou la feuille MATFLEX CPV (ou MATFLEX PY) déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm auto-adhésifs) avant la pose de la membrane FORCE 4000 FM

(6) Dans le cas d'une ancienne membrane sur isolant avec pare-vapeur polyéthylène (cf. tableau 1 de la norme NF P 84-208, DTU 43.5), la totalité du complexe est déposée quel que soit l'élément porteur.

Tableau 3 – Choix et mise en œuvre des pare-vapeur

Élément Porteur	Hygrométrie et chauffage locaux	Mise en œuvre	Pare-vapeur ⁽³⁾
Maçonnerie ⁽¹⁾	Cas courant en climat de plaine	Soudé	- EIF + HYRENE 25/25 TS - EIF + VAP AL - EIF + ROLLSTICK 21 - EIF + ROLLSTICK 31 ALPA - EIF + ROLL 25 ALPA
		Adhésif	- EIF + STICKFLEX VV 50 ⁽⁴⁾ - EIF + VAP AL SK ⁽⁴⁾ - EIF + HYRENE SPOT ADH ⁽⁴⁾
	Locaux à forte hygrométrie	Soudé	- EIF + ALPHARDOISE soudé - EIF + VAP AL - EIF + ROLLSTICK 31 ALPA ALU
Béton cellulaire ⁽¹⁾	Faible et moyenne	Soudé	- EIF + THERMÉCRAN ⁽²⁾ + HYRENE 25/25 TS soudé
Bois	Faible et moyenne	Cloué	- HYRENE 25/25 cloué ^{(5) (6)} , joints soudés
Panneaux à base de bois ⁽¹⁾	Faible et moyenne	Cloué	- HYRENE 25/25 cloué ^{(5) (6)} , joints soudés
		Soudé	- HYRENE 25/25 TS - VAL AL - ROLLSTICK 21 - ROLLSTICK 31 ALPA - ROLL 25 ALPA
		Adhésif	- EIF + STICKFLEX VV 50 ⁽⁴⁾ - EIF + VAP AL SK ⁽⁴⁾ - EIF + HYRENE SPOT ADH ⁽⁴⁾
TAN pleines	Faible et moyenne	Libre	Cf. DTU 43.3 - VAP (face alu dessus)
		Adhésif	- VAP ADH
	Forte	Libre	- VAP (face alu dessus) joints pontés - Pontages recouvrements TAN longitudinaux et transversaux par STICKFLEX - VAP AL joints soudés - ou cf. NF DTU 43.3
		Adhésif	- EIF + VAP AL SK ⁽⁴⁾ - VAP ALU ADH
TAN perforées ou crevées	Faible et moyenne	Libre	- VAP (face alu dessus)
		Adhésif	- VAP ADH

(1) Pontage des joints si besoin selon les normes – DTU ou Avis Technique et Document Technique d'Application.

(2) L'écran perforé est déroulé bord à bord ou à recouvrement de 5 à 10 cm.

(3) Les pare-vapeurs sont jointoyés soudés sur 6 cm au moins.

(4) Mis en œuvre sur support béton présentant un très bon fini de surface, correspondant à « l'aspect lissé » des bétons surfacés selon le DTU 21, sur panneaux à base de bois conformes à la norme NF DTU 43.4 et sur tôle d'acier nervurées conforme à la norme NF DTU 43.3. Après enduction EIF (VERNIS ANTAC), sauf sur TAN, le pare-vapeur adhésif est déroulé en retirant le film siliconé de sous-face ; les recouvrements sur 5 cm sont jointoyés en retirant la bande siliconée pelable et en marouflant soigneusement.

(5) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un clou tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.

(6) Panneaux isolants collés à froid exclus.

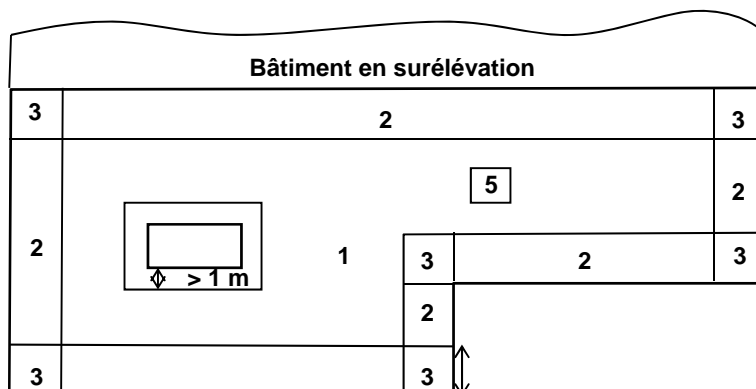


Tableau 4 – Tolérances sur l'espacement maximal entre deux fixations

Espacement (cm)	≥ 35	De 35 à 25	De 25 à 18
Tolérance (cm)	+ 4	+ 3	+ 2

Tableau 5 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR1

$W_{adm, sr} = 728 \text{ N/fixation}$

Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur $\leq 20 \text{ m}$ – attelages de fixations de $R_{ns} \geq 1 520 \text{ N}$

Fixation du FORCE 4000 FM	- PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ($P_{kRt} \geq 1 520 \text{ N}$ selon la norme NF P 30-313) - ETANCOPLAST HP4 $\varnothing 40$ + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ($P_{kRt} \geq 1 350 \text{ N}$ selon la norme NF P 30-313)																																			
Renfort	FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retournée (bandes et feuilles de renfort de noue) fixée avec - PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ($P_{kRt} \geq 1 520 \text{ N}$ selon la norme NF P 30-313) - ETANCOPLAST HP4 $\varnothing 40$ + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ($P_{kRt} \geq 1 350 \text{ N}$ selon la norme NF P 30-313)																																			
Espacements entre fixations en cm	Destination																																			
	Zone 1									Zone 2									Zone 3									Zone 4								
	Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé								
	Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)								
	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20			
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs																																				
Partie courante (et noues en partie courante)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36						
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	36	33	37	37	37	34	31	29	36	32	30	29	26	24	30	27	25	25	22	21												
Angles (et noues en angles)	37	34	32	28	25	24	32	29	27	24	22	20	25	23	20	20	18	34*	21	19	18	35*	32*	30*												
Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection																																				
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Réfection																																				
sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1^{ère} partie du tableau)																																				
Partie courante (et noues en partie courante)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37						
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	37	37	35	31	29	36	33	30	30	27	25												
Angles (et noues en angles)	37	37	37	32	29	27	36	33	30	28	25	23	29	26	24	23	21	19	24	22	20	20	18	34*												
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection																																				
Partie courante (et noues en partie courante)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24												
Rives (et noues en rives)	37	37	37	34	31	28	37	34	32	29	26	24	30	27	25	24	22	20	25	23	21	21	19	18												
Angles (et noues en angles)	31	28	26	23	21	19	26	24	22	20	18	34*	21	19	35*	34*	30*	28*	35*	32*	29*	29*	26*	24*												
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort FORCE 4000 DALLE (largeur 16 cm) ⁽¹⁾																																				
(1) En noues, la feuille de renfort de noue (FORCE 4000 DALLE) est soudée sur la bande complémentaire fixée mécaniquement.																																				

Tableau 6 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR2
Wadm_{sr} = 728 N/fixation en partie courante (Wadm_{sr} = 460 N/fixation avec le renfort TOPFIX FMP grésé)
Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur ≥ 20 m – attelages de fixations de R_{ns} ≥ 1 520 N

Fixation du FORCE 4000 FM		PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{ft} ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313) ETANCOPLAST HP4 Ø 40 + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{ft} ≥ 1 350 N selon la norme NF P 30-313)																																		
Renfort		TOPFIX FMP grésé (bandes et feuilles de renfort de noue) fixé avec - PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{ft} ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313) - ETANCOPLAST HP4 Ø 40 + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{ft} ≥ 1 350 N selon la norme NF P 30-313)																																		
Espacements entre fixations en cm	Destination																																			
	Zone 1									Zone 2									Zone 3									Zone 4								
	Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé								
	Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)								
	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20						
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs																																				
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36						
Rives	37	37	37	37	36	33	37	37	37	34	31	29	36	32	30	29	26	24	30	27	25	25	22	21	25	22	21	25	22	21						
Angles	37	34	32	28	25	24	32	29	27	24	22	20	25	23	20	20	18	34*	21	19	18	35*	32*	30*	35*	32*	30*	35*	32*	30*						
Noue Part. cour.	37	37	37	37	37	35	37	37	37	36	33	30	37	34	32	30	27	25	31	28	26	26	24	22	26	24	22	26	24	22						
Noue en rive	33	30	28	24	22	20	28	25	23	21	19	18	22	20	18	35*	32*	30*	18	34*	31*	31*	28*	26*	31*	28*	26*	31*	28*	26*						
noue en angle	23	21	20	35*	32*	29*	19	18	33*	30*	27*	25*	31*	28*	26*	25*	22*	21*	26*	24*	22*	22*	20*	18*	22*	20*	18*	22*	20*	18*						
Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection																																				
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Réfection																																				
sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1^{ère} partie du tableau)																																				
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37						
Rives	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	37	37	35	31	29	36	33	30	30	27	25	30	27	25	30	27	25						
Angles	37	37	37	32	29	27	36	33	30	28	25	23	29	26	24	23	21	19	24	22	20	20	18	34*	20	18	34*	20	18	34*						
Noue Part. cour.	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36	37	37	37	37	34	31	37	34	31	37	34	31						
Noue en rive	37	37	34	30	27	25	34	30	28	26	23	22	27	24	22	21	19	18	22	20	19	18	34*	31*	18	34*	31*	18	34*	31*						
noue en angle	27	24	22	20	18	33*	22	20	19	34*	31*	28*	18	32*	30*	28*	26*	26*	30*	27*	25*	25*	22*	21*	25*	22*	21*	25*	22*	21*						
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection																																				
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24	28	25	24	28	25	24						
Rives	37	37	37	34	31	28	37	34	32	29	26	24	30	27	25	24	22	20	25	23	21	21	19	18	21	19	18	21	19	18						
Angles	31	28	26	23	21	19	26	24	22	20	18	34*	21	19	35*	34*	30*	28*	35*	32*	29*	29*	26*	24*	29*	26*	24*	29*	26*	24*						
Noue Part. cour.	37	34	32	28	25	23	31	28	26	24	22	20	25	23	21	20	18		21	19	35*															
Noue en rive	28	25	24	21	19	35*	23	21	20	18	33*	30*	19	34*	32*	30*	27*		31*	28*	26*															
noue en angle	19	35*	33*	29*	26*	24*	32*	29*	27*	25*	22*	21*	26*	23*	22*	20*	18*		21*	19*	18*															
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort TOPFIX FMP grésé (largeur 16 cm) ⁽¹⁾																																				
(1) En noues, la bande de renfort est soudée sur la ligne de fixation par-dessus la feuille de renfort de noue TOPFIX FMP grésé.																																				

Tableau 7 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR3

**Wadm_{sr} = 728 N/fixation en partie courante (Wadm_{sr} = 585 N/fixation avec le renfort TOPFIX FMP grésé)
Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur ≥ 20 m – attelages de fixations de R_{ns} ≥ 1 520 N**

Fixation du FORCE 4000 FM	- PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{fi} ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313) - ETANCOPLAST HP4 Ø 40 + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{fi} ≥ 1 350 N selon la norme NF P 30-313)																										
Renfort	TOPFIX FMP grésé (bandes et feuilles de renfort de noue) fixées avec PLAQUETTES DTU 63 × 63 + Vis Ø 4,8 mm (Pk _{fi} ≥ 1 520 N selon la norme NF P 30-313)																										
Espacements entre fixations en cm	Destination																										
	Zone 1						Zone 2						Zone 3						Zone 4								
	Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé			Site Normal			Site Exposé					
	Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)			Hauteur (m)					
	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10	15	20
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs																											
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36
Rives	37	37	37	37	36	33	37	37	37	34	31	29	36	32	30	29	26	24	30	27	25	25	22	21	25	22	21
Angles	37	34	32	28	25	24	32	29	27	24	22	20	25	23	20	20	18	34*	21	19	18	35*	32*	30*	35*	32*	30*
Noue Part. cour.	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	36	34	37	37	35	35	31	29	35	31	29
Noue en rive	37	37	37	33	30	21	37	33	31	28	26	24	29	27	25	23	21	20	24	22	20	20	18	34*	20	18	34*
noue en angle	31	28	26	23	21	19	26	23	22	20	18	34*	21	19	35*	33*	30*	28*	35*	31*	29*	29*	26*	24*	29*	26*	24*
Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection																											
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments fermés – Réfection																											
sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1^{ère} partie du tableau)																											
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Rives	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	37	37	35	31	29	36	33	30	30	27	25	30	27	25
Angles	37	37	37	32	29	27	36	33	30	28	25	23	29	26	24	23	21	19	24	22	20	20	18	34*	20	18	34*
Noue Part. cour.	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
Noue en rive	37	37	37	37	36	33	37	37	37	34	31	29	36	32	30	28	26	24	30	27	25	25	22	21	25	22	21
noue en angle	36	32	30	26	24	22	30	27	25	23	21	19	24	21	20	19	34*	32*	20	18	33*	33*	30*	28*	33*	30*	28*
TAN, bois et panneaux à base de bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection																											
Partie courante	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24	28	25	24
Rives	37	37	37	34	31	28	37	34	32	29	26	24	30	27	25	24	22	20	25	23	21	21	19	18	21	19	18
Angles	31	28	26	23	21	19	26	24	22	20	18	34*	21	19	35*	34*	30*	28*	35*	32*	29*	29*	26*	24*	29*	26*	24*
Noue Part. cour.	37	37	37	37	34	31	37	36	35	32	29	27	33	30	28	27	24	22	28	25	23	23	21	19	23	21	19
Noue en rive	37	34	31	28	25	23	31	28	26	24	22	20	25	23	21	20	18	34*	21	19	35*	35*	31*	29*	35*	31*	29*
noue en angle	26	23	22	19	35*	32*	21	19	18	33*	30*	28*	34*	31*	29*	27*	25*	23*	28*	26*	24*	24*	22*	20*	24*	22*	20*
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort TOPFIX FMP grésé (largeur 16 cm) ⁽¹⁾																											
(1) En noues, la bande de renfort est soudée sur la ligne de fixation par-dessus la feuille de renfort de noue TOPFIX FMP grésé.																											

Tableau 8 – Composition et caractéristiques des feuilles

				Appellations commerciales			
				FORCE 4000 FM ⁽¹⁾		FORCE 4000 FM FE ⁽¹⁾ FORCE 4000 FM FE PLUS ⁽¹⁾ ⁽³⁾	
Composition							
Armature	Polyester n.t.	g/m ²		180		180	
	Polyester n.t. stabilisé		170		170		
Liant	Imprégnation PSB ⁽²⁾	g/m ²		350±60		350±60	
	HYRENE MM		3 800	3 450			
	HYRENE RFE1 ou RFE2 ⁽³⁾				3 800	3 450	
Finition surface	Ardoise / granulats	g/m ²	1 000 / 1 200		1 000 / 1 200		
Finition sous-face	Film	g/m ²	10		10		
Présentation							
Épaisseur au gallon	NF EN 1849-1	mm	4.0 (- 5 %)		4.0 (- 5 %)		
Dimensions du rouleau	NF EN 1848-1	m	8 x 1		8 x 1		
Poids du rouleau emballé (ardoisage / granulats)	Indicatif	kg	41 / 43		41 / 43		
Lisière de recouvrement	Minimum	mm	100		100		
Caractéristiques							
Propriété en traction : Force maximale L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	N/50 mm	600 x 600		600 x 600	
	Minimum			500 x 500		500 x 500	
Propriété en traction : Allongement maximal L x T	Moyenne	NF EN 12311-1	%	35 x 35		35 x 35	
	Minimum			25 x 35		25 x 25	
Résistance à la déchirure au clou L x T	Moyenne	NF EN 12310-1	N	200 x 250		200 x 250	
	Minimum			180 x 230		180 x 230	
Souplesse à basse température (surface / sous-face) :							
- état neuf		NF EN 1109	°C	≤ - 16		≤ - 16	
- état vieilli (6 mois à 70 °C) selon Guide UEATc de décembre 2001		NF EN 1109 + NF EN 1296	°C	≤ - 1		≤ - 1	
Résistance au fluage à température élevée							
- état neuf		NF EN 1110	°C	≥ 100		≥ 100	
- état vieilli (6 mois à 70 °C) selon Guide UEATc de décembre 2001		NF EN 1110 + NF EN 1296	°C	≥ 90		≥ 90	
Stabilité dimensionnelle		NF EN 1107-1	%	≤ 0,3		≤ 0,3	
Résistance au poinçonnement statique		NF EN 12730 (A)	kg	20		20	
Résistance au choc		NF EN 12691	mm	1750		1750	
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) Classe L				L4		L4	
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) Classe D				D3		D3	
<p>(1) Sous-façage grésage de 250 g/m² au lieu de film thermofusible, appellations FORCE 4000 FMG, FORCE 4000 FMG FE, FORCE 4000 FMG FE PLUS.</p> <p>(2) Ou imprégnation HYRENE MM.</p> <p>(3) Produit avec liant RFE1 : FORCE 4000 FM FE, Produit avec liant RFE2 : FORCE 4000 FM FE PLUS.</p>							

Tableau 9 – Nomenclature de l'autocontrôle selon la norme NF EN 13707 et le Guide UEAtc de décembre 2001

Sur matières premières	Fréquence
Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C	1 certificat / livraison
Fines : granulométrie	1 certificat / livraison
Granulats : granulométrie – coloris	1 certificat / livraison
Armatures : poids - traction	1 certificat / livraison
Sur bitume modifié	Fréquence
TBA - pénétration 25 °C	1 / lot
Image microscope par fluorescence	1 / lot
Taux de fines	1 / lot
Reprise élastique	2 / an
% SBS : analyse GPC	1 / semaine / liant
Sur produits finis	Fréquence
Épaisseur - Longueur - Largeur - Lisières - Poids	cf. EN 13707
Tenue à la chaleur	
Pliage à froid	
Retrait libre	
Résistance au poinçonnement statique	
Traction - Allongement	
Déchirure au clou	2 / an
Tenue des granulats	
Tenue à la chaleur et pliage à froid après vieillissement selon le Guide UEAtc 2001	

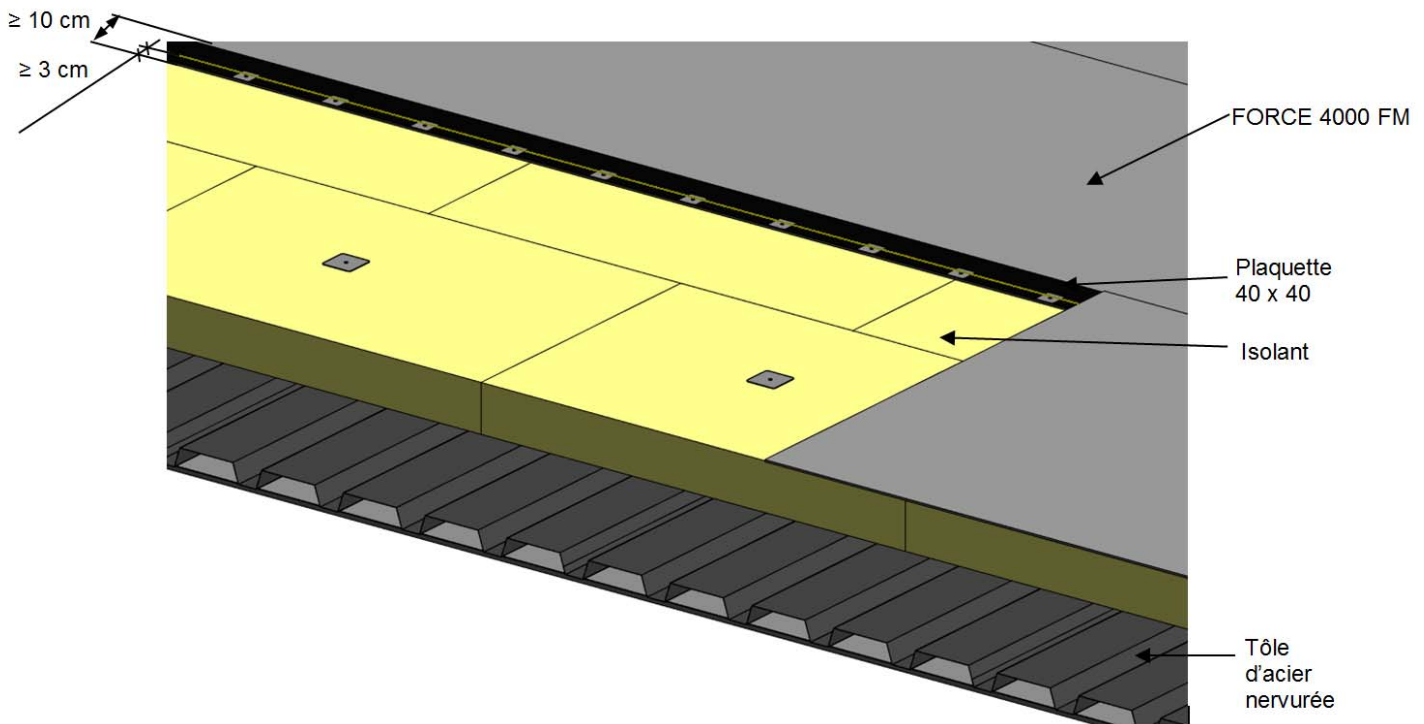


Figure 1 – Principe de mise en œuvre avec fixation par vis et plaquette métallique 40 x 40

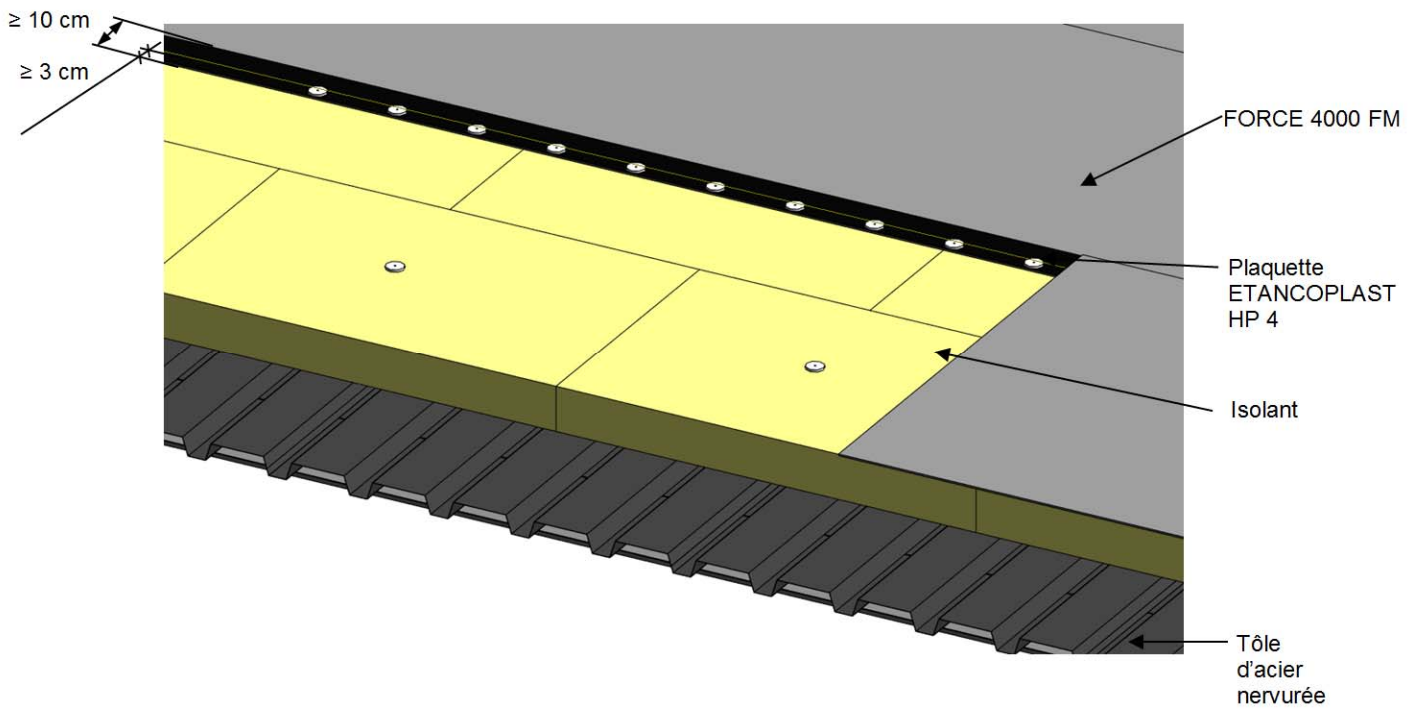


Figure 1bis – Principe de mise en œuvre avec fixation par vis et plaquette ETANCOPLAST HP 4

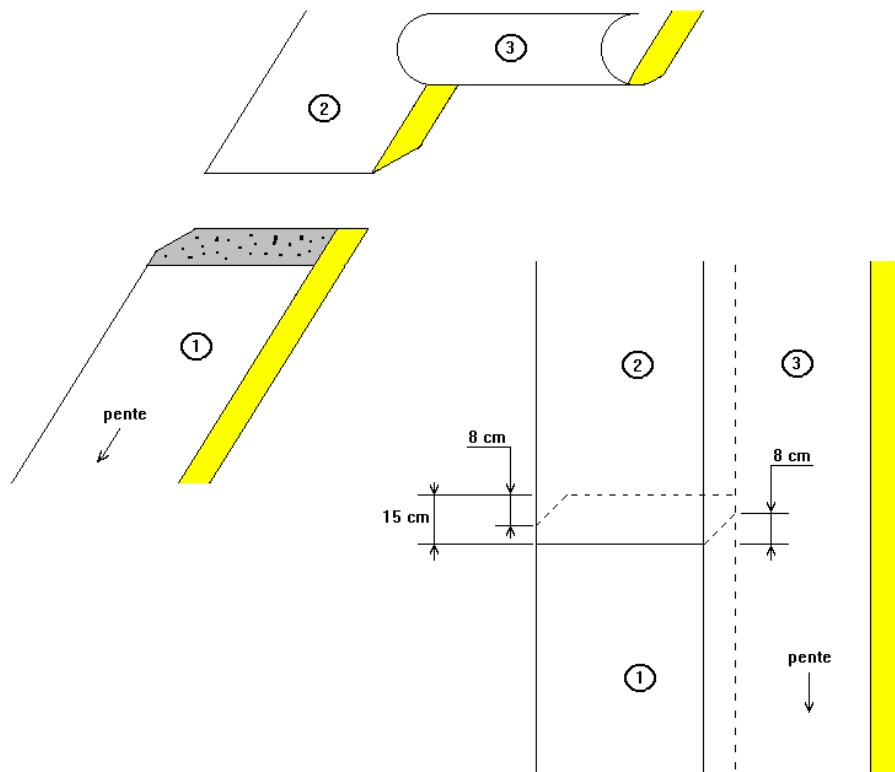


Figure 2 – Croisement de joints

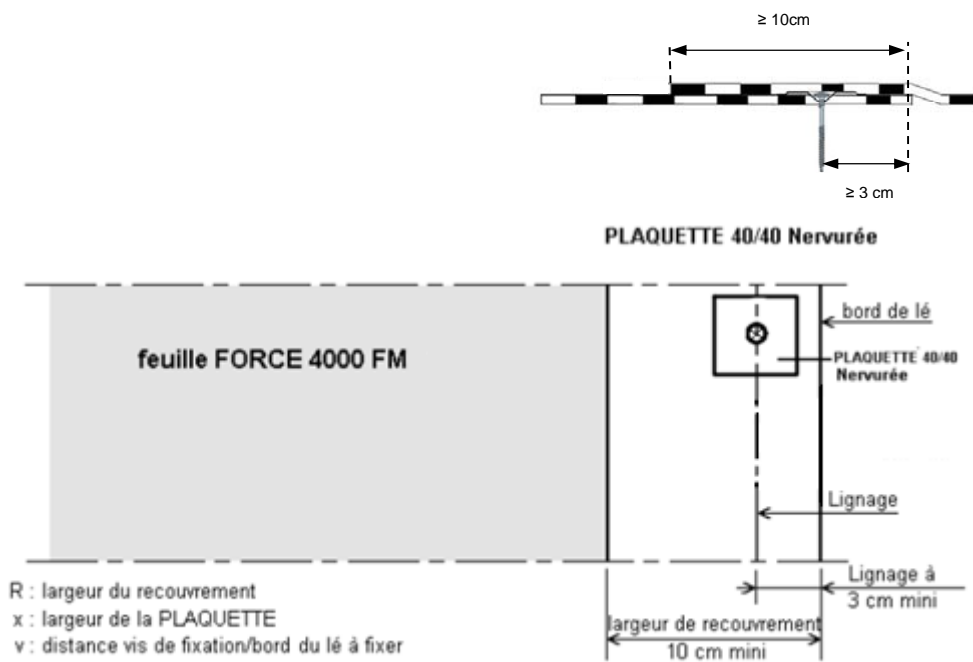


Figure 3 – Recouvrement et fixations en lisière pour les systèmes SR1a, SR2a, SR3a SR1a, SR2a, SR3a (plaquette métallique 40 x 40)

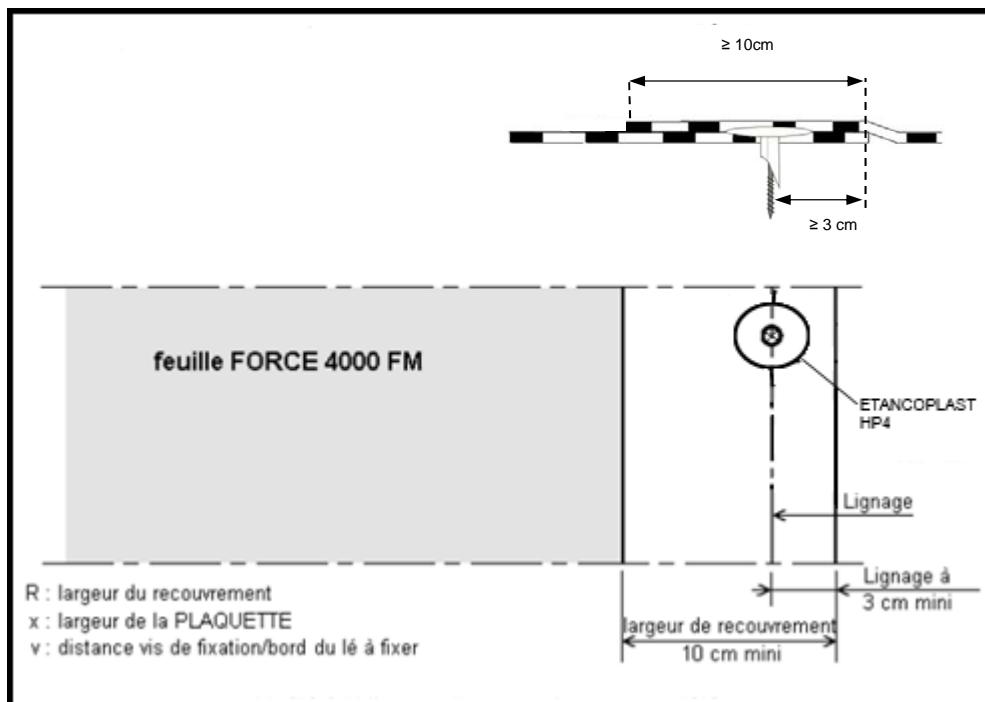


Figure 3bis – Recouvrement et fixations en lisière pour les systèmes SR1b, SR2b, SR3b (plaquette ETANCOPLAST HP4)

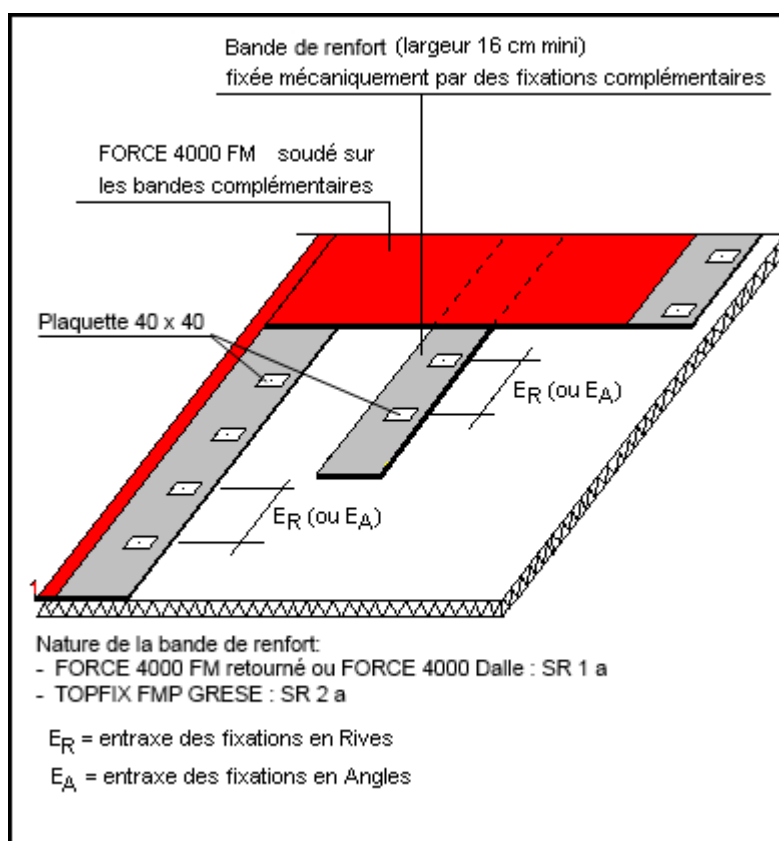


Figure 4 – Fixations complémentaires pour les systèmes SR2 et SR3 (plaquette métallique 40 x 40)

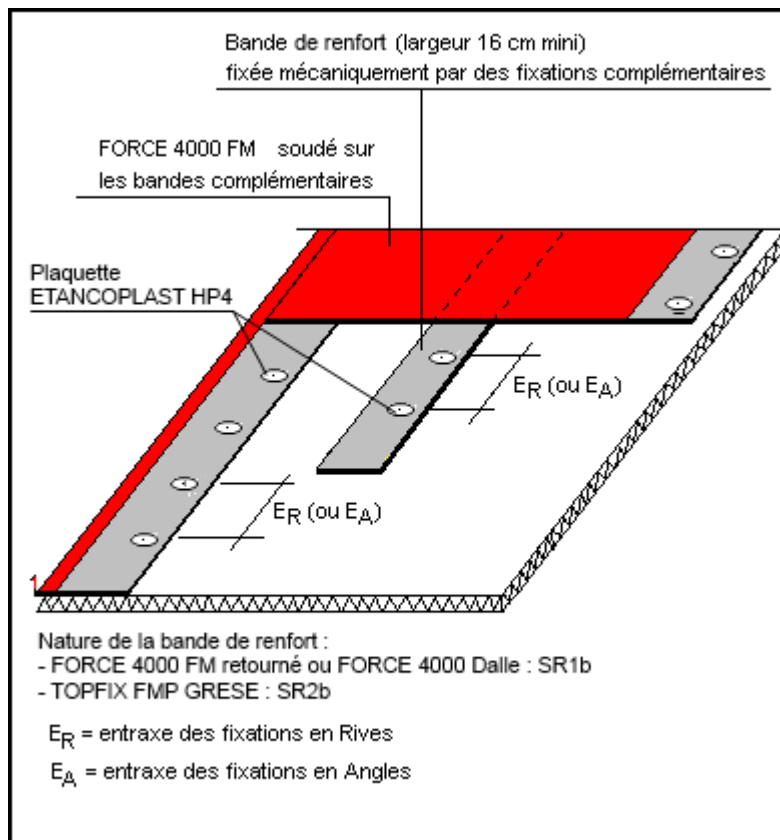
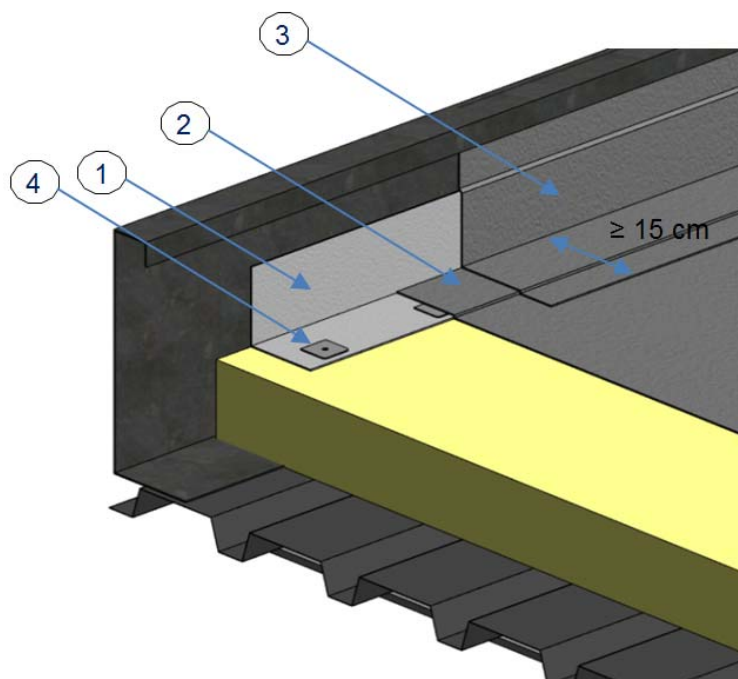
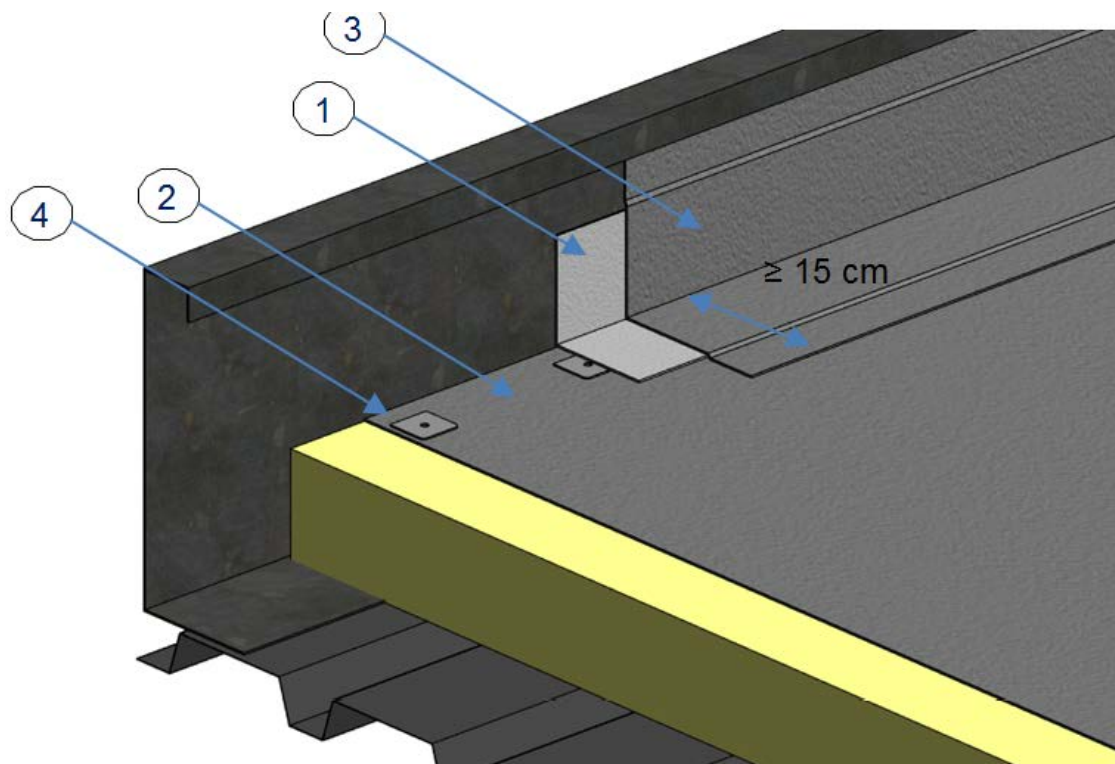


Figure 4bis – Fixations complémentaires pour les systèmes SR1b et SR2b (plaquette ETANCOPLAST HP4)



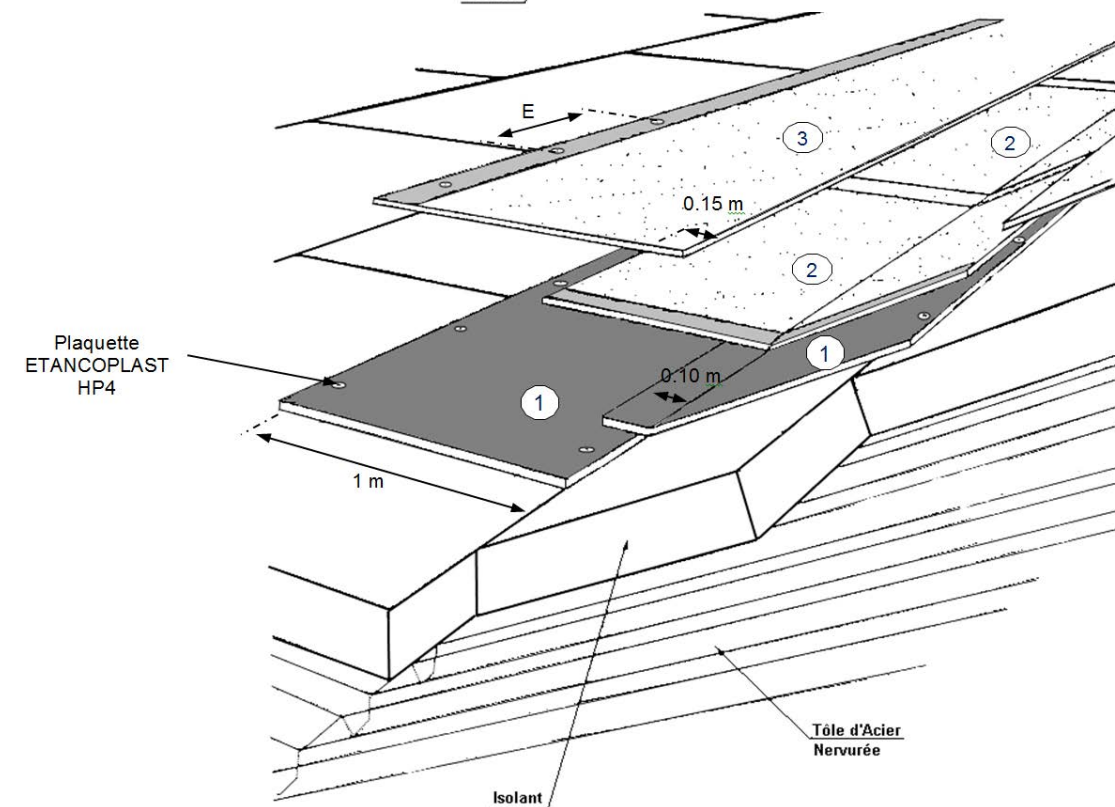
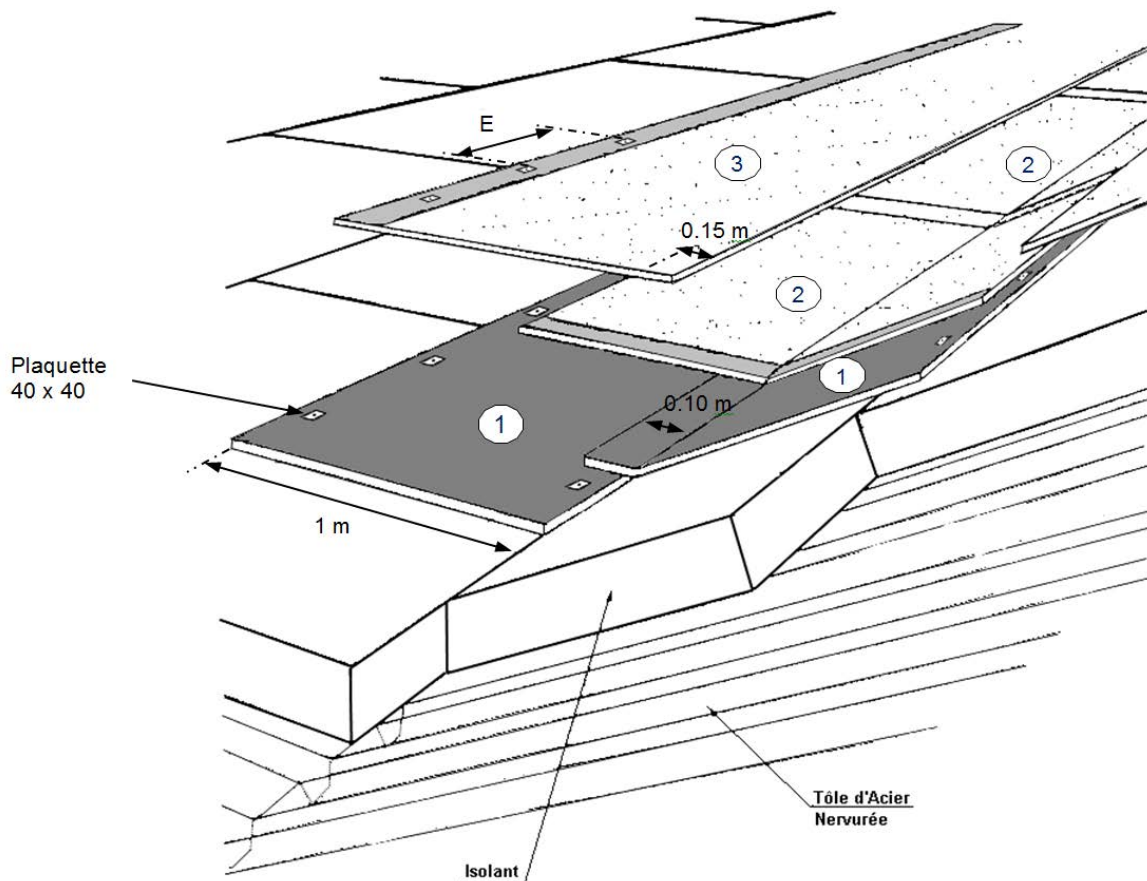
- ① BANDE D'EQUERRE 35 PY soudée en plein en relevé et fixée sur talon par plaquette 40 x 40 ou ETANCOPLAST HP4
- ② FORCE 4000 FM
- ③ Relevé FORCE 4000 FM ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE
- ④ Fixation de pied de relevés espacées de 25 cm (plaquette 40 x 40 ou ETANCOPLAST HP4)

Figure 5 – Relevés (variante 1)



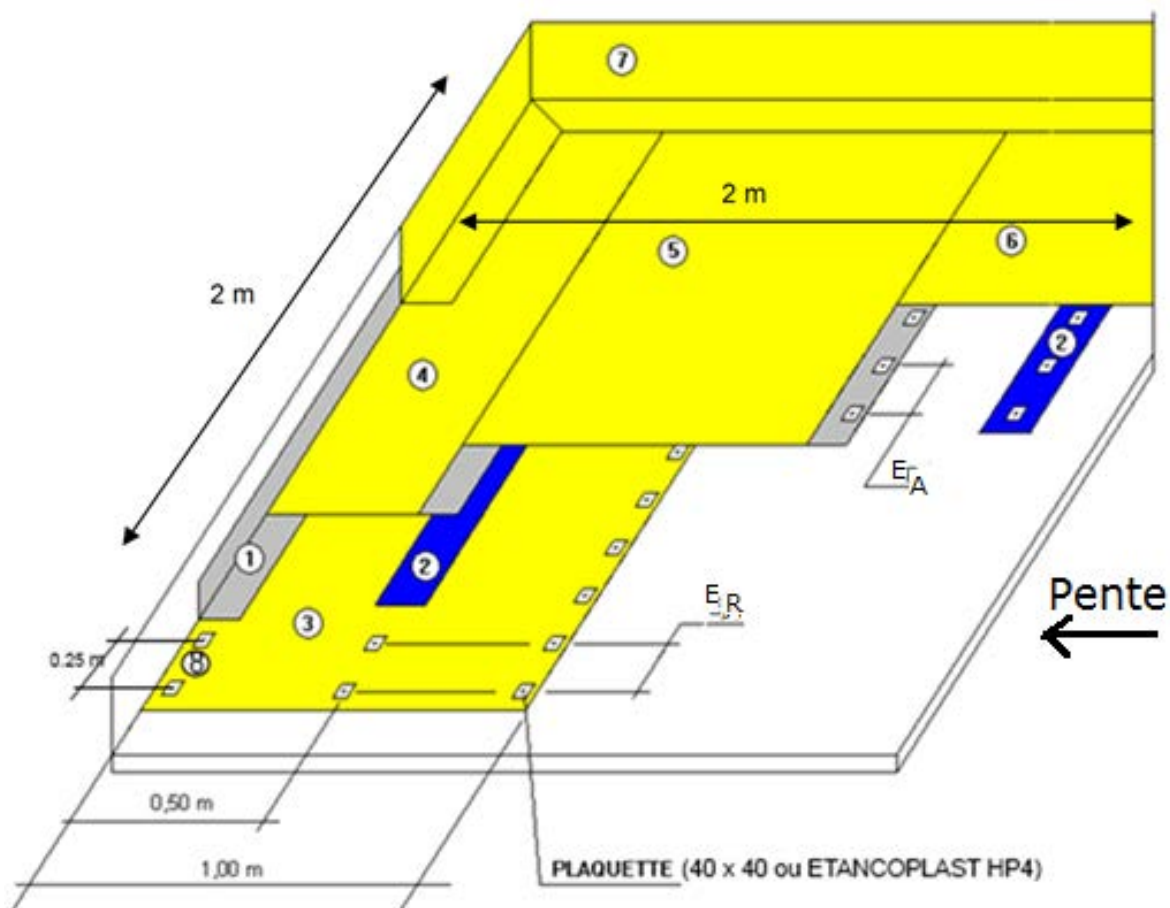
- ① BANDE D'EQUERRE 35 PY soudée en plein
- ② FORCE 4000 FM®
- ③ Relevé FORCE 4000 FM ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE
- ④ Fixations de pied de relevé espacées de 25 cm (plaquette 40 x 40 ou ETANCOPLAST HP4)

Figure 6 – Relevés (variante 2)



- ① Feuille de renfort de noue fixée en lisière avec recouvrement de 10 cm
 Soit FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FM retourné fixé avec plaquette 40 x40 ou ETANCOPLAST (entraxe de fixation : tableau 5)
 Soit TOPFIX FMP GRESE fixé avec plaquette 40 x40 ou ETANCOPLAST (entraxe de fixation : tableau 6)
 Soit TOPFIX FMP GRESE fixé avec plaquette 63 x 63 (entraxe de fixation : tableau 7)
- ② Feuille FORCE 4000 FM déroulée transversalement et soudée en plein sur ①
- ③ Feuille FORCE 4000 FM fixée (avec entraxe de fixations : tableau 5 à 7)

Figure 7 – exemples de traitement de Noue Centrale avec tôles d'acier nervurées perpendiculaires à la noue



- ① Bande d'équerre 35 PY
- ② Renfort lorsque nécessaire : bande de renfort fixée (entraxe fixation E_R (ou E_A)) de longueur $h/10$ avec un minimum de 2 m, h étant la hauteur de la toiture
- ③ Feuille de renfort de noue fixée en lisière (entraxe fixation E_R (ou E_A))
- ④ Demi-feuille FORCE 4000 FM soudée en plein
- ⑤ Feuille FORCE 4000 FM fixée (avec entraxe fixations E_R (ou E_A))
- ⑥ Feuille FORCE 4000 FM fixée (avec entraxe fixations de partie courante E)
- ⑦ Relevé FORCE 4000 FM ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE
- ⑧ Fixation de pied de relevés (entraxe 25 cm)

Figure 8 – Noues de rive avec lignes de fixations complémentaires

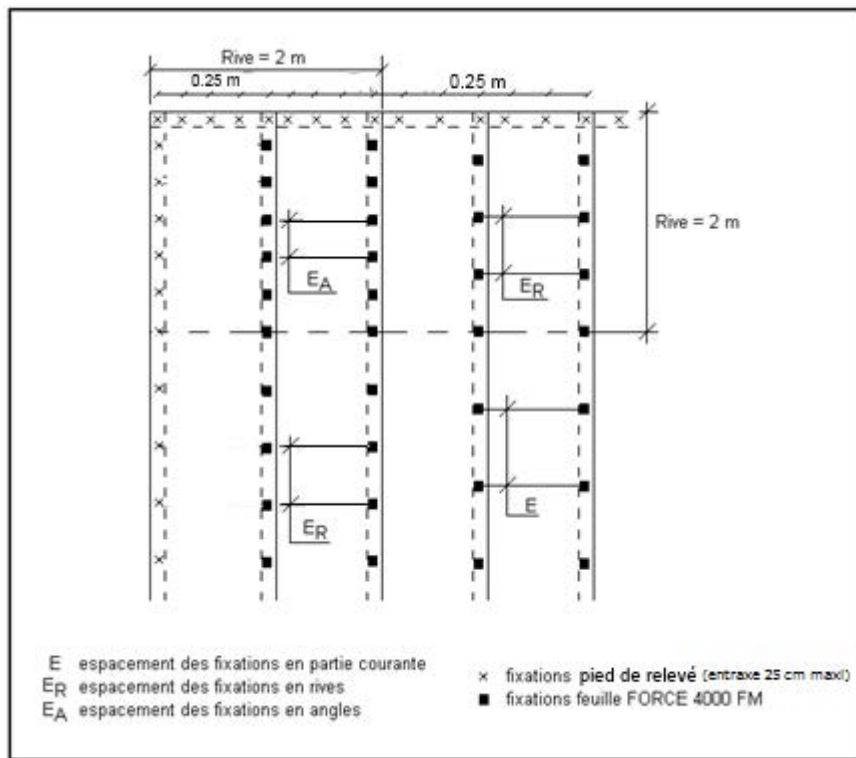


Figure 9 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (sans bande de renfort complémentaire, hors renfort de noue)

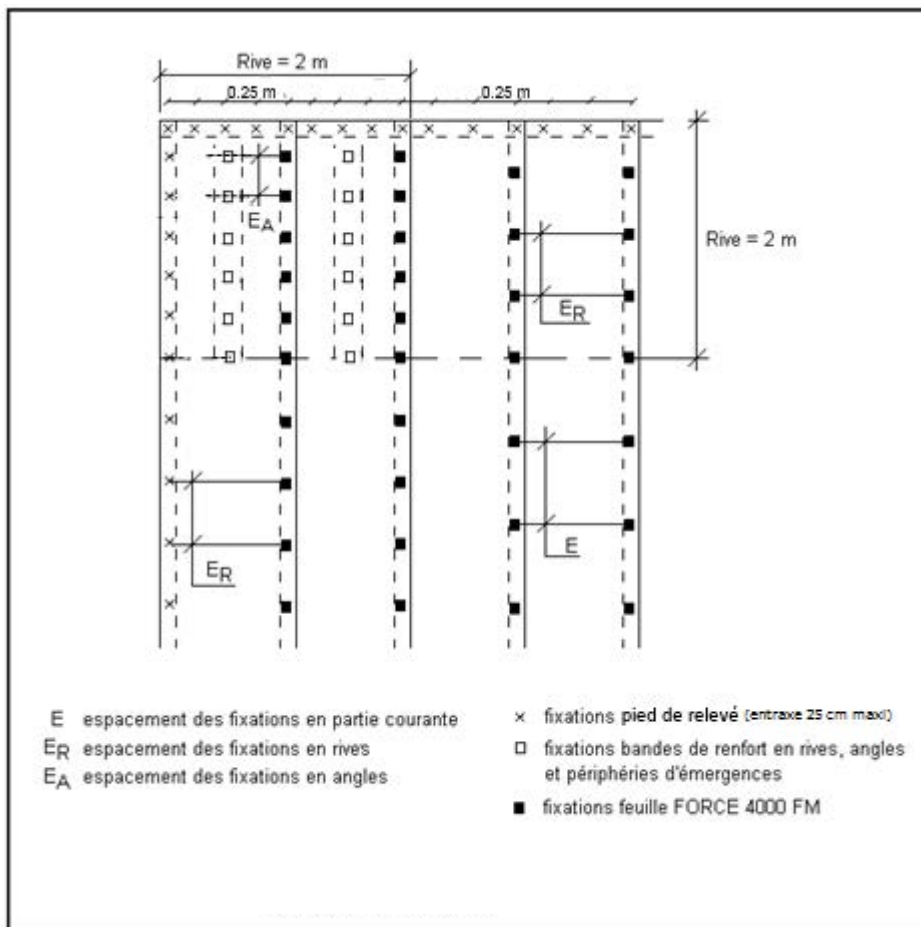


Figure 10 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (avec bandes de renfort complémentaire, hors renfort de noue)