

# Avis Technique 5/03-1744

Annule et remplace l'Avis Technique 5/00-1459

*Revêtement d'étanchéité monocouche en bitume SBS  
fixé mécaniquement à l'élément porteur*

*Revêtement monocouche  
d'étanchéité de toitures  
Roof waterproofing system  
Dachabdichtung*

---

## Force FM

---

**Titulaire :** Société AXTER  
8 rue Félix d'Hérelle  
F-75016 Paris

Tél. : 01 46 09 39 60  
Fax : 01 46 09 39 62  
Internet : <http://www.axter.fr>  
E-mail : [info@axter.fr](mailto:info@axter.fr)

**Usine :** Courchelettes (59)

Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
(arrêté du 2 décembre 1969)

**Groupe Spécialisé n° 5**  
Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 25 août 2004



Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, F-75782 Paris Cedex 16  
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » a examiné, le 8 décembre 2003, le revêtement d'étanchéité de toitures Force FM fabriqué et commercialisé par la société Axter. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 5/00-1459. Cet 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.

Il est destiné aux travaux neufs, et à la réfection sur ancien revêtement :

- dans toutes les zones et sites de vent selon les Règles V 65 avec modificatif n° 2,
- sur toitures inaccessibles et zones techniques,
- à versants plans et courbes, en climat de plaine,
- avec éléments porteurs en :
  - tôles d'acier nervurées,
  - en bois et panneaux dérivés du bois,
  - en béton cellulaire autoclavé.
- au-dessus de locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie ( $\frac{W}{n} \leq 7,5 \text{ g/m}^3$ ).

Noter toutes pentes y compris pente nulle avec sous couche de renfort.

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

### 1.2 Identification

Les rouleaux reçoivent les étiquettes, de couleurs différentes selon les produits, où figurent : le fabricant et le code usine, 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 de sécurité.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.21 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.

Le système Force FM utilisant la feuille FORCE 4000 FMG FE fixée mécaniquement est classé T 30-1 toutes pentes, suivant PV du CSTB n° RS98-070B du 5 juin 1998, sur support isolant homogène (MW, EPB et CG).

Le classement des autres solutions du système n'est pas connu.

##### Résistance aux effets du vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant dans toutes les zones de vent et tous les sites (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2).

##### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Elle peut être normalement assurée.

##### Isolation thermique

Le procédé permet de satisfaire à la réglementation applicable aux bâtiments neufs. Il ne limite pas la résistance thermique des isolants supports plus que leur propre Avis Technique.

En réfection, le procédé peut comporter une réhabilitation thermique.

##### Accessibilité de la toiture

Ce revêtement autoprotégé est destiné aux toitures inaccessibles et zones techniques.

Les feuilles CAMINAXTER sont utilisées en complément sur les chemins de circulation sur toitures de pentes  $\leq 50\%$ .

L'emploi de ce revêtement autoprotégé en zones techniques est possible avec une couche de surface doublée en FORCE 4000 FM G ou HYRÈNE 40 PY.

##### Emploi en climat de montagne

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

### 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 NF P 84 série 200 (DTU série 43).

##### Réparation

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

### 2.23 Fabrication et contrôle

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

Les fixations sont définies par leurs fiches techniques et leurs fabricants attestent la conformité des fournitures à ces fiches.

### 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 apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

### 2.25 Classement FIT

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

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

### 2.31 Cas de la réfection

- Il est rappelé qu'il appartient au Maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.
- 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 dérivés du bois,
  - béton de granulats courants,
  - béton cellulaire autoclavé,conformément au *cahier du CSTB* 3229 de juin 2000.

## 2.32 Addendum

La société Axter 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 le Cahier des Prescriptions Techniques est appréciée favorablement.

#### Validité

Cinq ans, venant à expiration le 8 décembre 2008.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5*  
*Le Président*  
C. DUCHESNE

---

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

Il est rappelé que les systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement relèvent de l'arrêté du 24 avril 2001, qui précise les modalités du marquage CE relatif à ces types de procédé d'étanchéité.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5*  
E. SALIMBENI

# 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, fixé mécaniquement, autoprotégé.

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.

#### 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.

#### Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par les normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43).

### 2. Destination et domaine d'emploi

#### 2.1 Généralités

Le procédé Force FM est destiné aux travaux neufs et réfections avec ou sans apport d'un nouvel isolant en toitures plates et inclinées sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées conformes à la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3), en bois et panneaux dérivés conformes à la norme NF P 84-207 (réf. DTU 43.4), ou en béton cellulaire autoclavé conforme aux « Conditions générales d'emploi des dalles en toitures en béton cellulaire armé » (*Cahier du CSTB 2192*, octobre 1987)

Le procédé Force FM est employé en climat de plaine dans les zones 1, 2, 3 et 4, tous sites de vent (selon Règles V 65 et modificatif n° 2 de décembre 1999), en toitures inaccessibles et zones techniques.

Le procédé Force FM est employé, selon la nature de l'élément porteur (cf. *tableau 3*), sur des locaux à hygrométrie faible, moyenne ou forte, à l'exclusion des locaux à très forte hygrométrie.

Les règles et clauses des normes NF P 84-206 et 207 (réf. DTU 43.3 et DTU 43.4), non modifiées par le Cahier des Prescriptions Techniques (voir l'Avis) sont applicables, ainsi que les « Conditions générales d'emploi des dalles en toitures en béton cellulaire armé » (*Cahier du CSTB 2192*, octobre 1987), et les dispositions du *Cahier du CSTB 3229* (juin 2000).

Les règles et clauses de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) s'appliquent en réfection.

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

#### 2.2 Cadre d'utilisation

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 isolants supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

### 3. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

#### 3.1 Généralités

Les éléments porteurs et les supports sont conformes aux prescriptions des normes NF P 84-206 et NF P 84-207 (réf. DTU 43.3 et DTU 43.4) ou des Avis Techniques les concernant.

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.

#### 3.2 Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Sont admis les tôles d'acier nervurées conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3). L'adaptation pour les tôles d'acier nervurées perforées ou crevées est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3229* de juin 2000 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants support » (cf. *Annexe A*).

En réfection, ils ont été reconnus de stabilité convenable par référence à la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5). Ils sont mis en conformité avec les prescriptions de la norme NF P 84-206 (réf. DTU 43.3) quant à leurs fixation et couturage.

#### 3.3 Éléments porteurs et supports en bois et panneaux dérivés du bois

Sont admis les supports en bois massif et les panneaux dérivés du bois conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-207, référence DTU 43.4. Sont également admis les supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique favorable.

L'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3229* de juin 2000 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants support » (cf. *Annexe A*).

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

Les dalles de béton autoclavées armées bénéficiant d'un Avis Technique favorable sont admises.

Le support est mis en œuvre conformément aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture armées en béton cellulaire autoclavé armé » (*Cahier du CSTB 2192*, octobre 1987). On se reportera à ce document notamment pour le traitement des joints et la constitution des pare-vapeur en cas de réalisation d'une isolation thermique complémentaire.

L'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3229* de juin 2000 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants support » (cf. *Annexe A*).

#### 3.5 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.

##### 3.5.1 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.

##### 3.5.2 Mise en œuvre de l'isolant

Les panneaux isolants sont mis en œuvre en quinconce et jointifs, selon les prescriptions de leur Avis Technique particulier.

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.

#### 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 feutre 36 S kraft (ou HYRÈNE 30 ou HYRÈNE 40) est déroulé à sec, joints à recouvrement de 10 cm libres décalé par rapport au revêtement d'étanchéité. La protection de la tranche du panneau au droit des relevés, des émergences et points singuliers divers est prescrite par l'Avis Technique de l'isolant. Elle peut être protégée par l'écran thermique retourné en sous face de l'isolant, ou par une bande autoadhésive (STICKFLEX).

### 3.6 Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité

Ce sont d'anciennes étanchéités 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 la norme NF P 84-208 (réf. 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 dans la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5).

Les anciens revêtements d'étanchéité chimiquement incompatibles avec les revêtements bitumineux (enduits pâteux, ciment volcanique, certaines membranes synthétiques) doivent recevoir un écran Alu-VV avant la pose du FORCE 4000 FMG, conformément aux spécifications de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5).

Sur éléments porteurs en bois et en panneaux dérivés du bois, et en béton cellulaire autoclavé, les valeurs d'ancrage ( $P_{k_{réel}}$ ) des fixations mécaniques envisagées pour la réfection sont systématiquement vérifiées par une campagne de mesures in situ.

L'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3229* (juin 2000) « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants support » (cf. annexe A).

## 4. Prescriptions de mise en œuvre relatives aux revêtements

### 4.1 Dispositions générales

cf. figure 1

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

Les feuilles FORCE 4000 FMG sont déroulées à sec sur le support et fixés mécaniquement en lisière sous les recouvrements soudés au chalumeau. Les recouvrements longitudinaux sont de 10 cm, les recouvrements transversaux de 15 cm.

Le recouvrement des feuilles monocouches nécessite un soin particulier, afin de conduire d'une part à la continuité de la membrane et d'autre part, au minimum de surépaisseur 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.

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 doivent donc être en T.

Pour faciliter la réalisation des jonctions en T, il est nécessaire de rallonger le fil d'eau éventuel 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 FMG 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 :

- soit de PLAQUETTE AXTER (systèmes de référence SR1 et SR3) (cf § 4.31),
- soit de PLAQUETTE 40/40 Nervurée (systèmes de référence SR2 et SR3) (cf. § 4.32).

Ces fixations sont définies au § 7.4.

### Le positionnement des fixations est fondamental vis à vis de la résistance au vent

- Le bord retombé de la PLAQUETTE AXTER doit être au contact du bord du lé à fixer (cf. *figure 3*). Ce positionnement assure que les vis de fixation seront alignées à  $v = 3$  cm du bord.
- L'axe de la PLAQUETTE 40/40 Nervurée 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.

## 4.2 Densité et répartition des fixations en partie courante, rives et angles

cf. figures 11 et 12

### 4.2.1 Dispositions générales

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

- aux Règles V 65, en vent extrême,
- au modificatif n° 2 des Règles V 65 de décembre 1999,
- à la localisation en toiture (cf. *tableau 4*),
- aux dispositions du *Cahier du CSTB 3229* de juin 2000 relatives à la « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants supports » en vent extrême,
- à un système de référence choisi parmi les trois systèmes définis au § 4.3 : 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 5*), sur éléments porteurs en Tôles d'Acier Nervurées d'épaisseur 0,75 mm, pour une fixation de référence caractéristique  $P_{k_{fi}}$  au moins égale à 1260 N sur ce même élément porteur.

Les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression due au vent (cf. Règles V 65 avec modificatif n° 2) sont susceptibles d'être traitées avec un intervalle réduit entre fixations. Les zones concernées sont précisées au *tableau 4*.

Pour les éléments porteurs et/ou les fixations autres que ceux des systèmes SR1, SR2 et SR3, l'adaptation est faite conformément aux règles d'adaptation du *Cahier du CSTB 3229* de juin 2000, « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures et d'isolants supports » (cf. § A-3 Annexe A).

La densité de fixation n'est jamais inférieure à 3/m<sup>2</sup>.

Lorsque l'intervalle entre fixations devient inférieur à 18 cm, on utilisera obligatoirement des bandes de renfort de largeur 16 cm, et des demi-feuilles de renfort (largeur 50 cm) sur isolant polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol), conformément au § 4.3 (cf. *tableau 5*).

Les schémas *figures 4 et 5* illustrent 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.

Sur demande, l'assistance technique de la société Axter fournit les calculs conformément à l'*annexe A*.

### 4.2.2 Espacement des fixations

Les *tableaux 7 à 9* récapitulent les calculs des espacements entre fixations dans les conditions simplifiées des Règles V 65 (bâtiments d'élanement courant), en prenant en compte le modificatif n° 2 de décembre 1999 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, pour des attelages de fixations de résistance caractéristique  $R_{ns}$  au moins égale à 1260 N.

Pour les autres cas (bâtiment de hauteur > 20m, 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 6* 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, l'espacement entre les deux fixations suivantes sera réduit d'autant (cf. *tableau 6*).

### 4.3 Fixations complémentaires éventuelles sur bande de renfort

L'entraxe des fixations de la feuille FORCE 4000 FMG et de la bande de renfort (TOPFIX FMP Grésé avec plaquette DTU 63 × 63, ou PLAQUETTE 40/40 Nervurée, FORCE 4000 DALLE avec PLAQUETTE AXTER) résultent du même calcul.

Les feuilles FORCE 4000 FMG sont soudées sur les bandes de renfort au fur et à mesure du déroulage. La fermeture des jonctions s'effectue par soudage (cf. § 4.1).

#### 4.31 Fixations complémentaires sur bande de renfort de 16 cm

##### 4.311 Fixations par PLAQUETTE AXTER

Les bandes de renfort FORCE 4000 DALLE (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG. Les fixations sont disposées le long de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 7* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

##### 4.312 Fixations par PLAQUETTE 40/40 Nervurée

Les bandes de renfort TOPFIX FMP Grésé (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 8* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

##### 4.313 Fixations par Plaquette DTU 63 × 63

Les bandes de renfort TOPFIX FMP Grésé (largeur 16 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG. Les fixations sont disposées au milieu de ces bandes (voir *figure 4*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 9* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

#### 4.32 Cas des fixations complémentaires sur bande de renfort de 50 cm (sur isolants PUR et phénolique-Résol)

Dans le cas particulier de l'isolant polyuréthane parementé et mousse phénolique (Résol), les fixations sont mises en œuvre sur des bandes de renfort de 50 cm (en substitution des bandes de renfort de 16 cm) (voir *figure 5*).

##### 4.321 Fixations par PLAQUETTE AXTER

Les bandes de renfort FORCE 4000 DALLE (largeur 50 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG, préalablement à la fixation des lés de FORCE 4000 FMG précédents. Les fixations sont disposées le long du bord de ces bandes (voir *figure 5*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 7* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

##### 4.322 Fixations par PLAQUETTE 40/40 Nervurée

Les bandes de renfort TOPFIX FMP Grésé (largeur 50 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG, préalablement à la fixation des lés de FORCE 4000 FMG précédents. Les fixations sont disposées à 3 cm du bord de ces bandes (voir *figure 5*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 8* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

##### 4.323 Fixations par Plaquette DTU 63 × 63

Les bandes de renfort TOPFIX FMP Grésé (largeur 50 cm) sont déroulées à sec sur le support en lignes parallèles à mi-largeur des feuilles FORCE 4000 FMG, préalablement à la fixation des lés de FORCE 4000 FMG précédents. Les fixations sont disposées à 5 cm du bord de ces bandes (voir *figure 5*) à des intervalles spécifiés dans le *tableau 9* correspondant au pas des nervures dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées.

### 4.4 Règles de substitution

Les revêtements décrits dans le *tableau 1* peuvent être remplacés (sans modifications du  $W_{adm_{sr}}$ ) :

- FORCE 4000 FMG par FORCE 4000 FMG FE ;
- Renfort de noues TOPFIX FMP Grésé par FORCE 4000 DALLE ou FORCE 4000 FMG retourné.

### 4.5 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 § 7.23 est soudée sur le pare-vapeur 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.

## 5. Relevés

### 5.1 Généralités

Les relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 84 série 200 (DTU série 43) concernées.

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés, avec talon de 10 cm mini pour l'équerre de renfort (dépassant de 4 cm mini le bord de la plaquette) et 15 cm mini pour le relevé (talon dépassant d'au moins 5 cm celui de l'équerre de renfort).

Les costières et reliefs sont imprégnés d'EIF.

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.

### 5.2 Composition et mise en œuvre

#### Variante (1) (*figure 6*)

- 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 PLAQUETTE AXTER (ou PLAQUETTE 40/40 Nervurée) + vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), espacées de l'intervalle donné par les *tableaux 6 à 8* en rive ou angle, selon la localisation ;
- Relevés en FORCE 4000 FMG 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) (*figure 7*)

- 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 FMG de partie courante après réchauffage des granulats ;
- Relevés en FORCE 4000 FMG 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'émergences, la feuille FORCE 4000 FMG de partie courante reçoit une rangée complémentaire de PLAQUETTE 40/40 Nervurée et de vis (qui ne sont pas comptées dans le calcul de densité moyenne), espacées de l'intervalle donné par les *tableaux 7 à 9* en rive ou angle, selon la localisation. 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.

Les anciens relevés sont généralement déposés et en tous cas délaçés (cf. norme NF P 84-208 - DTU 43.5).

## 6. Ouvrages particuliers

### 6.1 Noues

L'entraxe des fixations de la feuille FORCE 4000 FMG et de la feuille de renfort résultent du même calcul (cf. *tableau 5*) :

- renfort de noue en FORCE 4000 DALLE fixé par PLAQUETTE AXTER ;  $Wadm_{sr} = 680$  N/fixation,
- renfort de noue en TOPFIX FMP grésé fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée ;  $Wadm_{sr} = 465$  N/fixation,
- renfort de noue en TOPFIX FMP grésé fixé par PLAQUETTE 63 x 63 ;  $Wadm_{sr} = 680$  N/fixation.

Pour les noues nécessitant une ligne de fixation complémentaire :

- En système SR1, la feuille de renfort de noue est soudée sur la bande de renfort préalablement fixée (cf. *figure 9*) ;
- En systèmes SR2 ou SR3 : la feuille de renfort de noue est fixée avec des plaquettes DTU 63 x 63 ou des PLAQUETTE 40/40 Nervurée au centre de la feuille de renfort ; une bande de pontage (16 cm) de même nature est ensuite soudée (cf. *figure 9*).

### 6.11 Noues centrales

cf. *figure 8*

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, soudé.

### 6.12 Noues de rive

cf. *figure 9*

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

### 6.2 Évacuations des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43), avec pièce de renfort (FORCE 4000 FMG retournée ou TOPFIX FMP Grésé) de 1 m x 1 m fixée sous la platine.

### 6.3 Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés sur costières conformément aux dispositions des normes concernées, ou de l'Avis Technique Excel-joint.

### 6.4 Chemins de circulation, et zones techniques

Après réchauffage au chalumeau du granulat d'autoprotection de partie courante, soudage en plein des feuilles CAMINAXTER pour les chemins de circulation ou HYRÈNE 40 PY (ou FORCE 4000 FMG) 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.

## 7. Matériaux

### 7.1 Liants

#### 7.11 HYRÈNE MM et HYRÈNE RFE 2 en bitume élastomère SBS

*Tableau 10a*

Il s'agit d'un mélange conforme à la Directive UEAtc, en bitume SBS fillerisé à 35 % au plus.

Le liant HYRÈNE RFE 2 comporte une charge minérale neutre vis-à-vis des caractéristiques de base.

#### 7.12 Liant élastomérique ARMA

*Tableau 10b*

Il s'agit d'un mélange en bitume SBS fillerisé à 40 % au plus (utilisé pour la fabrication des feuilles ARMA CPV, ARMALU, ARMALU CPV, ALPHARDOISE).

#### 7.13 Liant PSB d'imprégnation

Mélange du bitume direct (du liant HYRÈNE MM) et de copolymère d'éthylène, de performances spécifiées :

- TBA  $\geq 80$  °C,
- Viscosité Brookfield  $\leq 5$  poises (T = 180 °C ; 58 s<sup>-1</sup>).

### 7.2 Feuilles manufacturées

#### 7.21 Composition et présentation

La composition et la présentation des différentes feuilles intervenant dans le procédé sont indiquées dans le *tableau 11*.

#### 7.22 Caractéristiques des feuilles

Elles sont indiquées dans le *tableau 12*.

Les caractéristiques de ces feuilles sont définies :

- en valeurs nominales : valeurs indicatives des résultats d'auto-contrôle,
- en valeurs spécifiées : valeurs minimales susceptibles d'être fournies dans le cadre d'un plan d'Assurance Qualité.

#### 7.23 Autres matériaux en feuilles

- BANDE D'ÉQUERRE 35 PY sous-face filmée - épaisseur minimale 3,5 mm, pour équerre de renfort conforme à NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43) ;
- ARMALU : chape autoprotégée alu 8/100<sup>ème</sup> - armature TV 60 g/m<sup>2</sup> - liant élastomérique - sous-façage film - épaisseur en lisière 3,5 (-0) mm - lisière largeur 8 cm. S'utilise en relevés ;
- ARMALU CPV : idem ARMALU, armée PY 120 g/m<sup>2</sup> ;
- ARMA : même chape que ARMALU, armée GVVV 90 g/m<sup>2</sup> et autoprotégée par ardoisage ;
- ARMA CPV : idem ARMA, armée PY 120 g/m<sup>2</sup> ;
- ALPHARDOISE : identique à ARMALU, avec finition de surface par paillettes d'ardoise ou granulés minéraux ;
- CAMINAXTER : pour aires et chemins de circulation ;
- Rouleaux de 8 x 1 m sans lisière - poids 37 kg - épaisseur hors granulats 3,0 mm (-5 %) - armature PY stabilisé 170 g/m<sup>2</sup> - liant HYRÈNE MM : 3050 g/m<sup>2</sup> - granulats minéraux 1350 g/m<sup>2</sup> - sous-face filmée - résistance au poinçonnement statique classe L4 ;
- HYRÈNE 30 : cf. Avis Technique Hyrene ;
- HYRÈNE 40 : cf. Avis Technique Hyrène TS ;
- MATFLEX PY FMP et MATFLEX CPV FMP : cf. Avis Technique Hyrène TS ;
- HYRÈNE 40 PY pour zones techniques : cf. Avis Technique Hyrene ;
- Feuilles de renfort de noues : TOPFIX FMP Grésé ; cf. Avis Technique Topfix ou Force 4000 DALLE ; cf Avis Technique Force Dalle ;
- Bandes de renfort : Bandes FORCE 4000 DALLE ou TOPFIX FMP Grésé. Feuilles découpées en bandes de 16 cm de large (50 cm dans le cas d'isolants PUR ou phénolique - Résol).

## 7.3 Autres matériaux

### 7.31 Autres matériaux en feuilles

- Feutre bitumé 36 S, NF P 84-313, chape armée BA 40 TV, NF P 84-303 et 40 VV, NF P 84-314, pour préparation des supports en bois et dérivés du bois ;
- VAP : Voile de Verre Aluminium ; Alu VV (conforme aux normes – DTU série 43) pour pare-vapeur et écran chimique ;
- Matériaux pour écrans pare-vapeur :
  - feutre bitumé 36 S ou chape 40, NF P 84-302, 303, 307, 313, 314, 316,
  - barrière à la vapeur aluminium-bitume, NF P 84-310,
  - feutre perforé sous-facé défini par la norme - DTU 43.1,
  - THERMÉCRAN : 36 S VV HR perforé, sous-face film, épaisseur minimale 1 mm,
  - STICKFLEX auto-adhésif : cf. Avis Technique Hyrene,
  - ANTIVAP : aluminium bitumé conforme à NF P 84-310, mis en œuvre, sur supports en tôles d'acier nervurées, sur platelage au-dessus de locaux à très forte hygrométrie,
  - HYRÈNE 25/25 : cf. Avis Technique Hyrene,
  - VAP : voile de verre Aluminium ; Alu VV (conforme aux normes – DTU série 43).

### 7.32 Autres matériaux en vrac

EIF :

- VERNIS ANTAC : vernis bitumineux d'imprégnation à froid à base de bitume en solution dans un solvant aromatique conforme aux normes NF P 84 série 200 (réf. 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 normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43).

## 7.4 Fixations mécaniques

Les attelages de fixations comportent :

- un élément de liaison à l'élément porteur : vis ou rivet,
- une plaquette de répartition.

Les fixations admises avec le procédé Force FM, conformes aux règles d'adaptation (*Cahier du CSTB 3229* de juin 2000 ; cf. *annexe A*), doivent présenter une résistance caractéristique (mesurée selon la norme XP P 30-313) au moins égale à 900 N et une résistance à la corrosion (mesurée selon le « Guide UEAtc complémentaire pour l'Agrément des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement », *Cahier du CSTB 2510* d'avril 1991) définie suivant la nature du support et la destination des locaux (cf. *tableau A3* de l'*annexe A*).

Elles sont conformes aux normes NF P 84-206 et NF P 84-207 (réf. DTU 43.3 et DTU 43.4) ou aux « Conditions générales d'emploi des dalles de toitures en béton cellulaire armé » (*Cahier du CSTB 2192*, octobre 1987), ou à l'Avis Technique du panneau isolant dans certains cas spécifiques (mousse phénolique - Résol par exemple).

Elles font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur du  $P_{k_t}$  par référence à la norme.

### 7.41 7Éléments de liaison

Les éléments de liaison des trois systèmes de références sont des vis EG ZBJ de la société LR Étanco avec une résistance caractéristique  $P_{k_t} = 1260$  N (cf. *Annexe A*, *tableau A2*).

### 7.42 Plaquettes de répartition

Elles ont les dimensions suivantes (cf. *annexe A*, *tableau A2*) :

- PLAQUETTE AXTER ; 40 × 40 mm, épaisseur 80/100<sup>ème</sup> mm, en acier galvanisé de la société LR Étanco (cf. *figure 10*),
- PLAQUETTE 40/40 Nervurée ; 40 × 40 mm, épaisseur 80/100<sup>ème</sup> mm, en acier galvanisé de la société LR Étanco,
- plaquette DTU 63 × 63 Nervurée ; 63 × 63 mm, épaisseur 80/100<sup>ème</sup> mm, en acier galvanisé de la société LR Étanco.

## 8. Fabrication et contrôle de fabrication - étiquetage - stockage

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

L'autocontrôle de production fait partie de l'ensemble d'un Système d'Assurance Qualité conforme aux prescriptions de la norme ISO 9001 : 2000 certifié par l'AFAQ.

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 HYRÈNE 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.

### Étiquetage et stockage

Tous les produits sont emballés en rouleaux et étiquetés avec mention de : appellation commerciale - finition et coloris - type d'armature - dimensions des rouleaux - conditions de stockage - code usine (C pour Courchelettes) - code repère de production.

Le stockage se fait debout.

## B. Résultats expérimentaux

Les justifications expérimentales ont été établies par les laboratoires du CSTB, du CSTC et du demandeur selon les procédures des Guides UEAtc et des Guides Techniques du Groupe Spécialisé n° 5. Les rapports d'essais sont les suivants :

- CSTB RS98-070B (juin 1998) : classement T 30-1 toutes pentes pour FORCE 4000 FMG FE ;
- CSTC DUB 3682 (1999) : FORCE 4000 FMG fixé par PLAQUETTE AXTER ;
- CSTC DE 651XB792 - DUB 3479/3 (1998) : TOPFIX FMP GRÉSÉ fixé par plaquette Ø 40 mm ;
- CSTC DE 651XB792 - DUB 3479/1 (1998) : TOPFIX FMP GRÉSÉ fixé par plaquette DTU 63 × 63 ;
- Essais internes ; Résistances à la déchirure au clou, essais de traction dynamique sur une fixation, pelage et traction de joints - État neuf / État vieilli ;
- CSTB TO00-002 (mars 2000) : FORCE 4000 FMG fixé par PLAQUETTE AXTER ;
- CSTB TO00-002 (mars 2000) : FORCE 4000 FMG fixé par PLAQUETTE 40/40 Nervurée.

## C. Références

Le système Force FM est utilisé depuis 1993.

Depuis 2000, date du premier renouvellement, le procédé a fait globalement l'objet de plus de 400 000 m<sup>2</sup> d'applications.

# ANNEXE A

## Règles d'adaptation de la densité de fixation

### 1. Définitions

**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 XP P 30-313,

**D** : densité de fixation  $u/m^2$ ,

**A** : nuance de l'acier support,

**e** : épaisseur du support,

**Rns** : résistance caractéristique à retenir pour la fixation du nouveau système,

**SRI** : système de référence (cf. *tableau A1*),

$\rho$  : masse volumique du béton cellulaire autoclavé.

**Tableau A1 – Systèmes de références**

Système de référence SRI	Plaquette (LR Étanco)	Vis (LR Étanco)	Pk <sub>ft</sub> (en N)	Wadm <sub>sr</sub> (en N/fixation)
SR1	PLAQUETTE AXTER Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	EG ZBJ Ø 4,8 mm	1260	680
SR2	PLAQUETTE 40/40 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	EG ZBJ Ø 4,8 mm	1260	680 (partie courante)
				465 (nœuds)
SR3	PLAQUETTE AXTER PLAQUETTE 40/40 Nervurée PLAQUETTE DTU 63 × 63 Nervurée Acier galva, épaisseur = 0,8 mm	EG ZBJ Ø 4,8 mm	1260	680

### 2. Domaine de validité des adaptations

- Densité de fixations  $D_{ns} \geq 3$  fixations /  $m^2$ ,
- Espacement entre axes des fixations d'une même rangée  $\geq 18$  cm,
- Espacement entre axes de fixations d'une même rangée  $\leq 2$  fois l'entraxe des nervures des Tôles d'Acier Nervuré.

### 3. Exigences concernant les plaquettes de répartition des fixations

Il est rappelé que, en conformité aux normes - 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 référence,
- Les dimensions respectent les conditions suivantes du *tableau A2*.

**Tableau A2 – Dimension de plaquettes**

Plaquettes « SRI »	Plaquettes « ns »
	rectangulaires ou oblongues
PLAQUETTE 40/40 Nervurée	longueur $\geq 40$ mm

## 4. Exigences générales

Le *tableau A3* donne, en fonction de l'élément porteur du nouveau système :

- les caractéristiques exigées du nouvel élément porteur,
- la résistance à la corrosion exigée pour l'élément de liaison (vis, rivets) par référence à l'essai dit « Kesternich »,
- norme NF T 30-055 avec 2 litres de SO<sup>2</sup> sans apparition de rouille rouge,
- la résistance caractéristique à retenir « R<sub>NS</sub> » pour le calcul corrigé des densités de fixations (D<sub>NS</sub>).

## 5. Détermination de la densité de fixations D<sub>NS</sub> du nouveau système

La valeur R<sub>NS</sub> à retenir est donnée par le *tableau A3*, les règles d'adaptation sont les suivantes :

- si R<sub>NS</sub> ≥ Pk<sub>Sri</sub>, alors Wadm<sub>NS</sub> = Wadm<sub>Sri</sub>,
- si R<sub>NS</sub> < Pk<sub>Sri</sub>,

alors Wadm<sub>NS</sub> = Wadm<sub>Sri</sub> × R<sub>NS</sub> / Pk<sub>Sri</sub>,

D<sub>NS</sub> (densité corrigée du nouveau système) = dépression résultant de l'action du vent / Wadm<sub>NS</sub>

avec pression de vent calculée en fonction de la zone de vent, du site, hauteur du bâtiment, forme du versant, géométrie du bâtiment, partie de la toiture (partie courante, rive et angle).

**Tableau A3 – Règles d'adaptation pour travaux neufs et de réfection**

Exigences		Tôle d'acier nervurée			Bois et panneaux dérivés	Béton cellulaire autoclavé
		à plage pleine	à plage perforée (4)	à plage crevée (4)		
Identification de l'élément porteur	neuf	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100° mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100° mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100° mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub> ≥ e <sub>ft</sub> (6)	ρ <sub>NS</sub> ≥ ρ <sub>ft</sub>
	réfection	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100 mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100 mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub> ≥ 75/100 mm A <sub>NS</sub> ≥ A <sub>Sr</sub>	e <sub>NS</sub>	ρ <sub>NS</sub>
Identification de l'élément de liaison		vis Ø ≥ 4,8 mm	vis Ø ≥ 6,3 mm	vis Ø ≥ 6,3 mm	vis Ø ≥ 4,8 mm	Vis métallique à pas spécial
		rivet Ø ≥ 4,8 (1)	rivet Ø ≥ 4,8 (1)	rivet Ø ≥ 4,8 (1)		Cheville à clou déporté
Résistance à la corrosion de l'élément de liaison (3) sur locaux à faible et moyenne hygrométrie (2)		2 cycles K	2 cycles K	2 cycles K	12 cycles K	Acier inoxydable austénitique A2
Résistance à la corrosion de l'élément de liaison (3) sur locaux à forte hygrométrie (2)		12 cycles K				
Pk minimal (daN)	neuf	90	90	90	90	90
	réfection	90	90	90		
Valeur de R <sub>NS</sub> à retenir	neuf	Pk <sub>ft</sub>	Pk <sub>ft</sub>	Pk <sub>ft</sub> (5)	Pk <sub>ft</sub> (7)	0,9 Pk <sub>ft</sub> (7) (9)
	réfection	Pk <sub>ft</sub>	Pk <sub>ft</sub>	Pk <sub>ft</sub> (5)	Pk <sub>réel</sub> (8)	0,7 Pk <sub>réel</sub> (8) (9)

(1) Rivet conforme à la norme NF P 84-207 (réf. DTU 43.3), avec clou acier et corps de rivet et entretoise alu.

(2) Classes d'hygrométrie selon les normes NF P 84 série 200 (réf. DTU série 43).

(3) Certains panneaux isolants (par exemple : mousse phénolique – Résol) présentent des exigences particulières (cf. Avis Technique 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) Matériau du type visé sur la fiche technique de la fixation.

(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) Le Pk<sub>réel</sub> s'évalue par mesure in situ selon un protocole d'essai (cf. annexe A du *cahier du CSTB 3229* de juin 2000) :

- les essais sont effectués par zones différenciées susceptibles de conduire à des résultats homogènes (même activité dans le local sous jacent, mêmes constitution et état de la toiture),
- chaque zone fait l'objet d'un minimum de 15 essais et d'un rapport 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.

(9) 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.

# Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Composition des systèmes

Composition des revêtements		Systèmes de références associés (cf. § 4.3)	
Étanchéité de partie courante	Renfort (noue et bande de renfort)	Plaquettes nervurées	Désignation
FORCE 4000 FMG	FORCE 4000 DALLE	PLAQUETTE AXTER	SR1
FORCE 4000 FMG	TOPFIX FMP grésé	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	SR2
FORCE 4000 FMG		PLAQUETTE 40/40 Nervurée ou PLAQUETTE AXTER	SR3
	TOPFIX FMP grésé	Plaquette DTU 63 × 63	

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
TAN	Perlite expansée (fibrée) Laine minérale (4) Plastiques alvéolaires (3) Mousse phénolique (Résol) (4) Polyisocyanurate	FORCE 4000 FMG
Béton cellulaire autoclavé	Béton cellulaire autoclavé Perlite expansée (fibrée) Composite perlite + phénolique (Résol) Laine minérale (4) Polyuréthane parementé admis sous revêtement apparent (3) Plastiques alvéolaires (3)	FORCE 4000 FMG
	Polystyrène expansé (4)	Écran 36 S kraft (5) + FORCE 4000 FMG
Bois et panneaux dérivés du bois	Bois et panneaux dérivés du bois Laine minérale (4) Perlite expansée (fibrée) Composite perlite + phénolique (Résol) Polyuréthane parementé admis sous revêtement apparent Plastiques alvéolaires (3) Polyisocyanurate	FORCE 4000 FMG
	Polystyrène expansé (4)	Écran 36 S kraft (5) + FORCE 4000 FMG
Ancien revêtement (cf. § 3.6)	Asphalte	FORCE 4000 FMG
	Bitumineux protection minérale Bitumineux protection métallique non délardée	
	Ciment volcanique et enduit pâteux	Alu VV + FORCE 4000 FMG
	Membrane synthétique (6)	Alu VV + FORCE 4000 FMG

(1) Pentas conformes aux normes NF P 84-206 à NF P 84-208 (réf. DTU 43.3 à DTU 43.5) et aux « Conditions générales d'emploi des dalles en toitures en béton cellulaire armé », et toujours de pente  $\geq 1\%$ .

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

(3) Se reporter aux conditions d'emploi de l'Avis Technique particulier de l'isolant et sous réserve d'une vérification de compatibilité avec le présent système d'étanchéité, par l'accord réciproque entre les deux industriels.

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

(5) Peut être remplacé par HYRÈNE 30 ou HYRÈNE 40 (face ardoisée dessous) ou la feuille MATFLEX CPV FMP (ou MATFLEX PY FMP) déroulée à sec, joints à recouvrements longitudinaux de 6 cm auto-adhésifs.

(6) Sauf 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).

**Tableau 3 – Constitution et mise en œuvre du pare-vapeur**

Élément Porteur	Hygrométrie	Pare-vapeur avec EAC	Pare-vapeur sans EAC (3)
Béton cellulaire autoclavé (1)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	Se reporter aux AT correspondants et aux « Conditions générales »	EIF + THERMÉCRAN (4) + BA 40 (ou HYRÈNE 25/25) soudé
Bois et panneaux dérivés du bois (2)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	36 S cloué + EAC (cf. norme NF P 84-207, réf. DTU 43.4)	- soit BA 40 (ou HYRÈNE 25/25) cloué (6), joints soudés, - soit BA 40 (ou HYRÈNE 25/25) soudé (après pontage des joints), sur panneaux dérivés du bois seulement (2), - soit EIF+ STICKFLEX sur panneaux dérivés du bois (5) (7)
Tôles d'Acier Nervurées	Bac perforé ou crevé : locaux à faible ou moyenne hygrométrie Bac plein : locaux à faible, moyenne ou forte hygrométrie	Cf. norme NF P 84-206 (DTU 43.3)	Cf. norme NF P 84-206 (DTU 43.3)

(1) Pontage des joints selon « Conditions générales d'emploi des dalles de toiture armées en béton cellulaire autoclavé » (Cahier du CSTB 2192, octobre 1987).  
 (2) Pontage des joints selon norme NF P 84-207, référence DTU 43.4.  
 (3) Les pare-vapeur sans EAC sont jointoyés soudés sur 6 cm au moins.  
 (4) L'écran perforé (THERMÉCRAN) est déroulé bord à bord ou avec recouvrement de 5 à 10 cm.  
 (5) Après enduction de VERNIS ANTAC (EIF), STICKFLEX 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.  
 (6) Le clouage utilise des clous à tête large, à raison d'un tous les 33 cm en quinconce sur toute la surface.  
 (7) Mise en œuvre du panneau isolant : cf § 3.52.

**Tableau 4 – Localisation en toiture**

Localisation	Largeur concernée
Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, murs coupe-feu, ...	1/10 <sup>ème</sup> de la hauteur du bâtiment, sans être inférieure à 2 m
Angles	Intersections de 2 rives
Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m	1 m
Pourtour des autres émergences de dimensions plus petites : souches, lanterneaux, joints de dilatation, ...	pied de relevé

**Tableau 5 – Charges dynamiques admissibles pour les « SRi »**

SRi	Feuilles	Plaquettes nervurées	Wadm <sub>sr</sub> (N/fixation)
SR1	FORCE 4000 FMG	PLAQUETTE AXTER	680
	FORCE 4000 DALLE (1)		
SR2	FORCE 4000 FMG	PLAQUETTE 40/40 Nervurée	680
	TOPFIX FMP grésé (1)		465
SR3	FORCE 4000 FMG	PLAQUETTE AXTER	680
		PLAQUETTE 40/40 Nervurée	
	TOPFIX FMP grésé (1)	Plaquette DTU 63 × 63	

(1) Renfort de noue et bande de renfort de largeur 16 cm et 50 cm sur isolants polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol).

**Tableau 6 – 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 7 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR1**

$W_{adm_{sr}} = 680 \text{ N/fixation}$

**Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur  $\leq 20 \text{ m}$  – attelages de fixations de  $R_{ns} \geq 1260 \text{ N}$**

Fixation		PLAQUETTE AXTER + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ( $PK_{ft} \geq 1260 \text{ N}$ )																									
Renfort		FORCE 4000 DALLE (bandes et feuilles de renfort de noue)																									
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
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs</b>																											
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	36	33
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	34	31	37	37	35	32	29	27	33	30	28	27	24	22	28	25	23	23	21	19			
Angles (et noues en angles)	35	32	30	26	24	22	29	27	25	23	20	19	23	21	20	19	34*	32*	19	18	33*	33*	30*	28*			
<b>Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection</b>																											
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Réfection</b>																											
<b>sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1<sup>er</sup> partie du tableau)</b>																											
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
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24			
Angles (et noues en angles)	37	37	34	30	27	25	34	31	28	26	23	22	27	24	23	21	19	18	22	20	19	19	34*	32*			
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection</b>																											
Partie courante (et noues en partie courante)	37	37	37	37	37	35	37	37	37	36	33	31	37	34	32	30	27	25	31	29	26	26	24	22			
Rives (et noues en rives)	37	37	36	31	29	26	35	32	30	27	25	23	28	26	24	23	20	19	23	21	20	19	18	33*			
Angles (et noues en angles)	29	27	25	22	20	18	24	22	20	19	34*	32*	19	18	33*	31*	28*	26*	33*	30*	27*	27*	25*	23*			
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort FORCE 4000 DALLE (largeur 16 cm) (1) (2)																											
(1) Sur isolant polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol), les fixations complémentaires se font sur une demi-feuille (50 cm) de renfort (cf. figure 5).																											
(2) En noues, la feuille de renfort de noue (FORCE 4000 DALLE) est soudée sur la bande complémentaire fixée mécaniquement.																											

**Tableau 8 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR2**  
 **$Wadm_{sr} = 680$  N/fixation en partie courante ( $Wadm_{sr} = 465$  N/fixation avec le renfort TOPFIX FMP grésé)**  
**Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur  $\geq 20$  m – attelages de fixations de  $R_{ns} \geq 1260$  N**

Fixation		PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis $\varnothing$ 4,8 mm ( $Pk_{ft} \geq 1260$ N)																																		
Renfort		TOPFIX FMP grésé (bandes et feuilles de renfort de noue)																																		
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	10	15	20						
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs</b>																																				
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	36	33									
Rives	37	37	37	37	34	31	37	37	35	32	29	27	33	30	28	27	24	22	28	25	23	23	21	19												
Angles	35	32	30	26	24	22	29	27	25	23	20	19	23	21	20	19	29*	27*	19	18	28*	28*	25*	23*												
Noue Part. cour.	37	37	37	37	37	36	37	37	37	37	34	31	37	35	33	31	28	26	32	29	27	27	24	23												
Noue en rive	34	31	29	25	23	21	28	26	24	22	20	18	23	21	19	18	33*	31*	19	35*	32*	32*	29*	27*												
noue en angle	24	22	20	18	33*	30*	20	18	34*	31*	28*	26*	32*	29*	27*	26*	23*	22*	27*	24*	23*	22*	20*	19*												
<b>Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection</b>																																				
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Réfection</b> sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1 <sup>er</sup> 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	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24												
Angles	37	37	34	30	27	25	34	31	28	26	23	22	27	24	23	21	19	18	22	20	19	19	29*	26*												
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	35	32												
Noue en rive	37	37	35	31	28	26	35	31	29	27	24	22	28	25	23	22	20	18	23	21	19	19	35	32												
noue en angle	28	25	23	20	18	35*	23	21	19	18	32*	30*	18	34*	31*	29*	27*	25*	31*	28*	26*	26*	23*	21*												
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection</b>																																				
Partie courante	37	37	37	37	37	35	37	37	37	36	33	31	37	34	32	30	27		31	29	26															
Rives	37	37	36	31	29	26	35	32	30	27	25	23	28	26	24	23	20		23	21	20															
Angles	29	27	25	22	20	18	24	22	20	19	29*	27*	19	18	28*	26*	24*		27*	25*	23*															
Noue Part. cour.	37	35	33	29	26	24	32	29	27	25	22	21	26	23	22	20	19		21	19	18															
Noue en rive	29	26	24	21	19	18	24	22	20	18	34*	31*	19	35*	33*	31*	28*		32*	29*	27*															
noue en angle	20	18	34*	30*	27*	25*	33*	30*	28*	26*	23*	21*	27*	24*	22*	21*	19*		22*	20*	19*															
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort TOPFIX FMP grésé (largeur 16 cm) (1) (2)																																				
(1) Sur isolant polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol), les fixations complémentaires se font sur une demi-feuille (50 cm) de renfort.																																				
(2) 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 9 – Espacements entre fixations en parties courantes, rives et angles, pour SR3**

$W_{adm_{sr}} = 680 \text{ N/fixation}$

**Versants plans - Bâtiments d'élanement courant, hauteur  $\leq 20 \text{ m}$  – attelages de fixations de  $R_{ns} \geq 1260 \text{ N}$**

Fixation du FORCE 4000 FMG			PLAQUETTE AXTER + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ( $P_{k_{ft}} \geq 1260 \text{ N}$ ) ou PLAQUETTE 40/40 Nervurée + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ( $P_{k_{ft}} \geq 1260 \text{ N}$ )																								
Renfort			TOPFIX FMP grésé (bandes et feuilles de renfort de noue) fixées avec Plaquettes DTU 63 x 63 + Vis $\varnothing 4,8 \text{ mm}$ ( $P_{k_{ft}} \geq 1260 \text{ N}$ )																								
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
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Travaux neufs</b>																											
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	36	33
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	34	31	37	37	35	32	29	27	33	30	28	27	24	22	28	25	23	23	21	19			
Angles (et noues en angles)	35	32	30	26	24	22	29	27	25	23	20	19	23	21	20	19	34*	32*	19	18	33*	33*	30*	28*			
<b>Béton cellulaire autoclavé : Bâtiments ouverts ou fermés – Travaux neufs et Réfection</b>																											
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments fermés – Réfection</b> sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (dans ce cas : 1 <sup>er</sup> 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
Rives (et noues en rives)	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	35	33	37	37	34	32	29	27	34	31	28	28	25	24			
Angles (et noues en angles)	37	37	34	30	27	25	34	31	28	26	23	22	27	24	23	21	19	18	22	20	19	19	34*	32*			
<b>TAN, bois et panneaux dérivés du bois : Bâtiments ouverts – Travaux neufs ou Réfection</b>																											
Partie courante (et noues en partie courante)	37	37	37	37	37	35	37	37	37	36	33	31	37	34	32	30	27	25	31	29	26	26	24	22			
Rives (et noues en rives)	37	37	36	31	29	26	35	32	30	27	25	23	28	26	24	23	20	19	23	21	20	19	18	33*			
Angles (et noues en angles)	29	27	25	22	20	18	24	22	20	19	34*	32*	19	18	33*	31*	28*	26*	33*	30*	27*	27*	25*	23*			
(*) Avec fixations complémentaires sur bande de renfort TOPFIX FMP grésé (largeur 16 cm) (1) (2)																											
(1) Sur isolant polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol), les fixations complémentaires se font sur une demi-feuille (50 cm) de renfort.																											
(2) 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 10a – Caractéristiques du liant HYRÈNE MM et HYRÈNE RFE 2**

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 6 mois à + 70 °C	
Ramollissement TBA (°C)	$\geq 110$	$\geq 100$	NF EN 1427
Pénétration à + 25 °C (dmm)	$\geq 40$		NF EN 1426
Contrainte maximale en traction (N/cm <sup>2</sup> )	30		Épaisseur 2 mm
Allongement de rupture à 23 °C (%)	$> 1500$		Épaisseur 2 mm
Température limite de pliage à froid (°C)	$\leq -20$	$\leq -5$	Directive UEAtc
Retour élastique après élongation	Après déformation de 200 %, rémanence $\leq 10 \%$	Après déformation de 25 %, rémanence $\leq 10 \%$	XP P 84-360

**Tableau 10b – Caractéristiques du liant ARMA**

Caractéristique	Valeur spécifiée à l'état initial	Valeur spécifiée après 3 mois à + 70 °C	
Ramollissement TBA (°C)	≥ 105	≥ 105	NF EN 1427
Température limite de pliage à froid (°C)	≤ - 10	≤ 0	Directive UEAtc
Allongement de rupture à 23 °C (%)	≥ 1000	≥ 100	Épaisseur 2 mm

**Tableau 11 – Composition et présentation des feuilles**

	Appellations commerciales		
	FORCE 4000 FMG	FORCE 4000 FMG FE	
<b>Armature</b> - Armature polyester n.t. (g/m <sup>2</sup> )	170 (1)	180	170 (1)
<b>Composition</b> - Liant d'imprégnation PSB (g/m <sup>2</sup> )	350 ± 60 (2)	350 ± 60	
- Liant d'imprégnation HYRÈNE MM (g/m <sup>2</sup> )			350 ± 60
- Liant HYRÈNE MM (ou RFE 2)	3900	3900	3900
<b>Sous-face</b> - grés (g/m <sup>2</sup> )	250		250
<b>Surface</b> - Ardoisage / Granulats (g/m <sup>2</sup> )	900 / 1100		900 / 1100
<b>Présentation</b> - Lisière de recouvrement (mm)	100 minimum		100 minimum
- Lignage (position par rapport au bord du lé) (mm)	30 minimum		30 minimum
- Épaisseur nominale mm (tolérances, %)	4,0 (- 5)		4,0 (- 5)
- Dimensions des rouleaux (m x m)	8 x 1 / 7 x 1		8 x 1 / 7 x 1
- Poids des rouleaux (indicatif)	45 / 43		45 / 43
(1) Non tissé Polyester stabilisé. (2) ou liant HYRÈNE MM.			

**Tableau 12 – Caractéristiques des feuilles**

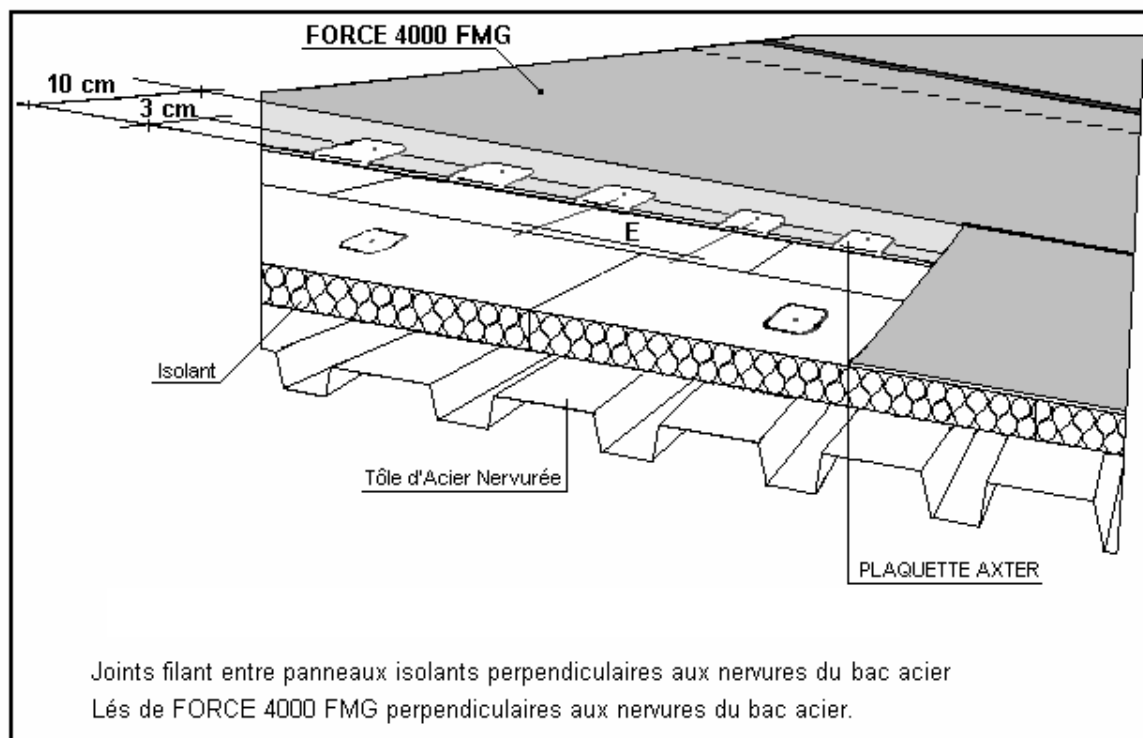
	FORCE 4000 FMG FORCE 4000 FMG FE	
	Valeur nominale	Valeur spécifiée
Contrainte de rupture en traction (NF EN 12311-1) L x T (N/50 mm) : à rupture du PY	600 x 600	500 x 500
Allongement de rupture (NF EN 12311-1) L x T (%) à rupture du PY	35 x 35	25 x 25
Température limite de pliage à froid sur mandrin Ø 20 mm (UEAtc) (°C - passe)	- 20	- 15
Tenue à la chaleur (UEAtc) (°C - passe)		+ 100
Retrait libre maximal à 80 °C (NF EN 1107-1) (%)	0,3	0,5
Résistance au poinçonnement statique du système (NF P 84-352 et FIT) - classe L		L4
Résistance au poinçonnement dynamique du système (NF P 84-353 et FIT) - classe D		D3
Résistance à la déchirure au clou (NF EN 12310-1) L x T (N)	200 x 250	180 x 230
	<b>Classement de tenue au feu extérieur</b>	
- FORCE 4000 FMG FE fixé mécaniquement sur support isolant non combustible	T 30-1 toutes pentes (1), PV CSTB n° RS98-070B du 5 juin 1998	
(1) Classement valable sur tous isolants homogènes : laine minérale, perlite expansée fibrée ou verre cellulaire, en application du § 2 de l'annexe I du « Protocole d'application de l'arrêté du 10 septembre 1970 du Ministère de l'Intérieur », Cahier du CSTB 2463 de décembre 1990.		

**Tableau 13 – Contrôles spécifiques de l'imprégnation au liant PSB**

Nature du contrôle	Fréquence
TBA - pénétration à 25 °C	1 / lot
Prise d'imprégnation (g/m <sup>2</sup> )	1 / lot

**Tableau 14 – Nomenclature de l'autocontrôle**

	Fréquence
<p align="center"><b>Sur matières premières</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitume de base : TBA - pénétration à 25 °C</li> <li>• Fines : granulométrie</li> <li>• Granulats : granulométrie - coloris</li> <li>• Films métalliques : poids</li> <li>• SBS : analyse GPC</li> <li>• Armature : traction - poids</li> </ul>	<p>1 certificat / livraison</p> <p>1 certificat / livraison</p> <p>1 certificat / livraison</p> <p>Chaque livraison</p> <p>1 / semaine</p> <p>1 certificat / livraison</p>
<p align="center"><b>Sur bitume modifié</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TBA - pénétration à 25 °C</li> <li>• Image microscope</li> <li>• Pliabilité</li> <li>• Taux de fines</li> </ul>	<p>Chaque mélange</p> <p>Chaque mélange</p> <p>1 / mois</p> <p>1 / semaine</p>
<p align="center"><b>Sur produits finis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Épaisseur - longueur - largeur - lisières - poids</li> <li>• Tenue à la chaleur</li> <li>• Pliage à froid</li> <li>• Retrait libre</li> <li>• Poinçonnement statique</li> <li>• Tenue des granulats</li> <li>• Vieillessement</li> <li>• Déchirure au clou</li> <li>• Composition</li> <li>• Traction allongement</li> </ul>	<p>Permanent</p> <p>1 / mois / produit</p> <p>1 / mois / produit</p> <p>1 / mois / produit</p> <p>1 / mois / produit</p> <p>1 / lot</p> <p>2 / an</p> <p>1 / lot / produit fixé mécaniquement</p> <p>1 / mois / produit</p> <p>1 / mois / produit</p>



**Figure 1 – principe de mise en œuvre avec PLAQUETTE AXTER**

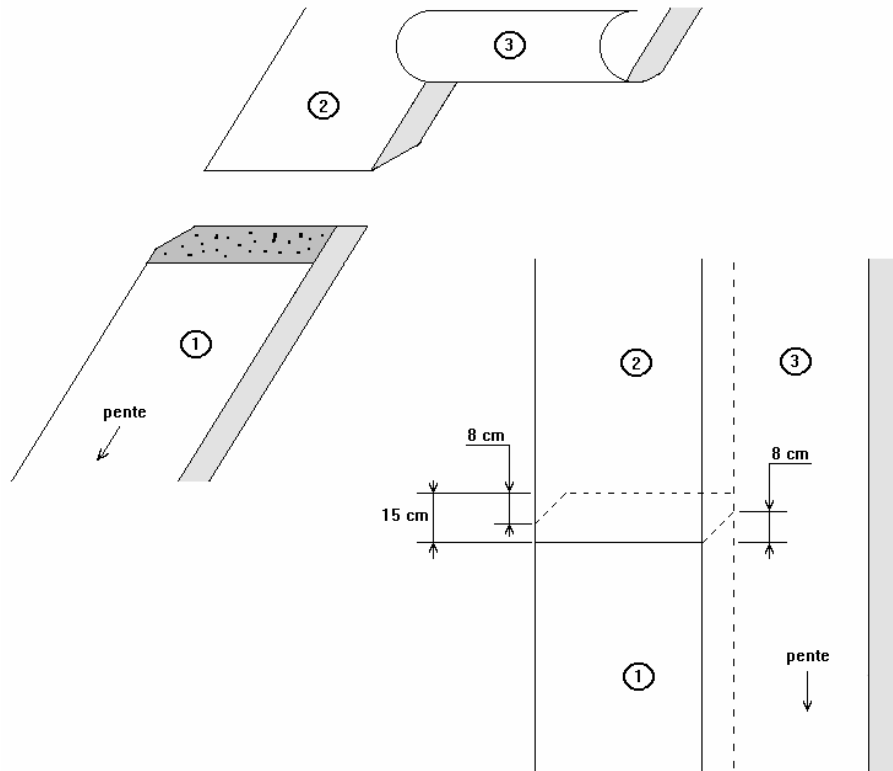


Figure 2 – Croisement de joints

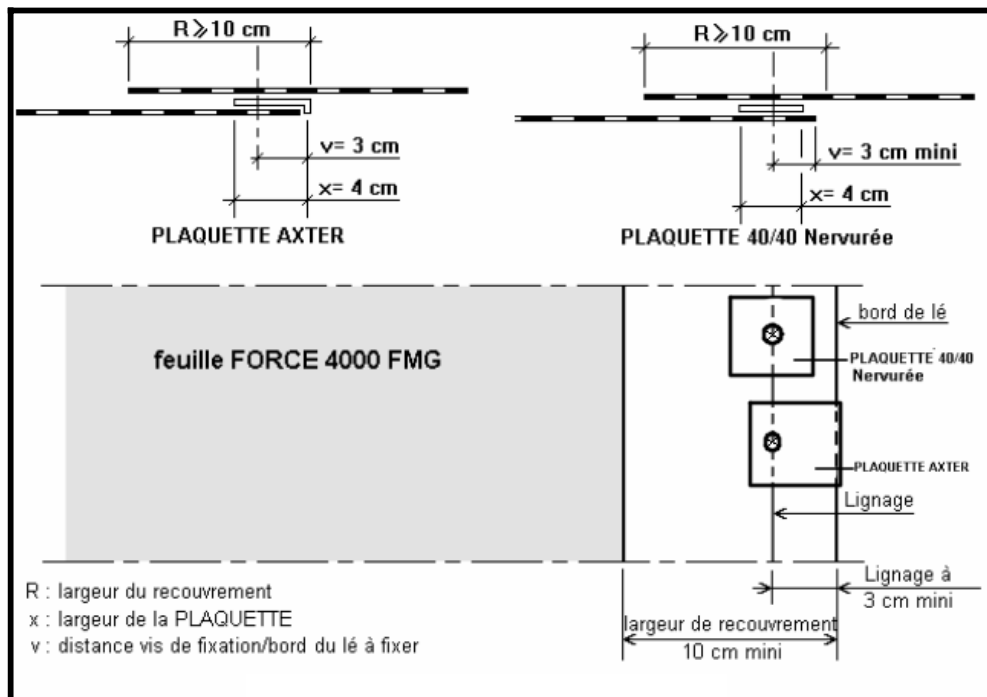


Figure 3 – Recouvrement et fixations en lisière

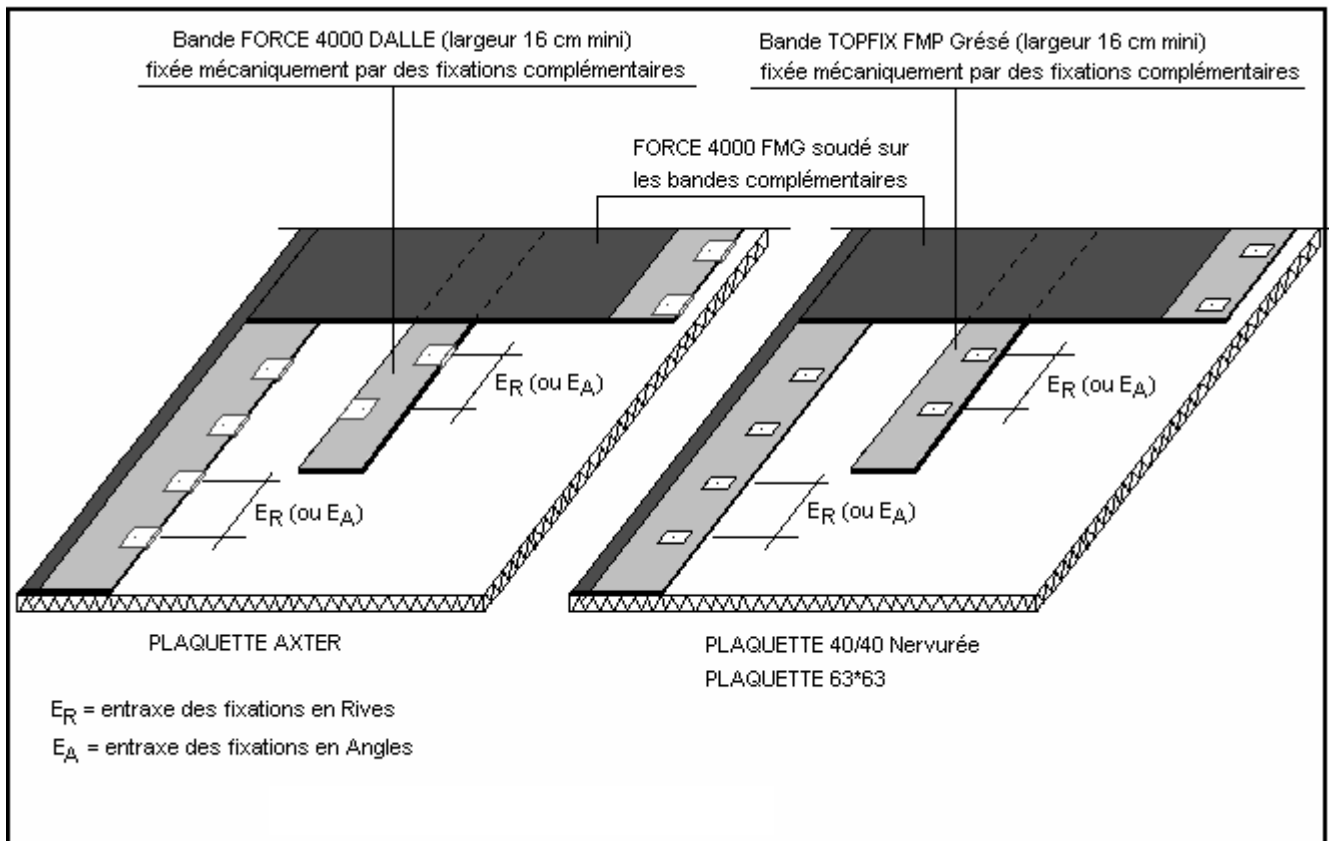


Figure 4 – Fixations complémentaires

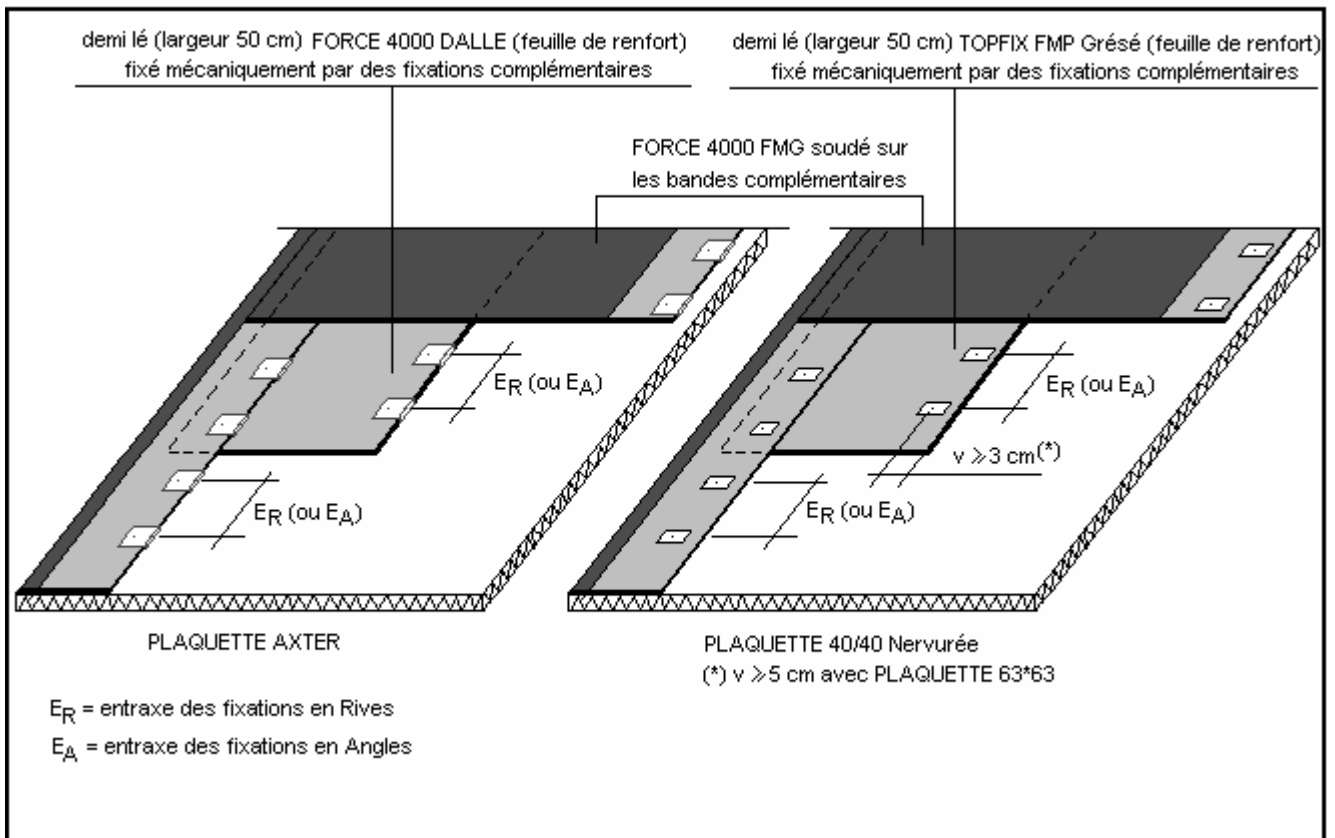
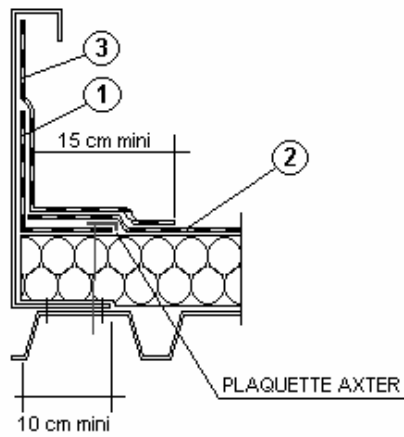
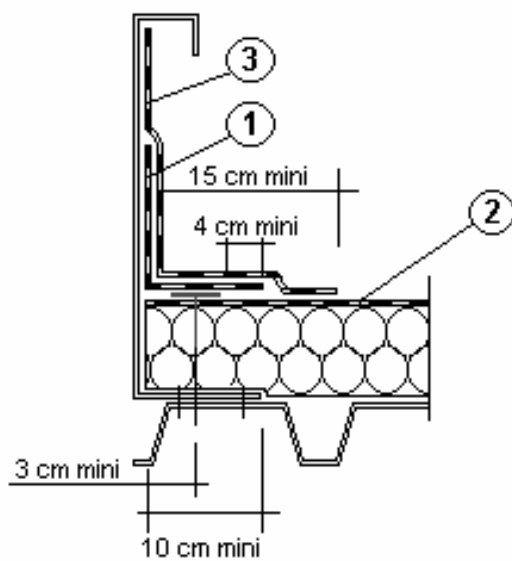


Figure 5 – Fixations complémentaires sur isolant polyuréthane (PUR) et phénolique (Résol)



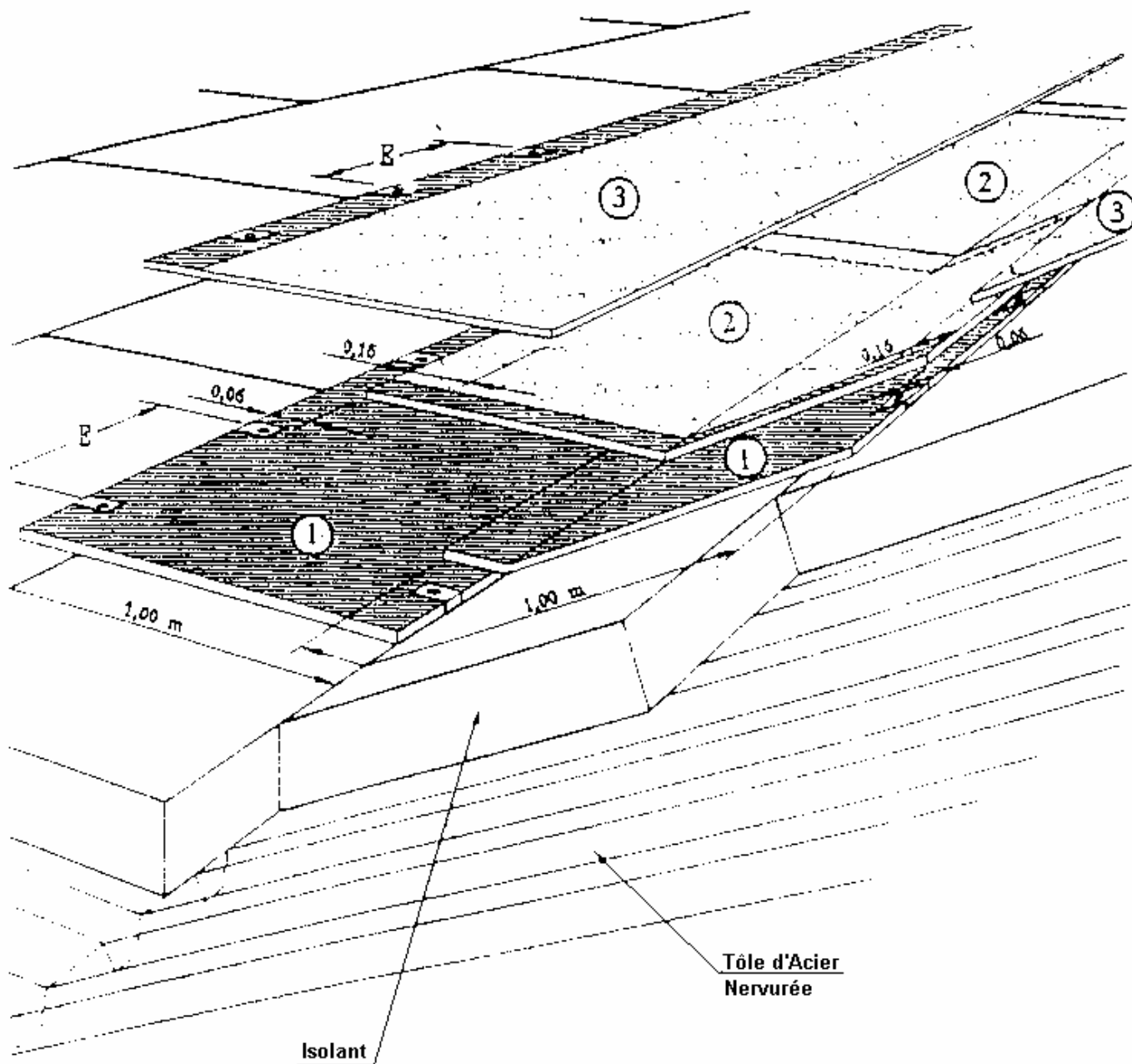
- ① BANDE D'EQUERRE 35 PY soudée en plein en relevé et fixée sur talon par PLAQUETTE AXTER + vis (entraxe fixation  $E_R$ )
- ② FORCE 4000 FMG (avec entraxe fixations de rive  $E_R$ )
- ③ Relevé FORCE 4000 FMG ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE

Figure 6 – relevés (variante 1)



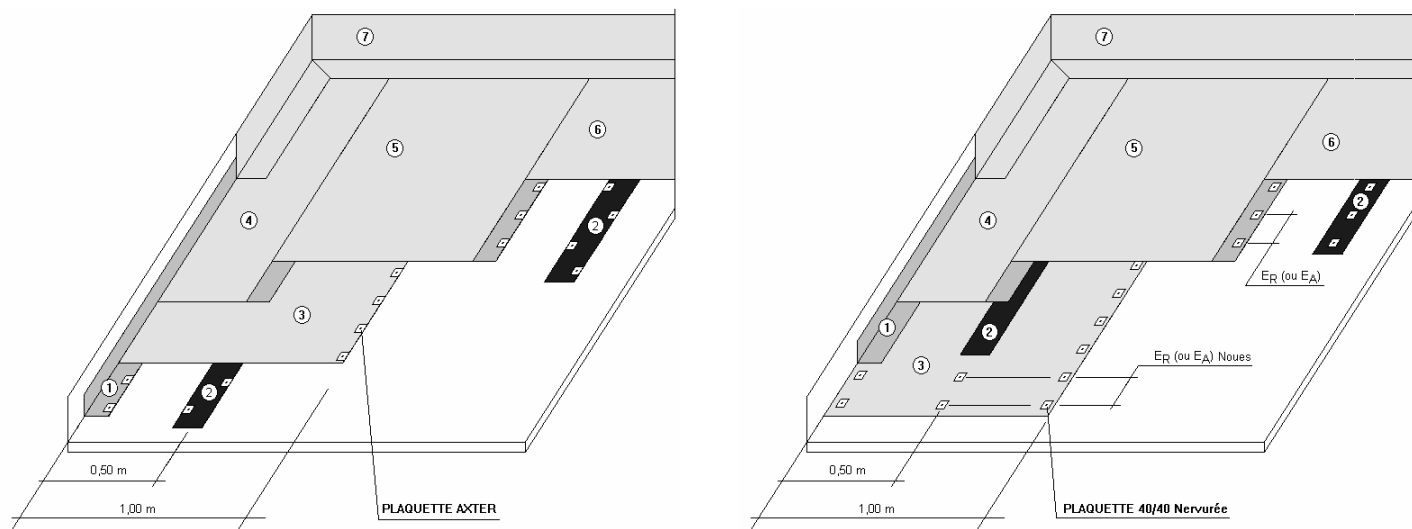
- ① BANDE D'EQUERRE 35 PY soudée en plein
- ② FORCE 4000 FMG (avec entraxe fixations de rive  $E_R$ )
- ③ Relevé FORCE 4000 FMG ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE

Figure 7 – Relevés (variante 2)



- ① Feuille de renfort de noue fixée en lisière (entraxe de fixation E)
- ② Feuille FORCE 4000 FMG déroulée transversalement et soudée en plein sur ①
- ③ Feuille FORCE 4000 FMG fixée (avec entraxe fixations de partie courante E)

Figure 8 – Noue centrale - exemple avec SR1



- ① BANDE D'EQUERRE 35 PY
- ② Renfort éventuel : bande de renfort fixée (entraxe fixation  $E_R$ )
- ③ Feuille de renfort de noue
- ④ Demi-feuille FORCE 4000 FMG soudée en plein
- ⑤ Feuille FORCE 4000 FMG fixée (avec entraxe fixations de rive  $E_R$ )
- ⑥ Feuille FORCE 4000 FMG fixée (avec entraxe fixations de partie courante E)
- ⑦ Relevé FORCE 4000 FMG ou ARMA ou ARMA CPV ou ARMALU ou ARMALU CPV ou ALPHARDOISE

Figure 9 – Nœuds de rive avec lignes de fixations complémentaires

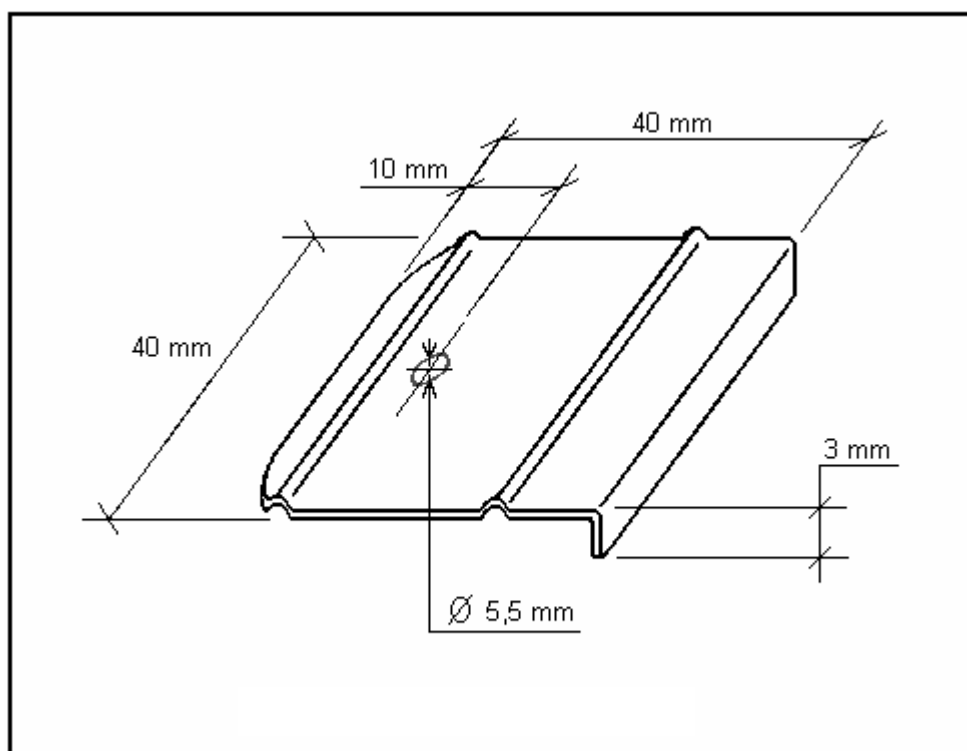
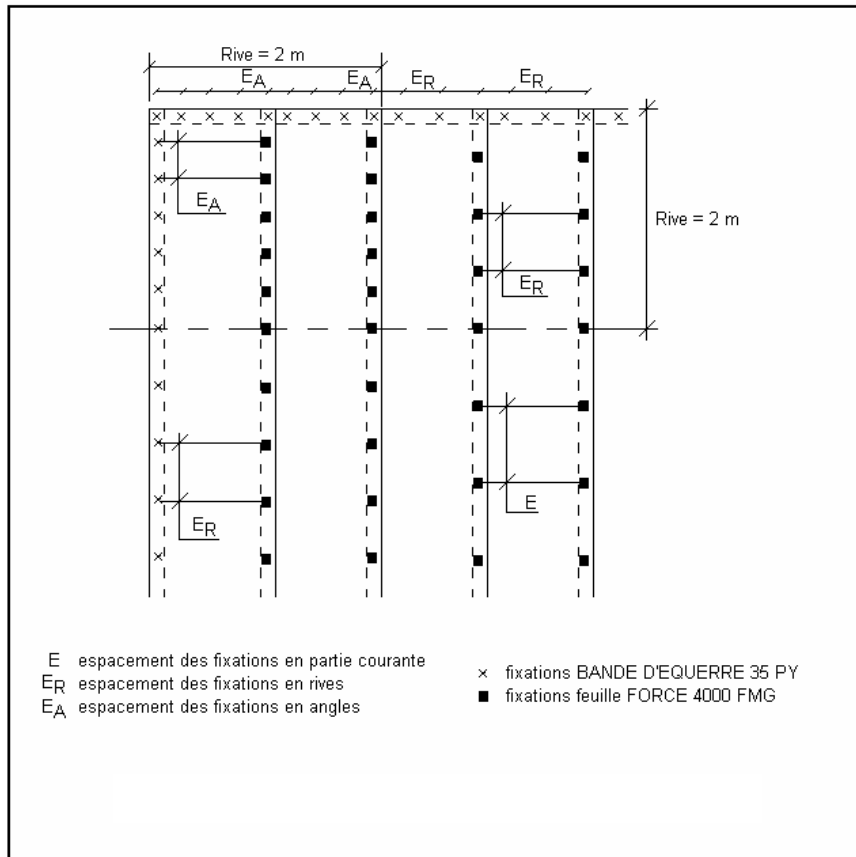
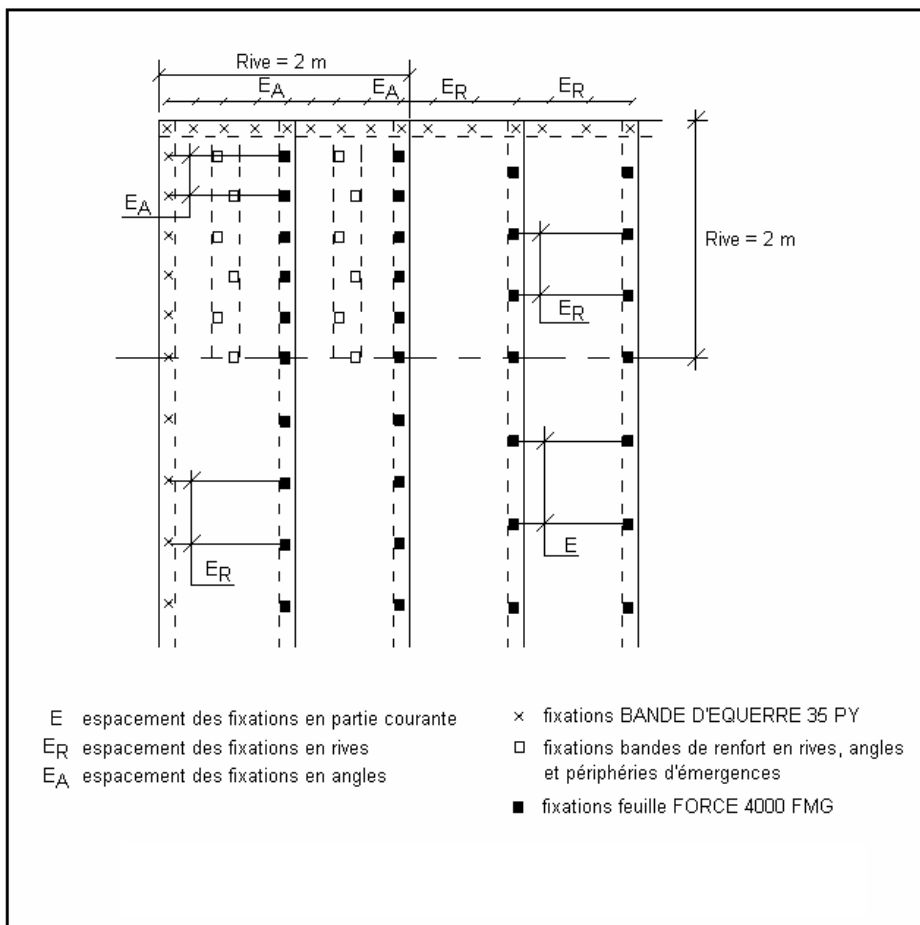


Figure 10 – Plaquette Axter



**Fixation 11 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (sans bande de renfort)**



**Fixation 12 – Disposition des fixations en partie courante, rives et angles (avec bandes de renfort)**