

Sur le procédé

## SOPRAFIX Bicouche

### Titulaire

et distributeur : **Société SOPREMA SAS**  
Internet : [www.soprema.fr](http://www.soprema.fr)

### Descripteur :

Le procédé SOPRAFIX Bicouche est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène en bitume SBS, fixé mécaniquement, destiné aux toitures inaccessibles, terrasses techniques ou avec zones techniques et aux toitures et terrasses végétalisées.

Il est destiné aux travaux neufs et de réfection, en climat de plaine, en France métropolitaine sur les éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées et en bois ou panneaux à base de bois, à versants plans et courbes, conformes à leur NF DTU respectif, au cahier 3537\_V2 ou à leurs Avis Techniques particuliers. Dans les DROM il est destiné aux travaux neufs et de réfection sur élément porteur en maçonnerie et en tôles d'acier nervurées. Il peut être utilisé sur des locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie.

Les feuilles de première couche sont fixées mécaniquement à l'élément porteur au travers de la couche isolante et soudées en lisière. Les feuilles de seconde couche sont autoprotégées et soudées sur la première couche.

Les efforts admissibles (au sens des NV 65 modifiées) ou des valeurs de calcul à l'ELU (au sens du cahier 3779), Wadm du système de référence du procédé sont :

- Avec l'attelage de fixations VMS 2C  $\Phi$  4.8 + plaquette  $\Phi$  40 de  $P_{kft} = 1520$  N :
  - 750 N/fixation pour la feuille SOPRAFIX HP,
  - 687 N/fixation pour la feuille SOPRAFIX STICK ;
- Avec l'attelage de fixations IFP2 6.7 x L + plaquette IRP 82x40 de  $P_{kft} = 1220$  N :
  - 505 N/fixation pour la feuille SOPRAFIX HP,
  - 463 N/fixation pour la feuille SOPRAFIX STICK.

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

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

## AVANT-PROPOS

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

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

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 5/14-2367_V1.            Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le procédé peut recevoir une protection lourde meuble ou des dalles pour des pentes <math>\leq 5\%</math> ;</li> <li>- La dénomination commerciale de la feuille SOPRALENE FLAM JARDIN est remplacée par SOPRALENE FLAM JARDIN CAP ;</li> <li>- Ajout du pare-vapeur SOPRAVAP STICK S 18 ;</li> <li>- Ajout des feuilles SOPRALENE FLAM 180-40 AR, SOPRALENE FLAM 250 AR, SOPRALENE FLAM UNILAY AR/AR FE en tant que feuilles de seconde couche ;</li> <li>- La dénomination commerciale de la fixation ETANCO EG 4,8 x L est désormais VMS 2C Ø 4.8 ;</li> <li>- Emploi en toitures-terrasses végétalisées étendu aux procédés de végétalisation de toitures faisant l'objet d'un AT ;</li> <li>- Ajout du dimensionnement des fixations mécaniques selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017.</li> </ul>	Anouk MINON	Philippe DRIAT

## Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1. Définition succincte.....	5
1.1.1. Description succincte .....	5
1.1.2. Mise sur le marché .....	5
1.1.3. Identification .....	5
1.2. AVIS .....	5
1.2.1. Domaine d'emploi accepté.....	5
1.2.2. Appréciation sur le procédé .....	5
1.2.3. Cahier des Prescriptions Techniques .....	7
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé.....	8
2. Dossier Technique .....	9
2.1. Données commerciales.....	9
2.1.1. Coordonnées .....	9
2.2. Description .....	9
2.3. Domaine d'emploi.....	9
2.3.1. Généralités.....	9
2.3.2. Cadre d'utilisation .....	10
2.4. Eléments et matériaux .....	10
2.4.1. Liants .....	10
2.4.2. Description et composition des feuilles.....	10
2.4.3. Attelages pour la fixation des feuilles SOPRAPHIX HP et SOPRAPHIX STICK .....	11
2.5. Fabrication et contrôles de fabrication .....	12
2.5.1. Fabrication .....	12
2.5.2. Contrôles de fabrication .....	12
2.6. Identification du produit .....	12
2.7. Fourniture et assistance technique.....	12
2.8. Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports.....	12
2.8.1. Généralités.....	12
2.8.2. Eléments porteurs et supports en maçonnerie.....	13
2.8.3. Eléments porteurs et supports en dalle de béton cellulaire autoclavé armé .....	13
2.8.4. Eléments porteurs en tôles d'acier nervurées.....	13
2.8.5. Eléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois.....	14
2.8.6. Supports isolants non porteurs .....	14
2.8.7. Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	15
2.9. Prescriptions relatives aux revêtements.....	15
2.9.1. Dispositions générales (cf. figures 1a et 1b) .....	15
2.9.2. Densité et répartition des fixations de SOPRAPHIX en partie courante, rives et angles .....	16
2.9.3. Cas de travaux de réfection sur les éléments porteurs en bois, panneaux à base de bois, béton et béton cellulaire .....	18
2.9.4. Arrêt provisoire du chantier .....	18
2.10. Relevés d'étanchéité réalisés par feuilles bitumineuses .....	19
2.10.1. Généralités.....	19
2.10.2. Cas du support de partie courante en polystyrène expansé.....	19
2.10.3. Relevés d'étanchéité non isolés thermiquement et réalisés en feuilles bitumineuses .....	19
2.10.4. Relevés d'étanchéité isolés thermiquement et réalisés par feuilles bitumineuses .....	19
2.10.5. Protection en tête.....	19
2.11. Relevés d'étanchéité réalisées avec le procédé ALSAN FLASHING (hors T.T.V) .....	19
2.11.1. Principe et généralités .....	19
2.11.2. Supports admissibles.....	20

2.11.3. Travaux préparatoires.....	20
2.11.4. Equerre préalable au niveau du pare-vapeur.....	21
2.11.5. Composition et mise en œuvre.....	21
2.11.6. Contrôle de l'adhérence du procédé FLASHING sur relief en béton.....	21
2.11.7. Dispositif écartant les eaux de ruissellement en tête des relevés.....	21
2.11.8. Réparabilité.....	21
2.12. Ouvrages particuliers.....	21
2.12.1. Noues.....	21
2.12.2. Entrées d'eaux pluviales, pénétrations.....	21
2.12.3. Joints de dilatation.....	22
2.12.4. Chemins de circulation.....	22
2.12.5. Toitures techniques et zones techniques.....	22
2.12.6. Protection des terrasses et toitures végétalisées (hors DROM).....	22
2.12.7. Protection éventuelle avec gravillons ou dalles.....	22
2.13. Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-mer (DROM) hors T.T.V.....	22
2.13.1. Eléments porteurs.....	22
2.13.2. Pare-vapeur éventuel.....	23
2.13.3. Etanchéité des parties courantes et relevés.....	23
2.13.4. Evacuation des eaux pluviales.....	23
2.14. Stockage, approvisionnement et circulation sur les toitures.....	23
2.15. Prévention des accidents.....	23
2.16. Entretien et réparation.....	23
2.17. Résultats expérimentaux.....	23
2.18. Références.....	24
2.18.1. Données Environnementales et Sanitaires.....	24
2.18.2. Autres références.....	24
2.19. Annexes du Dossier Technique.....	25
2.19.1. Annexe A 1 - Règles d'adaptation de la densité de fixations.....	25
2.19.2. Annexe A 2 - Zonage de la toiture selon les Règles NV 65 modifiées.....	28
2.19.3. Annexe A 3 - Zonage de la toiture selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA (Cahier CSTB n° 3779 de février 2017).....	29
2.19.4. Annexe A 4 - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les règles NV65 modifiées.....	30
2.19.5. Annexe A 5 - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017.....	35

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 10 janvier 2022, le procédé **SOPRAFIX Bicouche**, présenté par la Société SOPREMA SAS. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine et dans les DROM.

---

## 1.1. Définition succincte

---

### 1.1.1. Description succincte

SOPRAFIX Bicouche est un revêtement d'étanchéité bicouche en bitume SBS, fixé mécaniquement en lisière recouverte de la première couche. Il est destiné aux toitures plates et inclinées à versants plans et courbes, aux travaux neufs, et à la réfection sur ancien revêtement avec ou sans apport d'un nouvel isolant, dans toutes les zones et sites de vent, sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées, maçonnerie, béton cellulaire, bois et panneaux à base de bois, y compris les panneaux CLT, conformes aux NF DTU série 43 ou à leurs AT ou DTA particuliers.

Ce système s'emploie sur toitures non accessibles, techniques ou avec zones techniques et terrasses et toitures végétalisées avec le procédé Sopranature Tundra ou avec tout autre procédé de végétalisation de toitures bénéficiant d'un Avis Technique en cours de validité.

La contrainte de compression admissible par le revêtement d'étanchéité en toitures-terrasses et toitures végétalisées est de 200 kPa ; l'isolant peut imposer une limite inférieure.

### 1.1.2. Mise sur le marché

Les feuilles font l'objet d'une déclaration de performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13707 : 2014 et NF EN 13970:2007.

### 1.1.3. Identification

Les rouleaux reçoivent des étiquettes en bandes adhésives où figurent : le fabricant et le code usine, le nom commercial de la feuille, les dimensions, les conditions de stockage, le numéro de fabrication.

---

## 1.2. AVIS

---

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine d'emploi proposé par le Dossier Technique.

### 1.2.2. Appréciation sur le procédé

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

#### 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 du feu venant de l'extérieur et de l'intérieur.

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conforme à celle de l'arrêté du 14 février 2003 satisfont aux exigences du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est connu pour les systèmes « SOPRAFIX HP + SOPRALENE FLAM 180 AR FE », « SOPRAFIX STICK + ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3 », « SOPRAFIX HP + ELASTOPHENE FLAM 25 AR Fe », « SOPRAFIX HP + SOPRALENE FLAM 180 ALU » cités au paragraphe 2.17 du Dossier Technique.

Le classement de tenue au feu des autres revêtements 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.

#### Sécurité en cas de séisme

Selon la nouvelle 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 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,

le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 4 (moyenne) et 5 (forte), sur des sols de classe A, B, C, D et E.

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

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

La surface des feuilles est glissante lorsque humide.

### Isolation thermique

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

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

### Accessibilité de la toiture

Ce revêtement convient aux toitures :

- Terrasses inaccessibles avec feuille complémentaire de couleur (pente  $\leq 50$  %) pour les chemins de circulation ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques ;
- Terrasses et toitures végétalisées avec chemins de circulation définies au 2.12.6 du Dossier Technique.

### Emploi en climat de montage

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

### Emploi dans les régions ultrapériphériques DROM

Ce procédé peut être employé sur des éléments porteurs et supports en maçonnerie, supports isolants sur tôles d'acier nervurées, selon le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008), dans les conditions d'emploi du paragraphe 2.3 du Dossier Technique.

### Données environnementales et sanitaires

Le procédé fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective (cf. § 2.18.1 du Dossier Technique) ayant fait l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante et est déposée sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr).

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

Il est rappelé que les FDES n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

### Résistance au vent

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

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

- Attelage de fixation : VMS 2C Ø 4,8 + plaquette Ø 40 avec  $P_{k_{ft}} = 152$  daN (selon NF P 30-313) ;
- Attelage de fixation : IFP2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40 avec  $P_{k_{ft}} = 122$  daN (selon NF P 30-313) ;
- Effort admissible au sens des NV 65 modifiées ou valeur de calcul à l'ELU par fixation selon les systèmes de référence :

Wadm	SOPRAFIX HP	SOPRAFIX STICK
VMS 2C Ø 4,8 + plaquette Ø 40	750 N/ fixation cf. tableau A 4.1 et tableaux A 5.1 à A 5.10	687 N/ fixation cf. tableaux A 4.2 et A 5.11
IFP2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40	505 N/ fixation cf. tableaux A 4.3 et A 5.12	463 N/ fixation cf. tableaux A 4.4 et A 5.13

#### 1.2.2.2. Durabilité - Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé SOPRAFIX Bicouche peut être appréciée comme satisfaisante.

#### Entretien et réparations

L'entretien est celui prescrit par les normes NF DTU série 43 concernées complété par celui de l'Avis Technique du procédé de végétalisation en toiture-terrasse végétalisée.

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

#### 1.2.2.3. 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 dans leurs fiches techniques. Elles sont conformes aux prescriptions du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » (e-Cahier du CSTB 3563 de juin 2006).

#### 1.2.2.4. Mise en œuvre

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

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

#### 1.2.2.5. Classement FIT

Les revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement doivent faire l'objet d'un classement I selon la norme NF P 84-354. Les classements des différents systèmes sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Feuille de deuxième couche	Première couche : SOPRAFIX STICK ou SOPRAFIX HP
SOPRAFIX AR	13
ELASTOPHENE 25 AR	
ELASTOPHENE FLAM 25 AR / AR FE / AR FR / AR T3	
SOPRALENE FLAM JARDIN CAP	15
SOPRALENE FLAM 180 AR / AR FE	
SOPRALENE FLAM 180 ALU	
SOPRALENE FLAM 180-40 AR	
SOPRALENE UNILAY AR	
SOPRALENE FLAM UNILAY AR / AR FE	
SOPRALENE FLAM 250 AR	

### 1.2.3. Cahier des Prescriptions Techniques

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

La mise en œuvre du procédé sur un élément porteur en bois, de panneaux de contreplaqué, de panneaux de particules est possible, si le support est constitué d'un matériau conforme au NF DTU 43.4 P1-2.

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

#### 1.2.3.2. Attelages de fixation mécanique

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

À cet égard, dans le cas où il existerait une couche isolante existante, et à moins que la contrainte en déformation à 10 % de déformation de ce support isolant ne soit connue (norme NF EN 826), les attelages de fixation à employer doivent être également de type « solide au pas ». Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent et sont annoncés comme tels dans leur fiche technique.

- b) Le système SOPRAFIX Bicouche en travaux de réfection doit être précédé d'une vérification systématique des valeurs d'ancrage des fixations envisagées dans le cas de supports en :
- maçonnerie,
  - béton cellulaire autoclavé armé,
  - bois et panneaux à base de bois,

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

- c) L'emploi de fixations mécaniques est exclu au-dessus de locaux à très forte hygrométrie ( $\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$ ).
- d) La Société SOPREMA 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.
- e) Ne sont pas visés les formes de pente en béton lourd (sauf si des essais d'arrachement in situ sont réalisés dans les mêmes conditions que celles définies au § 2.8.7 du Dossier Technique, en réfection) 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 éléments porteurs de type *D* sans dalle de compression adhérente.

#### 1.2.3.3. Cas de la réfection

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

*Appréciation globale*

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

---

### **1.3.Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé**

---

- a) L'entreprise de pose doit solliciter l'assistance technique de la Société SOPREMA SAS pour la mise en œuvre du procédé FLASHING.
- b) Il est rappelé, comme indiqué sur leur emballage, que les pots de résine ALSAN FLASHING doivent être stockés couvercle d'ouverture vers le bas (pots à l'envers).
- c) Le procédé présente 4 Wadm correspondant à deux attelages de fixation de référence et deux feuilles de première couche fixées mécaniquement.
- d) En cas de terrasse ou toiture végétalisée, la contrainte apportée sur le revêtement d'étanchéité et sur l'isolant doit être calculée selon le § 2.12.6 . Elle doit être inférieure à la contrainte admise par le revêtement d'étanchéité et l'isolant.
- e) Le présent DTA apporte deux approches pour le dimensionnement au vent du complexe de toiture. Il ne faut pas les panacher. Une annexe A 1.5 de choix du dimensionnement des éléments porteurs a été ajoutée au Dossier Technique (DT).

# 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

## 2.1. Données commerciales

---

### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire

et distributeur : Société SOPREMA SAS  
 14 rue de Saint Nazaire  
 CS 60121  
 FR – 67025 Strasbourg Cedex  
 Tél. : 03 88 79 84 00  
 Fax : 03 88 79 84 01  
 Email : contact@soprema.fr  
 Internet : www.soprema.fr

---

## 2.2. Description

---

Le procédé SOPRAFIX Bicouche est un revêtement d'étanchéité bicouche homogène, à base de bitume modifié par élastomère SBS. Il est fixé mécaniquement à l'élément porteur avec apport éventuel d'un nouvel isolant.

Les feuilles SOPRAFIX (HP et STICK) de première couche, de largeur nominale de 1,00 m, sont fixées mécaniquement et soudées en lisière. Leur épaisseur minimale est de 2,5 mm.

SOPRAFIX STICK a la particularité d'avoir un double galon (8 cm auto-adhésif + 4 cm soudé).

Les feuilles de deuxième couche peuvent provenir de la gamme ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM et comportent un grésage ou un film une face, et un revêtement d'autoprotection.

Elles sont soudées sur la première couche.

---

## 2.3. Domaine d'emploi

---

### 2.3.1. Généralités

Le procédé SOPRAFIX Bicouche s'applique :

- En climat de plaine ;
- Aux travaux neufs et de réfection (cf. NF DTU 43.5) ;
- En France métropolitaine, sur tous les éléments porteurs :
  - Approche du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. *Règles NV 65 modifiées*) : pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 40 m, dans les zones climatiques 1, 2, 3, 4, tous sites de vent ;
  - Approche de la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017 : pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m, dans les régions climatiques 1, 2, 3 et 4, toutes catégories de terrain de vent.
- En DROM, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m, en zone climatique 5 :
  - Sur élément porteur en maçonnerie, en travaux neufs ou de réfection : approche du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. *Règles NV 65 modifiées*) ou méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4 donnée dans le cahier CSTB n°3779 de février 2017 ;
  - Sur élément porteur en tôles d'acier nervurées en travaux neufs uniquement : approche du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. *Règles NV 65 modifiées*).
- Aux toitures inaccessibles, ou terrasses techniques ou zones techniques (sans chemin de nacelle) ;
- Aux terrasses et toitures végétalisées avec le procédé SOPRANATURE TOUNDRA (pente ≤ 35 %) ou avec tout autre procédé de végétalisation de terrasses et toitures relevant d'un Avis Technique en cours de validité (pentes ≤ 20 %.)
- Aux toitures plates et inclinées ;
- Aux versants plans et courbes.

En France métropolitaine, il est admis sur les éléments porteurs en :

- Tôles d'acier nervurées conformes au NF DTU 43.3 ;
- Tôles d'acier nervurées d'ouverture haute de nervure (Ohn) > 70 mm (et ≤ 200 mm), conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité mis en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70 mm, dans les départements européens » (*Cahier du CSTB 3537\_V2* de janvier 2009) ;
- Tôles d'acier nervurées conformes à leurs Avis Techniques ;
- Maçonnerie toutes pentes, conforme aux NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ;
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé de pentes ≥ 1 %, conformes à leurs Avis Techniques particuliers ;

- Bois et panneaux à base de bois, conformes au NF DTU 43.4 ou à un Document Technique d'Application particulier, y compris les panneaux CLT.

Dans les DROM (terrasses et toitures végétalisées exclues), il est admis sur les éléments porteurs en :

- en maçonnerie ou en tôles d'acier nervurées dans les conditions prévues par le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les Départements d'Outre-Mer (DOM) » (*e-Cahier du CSTB 3644* d'octobre 2008).

Les *tableaux 1 à 4* résument les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre en compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports qui pourraient affecter le domaine d'utilisation.

Le procédé est admis sur locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie (très forte hygrométrie exclue), sous réserve du respect des règles propres aux éléments porteurs et aux isolants supports concernés.

Le procédé est destiné à rester autoprotégé ; toutefois en France métropolitaine, il peut recevoir une protection lourde meuble pour des pentes jusqu'à 5 %, sur tous les éléments porteurs dans les conditions du § 2.12.7.

En toiture technique ou à zone technique, en France métropolitaine et dans les DROM, le procédé peut également recevoir une protection lourde avec dallettes, conformément aux normes NF DTU série 43.

### 2.3.2. Cadre d'utilisation

#### 2.3.2.1. Sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

(cf. *tableau 1*)

#### 2.3.2.2. Sur éléments porteurs en maçonnerie

(cf. *tableau 2*)

#### 2.3.2.3. Sur éléments porteurs en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

(cf. *tableau 3*)

#### 2.3.2.4. Sur éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois

(cf. *tableau 4*)

---

## 2.4.Éléments et matériaux

---

### 2.4.1. Liants

Les liants en bitume élastomère SBS (ETF 2, ETF 2 FE, ETF 2 IC) fillerisés et en bitume élastomérique sont définis dans le DTA « ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM ».

Le liant ETF 2 avec agent anti-racine est défini dans le DTA « SOPRALENE JARDIN ».

### 2.4.2. Description et composition des feuilles

#### 2.4.2.1. Matériaux de première couche : SOPRAPHIX HP et STICK

Ces feuilles sont conformes au Guide UEAtc version 2001 (*e-cahier du CSTB 3542* de janvier 2006) et à la norme NF EN 13707.

#### Composition et présentation

cf. *tableau 6*

#### Caractéristiques

cf. *tableau 7*

#### 2.4.2.2. Matériaux de deuxième couche

- SOPRAPHIX AR (cf. *tableaux 6 et 8*) ;
- ELASTOPHENE 25 AR ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 AR ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 AR Fe ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 AR FR ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3 (cf. *tableau 9*) ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ;
- SOPRALENE FLAM 180 ALU ;
- cf. Document Technique d'Application « ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM » ;
- SOPRALENE FLAM 180-40 AR, SOPRALENE FLAM 250 AR, SOPRALENE FLAM UNILAY AR/AR FE, SOPRALENE UNILAY AR :  
cf. Document Technique d'Application « SOPRALENE FLAM Monocouche ».
- SOPRALENE FLAM JARDIN CAP :  
cf. Document Technique d'Application « SOPRALENE JARDIN ».

#### 2.4.2.3. Matériaux de feuilles en relevés

Cf. DTA « ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM » et « SOPRALENE FLAM monocouche » :

- EQUERRE DE RENFORT SOPRALENE ;
- SOPRALENE FLAM S 180-35 et SOPRALENE FLAM UNILAY ;
- SOPRALAST 50 TV ALU (ou cuivre ou inox) ;
- SOPRALAST AR ;
- CHAPE ATLAS AR ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR/AR FE ;
- SOPRALENE FLAM 180 ALU ;
- SOPRALENE FLAM 180-40 AR ;
- SOPRALENE FLAM UNILAY AR/AR FE ;
- SOPRALENE FLAM 250 AR ;
- SOPRASOLIN.

Cf. Document Technique d'Application « SOPRALENE JARDIN » :

- SOPRALENE BASE ;
- SOPRALENE FLAM JARDIN CAP.

#### 2.4.2.4. Matériaux de relevés en FLASHING

Cf. Document Technique d'Application « ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM » :

- ALSAN FLASHING ;
- VOILE FLASHING ;
- VOILE de RENFORT ;
- Diluant V, diluant L ;

#### 2.4.2.5. Autres matériaux

Cf. DTA « SOPRAFIX UNILAY » :

- SOPRAVAP STICK S18 : membrane bitumineuse SBS auto-adhésive d'épaisseur nominale  $1,9 \pm 5$  % mm, conforme à la NF EN 13970. Armature composite grille de verre / voile de verre de  $75 \text{ g/m}^2$  ; surface sablée, film pelable en sous-face ; transmission de la vapeur d'eau :  $S_d \geq 138 \text{ m}$  ; déchirure au clou : résiste à 150 N minimum (sens longitudinal et transversal) ; étanchéité à l'eau : conforme ; rouleaux de  $13 \times 1,08 \text{ m}$  : 25 kg environ.

Cf. Document Technique d'Application « ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM » :

- ELASTOVAP ;
- SOPRAVAP STICK ALU ;
- SOPRAVAP STICK ALU S 16 ;
- VAPOBAC : voile de verre aluminium conforme à la norme NF DTU 43.3 ; classement de réaction au feu M1.
- AERISOL FLAM ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 ;
- ELASTOPHENE 25 ;
- ELASTOPHENE 25 AR ;
- SOPRACOLLE 300 N ;
- SOPRADERE ;
- ELASTOCOL 500 ;
- AQUADERE ;

cf. DTA SOPRALENE STICK :

- AQUADERE STICK.

#### 2.4.2.6. Classement des feuilles, par ordre croissant de performances

**En partie courante :**

*cf. tableau 10.*

**En relevé :**

*cf. tableau 11.*

#### 2.4.3. Attelages pour la fixation des feuilles SOPRAFIX HP et SOPRAFIX STICK

Les attelages comportent :

- Un élément de liaison à l'élément porteur ;
- Une plaquette de répartition.

Ils répondent aux exigences du Cahier du CSTB 3563 (cf. Annexe A).

Ils sont associés à l'élément porteur et aux revêtements SOPRAFIX.

Ils font l'objet d'une fiche technique établie par le fabricant de fixations, précisant notamment la valeur de résistance caractéristique  $PK_{ft}$  selon la norme NF P 30-313 de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service  $Q_{ft}$  (selon Cahier du CSTB 3563 de juin 2006).

## 2.5. Fabrication et contrôles de fabrication

### 2.5.1. Fabrication

Les feuilles sont produites par la Société SOPREMA SAS en France dans ses usines de Strasbourg (67), Val de Reuil (27) et Sorgues (84). Ces trois usines appliquent un système d'assurance de la qualité conforme à la norme ISO 9001 :2015. De plus, ces trois usines appliquent un système de Management Environnement conforme à la norme ISO 14001.

La fabrication relève des techniques classiques de la transformation des bitumes modifiés.

Le liant préparé en usine est maintenu à 200 °C et dirigé vers les machines d'enduction. Certaines armatures non-tissées et composites sont imprégnées en bitume oxydé, puis enduites entre deux cylindres de réglage d'épaisseur. La feuille est ensuite refroidie, puis enroulée à dimensions.

ALSAN FLASHING et SOPRACOLLE 300N, sont fabriqués dans l'usine Soprema SAS de Strasbourg qui applique un système ISO 9001.

Pour le FLASHING, les bidons sont stockés retournés et à l'abri de la chaleur.

### 2.5.2. Contrôles de fabrication

#### 2.5.2.1. Les feuilles

Les méthodes de contrôle utilisées sont celles définies par le Laboratoire Central SOPREMA SAS basé à Strasbourg et qui sont par ailleurs appliquées en France, dans les 2 autres usines SOPREMA. Les contrôles effectués ainsi que leur fréquence sont en tous points identiques à ceux des trois autres usines, selon le *tableau 12* du Dossier Technique. La production de ces usines est en outre suivie par SGS.

#### 2.5.2.2. ALSAN FLASHING et SOPRACOLLE 300N

Cf. Document Technique d'Application "ELASTOPHENE FLAM – SOPRALENE FLAM".

Est effectué en amont un autocontrôle sur les prépolymères et les résines finies.

Les contrôles effectués avant conditionnement en bidons et réalisés sur chaque batch sont :

- Viscosité ;
- Extrait sec.

De plus pour la résine ALSAN FLASHING, sont contrôlés à chaque production : l'aptitude à l'emploi à la polymérisation, l'indice de thixotropie, la contrainte et l'allongement à la rupture.

Les bidons reçoivent une marque permettant d'identifier le lot et la date limite d'utilisation.

## 2.6. Identification du produit

Tous les matériaux fournis sont étiquetés et portent les indications suivantes : appellation commerciale, dimensions, volume ou poids, conditions de stockage, consignes de sécurité, usine d'origine.

Les feuilles d'étanchéité mentionnées dans le dossier sont marquées CE suivant la norme EN 13707.

## 2.7. Fourniture et assistance technique

Elle est assurée par des entreprises d'étanchéité qualifiées.

Une assistance technique peut être demandée à la Société SOPREMA SAS.

Concernant plus particulièrement le procédé FLASHING, SOPREMA SAS dispense deux types de formation :

- Stages organisés en son centre de formation à Strasbourg ;
- Sur chantier, par l'intervention de démonstrateurs-formateurs appartenant au centre de formation SOPREMA SAS, ceci sur l'ensemble du processus de mise en œuvre, de la préparation du support à la réalisation de l'étanchéité avec ALSAN FLASHING.

Toute entreprise, mettant en œuvre pour la première fois le procédé FLASHING, est tenue de faire une demande de formation à la Société SOPREMA SAS.

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

### 2.8.1. Généralités

Les éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, bois ou panneaux à base de bois, acier et les supports sont conformes aux prescriptions des NF DTU ou des Avis Techniques ou des Documents Techniques d'Application 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.

L'annexe A 1.5 définit les choix de méthode de dimensionnement du procédé selon l'élément porteur et la méthode utilisée pour le dimensionnement de celui-ci.

Si une protection lourde meuble ou des dalles sont mises en œuvre, le poids propre de la protection doit être pris en compte conformément aux normes NF DTU de la série 43.

### 2.8.2. Eléments porteurs et supports en maçonnerie

Sont admis les éléments porteurs et supports en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 20.12, (type D non admis), et les éléments porteurs et supports non traditionnels bénéficiant d'un Avis Technique pour l'emploi comme élément porteur apte à recevoir des revêtements d'étanchéité fixés mécaniquement, à l'exception des formes de pente en béton lourd (sauf si des essais d'arrachement in situ sont réalisés dans les mêmes conditions que celles définies au § 2.8.7, en réfection) 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. La préparation des supports est effectuée conformément aux prescriptions des NF DTU et des Avis Techniques ou des Documents Techniques d'Application.

La préparation et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1. Les pontages peuvent être réalisés avec une bande de 20 cm de largeur en SOPRALAST 50 TV ALU disposée coté Alu vers le support.

### 2.8.3. Eléments porteurs et supports en dalle de béton cellulaire autoclavé armé

Sont admis les éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé bénéficiant d'un Avis Technique favorable. L'élément porteur est mis en œuvre conformément à ces Avis Techniques. On se reportera à ce document, notamment pour le traitement des joints et la constitution du pare-vapeur en cas d'isolation thermique complémentaire.

### 2.8.4. Eléments porteurs en tôles d'acier nervurées

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

Sont admises, les tôles d'acier nervurées (TAN) conformes aux prescriptions du NF DTU 43.3 P1, avec un dimensionnement soit selon une approche NV65 modifiée, soit selon une approche Eurocode 1 P1-4.

##### 2.8.4.1.1. Cas de l'approche des Règles NV 65 modifiées

Dans le cas d'une approche des Règles NV 65 modifiées, le revêtement d'étanchéité s'applique pour des bâtiments de hauteur inférieure à 20 m et supérieure à 20 m sans dépasser 40 m. Dans ce dernier cas, une vérification spécifique des tôles d'acier nervurées à la charpente est à prévoir, comme prescrit par la norme NF DTU 43.3, et la consultation du fabricant des tôles d'acier nervurées est nécessaire.

##### 2.8.4.1.2. Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4

Dans le cas d'une approche Eurocode 1 partie 1- 4 (NF EN 1991-1 4/NA) simplifiée, donnée dans le Cahier CSTB n°3779, le choix des TAN et de leur épaisseur est effectué en ne considérant que les charges descendantes (cf. § 6.2.2.1.3 du NF DTU 43.3) dans les cas suivants de bâtiments de hauteur maximum 20 m :

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

Dans le cas de catégories de terrain non citées en Annexe A6 (IV et IIIa) et citées dans les DPM, il convient de prendre la plus défavorable, IIIb pour IV, II pour IIIa.

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

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

Avec :

- W : charges ELU en dépression dues au vent calculées selon l'Eurocode 1 P1-4 (NF EN 1991-1-4/NA) et Cahier du CSTB 3779 diminuées du poids propre de la toiture (daN/m<sup>2</sup>).
- L : portée des TAN (m).
- e : écartement des fixations des TAN sur appui (m) : un entraxe de nervures s'il y a une fixation par nervure, deux entraxes de nervures s'il y a une fixation toutes les deux nervures.
- n : pour chaque nervure fixée, n=1 si fixation unique ; n=2 si fixation doublée.
- R<sub>c</sub> : résistance de caractéristique de la fixation selon la NF P 30-313 (daN).

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

#### 2.8.4.2. En tôles d'acier nervurées conformes au Cahier CSTB 3537\_V2

Sont admises, les TAN conformes au CPT Commun « 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 » (Cahier du CSTB n°3537\_V2 de janvier 2009).

Dans ce cas, le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les NV65 modifiées, l'approche Eurocode ne s'applique pas.

#### 2.8.4.3. En tôles d'acier avec caisson bénéficiant d'un Avis Technique

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

Le panachage des méthodes de dimensionnement n'est pas admis. La méthode de dimensionnement utilisée pour les revêtements d'étanchéité dépend de la méthode de dimensionnement admise par l'Avis Technique des tôles d'acier nervurées avec caisson (cf. Annexe A 1.5).

#### 2.8.5. Eléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois

Sont admis les éléments porteurs et supports en bois massif et les panneaux à base de bois conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.4 ainsi que les panneaux non traditionnels (y compris les panneaux CLT) bénéficiant d'un Avis Technique favorable ou d'un Document Technique d'Application, pour recevoir un revêtement d'étanchéité fixé mécaniquement.

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 ou inférieur du système.

Préparation des supports :

- Pour les pare-vapeur adhérents soudés sur panneaux à base de bois, la préparation comporte la réalisation de pontages en SOPRALAST 50 TV ALU de 20 cm de largeur, disposés sur les joints de panneaux, la face alu sur le support.  
L'application d'un EIF (enduit d'imprégnation à froid) est obligatoire dans le cas de panneaux à particules et contreplaqués conformément au NF DTU 43.4. Dans le cas de panneaux à base de bois sous Document Technique d'Application, elle est facultative et se fait conformément aux préconisations du Document Technique d'Application du panneau bois ;
- Pour les pare-vapeur cloués : aucune préparation.

##### 2.8.5.1. Bois et panneaux à base de bois conformes au NF DTU 43.4

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.

Dans le cadre d'un élément porteur en bois conforme à la norme NF DTU 43.4, le dimensionnement aux contraintes admissibles reste applicable. Dans ce cas, le revêtement d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les NV65 modifiées.

##### 2.8.5.2. Bois et panneaux à base de bois sous Avis Technique ou Document Technique d'Application

Dans le cas d'un élément porteur en bois ou panneaux à base de bois bénéficiant d'un Avis Technique, le revêtement d'étanchéité pourra être dimensionné selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017.

#### 2.8.6. Supports isolants non porteurs

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

Dans le cas d'isolant dont la résistance à la compression à 10 % est < 100 kPa (EN 826), les fixations du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ».

##### 2.8.6.1. Terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques

En système apparent, sont admis :

- les panneaux isolants mentionnés dans les *tableaux 1 à 4*, dans les conditions de leur Document Technique d'Application particulier pour l'emploi sous revêtement d'étanchéité apparent fixé mécaniquement ;
- les procédés d'isolation mixte selon leur DTA sous revêtement d'étanchéité en apparent fixé mécaniquement.

Dans le cas d'une mise en œuvre d'une protection lourde meuble ou de dalles, se reporter au § 1 des Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021, pour « Les panneaux isolants qui bénéficient d'un DTA en cours de validité en support de revêtement d'étanchéité apparent mis en œuvre (...) ».

##### 2.8.6.2. Toitures-terrasses et toitures végétalisées

Sont admis les panneaux isolants de classe C (compressibilité selon Guide UEAtc) et visés, sur l'élément porteur considéré, pour un emploi en support de revêtement de terrasses et toitures végétalisées par leur Document Technique d'Application ou suivant les Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

##### 2.8.6.3. Mise en œuvre du pare-vapeur

Le *tableau 5* s'applique au choix et au principe de mise en œuvre de l'écran pare-vapeur.

Dans le cas de reliefs en béton, blocs de béton cellulaire, reliefs en réfection conformément au NF DTU 43.5, une équerre de renfort SOPRALÈNE, avec talon de 6 cm au minimum et avec aile verticale dépassant de 6 cm au minimum le nu supérieur de l'isolant de partie courante, est soudée horizontalement sur la pare-vapeur et sur le relief du relevé.

Lorsque le relevé est réalisé selon le procédé FLASHING, l'équerre préalable est réalisée en résine bitume polyuréthane ALSAN FLASHING (cf. § 2.11.4).

##### 2.8.6.4. Mise en œuvre de l'isolant

*Cas des terrasses inaccessibles, techniques ou à zones techniques*

Les panneaux isolants sont mis en œuvre en quinconce et jointifs en premier lit, fixés mécaniquement au préalable selon les prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier. Si nécessaire, un deuxième lit, éventuellement un troisième lit, peuvent être fixés de même, à joints décalés.

Sur tôles d'acier nervurées, le joint filant est perpendiculaire aux nervures des tôles.

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 ». Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent et sont annoncés comme tels dans leur fiche technique.

Dans le cas de protection lourde meuble ou de dalles, les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément aux dispositions des Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

#### **Cas des toitures-terrasses et toitures végétalisées**

Les panneaux isolants sont mis en œuvre conformément aux dispositions des Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (norme NF EN 826) est inférieure à 100 kPa (cf. *certificat ACERMI établi selon les Règles Professionnelles « Isolants support d'étanchéité sous protection lourde » de juillet 2021*), les attelages de fixation mécanique des panneaux isolants et du revêtement d'étanchéité doivent être du type « solide au pas ». Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 conviennent et sont annoncés comme tels dans leur fiche technique.

#### **Cas particulier du PSE**

Se reporter au Document d'Application de l'isolant pour les prescriptions de mise en œuvre (nature et densité des fixations préalables) dans le cas du revêtement d'étanchéité en apparent. Dans le cas particulier d'une toiture terrasse végétalisée, se reporter au certificat ACERMI de l'isolant établi selon les Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

L'écran thermique (ELASTOPHENE 25 AR) est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libre. Cet écran n'est pas nécessaire avec la feuille SOPRAFIX STICK.

La protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences, traités avec feuilles soudées, est réalisée à l'aide d'une bande auto-adhésive à froid, SOPRASOLIN, développé 10 cm, appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales. Le recouvrement de ces bandes est de 10 cm. Il est aussi possible d'éviter cette protection en remplaçant, au droit des émergences, le PSE par un panneau ou une bande (de 20 cm mini) en perlite fibrée ou en laine minérale. De même cette protection n'est pas nécessaire avec l'emploi des relevés en FLASHING.

#### **2.8.7. Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité**

Ce sont d'anciennes étanchéités type asphalte, multicouche traditionnelle ou à base de bitume modifié, d'enduit pâteux, de ciment volcanique ou de membranes synthétiques, pouvant être sur différents supports (bois, panneaux à base de bois, maçonnerie, béton cellulaire, isolants sur les trois éléments porteurs précités et sur acier).

Les critères de conservation et de préparation de ces anciennes étanchéités pour leur réemploi comme support ou comme écran vapeur sont définis dans la norme NF DTU 43.5.

Les feuilles métalliques d'autoprotection n'ont pas à être déposées en partie courante.

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection) respectent également ces règles. Le pontage des fissures n'est obligatoire que si le revêtement est conservé en tant que pare-vapeur.

Dans le cas d'un ancien revêtement en feuilles sous protection rapportée meuble, la réfection sur ancien revêtement conservé comporte l'apport d'un panneau isolant support répondant aux prescriptions du § 2.8.6 ; à moins que les gravillons existants ne soient réutilisés dans les conditions de la norme NF DTU 43.5.

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

---

## **2.9. Prescriptions relatives aux revêtements**

---

### **2.9.1. Dispositions générales (cf. figures 1a et 1b)**

La composition du revêtement est indiquée au § 2.3.2.

a) Les feuilles de première couche SOPRAFIX sont déroulées et positionnées à recouvrement longitudinal de :

- 10 cm pour SOPRAFIX HP,
- 12 cm pour SOPRAFIX STICK à galon mixte (8 cm autoadhésif + 4 cm soudé).

Un lignage de recouvrement (repère A sur les figures 2a et 2b), tracé sur la feuille, guide le recouvrement.

Lorsque l'élément porteur est une tôle d'acier nervurée, la feuille SOPRAFIX est déroulée perpendiculairement aux nervures.

Les recouvrements transversaux sont de :

- 10 cm (cas général),
- 20 cm avec SOPRAFIX STICK sur PSE (10 cm de protection à la flamme + 10 cm soudé).

Les fixations (attelages comportant éléments de liaison et plaquettes associées) utilisables sur chaque élément porteur sont décrites au paragraphe 2.4.3. Les fixations dites « solides au pas » sont obligatoires dans le cas d'isolant dont la résistance à la compression à 10 % est < 100 kPa (EN 826).

SOPRAFIX est fixée mécaniquement en lisière sous le recouvrement longitudinal (figure 3).

Pour SOPRAFIX HP, le lignage à 5 cm du bord de la feuille (repère B sur la *figure 2a*) matérialise l'implantation des fixations (plaquettes Ø 40 mm ou 82 x 40 mm grand axe orienté dans le sens du lignage).

Le recouvrement dépasse d'au moins 3 cm les bords des plaquettes. Les recouvrements sont soudés de façon homogène et étanche au chalumeau.

Pour SOPRAFIX STICK, les fixations sont implantées à 6 cm du bord de la feuille après avoir retiré le galon siliconé de surface. Le bord des plaquettes se situe à 4 cm de la zone de soudure du joint.

Le recouvrement longitudinal est assuré par :

- auto-adhésivité sur 8 cm de large en marouflant soigneusement le galon,
- soudure à la flamme sur les 4 cm restant.

Voir *figure 2b*.

Sur un isolant admettant l'adhérence, il est possible, en plus des fixations mécaniques propres à ce système, de souder en plein SOPRAFIX HP.

b) Les feuilles de seconde couche sont soudées sur toute leur surface.

Les recouvrements longitudinaux sont d'au moins 6 cm soudés, décalés d'au moins 10 cm par rapport à ceux de la première couche ou croisés (*figure 4*).

Les recouvrements transversaux sont de 10 cm, décalés entre eux d'au moins 20 cm (les jonctions en croix sont interdites et seules les jonctions en T sont admises).

### **Règles de substitution**

Des feuilles de deuxième couche peuvent être substituées aux feuilles de base indiquées au § 2.3.2 (cf. § 2.4.2.2 et 2.4.2.6).

### **Règles d'inversion**

L'inversion des couches n'est pas admise.

### **Fixations en tête**

Lorsque les lés sont disposés dans le sens de la pente, des fixations sont obligatoires en tête des lés de la couche autoprotégée (4 fixations par mètre linéaire) pour les pentes supérieures ou égales à 100 %. Elles sont recouvertes par les recouvrements des lés disposés en amont ou par les talons des renforts de gorge. De plus, quel que soit le support, la longueur des lés de la couche autoprotégée est limitée à 5 m.

## **2.9.2. Densité et répartition des fixations de SOPRAFIX en partie courante, rives et angles**

### **2.9.2.1. Généralités**

Le présent document définit le choix des attelages (vis + plaquette) et leur espacement, en fonction de l'élément porteur, de l'isolant et du revêtement SOPRAFIX.

Les valeurs de  $P_{k_f}$  sont données dans les fiches techniques établies selon la norme NF P 30-313.

#### **2.9.2.1.1. Selon les Règles NV 65 modifiées**

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

- D'une part, sur la base de la charge dynamique admissible, par fixation ( $W_{adm_{sr}}$ , système de référence) déterminée sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'épaisseur nominale 0,75 mm, pour une fixation de référence dont la résistance caractéristique  $P_{k_f}$  est donnée selon la norme NF P 30-313.
- Et, d'autre part par référence aux Règles NV 65 modifiées en vent extrême, et au Cahier du CSTB n°3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » (juin 2006), pour des constructions courantes de base rectangulaire (cf. tableaux des densités de fixation en Annexe A 4), en fonction :
  - De la localisation de la toiture,
  - De la zone de la toiture : partie courante, rive et angle, édicule et émergence.

#### **2.9.2.1.2. Selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017**

La densité de fixation est calculée en fonction des régions climatiques et des classes de rugosité du terrain :

- D'une part, sur la base de la valeur de calcul à l'ELU, par fixation ( $W_{adm_{sr}}$ , système de référence) déterminée sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées d'épaisseur nominale 0,75 mm, pour une fixation de référence dont la résistance caractéristique  $P_{k_f}$  est donnée selon la norme NF P 30-313.
- Et d'autre part, par référence à la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA et son annexe nationale NF EN 1991-1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017 (valeurs de dépression calculées avec une valeur de base de la vitesse de référence du vent  $V_{b,0}$  pour une période de retour de 50 ans) pour des bâtiments rectangulaires (cf. tableaux des densités de fixations en annexe A5), en fonction :
  - De la zone en toiture : partie courante, rive, angle, édicule et émergence ;
  - Des caractéristiques du bâtiment.

### **2.9.2.2. Effort admissible de référence selon NV65 / Valeur de calcul à l'ELU**

L'effort admissible ou la valeur de calcul à l'ELU par fixation, du système de référence,  $W_{adm_{sr}}$ , est défini conformément au Cahier CSTB n°3563 de juin 2006 avec la feuille SOPRAFIX HP ou SOPRAFIX STICK fixée mécaniquement avec :

- un attelage de référence VMS 2C Ø 4.8 + plaquette Ø 40 (plaquette de diamètre 40 mm et d'épaisseur 0,8 mm et fixation de résistance caractéristique égale à 152 daN déterminée selon NF P 30-313 dans une tôle d'acier nervurée d'épaisseur nominale 0,75 mm) :

Wadm	SOPRAFIX HP	SOPRAFIX STICK
VMS 2C Ø 4,8 + plaquette Ø 40	750 N/ fixation cf. tableau A 4.1 et tableaux A 5.1 à A5.10	687 N/ fixation cf. tableaux A 4.2 et A 5.11

- un attelage de référence IFP2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40 (plaquette de dimensions 82 x 40 mm et d'épaisseur 0,8 mm et fixation de résistance caractéristique égale à 122 daN déterminée selon NF P 30-313 dans une tôle d'acier nervurée d'épaisseur nominale 0,75 mm) :

Wadm	SOPRAFIX HP	SOPRAFIX STICK
IFP2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40	505 N/ fixation cf. tableaux A 4.3 et A 5.12	463 N/ fixation cf. tableaux A 4.4 et A 5.13

### 2.9.2.2.1. Calcul de l'effort admissible selon NV 65 modifiées / la valeur de calcul à l'ELU

La performance donnée au 2.9.2.2, par fixation, du système de référence, Wadm, est défini conformément au § 5.1 du Guide UEAtc d'avril 1991 « Guide technique complémentaire UEAtc pour l'agrément des revêtements d'étanchéité de toitures fixés mécaniquement » avec :

- $W_{adm} = W_{essai} \cdot C_a \cdot C_d \cdot C_T / \gamma_m$  ;
- Wadm, W<sub>essai</sub>, C<sub>a</sub>, C<sub>d</sub> définis dans le Guide UEAtc d'avril 1991 ;
- Coefficient de température (C<sub>T</sub>) = 1 ;
- Coefficient de sécurité ( $\gamma_m$ ) = 1,2.

Le procédé comprend quatre systèmes selon le type d'attelages, au nombre de deux :

- VMS 2C Ø 4,8 + plaquette Ø 40 ;
- IPF2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40 mm,

et selon le type de feuille utilisée en première couche :

- SOPRAFIX HP,
- SOPRAFIX STICK.

Les valeurs de Wadm sont données selon l'attelage utilisé dans le paragraphe 2.9.2.2 ci-dessus.

### 2.9.2.2.2. Espacement des fixations

#### 2.9.2.2.2.1. Généralités

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

L'intervalle entre fixations ne doit pas être inférieur à 18 cm ; ceci peut conduire à utiliser des fixations sur rangée intermédiaire, avec la densité de fixations résultant du même calcul.

Les règles d'adaptations sont définies à l'annexe A 1.

L'assistance technique de la Société SOPREMA SAS fournit les calculs, pour les cas non repris dans les tableaux d'espacement des fixations.

À chaque système (élément porteur + vis-plaquette + membrane SOPRAFIX) correspond une valeur admissible d'arrachement de la fixation  $W_{adm_{lim}}$  définie en fonction du  $P_{kR}$  de l'attelage et du Wadm de référence de la feuille SOPRAFIX. Cette valeur  $P_{kR}$  déterminée selon la norme NF P 30-313 est définie dans la fiche technique du fabricant de fixation. Elle permet d'effectuer le calcul réel de l'espacement E en fonction de la dépression de vent supportée par la toiture, soit conformément aux règles NV 65 modifiées et au Cahier du CSTB n°3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement », soit conformément à la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017.

Pour certaines zones de vent, et certaines localisations en toiture, des fixations complémentaires sont prévues à mi-lè avec un espacement entre fixations, E, identique à celui des fixations en lisière. Ces cas sont mentionnés par un astérisque \* dans les tableaux précalculés des annexes A 4 et A 5.

Ces fixations complémentaires identiques à la feuille de première couche sont protégées par une pièce d'étanchéité de 0,15 m x 0,15 m ou une bande de 0,15 m de largeur, en **SOPRAFIX HP** ou **SOPRAFIX STICK**, soudée. Les pièces ou bandes de pontages sont identiques à la feuille de première couche. En **SOPRAFIX STICK**, on veillera à éliminer les parties du galon en découpant le lé uniquement au niveau de la sous-face sablée.

Les fixations au pied de tous les relevés (acrotères, édicules, lanterneaux...) sont situées conformément à la *figure 5a*, avec l'extrémité de la plaquette à plus de 1 cm du bord du lé. Leur écartement dépend de la position du lé de SOPRAFIX HP ou SOPRAFIX STICK lorsque le sens longitudinal du lé de **SOPRAFIX HP** ou **SOPRAFIX STICK** est :

- parallèle au relief ; leur écartement est E,
- perpendiculaire au relief ; il faut 3 fixations par lé, indépendamment de celle située dans le recouvrement.

#### 2.9.2.2.2.2. Selon Règles NV 65 modifiées

Pour la répartition des fixations, il y a lieu de distinguer (cf. *Annexe A 2, figure A 2.1*) :

- les parties courantes, repère 1,
- les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression au vent (cf. Règles NV 65 modifiées), repères 2 à 5 ;

La figure A 2.2 donne le principe de la disposition des fixations, basée sur un espacement E à respecter entre fixations d'une même lisière :

- Epc pour les parties courantes : zone 1,
- Er pour les rives\* (sur 2 m de largeur) et pourtour d'édicules (sur 1 m de largeur) : zones 2 et 4,
- Ea pour les angles (intersections des rives) : zone 3.

\* La largeur des rives est calculée sur la base de  $L = H/10$  (H = Hauteur du bâtiment). Cette largeur est au minimum de 2 m. Les tableaux annexés en A 4.1 à A 4.4 donnent les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base des attelages de fixation de référence, cités au § 2.9.2.2.

#### 2.9.2.2.3. Selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017

Pour la répartition des fixations, il y a lieu de distinguer les différentes zones de la toiture (cf. Annexe 3, figure A 3.1).

Pour  $W_{adm} = 750 \text{ N}$  :

Les tableaux en Annexe 5 donnent les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base de l'attelage de référence cité au § 2.9.2.2, de  $P_{kft} = 152 \text{ daN}$  selon la norme NF P 30-313 et avec  $W_{adm} = 750 \text{ N}$ , avec la feuille de première couche SOPRAPHIX HP.

Pour  $W_{adm} = 687 \text{ N}$  :

Le tableau A 5.11 en Annexe 5 donne, pour les DROM, les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base de l'attelage de référence cité au § 2.9.2.2, de  $P_{kft} = 152 \text{ daN}$  selon la norme NF P 30-313 et avec  $W_{adm} = 687 \text{ N}$ , avec la feuille de première couche SOPRAPHIX STICK.

Pour  $W_{adm} = 505 \text{ N}$  :

Le tableau A 5.12 en Annexe 5 donne, pour les DROM, les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base de l'attelage de référence cité au § 2.9.2.2, de  $P_{kft} = 122 \text{ daN}$  selon la norme NF P 30-313 et avec  $W_{adm} = 505 \text{ N}$ , avec la feuille de première couche SOPRAPHIX HP.

Pour  $W_{adm} = 463 \text{ N}$  :

Le tableau A 5.13 en Annexe 5 donne, pour les DROM, les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base de l'attelage de référence cité au § 2.9.2.2, de  $P_{kft} = 122 \text{ daN}$  selon la norme NF P 30-313 et avec  $W_{adm} = 463 \text{ N}$ , avec la feuille de première couche SOPRAPHIX STICK.

Pour les autres valeurs à l'ELU pour la France métropolitaine :

Pour les autres valeurs de  $W_{adm}$  du § 2.9.2.2 (687 N, 505 N et 463 N), les valeurs maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, en France métropolitaine, sont calculées sur demande auprès de SOPREMA SAS, au cas par cas.

#### 2.9.2.3. Cas du $W_{adm}$ obtenu avec un attelage de $P_{kft} = 152 \text{ daN}$ fixation VMS 2C Ø 4.8 + Plaquette Ø 40 mm

Les tableaux annexés A 4.1 et A 4.2 donnent les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base d'un attelage choisi avec un  $P_{kft} \geq 152 \text{ daN}$  et un  $W_{adm}$  de 750 N pour SOPRAPHIX HP et 687 N pour SOPRAPHIX STICK, selon les Règles NV 65 modifiées.

Les tableaux annexés en A 5.1 à A 5.10 donnent les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base d'un attelage choisi avec un  $P_{kft} \geq 152 \text{ daN}$  et un  $W_{adm}$  de 750 N pour SOPRAPHIX HP selon l'Eurocode 1 P1-4.

#### 2.9.2.4. Cas du $W_{adm}$ obtenu avec un attelage de $P_{kft} = 122 \text{ daN}$ avec fixation IFP2 6,7 x L + plaquette IRP 82 x 40

##### 2.9.2.4.1. NV 65 modifiées

Les tableaux annexés A 4.3 et A 4.4 donnent les valeurs précalculées maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sur la base d'un attelage choisi avec un  $P_{kft} \geq 122 \text{ daN}$  et un  $W_{adm}$  de 505 N pour SOPRAPHIX HP et 463 N pour SOPRAPHIX STICK, selon les Règles NV 65 modifiées.

Ce  $P_{kft}$  de 1 220 N est la valeur d'attelage la plus basse du présent dossier.

##### 2.9.2.4.2. Cahier n° 3779 de février 2017

Les calculs des valeurs maximales de l'intervalle E (cm) entre fixations, pour les différentes situations admises, sont calculées sur demande auprès de SOPREMA SAS, au cas par cas.

#### 2.9.3. Cas de travaux de réfection sur les éléments porteurs en bois, panneaux à base de bois, béton et béton cellulaire

Dans ce cas, il est nécessaire de réaliser des essais in situ de la valeur d'arrachement de la fixation ( $P_k$  réel ou  $Q$  réel) conformément à l'annexe A 1 du présent document et à l'annexe 4 du e-Cahier du CSTB 3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement ».

L'annexe A 1 donne les règles de calcul pour la détermination de la densité et de la répartition des fixations. La Société SOPREMA SAS peut apporter son assistance technique.

#### 2.9.4. Arrêt provisoire du chantier

En fin de journée ou en cas d'intempéries, l'ouvrage en cours de réalisation doit être mis hors d'eau, c'est à dire à l'abri de tout risque de pénétration d'eau sous les couches déjà réalisées.

À cet effet notamment :

- Les panneaux isolants sont recouverts par au moins la première couche du revêtement ;
- Les équerres de renfort de relevé en feuilles bitumineuses sont soudées le long de toutes les émergences, sur la première couche et sur le relief préalablement préparé (cf. § 2.10) ;
- Dans le cas de relevés avec le procédé FLASHING, l'équerre de renfort par VOILE FLASHING est collée par la résine bitume polyuréthane ALSAN FLASHING le long de toutes les émergences, sur la première couche préparée (film thermofusible éliminé) et sur le relief.

Par ailleurs, la seconde couche d'étanchéité bitumineuse, au droit de l'entoilage FLASHING est collée à l'aide de la résine bitume polyuréthane ALSAN FLASHING (environ 500 g/m<sup>2</sup>). Le relevé d'étanchéité en ALSAN FLASHING (900 g/m<sup>2</sup> + 700 g/m<sup>2</sup>) est ensuite mis en œuvre, sur cette deuxième couche bitumineuse, avec un talon  $\geq$  à 0,15 m ;

- La partie courante interrompue doit être fermée, en la :
  - raccordant sur le pare-vapeur adhérent s'il existe un isolant (avec une bande d'ÉLASTOPHÈNE (FLAM) 25 ou de SOPRAPHIX soudée sur le pare-vapeur et sur le revêtement de partie courante, par exemple),
  - soudant sur son support sur environ 10 cm de large en l'absence d'isolant, ou lorsqu'il existe un pare-vapeur semi-indépendant ou indépendant.
- On doit veiller à ce que l'eau ait toujours la possibilité de s'évacuer sans accumulation.

---

## 2.10. Relevés d'étanchéité réalisés par feuilles bitumineuses

---

### 2.10.1. Généralités

Les reliefs et relevés d'étanchéité sont réalisés conformément aux dispositions des normes DTU série 43, notamment pour ce qui concerne les hauteurs de relevés et les protections en tête des relevés, contre le ruissellement.

### 2.10.2. Cas du support de partie courante en polystyrène expansé

La tranche des panneaux isolants doit être protégée conformément au paragraphe 2.8.6.4.

### 2.10.3. Relevés d'étanchéité non isolés thermiquement et réalisés en feuilles bitumineuses

(cf. figure 5a)

Les reliefs sont préparés par primaire, sauf sur isolant.

Sur costière bois, il est mis en œuvre une sous couche de type EQUERRE DE RENFORT SOPRALENE ou SOPRALENE FLAM S 180-35 conformément au NF DTU 43.4.

Les feuilles de relevés sont soudées à joints décalés par rapport à ceux de la partie courante, avec talon soudé sur le revêtement de la partie courante.

Le relevé comprend :

- EQUERRE DE RENFORT SOPRALENE développé 0,25 m, soudée sur la costière et sur la partie courante de SOPRAPHIX par un talon de 0,10 m au moins et débordant de 5 cm au moins la rangée de fixations du revêtement en pied de relief. Ce débord peut être remplacé par un empiècement en SOPRAPHIX recouvrant la plaquette ;
- Seconde couche de relevés (hors TTV) :  
Relevé en SOPRALAST 50 TV alu soudé, talon de 0,15 m au moins sur la 2<sup>e</sup> couche de partie courante en toiture inaccessible et technique ;
- Seconde couche de relevés en TTV :  
Relevé en SOPRALENE FLAM JARDIN CAP soudé, talon de 0,15 m au moins sur la 2<sup>e</sup> couche de partie courante en terrasse et toitures végétalisées.

Le paragraphe 2.4.2.3 présente les feuilles de substitution en relevés.

### 2.10.4. Relevés d'étanchéité isolés thermiquement et réalisés par feuilles bitumineuses

Les relevés isolés sont réalisés conformément aux dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée.

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 SOPRASTICK SI ou SOPRASTICK SI 4, conformément au DTA SOPRALENE STICK et au CPT commun « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères en béton des toitures accessibles, inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées et toitures jardin sur éléments porteurs en maçonnerie » e-cahier du CSTB 3741\_V2 de janvier 2020.

### 2.10.5. Protection en tête

Les relevés sont protégés en tête conformément aux normes NF DTU de la série 43 concernées.

---

## 2.11. Relevés d'étanchéité réalisés avec le procédé ALSAN FLASHING (hors T.T.V)

---

### 2.11.1. Principe et généralités

Le relevé d'étanchéité est réalisé en résine polyuréthane monocomposante mise en œuvre à froid, sans primaire.

Le procédé FLASHING est raccordé sans primaire au revêtement SOPRAPHIX mis en œuvre en parties courantes.

La mise en œuvre du relevé FLASHING est exécutée après celle du revêtement de surface courante.

Dans le cas de toitures isolées et de relief en maçonnerie, une équerre préalable en résine ALSAN FLASHING est nécessaire.

### 2.11.1.1. Cas courant

Les reliefs et les dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement en tête de relevés sont réalisés conformément aux normes NF DTU série 43 concernées.

### 2.11.1.2. Cas particuliers

Les dispositifs d'écartement des eaux de ruissellement en tête de relevés ne sont pas nécessaires dans le cas de reliefs en béton non isolée sur des terrasses inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques à éléments porteurs en béton. Dans ces cas des dispositions particulières (cf. § 2.11.3.2) concernent la cohésion du support et le contrôle de l'humidité du support.

Dans ces cas particuliers cités ci-avant, le procédé FLASHING permet donc de s'affranchir des ouvrages tels que bandes de solin métallique, becquets.

### 2.11.2. Supports admissibles

La nature du relief (cf. normes NF DTU série 43) est identique à celle qui est admise pour les relevés d'étanchéité réalisés avec les procédés de feuille en bitume modifié : béton, costière métallique, bois massif, panneaux contreplaqués conformes au NF DTU 43.4, panneaux à base de bois conformes à un Document Technique d'Application visant cet emploi en relief.

Le relief est solidaire de l'élément porteur de la partie courante.

### 2.11.3. Travaux préparatoires

#### 2.11.3.1. Revêtements en partie courante (talon)

Le support doit être propre et sec.

Les travaux préparatoires suivants sont effectués sur l'emprise du talon du futur relevé en FLASHING (minimum 15 cm).

#### Autoprotection minérale

On procède à l'élimination des granulés ou paillettes non adhérentes, soit :

- À la brosse métallique ;
- Par refluage du bitume au-dessus des granulés ou paillettes par réchauffage au chalumeau et travail à la spatule afin d'obtenir une surface noire.

#### Autoprotection métallique

La feuille métallique est délardée après réchauffage au chalumeau.

Avant de réaliser le relevé, un renfort en VOILE de RENFORT ou en VOILE FLASHING de 0,10 m est collé par l'ALSAN FLASHING à cheval sur le métal et la zone délardée.

#### 2.11.3.2. Partie verticale

Le support du relevé FLASHING doit être propre et sec.

#### Béton et enduit de ciment

Les supports devront être au moins âgés de 28 jours.

Le béton ou les enduits de ciment en réfection ne doivent pas présenter une humidité supérieure à 6 % mesurée à l'HUMITEST de Domo System.

Les produits de cure des bétons doivent être éliminés (nettoyage, ponçage, sablage, lavage haute pression, etc.).

#### **Cas particulier de relevé sans dispositif écartant les eaux de ruissellement en tête**

Lorsqu'il n'y a pas de protection en tête des relevés, il est obligatoire que soient préalablement mesurées deux caractéristiques du support maçonnerie, ceci à raison d'un essai par chantier ou par tranches d'exécution du gros œuvre en relevé.

- 1) Mesure du taux d'humidité (maximum 6 %) à la charge de l'entreprise d'étanchéité, ceci à l'aide d'un humidimètre étalonné au moins une fois par an suivant la préconisation du fabricant : HUMITEST de Domo System.
- 2) Mesure de la cohésion du support (minimum 0,5 MPa) à la charge du gros œuvre selon la norme NF P98-282 (vitesse 5 mm/min) : le résultat de cette mesure doit être communiqué par écrit à l'entreprise d'étanchéité.

#### Costières métalliques

- Travaux neufs :

Les costières métalliques sont dégraissées ;

- En travaux de réhabilitation :

Les costières métalliques sont débarrassées de toute trace d'oxydation pulvérulente.

Les jonctions entre deux éléments métalliques solidarités par fixation conformément à la norme NF DTU sont renforcées par une armature en VOILE FLASHING collée à cheval sur ce joint à l'aide de la résine ALSAN FLASHING (500 g/m<sup>2</sup>) et recouvertes ensuite par les deux couches d'ALSAN FLASHING.

#### Supports bois et panneaux à base de bois

Les supports sont dépoussiérés.

Les jonctions entre deux éléments solidarités par fixations conformes à la norme NF DTU sont renforcées par une armature en VOILE FLASHING collée à cheval sur ce joint à l'aide de résine ALSAN FLASHING (500 g/m<sup>2</sup>) et recouvertes ensuite par les deux couches d'ALSAN FLASHING.

#### Support existant

En réfection, les travaux préparatoires sur le relevé sont réalisés conformément à la norme NF DTU 43.5.

*Nota : Les travaux préparatoires sur existant, nécessitant un apport de chaleur, peuvent être réalisés à la flamme ou à l'air chaud.*

#### 2.11.4. Equerre préalable au niveau du pare-vapeur

Le prolongement du pare-vapeur en partie verticale permet notamment de protéger la couche isolante des eaux de ruissellement qui pourrait s'infiltrer derrière le relevé d'étanchéité par la maçonnerie défailante (porosité, fissures, etc.).

Cette équerre est donc obligatoire en présence d'isolant.

L'équerre préalable est traitée comme suit :

Une couche de résine (700 g/m<sup>2</sup>) en ALSAN FLASHING non armée sera réalisée en recouvrement sur le pare-vapeur (10 cm) et relevée jusqu'à une hauteur de 6 cm au-dessus du niveau supérieur de l'isolant.

#### 2.11.5. Composition et mise en œuvre

##### 2.11.5.1. Conditions climatiques

La résine ALSAN FLASHING peut être appliquée :

- Sur support non condensant ;
- Par température comprise entre 5 °C et 35 °C.

L'hygrométrie de l'air ambiant n'a pas d'influence sur la qualité finale du procédé FLASHING, l'humidité de l'air n'influant que sur le temps de polymérisation (cf. § 2.11.5.3).

##### 2.11.5.2. Mise en œuvre de la résine ALSAN FLASHING

La résine ALSAN FLASHING est prête à l'emploi. Elle s'applique au rouleau ou à la brosse, de préférence sur la seconde couche d'étanchéité bitumineuse qui ne doit pas remonter sur la partie verticale du relevé.

S'il y a lieu, l'intervalle entre la partie verticale et le revêtement bitumineux de la partie courante qui ne doit pas dépasser 2 cm est obturé par de la résine ALSAN FLASHING mélangée à hauteur de 50 % en masse à une charge de sable fin de granulométrie ≤ 0,63 mm de manière à réaliser un mastic de remplissage.

Une armature de renfort en VOILE FLASHING (de développé 0,10 m) est collée dans l'angle avec ALSAN FLASHING (environ 500 g/m<sup>2</sup>), avec un recouvrement de 6 cm en extrémité de bande.

Le relevé d'étanchéité est réalisé par deux couches d'ALSAN FLASHING (900 g/m<sup>2</sup> + 700 g/m<sup>2</sup>) avec un talon supérieur ou égal à 0,15 m (cf. figure 5b).

Il est rappelé que les supports (talon et partie verticale) sont préparés selon les dispositions du § 2.11.3.

##### 2.11.5.3. Temps de recouvrement entre couches de résine ALSAN FLASHING

Les délais sont donnés pour une température ambiante de 20 °C et une hygrométrie de 55 % HR.

Ces délais minimaux sont donnés à titre indicatif et correspondent à une polymérisation minimale suffisante pour mener à bien les phases successives de mise en œuvre de la résine ALSAN FLASHING. Les conditions atmosphériques peuvent permettre une réduction importante de ces temps, notamment une ambiance chaude, humide :

- Recouvrement de l'entoilage par la 1<sup>ère</sup> couche d'ALSAN FLASHING : 2 heures ;
- Recouvrement entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> couche d'ALSAN FLASHING : 3 heures.

#### 2.11.6. Contrôle de l'adhérence du procédé FLASHING sur relief en béton

Dans le cas de relevé sans dispositif d'écartement des eaux de ruissellement en tête, si les DPM prévoient un contrôle d'adhérence en traction perpendiculaire, il ne peut être réalisé qu'après polymérisation de la résine bitume polyuréthane ALSAN FLASHING (28 jours conventionnellement) ; valeur minimum 0,5 MPa.

Les essais de caractère destructif sont effectués selon la norme NF P 98-282 (vitesse 5 mm/min) à raison d'un contrôle par chantier, ou tranches d'exécution du gros œuvre, du relevé en ALSAN FLASHING.

**Nota :** la zone de réalisation de l'essai nécessite une réparation selon le § 2.11.8 ci-après.

#### 2.11.7. Dispositif écartant les eaux de ruissellement en tête des relevés

Les relevés sont protégés en tête conformément aux normes NF DTU de la série 43 concernées, sauf dans le cas du § 2.11.1.2.

#### 2.11.8. Réparabilité

En cas de blessures accidentelles, il sera procédé :

- Au nettoyage du FLASHING existant ;
- A l'enlèvement des zones non adhérentes ;
- Au ravivage du FLASHING restant par chiffon imbibé de diluant V ;
- A la mise en œuvre des deux nouvelles couches d'ALSAN FLASHING, comme à l'origine.

---

## 2.12. Ouvrages particuliers

### 2.12.1. Noues

Elles sont réalisées de manière identique aux parties courantes.

### 2.12.2. Entrées d'eaux pluviales, pénétrations

Cas général :

Les dispositions des normes NF DTU de la série 43 concernées s'appliquent.

Les platines sont insérées entre le revêtement d'étanchéité et une pièce de renfort en ELASTOPHENE FLAM 25 de 1 m x 1 m.

Sur élément porteur en tôle d'acier nervurée et en bois ou panneaux à base de bois, les platines des entrées d'eaux pluviales sont fixées mécaniquement à l'élément porteur (4 fixations minimum).

#### **Cas d'EEP en déversoir et traitement de l'étanchéité des relevés avec le procédé FLASHING (cf. figure 8) :**

En vertical, sur la costière, la platine est collée avec ALSAN FLASHING (500 g/m<sup>2</sup>) et fixée mécaniquement. Le pourtour de la platine reçoit une bande de renfort en VOILE FLASHING ou VOILE DE RENFORT collée avec ALSAN FLASHING (500 g/m<sup>2</sup>).

L'ensemble est ensuite étanché par deux couches d'ALSAN FLASHING (900 g/m<sup>2</sup> + 700 g/m<sup>2</sup>), tel que défini au § 2.11.5.

En horizontal, la platine est fixée mécaniquement et insérée entre la première couche d'étanchéité SOPRAFIX de partie courante et une pièce de renfort en ELASTOPHENE FLAM 25 de 1 m x 1 m. La deuxième couche d'étanchéité de partie courante est ensuite soudée sur la pièce de renfort en ELASTOPHENE FLAM 25.

#### **2.12.3. Joints de dilatation**

Les joints de dilatation sont exécutés sur costières conformément aux dispositions des normes NF DTU concernées, ou de l'Avis Technique SOPRAJOINT.

#### **2.12.4. Chemins de circulation**

Soudure d'une chape SOPRALENE FLAM 180 AR de couleur différente de celle des parties courantes.

Le renfort s'effectue sur une largeur de 0,90 m minimum, dans les zones de circulation.

#### **2.12.5. Toitures techniques et zones techniques**

Le revêtement pour les toitures techniques et les zones techniques est défini au paragraphe 2.3.2.

En variante, un renforcement du revêtement pour toitures inaccessibles, tel que défini au § 2.12.4, peut être appliqué sur toute la surface de la zone technique.

#### **2.12.6. Protection des toitures-terrasses et toitures végétalisées (hors DROM)**

Les zones traitées en végétalisation sont inaccessibles. Elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien, à l'exclusion d'engins autres que des engins légers de poids ≤ 30 kg. Elles peuvent côtoyer ou intégrer des zones non végétalisées, non circulables.

Elles peuvent également côtoyer des zones accessibles sur élément porteur en maçonnerie ; un dispositif de séparation des zones de toitures de destination différente doit être prévu par le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre (cf. Avis Technique SOPRANATURE TOUNDRA ou de tout autre procédé de végétalisation de toitures bénéficiant d'un Avis Technique en cours de validité).

La protection directe du revêtement d'étanchéité par le système de végétalisation est réalisée selon les prescriptions de l'Avis Technique du système de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA ou de l'Avis Technique de tout autre procédé de végétalisation de toitures.

Le non-poinçonnement du revêtement d'étanchéité par le procédé de végétalisation doit être vérifié.

La contrainte apportée sur le revêtement d'étanchéité et sur l'isolant est calculée comme suit :

$$\frac{\text{Charges permanente} + \text{charges d'exploitation}}{\text{Surface de contact du procédé de végétalisation}} \leq \text{contrainte admise par le revêtement d'étanchéité et l'isolant}$$

La contrainte apportée calculée doit être inférieure :

- à 200k Pa dans le cas des feuilles SOPRALENE FLAM JARDIN CAP ;

- à la contrainte admissible de l'isolant support de l'étanchéité. Cette contrainte est indiquée dans le DTA de l'isolant dans le cas des procédés d'isolation mixte ou dans le certificat ACERMI dans les cas des isolants conformes aux Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021.

#### **2.12.7. Protection éventuelle avec gravillons ou dalles**

Les protections lourdes meubles ou par dalles rapportées sont celles décrites par les normes NF DTU de la série 43. La limite de dépression au vent est celle prescrite pour les systèmes d'étanchéité sous protection meuble selon les normes NF DTU de la série 43.

### **2.13. Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-mer (DROM) hors T.T.V**

#### **2.13.1. Eléments porteurs**

Seuls sont revendiqués les éléments porteurs en maçonnerie (type *D* non admis) en travaux neufs et de réfection et en tôles d'acier nervurées uniquement en travaux neufs. Le CPT commun « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements d'Outre-Mer (DOM) » du GS 5 (Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008) s'applique avec notamment pour rappel : pentes minimales de 2 % pour les supports ou éléments porteurs en maçonnerie et 3 % pour les tôles d'acier nervurées.

La pente dans les noues, chéneaux et caniveaux est de 1 % minimum.

### 2.13.2. Pare-vapeur éventuel

La mise en œuvre d'un pare-vapeur n'est pas obligatoire, sauf sur locaux chauffés. Dans le cas où les documents particuliers du marché (DPM) le prévoient, il est constitué et mis en œuvre conformément au *tableau 5bis*.

### 2.13.3. Etanchéité des parties courantes et relevés

Le complexe apparent est choisi parmi ceux prévus aux *tableaux 1, 2*. Les relevés, de hauteur minimale 150 mm quel que soit la destination de la toiture, sont traités comme prévu aux § 2.10 et 2.11.

Les revêtements d'étanchéité sont exclusivement apparents en toitures inaccessibles ; pour les toitures techniques et à zones techniques, le procédé peut recevoir une protection lourde avec dalles conformément aux normes NF DTU série 43.

### 2.13.4. Evacuation des eaux pluviales

Ce sont les Documents Particuliers du Marché (DPM) qui indiquent l'intensité pluviométrique à prendre en compte et le dimensionnement des dispositifs d'évacuation des eaux pluviales.

Le Cahier du CSTB n°3644 donne des exemples de dimensionnement pour des débits de 4,5 l et 6 l/m<sup>2</sup>.min.

## 2.14. Stockage, approvisionnement et circulation sur les toitures

Avant la réception des travaux se référer aux directives de la norme (DTU concerné).

Après la réception des travaux, en dehors des toitures techniques et zones techniques sur lesquelles toutes précautions doivent être prises pour ne pas endommager le revêtement d'étanchéité (mise en place d'un platelage sous les charges par exemple), les toitures ne doivent supporter qu'une circulation réduite à l'entretien normal du revêtement d'étanchéité et de ses accessoires.

## 2.15. Prévention des accidents

Elle peut être assurée en respectant notamment les conseils du manuel « Prévention des risques professionnels sur les chantiers » édité par la CSNE.

De plus, on rappelle, préalablement à l'utilisation d'une flamme nue, il est obligatoire d'éloigner d'au moins 10 m tous les bidons de produits inflammables, vides, entamés ou neufs. On consultera les fiches de données de sécurité relatives à ces produits.

## 2.16. Entretien et réparation

L'entretien des toitures est celui prescrit par la norme NF DTU série 43 concernée et l'Avis Technique SOPRANATURE TOUNDRA ou l'Avis Technique de tout autre procédé de végétalisation de toitures bénéficiant d'un Avis Technique en cours de validité.

## 2.17. Résultats expérimentaux

- Détermination du Ct : Essais du Laboratoire central de SOPREMA 253-1/06 et 329/06.
- Essai d'immersion : MIT Test du Laboratoire central de SOPREMA ArM-LABO.597/13 du 27 novembre 2013 suivant méthode interne.
- ITT ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3 DK/MV Labo ITT du 16 mai 2011 :
  - force max. en traction sens L et T selon EN 12311,
  - allongement à force maximale sens L et T selon EN 12311-1,
  - déchirure au clou sens L et T selon EN 12310,
  - résistance au choc selon EN 12691,
  - poinçonnement statique selon EN 12730,
  - pliabilité a froid selon EN 1109,
  - fluage selon EN 1110.
- PV de classement du CSTB n° RS06-055 du 30 août 2006 : B<sub>ROOF</sub>(t3) avec feuille de 1<sup>ère</sup> couche SOPRAPHIX HP et feuille de 2<sup>ème</sup> couche SOPRALENE FLAM 180 AR FE.
- PV de classement du Warringtonfiregent n° 14943D du 19 mai 2011 : B<sub>ROOF</sub>(t3) avec feuille de 1<sup>ère</sup> couche SOPRAPHIX STICK et feuille de 2<sup>ème</sup> couche ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3.
- PV de classement du Warringtonfiregent n° 15127B du 28 octobre 2011 : B<sub>ROOF</sub>(t3) avec feuille de 1<sup>ère</sup> couche SOPRAPHIX HP et feuille de 2<sup>ème</sup> couche ELASTOPHENE FLAM 25 AR Fe.
- PV N° RS21-002/A du CSTB du 14/01/2021 : B<sub>ROOF</sub>(t3) avec feuille de 1<sup>ère</sup> couche SOPRAPHIX HP et feuille de 2<sup>ème</sup> couche ELASTOPHENE FLAM 25 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 ALU.
- PV de classement de réaction au feu du 3/09/2020 du CREPIM : classement M1 du VAPOBAC.
- Relevés FLASHING : Cf. DTA « ELASTOPHENE FLAM-SOPRALENE FLAM ».
- ITT SOPRAVAP STICK S18 / rapport d'essai laboratoire SOPREMA du 19 janvier 2021.
- Détermination de la perméabilité à la vapeur d'eau du SOPRAVAP STICK S18, essai du KIWA n° P 12054a-E du 17 août 2020.
- Rapport LABORATOIRE SOPREMA, classement I selon la norme NF P 84-354 : rapport n°JB-LABO.370-19 du 10/09/2019.

---

## 2.18. Références

---

### 2.18.1. Données Environnementales et Sanitaires <sup>1</sup>

Le procédé fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) collective ayant fait l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante et est déposée sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr)

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

### 2.18.2. Autres références

Depuis 1995, **SOPRAFIX HP** fait l'objet de plus de 60 millions de m<sup>2</sup> de références. Plus d'un million de m<sup>2</sup> de **SOPRAFIX STICK** ont été réalisés depuis 2003.

---

<sup>1</sup> Les FDES ne sont pas visées par l'AVIS

## 2.19. Annexes du Dossier Technique

### 2.19.1. Annexe A 1 - Règles d'adaptation de la densité de fixations

Ces règles s'appliquent sur les éléments porteurs définis au § 2.8, pour l'emploi des feuilles SOPRAFIX, fixées avec les attelages conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » (*e-Cahier du CSTB 3563* de juin 2006) (Éléments de liaison et plaquettes de répartition), dans les cas non repris dans les tableaux des Annexes A 4 (cas selon les Règles NV 65 modifiées) et A 5 (cas selon la méthode simplifiée de l'Eurocode donnée par le Cahier CSTB n°3779). En réfection, elles impliquent la réalisation d'essais d'arrachement à réaliser sur l'élément porteur (sauf sur acier).

L'adaptation est faite suivant le § 2.9.2 du Dossier Technique selon le système de référence retenu auquel il est nécessaire de se référer.

#### A 1.1 Définitions

- Attelage : Ensemble ; Élément porteur + élément de liaison + plaquette de répartition (Attelages de référence : plaquette Ø 40 mm, épaisseur 0,8 mm, et plaquette dimensions 82 x 40 mm, épaisseur 0,8 mm),
- ns : Notation liée au nouveau système à évaluer,
- Wadm : Valeur admissible (NV 65 modifiées) ou valeur de calcul ELU (selon le cahier du CSTB n°3779) des fixations des quatre systèmes de référence, définie au § 2.9.2 et récapitulés ci-dessous :

Wadm <sub>ns</sub>	SOPRAFIX HP	SOPRAFIX STICK
VMS 2C Ø 4.8 + Plaquette Ø 40 Pk <sub>ft</sub> = 152 daN (selon NF P 30-313)	750 N/ fixation cf. <i>tableau A 4.1 et tableaux A 5.1 à A 5.10</i>	687 N/ fixation cf. <i>tableaux A 4.2 et A 5.11</i>
IFP2 6,7 x L + Plaquette IRP 82 x 40 Pk <sub>ft</sub> = 122 daN (selon NF P 30-313)	505 N/ fixation cf. <i>tableaux A 4.3 et A 5.12</i>	463 N/ fixation cf. <i>tableaux A 4.4 et A 5.13</i>

- Wadm<sub>ns</sub> : Valeur admissible (NV 65 modifiées) ou valeur de calcul ELU (selon le cahier du CSTB n°3779) des fixations du nouveau système.
- Pk<sub>ft</sub> : Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage (fixation/plaquette) définie dans la fiche technique du fabricant.
- Q<sub>ft</sub> : Charge limite de service, dans le cas d'éléments porteur en béton, définie dans la fiche technique du fabricant.
- Pk<sub>réel</sub> : Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage (fixation/plaquette) obtenue par essai in situ.
- Q<sub>réel</sub> : Charge limite de service, dans le cas d'éléments porteur en béton, obtenue par essai in situ.
- Fadm : Valeur la plus faible entre Pk<sub>réel</sub> et Q<sub>réel</sub>.
- R<sub>ns</sub> : Valeur la plus faible entre Fadm et Pk<sub>ft</sub>.

#### A 1.2 Règles générales

Les règles définies dans le présent document s'appliquent avec en particulier :

- Densité de fixations  $\geq 3$  fixations/m<sup>2</sup>,
- Espacement entre axes des fixations d'une même rangée  $E \geq 0,18$  m pour les TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 et au *e-Cahier du CSTB 3537*.

#### A 1.3 Détermination de la valeur admissible Wadm<sub>ns</sub> des fixations

##### a) Généralités

L'effort admissible par attelage à prendre en compte dans les calculs est fonction de la valeur de la résistance à l'arrachement R<sub>ns</sub>.

En travaux neufs la valeur R<sub>ns</sub> à retenir est le Pk<sub>ft</sub> donné dans les fiches techniques des fabricants, avec les cas particuliers suivants :

- Sur béton cellulaire R<sub>ns</sub> = 0,9 x Pk<sub>ft</sub> ;
- Sur béton, choisir la valeur mini entre Pk<sub>ft</sub> et Q<sub>ft</sub>.

En travaux de réfection, R<sub>ns</sub> est la plus petite valeur entre la charge admissible d'arrachement Fadm (Pk<sub>réel</sub> ou Q<sub>réel</sub>), mesurées in situ (suivant l'Annexe 4 du *e-Cahier du CSTB 3563* « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement ») et le Pk<sub>ft</sub> obtenu dans la fiche technique du fabricant.

Sur béton cellulaire en réfection, R<sub>ns</sub> est multiplié par 0,7.

##### b) Règles d'adaptation avec Wadm = 750 N/fixation et feuille SOPRAFIX HP

- si R<sub>ns</sub>  $\geq 152$  daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 750 N/ fixation.
- si 122 daN < R<sub>lim</sub> < 152 daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 750 x R<sub>lim</sub>/152 (daN).
- si R<sub>ns</sub>  $\leq 122$  daN, se reporter au **paragraphe c)** ci-dessous.

##### c) Règles d'adaptation avec Wadm = 505 N/fixation et feuille SOPRAFIX HP

- si R<sub>ns</sub> = 122 daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 505 N/ fixation.
- si R<sub>ns</sub> < 122 daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 505 x R<sub>lim</sub>/122 (daN).

**d) Règles d'adaptation avec  $W_{adm} = 687 \text{ N/fixation}$  et feuille SOPRAFIX STICK**

- si  $R_{ns} \geq 152 \text{ daN}$ , on retient :  $W_{adm_{ns}} = 687 \text{ N/ fixation}$ .
- si  $122 \text{ daN} < R_{lim} < 152 \text{ daN}$ , on retient :  $W_{adm_{ns}} = 687 \times R_{lim}/152 \text{ (daN)}$ .
- si  $R_{ns} \leq 122 \text{ daN}$ , se reporter au **paragraphe e)** ci-dessous.

**e) Règles d'adaptation avec  $W_{adm} = 463 \text{ N/fixation}$  et feuille SOPRAFIX STICK**

- si  $R_{ns} = 122 \text{ daN}$ , on retient :  $W_{adm_{ns}} = 463 \text{ N/ fixation}$ .
- si  $R_{ns} < 122 \text{ daN}$ , on retient :  $W_{adm_{ns}} = 463 \times R_{lim} /122 \text{ (daN)}$ .

**A 1.4 Densité et répartition des fixations****A 1.4.1 Cas selon les Règles NV 65 modifiées**

- $D_{ns}$ , la densité minimale de fixations du nouveau système (en nombre par  $\text{m}^2$ ) vaut :

$$D_{ns} = D_p / W_{adm_{ns}} \text{ avec :}$$

- $D_p \text{ (Pa)}$  = Dépression due au vent extrême, dans la zone de toiture à considérer (partie courante, rives, angles...) et définie suivant les règles V65 et repris dans *e-Cahier du CSTB 3563* « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement ».

On peut traduire cette densité par un espacement maximal  $E$  à ne pas dépasser entre fixations d'une même ligne :

$$E \leq 1 / (D_{ns} \times Lu) \text{ avec :}$$

- $Lu$  = espacement entre lignes de fixations : largeur de la feuille fixée mécaniquement – largeur du recouvrement,
- $E$  est arrondie à sa valeur entière (ex : 37,4 arrondi à 37).

**A 1.4.2 Cas selon le Cahier CSTB n° 3779**

- $D_{ns}$ , la densité minimale de fixations du nouveau système (en nombre par  $\text{m}^2$ ) vaut :

$$D_{ns} = D_p / W_{adm_{ns}} \text{ avec :}$$

- $D_p \text{ (Pa)}$  = Dépression due au vent à l'ELU, dans la zone de toiture à considérer (partie courante, rives, angles...) et définie suivant le Cahier du CSTB n°3779 « Méthode simplifiée pour la détermination de l'action du vent selon l'Eurocode 1 P1-4 : application aux toitures recevant des procédés isolants supports d'étanchéité et des revêtements d'étanchéité sous Avis Technique ».

On peut traduire cette densité par un espacement maximal  $E$  à ne pas dépasser entre fixations d'une même ligne :

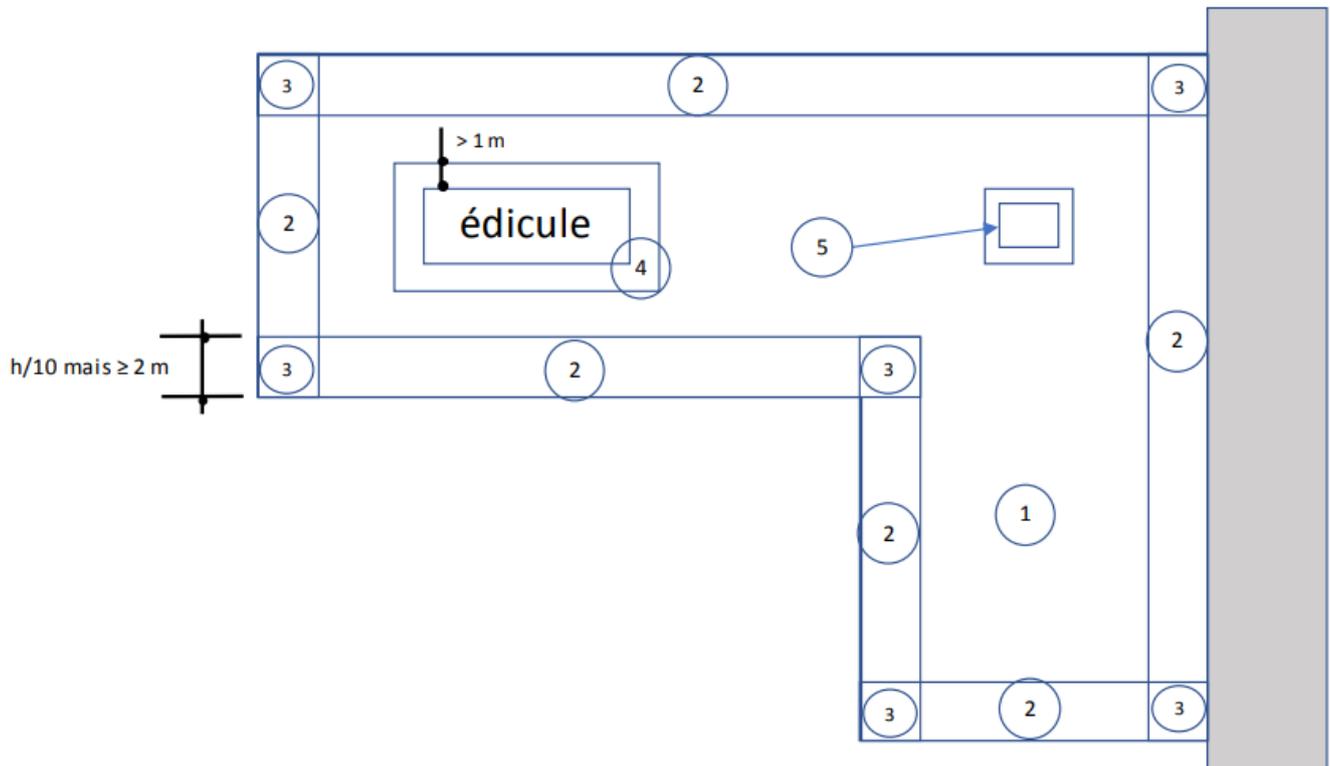
$$E \leq 1 / (D_{ns} \times Lu) \text{ avec :}$$

- $Lu$  = espacement entre lignes de fixations : largeur de la feuille fixée mécaniquement – largeur du recouvrement,
- $E$  est arrondie à sa valeur entière (ex : 37,4 arrondi à 37).

## Annexe A 1.5 – Choix de méthode de calcul de densité de fixations suivant l'élément porteur.

	Elément porteur	Approche de dimensionnement de l'élément porteur	Méthode de dimensionnement admise pour le revêtement d'étanchéité	Densité de fixations minimale et écartement maximal entre fixations à prendre en compte
France Métropolitaine	Maçonnerie	Selon les Eurocodes	NV 65 modifiées	Annexe A 4
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe A 5
	Béton cellulaire autoclavé armé	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe A 4
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe A 5
	TAN caisson sous Avis technique décrites au § 2.8.4.3	Selon l'Avis Technique de l'élément porteur	NV 65 modifiées (si l'AT dimensionne les TAN caisson au NV 65 modifiées)	Annexe A 4
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 (si l'AT dimensionne les TAN caisson aux Eurocodes)	Annexe A 5
	TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment ≤ 20 m décrites au paragraphe 2.8.4.1	Selon la norme NF DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe A 4
		Selon le DTU 43.3 suivant les prescriptions décrites au paragraphe 2.8.4.1.2 « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 »	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779 et les prescriptions décrites au paragraphe 2.8.4.1.2 « Cas de l'approche Eurocode 1 partie 1-4 »	Annexe A 5
	TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment > 20 m non décrites au paragraphe 2.8.4.1 du DT	Selon la norme NF DTU 43.3	NV 65 modifiées	Annexe A 4
	TAN grandes portées conformes au cahier CSTB 3537_V2	Selon le Cahier CSTB 3537_V2		
Panneaux bois conformes à la norme NF DTU 43.4	Selon la norme NF DTU 43.4			
Panneaux à base de bois dimensionnés à partir de l'Eurocode 5 partie 1 avec les dispositions constructives de la norme NF DTU 43.4	Selon les Eurocodes	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe A 5	
CLT	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexe A 4	
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe A 5	
DROM	Maçonnerie	Selon les Eurocodes	NV 65 modifiées	Annexe A 4
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A 5.10 à A 5.13
	TAN	Selon le Cahier CSTB 3644	NV 65 modifiées	Annexe A 4

## 2.19.2. Annexe A 2 – Zonage de la toiture selon les Règles NV 65 modifiées



- 1- Partie courante
- 2- Rives (y compris le pied de bâtiments surélevés) : la largeur est égale à 1/10<sup>e</sup> de la hauteur du bâtiment sans être inférieure à 2 m
- 3- Angles : intersections des rives
- 4- Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m : la largeur est égale à 1 m
- 5- Pourtour des émergences de dimensions plus petites : pieds des relevés

Figure A 2.1 – Zonage de la toiture

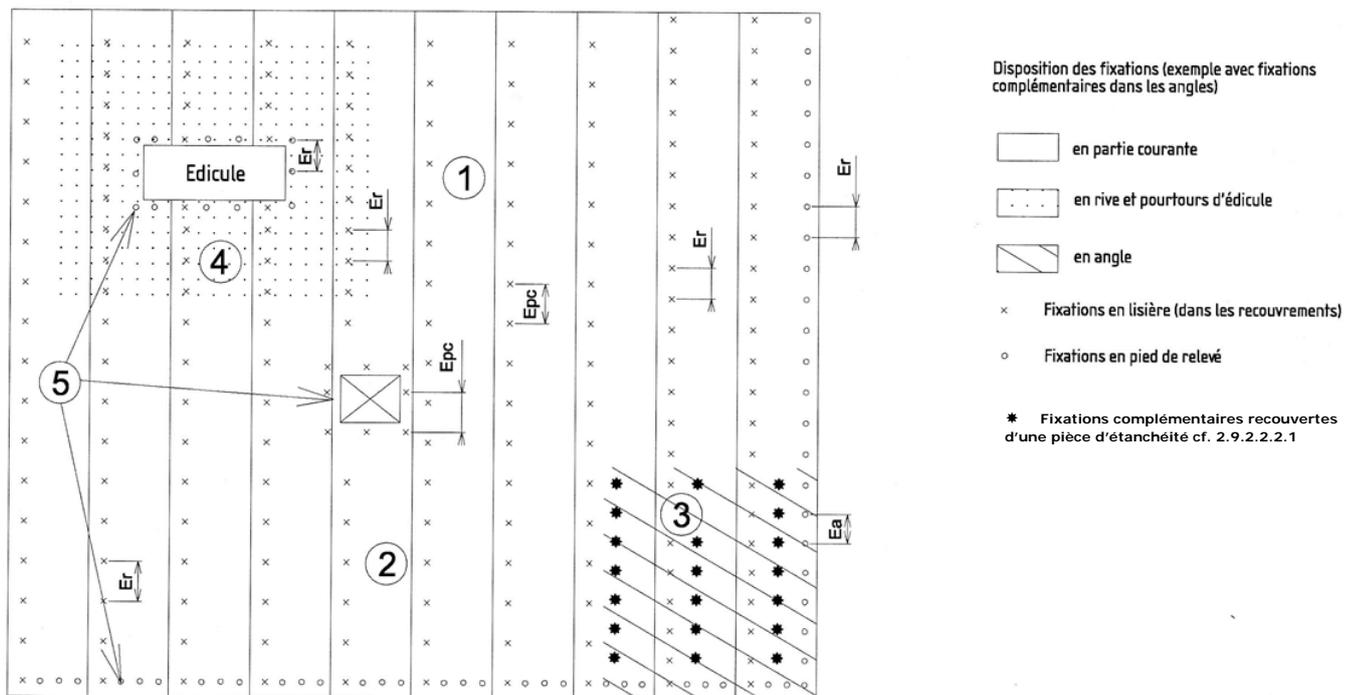
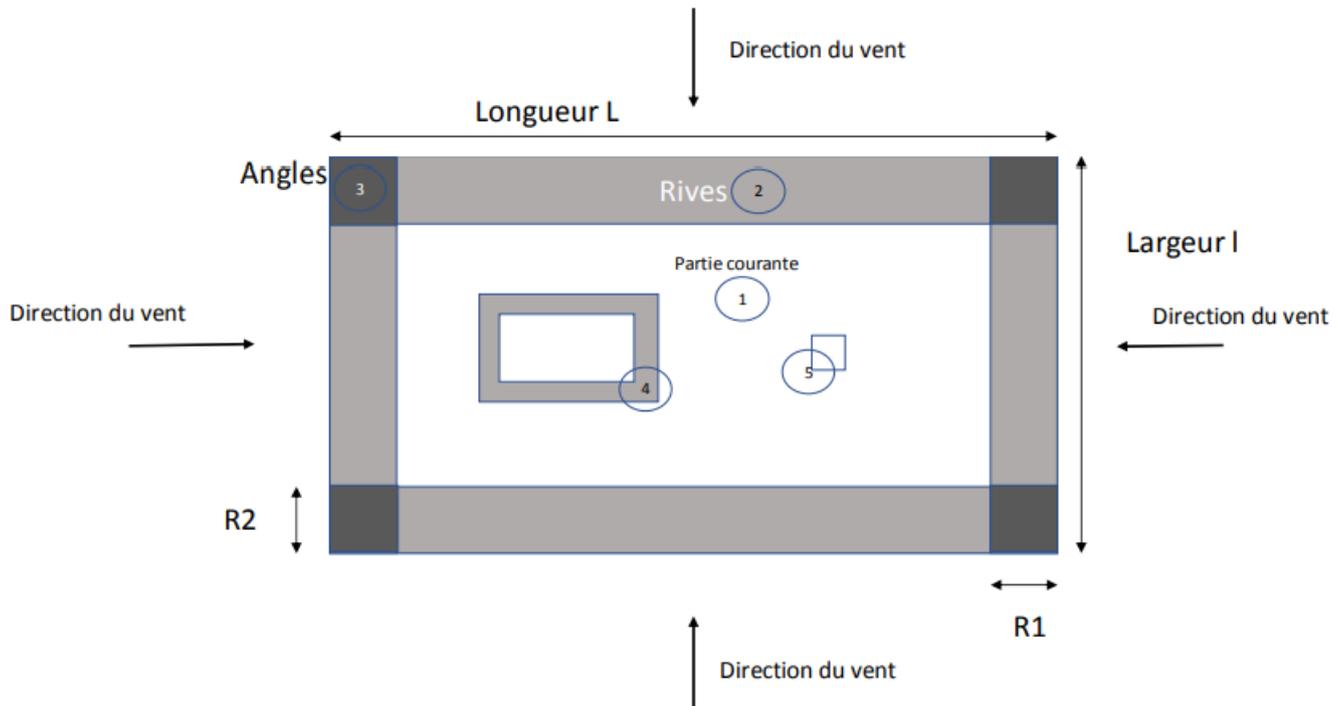


Figure A 2.2 - Schéma de principe des fixations de SOPRAFIX HP (les valeurs de E sont indiquées dans les tableaux de l'Annexe 4)

### 2.19.3. Annexe A 3 – Zonage de la toiture selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA (Cahier CSTB n° 3779 de février 2017)



- 1- Partie courante
- 2- Rives :
  - $R1$  : la largeur est le minimum entre  $2/10^e$  de la hauteur du bâtiment et le  $1/10^e$  de la largeur  $l$  du bâtiment, sans être inférieur à 2 m
  - $R2$  : la largeur est le minimum entre  $2/10^e$  de la hauteur du bâtiment et le  $1/10^e$  de la longueur  $L$  du bâtiment, sans être inférieur à 2 m
- 3- Angles : intersections des rives
- 4- Pourtour des édicules dont la hauteur est  $> 1$  m et dont l'une des dimensions en plan est  $> 1$  m : la largeur est égale à 1 m
- 5- Pourtour des émergences de dimensions plus petites : pieds des relevés

**Figure A 3.1 – Zonage de la toiture**

**2.19.4. Annexe A 4 - Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les règles NV65 modifiées.**

Les tableaux A 4.1 à A 4.4 indiquent la densité de répartitions des fixations des feuilles SOPRAPHIX HP et SOPRAPHIX STICK en fonction de la zone de vent et de la hauteur du bâtiment pour chaque attelage (plaquette ronde  $\varnothing \geq 40$  mm ou oblongue dimensions  $\geq 82 \times 40$  mm).

**Tableau A 4.1 – Densité et répartition des fixations de la feuille SOPRAPHIX HP en partie courante, rives et angles** (cf. 2.9.2.2)

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kt} \geq 1520$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq \varnothing 40$  mm et  $W_{adm} = 750$  N / fixation.

Toitures à versants plans

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 (DROM)	
	Repère cf. A2.1	Type E cf. A2.2		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé						
<b>1° TAN et bois : bâtiment fermé - Travaux neufs</b>													
10	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	2 4	Er	1,7	37	37	37	35	37	29	31	25	23	19
	3	Ea	2,4	37	29	33	25	26	21	22	18	33*	27*
15	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37	36	30
	2 4	Er	1,7	37	37	37	32	33	27	28	23	21	35*
	3	Ea	2,4	36	26	30	23	24	19	20	33 *	30*	25*
20	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37	33	27
	2 4	Er	1,7	37	34	37	30	31	25	26	21	19	32*
	3	Ea	2,4	33	24	27	21	22	35 *	18	30 *	27*	23*
<b>2° TAN et bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs ou réfection</b>													
10	1	Epc	1,5	37	37	37	37	37	33	35	29	26	22
	2 4	Er	2	37	35	37	30	31	25	26	22	19	33*
	3	Ea	2,9	32	24	27	21	21	34 *	18	30 *	27*	22*
15	1	Epc	1,5	37	37	37	37	37	30	32	26	24	20
	2 4	Er	2	37	32	36	27	28	23	24	20	18	30*
	3	Ea	2,9	29	22	24	19	19	31 *	33 *	27 *	24*	20*
20	1	Epc	1,5	37	37	37	34	35	28	29	24	22	18
	2 4	Er	2	37	29	33	25	26	21	22	18	33*	27*
	3	Ea	2,9	27	20	23	35 *	18	29 *	30 *	25 *	23*	19*
<b>3° TAN et bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé) Béton : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs ou réfection</b>													
10	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	37	37	36	37	31	28	23
	3	Ea	2,1	37	33	37	29	30	24	25	20	18	31*
15	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	37	37	32	34	28	25	21
	3	Ea	2,1	37	30	34	26	27	21	22	19	34*	28*
20	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	36	37	30	31	26	23	19
	3	Ea	2,1	37	28	31	24	25	20	21	35 *	31*	26*

Nota :

- \* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.

TAN signifie : Tôles d'Acier Nervurées.

**Repères : 1 = Partie courante, 2 et 4 = Rives et pourtour d'édicules, 3 = Angles.**

**Tableau A 4.2 – Densité et répartition des fixations de la feuille SOPRAFIX STICK en partie courante, rives et angles**  
(cf. 2.9.2.2)

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations, pour des attelages de  $P_k \geq 1520$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq \varnothing 40$  mm et  $W_{adm} = 687$  N / fixation.

Toitures à versants plans

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 (DROM)	
	Repère cf. A2.1	Type E cf. A2.2		Site normal	Site exposé								
1° TAN et bois : bâtiment fermé - Travaux neufs													
10	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	30
	2 4	Er	1,7	37	37	37	32	34	27	29	24	21	18
	3	Ea	2,4	37	27	30	23	24	19	20	34*	30*	25*
15	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37	33	28
	2 4	Er	1,7	37	35	37	30	31	25	26	22	19	33*
	3	Ea	2,4	33	25	28	21	22	18	18	31*	28*	23*
20	1	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	34	31	26
	2 4	Er	1,7	37	32	36	28	29	23	24	20	18	30*
	3	Ea	2,4	31	23	26	20	20	33*	34*	28*	26*	21*
2° TAN et bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	1,5	37	37	37	37	37	31	33	27	24	20
	2 4	Er	2	37	33	37	28	29	23	24	20	18	30*
	3	Ea	2,9	30	22	25	19	20	32*	34*	28*	25*	21*
15	1	Epc	1,5	37	37	37	34	36	28	30	25	22	18
	2 4	Er	2	37	30	33	25	27	21	22	18	33*	28*
	3	Ea	2,9	27	20	23	35*	18	29*	31*	25*	23*	19*
20	1	Epc	1,5	37	37	37	32	33	26	27	23	20	
	2 4	Er	2	37	27	31	24	25	20	20	34*	31*	
	3	Ea	2,9	25	19	21	33*	34*	27*	28*	23*	21*	
3° TAN et bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé) Béton : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	37	37	33	35	29	26	22
	3	Ea	2,1	37	31	35	27	28	22	23	19	35*	29*
15	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	37	37	30	32	26	24	20
	3	Ea	2,1	37	28	32	24	25	20	21	35*	32*	26*
20	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Er	1,4	37	37	37	34	35	28	29	24	22	18
	3	Ea	2,1	35	26	29	22	23	19	19	33*	29*	24*

Nota :

- \* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10%, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.

TAN signifie : Tôles d'Acier Nervurées.

**Repères : 1 = Partie courante, 2 et 4 = Rives et pourtour d'édicules, 3 = Angles.**

**Tableau A 4.3 – Densité et répartition des fixations de la feuille SOPRAFIX HP en partie courante, rives et angles**  
(cf. 2.9.2.2)

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations, pour les attelages  $P_{kR} \geq 1220$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq 82 \times 40$  mm et  $W_{adm} = 505$  N / fixation.

Toitures à versants plans

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 (DROM)	
	Repère cf. A2.1	Type E cf. A2.2		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé						
1° TAN et bois : bâtiment fermé - Travaux neufs													
10	1	Epc	1	37	37	37	37	37	34	35	29	26	22
	2 4	Er	1,7	37	27	31	24	25	20	20	34*	31*	26*
	3	Ea	2,4	26	19	22	34*	35*	28*	29*	24*	22*	18*
15	1	Epc	1	37	37	37	37	37	31	32	27	24	
	2 4	Er	1,7	34	25	28	21	22	18	19	31*	28*	
	3	Ea	2,4	24	18	20	31*	32*	25*	27*	22*	20*	
20	1	Epc	1	37	37	37	34	36	28	30	25	22	
	2 4	Er	1,7	31	23	26	20	21	33*	35*	29*	26*	
	3	Ea	2,4	22	33*	18	28*	30*	24*	25*	20*	18*	
2° TAN et bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	1,5	37	31	35	27	28	22	23	19	35*	
	2 4	Er	2	32	23	26	20	21	34*	35*	29*	26*	
	3	Ea	2,9	22	32*	18	28*	29*	23*	24*	20*	18*	
15	1	Epc	1,5	37	28	32	24	25	20	21	18		
	2 4	Er	2	29	21	24	18	19	31*	32*	27*		
	3	Ea	2,9	20	29*	33*	25*	26*	21*	22*	18*		
20	1	Epc	1,5	36	26	30	23	24	19	20			
	2 4	Er	2	27	20	22	34*	18	28*	30*			
	3	Ea	2,9	18	27*	31*	23*	24*	19*	20*			
3° TAN et bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé) Béton : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	31
	2 4	Er	1,4	37	33	37	29	30	24	25	21	19	31*
	3	Ea	2,1	30	22	25	19	20	32*	33*	28*	25*	21*
15	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	34	28
	2 4	Er	1,4	37	30	34	26	27	22	23	19	34*	28*
	3	Ea	2,1	27	20	23	35*	18	29*	30*	25*	23*	19*
20	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	35	32	
	2 4	Er	1,4	37	28	32	24	25	20	21	35*	32*	
	3	Ea	2,1	25	19	21	32*	34*	27*	28*	23*	21*	

*Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.*

Nota :

- \* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10%, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.

TAN signifie : Tôles d'Acier Nervurées.

**Repères : 1 = Partie courante, 2 et 4 = Rives et pourtour d'édicules, 3 = Angles.**

**Tableau A 4.4 – Densité et répartition des fixations de la feuille SOPRAFIX STICK en partie courante, rives et angles**  
(cf. 2.9.2.2)

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations, pour des attelages  $Pk_R \geq 1220$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq 82 \times 40$  mm et  $Wadm = 463$  N / fixation.

Toitures à versants plans

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		Zone 5 (DROM)	
	Repère cf. A2.1	Type E cf. A2.2		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé
1° TAN et bois : bâtiment fermé - Travaux neufs													
10	1	Epc	1	37	37	37	37	37	32	33	27	25	
	2 4	Er	1,7	35	26	29	22	23	18	19	32*	29*	
	3	Ea	2,4	25	18	20	32*	33*	26*	27*	23*	20*	
15	1	Epc	1	37	37	37	35	36	29	30	25	22	
	2 4	Er	1,7	32	23	26	20	21	34*	35*	29*	26*	
	3	Ea	2,4	22	33*	18	29*	30*	24*	25*	21*	18*	
20	1	Epc	1	37	37	37	32	33	26	28	23		
	2 4	Er	1,7	29	22	24	19	19	31*	33*	27*		
	3	Ea	2,4	21	31*	35*	27*	28*	22*	23*	19*		
2° TAN et bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	1,5	37	29	33	25	26	21	22	18		
	2 4	Er	2	30	22	25	19	20	32*	33*	27*		
	3	Ea	2,9	20	30*	34*	26*	27*	22*	23*	19*		
15	1	Epc	1,5	36	26	30	23	24	19	20			
	2 4	Er	2	27	20	22	35*	18	29*	30*			
	3	Ea	2,9	18	27*	31*	24*	25*	20*	20*			
20	1	Epc	1,5	33	24	28	21	22	18	18			
	2 4	Er	2	25	18	21	32*	33*	27*	28*			
	3	Ea	2,9	34*	25*	29*	22*	23*	18	19*			
3° TAN et bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé) Béton : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs ou réfection													
10	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	35	29
	2 4	Er	1,4	37	31	35	27	28	22	23	19	35*	29*
	3	Ea	2,1	28	21	23	18	19	30*	31*	26*	23*	19*
15	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	36	32	27
	2 4	Er	1,4	37	28	32	25	26	20	21	18	32*	27*
	3	Ea	2,1	26	19	21	33*	34*	27*	28*	24*	21*	18
20	1	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	33	30	
	2 4	Er	1,4	36	26	30	23	24	19	20	33*	30*	
	3	Ea	2,1	24	35*	20	30*	32*	25*	25*	22*	20*	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

Nota :

- \* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10%, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.

TAN signifie : Tôles d'Acier Nervurées.

**Repères : 1 = Partie courante, 2 et 4 = Rives et pourtours d'édicules, 3 = Angles.**

## 2.19.5. Annexe A 5 – Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n° 3779 de février 2017.

### 2.19.5.1. Wadm = 750 N / fixation – SOPRAPHIX HP

Les tableaux ci-dessous indiquent la densité de répartitions des fixations de la feuille SOPRAPHIX HP en fonction des régions climatiques, des catégories de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Wadm = 750 N / fixation : Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kR} \geq 1520$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq \varnothing 40$  mm.

**Tableau A5.1 : Versants plans – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs - Bâtiments fermés – Pentés  $\leq 8,7$  %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,9	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,72	37	37	37	37	37	31	37	33	26	37	28	23
	Angles	- 2,28	37	35	28	37	29	23	37	25	20	35	21	34*
20	Courantes	- 0,9	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,72	37	37	32	37	32	27	37	27	23	36	23	20
	Angles	- 2,28	37	29	24	37	24	20	31	20	34*	27	18	30*

**Tableau A5.2 : Versants plans – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs et de réfection - Bâtiments ouverts – Pentés  $\leq 8,7$  %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 1,42	37	37	37	37	37	37	37	37	32	37	34	28
	Rives	- 2,24	37	35	28	37	29	24	37	25	20	36	22	34*
	Angles	- 2,80	37	28	23	37	23	19	33	20	32*	29	34*	28*
20	Courantes	- 1,42	37	37	37	37	37	33	37	33	28	37	29	24
	Rives	- 2,24	37	29	25	37	25	21	32	21	18	27	18	30*
	Angles	- 2,80	35	23	20	30	20	32*	25	34*	28*	22	28*	24*

**Tableau A5.3 : Versants plans – Béton et béton cellulaire – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts / Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux de réfection – Bâtiments fermés (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde (voir tableau A5.1) – Pente  $\leq 8,7$  %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0									
10	Courantes	- 0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,52	37	37	37	37	37	35	37	37	30	37	32	26
	Angles	- 2,08	37	37	31	37	32	26	37	27	22	37	23	19
20	Courantes	- 0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,52	37	37	37	37	36	31	37	31	26	37	27	22
	Angles	- 2,08	37	32	27	37	27	22	34	23	19	29	19	32*

**Tableau A5.4 : Versants courbes – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs - Bâtiments fermés – Pentés  $\leq 8,7$  %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,89	37	37	34	37	35	28	37	30	24	37	26	21
	Angles	- 2,28	37	35	28	37	29	23	37	25	20	35	21	34*
20	Courantes	- 1	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	34
	Rives	- 1,89	37	35	29	37	29	25	37	25	21	32	21	18
	Angles	- 2,28	37	29	24	37	24	20	31	20	34*	27	18	30*

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

**Tableau A5.5 : Versants courbes – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments ouverts –Pentes ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 1,52	37	37	37	37	37	35	37	37	30	37	32	26
	Rives	- 2,41	37	33	26	37	27	22	37	23	19	33	20	32*
	Angles	- 2,80	37	28	23	37	23	19	33	20	32*	29	34*	28*
20	Courantes	- 1,52	37	37	37	37	36	31	37	31	26	37	27	22
	Rives	- 2,41	37	37	23	35	23	19	29	19	32*	25	34*	28*
	Angles	- 2,80	35	23	20	30	20	32*	25	34*	28*	22	28*	24*

**Tableau A5.6 : Versants courbes – Béton et Béton cellulaire – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts / Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux de réfection – Bâtiments fermés – Pente ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0									
10	Courantes	- 0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,69	37	37	37	37	37	32	37	33	27	37	29	23
	Angles	- 2,08	37	37	31	37	32	26	37	27	22	37	23	19
20	Courantes	- 0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,69	37	37	33	37	33	28	37	28	23	36	24	20
	Angles	- 2,08	37	32	27	37	27	22	34	23	19	29	19	32*

**Tableau A5.7 : Versants plans – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs – Bâtiments fermés – Pentes > 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 1,2	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	Rives	- 2,34	37	34	27	37	28	23	37	24	19	35	21	34*
	Angles	- 2,80	37	28	23	37	23	19	33	20	32*	29	34*	28*
20	Courantes	- 1,2	37	37	37	37	37	37	37	37	33	37	34	29
	Rives	- 2,34	37	28	24	36	24	20	30	20	34*	26	34*	28*
	Angles	- 2,80	35	23	20	30	20	32*	25	34*	28*	22	28*	24*

**Tableau A5.8 : Versants plans – Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments ouverts –Pentes > 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Région 1			Région 2			Région 3			Région 4		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 1,72	37	37	37	37	37	31	37	33	26	37	28	23
	Rives	- 2,86	37	27	22	37	23	18	33	20	32*	28	34*	26*
	Angles	- 3,32	37	24	19	33	20	32*	28	34*	26*	24	28*	24*
20	Courantes	- 1,72	37	37	32	37	32	27	37	27	23	36	23	20
	Rives	- 2,86	35	23	19	29	19	32*	25	32*	28*	21	28*	24*
	Angles	- 3,32	30	20	34*	25	32*	28*	21	28*	24*	18	24*	20*

**Tableau A5.9 : Versants plans – Béton et béton cellulaire – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts / Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois – Travaux de réfection – Bâtiments fermés – (sauf dans le cas d'un ancien revêtement sous protection lourde - voir tableau A5.7) – Pente > 8,7 %.**

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

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lê avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

**Tableau A5.10 : DROM - Versants plans – Béton – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts – Pente ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Guadeloupe			Guyane			Martinique			Réunion/Mayotte		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,7	37	37	34	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,52	32	19	30*	37	37	37	37	24	20	36	21	34*
	Angles	- 2,08	23	28*	22*	37	37	37	30	18	28*	26	32*	24*
20	Courantes	- 0,7	37	35	30	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	Rives	- 1,52	24	32*	26*	37	37	37	31	20	34*	27	18	30*
	Angles	- 2,08	18	24*	20*	37	37	37	22	30*	24*	20	26*	22*

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

### 2.19.5.2. Wadm = 687 N / fixation – SOPRAPHIX STICK

Le tableau ci-dessous indique la densité de répartitions des fixations de la feuille SOPRAPHIX STICK en fonction des régions climatiques, des catégories de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Wadm = 687 N / fixation : Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kft} \geq 1520$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq \emptyset 40$  mm.

**Tableau A5.11 : DROM - Versants plans – Béton – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts – Pente ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Guadeloupe			Guyane			Martinique			Réunion/Mayotte		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,7	37	37	31	37	37	37	37	37	37	37	37	35
	Rives	- 1,52	29	34*	28*	37	37	37	37	22	18	33	20	32*
	Angles	- 2,08	21	26*	20*	37	37	37	27	32*	26*	24	28*	22*
20	Courantes	- 0,7	37	32	27	37	37	37	37	37	34	37	36	30
	Rives	- 1,52	22	30*	24*	37	37	37	28	19	32*	25	32*	28*
	Angles	- 2,08	32*	20*	18*	37	37	37	20	26*	22*	18	24*	20*

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

### 2.19.5.3. Wadm = 505 N / fixation – SOPRAPHIX HP

Le tableau ci-dessous indique la densité de répartitions des fixations de la feuille SOPRAPHIX HP en fonction des régions climatiques, des catégories de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Wadm = 505 N / fixation : Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kft} \geq 1220$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq 82 \times 40$  mm.

**Tableau A5.12 : DROM - Versants plans – Béton – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts – Pente ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Guadeloupe			Guyane			Martinique			Réunion/Mayotte		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,7	37	28		37	37	37	37	36	29	37	32	
	Rives	- 1,52	21	26*		37	37	37	27	32*	26	24	24*	
	Angles	- 2,08	32*	18*		37	37	34	20	24*	18*	18	20*	
20	Courantes	- 0,7	36			37	37	37	37	30		37	26	
	Rives	- 1,52	32*			37	37	37	21	26*		18	24*	
	Angles	- 2,08	24*			37	36	30	30*	20*		26*	18*	

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

### 2.19.5.4. Wadm = 463 N / fixation – SOPRAPHIX STICK

Le tableau ci-dessous indique la densité de répartitions des fixations de la feuille SOPRAPHIX STICK en fonction des régions climatiques, des catégories de terrain et de la hauteur du bâtiment.

Wadm = 463 N / fixation : Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kft} \geq 1220$  N avec plaquette métallique de dimensions  $\geq 82 \times 40$  mm.

**Tableau A5.13 : DROM - Versants plans – Béton – Travaux neufs et de réfection – Bâtiments fermés ou ouverts – Pente ≤ 8,7 %.**

Hauteur (m)	Position	Cp	Guadeloupe			Guyane			Martinique			Réunion/Mayotte		
			IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,7	37			37	37	37	37	33	26	37	29	
	Rives	- 1,52	20			37	37	37	25	30*	24*	22	26*	
	Angles	- 2,08	28*			37	37	32	18	22*	18*	32*	18*	
20	Courantes	- 0,7	33			37	37	37	37	27		37		
	Rives	- 1,52	30*			37	37	37	19	24*		34*		
	Angles	- 2,08	22*			37	33	28	28*	18*		24*		

\* signifie : fixations complémentaires à mi-lè avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements.

## Tableaux et figures du Document Technique d'Application

**Tableau 1 – Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées avec pentes minimales conformes aux normes NF DTU 43.3 et NF DTU 43.5, et au e-cahier du CSTB 3537\_V2**

Destination	Revêtement d'étanchéité (1)		
	Toitures inaccessibles (2)	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes ≤ 5 %	Toitures-terrasses et toitures végétalisées Pentes ≥ 3 % (8) (9)
Systèmes admis Et classement I	<b>S1</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRAFIX AR ou SOPRAFIX HP ou STICK + ELASTOPHENE FLAM 25 AR  <b>I3</b>	<b>S2</b> = SOPRAFIX HP ou STICK+ SOPRALENE FLAM 180 AR  <b>I5</b>	<b>S3</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + végétalisation (10)  <b>I5</b>
Support direct			
– Perlite fibrée	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de roche (7a) (7b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de verre (4)	<b>S1</b>		
– Polyisocyanurate parementé (7a) (7b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Polystyrène expansé (3) (7a) (7b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Asphalte apparent Bitumineux Membrane synthétique (5) (6)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Ciment volcanique, enduit pâteux			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) Se reporter au *tableau 10*, pour les associations possibles des feuilles.

(2) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %.

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR (non requis avec la 1<sup>ère</sup> couche SOPRAFIX STICK).

(4) Uniquement en toiture inaccessible.

(5) Écran Alu-VV VAPOBAC.

(6) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur en polyéthylène, on dépose la totalité du complexe d'étanchéité.

(7a) Les panneaux peuvent ne pas être admis en zone technique (cf. *Document Technique d'Application du panneau isolant*)

(7b) Les panneaux peuvent ne pas être admis en toitures-terrasses et toitures végétalisées (cf. certificat ACERMI établi selon les *Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021*).

(8) Se référer à l'Avis Technique de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA ou à l'Avis Technique du procédé de végétalisation de toitures, pour la mise en œuvre, la pente maximale et les limites de dépression de vent.

(9) Hors DROM.

(10) Bénéficiant d'un Avis Technique

**Tableau 2 – Éléments porteurs en maçonnerie avec pentes conformes aux normes NF DTU 20.12 P1, NF DTU 43.1 P1, et NF DTU 43.5**

Destination	Revêtement d'étanchéité (1)		
	Toitures inaccessibles (2) Pentes $\geq 0$ % (8)	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes : 0 à 5 % (8)	Toitures-terrasses et toitures végétalisées Pentes $\geq 0$ % (9) (10)
Systèmes admis Et classement I	<b>S1</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRAFIX AR ou SOPRAFIX HP ou STICK + ELASTOPHENE FLAM 25 AR  <b>I3</b>	<b>S2</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM 180 AR  <b>I5</b>	<b>S3</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + végétalisation (11)  <b>I5</b>
Support direct du revêtement			
– Perlite fibrée	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de roche (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de verre (4)	<b>S1</b>		
– Polyisocyanurate parementé (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Polystyrène expansé (3a) (3b) (5)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Maçonnerie (cf. § 2.8.2 pour exclusions)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Asphalte apparent Bitumineux Membrane synthétique (6) (7)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Ciment volcanique, enduit pâteux			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) Se reporter au *tableau 10*, pour les associations possibles des feuilles.  
(2) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées sur pentes au plus égales à 50 %.  
(3a) Les panneaux peuvent ne pas être admis en zone technique (cf. *Document Technique d'Application du panneau isolant*).  
(3b) Les panneaux peuvent ne pas être admis en toitures-terrasses et toitures végétalisées (cf. certificat ACERMI établi selon les *Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021*).  
(4) Uniquement en toiture inaccessible.  
(5) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR (non requis avec la 1<sup>ère</sup> couche SOPRAFIX STICK).  
(6) Écran Alu-VV VAPOBAC.  
(7) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur en polyéthylène, on dépose la totalité du complexe d'étanchéité.  
(8) Cas particulier des DROM : une pente  $\geq 2$  % est nécessaire.  
(9) Se référer à l'Avis Technique de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA ou à l'Avis Technique du procédé de végétalisation de toitures, pour la mise en œuvre, la pente maximale et les limites de dépression de vent.  
(10) Hors DROM.  
(11) Bénéficiant d'un Avis Technique

**Tableau 3 – Éléments porteurs en béton cellulaire – pente minimale conforme à l'Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé et à la norme NF DTU 43.5 (Hors DROM)**

Destination	Revêtement d'étanchéité (1)		
	Toitures inaccessibles (2) Pentes $\geq 1$ %	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes 1 à 5 %	Toitures-terrasses et toitures végétalisées Pentes $\geq 1$ % (8)
Systèmes admis Et classement I	<b>S1</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRAFIX AR  ou SOPRAFIX HP ou STICK + ELASTOPHENE FLAM 25 AR  <b>I3</b>	<b>S2</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM 180 AR  <b>I5</b>	<b>S3</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + végétalisation(9)  <b>I5</b>
Support direct du revêtement			
– Perlite fibrée	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de roche (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de verre (4)	<b>S1</b>		
– Polyisocyanurate parementé (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Polystyrène expansé (3a) (3b) (5)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Asphalte apparent Bitumineux Membrane synthétique (6) (7)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Ciment volcanique, enduit pâteux			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) Se reporter au *tableau 10*, pour les associations possibles des feuilles.

(2) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées sur pentes au plus égales à 50 %.

(3a) Les panneaux peuvent ne pas être admis en zone technique (voir *Document Technique d'Application du panneau isolant*).

(3b) Les panneaux peuvent ne pas être admis en toitures végétalisées (cf. certificat ACERMI établi selon les *Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021*).

(4) Uniquement en toiture inaccessible.

(5) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR (non requis avec la 1<sup>ère</sup> couche SOPRAFIX STICK).

(6) Écran Alu-VV VAPOBAC.

(7) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur en polyéthylène, on dépose la totalité du complexe d'étanchéité.

(8) Se référer à l'Avis Technique de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA ou à l'Avis Technique du procédé de végétalisation de toitures, pour la mise en œuvre, la pente maximale et les limites de dépression de vent extrême.

(9) Bénéficiant d'un Avis Technique

**Tableau 4 – Éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois – pente minimale conforme aux normes NF DTU 43.4 et NF DTU 43.5 (Hors DROM)**

Destination	Revêtement d'étanchéité (1)		
	Toitures inaccessibles (2)	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes ≤ 7 %	Toitures-terrasses et toitures végétalisées Pentes ≥ 3 % (8)
Systèmes admis Et classement I	<b>S1</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRAFIX AR  ou SOPRAFIX HP ou STICK + ELASTOPHENE FLAM 25 AR  <b>I3</b>	<b>S2</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM 180 AR  <b>I5</b>	<b>S3</b> = SOPRAFIX HP ou STICK + SOPRALENE FLAM JARDIN CAP + végétalisation (9)  <b>I5</b>
Support direct du revêtement			
– Perlite fibrée	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de roche (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Laine de verre (4)	<b>S1</b>		
– Polyisocyanurate parementé (3a) (3b)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Polystyrène expansé (3a) (3b) (5)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Bois massif	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Panneaux à base de bois	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique (6) (7)	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
– Ancien revêtement (cf. § 2.8.7) Ciment volcanique, enduit pâteux			

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emplois.

(1) Se reporter au *tableau 10*, pour les associations possibles des feuilles.

(2) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées sur pentes au plus égales à 50 %.

(3a) Les panneaux peuvent ne pas être admis en zone technique (cf. *Document Technique d'Application du panneau isolant*).

(3b) Les panneaux peuvent ne pas être admis en toitures végétalisées (cf. certificat ACERMI établi selon les *Règles Professionnelles « Isolants supports d'étanchéité en indépendance sous protection lourde » de juillet 2021*).

(4) Uniquement en toiture inaccessible.

(5) Sur isolant en polystyrène prévoir avant la pose de SOPRAFIX un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR (non requis avec la 1<sup>ère</sup> couche SOPRAFIX STICK).

(6) Écran Alu-VV VAPOBAC.

(7) Sauf dans le cas d'un pare-vapeur en polyéthylène, on dépose la totalité du complexe d'étanchéité.

(8) Se référer à l'Avis Technique de végétalisation SOPRANATURE TOUNDRA ou à l'Avis Technique du procédé de végétalisation de toitures, pour la mise en œuvre, la pente maximale et les limites de dépression de vent extrême.

(9) Bénéficiant d'un Avis Technique.

Tableau 5 – Pare-vapeur en France métropolitaine

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Pare-vapeur sans EAC
Maçonnerie <sup>(1)</sup>	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	– Soit EIF + ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé – Soit EIF + SOPRAVAP STICK S18 <sup>(8)</sup>
	Locaux à forte hygrométrie	– Soit EIF + SOPRALAST 50 TV Alu soudé – Soit EIF + SOPRAVAP STICK Alu S 16
Béton cellulaire <sup>(3)</sup>	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	– Soit EIF + AERISOL FLAM <sup>(4)</sup> + ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé – Soit EIF + ELASTOPHENE 25 collé par plots de SOPRACOLLE 300 N <sup>(6)</sup> , joints soudés, pente ≤ 20 %
Bois et panneaux à base de bois (y compris CLT)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	– Soit ELASTOVAP <sup>(2)</sup> cloué <sup>(5)</sup> , joints soudés – Soit ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé en plein sur panneaux seulement <sup>(1)</sup> – Soit EIF + SOPRAVAP STICK S18 <sup>(8)</sup> autocollé en plein sur panneaux seulement <sup>(1)</sup>
Tôles d'acier nervurées	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3+A1 <sup>(9)</sup>
	Locaux à forte hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3+A1 <sup>(7)</sup>

(1) Pontage des joints par bandes SOPRALAST 50 TV ALU de 20 cm de largeur.  
(2) ELASTOVAP peut être remplacé par ELASTOPHENE 25.  
(3) Pontage des joints selon Avis Technique des dalles de béton cellulaire autoclavé armé.  
(4) L'écran perforé est déroulé bord à bord ou à recouvrement de 5 à 10 cm.  
(5) Le pare-vapeur est cloué conformément aux prescriptions du NF DTU 43.4. Toutefois, sur pente < 5 %, ce clouage n'est pas nécessaire si l'isolant et le revêtement sont posés à l'avancement.  
(6) Avec la même densité de collage que celle définie dans le Document Technique d'Application Elastophene Flam – Sopralene Flam.  
(7) ou par SOPRAVAP STICK ALU S 16, appliqué directement sur les TAN, à recouvrement de 8 cm.  
(8) SOPRAVAP STICK S18 peut être remplacé par SOPRAVAP STICK ALU ou SOPRAVAP STICK ALU S16.  
(9) ou par SOPRAVAP STICK S18, appliqué directement sur les TAN, à recouvrement de 6 cm.

Tableau 5bis – Pare-vapeur en DROM (\*)

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Pare-vapeur sans EAC
Maçonnerie <sup>(1)</sup> (cf. e-cahier 3644)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	– Soit EIF + ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé – Soit EIF + SOPRAVAP STICK S18 <sup>(4)</sup>
	Locaux à forte hygrométrie	– Soit EIF + SOPRALAST 50 TV Alu soudé – Soit EIF + SOPRAVAP STICK Alu S 16
Tôles d'acier Nervurées (cf. e-cahier 3644)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3+A1 <sup>(5)</sup>
	Locaux à forte hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3+A1 <sup>(3)</sup>

**(\*) : Pare-vapeur non obligatoire, sauf sur locaux chauffés et dans le cas où les DPM le prévoit.**

(1) Pontage des joints par bandes SOPRALAST 50 TV ALU de 20 cm de largeur.  
(2) ELASTOVAP peut être remplacé par ELASTOPHENE 25.  
(3) ou par SOPRAVAP STICK ALU S 16, appliqué directement sur les TAN, à recouvrement de 8 cm.  
(4) SOPRAVAP STICK S18 peut être remplacé par SOPRAVAP STICK ALU ou SOPRAVAP STICK ALU S16.  
(5) ou par SOPRAVAP STICK S18, appliqué directement sur les TAN, à recouvrement de 6 cm.

Tableau 6 – SOPRAFIX – Composition et présentation

	1 <sup>ère</sup> couche		2 <sup>ème</sup> couche
	SOPRAFIX HP	SOPRAFIX STICK	SOPRAFIX AR
Armature	PY 140 <sup>(1)</sup>	PY 140 <sup>(1)</sup>	VV 50 g/m <sup>2</sup>
Liant ETF 2 (g/m <sup>2</sup> )	2 130 (-5 %)	2 420 (-5 %)	3 340 (-5 %)
Bitume d'imprégnation (g/m <sup>2</sup> ) (bitume oxydé : cf. § 2.5)	615 (+/- 50)	500 (+/- 50)	
Face supérieure	Film	Film	Ard 900 g/m <sup>2</sup>
Face inférieure	Sable fin : 300 g/m <sup>2</sup> Film PP sous galon	Sable fin : 300 g/m <sup>2</sup> Double galon (2)	Film PP
Épaisseur minimale en lisière (mm)	2,5 mm	2,5 mm hors galon autoadhésif	2,5 mm
Galon	10 cm	12 cm	6 cm
Dimension des rouleaux	7 x 1 m	7 x 1 m	6 x 1 m
Masse surfacique (kg / m <sup>2</sup> )	3,2	3,2	4
Poids des rouleaux (indicatif)	25 kg	25 kg	25 kg
(1) Armature non tissé polyester stabilisée (tolérance 135-155 g/m <sup>2</sup> ).			
(2) Galon auto-adhésif sur 8 cm et soudable sur 4 cm.			

Tableau 7 – SOPRAFIX HP et SOPRAFIX STICK

Caractéristiques	VLF (Valeur limite fabricant)
Force de rupture en traction (L/T) (N/5 cm) (EN 12311-1)	450/300
Allongement de rupture (L/T) (%) (EN 12311-1)	20/20
Résistance à la déchirure au clou (L/T) (N) (EN 12310-1)	150/150
Tenue à la chaleur (°C) (EN 1110) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	+ 100 + 90
Température limite de pliage à froid (°C) (EN 1109) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	- 16 0
Stabilité dimensionnelle (%) (EN 1107)	0,4
Résistance au poinçonnement statique (cf. NF P 84-354) avec 2 <sup>ème</sup> couche en :  • ELASTOPHENE (FLAM) 25 AR • SOPRALENE FLAM 180 AR	L3 L4
Résistance au poinçonnement statique (kg) (EN 12730)	15
Résistance au poinçonnement dynamique (cf. NF P 84-354) du système avec 2 <sup>ème</sup> couche en :  • ELASTOPHENE (FLAM) 25 AR • SOPRALENE FLAM 180 AR	D3 D3
Résistance au choc (hauteur de chute en mm) (cf. EN 12691 Méthode A)	600

Tableau 8 – SOPRAFIX AR

Caractéristiques	VLF (Valeur limite fabricant)
Force de rupture en traction (L/T) (N/5 cm) (EN 12311-1)	250/150
Allongement à la rupture (L/T) (%) (EN 12311-1)	2/2
Tenue à la chaleur (°C) (EN 1110) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	+ 100 + 90
Température limite de pliage à froid (°C) (EN 1109) état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	- 16 0
Stabilité dimensionnelle (%) (EN 1107)	0,1
Résistance au poinçonnement statique (cf. <i>NF P 84-354</i> ) avec 1 <sup>ème</sup> couche en SOPRAFIX HP / STICK	L3
Résistance au poinçonnement statique (kg) (EN 12730)	5
Résistance au poinçonnement dynamique (cf. <i>NF P 84-354</i> ) avec 1 <sup>ème</sup> couche en SOPRAFIX HP / STICK	D3
Résistance au choc (hauteur de chute en mm) (cf. <i>EN 12691 Méthode A</i> )	400

Tableau 9 – ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3

Caractéristiques	VLF (Valeur limite fabricant)
Armature Grille + voile de verre	80 g/m <sup>2</sup>
Liant - ETF2 + ignifugeants	Mélange de bitume et de polymères thermoplastiques SBS
Masse liant ETF2 (g/m <sup>2</sup> )	3 200 (- 5 %)
Face supérieure	Paillettes d'ardoise
Face inférieure	Film PP
Épaisseur nominale (mm) (tolérance ± 5 %)	2,63 mm sur galon
Galon	6 cm
Dimension des rouleaux	6 m x 1 m
Masse surfacique	4,1 kg /m <sup>2</sup>
Poids des rouleaux (indicatif)	25 kg
Caractéristiques	VLF
Force de rupture en traction (L/T) (N/5 cm) (EN 12311-1)	600 x 600
Allongement à la rupture (L/T) (%) (EN 12311-1)	2 X 2
Résistance à la déchirure au clou (L/T) (N) (EN 12310-1)	150 x 150
Tenue à la chaleur (°C) (EN 1110) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	+ 100 + 90
Température limite de pliage à froid (°C) (EN 1109) état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	-16 0
Stabilité dimensionnelle (%) (EN 1107)	0,1
Résistance au poinçonnement statique (cf. <i>NF P 84-354</i> ) avec 1 <sup>ème</sup> couche en SOPRAFIX HP / STICK	L3
Résistance au poinçonnement statique (kg) (EN 12730)	5
Résistance au poinçonnement dynamique (cf. <i>NF P 84-354</i> ) avec 1 <sup>ème</sup> couche en SOPRAFIX HP / STICK	D2
Résistance au choc (hauteur de chute en mm) (cf. <i>EN 12691 Méthode A</i> )	600

**Tableau 10 – Revêtements en feuilles de partie courante (2<sup>èmes</sup> couches classées par ordre croissant de performance)**

1 <sup>ère</sup> couche	2 <sup>°</sup> couche		
	Toitures inaccessibles	Terrasses techniques ou à zones techniques	Terrasses et toitures végétalisées
SOPRAPHIX HP ou SOPRAPHIX STICK	SOPRAPHIX AR ou ELASTOPHENE 25 AR ou ELASTOPHENE FLAM 25 AR ou ELASTOPHENE FLAM 25 AR Fe ou ELASTOPHENE FLAM 25 AR FR ou ELASTOPHENE FLAM 25 AR T3  SOPRALENE FLAM JARDIN CAP SOPRALENE FLAM 180 AR SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 Alu (1) ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR	SOPRALENE FLAM 180 AR SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM UNILAY AR	SOPRALENE FLAM JARDIN CAP
(1) Sur pente $\geq 3$ %			

**Tableau 11 – Classement des feuilles en relevé par ordre croissant de performance**

Équerre	2 <sup>°</sup> couche		
	Toitures inaccessibles	Terrasses techniques ou à zones techniques	Terrasses et toitures végétalisées
ÉQUERRE DE RENFORT SOPRALENE ou SOPRALENE FLAM 180/ SOPRALENE FLAM S 180-35 / SOPRALENE BASE	SOPRALAST 50 TV ALU (ou cuivre ou inox) ou Chape ATLAS AR ou SOPRALAST AR SOPRALENE FLAM JARDIN CAP SOPRALENE FLAM 180 AR ou SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 AR FR SOPRALENE FLAM 180 ALU SOPRALENE FLAM 180-40 AR SOPRALENE FLAM UNILAY AR	SOPRALAST 50 TV ALU (ou cuivre ou inox) ou Chape ATLAS AR ou SOPRALAST AR SOPRALENE FLAM 180 AR ou SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 AR FR SOPRALENE FLAM 180 ALU SOPRALENE FLAM 180-40 AR SOPRALENE FLAM UNILAY AR SOPRALENE FLAM JARDIN CAP	SOPRALENE FLAM JARDIN CAP

Tableau 12 – Nomenclature de l'autocontrôle

	FRÉQUENCE
<p><b>Sur matières premières</b>            Bitume de base :                -pénétration à 25 °C                -mélange témoin            Elastomère : granulométrie – GPC            Ardoises : granulométrie – coloris            Armatures :                -traction                -poids            Films métalliques : poids</p>	<p>1 certificat / livraison            1 / semaine            1 / semaine            1 certificat / livraison              1 certificat / livraison + 2 par type / an            1 certificat / livraison            1 certificat / livraison</p>
<p>Sur bitume modifié            TBA – pénétration à 25 °C – image UV            Retour élastique</p>	<p>1 / poste / machine            2 / an</p>
<p><b>Sur produits finis</b>            Défaut d'aspect            Épaisseur – Longueur – Largeur – Lisière - Poids            Rectitude            Masse surfacique            Tenue à la chaleur            Vieillessement tenue à la chaleur – 6 mois 70 °C            Pliage à froid            Vieillessement pliage à froid – 6 mois 70 °C            Tenue de l'autoprotection à sec            Retrait libre            Caractéristiques mécaniques            Déchirure au clou</p>	<p>conforme à la NF EN 13707            selon Guide UEAtc de 2001 (vieillessement)</p>

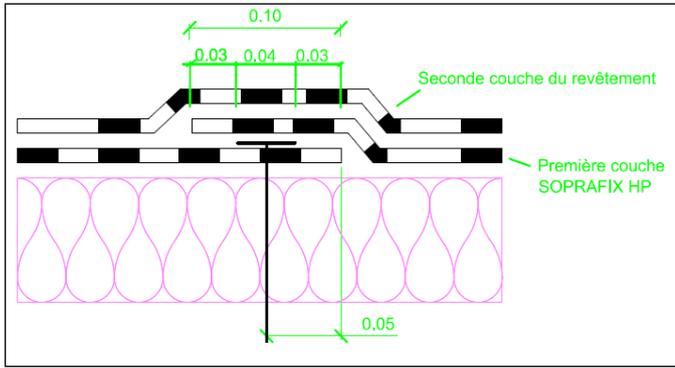


Figure 1a – Recouvrement avec SOPRAFIX HP

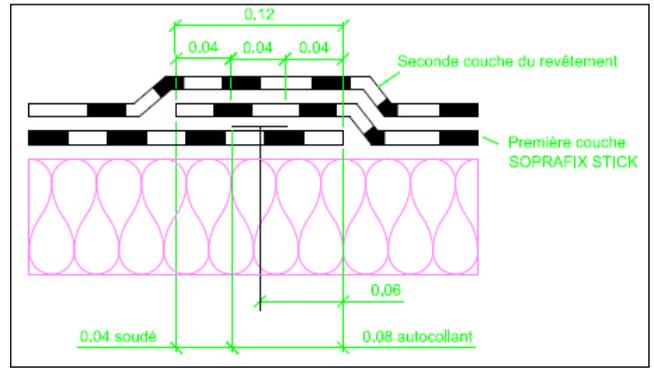
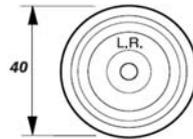


Figure 1b – Recouvrement avec SOPRAFIX STICK\*

**\*Vue de dessus de la plaquette Ø 40 mm épaisseur 0,8 mm de l'attelage de Pk = 1 520 N défini aux tableaux de l'Annexe A4 (A 4.1 et A 4.2) et aux tableaux de l'Annexe A 5 (A 5.1 à A 5.11)**



**\*Vue de dessus de la plaquette IRP 82 x 40 mm épaisseur 1 mm de l'attelage de Pk = 1 220 N défini aux tableaux de l'Annexe A4 (A 4.3 et A 4.4) et aux tableaux de l'Annexe A5 (A 5.12 et A 5.13)**

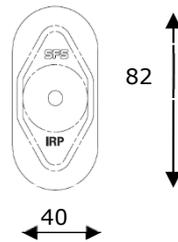


Figure 1 – Exemple sur élément porteur en tôles d'acier nervurées

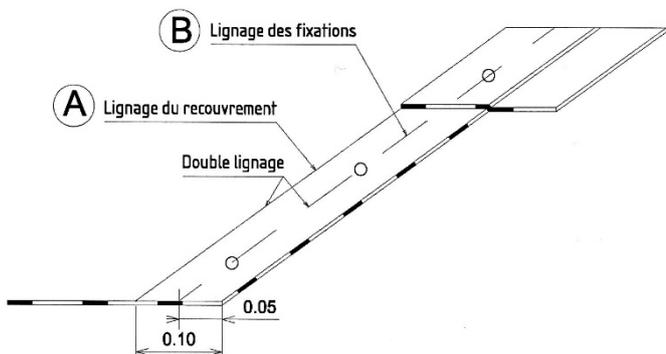


Figure 2a – Fixation en lisière de SOPRAFIX HP

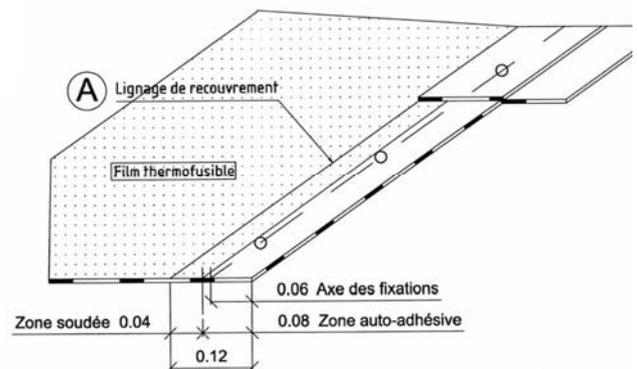
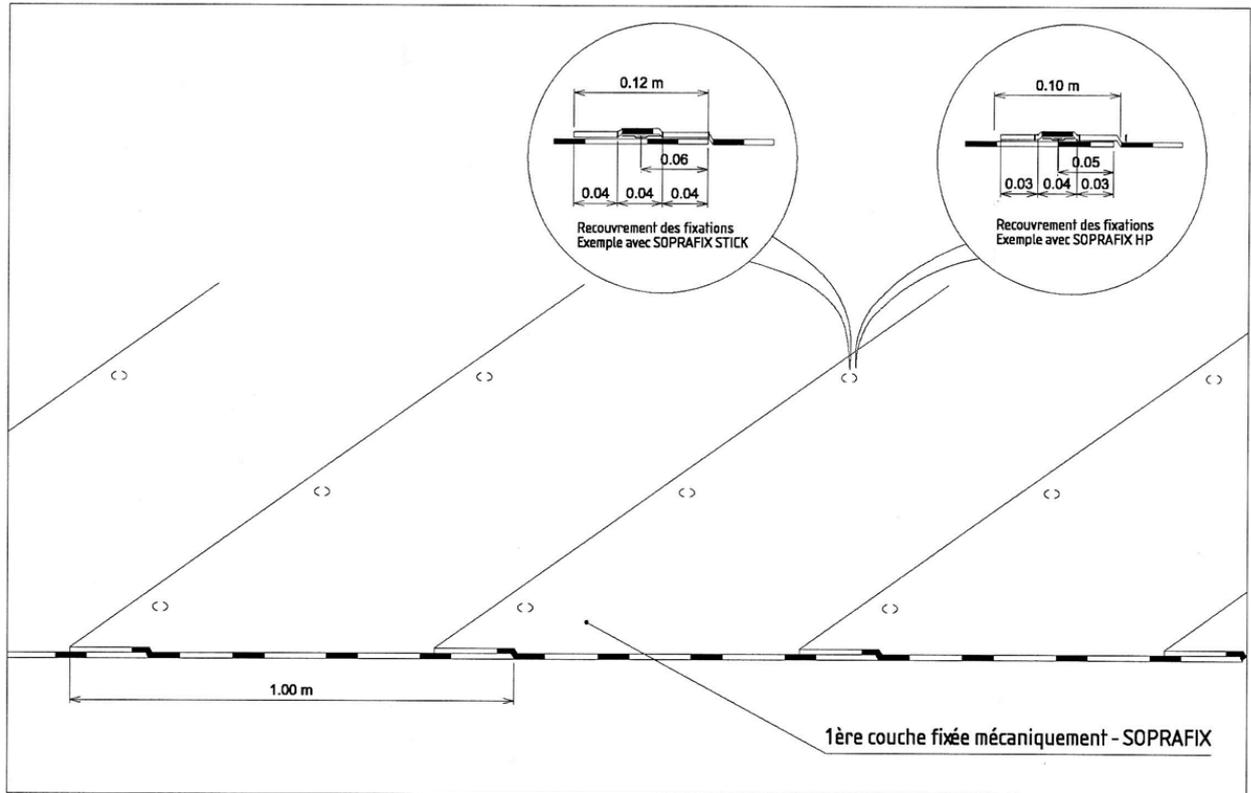
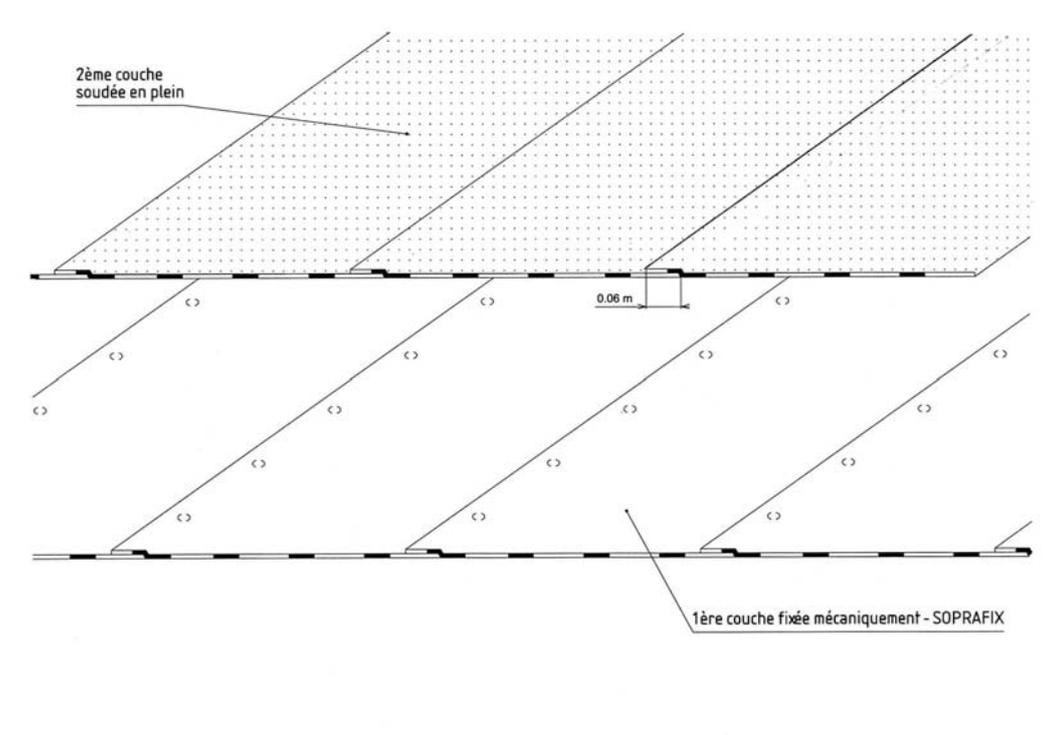


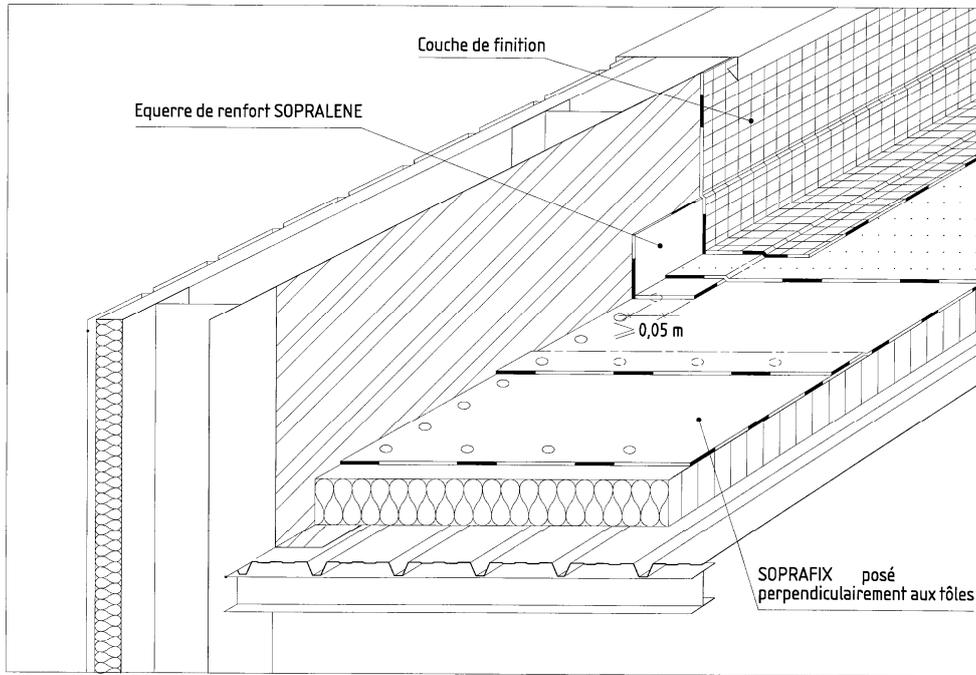
Figure 2b – Fixation en lisière de SOPRAFIX STICK



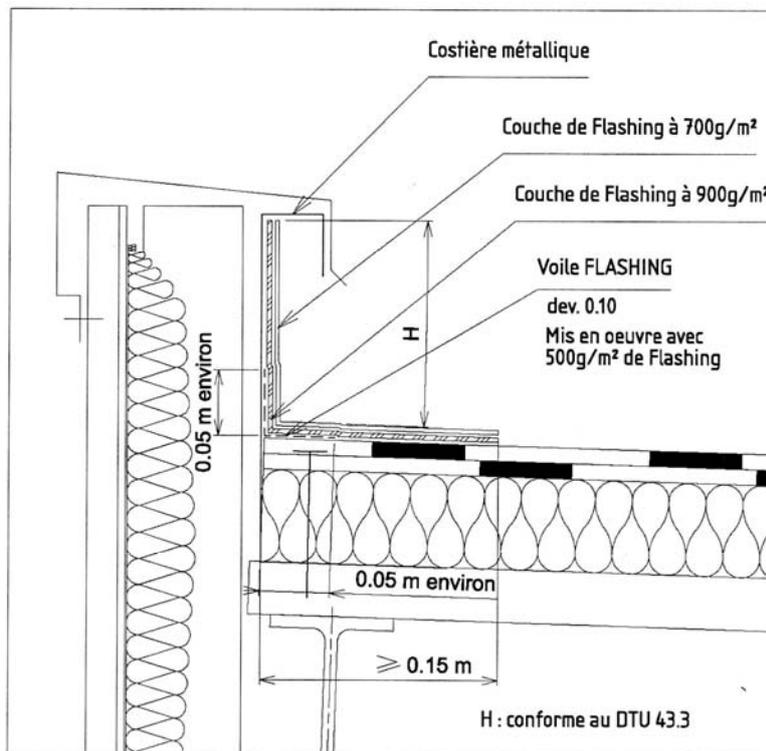
**Figure 3 – Recouvrement des fixations**



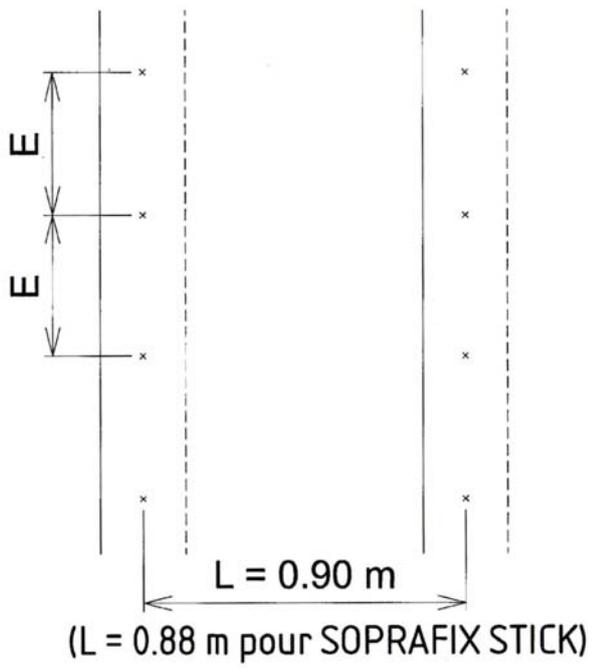
**Figure 4 – Pose de la deuxième couche (exemple à couche décalée)**



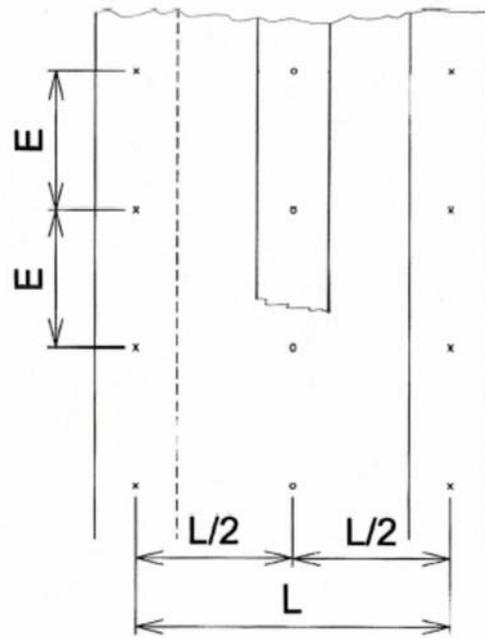
**Figure 5a – Relevés en feuilles bitumineuses - Exemple sur élément porteur en tôles d'acier nervurées**



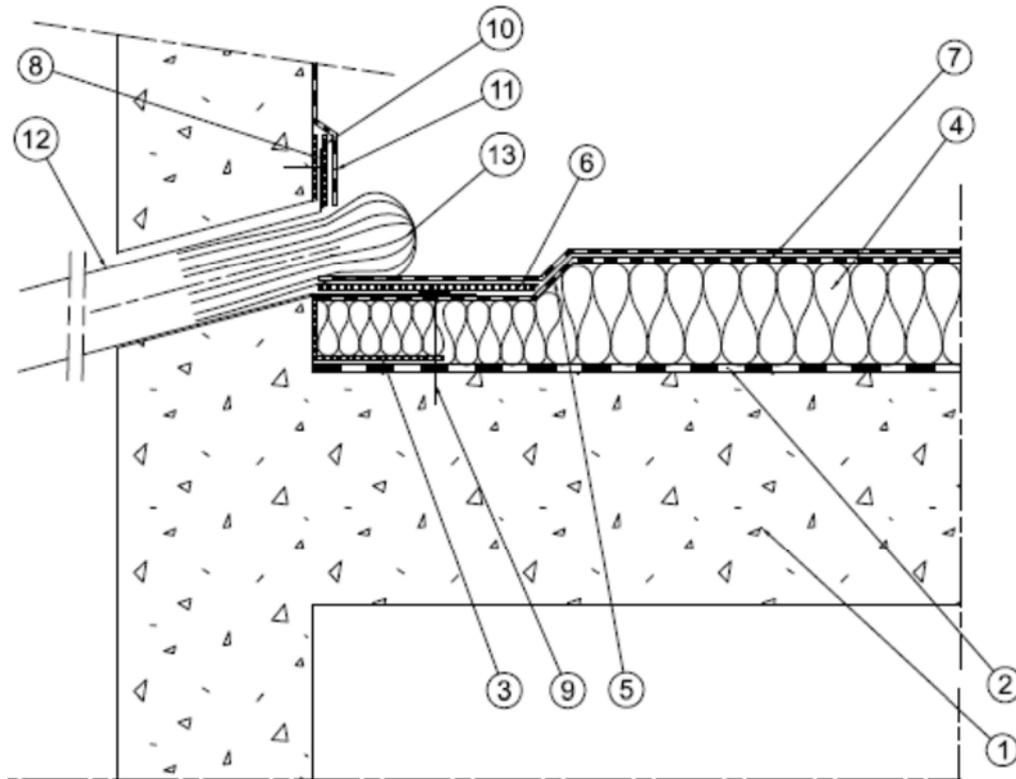
**Figure 5b - Relevés avec le procédé FLASHING - Exemple sur élément porteur en tôles d'acier nervurées**



**Figure 6 - Disposition courante des fixations dans le recouvrement longitudinal**



**Figure 7 - Exemple de disposition avec fixations complémentaires à mi-lè ( $E^*$ )**



- 1 Élément porteur en maçonnerie conforme à la norme NF DTU 20.12.
- 2 Pare-vapeur (faible ou moyenne hygrométrie) : EIF + ELASTOVAP soudé.
- 3 Equerre du Pare-vapeur : EQUERRE DE RENFORT SOPRALENE soudée.
- 4 Isolant thermique.
- 5 Première couche d'étanchéité SOPRAPHIX fixée mécaniquement.
- 6 Pièce de renfort en ELASTOPHENE FLAM 25 soudée.
- 7 Deuxième couche d'étanchéité soudée en plein.
- 8 Platine de l'EEP en déversoir collée avec ALSAN FLASHING et fixée mécaniquement.
- 9 Platine de l'EEP en déversoir mise en œuvre sur la première couche d'étanchéité SOPRAPHIX et fixée mécaniquement.
- 10 Bande de renfort en VOILE FLASHING ou VOILE DE RENFORT collée avec ALSAN FLASHING (500 g/m<sup>2</sup> environ).
- 11 Etanchéité avec deux couches d'ALSAN FLASHING (900 g/m<sup>2</sup> + 700 g/m<sup>2</sup>).
- 12 Moignon de l'EEP en déversoir.
- 13 Crapaudine.

**Figure 8 – EEP en déversoir et étanchéité des relevés avec le procédé FLASHING**  
**Exemple sur élément porteur en maçonnerie**