

Sur le procédé

## SOPRAFIX UNILAY

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

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

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

### AVANT-PROPOS

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

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

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

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

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

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	<p>Cet Avis annule et remplace l'Avis Technique 5.2/14-2408_V1.            Cette version intègre les modifications suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <li>- Extension du domaine d'emploi aux DROM ;</li> <li>- Le procédé peut recevoir une protection meuble pour des pente <math>\leq 5\%</math> ;</li> <li>- Ajout du pare-vapeur SOPRAVAP STICK S18 ;</li> <li>- La dénomination commerciale de la fixation ETANCO EG 4,8 x L est désormais VMS 2C Ø 4.8.</li> </ul>	Anouk MINON	Philippe DRIAT

### Descripteur :

Le procédé SOPRAPHIX UNILAY est un revêtement d'étanchéité monocouche en bitume SBS autoprotégé apparent ou sous protection lourde, fixé mécaniquement en lisière recouverte.

Il est destiné aux travaux neufs et de réfection avec ou sans apport d'un nouvel isolant, sur éléments porteurs en maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois, à versants plans et courbes. Sur élément porteur en maçonnerie, la pente est  $\geq 1\%$ .

SOPRAPHIX UNILAY peut être employé en climat de plaine en France métropolitaine et DROM, toutes zones et sites de vent, sur toitures inaccessibles, terrasses techniques ou avec zones techniques.

L'attelage de fixation de référence est la vis VMS 2C Ø 4.8 + plaquette Ø 40, de  $P_k = 1520$  N. La valeur admissible des fixations du système de référence, avec les 3 feuilles du procédé SOPRAPHIX UNILAY, est  $W_{adm} = 660$  N/fixation.

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté.....	5
1.1.1.	Zone géographique .....	5
1.1.2.	Ouvrages visés .....	5
1.2.	Appréciation .....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé.....	5
1.2.2.	Durabilité et entretien.....	6
1.2.3.	Aspects environnementaux.....	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Mode de commercialisation .....	8
2.1.1.	Coordonnées .....	8
2.1.2.	Mise sur le marché .....	8
2.1.3.	Identification .....	8
2.2.	Description.....	8
2.2.1.	Principe.....	8
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Disposition de conception.....	10
2.3.1.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie de pentes $\geq 1\%$ .....	10
2.3.2.	Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.....	10
2.3.3.	Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées.....	10
2.3.4.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois.....	11
2.3.5.	Supports isolants non porteurs .....	11
2.3.6.	Cas de la réfection.....	11
2.3.7.	Densité et répartition des fixations de SOPRAPHIX UNILAY AR en partie courante, rives et angles .....	12
2.3.8.	Sous-couche SOPRAPHIX HP.....	13
2.3.9.	Utilisation sous protection meuble éventuelle.....	13
2.3.10.	Ouvrages particuliers.....	14
2.4.	Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM) .....	14
2.4.1.	Éléments porteurs.....	14
2.4.2.	Pare-vapeur éventuel .....	14
2.4.3.	Étanchéité des parties courantes et relevés .....	14
2.4.4.	Évacuation des eaux pluviales.....	14
2.5.	Disposition de mise en œuvre .....	14
2.5.1.	Généralités.....	14
2.5.2.	Éléments porteurs et supports en maçonnerie de pentes $\geq 1\%$ .....	14
2.5.3.	Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé.....	15
2.5.4.	Éléments porteurs et supports en bois et panneaux à base de bois.....	15
2.5.5.	Supports isolants non porteurs .....	15
2.5.6.	Prescriptions relatives aux revêtements .....	15
2.5.7.	Mise hors d'eau en fin de journée .....	16
2.5.8.	Relevés d'étanchéité par feuilles bitumineuses .....	16
2.5.9.	Relevés d'étanchéité réalisés avec le procédé FLASHING .....	16
2.6.	Assistance technique .....	19
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	19
2.7.1.	Fabrication .....	19
2.7.2.	Contrôles de fabrication .....	19
2.8.	Mention des justificatifs .....	19

2.8.1. Résultats expérimentaux .....	19
2.8.2. Références chantiers .....	19
2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre.....	20
2.9.1. Annexe A1 : Règles d'adaptation de la densité de fixations à d'autres attelages métalliques et à d'autres éléments porteurs en travaux neufs et de réfection.....	20
A 1.4.1 Cas selon les Règles NV 65 modifiées .....	21
A 1.4.2 Cas selon le Cahier CSTB n°3779.....	21
2.9.2. Annexe A2 : Zonage de la toiture et fixations complémentaires selon les Règles NV 65 modifiées .....	22
2.9.3. Annexe A3 : Zonage de la toiture selon méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA (Cahier CSTB n° 3779 de février 2017) .....	23
2.9.4. Annexe A4 : Dimensionnement au vent .....	24
2.9.5. ANNEXE A5 : Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les Règles NV 65 modifiées .....	25
2.9.6. ANNEXE A6 : Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017 .....	29
2.9.7. Tableaux et figures du Dossier Technique.....	32
2.9.8. Schémas .....	40

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre II « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

---

## 1.1. Domaine d'emploi accepté

---

### 1.1.1. Zone géographique

Le procédé SOPRAFIX UNILAY est employé en :

- France métropolitaine et DROM :
  - En France métropolitaine, en climat de plaine, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 40 m, dans les zones climatiques 1, 2, 3 et 4, tous sites de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. *Règles NV 65 modifiées*) ;
  - En France métropolitaine, en climat de plaine, 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 selon les règles de calcul du Cahier CSTB n°3779 de février 2017 ;
  - En DROM, pour des hauteurs de bâtiment inférieures ou égales à 20 m, en travaux de réfection sur maçonnerie uniquement, et en travaux neufs sur tôles d'acier nervurées et maçonnerie, en climat de plaine dans la zone climatique 5, tous sites de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n° 3563 de juin 2006 (cf. *Règles NV 65 modifiées*) et uniquement sur maçonnerie dans les régions climatiques Guadeloupe, Martinique, Guyane, Réunion et Mayotte, toutes catégories de terrain de vent selon les règles de calcul du Cahier CSTB n°3779 de février 2017.

### 1.1.2. Ouvrages visés

Le procédé SOPRAFIX UNILAY est employé en :

- Toitures inaccessibles, terrasses techniques ou zones techniques (sans chemin de nacelle) ;
- Travaux neufs et réfections ;
- Toitures plates et inclinées ;
- Versants plans et courbes.

En France métropolitaine, le procédé peut recevoir une protection meuble pour des pentes  $\leq 5\%$ .

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  $\leq 200$  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) ;
- Maçonnerie de pentes  $\geq 1\%$  et conforme au NF DTU 20.12 ;
- Dalles de béton cellulaire autoclavé armé de pentes  $\geq 1\%$ , conformes à leur Avis Technique particulier ;
- Bois et panneaux à base de bois, conforme au NF DTU 43.4 et à un Document Technique d'Application favorable, y compris les panneaux CLT.

Les *tableaux 1 à 4* résument les conditions d'utilisation selon l'élément porteur. 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 élément porteur en maçonnerie (cf. 2.3.9).

Les règles et clauses des normes NF DTU série 43 non modifiées par le Cahier des Prescriptions Techniques sont applicables.

---

## 1.2. Appréciation

---

### 1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

#### Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conforme à celle de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait 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 le système « SOPRAFIX UNILAY AR FE » cité au paragraphe 2.8.1 du Dossier Technique.

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

*Vis-à-vis du feu venant de l'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 réglementation sismique définie par :

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

Le procédé peut être mis en œuvre, en respectant les prescriptions du Dossier Technique sur des bâtiments de catégorie d'importance I, II, III et IV, situés en zone de sismicité 1 (très faible), 2 (faible), 3 (modérée), 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 ou 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 manutention des rouleaux d'étanchéité de plus de 25 kg doit se faire par un minimum de deux personnes.

**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-U complétées par celles du Cahier des Prescriptions Techniques communes « Ponts thermiques intégrés courants des toitures métalliques étanchées » (Cahier du CSTB 3688 de janvier 2011).

**Accessibilité de la toiture**

L'emploi de ces revêtements autoprotégés est sur toitures non accessibles et techniques.

Les feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR (définies dans le Document Technique d'Application Elastophène Flam – Sopralène Flam) sont utilisées en complément sur les chemins de circulation.

**Emploi en climat de montagne**

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

**Emploi dans les régions ultrapériphériques DROM**

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

**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 P1-4 (référence NF EN 1991-1-1) et son annexe nationale (référence NF EN 1991-1-4 /NA)).

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

- Attelage de fixation : VMS 2C Ø 4.8 + plaquette Ø 40 avec Pk = 1 520 N ;
- Wadm = 660 N/fixation.

**Fabrication et contrôle**

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

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 » (Cahier du CSTB 3563 de juin 2006).

**Classement FIT**

Le revêtement est classé I5.

**1.2.2. Durabilité et entretien**

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

**Entretien et réparations**

L'entretien est celui prescrit par la norme NF DTU série 43 concernée. Ce revêtement peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

### 1.2.3. Aspects environnementaux

Le procédé fait l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) 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 champs d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

---

### 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) En cas de 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.
- d) Le présent DTA apporte deux approches pour le dimensionnement au vent du complexe de toiture. Il ne faut pas les panacher. Une annexe A4 de choix du dimensionnement des éléments porteurs a été ajoutée au Dossier Technique (DT).
  - Pour l'élément porteur TAN conforme au NF DTU 43.3 :
    - Pour des bâtiments < 20 m, il est admis de dimensionner le procédé d'étanchéité suivant la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 partie 1 – 4 donnée dans le Cahier CSTB n°3779. Dans ce cas, la vérification de la tôle et de la densité de fixation à l'ossature se fera selon le § 2.3.3.1 du DT.
    - Dans les cas non visés au § 2.3.3.1, l'approche Eurocode ne s'applique pas. Le procédé sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiés.
    - Pour les tôles conformes au Cahier du CSTB 3537\_V2 (grandes portées) et au Cahier du CSTB 3644 (DROM), le procédé d'étanchéité sera dimensionné au vent extrême selon les Règles NV 65 modifiées, l'approche Eurocode ne s'applique pas.
  - Pour les éléments porteurs béton ou CLT, le procédé peut être dimensionné suivant l'Eurocode 1 partie 1- 4.
  - Pour les éléments porteurs bois conformes au NF DTU 43.4, le dimensionnement aux contraintes admissibles reste applicable. Dans ce cas le procédé sera dimensionné au vent extrême selon les NV 65 modifiées.

## 2. Dossier Technique

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

---

### 2.1. Mode de commercialisation

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Société SOPREMA SAS  
14 rue de Saint-Nazaire  
CS 60121  
FR – 67025 STRASBOURG cedex  
Tél. : 03 88 79 84 00  
Email : contact@soprema.fr  
Internet : www.soprema.fr

Distributeur : Société SOPREMA SAS  
14 rue de Saint-Nazaire  
CS 60121  
FR – 67025 Strasbourg cedex

#### 2.1.2. 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.

#### 2.1.3. Identification

Les rouleaux comportent des adhésifs sur lesquels sont mentionnés :

- La marque SOPREMA,
- La dénomination commerciale,
- L'épaisseur nominale,
- Le marquage CE avec mention de la norme EN 13707,
- Le n° de DdP,
- Les dimensions du rouleau,
- La couleur des paillettes d'ardoise,
- L'usine de fabrication,
- Un logo préconisant le port du rouleau à 2 personnes.

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

### 2.2. Description

---

#### 2.2.1. Principe

Le procédé SOPRAPHIX UNILAY utilise des feuilles d'étanchéité conformes au Guide UEAtc SBS-APP de décembre 2001 et à la norme NF EN 13707.

Le procédé peut être réalisé avec les feuilles :

- SOPRAPHIX UNILAY AR
- SOPRAPHIX UNILAY AR FE
- SOPRAPHIX UNILAY AR IC

Ces feuilles ont une épaisseur de 4 mm et les dimensions des rouleaux sont de 8m x 1m.

#### 2.2.2. Caractéristiques des composants

##### 2.2.2.1. Liants

Les liants en bitume élastomère SBS (ETF 2, ETF 2 FE, ETF 2 IC) fillérisés et en bitume élastomérique sont définis dans le Document Technique d'Application « Elastophène Flam - Sopralène Flam ».

##### 2.2.2.2. Composition et présentation des feuilles de partie courante

cf. *tableau 8*.



### 2.2.2.3. Caractéristiques des feuilles de partie courante

cf. *tableau 9*.

### 2.2.2.4. Sous-couche SOPRAFIX HP

cf. *Document Technique d'Application « SOPRAFIX Bicouche »*.

Se référer au § 2.3.8.1 pour les cas où la sous-couche est nécessaire.

### 2.2.2.5. Matériaux de relevés en feuilles

cf. *Document Technique d'Application « Elastophène Flam - Sopralène Flam »* :

- Équerre de renfort SOPRALENE ;
- SOPRALAST 50 TV ALU (ou cuivre ou inox) ;
- CHAPE ATLAS AR ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ;
- SOPRALENE FLAM 180 ALU ;
- SOPRALAST AR : liant bitume élastomérique, armature GVV 95 g/m<sup>2</sup>, surface ardoisée, sous-face filmée, épaisseur minimale 3,5 mm ;
- SOPRAFIX UNILAY AR (cf. § 2.2.2.2 et 2.2.2.3) ;
- SOPRAFIX UNILAY AR FE (cf. § 2.2.2.2 et 2.2.2.3) ;
- SOPRAFIX UNILAY AR IC (cf. § 2.2.2.2 et 2.2.2.3).

### 2.2.2.6. Matériaux de relevés en FLASHING

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

cf. *Document Technique d'Application « Elastophène Flam – Sopralène Flam »*.

### 2.2.2.7. Autres matériaux

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

cf. *Document Technique d'Application « Elastophène Flam - Sopralène Flam »* :

- SOPRAVAP STICK ALU ;
- SOPRAVAP STICK ALU S 16 ;
- AERISOL FLAM ;
- SOPRACOLLE 300 N ;
- ELASTOPHENE 25 ;
- ELASTOPHENE FLAM 25 ;
- ELASTOPHENE 25 AR ;
- SOPRALENE FLAM 180 AR ;
- ELASTOVAP ;
- VAPOBAC : voile de verre aluminium conforme à la norme NF DTU 43.3 P 1-2.

### 2.2.2.8. Attelages pour la fixation des feuilles SOPRAFIX UNILAY AR et sous-couche SOPRAFIX HP

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<sub>Rt</sub> selon la norme NF P 30-313 de l'attelage ou pour le béton la charge limite de service Q<sub>R</sub> (selon Cahier du CSTB n°3563 de juin 2006).

Il est rappelé que :

- a) 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 UNILAY 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 du 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.

## 2.3. Disposition de conception

### 2.3.1. Éléments porteurs et supports en maçonnerie de pentes $\geq 1 \%$

Sont admis, les éléments porteurs et supports en maçonnerie de pentes  $\geq 1 \%$  conformes à la norme NF DTU 20.12, à l'exception des formes de pente en béton lourd ou léger, des voiles précontraints, des voiles minces préfabriqués, des corps creux avec ou sans chape de répartition, des planchers à chauffage intégré, des planchers comportant des distributions électriques noyées, et les planchers de type *D*.

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.

### 2.3.2. Éléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

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

### 2.3.3. Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées

Si une protection lourde meuble est mise en œuvre, la charge de la protection doit être prise en compte.

#### 2.3.3.1. 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.

##### 2.3.3.1.1. 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.

##### 2.3.3.1.2. 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 :

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

Avec :

- *D* : 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.
- Rc : 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.

#### 2.3.3.2. 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.

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

#### 2.3.4.1. Généralités

Sont admis, le bois massif et les panneaux à base de bois conformes aux prescriptions du 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.

#### 2.3.4.2. Bois et panneaux à base de bois conformes au 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.

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

Dans le cadre 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.

### 2.3.5. Supports isolants non porteurs

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

Sont admis, les panneaux isolants mentionnés dans les *tableaux 1 à 4* dans les conditions de leur Avis Technique particulier pour l'emploi sous revêtement d'étanchéité apparent fixé mécaniquement.

Le pare-vapeur (employé lorsque nécessaire selon le NF DTU 43.3 + A1) est réalisé avant la pose de l'isolation thermique selon les conditions du tableau 5.

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 ».

### 2.3.6. 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.

#### 2.3.6.1. 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 membrane synthétique, pouvant être sur différents supports (bois, maçonnerie, béton cellulaire, isolants sur les trois éléments porteurs précités et sur tôle d'acier nervurée).

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

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

Les critères de conservation et de préparation des autres éléments de la toiture (éléments porteurs, pare-vapeur, isolant thermique, protection meuble) 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 paragraphe 2.3.5 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  $Q_{r,éel}$ ) envisagées pour la réfection.  $P_{k,réel}$  (ou  $Q_{r,éel}$ ) 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 » (Cahier du CSTB n°3563 de juin 2006).

### 2.3.6.2. Cas des 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 A1 du présent document et à l'annexe 4 du Cahier du CSTB n°3563 « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement ».

L'annexe A1 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.

## 2.3.7. Densité et répartition des fixations de SOPRAFIX UNILAY AR en partie courante, rives et angles

### 2.3.7.1. 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  $P_{k_{ft}}$  sont données dans les fiches techniques établies selon la norme NF P 30-313.

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, ou 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  $P_{k_{ft}}$  est donnée selon la norme NF P 30-313.
- Et, d'autre part :
  - Soit 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), en fonction de la localisation de la toiture, de la zone de la toiture (partie courante, rive et angle, édicule et émergence), pour des constructions courantes de base rectangulaire respectant les conditions suivantes (cf. Tableaux des densités de fixations en annexe A5) :
    - $h \leq 2,5 a$ ,
    - $f \leq h/2$  pour les toitures à versant plan,
    - $f \leq h \times 2/3$  pour les toitures à versant courbe avec :
      - a = longueur du bâtiment,
      - f = flèche entre le faîtage et la noue ;
  - Soit 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) (cf. Tableaux des densités de fixations en annexe A6) :
    - De la zone en toiture : partie courante, rive, angle, édicule et émergence (Cf. Cahier du CSTB n°3779 « Méthode simplifiée pour la détermination du vent selon l'Eurocode 1 P1 4/NA » (février 2017)) ;
    - Des caractéristiques du bâtiment :
      - Forme et dimensions dont hauteur au faîtage,
      - Forme (plan ou courbe) et pente de ses versants,
      - Perméabilité à l'air des parois (bâtiment ouvert ou fermé),
      - Région climatique,
      - Catégorie de terrain,
      - Avec un coefficient d'orographie  $c_0(z)$  à définir par le concepteur de la toiture. Il est fixé à 1 dans le présent dossier pour le calcul des tableaux de densité de fixations en annexe A6,
      - Avec un coefficient de direction  $C_{dir}$  fixé à 1,
      - Avec un coefficient structural  $c_s c_d$  fixé à 1.

### 2.3.7.2. 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 UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou SOPRAFIX UNILAY AR IC ou (par simplification) SOPRAFIX HP utilisé en sous-couche) 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) :  $W_{adm_{sr}} = 660$  N/fixation.

### 2.3.7.3. Espacement des fixations

#### 2.3.7.3.1. 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 A1.

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

Les fixations au pied de tous les relevés (acrotères, édicules, lanterneaux...) sont situées, 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 lorsque le sens :

- Longitudinal du lé de SOPRAFIX est parallèle au relief, leur écartement est E ;

- Longitudinal du lé de SOPRAFIX est perpendiculaire au relief, il faut 3 fixations par lé, indépendamment de celle située dans le recouvrement.

À chaque système (élément porteur + vis-plaquette + SOPRAFIX) correspond une valeur admissible d'arrachement de la fixation  $W_{adm_{lim}}$  définie en fonction du  $P_{k_{ft}}$  de l'attelage et du  $W_{adm}$  de référence de la feuille SOPRAFIX. Cette valeur  $P_{k_{ft}}$  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.

### 2.3.7.3.2. Selon Règles NV65 :

Pour la répartition des fixations, il y a lieu de distinguer (cf. Annexe A2 *figure A2.1*) :

- Les parties courantes, repère 1 ;
- Les zones de toiture soumises aux actions locales majorées de dépression au vent (cf. *Règles NV 65 modifiées*). Les zones concernées, repères 2 à 5, sont définies au *tableau 6*.

Les tableaux en Annexe A5 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 § 2.3.7.2, de  $P_{k_{ft}} = 152$  daN selon la norme NF P 30-313 et un  $W_{admsr}$  de 660 N.

Pour certaines zones de vent, et certaines localisations en toiture, la nécessité de respecter un espacement minimal E de 0,18 m conduit à disposer les fixations sur une sous-couche SOPRAFIX HP fixée sous les recouvrements et à mi-lé avec le même espacement E tel que décrit au § 2.3.8.

### 2.3.7.3.3. 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 A3 *figure A3.1*).

Les tableaux en Annexe A6 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 § 2.3.7.2, de  $P_{k_{ft}} = 152$  daN selon la norme NF P 30-313 et un  $W_{admsr}$  de 660 N.

Pour certaines régions de vent, certaines catégories de terrain, et certaines localisations en toiture, la nécessité de respecter un espacement minimal E de 0,18 m conduit à disposer les fixations sur une sous-couche SOPRAFIX HP fixée sous les recouvrements et à mi-lé avec le même espacement E tel que décrit au § 2.3.8.

## 2.3.8. Sous-couche SOPRAFIX HP

### 2.3.8.1. Généralités

Une sous-couche SOPRAFIX HP fixée mécaniquement est nécessaire dans les :

- Noues, en renforcement de la fonction étanchéité :
  - noues de rive : sur 1 m environ (cf. *figure 5*),
  - noues centrales : sur 1,90 m (cf. *figures 6 et 7*) ;
- Dans les cas repérés dans les tableaux des Annexes A5 et A6 par un astérisque \*.

La même méthode de dimensionnement (approche selon les NV65 modifiée ou selon le Cahier CSTB n°3779) doit être utilisée pour la sous-couche SOPRAFIX HP et le revêtement SOPRAFIX UNILAY de partie courante.

### 2.3.8.2. Fixation de SOPRAFIX HP

SOPRAFIX HP est fixé :

- Dans les recouvrements, axe de fixation aligné à 5 cm du bord (un lignage figure cet axe sur SOPRAFIX HP). Le recouvrement minimal est de 10 cm (cf. *figure 8*) ;
  - L'espacement E entre fixations est celui défini dans les tableaux des Annexes A5 (dans le cas d'une approche selon les NV65 modifiées) et A6 (dans le cas d'une approche simplifiée de l'Eurocode selon le Cahier CSTB n°3779) (cf. *figure 9*) en fonction des différentes localisations en toiture : parties courantes, rives, angles ;
  - En lisière des bords libres longitudinaux, suivant le même espacement E ;
  - En pied de relevés conformément au paragraphe 2.3.7.3.1 ;
  - À mi-lé dans les zones de la toiture où il est mentionné un astérisque \* dans les tableaux des Annexes A5 (dans le cas d'une approche selon les NV65 modifiées) et A6 (dans le cas d'une approche simplifiée de l'Eurocode selon le Cahier CSTB n°3779).
- En noue, les fixations à mi-lé 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 soudée (Cf. *figure 9*).

Lorsque la compression à 10 % de déformation (selon la norme NF EN 826) des isolants supports est inférieure à 100 kPa (cf. *le tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants*), les attelages de fixation mécanique sont de type « solide au pas » (cf. § 2.2.2.8).

### 2.3.9. Utilisation sous protection meuble éventuelle

Les protections meubles rapportées sont celles décrites par les normes NF DTU série 43.

La limite de dépression au vent est celle prescrite pour les systèmes d'étanchéité sous protection meuble selon les normes NF DTU série 43.

### 2.3.10. Ouvrages particuliers

#### 2.3.10.1. Noues

Elles peuvent être à pente nulle.

Toutes les noues reçoivent un renfort de SOPRAPHIX HP sur 1 m en noue de rive et 1,90 m en noue centrale.

On se reportera au § 2.3.8 pour la mise en œuvre.

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

Les dispositions de la norme NF DTU série 43 concernée s'appliquent.

Les platines sont insérées entre le revêtement d'étanchéité et une pièce de renfort 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).

Dans le cas d'EP en déversoir et des relevés réalisés en FLASHING, la platine de cette EP est collée par une couche de FLASHING en partie courante sur la dernière couche ardoisée et verticalement sur la costière. Le pourtour de la platine reçoit une bande renfort en VOILE FLASHING collée par FLASHING. L'ensemble est ensuite protégé par deux couches de FLASHING de 900 g/m<sup>2</sup> et 700 g/m<sup>2</sup> comme défini au § 2.5.9.5.

#### 2.3.10.3. Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés sur costières conformément aux dispositions du DTU concerné, ou de l'Avis Technique SOPRAJOINT.

#### 2.3.10.4. Chemins de circulation et zones techniques

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

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

---

## 2.4. Dispositions particulières aux Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)

---

### 2.4.1. Eléments porteurs

Seuls sont revendiqués les éléments porteurs en maçonnerie en travaux neufs et de réfection (type *D* non admis) et en tôles d'acier nervurées uniquement en travaux neufs. Le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de systèmes d'étanchéité de toitures dans les Départements d'Outre-Mer (DOM) » du GS 5 (Cahier du CSTB n°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.

### 2.4.2. 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 5*.

### 2.4.3. Etanchéité des parties courantes et relevés

Le complexe apparent est choisi parmi ceux prévus aux *tableaux 1, 2 et 3*. Les relevés, de hauteur minimale 150 mm quelle que soit la destination de la toiture, sont traités comme prévus aux § 2.5.8 et 2.5.9.

La protection meuble du § 2.3.9 est exclue dans les DROM.

### 2.4.4. 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.

---

## 2.5. Disposition de 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.

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.

### 2.5.1. Généralités

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.

### 2.5.2. Eléments porteurs et supports en maçonnerie de pentes $\geq 1$ %

La préparation des supports est effectuée conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1 et des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application.

La préparation et le pontage des joints sont effectués conformément aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1. Les pontages peuvent être réalisés avec une bande de 20 cm de largeur en SOPRALAST 50 TV ALU disposée coté Alu vers le support.

### 2.5.3. Eléments porteurs et supports en dalles de béton cellulaire autoclavé armé

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 des pare-vapeur en cas d'isolation thermique complémentaire.

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

Préparation de 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 de 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 en indépendance ou en semi-indépendance par clouage ou par feuille auto-adhésive : aucune préparation.

### 2.5.5. Supports isolants non porteurs

#### 2.5.5.1. 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 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 le 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. § 2.5.9.4).

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

##### Cas général

Les panneaux isolants sont mis en œuvre en quinconce et jointifs en premier lit, fixés mécaniquement au préalable selon les prescriptions de leur Avis Technique 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.

Toute autre technique visée favorablement par l'Avis Technique de l'isolant est admise.

Dans le cas d'un support isolant dont la compression à 10 % de déformation (selon la 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 » (cf. § 2.2.2.8 du Dossier Technique). 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 Technique d'Application de l'isolant pour les prescriptions de mise en œuvre (nature et densité des fixations préalables).

L'écran thermique (ELASTOPHENE 25 AR) est déroulé à sec, joints à recouvrements de 10 cm libre.

La protection de la tranche du panneau au droit des relevés ou émergences est réalisée à l'aide d'une bande auto-adhésive à froid, SOPRASOLIN, développée 10 cm, appliquée en fond de gorge, ailes sensiblement égales. Le recouvrement de ces bandes est de 10 cm.

Cette protection n'est pas nécessaire avec l'emploi des relevés en FLASHING.

### 2.5.6. Prescriptions relatives aux revêtements

Le revêtement est indiqué dans les tableaux 1 à 4.

La feuille SOPRAFIX UNILAY AR est déroulée et positionnée à recouvrements longitudinaux de 12 cm (cf. *figure 1*).

SOPRAFIX UNILAY AR est fixée mécaniquement en lisière sous le recouvrement longitudinal (cf. *figures 2 et 3*).

Le lignage à 5 cm du bord de la feuille (pointillés sur la *figure 2*) matérialise l'implantation des fixations (plaquettes Ø 40 mm). Le recouvrement dépasse d'au moins 5 cm les bords des plaquettes (cf. *figure 3*). Les recouvrements sont soudés au chalumeau (joints longitudinaux soudés en déroulant).

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

Sur un isolant admettant l'adhérence, pour des raisons esthétiques et sur prescriptions des DPM, il est possible, en plus des fixations mécaniques propres à ce système, de souder en plein SOPRAFIX UNILAY AR.

Les fixations (éléments de liaison et plaquettes associées) utilisables sont décrites au § 2.2.2.8.

Les recouvrements transversaux sont de 15 cm, décalés entre eux d'au moins 1 m.

Pour effectuer une soudure sur l'autoprotection minérale (abouts de lés, coupes, talons de relevés...), il faut, avant la soudure, réchauffer l'autoprotection minérale et faire refluer le bitume au moyen d'une spatule chauffée.

Des coupes biaisées doivent être faites au droit des croisements ; elles sont ensuite chanfreinées à la spatule chaude suivant les repères 3 de la *figure 4*.

La qualité des soudures fait l'objet d'un autocontrôle lors de la mise en œuvre. La présence d'un débord de bitume en lisière permet de vérifier la continuité des soudures ; en son absence, on doit vérifier la fermeture du joint, à l'aide d'une spatule par exemple.

Dans le cas où une sous-couche SOPRAPHIX HP est nécessaire (cf. § 2.3.8), SOPRAPHIX UNILAY AR est soudé à plein sur cette sous-couche (sans fixations mécaniques), joints décalés ou croisés.

#### *Règles de substitution*

SOPRAPHIX UNILAY AR peut être remplacé par SOPRAPHIX UNILAY AR FE ou par SOPRAPHIX UNILAY AR IC.

#### *Fixations en tête*

Lorsque SOPRAPHIX UNILAY AR est déroulé dans le sens de la pente, des fixations sont obligatoires en tête des lès (4 fixations par mètre linéaire) pour les pentes supérieures ou égales à 100 %. Elles sont recouvertes par les recouvrements de lés disposés en amont ou par les talons des renforts de gorge.

### **2.5.7. Mise hors d'eau en fin de journée**

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 le revêtement ;
- Les équerres de renfort de relevé en feuilles bitumineuses sont soudées le long de toutes les émergences, sur le revêtement courant et sur le relief préalablement préparé (cf. § 2.5.8) ;
- 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 le revêtement courant et sur le relief.  
Par ailleurs, le relevé en FLASHING est mis en œuvre conformément au § 2.5.9 sur le revêtement courant ;
- 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 élément porteur 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.

### **2.5.8. Relevés d'étanchéité par feuilles bitumineuses**

#### 2.5.8.1. 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.

Les feuilles utilisées en relevés sont posées à joints décalés.

#### 2.5.8.2. Fixations de SOPRAPHIX UNILAY AR ou HP en pied de relief

cf. § 2.3.7.

#### 2.5.8.3. Composition et mise en œuvre

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 de 0,25 m de développé, aile verticale de 0,10 m minimum, aile horizontale soudée au SOPRAPHIX UNILAY AR ou HP (selon figures 10 et 11) et dépassant de 4 cm minimum le bord des plaquettes de pied de relevé (ce dépassement peut être remplacé par une pièce d'étanchéité en SOPRAPHIX HP protégeant la plaquette) ;
- Relevé en SOPRALAST 50 TV ALU, avec talon :
  - dépassant de 0,05 m minimum l'équerre de renfort (cas sans sous-couche : cf. figure 10),
  - ou
  - de 0,15 m minimum (cas avec sous-couche SOPRAPHIX HP : cf. figure 11).

D'autres feuilles peuvent être substituées à celles figurant ci-dessus (cf. § 2.2.2.5).

#### 2.5.8.4. Dispositif d'écartement des eaux de ruissellement

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

### **2.5.9. Relevés d'étanchéité réalisés avec le procédé FLASHING**

#### 2.5.9.1. Principes et généralités

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

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

En pied de relevés les supports isolants thermiques de classe C et D sous Document Technique d'Application en tant que support d'étanchéité de toiture sont admis.



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 béton, une équerre préalable en résine ALSAN FLASHING est nécessaire.

#### **2.5.9.1.1. 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.

#### **2.5.9.1.2. 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 isolés sur des terrasses inaccessibles, terrasses techniques ou à zones techniques à éléments porteurs en béton. Dans ces cas des dispositions particulières (cf. § 2.5.9.3.2.1) 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.

#### 2.5.9.2. Supports admissibles

La nature du relief (cf. *normes – DTU série 43*) est identique à celle qui est admise pour les relevés d'étanchéité réalisés dans 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.

#### 2.5.9.3. Travaux préparatoires

##### **2.5.9.3.1. Revêtement de 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).

##### *2.5.9.3.1.1. Autoprotection minérale*

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

- Soit à la brosse métallique ;
- Soit 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.

##### *2.5.9.3.1.2. 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.

##### **2.5.9.3.2. Partie verticale**

Le support du relevé FLASHING doit être propre et sec.

##### *2.5.9.3.2.1. Béton et enduit de ciment en réfection*

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 P 98-282 (vitesse 5 mm/min) : le résultat de cette mesure doit être communiqué par écrit à l'entreprise d'étanchéité.

##### *2.5.9.3.2.2. 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 – 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 du procédé FLASHING.

##### *2.5.9.3.2.3. Support bois et panneaux à base de bois*

Les supports sont dépoussiérés.

Les jonctions entre deux éléments solidarités par fixations conformes à la norme – 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 du procédé FLASHING.

#### 2.5.9.3.2.4. 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.*

#### 2.5.9.4. 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, à l'exception du verre cellulaire et des toitures avec isolation inversée. 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.

#### 2.5.9.5. Composition et mise en œuvre

##### 2.5.9.5.1. 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. § 2.5.9.5.3).

##### 2.5.9.5.2. Mise en œuvre de la résine FLASHING

La résine 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 le 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 de 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 12).

Il est rappelé que les supports (talon et partie verticale) sont préparés selon les dispositions du § 2.5.9.3.

##### 2.5.9.5.3. 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 du 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>re</sup> couche de ALSAN FLASHING : 2 heures ;
- Recouvrement entre la 1<sup>re</sup> et la 2<sup>e</sup> couche de ALSAN FLASHING : 3 heures.

#### 2.5.9.6. 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/mn) à raison d'un contrôle par chantier, ou tranches d'exécution du gros œuvre, du relevé procédé FLASHING.

**Nota** : la zone de réalisation de l'essai nécessite une réparation selon le § 2.5.9.8 ci-après.

#### 2.5.9.7. Dispositifs écartant les eaux de ruissellement en tête de relevés

Les relevés sont protégés en tête conformément aux normes DTU de la série 43 concernées sauf dans le cas du § 2.5.9.1.2.

#### 2.5.9.8. Réparabilité

En cas de blessures accidentelles, il sera procédé :

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

---

## 2.6. Assistance technique

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

Concernant plus particulièrement le Flashing, la Société 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 finition FLASHING.

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

---

## 2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

### 2.7.1. 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 des systèmes d'assurance de la qualité et du Management Environnement conforme à la norme ISO 9001 :2015 et ISO 14001.

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.

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.

### 2.7.2. Contrôles de fabrication

#### 2.7.2.1. 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 tout point identiques à ceux des deux autres usines, selon le *tableau 10* du Dossier Technique. La production de ces usines est en outre suivie par SGS.

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

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 et extrait sec.

De plus pour la résine 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.

---

## 2.8. Mention des justificatifs

### 2.8.1. Résultats expérimentaux

- La résistance à la déchirure au clou des feuilles SOPRAFIX UNILAY AR et SOPRAFIX HP a été mesurée par le laboratoire de la Société SOPREMA.
- La résistance à l'action du vent a été mesurée selon le Guide UEAtc ad hoc par le laboratoire du CSTC à Limelette (B) : PV DUB 3023 (24) du 7 juillet 2003.
- ITT SOPRAFIX UNILAY n° YW-LABO ITT du 26 février 2014.
- Détermination du Ct : Essais du Laboratoire central de SOPREMA DK-LABO.122/14.
- Procès-verbal de classement du CSTB n° RS06-056 du 3 juillet 2014 : B<sub>ROOF</sub>(t3) avec feuille de SOPRAFIX UNILAY AR FE.

### 2.8.2. Références chantiers

Le procédé SOPRAFIX UNILAY est utilisé depuis 1992 et a fait l'objet de plus de 1 500 000 m<sup>2</sup> d'application.

## 2.9. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

### 2.9.1. Annexe A1 : Règles d'adaptation de la densité de fixations à d'autres attelages métalliques et à d'autres éléments porteurs en travaux neufs et de réfection

Ces règles s'appliquent sur les éléments porteurs définis au § 2.3, pour l'emploi des feuilles SOPRAPHIX, fixées avec les attelages conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « Résistance au vent des systèmes d'étanchéités de toitures fixés mécaniquement » (Cahier du CSTB n°3563 de juin 2006) (éléments de liaison et plaquettes de répartition), dans les cas non repris dans les tableaux des Annexes A5 (cas selon les NV65 modifiées) et A6 (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 § 2.3.7 du Dossier Technique selon le système de référence retenu auquel il est nécessaire de se référer.

#### A 1.1 Définition de l'attelage de référence

- Attelage : Ensemble ; Élément porteur + élément de liaison + plaquette de répartition (Attelages de référence : plaquette Ø 40 mm, épaisseur 0,8 mm),
- Wadm : Valeur admissible des fixations du système de référence, définie au § 2.3.7 et indiquée ci-dessous (système de fixation de référence de la société ETANCO)

Wadm	SOPRAPHIX UNILAY AR	SOPRAPHIX UNILAY AR FE	SOPRAPHIX UNILAY AR IC	SOPRAPHIX HP en sous-couche (cf. 2.3.8.1 pour les zones concernées)
VMS 2C Ø 4.8 + plaquette Ø 40 Pk <sub>ft</sub> = 152 daN (selon NF P 30-313)	660 N/ fixation	660 N/ fixation	660 N/ fixation	660 N/ fixation (par simplification)

- ns : Notation liée au nouveau système à évaluer
- Wadm<sub>ns</sub> : Valeur admissible 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, défini dans la fiche technique du fabricant,
- Pk<sub>réel</sub> : Résistance caractéristique à l'arrachement de l'attelage (fixation/plaquette) obtenu par essai in situ,
- Q<sub>réel</sub> : Charge limite de service, dans le cas d'éléments porteur en béton, obtenu 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 :

- Densités 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 au NF DTU 43.3 et au Cahier du CSTB n°3537\_V2.

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

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>lim</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 Cahier du CSTB n°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.

Règle d'adaptation :

- si R<sub>ns</sub>  $\geq$  152 daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 660 N/ fixation,
- si R<sub>ns</sub> < 152 daN, on retient : Wadm<sub>ns</sub> = 660 x R<sub>ns</sub>/1520 (N/fixation).

Exemple pour une utilisation de la fixation IRF-4.8xL + plaquette IRF Ø 40 de la société SFS Intec :

R<sub>ns</sub> = 138 daN < 152 daN

donc Wadm<sub>ns</sub> = 660 x 1380/1520 = 599 N/fixation.

## 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  $m^2$ ) vaut :

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

$D_p$  (Pa) = Dépression due au vent extrême, dans la zone de toiture à considérer (partie courante, rives, angles...) et définie suivant les règles NV 65 modifiées et repris dans le Cahier du CSTB n°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 sécuritaire (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  $m^2$ ) vaut :

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

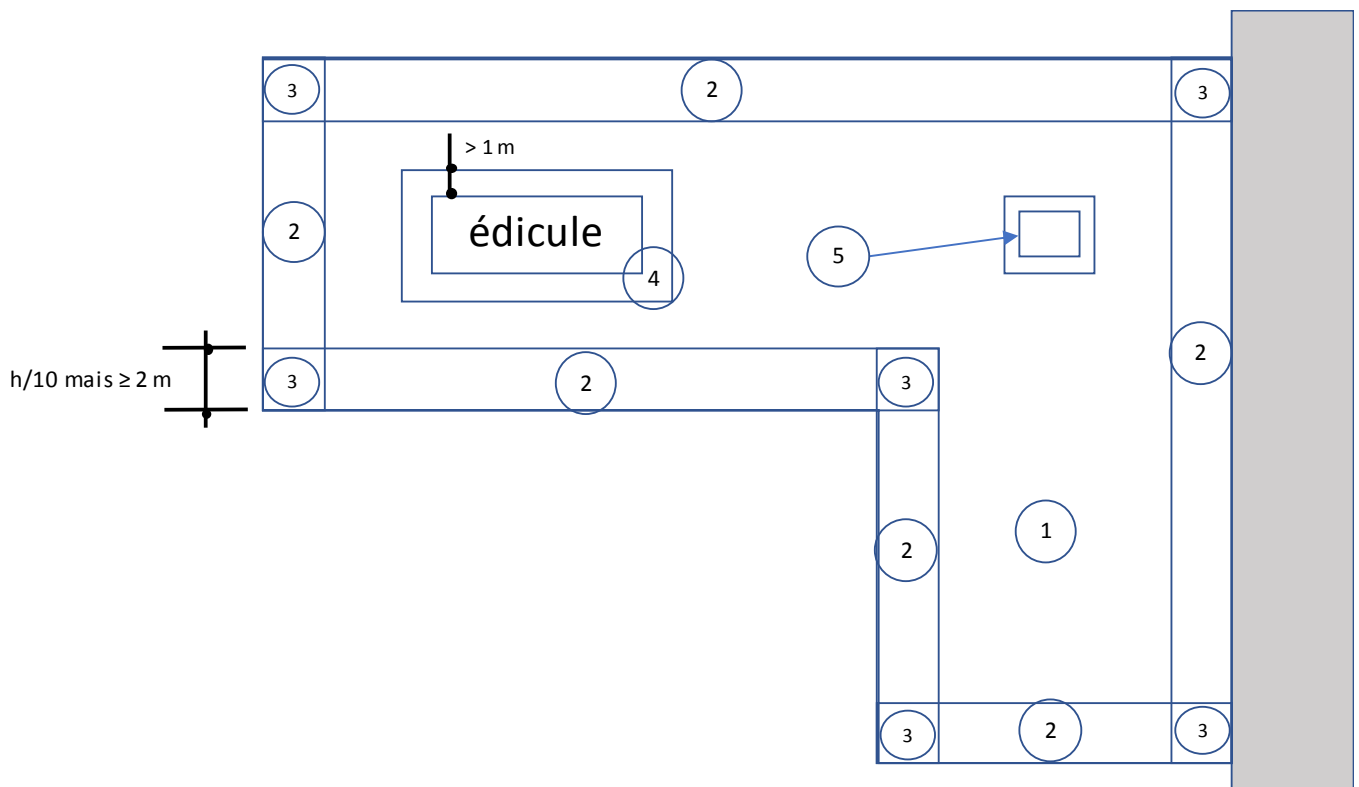
$D_p$  (Pa) = Dépression due au vent extrême, dans la zone de toiture à considérer (partie courante, rives, angles...) et définie suivant le Cahier du CSTB n°3779 « Méthode simplifiée pour la détermination de l'action du vent selon l'Eurocode 1 P1-4 : application aux toitures recevant des procédés isolants 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 sécuritaire (ex : 37,4 arrondi à 37).

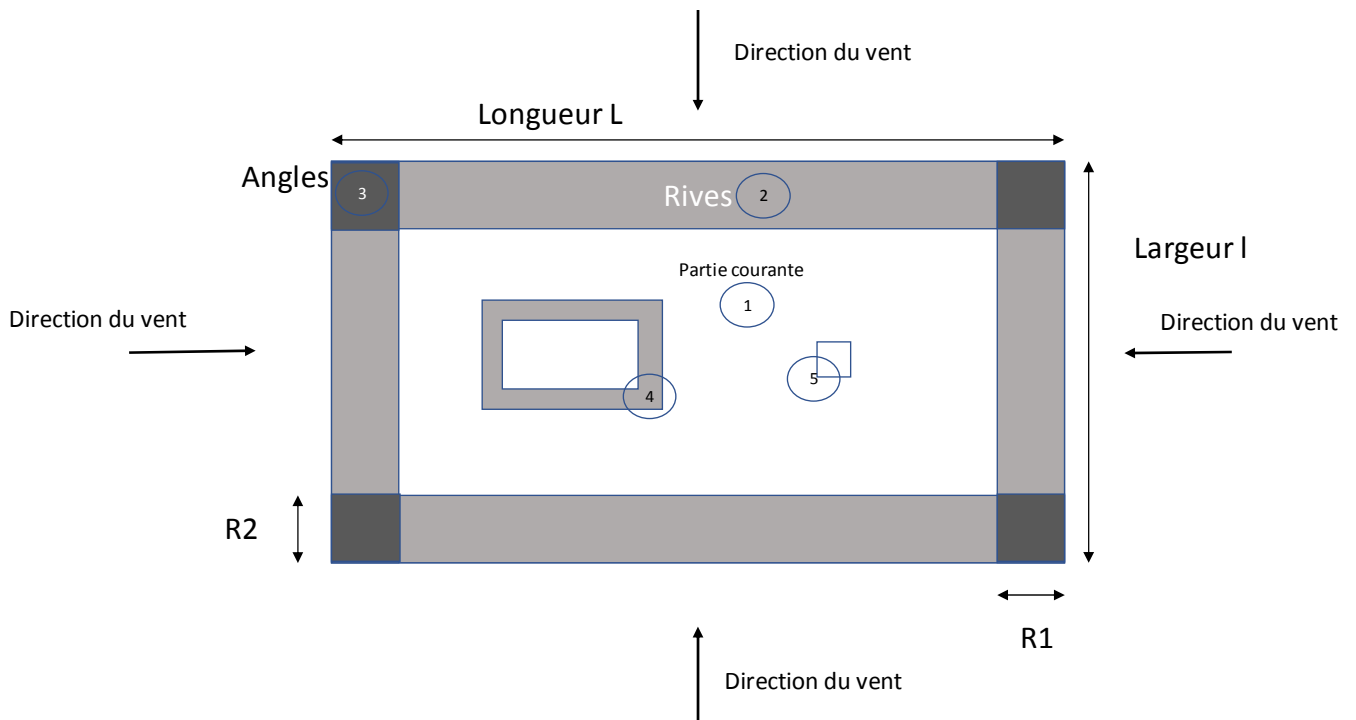
### 2.9.2. Annexe A2 : Zonage de la toiture et fixations complémentaires selon les Règles NV 65 modifiées



- 1 – Partie courante
- 2 – Rives (y compris le pied de bâtiments surélevés) : la largeur est égale à  $h/10$  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 autres émergences de dimensions plus petites : au pied des relevés

**Figure A2.1 - zonage de la toiture**

### 2.9.3. Annexe A3 : 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 (y compris le pied de bâtiments surélevés)
  - 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 autres émergences de dimensions plus petites : au pied des relevés

**Figure A3.1 - zonage de la toiture**

## 2.9.4. Annexe A4 : Dimensionnement au vent

	Elément porteur	Approches de dimensionnement de l'élément porteur	Méthodes de dimensionnement admises pour le revêtement d'étanchéité	Densité de fixations minimale et écartement maximal entre fixation à prendre en compte
France Métropolitaine	Maçonnerie	Selon le DTU 20.12	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A6.1 à A6.9
	Béton cellulaire autoclavé armé	Selon le DTA de l'élément porteur	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A6.1 à A6.9
	CLT	Selon le DTA de l'élément porteur	NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2
			Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A6.1 à A6.9
	TAN conformes à la norme NF DTU 43.3 pour bâtiment <20m décrites au § 2.3.3.1	Selon le DTU 43.3	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2
		Selon le DTU 43.3 et suivant les prescriptions décrites au § 2.3.3.1.2	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A6.1 à A6.9
TAN conformes au DTU 43.3 pour bâtiment >20m non décrites au § 2.3.3.1	Selon le DTU 43.3	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2	
TAN grandes portées conformes au cahier CSTB 3537_V2	Selon le DTU 43.3			
Panneaux bois conformes au NF DTU 43.4	Selon le DTU 43.4	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.1 et A5.2	
		Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexes A6.1 à A6.9	
DROM	Maçonnerie	Selon le DTU 20.12	Règles NV 65 modifiées	Annexes A5.3 et A5.4
	TAN	Selon le Cahier CSTB 3644	Eurocode 1 P1-4/NA suivant les dispositions du cahier 3779	Annexe A6.10
			NV 65 modifiées	Annexes A5.3 et A5.4



### 2.9.5. ANNEXE A5 : Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon les Règles NV 65 modifiées

Les tableaux A5.1 à A5.4 indiquent la densité de répartitions des fixations des feuilles SOPRAFIX UNILAY AR, SOPRAFIX UNILAY AR FE, SOPRAFIX UNILAY AR IC en fonction de la zone de vent et de la hauteur du bâtiment.

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{k_{ft}} \geq 152$  daN avec plaquette métallique de dimensions  $\geq 40$  mm et  $W_{adm} = 660$  N / fixation.

**Tableau A5.1 : Versants plans, avec les cas où une sous-couche SOPRAFIX HP est nécessaire**

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Repère	Type espacement		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	
1° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment fermé - Travaux neufs												
10	1	Parties courantes	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	37	37	37	32	33	26	28	23
	3	Angles	Ea	2,4	35	26	29	22	23	19	19	33*
15	1	Parties courantes	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	36
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	37	33	37	29	30	24	25	21
	3	Angles	Ea	2,4	32	24	27	20	21	34 *	18	30 *
20	1	Parties courantes	Epc	1	37	37	37	37	37	37	37	33
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	37	31	35	27	28	22	23	19
	3	Angles	Ea	2,4	30	22	25	19	20	32 *	33 *	27 *
2° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs et de réfection												
10	1	Parties courantes	Epc	1,5	37	37	37	36	37	30	32	26
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	37	31	35	27	28	22	23	19
	3	Angles	Ea	2,9	29	21	24	18	19	31*	32*	27*
15	1	Parties courantes	Epc	1,5	37	37	37	33	34	27	28	24
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	37	28	32	24	25	20	21	18
	3	Angles	Ea	2,9	26	19	22	34 *	35 *	28 *	29 *	24 *
20	1	Parties courantes	Epc	1,5	37	35	37	30	32	25	26	22
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	36	26	30	23	24	19	20	33 *
	3	Angles	Ea	2,9	24	18	20	31 *	33 *	26 *	27 *	23 *
3° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé / revêtement indépendant sous protection lourde, se référer au 1° ci-dessus)												
Maçonnerie : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs et de réfection												
10	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	37	37	37	37	37	32	34	28
	3	Angles	Ea	2,1	37	30	34	26	27	21	22	18
15	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	37	37	37	35	37	29	30	25
	3	Angles	Ea	2,1	37	27	30	23	24	19	20	34 *
20	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	37	37	37	33	34	27	28	23
	3	Angles	Ea	2,1	34	25	28	22	22	18	19	31 *

Nota :

- \* signifie : prévoir la sous-couche SOPRAFIX HP avec fixations complémentaires à mi-lé avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements en lisière (espacement identique à celui du revêtement de partie courante).
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.

**Tableau A5.2 : Versants courbes, avec les cas où une sous-couche SOPRAFIX HP est nécessaire**

H [m]	Localisation		C <sub>p</sub>	Zone 1		Zone 2		Zone 3		Zone 4		
	Repère	Type espacement		Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	Site normal	Site exposé	
1° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment fermé - Travaux neufs												
10	1	Parties courantes	Epc	1,1	37	37	37	37	37	37	37	36
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	37	33	37	28	30	24	25	20
	3	Angles	Ea	2,7	31	23	26	20	21	33 *	35 *	29 *
15	1	Parties courantes	Epc	1,1	37	37	37	37	37	37	37	32
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	37	30	34	26	27	21	22	18
	3	Angles	Ea	2,7	28	21	24	18	19	30*	32 *	26 *
20	1	Parties courantes	Epc	1,1	37	37	37	37	37	34	36	30
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	37	28	31	24	25	20	21	35 *
	3	Angles	Ea	2,7	26	19	22	34 *	35 *	28 *	29 *	24 *
2° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment ouvert - Travaux neufs et de réfection												
10	1	Parties courantes	Epc	1,6	37	37	37	34	35	28	29	24
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	37	31	35	27	28	22	23	19
	3	Angles	Ea	3	28	21	23	18	19	30*	31*	26 *
15	1	Parties courantes	Epc	1,6	37	36	37	31	32	25	27	22
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	37	28	32	24	25	20	21	18
	3	Angles	Ea	3	25	19	21	33*	34 *	27 *	28 *	24 *
20	1	Parties courantes	Epc	1,6	37	33	37	28	30	24	25	20
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	36	26	30	23	24	19	20	33 *
	3	Angles	Ea	3	24	35 *	20	30 *	32 *	25 *	26 *	22 *
3° Tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois : bâtiment fermé - Réfection (ancien revêtement autoprotégé conservé / revêtement indépendant sous protection lourde, se référer au 1° ci-dessus) Maçonnerie : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs et de réfection												
10	1	Parties courantes	Epc	0,8	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	37	37	37	34	35	28	29	24
	3	Angles	Ea	2,4	35	26	29	22	23	19	19	33 *
15	1	Parties courantes	Epc	0,8	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	37	36	37	31	32	25	27	22
	3	Angles	Ea	2,4	32	24	27	20	21	34 *	18	30 *
20	1	Parties courantes	Epc	0,8	37	37	37	37	37	37	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	37	33	37	28	30	24	25	20
	3	Angles	Ea	2,4	30	22	25	19	20	32 *	33 *	27 *
Nota :												
<ul style="list-style-type: none"> <li>• * signifie : prévoir la sous-couche SOPRAFIX HP avec fixations complémentaires à mi-lé avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements en lisière (espacement identique à celui du revêtement de partie courante).</li> <li>• Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.</li> </ul>												

**Tableau A5.3 : Zone de vent 5 (DROM)- Versants plans, avec les cas où une sous-couche SOPRAFIX HP est nécessaire**

H [m]	Localisation			C <sub>p</sub>	Zone 5	
	Repère	Type espacement	Site normal		Site exposé	
1° Tôles d'acier nervurées : bâtiment fermé - Travaux neufs						
10	1	Parties courantes	Epc	1	34	29
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	20	34*
	3	Angles	Ea	2,4	29*	24*
15	1	Parties courantes	Epc	1	31	26
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	18	31*
	3	Angles	Ea	2,4	26*	22*
20	1	Parties courantes	Epc	1	29	24
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,7	34*	28*
	3	Angles	Ea	2,4	24*	20*
2° Tôles d'acier nervurées : bâtiment ouvert - Travaux neufs						
10	1	Parties courantes	Epc	1,5	23	19
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	34*	29*
	3	Angles	Ea	2,9	24*	20*
15	1	Parties courantes	Epc	1,5	21	
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	31*	
	3	Angles	Ea	2,9	21*	
20	1	Parties courantes	Epc	1,5	19	
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	29*	
	3	Angles	Ea	2,9	20*	
3° Maçonnerie : bâtiment fermé ou ouvert – Travaux neufs et de réfection						
10	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	24	20
	3	Angles	Ea	2,1	33*	27*
15	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	37
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	22	18
	3	Angles	Ea	2,1	30*	25*
20	1	Parties courantes	Epc	0,7	37	35
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,4	21	35*
	3	Angles	Ea	2,1	28*	23*
Nota :						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• * signifie : prévoir la sous-couche SOPRAFIX HP avec fixations complémentaires à mi-lé avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements en lisière (espacement identique à celui du revêtement de partie courante).</li> <li>• Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.</li> <li>• Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi. Dans ce cas, se reporter au DTA du Soprafix Bicoche.</li> </ul>						

**Tableau A5.4 : Zone de vent 5 (DROM) - Versants courbes, avec les cas où une sous-couche SOPRAFIX HP est nécessaire**

H [m]	Localisation			C <sub>p</sub>	Zone 5	
	Repère	Type espacement	Site normal		Site exposé	
1° Tôles d'acier nervurées : bâtiment fermé - Travaux neufs						
10	1	Parties courantes	Epc	1,1	31	26
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	18	30*
	3	Angles	Ea	2,7	25*	21*
15	1	Parties courantes	Epc	1,1	28	24
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	33*	27*
	3	Angles	Ea	2,7	23*	19*
20	1	Parties courantes	Epc	1,1	26	22
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,9	30*	25*
	3	Angles	Ea	2,7	21*	18*
2° Tôles d'acier nervurées : bâtiment ouvert - Travaux neufs						
10	1	Parties courantes	Epc	1,6	21	18
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	34*	29*
	3	Angles	Ea	3	23*	19*
15	1	Parties courantes	Epc	1,6	19	
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	31*	
	3	Angles	Ea	3	21*	
20	1	Parties courantes	Epc	1,6	18	
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	2	29*	
	3	Angles	Ea	3	19*	
3° Maçonnerie : bâtiment fermé ou ouvert - Travaux neufs et de réfection						
10	1	Parties courantes	Epc	0,8	37	36
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	21	18
	3	Angles	Ea	2,4	29*	24*
15	1	Parties courantes	Epc	0,8	37	33
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	19	33*
	3	Angles	Ea	2,4	26*	22*
20	1	Parties courantes	Epc	0,8	36	30
	2 4	Rives et pourtour d'édicules	Er	1,6	18	30*
	3	Angles	Ea	2,4	24*	20*

Nota :

- \* signifie : prévoir la sous-couche SOPRAFIX HP avec fixations complémentaires à mi-lé avec le même espacement E que les fixations sous recouvrements en lisière (espacement identique à celui du revêtement de partie courante).
- Une tolérance de dépassement ponctuel de ces valeurs, de 10 %, est admise à condition de réduire d'autant la distance de la fixation suivante.
- Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi. Dans ce cas, se reporter au DTA du Soprafix Bicouche.

### 2.9.6. ANNEXE A6 : Répartitions précalculées des fixations mécaniques pour des dépressions en toiture calculées selon la méthode simplifiée de l'Eurocode 1 P1-4/NA donnée dans le Cahier CSTB n°3779 de février 2017

Les *tableaux A6.1 à A6.10* indiquent la densité de répartitions des fixations des feuilles SOPRAFIX UNILAY AR, SOPRAFIX UNILAY AR FE, SOPRAFIX UNILAY AR IC en fonction de la zone de vent et de la hauteur du bâtiment.

Valeurs précalculées de l'intervalle E (en cm) entre fixations pour des attelages de  $P_{kft} \geq 152$  daN avec plaquette métallique de dimensions  $\geq \emptyset 40$  mm et  $W_{adm} = 660$  N / fixation.

**Tableau A6.1 : 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	33	37	34	27	37	29	23	37	25	20
	Angles	- 2,28	37	30	24	37	25	20	36	22	35*	31	19	30*
20	Courantes	- 0,9	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	34
	Rives	- 1,72	37	34	28	37	28	24	36	24	20	31	21	35*
	Angles	- 2,28	37	25	21	32	21	18	27	18	31*	23	31*	26*

**Tableau A6.2 : 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	33	37	35	28	37	30	24
	Rives	- 2,24	37	31	25	37	26	21	37	22	18	32	19	31*
	Angles	- 2,80	37	25	20	35	21	34*	29	35*	29*	25	30*	25*
20	Courantes	- 1,42	37	37	35	37	34	29	37	29	25	37	25	21
	Rives	- 2,24	37	26	22	33	22	18	28	18	31*	24	32*	27*
	Angles	- 2,80	31	21	35*	26	35*	29*	22	30*	25*	19	25*	21*

**Tableau A6.3 : Versants plans – Maçonnerie – 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 A6.1) – Pente  $\leq 8,7$  %.**

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	- 0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,52	37	37	37	37	37	31	37	33	26	37	28	23
	Angles	- 2,08	37	33	27	37	28	22	37	24	19	34	20	33*
20	Courantes	- 0,7	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,52	37	37	32	37	32	27	37	27	23	35	23	20
	Angles	- 2,08	37	28	23	35	23	20	30	20	34*	26	34*	29*

**Tableau A6.4 : 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	35
	Rives	- 1,89	37	37	30	37	31	25	37	26	21	37	22	18
	Angles	- 2,28	37	30	24	37	25	20	36	22	35*	31	19	30*
20	Courantes	- 1	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	36	30
	Rives	- 1,89	37	31	26	37	26	22	33	22	18	28	19	32*
	Angles	- 2,28	37	25	21	32	21	18	27	18	31*	23	31*	26*

**Tableau A6.5 : 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	31	37	33	26	37	28	23
	Rives	- 2,41	37	29	23	37	24	19	34	20	33*	29	35*	29*
	Angles	- 2,80	37	25	20	35	21	34*	29	35*	29*	25	30*	25*
20	Courantes	- 1,52	37	37	32	37	32	27	37	27	23	35	23	20
	Rives	- 2,41	36	24	20	30	20	34*	26	34*	29*	22	30*	25*
	Angles	- 2,80	31	21	35*	26	35*	29*	22	30*	25*	19	25*	21*

**Tableau A6.6 : Versants courbes – Maçonnerie – 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	IIIb	II	0	IIIb	II	0	IIIb	II	0
10	Courantes	- 0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,69	37	37	33	37	34	28	37	29	24	37	25	20
	Angles	- 2,08	37	33	27	37	28	22	37	24	19	34	20	33*
20	Courantes	- 0,8	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Rives	- 1,69	37	34	29	37	29	24	37	24	21	32	21	18
	Angles	- 2,08	37	28	23	35	23	20	30	20	34*	26	34*	29*

**Tableau A6.7 : 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	33	37	36	29
	Rives	- 2,34	37	30	24	37	25	20	35	21	34*	30	18	29*
	Angles	- 2,80	37	25	20	35	21	34*	29	35*	29*	25	30*	25*
20	Courantes	- 1,2	37	37	37	37	37	34	37	35	29	37	30	25
	Rives	- 2,34	37	25	21	31	21	35*	27	35*	30*	23	31*	26*
	Angles	- 2,80	31	21	35*	26	35*	29*	22	30*	25*	19	25*	21*

**Tableau A6.8 : 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	33	37	34	27	37	29	23	37	25	20
	Rives	- 2,86	37	24	19	34	20	33*	29	35*	28*	25	30*	24*
	Angles	- 3,32	35	21	34*	29	35*	28*	25	30*	24*	21	26*	21*
20	Courantes	- 1,72	37	34	28	37	28	24	36	24	20	31	21	
	Rives	- 2,86	30	20	34*	25	34*	29*	22	29*	24*	19	25*	
	Angles	- 3,32	26	35*	29*	22	29*	25*	19	25*	21*	32*	21*	

**Tableau A6.9 : Versants plans – Maçonnerie – 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 A6.7)) – 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	35
	Rives	- 2,14	37	32	26	37	27	22	37	23	19	33	20	32*
	Angles	- 2,6	37	27	21	37	22	18	32	19	31*	27	33*	26*
20	Courantes	- 1	37	37	37	37	37	37	37	37	35	37	36	30
	Rives	- 2,14	37	27	23	34	23	19	29	19	33*	25	33*	28*
	Angles	- 2,6	33	22	19	28	19	32*	24	32*	27*	20	27*	23*

**DROM****Tableau A6.10 : DROM - Versants plans – Maçonnerie – 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	30	37	37	37	37	37	37	37	37	33
	Rives	- 1,52	28	34*	27*	37	37	37	36	21	35*	32	19	31*
	Angles	- 2,08	20	25*	20*	37	37	37	26	31*	25*	23	28*	22*
20	Courantes	- 0,7	37	31		37	37	37	37	37	33	37	35	29
	Rives	- 1,52	21	28*		37	37	37	27	18	30*	24	32*	27*
	Angles	- 2,08	31*	21*		37	37	37	20	26*	22*	35*	23*	20*

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

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

### 2.9.7. Tableaux et figures du Dossier Technique

**Tableau 1 - Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées avec pentes minimales conformes au NF DTU 43.3, au NF DTU 43.5 et au cahier du CSTB n°3537\_V2 en France métropolitaine**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles <sup>(6)</sup>	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes ≤ 5 %
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de roche <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de verre	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) Ciment volcanique, enduit pâteux		

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 5 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.

(4) Écran VAPOBAC (voile de verre / aluminium).

(5) Dans le cas de tôles pleines en forte hygrométries, tôles perforées ou crevées en locaux à faible et moyenne hygrométrie on dépose la totalité du complexe d'étanchéité.

(6) Il est possible de mettre en place une protection meuble, conformément au § 2.3.9.

**Tableau 1 bis - Éléments porteurs en tôles d'acier nervurées avec pentes minimales conformes au NF DTU 43.3, et au cahier du CSTB n°3537\_V2 en DROM**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes ≤ 5 %
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 5 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.



**Tableau 2 - Éléments porteurs en maçonnerie avec pentes  $\geq 1$  % et conformes à la norme NF DTU 43.5 en France métropolitaine**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles <sup>(6)</sup>	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes $\leq 5$ %
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de roche <sup>(2)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de verre	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– Maçonnerie	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique <sup>(4) (5)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) Ciment volcanique, enduit pâteux		

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 5 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAPHIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.

(4) Écran de séparation VAPOBAC (voile de verre / aluminium).

(5) On dépose la totalité du complexe d'étanchéité sauf dans le cas d'un pare-vapeur bitumineux, dans ce cas le pare-vapeur peut être conservé.

(6) Il est possible de mettre en place une protection meuble, conformément au § 2.3.9.

**Tableau 2 bis - Éléments porteurs en maçonnerie avec pentes  $\geq 2\%$  et conformes à la norme NF DTU 43.5 en DROM**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes $\leq 5\%$
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– Maçonnerie	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique <sup>(4) (5)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) Ciment volcanique, enduit pâteux		

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 5 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.

(4) Écran de séparation VAPOBAC (voile de verre / aluminium).

(5) On dépose la totalité du complexe d'étanchéité sauf dans le cas d'un pare-vapeur bitumineux dans ce cas le pare-vapeur peut être conservé.

**Tableau 3 - Éléments porteurs en béton cellulaire avec pentes  $\geq 1\%$  et conformes à la norme NF DTU 43.5 en France métropolitaine**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles <sup>(1) (6)</sup>	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes $\leq 5\%$
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de roche <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de verre	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– Dalles de béton cellulaire autoclavé armé	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique <sup>(4) (5)</sup>	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAFIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) Ciment volcanique, enduit pâteux		

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 5 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAFIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.

(4) Écran de séparation VAPOBAC (voile de verre / aluminium).

(5) On dépose la totalité du complexe d'étanchéité sauf dans le cas d'un pare-vapeur bitumineux, dans ce cas le pare-vapeur peut être conservé.

(6) Il est possible de mettre en place une protection meuble, conformément au § 2.3.9.

**Tableau 4 - Éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois : pente minimale conforme au NF DTU 43.4 et à la norme NF DTU 43.5 en France métropolitaine**

Destination	Revêtement d'étanchéité <sup>(1)</sup>	
	Toitures inaccessibles <sup>(6)</sup>	Toitures techniques ou à zones techniques Pentes ≤ 7 %
Support direct du revêtement		
– Perlite fibrée	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de roche <sup>(2)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Laine de verre	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– PIR parementé <sup>(2)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Polystyrène expansé <sup>(3)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	
– Bois massif	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Panneaux à base de bois	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Panneaux CLT	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) asphalte ou bitumineux Membrane synthétique <sup>(4)</sup> <sup>(5)</sup>	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC	SOPRAPHIX UNILAY AR / AR FE / AR IC
– Ancien revêtement (cf. § 2.3.6) Ciment volcanique, enduit pâteux		

(1) Les chemins de circulation sont admis avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 50 %. Les zones techniques sont admises avec feuilles SOPRALENE FLAM 180 AR complémentaires soudées, sur pentes au plus égales à 7 %.

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

(3) Sur isolant en polystyrène, prévoir avant la pose de SOPRAPHIX UNILAY AR un écran thermique en ELASTOPHENE 25 AR.

(4) Écran de séparation VAPOBAC (voile de verre / aluminium).

(5) On dépose la totalité du complexe d'étanchéité sauf dans le cas d'un pare-vapeur bitumineux, dans ce cas le pare-vapeur peut être conservé.

(6) Il est possible de mettre en place une protection meuble, conformément au § 2.3.9.

**Tableau 5 - Pare-vapeur**

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Pare-vapeur sans EAC
Maçonnerie <sup>(1)</sup>	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soit EIF + ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé</li> <li>– Soit EIF + SOPRAVAP STICK S18 <sup>(8)</sup></li> </ul>
	Locaux à forte hygrométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soit EIF + SOPRALAST 50 TV Alu soudé</li> <li>– Soit EIF + SOPRAVAP STICK Alu S 16</li> </ul>
Béton cellulaire <sup>(3)</sup>	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soit EIF + AERISOL FLAM <sup>(4)</sup> + ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé</li> <li>– Soit EIF + ELASTOPHENE 25 collé par plots de SOPRACOLLE 300 N <sup>(6)</sup>, joints soudés, pente ≤ 20 %</li> </ul>
Bois et panneaux à base de bois (y compris CLT)	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Soit ELASTOVAP <sup>(2)</sup> cloué <sup>(5)</sup>, joints soudés</li> <li>– Soit ELASTOVAP <sup>(2)</sup> soudé en plein sur panneaux seulement <sup>(1)</sup></li> <li>– Soit EIF + SOPRAVAP STICK S18 <sup>(8)</sup> autocollé en plein sur panneaux seulement <sup>(1)</sup></li> </ul>
Tôles d'acier nervurées	Locaux à faible ou moyenne hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3 + A1
	Locaux à forte hygrométrie	Se reporter au NF DTU 43.3 + A1 <sup>(7)</sup>

(1) Pontage des joints par ELASTOPHENE 25 AR 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 recouvrements de 8 cm.  
(8) SOPRAVAP STICK S18 peut être remplacé par SOPRAVAP STICK ALU ou SOPRAVAP STICK ALU S16

**Tableau 6 - Zone de toiture soumise à des actions majorées du vent**

Zone de toiture	Localisation	Largeur concernée
Repère 2	Rives, comprenant le pied de bâtiments surélevés, les murs coupe-feu...	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voir Figure A2.1 (Règles NV65)</li> <li>- Voir figure A3.1 (Eurocode 1 P1-4)</li> </ul>
Repère 3	Angles	Intersection de deux rives
Repère 4	Pourtour des édicules dont la hauteur est > 1 m et dont l'une des dimensions en plan est > 1 m	1 m
Repère 5	Pourtour des émergences de plus petites dimensions : souches, lanterneaux ; joints de dilatation...	Pied de relevé

**Tableau 7 - Correspondance entre les valeurs de E (espacement des fixations) et le nombre de fixations par m<sup>2</sup>**

E (cm)	Nombre (fixations/ m <sup>2</sup> )
37	3,07
36	3,16
35	3,25
34	3,35
33	3,45
32	3,56
31	3,67
30	3,79
29	3,92
28	4,06
27	4,21
26	4,38
25	4,55
24	4,74
23	4,95
22	5,17
21	5,42
20	5,69
19	5,99
18	6,32

**Nota** : il y a lieu, pour les prévisions de matériaux d'ajouter les fixations en pied de relevé, en bordure (bord libre extérieur), et dans certains cas à mi-lé de la sous-couche SOPRAPHIX HP.

**Tableau 8 - Composition et présentation**

Valeur spécifiée	SOPRAPHIX UNILAY AR	SOPRAPHIX UNILAY AR FE	SOPRAPHIX UNILAY AR IC
Liant ETF 2 fillérisé à 35 % (g/m <sup>2</sup> ) (- 5 %)	4 100		
Liant ignifugé ETF FE fillérisé à 35 % (g/m <sup>2</sup> ) (- 5 %)		4 100	
Liant ignifugé ETF IC fillérisé à 35% (g/m <sup>2</sup> ) (- 5 %)			4 280
Armature composite (g/m <sup>2</sup> )	200	200	200
Bitume oxydé d'imprégnation (g/m <sup>2</sup> ) (bitume oxydé : cf. § 2.2.2.1)	≤ 400	≤ 400	≤ 400
Face supérieure AR naturelles ou colorées (g/m <sup>2</sup> )	900	900	900
Face inférieure sable fin (g/m <sup>2</sup> )	300 Film PP sous galon	300 Film PP sous galon	300 Film PP sous galon
Épaisseur sur lisière (mm) (± 5 %)	4	4	4
Galon de recouvrement (cm)	12	12	12
Dimension des rouleaux (m x m)	8 x 1	8 x 1	8 x 1
Poids des rouleaux (indicatif (kg))	47	47	48
Classement de résistance au feu extérieur	/	B <sub>ROOF</sub> (t3)*	/

\* Pour le système constitué de la feuille SOPRAPHIX UNILAY AR FE : suivant PV CSTB n° RS06-056

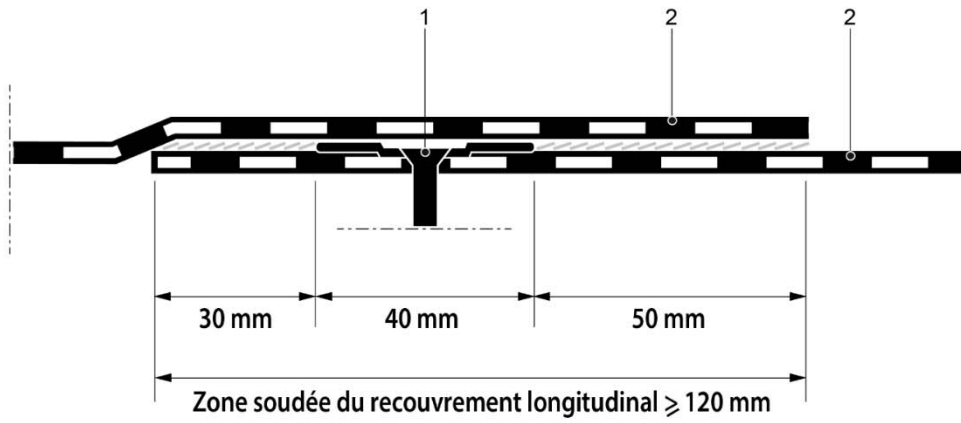
**Tableau 9 - Caractéristiques**

	<b>SOPRAPHIX UNILAY AR</b> <b>SOPRAPHIX UNILAY AR FE</b> <b>SOPRAPHIX UNILAY AR IC</b>
	<b>VLF Valeur limite fabricant</b>
Rectitude (EN 1848-1)	Conforme
Force maximale de traction (EN 12311-1) L/T (N/50 mm) (EN 12311-1)	900/750
Allongement à la force maximale de traction (%) L/T (EN 12311-1)	40/30
Résistance à la déchirure au clou (L/T) (N) (EN 12310-1)	200/300
Température limite de pliage à froid (°C) (EN 1109) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	- 16 -1
Tenue à la chaleur (°C) (EN 1110) état neuf état vieilli (6 mois à 70 °C) (Guide UEAtc de décembre 2001)	100 90
Résistance au pelage de joints (EN 12316-1) état neuf état vieilli (1 semaine à 60 °C dans l'eau) (Guide UEAtc de décembre 2001) (N/50 mm)	100 80
Résistance au cisaillement de joints (EN 12316-1) état neuf état vieilli (1 semaine à 60 °C dans l'eau) (Guide UEAtc de décembre 2001) (N/50 mm)	750 750
Stabilité dimensionnelle (%) (EN 1107)	0,3
Résistance au poinçonnement (cf. NF P 84-354) : – statique : $\geq 25$ kg – dynamique : $\geq 20$ J	L4 D3
Poinçonnement statique (kg) (EN 12730)	20
Résistance au choc (hauteur de chute en mm) (EN 12691 Méthode A)	1 500

**Tableau 10 – Nomenclature de l'autocontrôle**

	<b>FRÉQUENCE</b>
<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	1 certificat / livraison 1 / semaine 1 / semaine 1 certificat / livraison 1 certificat / livraison + 2 par type / an 1 certificat / livraison 1 certificat / livraison
Sur bitume modifié TBA – pénétration à 25 °C – image UV	1 / poste / machine
<b>Sur produits finis</b> Défaut d'aspect Épaisseur – longueur – largeur – lisière - poids Rectitude Masse surfacique Tenue à la chaleur (*) Pliage à froid (*) Tenue de l'autoprotection à sec Retrait libre Caractéristiques mécaniques Vieillessement Déchirure au clou	Conforme à la NF EN 13707 (*) tenue à la chaleur et pliage à froid état vieilli – 6 mois à 70°C - selon Guide UEAtc de 2001 (deux fois par an)

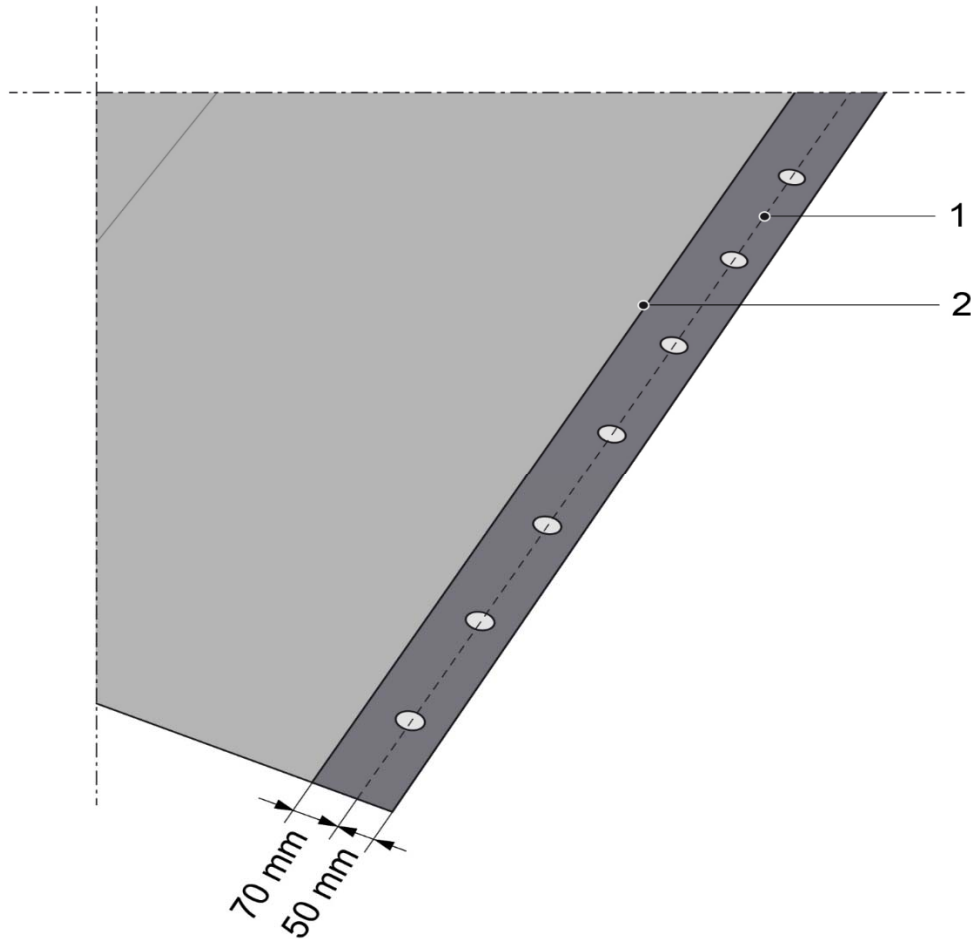
### 2.9.8. Schémas



Légende :

- 1- Fixation
- 2- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC)

**Figure 1 – Fixation de SOPRAFIX UNILAY**

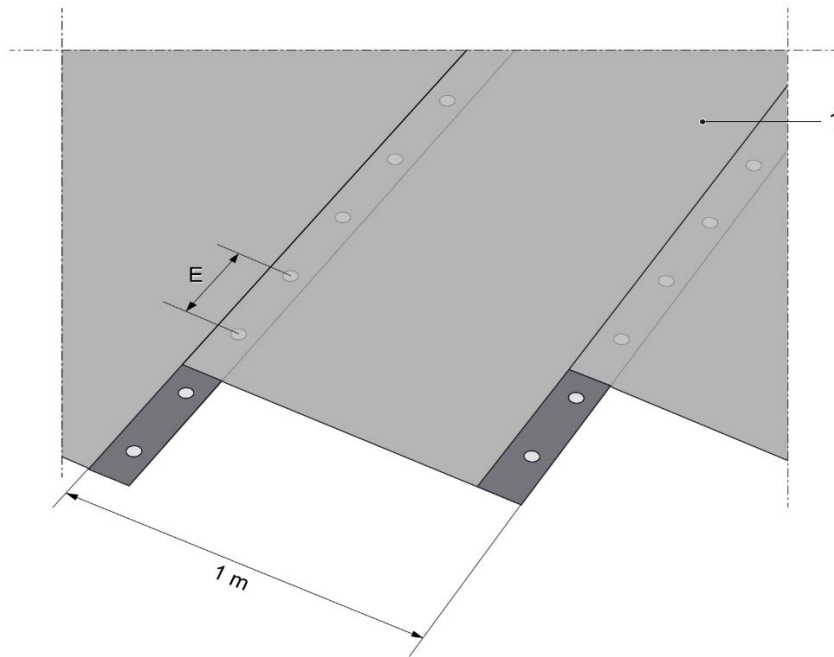


Légende :

- 1- Fixation
- 2- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC)

**Figure 2 - Fixation en lisière de SOPRAFIX UNILAY AR**

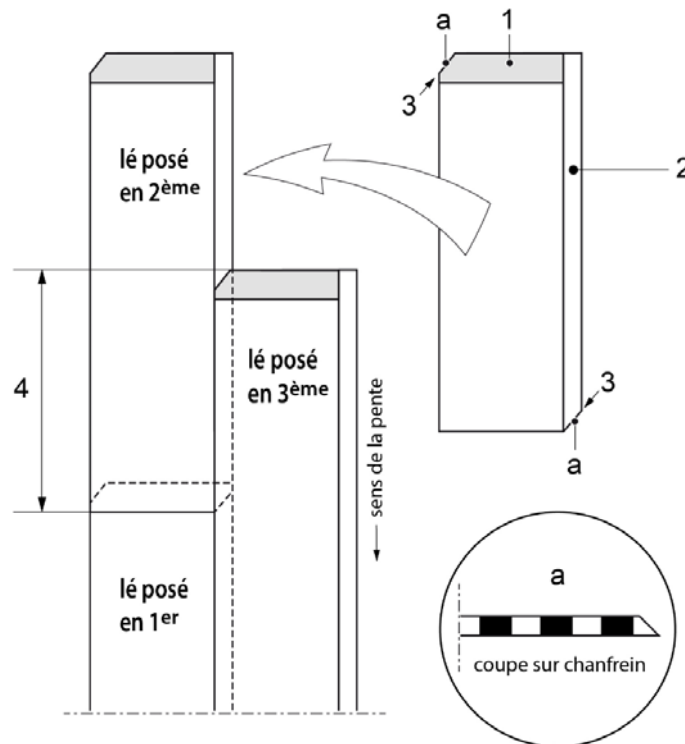




Légende :

- 1- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC) fixé mécaniquement en lisière
- E : Espacement des fixations

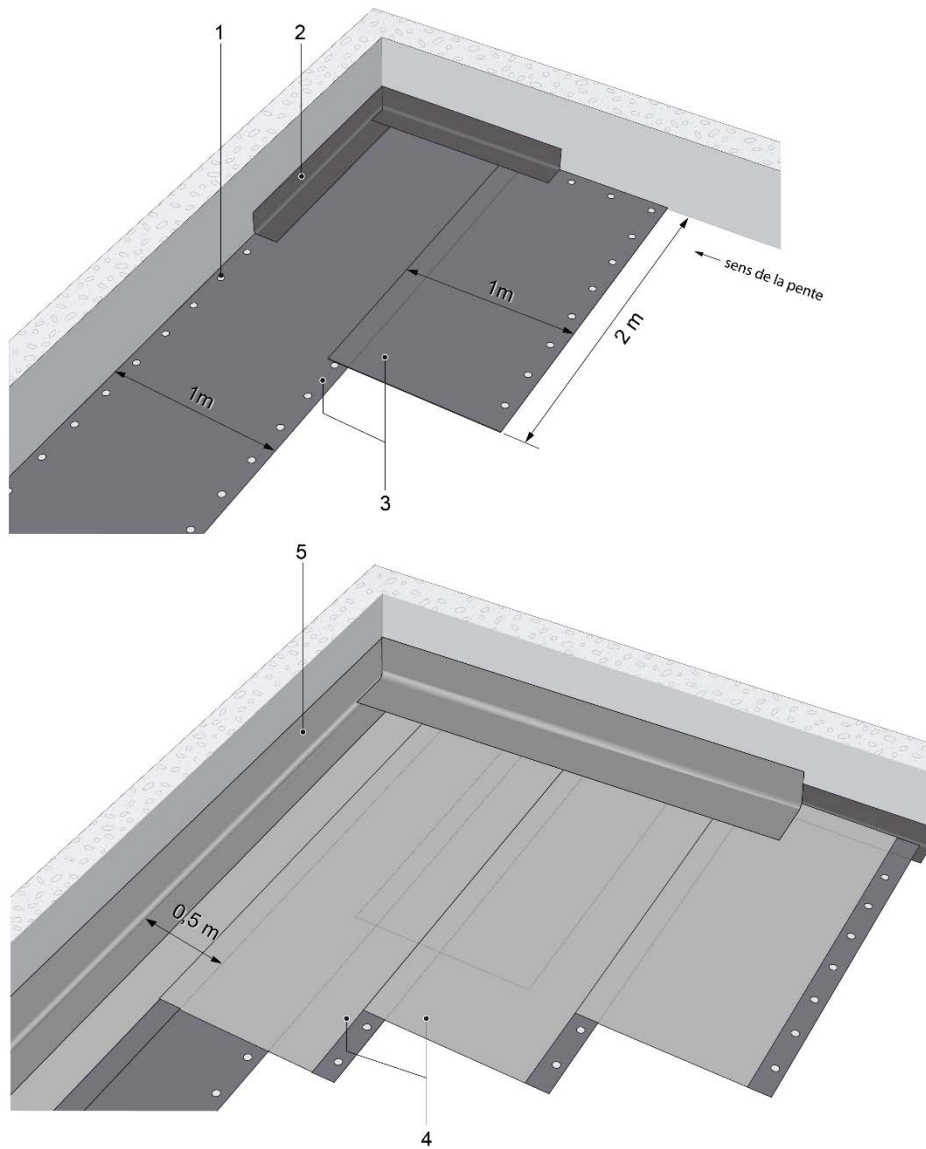
**Figure 3 - Recouvrement des fixations**



Légende :

- 1- Zone de recouvrement transversal de 15 cm
- 2- Galon longitudinal de 12 cm (lisière)
- 3- Coupe biaise
- 4- Décalage des recouvrements transversaux > 1 m

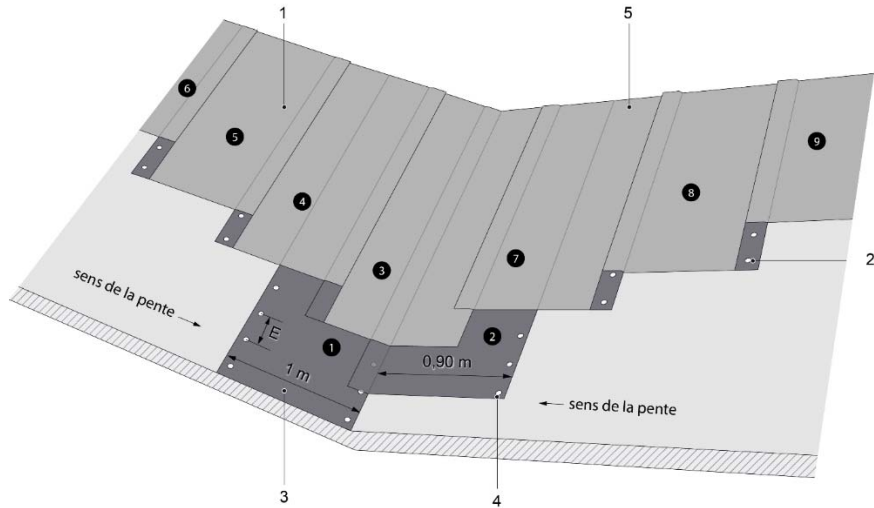
**Figure 4 - Recouvrements transversaux**



Légende :

- 1- Fixations mécaniques de la sous-couche SOPRAFIX HP
- 2- Equerre de renfort SOPRALENE en recouvrement des fixations périphériques
- 3- Sous-couche SOPRAFIX HP en renfort de noue de rive et d'angle (recouvrements soudés sur 10 cm)
- 4- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC) fixé mécaniquement en lisière ; au droit de la sous-couche, il est uniquement soudé
- 5- Relevé d'étanchéité

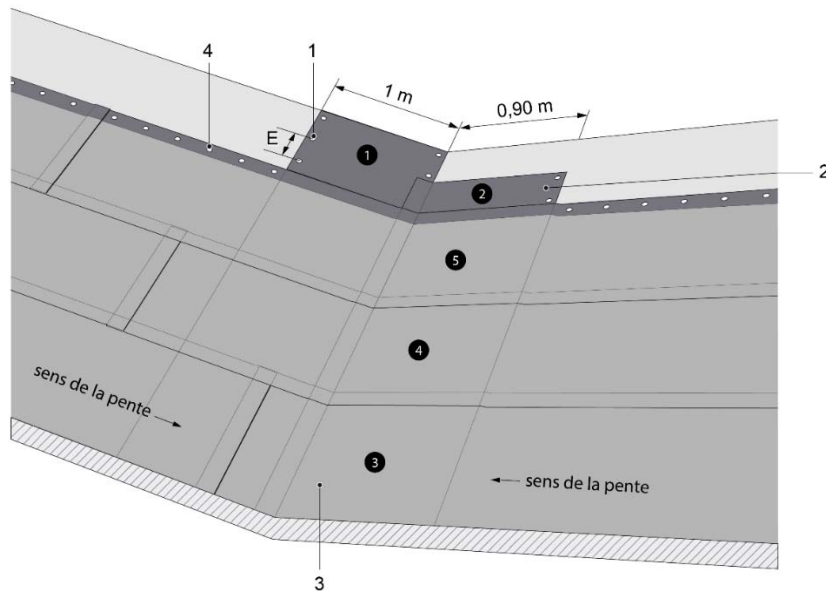
**Figure 5 - Exemple d'application de la sous-couche SOPRAFIX HP en renforcement de la fonction étanchéité en noue de rive et en angle**



Légende :

- 1- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC), déroulé parallèlement à la noue, fixé mécaniquement en lisière
- 2- Fixations mécaniques du SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC)
- 3- Sous-couche SOPRAFIX HP en renfort de noue (recouvrements soudés sur 10 cm)
- 4- Fixations mécaniques de la sous-couche SOPRAFIX HP
- 5- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC), déroulé parallèlement à la noue, soudé sur la sous-couche SOPRAFIX HP et fixé mécaniquement en lisière au-delà

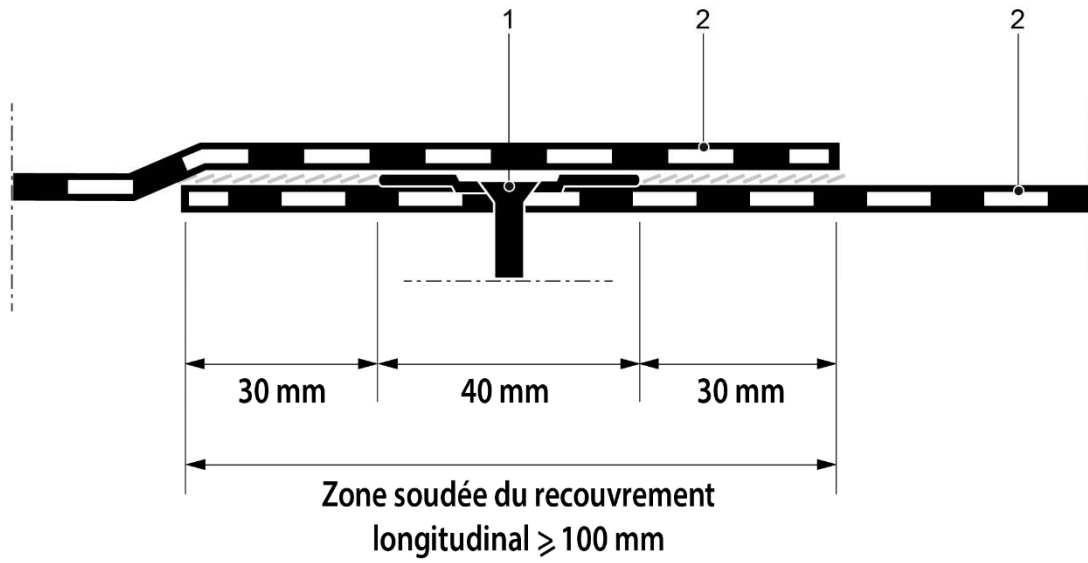
**Figure 6 - Exemple d'application de la sous-couche SOPRAFIX HP en noue centrale avec les nervures des TAN perpendiculaires à la noue**



Légende :

- 1- Fixations mécaniques de la sous-couche SOPRAFIX HP
- 2- Sous-couche SOPRAFIX HP en renfort de noue (recouvrements soudés sur 10 cm)
- 3- SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC), déroulé perpendiculairement à la noue, soudé sur la sous-couche SOPRAFIX HP, et fixé mécaniquement en lisière au-delà
- 4- Fixations mécaniques du SOPRAFIX UNILAY AR (ou SOPRAFIX UNILAY AR FE ou AR IC).

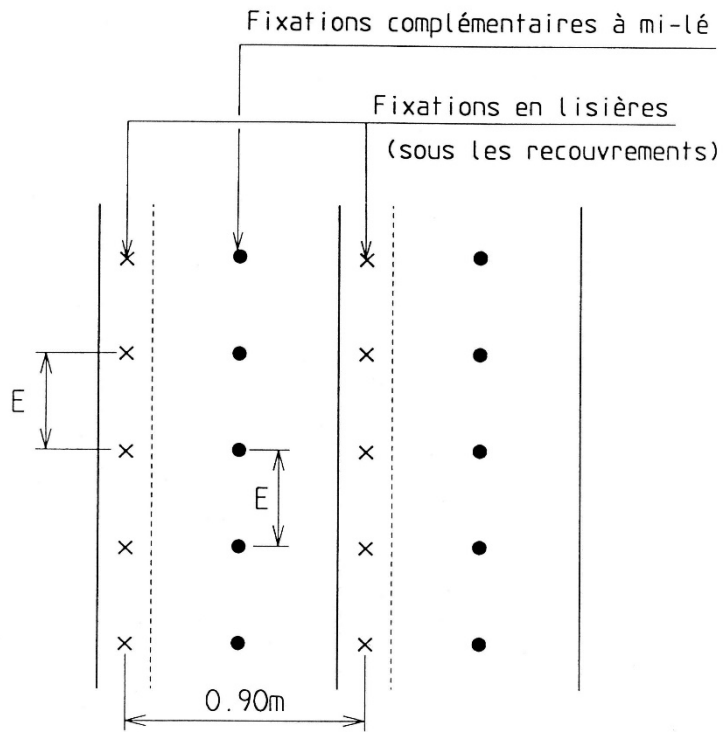
**Figure 7 - Exemple d'application de la sous-couche SOPRAFIX HP en noue centrale avec les nervures des TAN parallèles à la noue**



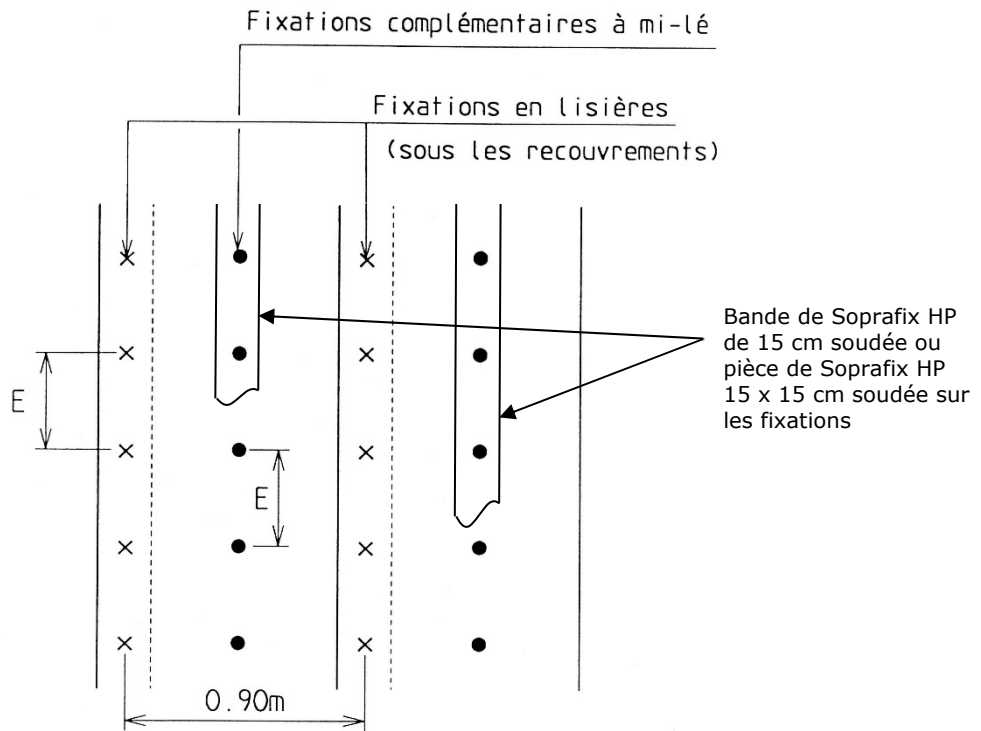
Légende :

- 1- Fixation
- 2- SOPRAFIX HP

**Figure 8 - Fixation de la sous-couche SOPRAFIX HP**



**Cas hors noue**



**Cas de la noue**

**Figure 9 - Fixations de la sous-couche SOPRAFIX HP**

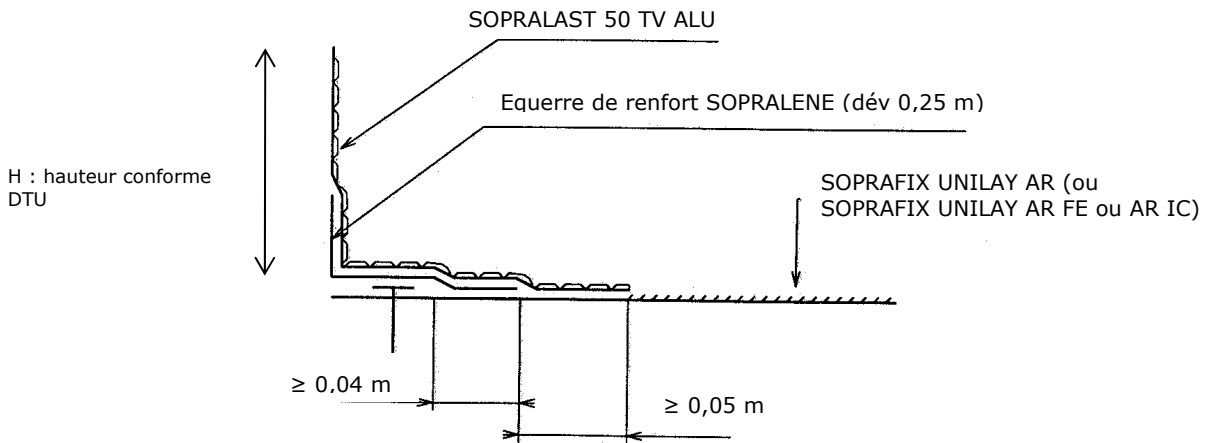


Figure 10 - Cas de relevé sans sous-couche SOPRAPHIX HP

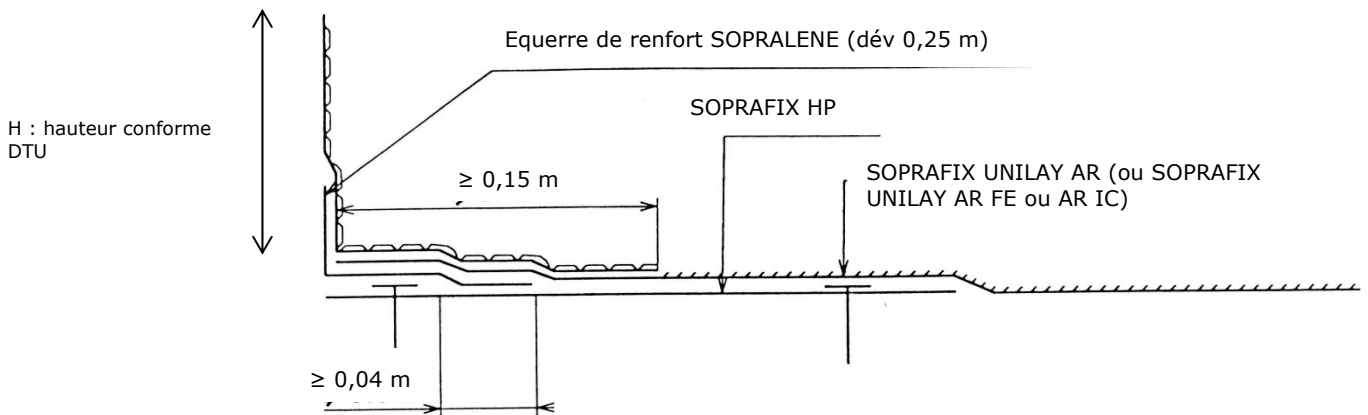
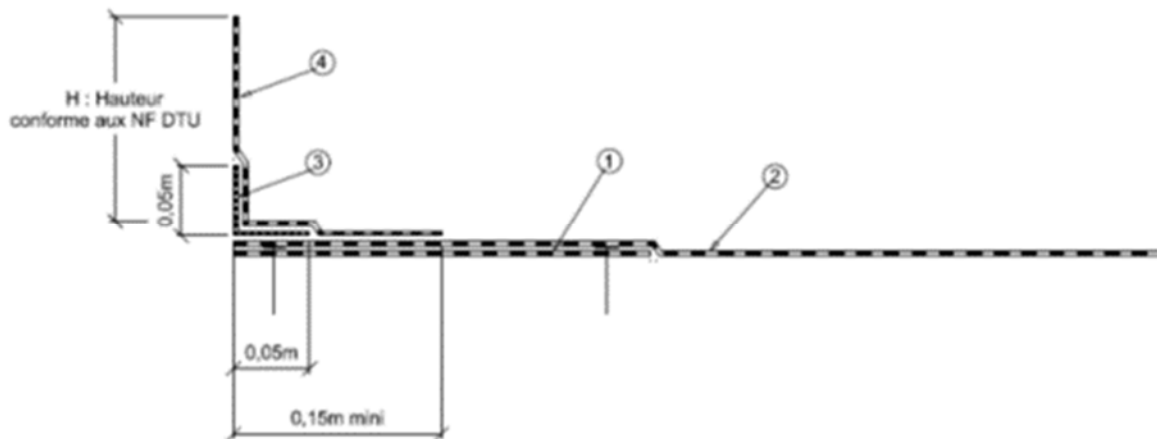


Figure 11 - Cas de relevé par feuilles bitumineuses avec sous-couche SOPRAPHIX HP



Légende :

- 1- Sous-couche SOPRAPHIX HP
- 2- SOPRAPHIX UNILAY AR (ou SOPRAPHIX UNILAY AR FE ou AR IC)
- 3- Renfort en VOILE FLASHING (de développé 0,10 m) collé avec ALSAN FLASHING (500g/m<sup>2</sup> environ)
- 4- Relevé avec ALSAN FLASHING en 2 couches (900 g/m<sup>2</sup> + 700 g/m<sup>2</sup>)

Figure 12 - Cas de relevé par résine ALSAN FLASHING avec sous-couche SOPRAPHIX HP