

# CAHIER DE PRESCRIPTIONS DE POSE

## SOPRASOLAR FLEX

*Revêtement d'étanchéité photovoltaïque avec films  
photovoltaïques souples mis en œuvre en toiture*

Films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** :

SOPRASOLAR CELL NS  
SOPRASOLAR CELL N  
SOPRASOLAR CELL NL  
SOPRASOLAR CELL WS  
SOPRASOLAR CELL W  
SOPRASOLAR CELL 136  
SOPRASOLAR CELL 144

**SOPRASOLAR**

62 Rue Transversale  
92233 GENNEVILLIERS Cedex

+33 1 46 88 01 80

[be@soprasolar.com](mailto:be@soprasolar.com) – [www.soprasolar.com](http://www.soprasolar.com)

INDEX

Indice	Date	OBJET
00	05/09/2019	Création du document

**Table des matières**

<b>1</b>	<b>Objet</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Principe</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Mise en œuvre du procédé</b> .....	<b>6</b>
3.1	Généralité.....	6
3.2	Assistance technique.....	6
3.3	Raccordement électrique.....	6
3.4	Compétence des installateurs.....	6
3.5	Formation.....	6
3.6	Entretien réparabilité.....	7
3.6.1	Entretien.....	7
3.6.2	Réparabilité.....	8
<b>4</b>	<b>Destination et domaine d'emploi</b> .....	<b>8</b>
4.1	Généralités.....	8
4.2	Cadre d'utilisation.....	8
4.3	Implantation des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL.....	9
4.4	Travaux neufs.....	9
4.5	Travaux de réfection.....	9
<b>5</b>	<b>L'aspect électrique</b> .....	<b>9</b>
5.1	Généralités.....	9
5.2	Mise en œuvre.....	10
5.3	Câbles.....	10
5.4	Connecteurs DC.....	11
5.5	Chemins de câbles.....	11
5.6	Supports de chemin de câbles.....	11
5.7	Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment.....	11
<b>6</b>	<b>Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports</b> .....	<b>12</b>
6.1	Généralités.....	12
6.2	Support isolant non porteurs.....	12
6.2.1	Mise en œuvre du pare-vapeur.....	12
6.2.2	Mise en œuvre de l'isolant.....	12
6.3	Supports constitués par d'anciens revêtements d'étanchéité.....	12
<b>7</b>	<b>Prescriptions relatives aux revêtements en partie courante</b> .....	<b>13</b>
7.1	Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité en partie courante AVEC films SOPRASOLAR CELL.....	13
7.1.1	Dispositions générales.....	13
7.1.2	Mise en œuvre de la couche d'étanchéité inférieure en adhérence.....	13
7.1.3	Mise en œuvre de la couche d'étanchéité inférieure fixée mécaniquement.....	13
7.1.4	Mise en œuvre de la couche d'étanchéité supérieure.....	14
7.2	Mise en œuvre du SOPRASOLAR PRIM.....	14
7.3	Mise en œuvre des SOPRASOLAR CELL.....	14
7.4	Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité en partie courante SANS films SOPRASOLAR CELL.....	15
7.4.1	Bicouche bitumineux mis en œuvre en pleine adhérence.....	15
7.4.2	Bicouche bitumineux mis en œuvre par fixations mécaniques.....	15
7.5	Mise hors d'eau en fin de journée.....	15
<b>8</b>	<b>Protection des parties courantes</b> .....	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>Relevés d'étanchéité</b> .....	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>Ouvrages particuliers</b> .....	<b>16</b>
10.1	Noues.....	16
10.2	Chéneaux et caniveaux.....	16
10.3	Evacuation des eaux pluviales, pénétrations.....	16
10.4	Traversée des câbles électriques à l'aide d'une crose.....	16
<b>11</b>	<b>Matériaux</b> .....	<b>16</b>
11.1	Pare-Vapeurs.....	16
11.2	Bitume EAC sans bitume oxydé : EAC NEO.....	16
11.3	Première couche mise en œuvre en pleine adhérence.....	16
11.4	Première couche fixée mécaniquement.....	16

11.5	Couche supérieure soudée en plein .....	17
11.6	Primaire d'accrochage .....	17
11.7	Les films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL.....	17
<b>12</b>	<b>Fabrication - contrôle en usine - assurance qualité.....</b>	<b>17</b>
<b>13</b>	<b>Résultats expérimentaux .....</b>	<b>18</b>
<b>14</b>	<b>Références.....</b>	<b>18</b>
14.1	Données environnementales et sanitaires.....	18
14.2	Historique.....	18
<b>15</b>	<b>Tableaux et Figures du Dossier Technique .....</b>	<b>19</b>

---

## 1 Objet

Le présent document définit un procédé d'étanchéité bitumineuse avec films photovoltaïques souples autocollés sur chantier.

En fonction des caractéristiques et propriétés du procédé et de ses composants, le présent cahier de prescription de pose précise, complète, ou modifie les prescriptions et dispositions des textes fondant les Règles de l'Art, et notamment les normes NF DTU de la série 43. A défaut de précisions, ces dernières font foi et s'appliquent.

---

## 2 Principe

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** est un procédé complet d'étanchéité bitumineuse avec des films photovoltaïques souples autocollés et installés sur site.

Le procédé est composé :

- D'un bicouche élastomère adhérent semi-indépendant ou fixé mécaniquement.
- D'un primaire **SOPRASOLAR PRIM**.
- De films photovoltaïques souples **SOPRASOLAR CELL**.

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** s'applique sur toiture terrasse plane, de pente minimale 3% sur tôle d'acier nervurées et bois ou panneaux à base de bois, ou cintrée, dont le rayon de courbure est défini par le DTA de l'isolant. Les toitures sont inaccessibles, technique ou à zone technique en travaux neufs et réfection. Le procédé peut être mis en œuvre en France européenne pour les climats de plaine et dans les DROM. La pente minimale exigée a pour but d'éviter les flaches d'eau préjudiciables pour les films photovoltaïques.

Les panneaux isolants non porteurs supports d'étanchéité sont de classe C minimum ou bien leur Document Technique de Référence vise favorablement l'emploi en toitures-terrasses avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec films souples.

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** fait l'objet d'une garantie **SOPRASOLAR** de **20 ans** sur l'ensemble de ses composants moyennant un contrat d'entretien sur la même durée.

Important : Les garanties délivrées sur ces articles par **SOPRASOLAR** ne s'appliquent que dans le cadre d'une fourniture complète du procédé, y compris les films photovoltaïques.

L'étanchéité est constituée d'un revêtement bicouche en bitume élastomère de la société **SOPREMA**. Le revêtement d'étanchéité est nécessairement de classification FIT :

- F5 I4 T4 minimum pour les revêtements adhérents.
- I4 minimum (Indentation selon classement FIT) pour les revêtements semi-indépendants fixés mécaniquement.



*Figure 1 : Aperçu du procédé SOPRASOLAR FLEX*

### 3 Mise en œuvre du procédé

#### 3.1 Généralité

La mise en œuvre du procédé doit être réalisée pour le domaine d'emploi défini au chapitre 4 du présent Cahier de Prescription de Pose. Le plan de calepinage est établi par **SOPRASOLAR** lors de l'étude du projet.

Préalablement à chaque projet, il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

Les éléments porteurs et supports doivent être conformes aux prescriptions des normes DTU ou aux Avis Techniques et Documents Techniques d'Application concernés. Ils doivent être, ainsi que les supports, propres et secs.

#### 3.2 Assistance technique

Sur demande, la société **SOPRASOLAR** propose à tout client une assistance technique sur chantier, avec l'intervention pendant une journée d'un technicien formé et ce pour chaque chantier.

La société assure ensuite sur demande une assistance technique téléphonique pour tous renseignements complémentaires. Les services techniques des sociétés **SOPRASOLAR** et **SOPREMA** peuvent aussi apporter leur assistance sur la partie étanchéité.

#### 3.3 Raccordement électrique

L'entreprise chargée de la fourniture/pose des onduleurs et du matériel pour le raccordement électrique des films photovoltaïques doit être qualifiée pour la réalisation de travaux photovoltaïques (qualifications émanant d'un organisme certificateur accrédité par le COFRAC (exemple : Qualit'EnR, Qualibat, Qualifelec). Les points relatifs à l'aspect électrique sont traités au Chapitre 5.

#### 3.4 Compétence des installateurs

La mise en œuvre du procédé doit être assurée par des installateurs ayant été formés par la société **SOPRASOLAR** (cf. chapitre 3.5).

Les compétences requises sont de 2 types :

- Compétences en étanchéité : pour la mise en œuvre du complexe isolant – étanchéité.
- Compétences électriques complétées par une qualification et/ou habilitation pour la réalisation d'installations photovoltaïques : habilitation électrique selon la norme NF C 18-510, habilitation "BP" pour le raccordement des films PV, habilitations "BR" requises pour le raccordement des films et le branchement aux onduleurs.

#### 3.5 Formation

Dans le cadre de la garantie, la société **SOPRASOLAR** impose systématiquement à ses clients une formation photovoltaïque théorique et pratique leur permettant d'appréhender les procédés d'étanchéité photovoltaïques en général ainsi que le montage de son procédé **SOPRASOLAR FLEX**.

Cette formation consiste en :

- Stages organisés au Centre de formation **SOPREMA** à Strasbourg,
- Et/ou intervention de démonstrateurs – formateurs de chantier, ceci pour l'ensemble du processus de mise en œuvre.

Ces travaux pratiques permettent de travailler sous conditions réelles et selon les règles techniques en vigueur. Cela permet également de sensibiliser sur les risques professionnels et sur le respect des règles de sécurité.

A l'issue de cette formation, la société **SOPRASOLAR** délivre une attestation de formation nominative.

La société **SOPRASOLAR** tient à jour une liste d'entreprises agréées par ses soins : cette liste est disponible auprès du service commercial de la société **SOPRASOLAR**.

### 3.6 Entretien réparabilité

#### 3.6.1 Entretien

L'entretien des toitures est celui prescrit par les normes NF P 84-206 (DTU 43.3) à NF P 84-208 (DTU 43.5). Dans le cas d'une toiture concernée par la production d'électricité, le Maître d'Ouvrage doit obligatoirement opter pour un contrat d'entretien avec au minimum une visite semestrielle et maintenance éventuelle. Il peut être confié à l'entreprise qui a réalisé l'ouvrage **SOPRASOLAR FLEX** ou à toute entreprise agréée par **SOPRASOLAR** pour la partie étanchéité photovoltaïque.

Il est impératif que les opérations de maintenance et de réparation soient effectuées par des intervenants qualifiés. Ces opérations requièrent des compétences en électricité et en étanchéité (voir chapitre 3.4) :

- Vérifier visuellement l'état d'encrassement des films. Si ceux-ci sont sales, suivre la procédure de nettoyage décrite ci-dessous.
- Retirer des films les éventuels objets pouvant les masquer même partiellement
- Vérification de l'étanchéité par un étancheur : Vérifier le bon état des différents éléments composant le système d'étanchéité, la libre circulation de l'eau au niveau des évacuations pluviales, des chéneaux, des noues
- Vérification du câblage par un électricien habilité
- Si, tenant compte de l'ensoleillement réel, une baisse mesurable de la production d'une année sur l'autre est observée, il convient de faire vérifier le bon fonctionnement de l'onduleur et des films individuellement par un électricien habilité.
- Aucune manipulation des connecteurs électriques des films photovoltaïques ou des rallonges électriques ne doit avoir lieu en présence d'eau résiduelle en toiture.

Il conviendra de s'assurer d'un nettoyage régulier suffisant des films photovoltaïques afin que ces derniers fonctionnent correctement et assurent un rendement de production électrique optimal.

Précautions à suivre pour le nettoyage des film photovoltaïques :

- Utiliser uniquement de l'eau sans ajout d'un quelconque produit d'entretien. Ne pas utiliser de produits agressifs type solvants ou détergents par exemple.
- Utiliser de l'eau sous pression maximale de 3 bars (tuyau d'arrosage ou arrosoir).
- Employer du matériel adapté : une raclette éponge ou caoutchouc en bon état avec un manche d'une longueur adaptée pour atteindre le milieu des films photovoltaïques sans marcher sur ces derniers depuis le revêtement d'étanchéité.

Procédure à suivre pour nettoyage des film photovoltaïques :

- Commencer le nettoyage en haut de la pente.
- Se placer à l'extrémité haute d'un film photovoltaïque et y verser de l'eau à l'aide de l'arrosoir ou du jet d'eau sur la moitié du film.
- Nettoyer la surface à l'aide d'une raclette en poussant les saletés vers le bas de la pente.
- Se placer à l'extrémité basse du film photovoltaïque et recommencer la procédure (arrosage + nettoyage) en tirant les saletés.

**Il est interdit, afin de ne pas altérer la fonction de production d'électricité des films photovoltaïques, de :**

- Marcher directement sur les films photovoltaïques
- Déverser des produits agressifs : ni sur les films, ni sur la toiture
- De plier les films photovoltaïques lors de la manutention ou de la mise en œuvre.
- D'enrouler les films photovoltaïques avec un rayon de courbure inférieur à 50 cm lors de la manutention ou de la mise en œuvre.

### 3.6.2 Réparabilité

Le remplacement du procédé **SOPRASOLAR FLEX** doit se faire après mise hors-tension de l'installation par une entreprise qualifiée.

Les films photovoltaïques adjacents au film incriminé doivent être protégés à l'aide d'un tapis (rouleau d'étanchéité par exemple, ou autre rouleau ne craignant pas la flamme, résistant à la marche et protégeant le film sous-jacent). Ce tapis servira de protection lors de la soudure des revêtements d'étanchéité mais également lors de l'application du primaire **SOPRASOLAR PRIM**.

La soudure des revêtements d'étanchéité doit se faire avec précaution en utilisant un godet de chalumeau adapté pour ne pas brûler les films adjacents (protégés à l'aide d'un tapis).

Deux solutions de réparabilité sont possibles :

- **Remplacement des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL**

Après avoir protégé les films photovoltaïques adjacents comme définit au début de ce paragraphe, déposer le film incriminé (avec une pince par exemple). La nouvelle membrane **SOPRASOLAR CAP** est soudée en plein sur la membrane **SOPRASOLAR CAP** existante. Puis, le primaire **SOPRASOLAR PRIM** est appliqué sur la surface destinée à recevoir le nouveau film **SOPRASOLAR CELL**. Enfin, le nouveau film **SOPRASOLAR CELL** est autocollé en respectant les prescriptions du paragraphe §7.3.

- **Remplacement des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL et du revêtement d'étanchéité sous-jacent :**

Après avoir protégé les films photovoltaïques adjacents comme définit au début de ce paragraphe, déposer les films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** ainsi que **l'étanchéité sous-jacente**, reconstituer l'étanchéité bicouche puis remettre de nouveaux films photovoltaïques selon le chapitre 7 du présent CPP **SOPRASOLAR FLEX**.

---

## 4 Destination et domaine d'emploi

### 4.1 Généralités

Les règles propres aux travaux d'étanchéité, aux éléments porteurs et aux panneaux isolants, non modifiées par le présent document, sont applicables, notamment :

- La norme NF DTU 43.3 (NF P 84-206).
- La norme NF DTU 43.4 : l'élément porteur devra être conforme au DTU ou à un Avis Technique ou à un Document Technique d'Application en cours de validité. Pour rappel, dans tous les cas la toiture devra être de type froid ventilée ou chaude isolée.
- Le Cahier du CSTB N°3537 V2 pour les bacs grande portée.
- La norme NF P 84-208 (DTU 43.5) pour les travaux de réfection.
- Le Cahier des Prescriptions Techniques « Panneaux Isolant non porteurs d'étanchéité mise en œuvre sur éléments porteurs en tôles d'acier nervurées dont l'ouverture haute de nervure est supérieure à 70mm, dans les départements européens » (Cahier du CSTB N°3537\_V2 de janvier 2009).

Les Tableaux 1 et 2 définissent les conditions d'utilisation. Leur emploi doit prendre compte les règles propres aux éléments porteurs et aux panneaux isolants supports qui peuvent affecter le domaine d'utilisation.

### 4.2 Cadre d'utilisation

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** est employé dans les cas suivants :

- En travaux neufs et de réfection.
- En France européenne pour les climats de plaine (altitudes inférieures à 900m).
- Dans les DROM (Martinique, Guadeloupe, La Réunion, Guyane, Mayotte), sur éléments porteurs en bois ou panneaux à base de bois et tôle d'acier nervurée dans les conditions prévues par le Cahier des Prescriptions Techniques communes « Supports de système d'étanchéité de toitures dans les départements et régions d'outre-mer (DROM) » (e-Cahier du CSTB 3644 d'octobre 2008).
- Sur versants plans et courbes.
- Sur toitures inclinées inaccessibles et/ou techniques.

Son utilisation doit respecter les limites du domaine d'emploi et les règles propres aux éléments porteurs ainsi que celles du ou des isolant(s) et leur mode de mise en œuvre.

Le domaine d'emploi sera toutefois limité à des toitures soumises à des charges climatiques sous vent extrême selon les règles NV65 modifiées n'excédant pas :

- Dans le cas des revêtements adhérent du Tableau 1,
  - 4712 Pa dans le cas d'isolant ou d'association d'isolants mis en œuvre par attelages de fixations mécaniques avec revêtement adhérents.
  - 4333 Pa dans le cas d'isolant ou d'association d'isolants où au moins 1 lit d'isolant est collé à froid avec la SOPRACOLLE 300N.
- Dans le cas des revêtements fixés mécaniquement du Tableau 2, se référer au Document Technique d'Application du **SOPRAFIX Bicouche**.

#### 4.3 Implantation des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** se met en œuvre en ménageant des zones non photovoltaïques (cf. Figure 5), sur une largeur :

- Si pente <5%, film **SOPRASOLAR CELL** à 1 m du fil d'eau.
- Si pente ≥5%, film **SOPRASOLAR CELL** à 0,5 m du fil d'eau.
- De 1,5 m sur le pourtour des évacuations d'eaux pluviales.
- De 0,3 m de part et d'autre des zones à rupture de pente (faîtages) ou non planes (joint de dilatation).
- De 0,5 m en bordure des relevés périphériques, des lanterneaux, reliefs et émergences.

Les zones susceptibles d'être ombragées même en partie dans la journée doivent être exclues.

#### 4.4 Travaux neufs

Le procédé **SOPRASOLAR FLEX** peut être mis en œuvre sur toute la toiture ou sur une partie seulement. L'étanchéité de la surface non réalisée avec le procédé **SOPRASOLAR FLEX** sera mise en œuvre conformément au Document Technique d'Application ou Avis Technique de l'un des procédés d'étanchéité de la société **SOPREMA**, visant favorablement l'emploi considéré.

#### 4.5 Travaux de réfection

Le support doit être rendu apte à supporter la mise en œuvre du nouveau revêtement d'étanchéité support des films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** conformément à la norme NF DTU 43.5 et aux dispositions du chapitre 6.

---

## 5 L'aspect électrique

### 5.1 Généralités

- Les films photovoltaïques ne doivent être ni coupés ni percés.
- L'installation doit être réalisée conformément aux documents en vigueur suivants : norme NF C 15-100, guides UTE C 15-712.
- Tous les travaux touchant à l'installation électrique doivent être confiés à des électriciens habilités (cf. chapitre 3.4). Il est interdit à l'étancheur de connecter les cellules entre elles.
- Le raccordement de l'onduleur au réseau électrique Basse Tension est réalisé par le gestionnaire du réseau.
- Il est interdit de déconnecter les connecteurs rapides au niveau des films lorsque l'installation produit du courant. Toute intervention sur les connecteurs, pour un remplacement de module par exemple, doit être réalisée par l'électricien spécialisé selon les normes en vigueur et conformément au chapitre 3.6.
- Le procédé photovoltaïque est conçu pour permettre une installation dans des conditions de sécurité optimale. Les circuits DC étant à un niveau de tension supérieur à la TBT (> 120V DC), le type de composants et leurs caractéristiques permettront de garantir une

isolation électrique du système DC vis-à-vis des personnes pendant l'installation et l'exploitation du système.

- L'installateur devra également respecter les procédures et notices d'installation fournies. L'installation et les raccordements se feront hors tension ou via la connectique IP2X mise en œuvre au préalable. En cas de manipulation de parties actives sous tension, les règles du travail sous tensions s'appliqueront suivant la publication UTE C18-510.

**Dans tous les cas :**

- Il convient de ne raccorder en série que des films photovoltaïques de même type (puissance nominale, courants et tensions identiques, même technologie) et exposés aux mêmes conditions d'ensoleillement (orientation et inclinaison). De même, il convient de ne raccorder en parallèle que des branches strictement identiques (même nombre de films en série, même orientation et même inclinaison).
- Les préconisations des guides UTE C15-712 devront rigoureusement être respectées, notamment au niveau de la protection contre les courants inverses susceptibles de survenir en cas de défaut sur une branche de films.
- Les composants DC sont dimensionnés au minimum suivant les recommandations en vigueur :
  - En tension :  $U_{oc}(stc) \times 1,15$
  - En courant :  $I_{sc}(stc) \times 1,25$ .

**5.2 Mise en œuvre**

Les travaux de raccordement électrique (fourniture et pose des onduleurs compris) seront confiés à une entreprise spécialisée dans le photovoltaïque, titulaire d'une qualification décernée par un organisme agréé (cf. chapitre 3.4)

Le plan de câblage établi par l'électricien devra être conforme au calepinage réalisé par SOPRASOLAR afin de respecter le nombre de films photovoltaïques connectés en série et le nombre de branches en parallèle. Le calepinage général des chemins de câbles sera réalisé préalablement à la mise en œuvre sur un fond de plan où figure le calepinage des films **SOPRASOLAR CELL**, et sera approuvé avant réalisation par **SOPRASOLAR** pour ce qui concerne les interfaces avec la fonction étanchéité.

**5.3 Câbles**

Les câbles cheminant en toiture et raccordant les films photovoltaïques doivent être dimensionnés pour une température de surface de l'étanchéité de 70°C.

Tous les câbles de l'installation (en sortie des films photovoltaïques et pour les connexions entre séries de films photovoltaïques et vers l'onduleur) respectent les prescriptions de la norme NF C 15-100, le Guide UTE C 15-712 et les spécifications des onduleurs (longueur et section des câbles adaptées au projet).

Les câbles doivent être dimensionnés de telle sorte que la chute de tension entre le champ PV (aux conditions STC) et l'onduleur soit inférieure à 3% (idéalement 1%).

Dans le cas des bâtiments collectifs d'habitations, les installations photovoltaïques à usage collectif ne doivent pas traverser ou cheminer dans les parties privatives.

Les connexions et les câbles doivent être mis en œuvre de manière à éviter toute détérioration due aux effets du vent et de la glace. Les câbles extérieurs doivent être à la fois flexibles, stables aux UV, résistants aux intempéries, à la corrosion (pollution, brouillard salin...) et compatibles avec la connectique rapide le cas échéant.

Les films photovoltaïques sont équipés de 2 câbles de 4 mm<sup>2</sup>, fournis par le fabricant et certifiés par le TÜV, et ayant les caractéristiques suivantes :

- Plage de température : - 40°C à + 120 °C,
- Classe de sécurité électrique II,
- Courant maximum admissible 20 A,
- Tension assignée max 1000 V.

#### 5.4 Connecteurs DC

Les connecteurs sont débrochables de type Helios H4 pour les films SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS, W et MultiContact de type 3 pour les films SOPRASOLAR CELL 136 et 144. Les connecteurs utilisés sont certifiés par le TÜV.

Ils résistent aux conditions extérieures (UV, humidité, température,). Les connecteurs devant équiper les câbles de branches doivent être identiques, de même fabricant, de même marque et de même type. Les connecteurs ne doivent pas reposer sur l'étanchéité.

Chaque module photovoltaïque possède un câble muni d'un connecteur mâle et un câble muni d'un connecteur femelle. Caractéristiques de connecteurs :

- Indice de protection électrique IP67
- Classe II en sécurité électrique
- Tension assignée de 1000 V
- Courant maximum admissible de 20 A
- Plage de température de -40°C à +85°C
- Résistance de contact de 0,3mΩ

#### 5.5 Chemins de câbles

Lorsque deux films se font face avec leurs connecteurs, l'espacement maximal entre les films est de 50 cm afin de pouvoir rassembler les câbles dans un chemin de câble commun (cf. [Figure 3](#)).

Les chemins de câbles munis de couvercles, définis par l'électricien, sont en fils d'acier inoxydable soudés adaptés au climat concerné. Des chemins de câble en plastique peuvent être utilisés sous réserve que la résistance aux UV soit justifiée. Les dimensions et le type de chemin de câbles dépendent du nombre de câbles à acheminer. Ils sont déterminés par l'électricien spécialisé.

#### 5.6 Supports de chemin de câbles

Dans le cas d'utilisation de chemin de câbles rapportés, les supports de chemin de câbles devront résister aux intempéries et seront placés selon un espacement qui dépend de la portance du chemin de câbles utilisé et de leur aptitude en résistance au vent. Cette distance entre supports devra être précisée par l'électricien compétent, avec au minimum un support tous les 1,5 mètres.

La mise en œuvre doit répondre aux exigences de la norme CEI 61 537 « Systèmes de chemins de câbles et systèmes d'échelle à câbles pour installations électriques ».

Les supports de câbles sont :

- Des supports métalliques liaisonnés sur l'étanchéité : omégas en tôle d'acier Inox AISI 304 pliés de dimensions 50 mm x 50 mm x 50 mm x 150 mm et d'épaisseur 1,2 mm (cf. [Figure 7A](#)). Ces supports sont liaisonnés sur leurs deux côtés à l'étanchéité à l'aide de bandes de membranes bitumineuses soudés (cf. [Figure 7B](#)). La mise en place de ces supports doit être faite par l'étancheur.
- Des dalles béton : les platines d'appuis du chemin de câbles sont fixés sur des dalles en béton de dimensions 30 cm x 30 cm x 3 cm minimum. Il conviendra de poser les dalles de béton sur un écran de protection (non-tissé polyester 170 g/m<sup>2</sup>) afin de ne pas endommager le revêtement d'étanchéité. Ce système de dalles peut être mis en œuvre par l'électricien spécialisé, pour des toitures de pentes ≤5%.

#### 5.7 Passage des câbles à l'intérieur du bâtiment

Le passage des câbles vers l'intérieur du bâtiment doit être réalisé sans créer de fuite au niveau de l'étanchéité.

Selon la disposition de la toiture-terrasse, du bâtiment et l'implantation du champ photovoltaïque, il peut être réalisé soit :

- Au niveau des traversées de toiture par l'intermédiaire de crosses de passage de câbles conformément à la norme NF DTU 43.1 (voir [Figure 6](#)),
- Via une descente en façade dans une gaine technique ou un chemin de câbles.

## 6 Prescriptions relatives aux éléments porteurs et aux supports

### 6.1 Généralités

Les éléments porteurs en bois et panneaux à base de bois, tôles d'acier nervurées et les supports doivent être conformes aux prescriptions des normes NF P 84-204 à NF P 84-207 (réf. DTU série 43) ou des Avis Techniques les concernant. Toutefois, conformément aux Tableaux 1 et 2 la pente minimale doit être de 3 % sur tôles d'acier nervurées, bois et panneaux à base de bois. Les supports destinés à recevoir l'étanchéité doivent être stables, plans, et doivent présenter une surface propre de tout corps étranger.

### 6.2 Support isolant non porteurs

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

Sont admis les panneaux isolants de classe C minimum mentionnés dans les Tableaux 1 et 2 avec un Avis Technique visant favorablement l'emploi en toitures-terrasses techniques, ou en toitures-terrasses inaccessibles pour l'emploi considéré. Le choix du mode de fixation des panneaux isolants doit être fait selon les préconisations du Document Technique d'Application du panneau isolant.

Par ailleurs, il est possible d'utiliser en lit(s) inférieur(s) des isolants de natures différentes (tels que PUR/PIR ou PSE). Ces associations doivent impérativement :

- Être réalisées avec un/des lits d'isolants de classe C ou classe B à 80 °C selon la nature de l'isolant (exclusivement pour le PSE).
- Être effectuées dans les conditions précisées dans les Documents Techniques d'Application d'association des isolants concernés.
- Ne jamais excéder 3 lits superposés.

Les associations possibles sont décrites dans le Tableau 3.

#### 6.2.1 Mise en œuvre du pare-vapeur

Le choix du pare-vapeur ainsi que son principe de mise en œuvre se fait conformément à l'Avis Technique 5/15-2453 « Elastophène Flam – Sopralène Flam » ou l'Avis Technique 5/14-2367 « SOPRAFIX Bicouche » et conformément aux DTU en vigueur pour les supports visés.

#### 6.2.2 Mise en œuvre de l'isolant

La pose des films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** ne modifie pas les conditions de mise en œuvre de l'isolation sur revêtement d'étanchéité autoprotégé. Il convient donc de se référer au Document Technique d'Application de l'isolant concerné.

La densité et répartition de fixation de l'isolant sont celles prescrites par son Document Technique d'Application particulier.

Dans le cas où la compression à 10 % de déformation (norme NF EN826) de l'isolant est inférieure à 100 kPa (cf. tableau des caractéristiques spécifiées du Document Technique d'Application des panneaux isolants), les attelages de fixations mécaniques, éléments de liaison et plaquettes, doivent être du type « solide au pas » qui empêche en service, le désaffleurement de la tête de l'élément de liaison au-dessus de la plaquette. Les attelages conformes à la norme NF P 30-317 répondent à cette condition.

Note : les désaffleurement entre panneaux isolants sont limités à 2 mm : si nécessaire, la planéité est rétablie par rondelle plus vis au droit des joint de panneaux (cas de la perlite et de la laine de roche).

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

Ce sont d'anciennes étanchéités type bitume modifié, multicouche traditionnel ou membrane synthétique et qui ont été réalisées sur éléments porteurs : bois et panneaux à base de bois ou tôles d'acier nervurées.

Le diagnostic effectué selon la NF P 84-208 (DTU 43.5) doit être favorable à une conservation de ces anciens revêtements d'étanchéité.

Sur demande de l'étancheur, **SOPRASOLAR** peut procéder à une visite sur place pour évaluer et analyser la qualité de l'étanchéité existante (état de surface, planéité...).

Par ailleurs les critères de préparation de ces anciennes étanchéités sont définis dans la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

En réfection, un ancien revêtement d'étanchéité conservé dans le cadre des dispositions prévues au DTU 43.5 ne peut pas servir de support direct pour le collage des film **SOPRASOLAR CELL**.

Il y a lieu de refaire un nouveau revêtement d'étanchéité :

- Mis en œuvre directement sur le revêtement existant selon les préconisations du chapitre 7 dans le cas où il n'y a pas d'isolant existant, ou dans le cas où l'isolant existant remplit les conditions des alinéas du chapitre 6.2 en travaux neufs.
- Soit avec interposition d'un isolant de classe C minimum si l'isolant existant ne remplit pas les conditions des alinéas travaux neufs du chapitre 6.2. La mise en œuvre du nouvel isolant peut se faire sur l'ancien isolant ou sur l'ancien revêtement d'étanchéité conservé après diagnostic favorable selon la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

Les anciens revêtements d'étanchéité en membranes synthétiques doivent recevoir un écran **Alu/VV VAPOBAC** fixé mécaniquement entre l'ancien revêtement d'étanchéité et le nouveau, conformément aux spécifications de la norme NF P 84-208 (DTU 43.5).

---

## 7 Prescriptions relatives aux revêtements en partie courante

### 7.1 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité en partie courante AVEC films SOPRASOLAR CELL

#### 7.1.1 Dispositions générales

Le choix du type de revêtement est opéré en fonction de sa destination, de la nature de son support direct et peut être mis en œuvre selon les trois méthodes citées en §7.1 (adhérant, fixé mécaniquement ou semi-indépendant).

Il est interdit de marcher sur les films **SOPRASOLAR CELL**.

Il est nécessaire d'apporter le plus grand soin lors de manipulation des films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** ; notamment, ceux-ci ne doivent ni être pliés ni être enroulés avec un rayon de courbure inférieur à 50 cm lors de la manutention ou de la mise en œuvre.

#### 7.1.2 Mise en œuvre de la couche d'étanchéité inférieure en adhérence

Le choix du type de revêtement est décrit dans le [Tableau 1](#).

La première couche **SOPRASOLAR BASE** soudée en plein, avec recouvrements de 6 cm au moins sur isolant apte à cet usage.

Les joints de recouvrements transversaux et longitudinaux seront écrasés à la spatule afin d'éviter les ressauts en surface de la deuxième couche lors du soudage de la membrane **SOPRASOLAR CAP**.

#### 7.1.3 Mise en œuvre de la couche d'étanchéité inférieure fixée mécaniquement

Le choix du type de revêtement est décrit dans le [Tableau 2](#).

La membrane **SOPRAFIX HP** définie au paragraphe §11.5 est fixée mécaniquement et la mise en œuvre se fait conformément à l'Avis Technique SOPRAFIX Bicouche.

Le principe de détermination de la densité de fixation de la feuille **SOPRAFIX HP** dans les zones équipées de films photovoltaïques se fait également conformément l'Avis Technique SOPRAFIX Bicouche.

### 7.1.4 Mise en œuvre de la couche d'étanchéité supérieure

La membrane **SOPRASOLAR CAP** définie au paragraphe §11.6 est mise en œuvre conformément à la 2<sup>ème</sup> couche De l'Avis Technique du SOPRAFIX Bicouche. La membrane **SOPRASOLAR CAP** est la seule référence apte à recevoir la pose des films **SOPRASOLAR CELL** après application du primaire d'accrochage **SOPRASOLAR PRIM**. Le sens de pose de la 2<sup>ème</sup> couche d'étanchéité **SOPRASOLAR CAP** est défini par le sens de collage des films **SOPRASOLAR CELL**. Les cas suivants sont possibles :

- Les références **SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS** et **W** sont mises en œuvre **perpendiculairement et/ou parallèlement** à la membrane **SOPRASOLAR CAP** avec collage **autorisé** sur les recouvrement transversaux et longitudinaux.
- Les références **SOPRASOLAR CELL 136** et **144** sont mises en œuvre **parallèlement** à la membrane **SOPRASOLAR CAP** avec collage **interdit** sur les recouvrement transversaux et longitudinaux.

La Figure 2 présente des exemples de disposition des films **SOPRASOLAR CELL** sur la membrane **SOPRASOLAR CAP**.

### 7.2 Mise en œuvre du SOPRASOLAR PRIM

La membrane **SOPRASOLAR CAP** doit être obligatoirement revêtue du primaire d'accrochage **SOPRASOLAR PRIM** en respectant une consommation d'environ 400 g/m<sup>2</sup> et un temps de séchage approximatif de minimum 1 heure à 10°C.

Note : au cours de sa pose, le primaire déborde légèrement au-delà des capteurs photovoltaïques : une éventuelle altération superficielle sur ces débordements exposés aux UV ne remet pas en cause le bon fonctionnement de l'ouvrage.

### 7.3 Mise en œuvre des SOPRASOLAR CELL

**IMPORTANT** : pour les opérations d'autocollage des cellules, les supports doivent être secs (vérification par papier absorbant), propres et sans poussière (dans le cas contraire : nettoyage éventuel, balayage). La température du support et des **SOPRASOLAR CELL** doit être de 10 °C minimum.

La mise en œuvre des films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** est irréversible et nécessite l'intervention de deux personnes au minimum. Une fois collés, les films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** sont marouflés au droit des bandes butyle à l'aide d'une roulette en plastique semi rigide.

**RAPPEL** : Il est interdit de marcher et circuler sur les cellules

#### - Liaisonnement des cellules

La membrane **SOPRASOLAR CAP** présente une surface sablée et résistante aux UV. Les cellules photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** possèdent un film pelable en sous-face. Elles sont autocollées de manière irréversible sur la membrane **SOPRASOLAR CAP** en retirant leur film pelable à raison de deux cellules par membrane **SOPRASOLAR CAP** préalablement primarisé au **SOPRASOLAR PRIM** (environ 400 g/m<sup>2</sup> - temps de séchage mini 1 heure).

La disposition des films **SOPRASOLAR CELL** sur la membrane doit respecter les préconisations définies en fonction de la référence de film choisie.

#### Préconisation pour les références **SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS, W** :

- Espacement de 10 ± 5 mm entre chaque film **SOPRASOLAR CELL**.
- **Autorisé** en pose **perpendiculaire et/ou parallèle** à la membrane **SOPRASOLAR CAP**.
- Collage **autorisé** sur les recouvrements longitudinaux et transversaux.

#### Préconisations pour références **SOPRASOLAR CELL 136 et 144** :

- Espacement de 10 ± 5 mm entre chaque film **SOPRASOLAR CELL**.
- **Autorisé** uniquement en pose **parallèle** à la membrane **SOPRASOLAR CAP**.
- Collage **interdit** sur les recouvrements longitudinaux et transversaux.
- Respect d'une distance de 60 mm en bord longitudinal et 150 mm en bord transversal entre les films **SOPRASOLAR CELL** et les recouvrements de la 2<sup>ème</sup> couche d'étanchéité.

- Raccordement électrique

L'entreprise d'étanchéité devra obligatoirement confier le raccordement électrique (fourniture et pose des onduleurs compris) à une entreprise spécialisée dans le photovoltaïque, titulaire du label **QualiPV** et agréée par **SOPRASOLAR** (cf. §2).

#### **7.4 Mise en œuvre des revêtements d'étanchéité en partie courante SANS films SOPRASOLAR CELL**

Les revêtements bicouches **SOPREMA** cités dans le présent Cahier de Prescription de Pose sont compatibles pour une mise en œuvre avec les autres membranes **SOPREMA**.

##### **7.4.1 Bicouche bitumineux mis en œuvre en pleine adhérence**

Se référer au Document Technique d'Application « Elastophène Flam – Sopralène Flam ».

##### **7.4.2 Bicouche bitumineux mis en œuvre par fixations mécaniques**

Se référer au Document Technique d'Application « SOPRAFIX Bicouche ».

#### **7.5 Mise hors d'eau en fin de journée**

Pour le principe de la mise hors d'eau, se référer aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application ou Cahier de Prescription de Pose **SOPREMA** ou **SOPRASOLAR** visés au chapitre 7.2.1 du présent document.

---

### **8 Protection des parties courantes**

Le système est autoprotégé. Pour des pentes inférieures à 50%, il est toujours possible de prévoir au niveau du calepinage, des chemins de circulation en **SOPRALENE FLAM 180 AR FE** ou **SOPRALENE FLAM 180 ALU** soudés en plein à la flamme sur la feuille apparente avant de mettre en œuvre les films **SOPRASOLAR CELL**.

---

### **9 Relevés d'étanchéité**

Ils seront conformes aux Avis Techniques, Documents Techniques d'Application et Cahiers de Prescription de Pose **SOPREMA** des procédés de surface courante du chapitre §7.1 du présent Cahier de Prescription de Pose **SOPRASOLAR FLEX**.

## 10 Ouvrages particuliers

La mise en œuvre des films **SOPRASOLAR CELL** n'est pas autorisée dans les ouvrages particuliers. La membrane **SOPRASOLAR CAP** est de qualité supérieure (épaisseur et armature) et peut remplacer une membrane SOPRALENE FLAM 180 AR.

### 10.1 Noues

Elles sont réalisées en bicouche **SOPREMA** avec les mêmes références qu'en partie courante.

### 10.2 Chéneaux et caniveaux

Ils sont traités selon l'AT 5/05-1810 en bicouche **SOPRALENE FLAM + SOPRALAST 50 TV ALU** ou en procédé **FLASHING**.

### 10.3 Evacuation des eaux pluviales, pénétrations

Ces ouvrages sont réalisés conformément au DTU série 43, avec une couche de renfort sur la platine en sous-couche d'étanchéité similaire à celle utilisée en surface courante.

La couche de renfort doit avoir des dimensions adaptées à la platine de manière à dépasser de 20 cm minimum en périphérie.

### 10.4 Traversée des câbles électriques à l'aide d'une crosse

Les traversées de câbles vers l'intérieur du bâtiment doivent être réalisées avec des crosses conformes aux préconisations du DTU 43.1 de diamètre à choisir en fonction du diamètre et du nombre de câbles à acheminer vers l'intérieur du bâtiment (cf. [Figure 6](#)). Les films photovoltaïques du procédé **SOPRASOLAR FLEX** doivent être exclus d'une zone minimale de 50 cm de rayon en périphérie de la crosse.

## 11 Matériaux

### 11.1 Pare-Vapeurs

Le pare-vapeur est conforme aux spécifications des normes NF DTU de la série 43 et le choix du pare-vapeur ainsi que son principe de mise en œuvre se fait conformément au Document Technique d'Application, ou l'Avis Technique ou le Cahier de Prescription de Pose du procédé d'étanchéité mis en œuvre dans le cadre du procédé **SOPRASOLAR FLEX**.

### 11.2 Bitume EAC sans bitume oxydé : EAC NEO

Enduit d'Application à Chaud à base de bitume élastomère modifié SEBS fabriqué par Soprema SAS exempt de bitume oxydé (voir Document Technique d'Application "Elastophène Flam - Sopralène Flam") :

- Point de ramollissement Bille et anneau (NF EN 1427) :  $\geq 95$  °C ;
- Pénétrabilité à 25 °C (NF EN 1426) : 40 à 65 1/10 mm ;
- Pliabilité à froid (NF EN 1109) VLF : - 10 °C ;
- Température d'utilisation :  $190 \pm 20$  °C ;
- Conditionnement : pain de 20 kg ;
- Utilisation de fondoirs régulés thermiquement.

### 11.3 Première couche mise en œuvre en pleine adhérence

Il s'agit d'une feuille d'étanchéité **SOPRASOLAR BASE** de chez **SOPREMA** à base de bitume élastomère (mélange de bitume et de polymère SBS). La description et les caractéristiques de la membrane sont indiquées dans le [Tableau 4](#).

### 11.4 Première couche fixée mécaniquement

Il s'agit d'une feuille d'étanchéité **SOPRAFIX HP** de chez **SOPREMA** à base de bitume élastomère (mélange de bitume et de polymère SBS) qui sera mise en œuvre conformément au Document Technique d'Application **SOPRAFIX BICOUCHE**. La description et les caractéristiques de la membrane sont indiquées dans le [Tableau 4](#).

### 11.5 Couche supérieure soudée en plein

La membrane **SOPRASOLAR CAP** de chez **SOPREMA** est une feuille d'étanchéité soudable à base de bitume élastomère (mélange de bitume et de polymères SBS). Le liant de surface est un liant élastomérique SEBS spécial anti-UV). La description et les caractéristiques de la membrane sont indiquées dans le [Tableau 4](#).

### 11.6 Primaire d'accrochage

**SOPRASOLAR PRIM** : enduit d'imprégnation à froid à base de bitume élastomère, de solvants aromatiques et de résines. Le mélange est résistant aux UV. Les caractéristiques du produit sont décrites dans le [Tableau 5](#).

### 11.7 Les films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL

Les références de films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL** pouvant être mis en œuvre avec le système **SOPRASOLAR FLEX** sont :

- SOPRASOLAR CELL NS - technologie CIGS
- SOPRASOLAR CELL N - technologie CIGS
- SOPRASOLAR CELL NL - technologie CIGS
- SOPRASOLAR CELL WS - technologie CIGS
- SOPRASOLAR CELL W - technologie CIGS
- SOPRASOLAR CELL 136 - technologie silicium amorphe triple jonction
- SOPRASOLAR CELL 144 - technologie silicium amorphe triple jonction

Seule la couche supérieure **SOPRASOLAR CAP** est autorisée à être associée avec des films photovoltaïques. Les films photovoltaïques sont auto-adhésifs grâce au butyle fixé en sous face et respectent les certifications :

- IEC 61646
- IEC 61730

La fiche technique des films **SOPRASOLAR CELL** est disponible en [Figure 8](#).

L'installation photovoltaïque devra faire l'objet d'un contrat de maintenance préventive (nettoyage) comportant au moins 2 visites annuelles (voir chapitre 3.6).

---

## 12 Fabrication - contrôle en usine – assurance qualité

Les revêtements d'étanchéité et les pare-vapeurs sont fabriqués par l'entreprise **SOPREMA** conformément aux descriptions des Avis Techniques, Documents Techniques d'Application et Cahiers de Prescription de Pose les concernant (chapitre 7.2.1).

La nomenclature de contrôle interne de fabrication pour les feuilles bitumineuses est indiquée au [Tableau 6](#).

La fabrication des films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL NS, N, WS et W** s'effectue sur les sites de production du fabricant de films photovoltaïques aux Etats-Unis et en Chine.

La fabrication des photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL 136 et 144** s'effectuait sur les sites de production du fabricant de films photovoltaïques aux Etats-Unis.

Des contrôles internes sont effectués au cours de la fabrication du film photovoltaïque. Le [Tableau 7](#) présente la nomenclature des points d'autocontrôles effectués par les fabricants de films photovoltaïques **SOPRASOLAR CELL**.

**SOPRASOLAR** procède à un contrôle qualité à réception des films photovoltaïques selon un plan de contrôle défini au [Tableau 8](#).

---

## 13 Résultats expérimentaux

- Caractéristiques des membranes Soprasolar Base et Soprasolar Cap selon la norme NF EN 13707 et le « Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes d'étanchéité de toiture en feuilles de bitume polymère polypropylène atactique (APP) ou styrène-butadiène-styrène (SBS) armées ».
- Essai de tenue au vent avec et sans film photovoltaïque (Rapport d'essai du CSTC n° 651 XH 059 conformément au Guide UEAtc « Guide technique UEAtc pour l'agrément des systèmes isolants supports d'étanchéité des toitures plates et inclinées »).
- Essais d'indentation pour classement FIT du système SOPRAFIX HP + SOPRASOLAR CAP.
- Essais de pelage selon la norme EN 12316-1:1999 sur des échantillons de films photovoltaïques présents dans le stock.

---

## 14 Références

### 14.1 Données environnementales et sanitaires

Le produit (ou procédé) **SOPRASOLAR FLEX** ne fait pas l'objet d'un PEP (Profil Environnemental des Produits) ou d'une FDES (Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire). Les données issues des PEP ou 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.

### 14.2 Historique

Le produit (ou procédé) **SOPRASOLAR FLEX** fait suite au système sous Avis Technique depuis 2009 nommé **SOPRASOLAR**. Ce système est utilisé depuis 2005 et fait l'objet de 24 Mwc commercialisés à mi 2019 avec les films référencés dans ce présent CPP.

## 15 Tableaux et Figures du Dossier Technique

Tableau 1 : Revêtement bicouche apparent adhérent en travaux neufs

		<b>Revêtement bicouche adhérent autoprotégé apparent</b>
		<b>Type L =</b> SOPRASOLAR BASE + SOPRASOLAR CAP (1) + SOPRASOLAR CELL (2)
<b>Elément porteur</b>	<b>Support direct du revêtement d'étanchéité</b>	<b>F5 I5 T4</b>
TAN ou Bois ou panneaux à base de bois Pente ≥ 3%	Bois ou panneaux à base de bois (3)	<b>L</b>
	Verre cellulaire	<b>EAC NEO refroidi (4) + L</b>
	Laine de roche surfacée (classe C minimum) (5)	<b>L</b>
	Perlite expansée fibrée surfacée (5)(6)	<b>L</b>

(1) En zone non photovoltaïque, la membrane d'étanchéité SOPRASOLAR CAP peut être remplacée par la référence SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 ALU  
 (2) Les films photovoltaïques ne peuvent être fixés uniquement sur la membrane SOPRASOLAR CAP.  
 (3) Conformément aux dispositions du DTU 43.4  
 (4) Panneaux isolants surfacés par EAC NEO (cf. 11.2) refroidi avant soudage (ce surfacage confère un classement T2 au lieu de T4 et il implique des fixations en tête de lés au-delà de 20% de pente).  
 (5) Panneaux isolants admis compatibles sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT ou DTA de l'isolant pour les limites de domaine d'emploi.  
 (6) En association ou non avec les isolants conforme au tableau 3 d'association d'isolants

Tableau 2 : Revêtement bicouche apparent fixé mécaniquement

		<b>Revêtement bicouche fixé mécaniquement autoprotégé apparent</b>
		<b>Type F =</b> SOPRAFIX HP (1) + SOPRASOLAR CAP (2) + SOPRASOLAR CELL (3)
<b>Elément porteur</b>	<b>Support direct du revêtement d'étanchéité</b>	<b>F5 I5 T4</b>
TAN ou Bois ou panneaux à base de bois Pente ≥ 3%	Sur bois et panneaux à base de bois	<b>(4) F</b>
	Laine de roche nue (classe C minimum) (5)	<b>F</b>
	Polyisocyanurate (5)	<b>F</b>
	Polystyrène expansé (5)	<b>(6) F</b>
	Perlite expansée fibrée nue (5)	<b>F</b>
	Anciens revêtements d'étanchéité + isolant conforme conservés (5)	<b>F</b>
	Anciens revêtements d'étanchéité + isolant non-conforme conservés (5)(8)	<b>Platelage (7) + F</b>

(1) Densité de fixation conformément au DTA SOPRAFIX BICOUCHE pour le calcul des espacements entre les fixations.  
 (2) En zone non photovoltaïque, la membrane d'étanchéité SOPRASOLAR CAP peut être remplacée par la référence SOPRALENE FLAM 180 AR Fe ou SOPRALENE FLAM 180 ALU.  
 (3) Les films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL peuvent être fixés uniquement sur la membrane SOPRASOLAR CAP.  
 (4) Conformément aux dispositions du DTU 43.4  
 (5) Panneaux isolants admis compatibles sont définis aux chapitres 6.2 et 6.3. Se référer à l'AT ou DTA de l'isolant pour les limites de domaine d'emploi. Critères de conservation de l'existant et de préparation conforme à la norme NFP 84-208 (DTU 43.5) et au présent CPP chapitre 6.3.  
 (6) Dans le cas d'un isolant PSE, la membrane SOPRAFIX HP est remplacée par la membrane SOPRAFIX STICK (cf. DTA SOPRAFIX Bicouche)  
 (7) Interposition d'un isolant de classe C minimum conforme au chapitre 6.2 et 6.3 sous réserve de validation de la mise en œuvre en travaux de réfection dans l'AT ou DTA correspondant.  
 (8) Dans le cadre d'une étanchéité synthétique existante et conservée, interposition d'un écran de protection Alu/VV VAPOBAC.

Tableau 3 : Associations possibles d'isolants (conformément aux Documents Techniques d'Application des isolants concernés)

<b>Nature des isolants des lits inférieurs en 1 ou 2 lits uniquement</b>	PUR	PIR	PSE	Laine de roche nue	Perlite expansée fibrée nue
<b>Classe de compressibilité des isolants des lits inférieurs</b>	Classe C Classe B à 80 °C (PSE uniquement)				
<b>Nature de l'isolants du lit supérieur</b>	Perlite expansée fibrée nue uniquement				
<b>Modes de fixations du lit supérieur (perlite expansée exclusivement) (1)</b>	Selon Documents Techniques d'Application des isolants concernés (2)				
<p>(1) Dépression maximale admissible plafonnée à 4 333 Pa avec SOPRACOLLE 300 N, selon AT ou DTA de l'isolant.</p> <p>(2) Attelages de fixation mécanique type « solide au pas » « si la compression à 10 % de l'isolant (NF EN 826) est inférieure à 100 kPa, densité définie dans l'AT ou DTA de l'isolant.</p>					

Tableau 4 : Composition des feuilles d'étanchéité du procédé SOPRASOLAR FLEX

Composition	SOPRASOLAR BASE	SOPRAFIX HP	SOPRASOLAR CAP
Armature	Composite polyester / verre - 140 g/m <sup>2</sup>	Composite polyester / verre - 180 g/m <sup>2</sup>	Composite 250 g/m <sup>2</sup>
Masse surfacique	3,1 kg/m <sup>2</sup> environ	3,6 kg/m <sup>2</sup> environ	3,6 kg/m <sup>2</sup> environ
Face supérieure	Film thermofusible	Film thermofusible	Sable fin noir (300 g/m <sup>2</sup> )
Face inférieure	Film thermofusible	Sable fin	Film thermofusible
Galon de recouvrement	Largeur minimale 60 mm	Largeur minimale 100 mm	Largeur minimale 60 mm
Epaisseur sur galon	2,5 mm	2,6 mm	3,5 mm
Dimensions des rouleaux	10 m x 1 m	7 m x 1 m	6 m ou 6,8 m x 1 m
Masse des rouleaux	31 kg environ	25 kg environ	24 kg ou 27 kg
Caractéristiques	SOPRASOLAR BASE	SOPRAFIX HP	SOPRASOLAR CAP
Force maximale à rupture en traction (EN 12311-1) : - Longitudinal - Transversal	400 N / 5 cm 350 N / 5 cm	450 N / 5 cm 300 N / 5 cm	1100 N / 5 cm 1000 N / 5 cm
Allongement à la rupture (EN 12311-1) : - Longitudinal - Transversal	4,0 % 5,0 %	20,0 % 20,0 %	3,0 % 3,0 %
Température limite de souplesse à froid (EN 1109) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEArc de décembre 2001)	Pas de fissure à -16 °C	Pas de fissure à -16 °C	Pas de fissure à -10 °C Pas de fissure à +0 °C
Tenue à la chaleur (EN 1110) : - Etat neuf - Etat vieilli (6 mois à 70°C) (guide UEAtc de décembre 2001)	+ 100 °C + 90 °C	+ 90 °C	+ 95 °C + 90 °C
Stabilité dimensionnelle (retrait libre) (EN 1107-1)	0,3 %		0,3 %
Poinçonnement statique (EN 12730 :2001) méthode A	15 kg	15 kg	15 kg
Résistance à la déchirure au clou (EN 12310-1) : - Longitudinale - Transversale	150 N 150 N	≥150 N	250 N 250 N

Tableau 5 : Caractéristiques du primaire d'accrochage SOPRASOLAR PRIM

Caractéristiques	SOPRASOLAR PRIM
Etat physique	Liquide noir homogène
Masse volumique à 20°C (valeur indicative)	900 kg/m <sup>3</sup> (±50)
Teneur en extrait sec	Environ 40 % en poids
Pseudo-viscosité coupe n° 6 à 20°C (NFT 30.014)	45 à 55 sec
Point d'éclair (ASTM D56)	+ 26°C
Temps de séchage à 10°C	Environ 1 heure Variable selon épaisseur, élément porteur et température
Conditionnement	Bidon de 20 litres
Consommation indicatives	250 à 400 g/m <sup>2</sup>
Stockage	Durée 12 mois en emballage d'origine dans des conditions de stockage satisfaisantes (endroit frais et ventilé).

Tableau 6 : Contrôles internes de fabrication pour les feuilles bitumineuses

Type de contrôle	Fréquence
<p align="center"><b>Sur matières premières</b></p> <p>Bitume de base :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pénétration à 25 °C</li> <li>• Mélange témoin</li> </ul> <p>Elastomère : granulométrie – GPC</p> <p>Armatures :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Traction</li> <li>• Poids</li> </ul>	<p>1 certificat / livraison 1 / semaine</p> <p>1 certificat / livraison</p> <p>1 certificat / livraison 1 certificat / livraison</p>
<p align="center"><b>Sur bitume modifié</b></p> <p>TBA – pénétration à 25°C – image UV</p>	<p>1 / poste / machine</p>
<p align="center"><b>Sur produits finis</b></p> <p>Défaut d'aspect Epaisseur – longueur – largeur – lisière – poids Rectitude Masse surfacique Tenue à la chaleur Pliage à froid Retrait libre Caractéristiques mécaniques Vieillessement Déchirure au clou</p>	<p align="center">Conforme à la NF EN 13707 Guide UEAtc pour les vieillissements</p>

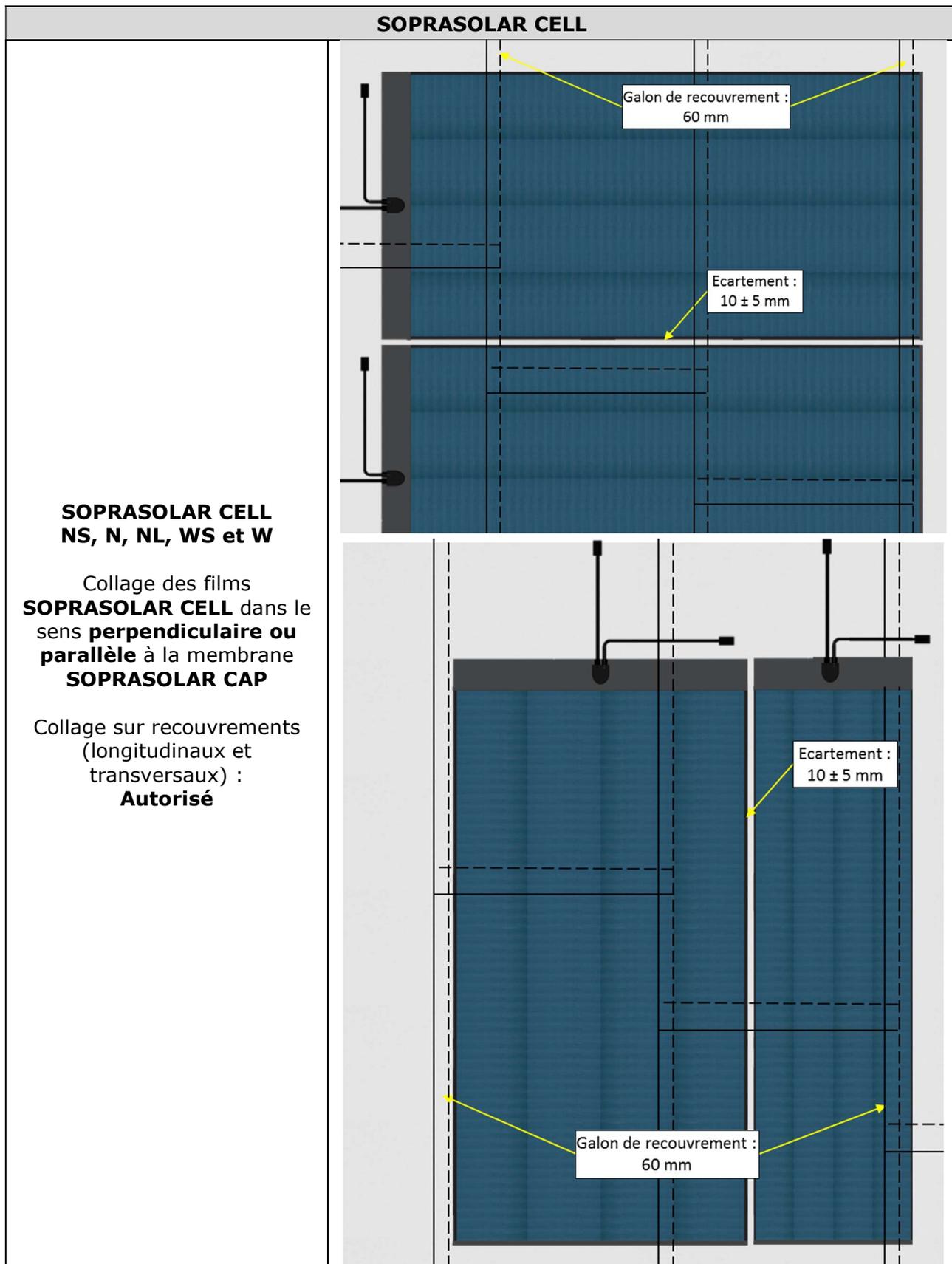
Tableau 7 : Nomenclature de l'autocontrôle de fabrication des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL

Caractéristiques	Fréquence
Puissance nominale Pmpp Dimensions Poids Masse surfacique Tension en circuit ouvert Uco Tension nominale au point de puissance maximum Umpp Courant de court-circuit Icc Courant nominal au point de puissance maximum Impp Coefficient de température pour la puissance maximum αT (Pmpp) Coefficient de température pour la tension en circuit ouvert αT (Uco) Coefficient de température pour l'intensité de court-circuit αT (Icc)	≥1x par film photovoltaïque ≥1x par film / production ≥1x par film / production ≥1x par film / production

Tableau 8 : Nomenclature des contrôles qualité à réception des films photovoltaïques par SOPRASOLAR

Action	Description
<b>Prélèvement</b>	Par livraison de 60 cartons, 2 cartons sélectionnés aléatoirement, 1 film photovoltaïque prélevé par carton sélectionné.
<b>Inspection</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rectitude</li> <li>• Absence d'inclusions diverses</li> <li>• Impacts</li> <li>• Plis</li> <li>• Rayures</li> <li>• Bulle en sous-face</li> </ul>
<b>Enregistrement des contrôles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date d'arrivage</li> <li>• Quantité livrée</li> <li>• Numéro de traçabilité des films photovoltaïques contrôlés</li> <li>• Conformité ou non-conformité</li> <li>• Cause de non-conformité</li> <li>• Action curative (exemple : mise à l'écart de tout ou partie de la livraison...)</li> </ul>
<b>Essai</b>	Essai de pelage d'un film photovoltaïque autocollé sur membrane SOPRASOLAR CAP + SOPRASOLAR PRIM

Figure 2 : Exemples de dispositions des cellules sur la membrane SOPRASOLAR CAP



**SOPRASOLAR CELL  
136 & 144**

Collage des films  
**SOPRASOLAR CELL** dans le  
sens **parallèle uniquement**  
à la membrane  
**SOPRASOLAR CAP**

Collage sur recouvrements  
(longitudinaux et  
transversaux) :  
**Interdit**

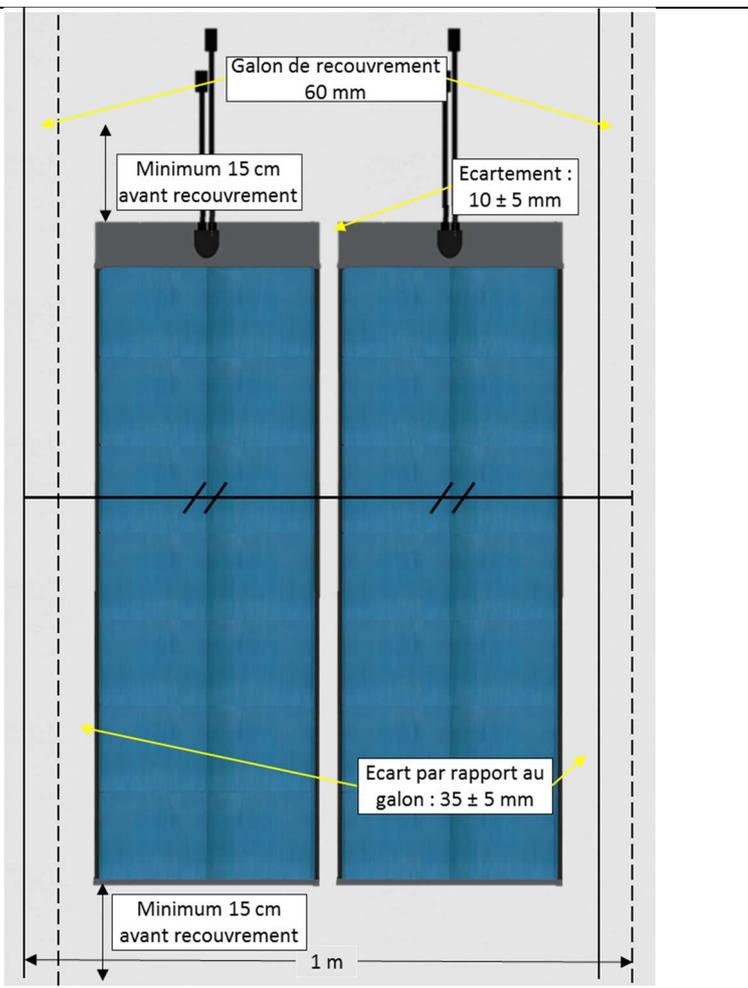
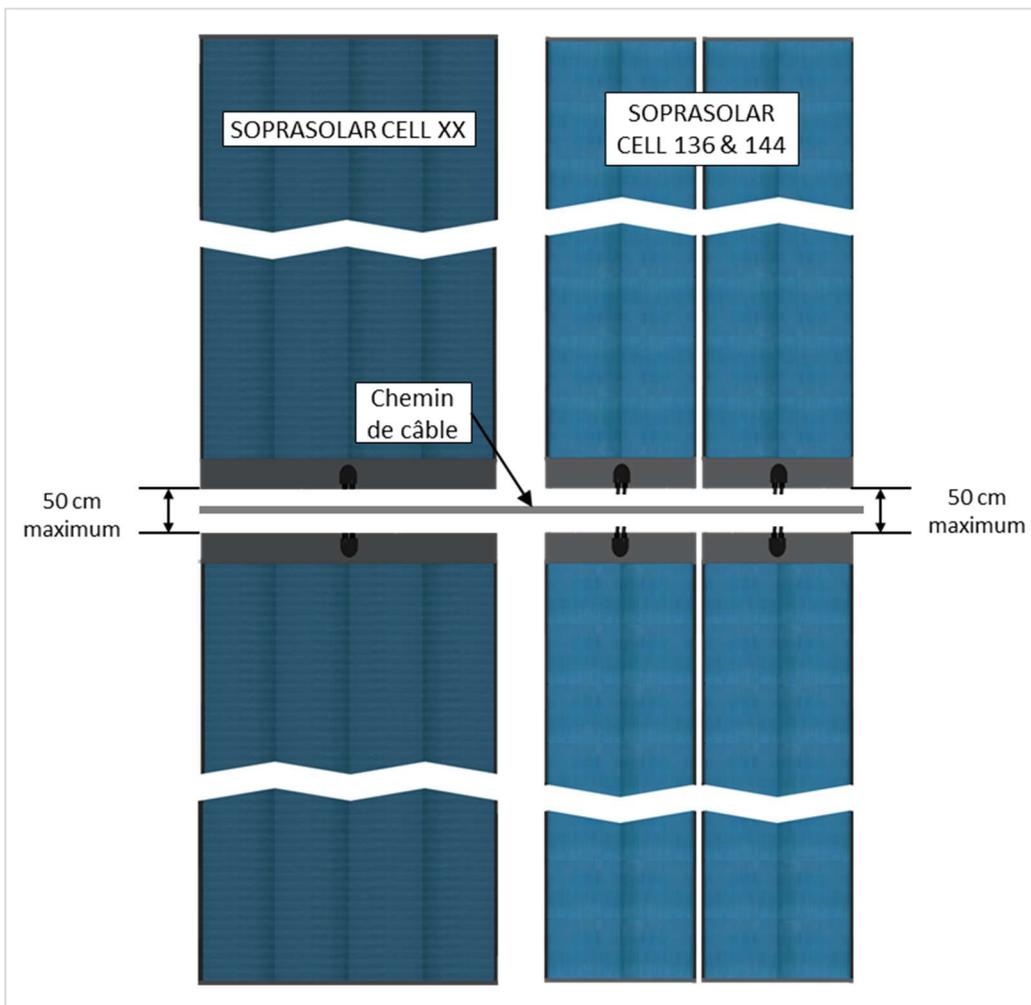


Figure 3 : espacement entre films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL



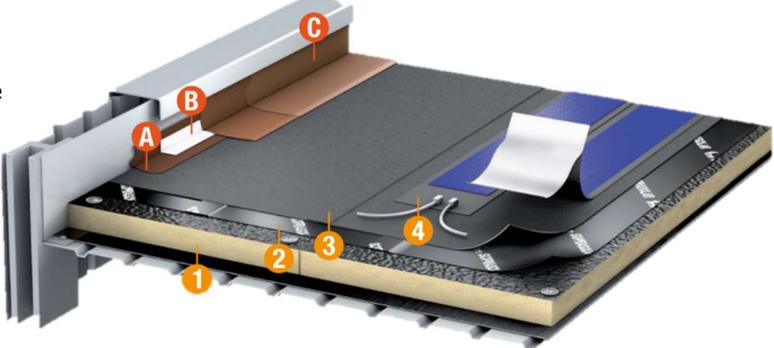
**XX** désigne les films **SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS, W**

Figure 4 : Exemple de vue en coupe du procédé SOPRASOLAR FLEX

**Procédé SOPRASOLAR DUO**  
Exemple : système adhérent sur élément porteur TAN

1. Isolant soudable surfacé, classe C, fixé mécaniquement
2. SOPRASOLAR BASE
3. SOPRASOLAR CAP
4. Films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL

A. Alsan Flashing  
B. Voile de renfort  
C. Alsan Flashing





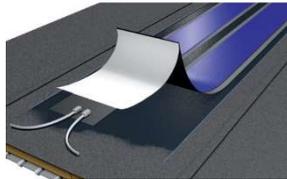
Pose de la 1<sup>ère</sup> couche d'étanchéité



Pose de la 2<sup>nd</sup> couche d'étanchéité



Application du primaire **SOPRASOLAR PRIM**



Collage des films **SOPRASOLAR CELL**

Figure 5 : Implantation des films SOPRASOLAR CELL

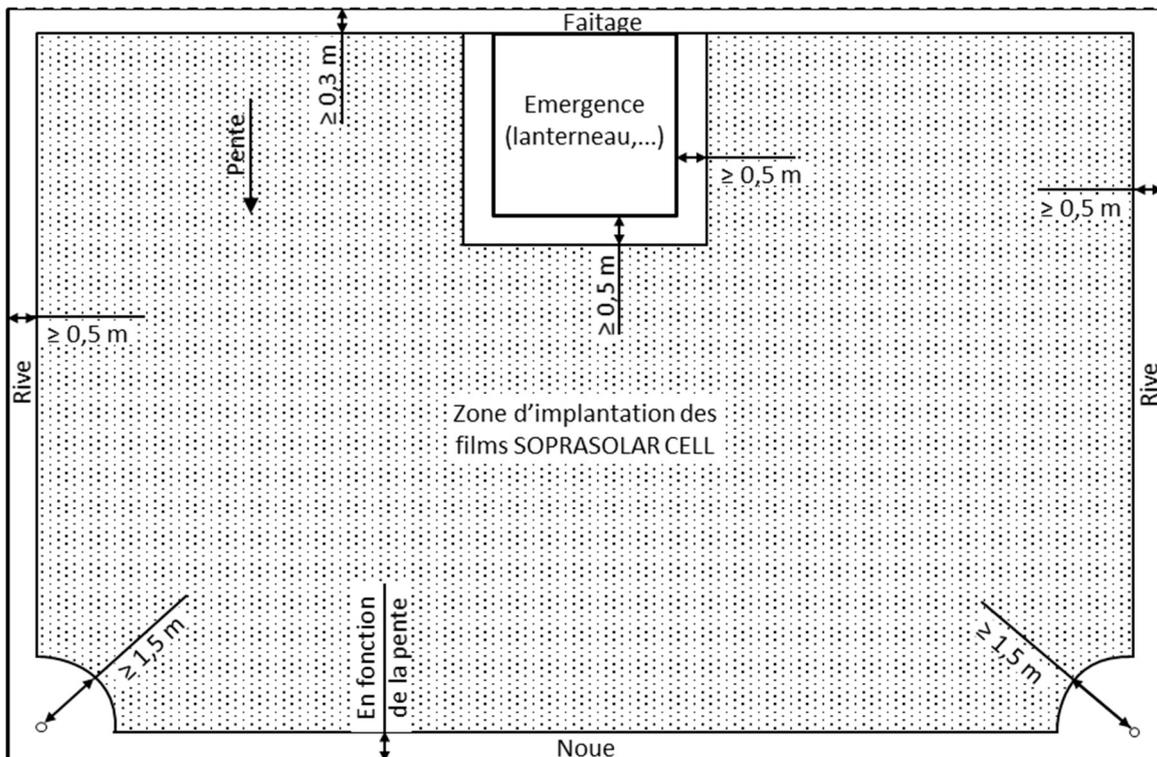


Tableau 9 : Aperçu des films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL

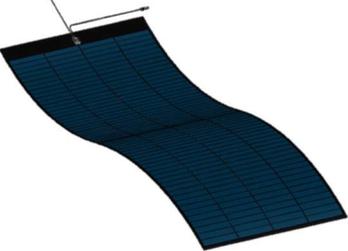
<p><b>SOPRASOLAR CELL NS</b> <b>SOPRASOLAR CELL N</b> <b>SOPRASOLAR CELL NL</b></p>	
<p><b>SOPRASOLAR CELL W</b> <b>SOPRASOLAR CELL WS</b></p>	
<p><b>SOPRASOLAR CELL 136</b> <b>SOPRASOLAR CELL 144</b></p>	

Figure 6 : Crosse pour passage des câbles à travers la toiture

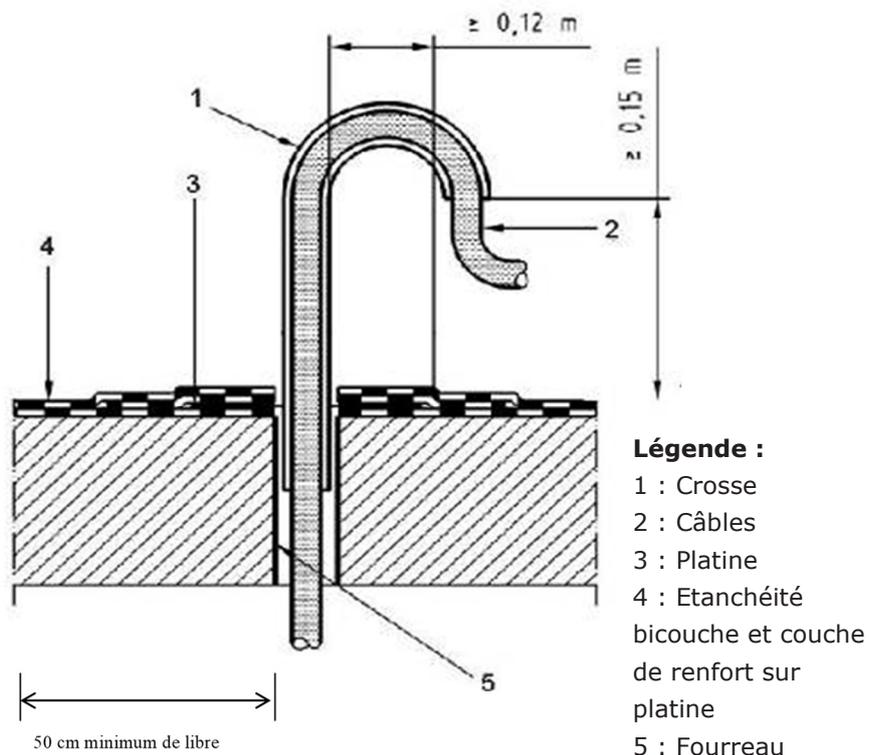


Figure 7 : Exemple de support de chemin de câble en tôle pliée

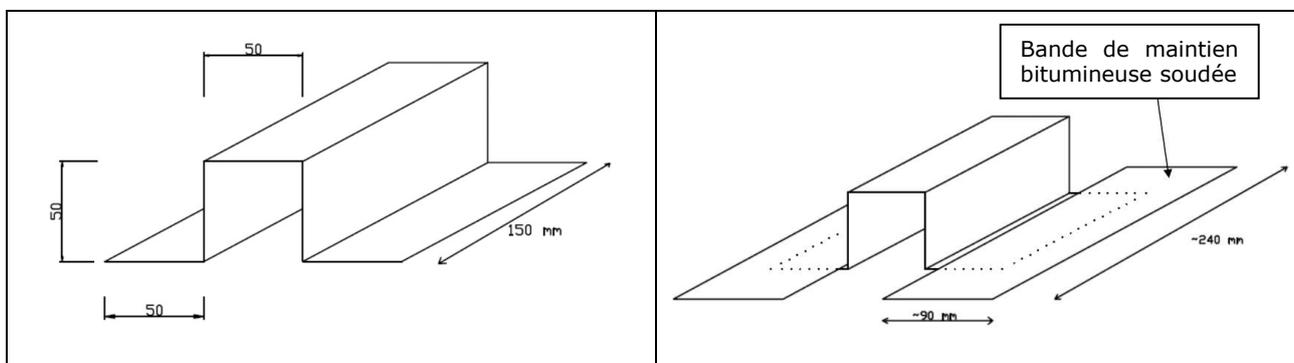


Figure 8 : Fiche technique des films SOPRASOLAR CELL



**FICHE TECHNIQUE**

N° MISFR157.c/fr

Annule et remplace MISFR157.b/fr

# SOPRASOLAR CELL

## Présentation

Les films photovoltaïques souples **SOPRASOLAR CELL** permettent de convertir le rayonnement solaire en électricité.

Le procédé d'étanchéité photovoltaïque **SOPRASOLAR FLEX** est composé de films **SOPRASOLAR CELL** qui sont liaisonnés de manière irréversible sur la membrane bitumineuse **SOPRASOLAR CAP** primairisé avec du **SOPRASOLAR PRIM**.

Les films photovoltaïques souples **SOPRASOLAR CELL** sont constitués de cellules photovoltaïques et de butyle autoadhésif. Ils possèdent un revêtement auto-nettoyant (cf. CPP **SOPRASOLAR FLEX** pour les conditions d'entretien).

## Caractéristiques SOPRASOLAR CELL N, NS, NL

SOPRASOLAR CELL N, NS, NL																
Caractéristiques électriques STC*		NS				N					NL					
Puissance nominale (P <sub>MPP</sub> )**	[W]	70	75	80	85	110	115	120	125	130	260	270	280	290	300	310
Tension à vide (V <sub>OC</sub> )	[V]	23,5	23,7	24,0	24,3	36,3	37,0	37,8	38,6	39,4	85,6	87,1	88,7	90,2	91,8	93,3
Tension pour Pmax (V <sub>MP</sub> )	[V]	18,3	18,8	19,3	19,8	28,4	29,3	30,3	31,2	32,1	67,2	69,0	70,8	72,6	74,5	76,3
Courant de court-circuit (I <sub>SC</sub> )	[A]	4,70	4,70	4,70	4,70	4,66	4,62	4,58	4,53	4,49	4,66	4,62	4,59	4,55	4,51	4,48
Courant pour Pmax (I <sub>MP</sub> )	[A]	3,85	7,00	4,15	4,30	3,89	3,93	3,97	4,01	4,06	3,89	3,93	3,96	4,00	4,03	4,07
Coefficient de température P <sub>MPP</sub>	[%/°C]	-0,38														
Coefficient de température V <sub>OC</sub>	[%/°C]	-0,28														
Coefficient de température I <sub>SC</sub>	[%/°C]	0,008														
Caractéristiques dimensionnelles		NS				N					NL					
Longueur	[mm]	1 710				2 583					5 905					
Largeur	[mm]	348				348					348					
Epaisseur	[mm]	17				17					17					
Masse surfacique	[kg/m <sup>2</sup> ]	2,2				2,6					2,4					

\*Puissance crête : puissance en Watts fournis sous conditions standardisées (conditions STC). Une installation de 1 kWc produit en moyenne environ 1000 kWh/an en France métropolitaine et requiert environ 27 m<sup>2</sup> de surface de toiture. L'énergie électrique produite par **SOPRASOLAR CELL** est fonction notamment, de la situation géographique, de l'inclinaison et de l'orientation des films photovoltaïques ainsi que de leur état de propreté.

\*\*PPM : Point de Puissance Maximum

SOPRASOLAR – 62, rue Transversale – F- 92238 GENNEVILLIERS CEDEX  
 Tel : +33 (0)1 46 88 01 80 - Fax: +33 (0)1 46 88 01 89  
[www.soprasolar.com](http://www.soprasolar.com) • E-mail : [contact@soprasolar.com](mailto:contact@soprasolar.com)

Soprema AG • Hårdlistrasse 1-2 • CH-8957 SPREITENBACH • [www.soprema.ch](http://www.soprema.ch) • [info@soprema.ch](mailto:info@soprema.ch) • Tel. +41(56) 418 59 30  
 Soprema NV • Bouwelven 5 – B-2280 GROBBENDONK • [www.soprema.be](http://www.soprema.be) • [info@soprema.be](mailto:info@soprema.be) • Tel. +32 14 23 07 07



Informations non contractuelles - Solardis se réserve en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux

**Caractéristiques SOPRASOLAR CELL W, WS**

SOPRASOLAR CELL WS, W												
Caractéristiques électriques STC*		WS				W						
Puissance nominale (P <sub>MPP</sub> )**	[W]	160	170	180	190	460	470	480	490	500	510	520
Tension à vide (V <sub>OC</sub> )	[V]	26,1	26,9	27,7	28,4	74,1	74,8	75,6	76,4	77,2	77,9	78,7
Tension pour Pmax (V <sub>MPP</sub> )	[V]	20,6	21,5	22,4	23,3	58,7	59,6	60,5	61,4	62,4	63,3	64,2
Courant de court-circuit (I <sub>SC</sub> )	[A]	9,28	9,17	9,05	8,93	9,23	9,19	9,15	9,11	9,07	9,02	8,98
Courant pour Pmax (I <sub>MPP</sub> )	[A]	7,82	7,93	8,05	8,16	7,87	7,91	7,95	7,99	8,03	8,07	8,11
Coefficient de température P <sub>MPP</sub>	[%/°C]	-0,38										
Coefficient de température V <sub>OC</sub>	[%/°C]	-0,28										
Coefficient de température I <sub>SC</sub>	[%/°C]	0,008										
Caractéristiques dimensionnelles		WS				W						
Longueur	[mm]	1 010				2 583						
Largeur	[mm]	1 292				1 292						
Epaisseur	[mm]	17				17						
Masse surfacique	[kg/m <sup>2</sup> ]	1,9				2,0						

\*Puissance crête : puissance en Watts fournis sous conditions standardisées (conditions STC). Une installation de 1 kWc produit en moyenne environ 1000 kWh/an en France métropolitaine et requiert environ 27 m<sup>2</sup> de surface de toiture. L'énergie électrique produite par SOPRASOLAR CELL est fonction notamment, de la situation géographique, de l'inclinaison et de l'orientation des films photovoltaïques ainsi que de leur état de propreté.

\*\*PPM : Point de Puissance Maximum

**Caractéristiques SOPRASOLAR CELL 136 & 144**

SOPRASOLAR CELL 136 & 144			
Caractéristiques électriques STC*		136	144
Puissance nominale (P <sub>MPP</sub> )**	[W]	136	144
Tension à vide (V <sub>OC</sub> )	[V]	46,2	46,2
Tension pour Pmax (V <sub>MPP</sub> )	[V]	33	33
Courant de court-circuit (I <sub>SC</sub> )	[A]	5,1	5,3
Courant pour Pmax (I <sub>MPP</sub> )	[A]	4,13	4,36
Coefficient de température P <sub>MPP</sub>	[%/°C]	-0,21	
Coefficient de température V <sub>OC</sub>	[%/°C]	-0,38	
Coefficient de température I <sub>SC</sub>	[%/°C]	0,10	
Caractéristiques dimensionnelles		136	144
Longueur	[mm]	5 486	
Largeur	[mm]	394	
Epaisseur	[mm]	4	
Masse surfacique	[kg/m <sup>2</sup> ]	3,6	

\*Puissance crête : puissance en Watts fournis sous conditions standardisées (conditions STC). Une installation de 1 kWc produit en moyenne environ 1000 kWh/an en France métropolitaine et requiert environ 27 m<sup>2</sup> de surface de toiture. L'énergie électrique produite par SOPRASOLAR CELL est fonction notamment, de la situation géographique, de l'inclinaison et de l'orientation des films photovoltaïques ainsi que de leur état de propreté.

\*\*PPM : Point de Puissance Maximum

SOPRASOLAR – 62, rue Transversale – F- 92238 GENNEVILLIERS CEDEX

Tel : +33 (0)1 46 88 01 80 - Fax: +33 (0)1 46 88 01 89

www.soprasolar.com • E-mail : contact@soprasolar.com

Soprema AG • Hårdlistrassé 1-2 • CH-8957 SPREITENBACH • www.soprema.ch • info@soprema.ch • Tel. +41(56) 418 59 30

Soprema NV • Bouwelven 5 – B-2280 GROBBENDONK • www.soprema.be • info@soprema.be • Tel. +32 14 23 07 07

Informations non contractuelles - Solardis se réserve en fonction de l'évolution des connaissances et des techniques, de modifier sans préavis la composition et les conditions d'utilisation de ses matériaux

## Conditionnement

SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS, W						
Caractéristiques dimensionnelles		NS	N	NL	WS	W
Longueur	[mm]	1 710	2 583	5 905	1 010	2 583
Largeur	[mm]	348	348	348	1 292	1 292
Masse surfacique	[kg/m <sup>2</sup> ]	1,3	2,3	4,9	2,5	6,6
Les films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL NS, N, NL, WS et W sont livrés par carton de 15 films sur palette de 5 cartons maximum.						
SOPRASOLAR CELL 136 & 144						
Caractéristiques dimensionnelles		136			144	
Longueur	[mm]	5 486				
Largeur	[mm]	394				
Masse surfacique	[kg/m <sup>2</sup> ]	3,6				
Les films photovoltaïques SOPRASOLAR CELL 136 et 144 sont livrés par carton de 20 films sur palette de 3 cartons maximum.						

## Mise en œuvre

Les films photovoltaïques souples SOPRASOLAR CELL sont mis en œuvre exclusivement par autocollage sur la membrane SOPRASOLAR CAP préalablement primarisé à l'aide du SOPRASOLAR PRIM, selon les techniques admises dans l'ETN SOPRASOLAR FLEX, et pour une pente comprise entre 3% et 100 %.

Le support doit être sec, propre et sans poussière. La température du support et celle des films photovoltaïques souples SOPRASOLAR CELL doit être de 10°C minimum.

Leur mise en œuvre doit être conforme aux prescriptions d'emploi et de pose de l'ETN SOPRASOLAR FLEX.

La disposition des cellules sur la membrane doit être respectée telle que représentée sur les plans de calepinage fournis par SOPRASOLAR et dans l'ETN SOPRASOLAR FLEX.

## Indications particulières

### Hygiène, santé et environnement :

Les films photovoltaïques souples SOPRASOLAR CELL ne contiennent pas de composant apportant un danger. Elles répondent d'une manière générale aux exigences relatives à l'hygiène, la santé et environnement. Pour toute information complémentaire, se référer à la Fiche de Données de Sécurité.