

# Avis Technique 5/15-2485\*V1

Annule et remplace l'Avis Technique 5/15-2485

*Végétalisation de  
terrasses et toitures  
étanchées  
Green roof system*

## Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive

**Titulaire :** Sika France SAS  
Activité Construction Spécialisée – Étanchéités de Toitures  
84 rue Edouard Vaillant  
FR-93350 Le Bourget  
  
Tél. : 01 43 11 11 11  
Fax : 01 43 11 11 10  
Courriel : sika.membranes@fr.sika.com

**Distributeur :** Sika France SAS

### Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 9 janvier 2017



Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

**Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage » a examiné, le 25 novembre 2015, le procédé pour terrasses et toitures végétalisées « Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive » présenté par la Société Sika France SAS. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 5/11-2204. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.**

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive est un procédé d'étanchéité pour terrasses et toitures végétalisées composé d'un revêtement d'étanchéité monocouche synthétique et d'une protection rapportée végétalisée.

Le revêtement d'étanchéité monocouche est composé d'une feuille Sarnafil® TG 66 F, à base de FPO (polyoléfines flexibles – copolymères polypropylène), renforcée d'un voile de verre non tissé et d'une armature grille polyester, obtenu selon le procédé d'enduction par extrusion, et qui est défini dans l'Avis Technique « Sarnafil® TG 66 F indépendant ».

Sika France SAS, propose deux systèmes de végétalisation extensive (TTV) (cf. *tableau 1*) :

- Le système **Sarnavert** : végétalisation par semis et/ou micro mottes sur substrat Sarnafil® ;
- Le système **Sarnapack** : cassettes pré-cultivées de sédum, installées directement sur la membrane d'étanchéité de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F.

Le procédé d'étanchéité et de végétalisation Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive est utilisable :

- Sur des éléments porteurs ou supports en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées isolées, ou en bois - panneaux à base de bois définis au Dossier Technique ; la pente des toitures est limitée à 14 % (limite incluse) ;
- En travaux neufs et en réfection selon la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5).

Les éléments porteurs sont conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3), NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à leurs Avis Techniques ou Documents techniques d'Application particuliers.

La pente du support est conforme aux prescriptions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84 série 200 (DTU série 43). L'application sur éléments porteurs (ou support) maçonnerie à pente nulle se fera dans le strict respect par l'applicateur du document « Charte qualité Sika France SAS ».

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F de partie courante est posée en indépendance. Stable aux UV, elle peut également être utilisée pour le traitement des relevés et des zones stériles où le revêtement est laissé apparent.

Elle est commercialisée dans l'épaisseur 1,5 mm, en largeur de 2,00 m (largeur utile 1,92 m) ou de 1,00 m (largeur utile 0,92 m).

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F bénéficie du classement F.I.T. F5 I5 T4.

La feuille est marquée CE selon la norme EN 13956.

Les zones de toiture traitées en végétalisation extensive sont inaccessibles. Elles ne sont pas destinées à un piétinement régulier. Elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien de la toiture (revêtement d'étanchéité et végétation).

### 1.2 Mise sur le marché

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F fait l'objet d'une déclaration des performances établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13956.

### 1.3 Identification

La feuille de partie courante est identifiée dans son Avis Technique « Sarnafil® TG 66 F indépendant ».

Les autres constituants du système sont identifiés sur leur emballage

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Aptitude à l'emploi

##### Sécurité au feu

Dans les lois et réglementations 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 avec le système **Sarnavert** conforme à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003).

Le classement de tenue au feu du procédé avec le système de végétalisation Sarnapack n'est pas connu.

*Vis-à-vis du feu intérieur*

Les dispositions réglementaires à considérer sont fonction de la destination des locaux, de la nature et du classement de réaction au feu de l'isolant et de son support.

##### Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

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

La feuille manufacturée (Sarnafil® TG 66 F) du procédé Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive ne dispose pas 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).

Ce produit est un article tel que défini à l'article 3 du règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH). Il ne contient pas de substance destinée à être rejetée de cet article dans des conditions d'utilisation normales ou raisonnablement prévisibles. Une fiche de données de sécurité au sens de l'article 31 de ce règlement n'est pas nécessaire pour mettre le produit sur le marché, le transporter ou l'utiliser.

La surface des membranes est glissante lorsque humide.

Ce procédé ne peut être mis en œuvre que par une entreprise qualifiée par le titulaire du Document Technique d'Application Sika France SAS.

Les rouleaux de plus de 25 kg doivent être manipulés par au moins deux personnes.

##### Données Environnementales

Il n'existe pas de DE pour ce procédé. Il est rappelé que ces documents n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

##### Aspects sanitaires

Le présent AVIS est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent AVIS. Le titulaire du présent AVIS conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

## Isolation thermique

Le procédé est susceptible de respecter les exigences minimales fixées par la Réglementation Thermique en vigueur.

Si le bâtiment est soumis à la RT 2005 (arrêté du 24 mai 2006), celle-ci fixe des exigences minimales sur les coefficients de transmission surfacique U et sur le facteur solaire S des composants ainsi que des exigences globales à l'échelle du bâtiment ( $U_{\text{bat}}$ , consommation et Tic) qu'il convient de vérifier.

Si le bâtiment est soumis à la RT 2012 (arrêtés du 26 Octobre 2010 et du 28 Décembre 2012), celle-ci n'impose pas d'exigences minimales sur les performances thermiques des composants. La transmission thermique surfacique (U), et les facteurs solaires (S) doivent néanmoins être déterminées pour chaque orientation pour être utilisées comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio), de la consommation et de la température intérieure de confort (Tic) du bâtiment pour lesquels les arrêtés fixent une exigence réglementaire. La vérification du respect de la Réglementation Thermique s'effectue donc au cas par cas en utilisant les méthodes de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

- Le calcul du coefficient de transmission surfacique U de la paroi doit être effectué conformément aux règles Th-U, en tenant compte en particulier du coefficient de transmission thermique  $\chi$  dû aux fixations ponctuelles conformément au Fascicule 4/5 des Règles Th-U édition 2012 ;
- Le calcul du facteur solaire S doit être effectué conformément aux règles propres aux toitures-terrasses végétalisées (cf. § 5.2.2 des Th-S édition 2012). On tiendra notamment compte du caractère extensif de la végétalisation conduisant à un coefficient d'absorption énergétique équivalent  $ak_{\text{veg}}=0.40$ , de la résistance thermique utilisée en toiture, de la présence ou non d'un arrosage fixe et de la zone géographique.

## Accessibilité de la toiture

cf. *paragraphe 1*.

## Emploi en climat de montagne

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

## Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'étanchéité et de végétalisation n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM).

## Résistance au vent

Les dispositions prévues permettent d'escompter un comportement satisfaisant jusqu'à une dépression au vent extrême de 3 274 Pa selon les Règles NV 65 modifiées pour les deux systèmes de végétalisation Sarnavert et Sarnapack.

## 2.22 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé d'étanchéité et de végétalisation Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil TG 66 F sous végétalisation extensive peut être appréciée comme satisfaisante.

Les conditions de préparation pour la réparation de la feuille d'étanchéité diffèrent des travaux neufs ; voir à ce sujet le *paragraphe 1.2 du Dossier Technique*.

## Entretien et réparation

Les dispositions des normes DTU - série 43 s'appliquent. Le revêtement d'étanchéité peut être facilement réparé en cas de blessure accidentelle.

L'entretien de la végétalisation est décrit au *paragraphe 13* du Dossier Technique. La végétalisation peut être facilement réparée ou reprise en cas de blessure accidentelle.

Le maître d'ouvrage, assisté de son maître d'œuvre, doit indiquer dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) :

- L'accès à la toiture nécessaire aux futures opérations d'entretien prévues par le maître d'œuvre ;
- Les dispositifs destinés à assurer la sécurité du personnel contre les chutes, comme pour toute toiture inaccessible.

## 2.23 Fabrication et contrôle

Se reporter au *Document Technique d'Application « Sarnafil® TG 66 F indépendant »* pour la membrane monocouche. La fabrication relève des techniques classiques d'enduction par extrusion, comprenant l'autocontrôle nécessaire, elle ne comporte pas de risque particulier touchant la constance de qualité.

Pour les systèmes de végétalisation, elle est effectuée en usines sous la surveillance du titulaire de l'Avis, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

## 2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre de l'étanchéité est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées, ayant reçu une formation aux techniques de pose de ce procédé et l'appliquant avec l'assistance de la Société Sika France SAS (cf. § 1.1 du Dossier Technique). Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

Les travaux de végétalisation sont à réaliser sous la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité, avec la possibilité de co-traitance ou de sous-traitance à une autre entreprise.

La Société Sika France SAS fournit sur demande une assistance à l'élaboration et à la réalisation des systèmes d'étanchéité et de végétalisation.

La livraison du substrat Sarnafil® par big bags, ou des cassettes Sarnapack en palette, nécessite un équipement particulier ou une grue de chantier pour le montage en toiture, ainsi que des précautions pour le stockage temporaire des big-bags ou des cassettes sur la toiture (poids pouvant atteindre 1 000 daN) à l'aplomb des fermes.

## 2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

Les DPM doivent prévoir les appuis structurels (pannes) pour l'ancrage des chevrons de butée de bas de pente.

Les DPM doivent prévoir les dispositifs d'arrosage, non visés par l'Avis.

### 2.31 Charges à prendre en compte

Les charges permanentes et les charges d'exploitation des procédés de terrasses et toitures végétalisées doivent être prises en compte dans la conception des ouvrages structuraux, la coordination entre les différents corps d'états étant assurée par le maître d'œuvre.

En référence aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » - Édition n° 2, novembre 2007, (ADIVET, CSFE, UNEP, SNPPA), il est rappelé que les charges permanentes des terrasses et toitures végétalisées sont constituées :

- De l'isolant ;
- Du revêtement d'étanchéité ;
- De la couche drainante à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- De la couche filtrante à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- Du substrat à Capacité Maximale en Eau (CME) ;
- Du poids propre des végétaux ;

et

- D'une charge forfaitaire de sécurité de 15 daN/m<sup>2</sup>.

Dans le cas des éléments porteurs et supports traditionnels en bois massif et panneaux à base de bois conformes à la norme NF P 84 207 (DTU 43.4) et non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement le domaine d'emploi et la destination envisagés par le présent DTA :

- La pente minimale des versants est  $\geq 3\%$  dans tous les cas y compris les cas de noue en pente ;
- Une charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m<sup>2</sup> (soit 100 daN/m<sup>2</sup> au total) est ajoutée pour le dimensionnement des éléments porteurs à base de bois (bois massif et panneaux à base de bois), pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan.

### 2.32 Complexe de végétalisation extensive

- a) Zone stérile : les Documents Particuliers du Marché (DPM) mentionnent la présence des zones stériles si elles sont obligatoires (cf. *paragraphe 12.1* du Dossier Technique).
- b) L'arrosage est conseillé en phase transitoire ; il y a obligation d'une installation d'arrosage fixe en zone de pluviométrie III de la *figure 14* (cf. *paragraphe 13.31* du Dossier Technique).
- c) Le procédé d'étanchéité et de végétalisation Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive est un système complet fermé : revêtement d'étanchéité et protection par systèmes de végétalisation ; l'ensemble de ces travaux sont sous la responsabilité de l'étancheur.

### 2.33 Éléments porteurs en bois massif ou en panneaux à base de bois

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

Sont également admis, les éléments porteurs en panneaux bois massif CLT dont le DTA admet la mise en œuvre d'un revêtement d'étanchéité synthétique pour les destinations prévues dans le présent DTA.

## 2.34 Cas de la réfection

Il est rappelé qu'il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5) vis à vis des risques d'accumulation d'eau.

## 2.35 Addenda

- a) La pose libre des isolants, quelle que soit la barrière de vapeur, est admise dans les limites de surface prescrites par le Document Technique d'Application de l'isolant support.
- b) La couche de séparation mécanique est toujours nécessaire sur un support direct non isolé.
- c) En cas de pluie menaçante, la fermeture de l'étanchéité doit intéresser non seulement l'isolant, mais aussi l'interface support/barrière de vapeur.

### Conclusions

#### Appréciation globale

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

#### Validité

Jusqu'au 30 novembre 2020.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2  
Le Président*

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) La pente nulle sur élément porteur en maçonnerie est dorénavant admise compte tenu de l'expérience du demandeur.
- b) La pose en indépendance en apparent est admise considérant la mise en œuvre du Sarnabar en pieds de relevés et une largeur de bande stérile maximale de 40 cm.
- c) Le système d'arrosage n'est pas visé par le présent Avis.
- d) La pose en indépendance sur élément porteur souple (tôle d'acier nervurée ou bois) et sur élément porteur en maçonnerie de pente  $\geq 5\%$  est admise car il s'agit d'un procédé complet fermé dont l'expérience reconnue et réussie a été démontrée lors de cette révision.
- e) Il n'est pas nécessaire de réaliser des calculs de poussée sur les dispositifs de séparation et de maintien compte tenu de la pente maximale de 14% et de l'expérience reconnue et réussie de la Société Sika France SAS.
- f) La longueur du rampant est limitée à 50 mètres pour les pentes comprises en 5 et 14% (cf. paragraphe 12.1 du Dossier technique).
- g) Les cassettes végétalisées Sarnapack et les micro-mottes Sarnavert doivent être mises en place dans un délai maximal de 24 heures après leur livraison sur chantier.
- h) Sur la base de l'expérience reconnue, la limite de dépression sous vent extrême est dorénavant portée à 3274 Pa, au sens des Règles NV 65 modifiées.
- i) Comme pour tous les procédés de végétalisation non pré-cultivée, le maître d'ouvrage doit tenir compte de la durée de confortement de la végétalisation (de 1 à 3 ans selon le climat et l'exposition) et donc prévoir l'entretien de l'épaisseur de substrat (érosion due aux effets du vent et de la pluie) pendant cette période minimale nécessaire pour atteindre le taux de confortement de 80 % du système de végétalisation Sarnavert.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Généralités

Le procédé Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive est un procédé d'étanchéité et de systèmes de végétalisation associés pour terrasses et toitures végétalisées composé d'un revêtement d'étanchéité monocouche synthétique à base de FPO et d'une protection rapportée végétalisée.

Le revêtement d'étanchéité monocouche est composé d'une feuille Sarnafil® TG 66-15 F, à base de FPO (polyoléfin flexibles – copolymères polypropylène), renforcée d'un voile de verre non tissé et d'une armature grille polyester, obtenu selon le procédé d'enduction par extrusion, et qui est défini dans l'Avis Technique « Sarnafil® TG 66 F indépendant ».

Sika France SAS, propose deux systèmes de végétalisation extensive (TTV) (cf. *tableau 1*) :

- Le **système Sarnavert** : végétalisation par semis et/ou micro mottes sur substrat Sarnafil® ;
- Le **système Sarnapack** : cassettes pré-cultivées de sédum, installées directement sur la membrane d'étanchéité de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F.

Le procédé d'étanchéité et de végétalisation Sarnavert Sarnapack sur Sarnafil® TG 66 F sous végétalisation extensive est utilisable sur des éléments porteurs ou supports en maçonnerie, en béton cellulaire autoclavé armé, en tôles d'acier nervurées isolées, ou en bois - panneaux à base de bois isolés définis au Dossier Technique ;

Les éléments porteurs sont conformes aux normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3), NF P 84-207 (DTU 43.4) ou à leurs Avis Techniques ou Documents techniques d'Application particuliers.

La pente du support est conforme aux prescriptions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84 série 200 (DTU série 43).

L'application sur éléments porteurs (ou support) maçonnerie à pente nulle se fera dans le strict respect par l'applicateur du document « Charte qualité Sika France SAS ».

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F de partie courante est posée en indépendance. Stable aux UV, elle peut également être utilisée, comme les autres feuilles Sarnafil® T, pour le traitement des relevés et des zones stériles où le revêtement est laissé apparent (cf. § 8.3 et 12.1).

Elle est commercialisée dans l'épaisseur 1,5 mm, en largeur de 2,00 m (largeur utile 1,92 m) ou de 1,00 m (largeur utile 0,92 m).

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F bénéficie du classement F.I.T. F5 I5 T4.

La feuille est marquée CE selon la norme EN 13956.

Les zones de toiture traitées en végétalisation extensive sont inaccessibles ; elles ne sont pas destinées à un piétinement régulier ; elles ne peuvent recevoir qu'une circulation réservée à l'entretien de la toiture (revêtement d'étanchéité et végétation).

#### Règles de substitution du revêtement d'étanchéité

Les systèmes de végétalisation (Sarnavert et Sarnapack) peuvent également être mis en œuvre sur les revêtements d'étanchéité fixé mécaniquement « Sarnafil® TS 77-15 » ou « Sarnafil® TS 77-15 E fixé mécaniquement » de la gamme Sika.

Comme pour toute protection lourde meuble sur étanchéité en indépendance, la mise en œuvre de la protection (substrat seul ou cassettes) est réalisée dans les plus brefs délais après la pose du revêtement d'étanchéité.

#### 1.1 Mise en œuvre et assistance technique

La mise en œuvre de l'étanchéité est confiée aux entreprises qui emploient du personnel agréé par Sika France SAS après formation par le service technique de Sika France SAS qui en tient la liste régulièrement à jour.

Sika France SAS dispose, à cet effet, de deux centres de formation, au Bourget (F-93350) à Irigny (F-69410).

Le stage de formation théorique et pratique fait l'objet d'une convention dans le cadre de la formation continue. À l'issue de ce stage, un certificat d'aptitude nominatif est délivré aux participants ayant fait les preuves de leurs capacités professionnelles. Cette formation est complétée, lors de la réalisation des premiers chantiers, par une assistance

apportée sur site par les techniciens démonstrateurs de Sika France SAS.

Les travaux de végétalisation sont à réaliser sous la responsabilité de l'entreprise d'étanchéité, avec la possibilité de co-traitance ou de sous-taitance à une autre entreprise.

Sika France SAS met également à la disposition des entreprises et des prescripteurs qui en font la demande son service études qui apporte son aide à l'élaboration des solutions d'étanchéité et de végétalisation Sika.

#### 1.2 Entretien et réparation de l'étanchéité

Le maître d'ouvrage doit faire effectuer un entretien des toitures conformément aux normes NF P 84-204, 84-206, 84-207, 84-208 (DTU 43.1, 43.3, 43.4, 43.5).

Pour les toitures à végétalisation extensive (Sarnavert, Sarnapack), deux visites annuelles minimum sont conseillées ayant pour but principal de nettoyer et vérifier les entrées d'eaux pluviales et les trop-pleins, ainsi que les points singuliers.

En cas de blessure accidentelle, la membrane d'étanchéité peut être facilement réparée.

Après nettoyage de la feuille au droit de la zone concernée, une pièce de feuille Sarnafil® TG 66-15 F (parties courantes ou relevés), ou Sarnafil® TG 66 ou Sarnafil® TS 77 ou Sarnafil® TS 77 E (relevés et émergences), largement dimensionnée et de forme appropriée sera mise en place par soudage suivant la technique utilisée pour la jonction des feuilles.

#### 1.3 Entretien de la végétalisation

Se reporter au *chapitre 13*.

## 2. Domaine d'emploi

Le procédé est applicable aux locaux de toute hygrométrie prévue dans les normes NF P 84 série 200 - DTU série 43 en fonction du support.

- En France européenne ;
- En climat de plaine ;
- En travaux neufs et travaux de réfection au sens du DTU 43.5.

La pente maximale revendiquée est de 14% (limite incluse), pente 0 % admise sur élément porteur ou support maçonnerie uniquement.

La limite de dépression au vent extrême est de 3274 Pa.

Les systèmes avec fixations mécaniques de l'isolant ou du revêtement dans l'élément porteur sont exclus sur :

- Locaux sous-jacents à très forte hygrométrie (dans le cas des éléments porteurs en maçonnerie et tôles d'acier nervurées) ;
- Planchers chauffants ;
- Planchers en maçonnerie de type D.

#### Composition des ouvrages

Le *tableau 1* du présent Dossier Technique indique la composition des systèmes d'étanchéité et de végétalisation et leurs destinations. Les règles propres aux éléments porteurs, aux supports et aux panneaux isolants peuvent restreindre le domaine d'application.

La contrainte admissible du revêtement est de 60 kPa, l'isolant pouvant imposer une limite inférieure.

Les règles et clauses des normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84 204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3), NF P 84-207 (DTU 43.4) et NF P 84-208 (DTU 43.5) non modifiées par le Dossier Technique sont applicables.

Les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) sont d'application.

## 3. Prescriptions relatives aux éléments porteurs

### 3.1 Généralités

Les éléments porteurs sont conformes aux prescriptions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3) NF P 84-207 (DTU 43.4) et NF P 84-208 (DTU 43.5).

Les charges permanentes à prendre en compte pour le complexe de végétalisation sont données dans les *tableaux 4*.

Les supports destinés à recevoir les revêtements d'étanchéité doivent être stables, plans, et présenter une surface propre, libre de tout corps étranger et sans souillures d'hydrocarbures, d'huiles, etc...

Se reporter au *tableau 1* pour la nécessité d'incorporer un écran de séparation mécanique ou chimique.

### 3.2 Éléments porteurs et supports en maçonnerie

Les éléments porteurs doivent être conformes aux prescriptions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12) et NF P 84-204 (DTU 43.1), notamment en ce qui concerne les pentes et les états de surfaces, les dimensionnements, formes et stabilité des ouvrages annexes.

Sont visés, les éléments porteurs de type A, B, C et D.

Le support doit être propre, sec, plan. La surface doit être lisse et exempte d'arêtes vives et saillantes.

Lorsqu'est utilisé un pare-vapeur synthétique (cf. § 4.1 et 6.1), les spécifications concernant l'état de surface des dalles et planchers sont celles définies « à l'état lissé » dans la norme NF P18-201 (DTU 21). Si ce n'est pas le cas :

- La pose du Sarnavap 5000 E SA FR n'est pas admise (cf. § 6.1) ;
- La pose du Sarnavap® 2000 E, nécessite au préalable la mise en place d'un écran de séparation mécanique (cf. § 16.2).

En l'absence de pare-vapeur (élément porteur en maçonnerie sans apport d'isolant thermique), un écran de protection mécanique est nécessaire (cf. *tableau 1*).

### 3.3 Éléments porteurs et supports en béton cellulaire autoclavé armé

Ils doivent être conformes à leurs Avis Techniques particuliers, lesquels doivent viser favorablement le domaine d'emploi et la destination envisagés. On se reportera à ce document, notamment pour le type des joints, leur préparation et le pare-vapeur en cas d'une isolation thermique complémentaire.

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

Ils doivent être conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-206 (DTU 43.3).

Conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007), la pente minimale des versants est  $\geq 3\%$  dans tous les cas y compris les cas de noue en pente.

### 3.5 Éléments porteurs et supports en bois ou panneaux à base de bois

Sont admis, les éléments porteurs et les supports traditionnels en bois massif et les panneaux à base de bois conformes à la norme NF P 84 207 (DTU 43.4) et non traditionnels bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant favorablement le domaine d'emploi et la destination envisagés par le présent DTA.

Conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition novembre 2007) :

- La pente minimale des versants est  $\geq 3\%$  dans tous les cas y compris les cas de noue en pente ;
- Une charge complémentaire forfaitaire de 85 daN/m<sup>2</sup> (soit 100 daN/m<sup>2</sup> au total) est ajoutée pour le dimensionnement des éléments porteurs à base de bois (bois massif et panneaux à base de bois), pour tenir compte de leur fluage naturel, lorsque la pente est inférieure à 7 % sur plan.

## 4. Autres prescriptions

### 4.1 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est tel que décrit dans les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43) ou les Avis Technique des dalles de toiture armées en béton cellulaire autoclavé ou est constitué d'un pare-vapeur synthétique Sarnavap® 2000 E (cf. § 16.1), marqué CE selon la norme EN 13984, ou Sarnavap® 5000 E SA FR (cf. § 16.1), marqué CE selon la norme EN 13970.

Les conditions d'emplois des pare-vapeur sont décrites dans le *tableau 2*.

### 4.2 Support isolants thermiques non porteurs

Les panneaux isolants admis sont de classe C et doivent bénéficier d'un Document Technique d'Application visant favorablement, sur l'élément porteur considéré, l'emploi en toiture-terrasse jardin ou en toitures et terrasses végétalisées ou sous protection lourde.

Les membranes en FPO Sarnafil® T ne nécessitent pas l'interposition d'un écran de séparation chimique en cas de mise en œuvre sur isolant en polystyrène expansé (PSE).

Les revêtements d'étanchéité n'apportent pas de limite à la résistance thermique des panneaux isolants.

## 4.3 Dispositions particulières aux travaux de réfection

D'une manière générale, les travaux de réfection doivent faire l'objet d'une étude préalable permettant de déterminer les éléments de la toiture susceptibles d'être conservés. Les vérifications, les critères de conservation ou de dépose de l'ancien complexe d'étanchéité et leur préparation sont définis par la norme NF P 84-208 - DTU 43.5.

Sont visées, les anciennes étanchéités type multicouche traditionnel ou à base de bitume modifié, ou en membranes synthétiques. Les enduits pâteux et ciment volcanique sont exclus. Ces anciennes étanchéités ont été mises en œuvre sur différents supports et éléments porteurs (maçonnerie, béton cellulaire autoclavé armé, tôles d'acier nervurées, bois - panneaux à base de bois ou panneaux supports isolants).

La préparation du support impose un écran de séparation chimique / mécanique (Sika AFC 300, cf. § 16.2) s'il n'y a pas d'isolant thermique rapporté sur ancienne étanchéité conservée en membrane synthétique (cf. NF P 84-208 - DTU 43.5).

Dans le cas d'une ancienne étanchéité bitumineuse conservée sans apport d'isolant thermique, la rugosité de celle-ci nécessite systématiquement un écran de séparation mécanique AFC 300.

La mise en œuvre du système d'étanchéité s'effectue comme pour les travaux neufs.

## 5. Stockage et manutention

### 5.1 Stockage, approvisionnement et circulation en toiture

Sur une surface de stockage au sol réservée à l'entreprise d'étanchéité, protégée et balisée.

#### 5.11 Matériaux d'étanchéité

Les rouleaux sont stockés à plat sur palette dans leur emballage d'origine, à l'abri de l'humidité sur un sol plan et propre.

#### 5.12 Micro-mottes Sarnavert et cassettes pré-cultivées Sarnapack

Elles doivent être installées au maximum 24 heures après livraison (cf. § 11.15 et 11.2) et stockées à l'abri du soleil direct pendant cette durée.

#### 5.13 Matériaux accessoires

Les autres produits, mastics, colles, pièces préfabriquées, sont stockés et manipulés conformément aux informations indiquées sur leurs notices produits et fiches de données de sécurité.

#### 5.14 Matériaux isolants

Les panneaux d'isolants sont stockés à plat sur palette dans leur emballage d'origine, à l'abri de l'humidité sur un sol plan et propre. Se référer aux indications de leurs documentations techniques. Les matériaux et matériels sont répartis en toiture afin d'éviter des surcharges ponctuelles. Ils sont mis à l'abri et lestés pour éviter les risques d'envol.

### 5.2 Manutention

Prévoir les matériels adaptés pour la manutention de rouleaux de plus de 25 kg.

À cet effet, Sika France SAS propose des fourches avec poignées de levage (cf. *figure ci-dessous*) pour la répartition de la charge sur 2, 3 ou 4 personnes en fonction du poids des rouleaux.



Figure 1 - Dispositif de portage manuel des rouleaux de plus de 25 kg

## 6. Mise en œuvre du pare-vapeur et de l'isolant thermique

### 6.1 Mise en place du pare-vapeur

La mise en œuvre du pare-vapeur est conforme aux dispositions des normes DTU - série 43 et au *tableau 2*.

Avant de commencer à poser le pare-vapeur, vérifier l'état du support (sec et propre, sans contamination superficielle, sans corps étrangers, exempt d'huile et de graisse). Les supports maçonnés doivent présenter un état de surface « à l'état surfacé » conforme à la norme NF P 18-201 (référence DTU 21) ou « à l'état lissé » dans le cas de pare-vapeur synthétique (cf. § 3.2).

Les DPM doivent prévoir la planéité du support par le gros œuvre.

#### Mise en œuvre du pare-vapeur Sarnavap® 2000 E

Elle est réalisée de la façon suivante :

- Les raccords entre lés de pare-vapeur (recouvrement de 10 cm) sont réalisés de manière étanche avec la bande butyle adhésive Sarnavap® F (largeur 15 mm, cf. § 17.1) ;
- Les raccords au droit des traversées de toiture et relevés sont traités avec la bande butyle adhésive Sarnatape 20 (largeur 20 mm, cf. § 17.2).

Ces bandes butyles sont déposées entre le pare-vapeur et la maçonnerie, entre le pied de relevé et la fixation mécanique, puis le pare-vapeur est rabattu sur l'isolant. Une seconde bande butyle est déposée entre le pare-vapeur et la sous-face de la membrane d'étanchéité (surfaces sèches et propres).

#### Traitement des angles :

- Angles rentrants : le pare-vapeur est replié et les plis jointoyés à l'aide de la bande Sarnatape 20 ;
- Angles sortants : le pare-vapeur est découpé en pièces assemblées avec la bande butyle Sarnatape 20.

#### Mise en œuvre du pare-vapeur Sarnavap® 5000 E SA FR

Les recouvrements latéraux et en extrémité des rouleaux sont de 7,5 cm (suivre le marquage en lisière).

Maroufler tous les recouvrements à l'aide d'un rouleau de pression ou manuellement.

Sur TAN, poser le Sarnavap® 5000 E SA FR parallèlement aux nervures de la TAN, avec les recouvrements sur les plages supérieures. En about de lé, le raccordement se fait en glissant sous le pare-vapeur une cale rigide servant de support continu provisoire pour maroufler les recouvrements des deux lés. Pour cela, laisser le film de protection pelable du lé inférieur au droit de la cale provisoire. Après marouflage, retirer la cale provisoire et retirer le film pelable. Terminer l'opération de marouflage du Sarnavap® 5000 E SA FR longitudinalement.

Une autre solution consiste à remplacer la cale provisoire par une bande supplémentaire de Sarnavap® 5000 E SA FR de 20 cm de largeur, collée sur le lé inférieur avec un recouvrement de 10 cm et recouverte par le lé suivant.

Limites de température pour la mise en œuvre du Sarnavap® 5000 E SA FR :

- Température du support : + 2 °C au minimum ;
- Température ambiante : + 2 °C au minimum.

### 6.2 Mise en œuvre de l'isolation thermique

Les panneaux isolants sont mis en œuvre selon les dispositions de leur Document Technique d'Application pour l'emploi et la destination considérés du présent document.

### 6.3 Relief en béton et blocs de béton cellulaire autoclavé

Lorsque les relevés sont isolés sur maçonnerie, ils seront exécutés conformément au CPT « Isolation thermique des relevés d'étanchéité sur acrotères en béton des toitures inaccessibles, techniques, terrasses et toitures végétalisées sur éléments porteurs en maçonnerie » (*e-Cahier du CSTB 3741*, de décembre 2013).

La continuité du pare-vapeur avec le relevé d'étanchéité doit être assurée au niveau des relevés d'étanchéité, qu'ils soient isolés ou non.

Cette continuité de l'écran pare-vapeur et des relevés doit être assurée de la façon suivante :

- Sur relief en béton : elle est réalisée conformément à l'article 6.3 de la norme NF P84-204 (DTU 43.1) ;
- Sur relief en blocs de béton cellulaire autoclavé : conformément à l'Avis Technique des dalles pour toitures.

Dans le cas de relevés de hauteur inférieure à 50 cm, il est possible de faire remonter le pare-vapeur sous la feuille d'étanchéité, jusqu'à l'arrêt en tête de celle-ci.

## 7. Pose de la feuille Sarnafil® TG 66-15 F en partie courante

### 7.1 Généralités

La pose est réalisée en système indépendant.

L'écran de séparation chimique et/ou mécanique éventuel (cf. *tableau 1*) est déroulé librement à recouvrements de 100 mm minimum.

Les feuilles de Sarnafil® TG 66-15 F sont déroulées et alignées planes, sans ondulation et sans tension, à recouvrements longitudinaux de 80 mm.

La feuille de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F remonte de 50 mm minimum sur le relief.

Les recouvrements transversaux sont également de 80 mm, décalés entre eux d'au moins 300 mm, car les jonctions en croix sont interdites et seules les jonctions en T sont admises. Lors de la superposition de trois feuilles, les lisières sont chanfreinées avant soudure (cf. *figure 19*).

### 7.2 Soudure à l'air chaud

Les feuilles d'étanchéité Sarnafil® TG 66 F sont soudées entre elles à l'air chaud, de façon homogène et étanche. Les surfaces à assembler doivent être sèches et propres.

#### 7.21 Préparation des soudures

Toutes les zones de soudage doivent être préalablement nettoyées avec le nettoyant Sarnafil® T Prep (cf. § 17.3).

Le Sarnafil® T Prep doit être impérativement et systématiquement utilisé pour la préparation des soudures des membranes à base de FPO (Sarnafil® TG 66 F, Sarnafil® TG 66, Sarnafil® TS 77 et Sarnafil® TS 77 E), dans tous les recouvrements des joints à assembler. Le Sarnafil® T Prep est appliqué avec un chiffon propre sur les deux faces du joint à assembler. Le soudage n'est réalisé qu'après complète évaporation du produit.

La seule exception à l'emploi du Sarnafil® T Prep concerne uniquement le soudage des membranes Sarnafil® TG 66 F / TG 66 / TS 77 / TS 77 E avec une machine automatique (cf. *exemple en figure 2*) munie d'une buse de préparation « Buse Prep » (cf. *figure 3*). Dans ce cas, la soudure est effectuée sans employer le nettoyant Sarnafil® T Prep. Le soudage nécessite un recouvrement propre et sec.

#### 7.22 Soudures

Les soudures sont réalisées avec un appareil de soudure à air chaud automatique ou manuel (cf. § 18).

La soudure est faite en lisière. La largeur de soudure effective est de 30 mm au minimum.

En partie courante, les soudures sont réalisées à l'aide d'un automate. Sika France SAS peut indiquer quel automate utiliser, suivant la typologie de toiture (pente, surface, système...). Les soudures des points de détails sont réalisées avec des chalumeaux à air chaud du type Leister Triac ST ou AT, après préparation de la zone de soudage avec le nettoyant Sarnafil® T Prep.

Réglage du matériel : la température de l'air et la vitesse d'avance sont ajustées en fonction des conditions climatiques du moment.

Ces réglages sont contrôlés plusieurs fois par jour à partir d'essais de pelage effectués sur des échantillons de soudure.

	Sarnafil® T Prep	Température	Vitesse	Débit d'air
		(valeurs de base indicatives)		
Leister manuel	Oui	280 °C	-	-
Sarnamatic série 600 sans Buse Prep	Oui	400 °C	3 m/min	600 l/min
Sarnamatic série 600 avec Buse Prep	Non	380 °C	3 m/min	600 l/min



Figure 2 - Automate programmable de soudure Sarnamatic série 600 avec Buse Prep intégrée

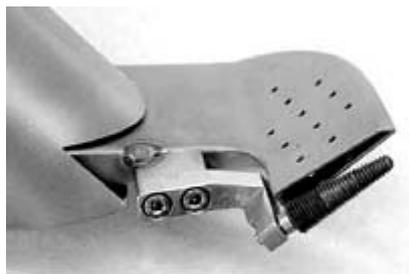


Figure 3 - Buse Prep

### 7.23 Contrôle des soudures

Toutes les soudures doivent être soigneusement contrôlées. Les défauts sont notés au passage, puis réparés.

#### • En cours de soudage :

- contrôle visuel pour vérifier que la soudure présente un léger cordon de matière refluee en lisière, et ne présente pas de brillance sur la membrane supérieure ;

#### • Sur membrane refroidie :

- contrôle systématique de toutes les jonctions au tournevis plat ou à pointe sèche appliqués en lisière.

Les soudures défectueuses sont largement ouvertes, ressoudées à l'air chaud et complétées par un empiècement soudé. Les zones surchauffées sont confortées par un empiècement soudé.

### 7.3 Fermeture provisoire de chantier

La mise hors d'eau en fin de journée ou dans le cas d'intempéries en cours de travaux, la fermeture provisoire de l'étanchéité est effectuée selon les dispositions des figures 51.

Dans le cas d'un pare vapeur synthétique (Sarnavap® 2000 E ou Sarnavap® 5000 E SA FR), celui-ci est retourné sur les panneaux isolants afin de protéger leurs tranches. Il n'est pas nécessaire de découper les panneaux isolants pour les aligner, la fermeture ne servant pas de compartimentage définitif.

La membrane de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F est ensuite descendue sur l'élément porteur et collée sur ce dernier.

- Au moyen de colle Sarnacol T660 (cf. § 14.6) (fermeture provisoire de courte durée) ;

ou

- Au moyen d'une bande adhésive de Sarnatape 20 (fermeture provisoire de longue durée).

À la reprise des travaux, la membrane est découpée, la partie collée reste sur le support, le pare vapeur est déroulé par-dessus et l'isolant est posé dans la continuité du travail précédent.

Dans le cas des supports en tôles d'acier nervurées, la fermeture quotidienne doit être prévue sur une plage.

## 8. Traitement des relevés d'étanchéité

### 8.1 Généralités

Les hauteurs minimales des relevés d'étanchéité et les dispositions constructives sont celles prescrites par les normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3), NF P 84-207 (DTU 43.4), NF P 84-208 (DTU 43.5).

Conformément au § 7.2.3.2.4c de la norme NF P 10-203 (DTU 20.12), si le revêtement d'étanchéité revêt l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure,

la hauteur de relevé au-dessus de la protection peut être abaissée à 50 mm dans le cas d'élément porteur en maçonnerie, sauf dans le cas des noues de rive.

La feuille de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F remonte de 50 mm minimum sur les relevés.

### 8.2 Fixation mécanique en pieds de relevés

Au droit des pieds de relevés, au pourtour des émergences et édifices, on dispose dans la feuille de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F une fixation mécanique linéaire par profilé en acier galvanisé (rail) Sarnabar® (cf. § 17.4), complété par un cordon de soudure FPO (cf. § 17.5). L'axe du rail est positionné à moins de 6 cm de l'angle du relevé.

Le rail est fixé au support à raison de 4 fixations par mètre, lesquelles sont disposées verticalement dans la partie courante, ou horizontalement dans le relevé (cf. figure 20).

Les fixations sont obligatoirement disposées horizontalement dans le relevé (acrotère maçonnée ou costière métallique), lorsque les caractéristiques du support n'admettent pas de percements dans la partie courante :

- Locaux sous-jacents de Très Forte Hygrométrie (dans le cas des éléments porteurs en maçonnerie et tôles d'acier nervurées) ;
- Planchers chauffants ;
- Éléments porteurs de type D.

(cf. figure 49 – deuxième disposition – et figures 40 et 41).

Le tableau 3 précise les éléments de fixations selon le type de support.

### 8.3 Relevés

Les relevés sont réalisés avec les feuilles Sarnafil® TG 66 F (en bandes distinctes des feuilles de la partie courante), ou Sarnafil® TG 66, Sarnafil® TS 77 ou Sarnafil® TS 77 E.

La bande de membrane utilisée pour réaliser le relevé d'étanchéité est dimensionnée et découpée suivant le développé du relevé à couvrir, plus 120 mm minimum afin d'assurer le talon de liaison avec la membrane de partie courante. Le talon est soudé sur la membrane de partie courante en Sarnafil® TG 66-15 F, sur une largeur de soudure de 30 mm au minimum.

La largeur des recouvrements des feuilles de relevés est également de 80 mm.

Selon la hauteur du relevé et la membrane utilisée, la bande de relevé est posée :

- Libre ;

ou

- Libre avec une ligne de fixation mécanique intermédiaire, parallèle au plan de toiture (rail Sarnabar® ou vis et plaquettes de répartition, avec éléments de fixation adaptés à la nature des matériaux du relief), disposée dans le recouvrement ou traversante (et recouverte dans ce cas d'une bande de pontage) ;

ou

- En adhérence sur le support à l'aide de la colle Sarnacol T 660 (cf. § 17.6).

Se reporter aux dispositions du tableau ci-dessous et à la figure 21.

#### Mode de mise en œuvre des relevés

Type de membrane	Développé du relevé (en m)		
	≤ 0,40	0,40 < dvl ≤ 0,80	> 0,80
Sarnafil® TG 66 F	Libre (avec maintien en tête mécaniquement)		Libre avec ligne de fixation intermédiaire tous les 0,80 m, parallèle au plan de toiture (avec maintien en tête mécaniquement)
Sarnafil® TG 66	Libre ou collé en plein (avec maintien en tête mécaniquement) Cf. § 17.6 (1)	Libre avec ligne de fixation intermédiaire parallèle au plan de toiture ou collé en plein (avec maintien en tête mécaniquement) Cf. § 17.6 (1)	Collé en plein (avec maintien en tête mécaniquement) Cf. § 17.6 (1)
Sarnafil® TS 77 / Sarnafil® TS 77 E	Libre (avec maintien en tête mécaniquement)		Libre avec ligne de fixation intermédiaire tous les 0,80 m, parallèle au plan de toiture (avec maintien en tête mécaniquement)

(1) Non visé en relevé isolé

## 8.4 Finition en tête de relevés

La feuille de relevé d'étanchéité est maintenue en tête sous un dispositif écartant les eaux de ruissellement (cf. *DTU série 43*). D'une manière générale, l'étanchéité en tête de relevé est complétée par un cordon de mastic titulaire du label SNJF, classe F 25 E. Exemple : Sikaflex® Pro 11 FC (cf. § 17.10).

La membrane de relevé d'étanchéité est soit :

- Fixée en tête par soudure sur un profil en tôle colaminée Sarnafil® T (cf. § 17.8) d'une largeur suffisante pour permettre de réaliser une soudure de 30 mm minimum. La tôle colaminée est préalablement fixé mécaniquement au support tous les 25 cm (cf. *figures 28, 29, 40, 41*) ;
- Fixée en tête sous une bande de serrage (cf. *figures 27, 39, 42, 43, 45, 46*). Distance entre les fixations de la bande de serrage : 30 cm.

Il est à rappeler que l'ancrage mécanique des pièces de finitions, couvertines, bandes de rives..., devra être suffisamment dimensionné pour résister à l'action du vent.

## 9. Noues, faitages, arêtiers

Elles sont traitées avec la membrane Sarnafil® TG 66-15 F, en continuité et de manière identique à la partie courante.

Les noues, faitages et arêtiers, non végétalisés de largeur supérieure à 40 cm sont traités avec la membrane Sarnafil® TS 77 ou Sarnafil® TS 77 E fixée mécaniquement selon les prescriptions de son DTA particulier avec fixation en pied de relevé par rails Sarnabar exclusivement.

Pour rappel, les systèmes avec fixations mécaniques de l'isolant ou du revêtement dans l'élément porteur sont exclus sur :

- locaux sous-jacents à très forte hygrométrie (dans le cas des éléments porteurs en maçonnerie et tôles d'acier nervurées) ;
- planchers chauffants,
- éléments porteurs de type D.

Dans les cas ci-dessus, les noues, faitages et arêtiers sont donc traités avec la membrane Sarnafil® TG 66 F posée en indépendance :

- pouvant être laissée apparente pour des largeurs inférieures à 40 cm,
- avec nécessité d'une protection meuble ou par dallettes, identiques à ce qui est prévu pour les zones stériles au § 12.1.

Concernant la végétalisation des noues, se reporter au *paragraphe 12.1*.

## 10. Traitement des points singuliers (étanchéité)

### 10.1 Angles rentrants et sortants

Les angles sont traités à l'aide des pièces Sarnafil® T préfabriquées en usine (cf. § 17.7) ou sont réalisés sur site par thermoformage de la membrane non-armée Sarnafil® T 66-15 D (cf. § 14.4). Les coins de la pièce de membrane non armée sont découpés en arrondi.

Les pièces d'angle sont assemblées par soudure à l'air chaud après préparation de la zone de soudage avec le nettoyeur Sarnafil® T Prep.

### 10.2 Évacuations d'eaux pluviales, pénétrations, trop-pleins

Ces ouvrages sont exécutés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF P 84-206 (DTU 43.3), NF P 84-207 (DTU 43.4), NF P 84-208 (DTU 43.5).

Les entrées d'eaux pluviales, pénétrations, aérateurs, trop pleins, passages de câbles peuvent être traités :

- À l'aide des pièces Sarnafil® T préfabriquées en usine ;
- Sur site, à partir de pièces métalliques conformes aux normes-DTU, habillées avec la membrane non armée Sarnafil® T 66-15 D. Après thermoformage, la membrane non armée est collée aux pièces métalliques avec la colle Sarnacol T 660.

Ces pièces sont assemblées à la membrane de partie courante par soudure à l'air chaud, après préparation de la zone de soudage avec le nettoyeur Sarnafil® T Prep.

Les platines sont fixées mécaniquement à l'élément porteur (cf. *figure 34*).

Dans le cadre des travaux de rénovation, les EEP et trop-pleins sont déposés et remplacés par des pièces neuves et traités suivant les dispositions décrites ci-dessus en travaux neufs (cf. *NF P 84-208 (DTU 43.5)*).

Concernant la végétalisation au pourtour des évacuations d'eaux pluviales et des trop pleins, se reporter au *paragraphe 12.6*.

## 10.3 Joints de dilatation

Les joints de dilatation sont exécutés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203 (DTU 20.12), NF P 84-204 (DTU 43.1), NF DTU 43.3, NF P 84-207 (DTU 43.4) (cf. *figures 33 et 49*).

Dans le cas de joint de dilatation sur relief en maçonnerie ou en bois massif ou en panneaux CLT, la partie active du joint de dilatation est pontée à l'aide d'une bande de membrane non-armée déformable Sarnafil® T 66-15 D.

Concernant la végétalisation au niveau des joints de dilatation, se reporter au *paragraphe 12.7*.

## 11. Mise en œuvre du système de végétalisation

Sika France SAS, propose deux systèmes de végétalisation extensive (TTV) :

- Le système **Sarnavert** : végétalisation par semis et/ou micro mottes sur substrat Sarnafil® ;
- Le système **Sarnapack** : cassettes pré-cultivées de sédum, installées directement sur la membrane d'étanchéité de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F.

### 11.1 Système de végétalisation Sarnavert

Ce système de végétalisation associe :

- Une couche drainante et filtrante, de deux types, selon la pente du versant ;
- Le substrat Sarnafil® ;
- Un semis et/ou des micro-mottes.

#### 11.11 Mise en œuvre de la couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20 (0 ≤ pente < 2 %) sur maçonnerie uniquement

Descriptif : cf. § 15.11.

Note : la couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20 n'est destinée qu'aux toitures et terrasses végétalisées sur support en maçonnerie et béton cellulaire autoclavé armé, en travaux neufs et travaux de réfection.

En effet, pour les éléments porteurs en tôle d'acier nervurée et en bois ou panneaux à base de bois, la pente minimale sous végétalisation extensive est de 3 %, ce qui requiert la mise en œuvre du feutre drainant et filtrant Aquadrain 550 (cf. § 11.12).

La couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20 est posée en indépendance sur la membrane d'étanchéité de partie courante Sarnafil® TG 66 F. Elle est déroulée avec le filtre intégré vers le haut, les excroissances reposant directement sur la membrane d'étanchéité.

Les rouleaux sont posés bord à bord dans le sens de la longueur. La languette latérale du filtre intégré, en débord de 10 cm environ de la couche drainante, est rabattue sur le rouleau adjacent afin d'assurer la continuité du filtre intégré.

En bout de rouleau (petit côté) ou sur le grand côté en cas de découpe du produit dans sa longueur, Sarnadrain-20 est posé avec recouvrement d'une rangée d'excroissances de l'élément précédent. La bande de filtre intégré rendue libre par ce recouvrement est rabattue sur le filtre intégré de l'élément adjacent.

Se reporter au *paragraphe 12.3* pour les dispositions de mise en œuvre du Sarnadrain-20 au droit des zones stériles et points singuliers.

Sarnadrain-20 doit être lesté provisoirement après sa mise en œuvre, si le substrat n'est pas installé de suite.



**Figure 4 - Mise en œuvre de la couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20**

**11.12 Mise en œuvre du feutre drainant et filtrant Aquadrain 550 ( $2 \leq \text{pente} \leq 14 \%$ )**

Descriptif : cf. § 15.12.

Les lés de feutre Aquadrain 550 sont posés en indépendance sur la membrane d'étanchéité de partie courante, avec un recouvrement de 10 cm.

Se reporter au *paragraphe 12.3* pour les dispositions de mise en œuvre de l'Aquadrain 550 au droit des zones stériles et points singuliers.

**11.13 Mise en œuvre du substrat Sarnafil®**

Descriptif : cf. § 15.13.

Le substrat Sarnafil® est mis en œuvre sur la toiture selon deux techniques :

- Soufflage par camion pompe sur la toiture, et répartition pour obtention de l'épaisseur souhaitée ;
- Livraison par big-bags de 1 m<sup>3</sup> et répartition pour obtention de l'épaisseur souhaitée.

Le substrat Sarnafil® est mis en œuvre sur une épaisseur de 90 mm, soit 11 m<sup>2</sup> de rendement par m<sup>3</sup> de substrat.

Cette épaisseur de 90 mm correspond aux quantités à indiquer à la commande. Après tassement, lors du transport et sur chantier, l'épaisseur se réduit d'environ 10 %.

**11.14 Mise en œuvre du semis Sarnavert**

Descriptif : cf. § 15.14.

- Ensemencement manuel à l'aide d'un mélange de semis prêt à l'emploi, réparti de façon uniforme sur le substrat Sarnafil® préalablement égalisé.

Consommation indicative : 200 g / m<sup>2</sup> ;

- Avant l'ensemencement, le semis doit être conservé au frais et à l'abri de la lumière.

Afin d'éviter un risque de dispersion hétérogène, la mise en œuvre se fera hors période venteuse.

D'une manière générale, le semis sera mis en place dans des périodes climatiques favorables, soit au printemps et en automne. Ces informations sont données à titre indicatif et peuvent faire l'objet de modifications en fonction du lieu géographique de l'ouvrage et de la météorologie locale après consultation et avis de la Société Sika France SAS ;

- Après ensemencement et en période végétative (avril à septembre), le substrat doit rester humide pendant les 3 premiers mois pour fixer les graines et faciliter leur levée. Un arrosage complémentaire peut être nécessaire si la pluviométrie est insuffisante. Cet arrosage complémentaire ponctuel est conseillé en zones I et II (cf. *carte de France des zones de pluviométrie*, en annexe) pour lesquelles il n'y a pas obligation d'une installation d'arrosage fixe.

**11.15 Mise en œuvre des micro-mottes Sarnavert**

Descriptif : cf. § 15.14.

La mise en œuvre consiste à planter les micro-mottes Sarnavert directement dans le substrat préalablement égalisé. Planter manuellement la micro-motte Sarnavert dans un trou de 2 à 3 cm, recouvrir de substrat, puis tasser. Veiller à ce que la motte de la plante ne dépasse pas la surface du substrat.

Consommation indicative :

- 20 unités / m<sup>2</sup> ;
- 10 unités / m<sup>2</sup> en association avec le semis Sarnavert (semé à raison de 100 g/m<sup>2</sup> environ).

Les micro-mottes doivent être installées au maximum 24 heures après livraison.

Après la plantation, un arrosage est recommandé pour finir de tasser le substrat et favoriser l'enracinement.

D'une manière générale, les micro-mottes seront mises en place dans des périodes climatiques favorables, soit au printemps et en automne.

Ces informations sont données à titre indicatif et peuvent faire l'objet de modifications en fonction du lieu géographique de l'ouvrage et de la météorologie locale après consultation et avis de la Société Sika France SAS ;

**11.2 Système de végétalisation Sarnapack**

Ce système de végétalisation est constitué de cassettes pré-cultivées Sarnapack (cf. § 15.2) assurant tous les composants d'un complexe de végétalisation (drainage, substrat et végétalisation).

La mise en œuvre est réalisée dans les plus brefs délais après la pose du revêtement d'étanchéité.

Les cassettes Sarnapack présentent à leur livraison un taux de couverture de végétalisation supérieur à 80 %.

La mise en œuvre consiste à poser les cassettes Sarnapack directement sur la membrane d'étanchéité de partie courante. Ces cassettes s'emboîtent les unes dans les autres au moyen d'un système d'accroche périphérique, ce qui permet d'obtenir un ensemble compact et parfaitement lié.

En fonction des dimensions de la zone à végétaliser, les cassettes Sarnapack peuvent être posées dans le sens de la longueur ou de la largeur, ou en combinant la pose dans le sens de la longueur et de la largeur car 3 largeurs (3 x 380 mm) = 2 longueurs (2 x 570 mm).

Ces dispositions, complétées par l'élargissement éventuel de la zone stérile (si nécessaire, cf. § 12.7) permettent la végétalisation par mise en œuvre de cassettes entières.

Si besoin, les cassettes peuvent être découpées à l'aide d'une tronçonneuse, cette opération étant effectuée en dehors de la toiture.

Les cassettes découpées doivent être positionnées avec le côté ouvert opposé à la pente. La couche filtrante doit être systématiquement reconstituée pour refermer la cassette et éviter le passage des fines sous les cassettes.



**Figure 5 - Mise en œuvre de cassettes Sarnapack**

Les cassettes doivent être installées au maximum 24 heures après livraison.

La mise en œuvre achevée, les cassettes doivent être arrosées en période végétative (avril à septembre), afin de compléter la réserve d'eau en fond de bac.

Les cassettes pré-cultivées Sarnapack peuvent être posées toute l'année (hors période de gel).

Se reporter au *paragraphe 12.3* pour les dispositions de mise en œuvre de Sarnapack au droit des zones stériles et points singuliers.

**12. Zones stériles, végétalisation des points singuliers, chemins de circulation**

**12.1 Zones stériles**

La zone stérile est l'espace, aménagé sur la toiture en pied de relevé, autour des émergences et au pourtour des évacuations d'eaux pluviales et des trop-pleins, où la végétation ne doit pas pouvoir se développer.

Elle a pour but de :

- Faciliter l'accès aux relevés d'étanchéité et aux évacuations d'eaux pluviales, pour l'entretien du revêtement d'étanchéité ;
- Permettre une hauteur des relevés conforme aux normes-DTU les concernant, quelle que soit l'épaisseur du complexe de végétalisation en partie courante.

La zone stérile n'est pas considérée comme une zone accessible, ni un chemin de circulation pour assurer l'entretien d'éventuels équipements en toiture, sauf à être conçue comme tel.

La zone stérile est constituée :

- D'une couche de gravillons (épaisseur minimale 4 cm et inférieure à la hauteur du complexe de végétalisation) avec granulométrie des éléments meubles > 15 mm (les granulométries inférieures favorisant l'installation de la végétation parasite), éventuellement recouverts de dalles béton préfabriquées (suivant exposition au vent : cf. *DTU 43.1*) ;

ou

- De dalles maçonnées posées sur la couche filtrante et drainante ou sur plots (uniquement en cas d'élément support en maçonnerie) ;  
ou
- Par le revêtement d'étanchéité Sarnafil® TG 66-15 F laissé apparent (cf. figures 27, 28, 29, 32) dans le cas d'une zone stérile de 40 cm de large au maximum ;  
ou
- Par le revêtement d'étanchéité Sarnafil® TS 77-15 ou TS 77-15 E fixé mécaniquement dans les conditions de son DTA particulier (avec fixation en pied de relevé par rails Sarnabar exclusivement) et laissé apparent, dans le cas de zone stérile de plus de 40 cm de largeur ou de coloris particulier souhaité. cf. figures 27, 28, 29, 32).

Pour rappel, les systèmes avec fixations mécaniques de l'isolant ou du revêtement dans l'élément porteur sont exclus sur :

- locaux sous-jacents à très forte hygrométrie (dans le cas des éléments porteurs en maçonnerie et tôles d'acier nervurées) ;
- planchers chauffants,
- éléments porteurs de type D.

La zone stérile est indispensable ou facultative selon les recommandations des « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées – édition n° 2, novembre 2007 » (cf. § 9.2).

Lorsqu'elle est demandée, la zone stérile a une largeur minimale de 40 cm.

En pied de relevés contre les émergences du type souche, lanterneau, joint de dilatation, acrotère : la zone stérile est facultative dans la mesure où les systèmes de végétalisation Sarnavert et Sarnapack ne comprennent ni graminées vivaces, ni plantes ligneuses (cf. figures 26).

Au droit des entrées d'eaux pluviales : la zone stérile est indispensable au pourtour des évacuations sur une largeur de 40 cm minimum. (Cf. Figure 34).

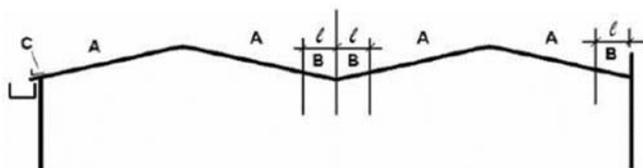
L'élément filtrant (feutre drainant et filtrant Aquadrain 550, ou filtre de la couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20) est découpé au droit des E.E.P. La dimension de la découpe est d'un diamètre supérieur de 10 cm à celui de l'évacuation.

En noues (noues centrales ou de rive), la présence d'une zone stérile dépend de la pente du versant et du fil d'eau de la noue, selon les dispositions du tableau ci-dessous :

#### Zones stériles : dispositions en noues

Pente du fil d'eau de la noue	Zone stérile	Largeur minimale de la zone stérile*
> 2 %	Facultative (quelle que soit la pente du versant)	0,40 m
≤ 2 %	Indispensable :	
	pente du versant < 3 % (1)	0,40 m
	3 % ≤ pente du versant ≤ 10 %	1,00 m (2)
	10 % < pente du versant ≤ 14 %	0,40 m
(1) Uniquement en maçonnerie et béton cellulaire		
(2) Membrane Sarnafil® TG 66 F apparente exclue		

\* Largeur de la zone stérile mesurée en partant du fil d'eau de la noue, donc 0,40 m (ou 1,00 m) de part et d'autre du fil d'eau dans le cas d'une noue centrale (cf. figure ci-dessous).



- Zone A : végétalisation en partie courante (cf. chapitre 11 et § 12.3, 12.4 et 12.5 pour le traitement des points singuliers) ;  
La longueur du rampant (zone A + B) est limitée à 50 mètres pour les pentes comprises en 5 et 14%.
- Zone B : zone stérile de largeur minimale l (voir tableau) ;
- Zone C : dispositif de maintien et d'arrêt en bas de pente (cf. § 12.4 et 12.5).

## Zones singulières

Les zones localisées subissant des contraintes particulières (absence de pluie, absence de soleil, couloir de vent, réflexion solaire intense...) sont à considérer comme des zones singulières ne devant pas être végétalisées. Ces zones doivent être traitées en zone stérile.

Le service technique de la Société Sika France SAS peut fournir sur demande une assistance pour la détermination de ces zones singulières.

## 12.2 Chemins de circulation

Dans les zones soumises à une activité conduisant à une circulation pour l'entretien des appareils en toitures (toitures-terrasses techniques ou à zones techniques), des chemins de circulation doivent être aménagés.

Rappel : la zone stérile ne constitue pas un chemin de circulation. Toutefois, la zone stérile située le long des acrotères en périphérie de toiture, par exemple, peut être utilisée comme un chemin de circulation à condition d'être conçue comme tel suivant les dispositions propres aux toitures techniques et à zones techniques.

Les zones de circulation sont matérialisées et protégées comme suit, en fonction de la pente de la toiture :

Nature du chemin de circulation	Élément recevant le chemin de circulation	Pente (p) de la toiture	Exemple
Dallettes maçonnées	Substrat Sarnafil®	$0 \leq p \leq 14 \%$	Chemin de circulation traversant la zone végétalisée
	Couche de drainage / filtration (Sarnadrain-20 / Aquadrain 550)	$0 \leq p \leq 14 \%$	Chemin de circulation traversant la zone végétalisée
	Lestage meuble (gravier)	$0 \leq p \leq 5 \%$	Zone stérile en périphérie de toiture, conçue comme chemin de circulation
	Membrane <sup>(1)</sup> Sarnafil® TG 66-15 F / TS 77-15 / TS 77-15 E	$0 \leq p \leq 14 \%$	Zone stérile en périphérie de toiture, conçue comme chemin de circulation
Dalles sur plot <sup>(2)</sup>	Membrane de partie courante Sarnafil® TG 66-15 F	$0 \leq p \leq 5 \%$	Chemin de circulation à fort trafic
Sarnapad T ou Sarnafil® TS 77-15 ER <sup>(3)</sup>	Membrane Sarnafil® TS 77-15 / TS 77-15 E	$0 \leq p \leq 14 \%$	Zone stérile en périphérie de toiture en membrane laissée apparente, conçue comme chemin de circulation

(1) Avec interposition d'un écran de séparation mécanique : Sika AFC 700 (cf. § 16.3).

(2) Uniquement en cas d'élément support en maçonnerie. Se reporter à l'Avis Technique « Sarnafil® TG 66 F indépendant ».

(3) Se reporter à l'Avis Technique « Sarnafil® TS 77 E fixé mécaniquement ».

## 12.3 Dispositions de séparation et de maintien du système de végétalisation Sarnavert

### 12.3.1 Objet

La zone végétalisée et les autres zones (zones stériles et zones de circulation) sont délimitées par un dispositif de séparation ou de maintien de bas de pente (pente  $\geq 5 \%$ ) dont la fonction est de retenir le système de végétalisation Sarnavert, tout en permettant le passage de l'eau.

Position	$0 \leq \text{pente} \leq 5 \%$	$5 < \text{pente} \leq 14 \%$
Haut de la zone végétalisée (perpendiculairement au sens de la pente)	Séparation : - cornière Sarnafil - ou cornière TTV - ou élément filtrant seul du Sarnadrain-20	Séparation : - cornière Sarnafil - ou cornière TTV - ou chevron étanché, fixé dans l'élément porteur
Côtés (parallèlement au sens de la pente)	- ou chevron étanché, fixé dans l'élément porteur	
Bas de la zone végétalisée (perpendiculairement)	Séparation : - cornière Sarnafil	Maintien : chevron étanché,

lairement au sens de la pente)	- ou cornière TTV - ou élément filtrant seul du Sarnadrain-20 - ou chevron étanché, fixé dans l'élément porteur	fixé dans la structure
--------------------------------	---	------------------------

### 12.32 Dispositif de séparation

Le dispositif de séparation est mis en œuvre perpendiculairement au sens de la pente, en haut et en bas de la zone végétalisée, ainsi qu'à chaque changement de pente le nécessitant. Il est également mis en œuvre parallèlement au sens de la pente.

#### 12.32.1 Cornières d'arrêt Sarnafil® ou cornières TTV (cf. § 15.15 et 15.16)

Elles sont liaisonnées à la membrane de partie courante à l'aide de supports de montage (cornières Sarnafil®) ou de languettes en membrane Sarnafil® T (cornières TTV).

L'élément filtrant (feutre drainant et filtrant Aquadrain 550, ou filtre de la couche de drainage et avec filtre intégré Sarnadrain-20) est remonté sur l'aile verticale de ces cornières, sur la hauteur du substrat Sarnafil® (cf. figure 28).

#### 12.32.2 Élément filtrant seul du Sarnadrain 20 (cf. figures 34 et 35 – partie droite) ( $p \leq 5\%$ )

L'élément filtrant du Sarnadrain 20 (décollé sur la zone nécessaire) ou la couche filtrante est remonté entre les matériaux de la zone stérile et les matériaux de la zone de culture ; il prévient le développement de la végétalisation dans la zone stérile.

Les figures 34 et 35 illustrent en partie cette solution.

#### 12.32.3 Chevrons en bois étanchés

Chevron en bois (Classe d'emploi 3b selon FD P20-451) de section minimale de 80 x 80 mm (cf. figures 29, 32).

Après pré-perçement, chaque chevron est fixé mécaniquement à l'élément porteur à raison de 3 fixations par mètre linéaire de chevron ou 3 équerrés en acier galvanisé au moins Z275 de dimensions 60 x 60 x 60 mm d'épaisseur 2,5 mm (cf. figure 32), disposées en aval du chevron (plancher de type D exclu et planchers chauffants exclu). Se reporter au tableau 3.2 pour les éléments de fixations adaptés.

Afin d'assurer le ruissellement des eaux pluviales, les chevrons ne sont pas posés de façon continue, laisser un espacement de 30 cm (50 cm maxi) entre deux chevrons consécutifs.

Après avoir été fixé, chaque chevron est étanché à l'aide d'une bande de pontage en membrane Sarnafil® T thermosoudée sur la membrane de partie courante, y compris fermeture en about.

L'espacement entre chevrons est complété par la mise en œuvre d'une cornière (cornière d'arrêt Sarnafil® ou cornière TTV) d'une longueur de 20 cm supérieure à celle de l'espacement. La cornière est centrée et posée contre la face verticale du chevron étanché qui reçoit le complexe de végétalisation, l'aile horizontale étant dirigée vers la zone végétalisée. La cornière est liaisonnée à la membrane de partie courante à l'aide d'un support de montage (cornières Sarnafil®) ou d'une languette en membrane Sarnafil® T (cornières TTV), au milieu de l'espacement entre chevrons. (cf. figures 52 et 53). L'élément filtrant remonte sur la cornière.

### 12.33 Dispositions de maintien en bas de pente du système de végétalisation Sarnavert avec chevrons en bois étanchés ( $5\% < p \leq 14\%$ )

Pour des pentes supérieures à 5 %, le chevron situé en bas de pente remplit également la fonction de dispositif de maintien. Il doit être fixé mécaniquement à la structure (pannes acier ou bois, élément porteur en maçonnerie, plancher de type D exclu et planchers chauffants exclu). Le chevron peut également être fixé à l'aide d'équerres en acier galvanisé au moins Z275 de dimensions 60 x 60 x 60 mm, d'épaisseur 2,5 mm, disposées en aval du chevron. Se reporter au deuxième tableau 3.2 pour les éléments de fixations adaptés.

Afin d'assurer le ruissellement des eaux pluviales, les chevrons ne sont pas posés de façon continue, laisser un espacement de 30 cm (50 cm maxi) entre deux chevrons consécutifs.

Après avoir été fixé, chaque chevron est étanché à l'aide d'une bande de pontage en membrane Sarnafil® T thermosoudée sur la membrane de partie courante, y compris fermeture en about.

L'espacement entre chevrons est complété par la mise en œuvre d'une cornière (cornière d'arrêt Sarnafil® ou cornière TTV) d'une longueur de 20 cm supérieure à celle de l'espacement. La cornière est centrée et posée contre la face verticale du chevron étanché qui reçoit le complexe de végétalisation, l'aile horizontale étant dirigée vers la zone végétalisée. La cornière est liaisonnée à la membrane de partie courante à l'aide d'un support de montage (cornières Sarnafil®) ou d'une

languette en membrane Sarnafil® T (cornières TTV), au milieu de l'espacement entre chevrons. (cf. figures 52 et 53). L'élément filtrant remonte sur la cornière.

### 12.4 Dispositions de maintien et d'arrêt du système de végétalisation Sarnapack

Aucune disposition particulière n'est nécessaire pour le système de végétalisation Sarnapack.

Les cassettes pré-cultivées sont posées directement sur la membrane de partie courante, sans dispositif de séparation ou de maintien en bas de pente\*. Les cassettes s'emboîtent les unes dans les autres au moyen d'un système d'accroche périphérique, ce qui permet d'obtenir un ensemble compact et parfaitement lié.

Par ailleurs, les cassettes seules permettent de délimiter la végétalisation au niveau des zones stériles, ce qui justifie l'absence de dispositif de séparation.

\* Note : un dispositif de maintien en bas de pente n'est requis que dans le cas d'une rive en retombée et si la pente est supérieure à 5 % (cf. figure 32). Dans ce cas, mettre en œuvre des chevrons étanchés fixés dans la structure (cf. § 12.33).

Pour des raisons esthétiques uniquement, notamment dans le cas de zones stériles en membrane laissée apparente, il est possible de border la zone végétalisée en cassettes Sarnapack en disposant des cornières (cornière d'arrêt Sarnafil® ou cornière TTV) ou des chevrons étanchés (cf. § 12.33 et 12.4), afin de cacher la tranche des cassettes.

### 12.5 Végétalisation autour des E.E.P. et des trop-pleins

Les évacuations d'eaux pluviales et trop-pleins sont bordés par une zone stérile sur 40 cm de largeur minimum (cf. figures 34 et 47).

Un regard de contrôle (cf. § 15.17), de hauteur appropriée (au-dessus ou au même niveau que la couche de culture) est directement posé sur la couche drainante au droit de l'EP.

Le dispositif de drainage (fonction du système de végétalisation) est découpé au droit des EP. La dimension de la découpe sera d'un diamètre supérieur de 100 mm à celui de l'évacuation.

Leur contrôle pour l'entretien reste identique à celui des terrasses inaccessibles habituelles.

### 12.6 Végétalisation au niveau des joints de dilatation

Avec les éléments porteurs en maçonnerie, ou en béton cellulaire autoclavé armé, les joints de dilatation sont apparents, avec ou sans zone stérile (cf. figure 33). Ils peuvent être également recouverts de végétalisation extensive en gardant une épaisseur identique de couche de culture (cf. figure 10 des « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées »).

Avec élément porteur en TAN ou bois, un joint de dilatation apparent avec zone stérile est la seule configuration possible.

## 13. Entretien de la végétalisation extensive

Les Règles Professionnelles imposent la mise en place d'un contrat d'entretien portant sur l'étanchéité et la végétalisation. Sika France SAS recommande vivement que celui-ci soit mis en place, au plus tard à la réception de l'ouvrage, entre le maître d'ouvrage et l'entreprise ayant réalisé la végétalisation des toitures.

### 13.1 Dispositions générales

Les critères d'entretien des toitures végétalisées sont définis dans les « Règles Professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures végétalisées - édition n° 2, novembre 2007 ».

Il est précisé dans ce document que l'entretien des toitures végétalisées extensives se décompose en trois phases distinctes :

#### a) La période de parachèvement

C'est la période comprise entre l'installation de la végétalisation et la réception de l'ouvrage. Sa durée sera variable en fonction des conditions de coordination du chantier.

Les travaux de parachèvement font partie intégrante du marché de travaux.

#### b) La période de confortement

C'est la période comprise entre la date de réception de l'ouvrage et le démarrage de l'entretien courant, lequel commence dès obtention d'un taux de couverture  $\geq 80\%$ .

Les travaux de confortement font partie intégrante du contrat d'entretien (après réception, donc sous la responsabilité du maître d'ouvrage).

Les durées de la période de confortement sont :

- Système de végétalisation Sarnavert par semis : 1 à 3 ans ;
- Système de végétalisation Sarnavert par micro mottes : 1 à 2 ans.

Le système de végétalisation pré-cultivé Sarnapack est livré avec un taux de couverture supérieur à 80 %.

Il appartient au maître d'ouvrage de signaler immédiatement à Sika France SAS tout développement insuffisant de la végétalisation.

### c) La période d'entretien courant

Cette période suit celle du confortement. Elle commence après l'obtention d'un taux de couverture  $\geq$  à 80 %.

Les travaux d'entretien courant font également partie intégrante du contrat d'entretien.

## 13.2 Entretien après réception de l'ouvrage

L'entretien doit permettre de maintenir la végétation souhaitée dans sa diversité et dans sa densité.

Dans les deux cas après réception de l'ouvrage (période de confortement et période d'entretien courant), l'entretien du complexe de végétalisation nécessite, en fonction de l'environnement, 2 visites minimum par an.

Remarques :

- Les solutions de végétalisation extensive de toiture Sarnavert et Sarnapack requièrent peu d'entretien ;
- Par ailleurs, en cas d'arrosage par installation fixe (cf. § 13.31), une maintenance spécifique pour cette installation doit être organisée et doit prévoir des visites de contrôle.

### La visite d'entretien comprend les opérations suivantes :

Vérification des entrées d'eaux pluviales et élimination des corps étrangers (feuilles, mauvaises herbes...) pouvant les obstruer ou perturber l'évacuation des eaux pluviales (les sédiments ne supportent pas l'excès d'eau) :

- Contrôle des zones stériles et élimination de toute végétation qui s'y serait développée ;
- Élimination des plantes parasites.

Celles-ci sont apportées par le vent ou les oiseaux.

Vérifier qu'aucune espèce indésirable pouvant endommager le complexe de végétalisation (lignes, arbrisseaux...) ne se développe. Un désherbage manuel doit dans ce cas être entrepris.

Des mousses peuvent apparaître à certains endroits de la toiture. Leur présence n'est pas problématique si leur développement reste limité.

Le responsable de l'entretien prend ou propose les mesures adéquates pour limiter leur expansion :

- Enlèvement des déchets.

Les déchets, notamment les feuilles mortes pouvant étouffer les sédiments, mais aussi obstruer les entrées d'eaux pluviales, seront évacués de la toiture ;

- En cas de défaut de reprise (partielle ou totale), réaliser une opération complémentaire de semis ;
- Fertilisation d'appoint si nécessaire selon l'état de la végétalisation.

La fertilisation peut être envisagée soit ponctuellement (si jugé nécessaire après observation de la force de la végétation), soit de manière régulière (tous les 2 ans), au début du printemps. Elle est réalisée par l'apport d'un fertilisant minéral, complet, sans chlore, à action lente.

## 13.3 Directives d'arrosage

Conformément aux « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées - édition n° 2, novembre 2007 » (cf. chapitre 11), un ou plusieurs point(s) d'alimentation en eau, dimensionnés selon les besoins, et situés au niveau de la terrasse sont obligatoires (pendant et après les travaux, pendant toute la durée de vie de l'ouvrage et ce quel que soit le système de végétalisation et la zone climatique concernée).

Cette alimentation en eau devra être prévue dans les Documents Particuliers du Marché (DPM) par le maître d'œuvre (hors lots étanchéité et végétalisation).

### 13.31 Installation d'arrosage fixe

Les toitures végétalisées concernées par une obligation d'installation d'arrosage fixe sont celles localisées en zone III (cf. carte de France des zones de pluviométrie, en annexe).

Avec le système de végétalisation Sarnavert sur substrat Sarnafil®, l'irrigation se fait par tuyaux poreux enterrés.

Avec le système de végétalisation Sarnapack, l'irrigation se fait par aspersion.

## 13.32 Fréquences et dosages d'arrosage

Type d'arrosage	Période	Consommation / dosage de l'arrosage	
		Sarnavert	Sarnapack
Avec installation d'arrosage fixe	3 premiers mois après installation de la végétalisation	3 litres / m <sup>2</sup> / jour	10 litres / m <sup>2</sup> / semaine
	Après 3 mois	10 litres / m <sup>2</sup> / semaine	
Sans installation d'arrosage fixe	En cas de période sèche prolongée (pluviométrie inférieure à 10 mm sur 30 jours consécutifs)	10 litres / m <sup>2</sup> / semaine (de préférence en 2 apports)  Cet arrosage additionnel ponctuel permet également de conserver l'esthétique de la toiture pendant l'été.	

### Remarques :

- Les dosages indiqués sont indicatifs et dépendent des conditions météorologiques et climatiques locales ;
- Les arrosages (ponctuels ou à l'aide d'une installation fixe) sont à réaliser uniquement en période végétative (du 1er avril au 30 septembre).

Par exemple, pour un semis réalisé le 1<sup>er</sup> septembre, il ne faut pas arroser au-delà du 30 du même mois.

- En raison de l'évaporation immédiate, l'arrosage par asperseur nécessite une majoration de l'ordre de 20 % des dosages indiqués ;
- L'irrigation est toujours préférable tôt le matin ou le soir afin de réduire les pertes par évaporation ;
- Ne pas dépasser 30 l / m<sup>2</sup> (saturation de la capacité de rétention du substrat).

## 14. Membranes d'étanchéité

Les membranes Sarnafil® T sont toutes fabriquées à partir d'un mélange de polyoléfines flexibles – copolymères polypropylène (FPO).

Elles sont produites selon le procédé d'enduction par extrusion d'un support voile de verre (Sarnafil® TG 66) ou d'un complexe voile de verre/grille de polyester (Sarnafil® TG 66 F, Sarnafil® TS 77 et Sarnafil® TS 77 E) avec un mélange de résines FPO (polypropylène), stabilisants thermiques, charges minérales, additifs (anti-UV, pigments).

Le sens de pose est repéré par le marquage des feuilles en face supérieure, la sous-face étant noire.

Les feuilles Sarnafil® T font l'objet du marquage CE selon la norme EN 13956.

La membrane Sarnafil® TG 66-15 F et TS 77 E répond aux exigences de durabilité définies dans le *Cahier du CSTB 3541* de janvier 2006.

La conception, le développement et la fabrication des feuilles d'étanchéité Sarnafil® T font l'objet d'un certificat de conformité au système qualité norme ISO 9001 et ISO 14001. Certification par SQS, n° 31982.

Les caractéristiques des membranes Sarnafil® T figurent aux *tableaux 4*.

### 14.1 Feuille Sarnafil® TG 66-15 F

Membrane FPO armée d'un complexe voile de verre/grille de polyester.

La feuille Sarnafil® TG 66-15 F fait l'objet du Document Technique d'Application 5/15-2466.

Bénéficiant du classement F.I.T. F5 I5 T4, et résistante aux racines selon EN 13948, elle est destinée à la réalisation de l'étanchéité des parties courantes. Stable aux UV, elle peut également être utilisée pour la réalisation des relevés.

- Épaisseur : 1,5 mm ;
- Coloris disponible : beige similaire RAL 1013.

### 14.3 Feuille Sarnafil® TG 66-15

Membrane FPO armée d'un voile de verre et résistante aux racines selon EN 13948.

La feuille Sarnafil® TG 66-15 fait l'objet du Document Technique d'Application 5/15-2466.

Elle est destinée à la réalisation des relevés (cf. § 8.3), notamment lorsque des coloris autres que le beige similaire RAL 1013 sont recherchés.

- Épaisseur : 1,5 mm ;
- Coloris disponibles : beige similaire RAL 1013, gris RAL 7040, gris anthracite RAL 7016, blanc RAL 9016.

### 14.4 Feuilles Sarnafil® TS 77 E et Sarnafil® TS 77

Membranes FPO armées d'un complexe voile de verre/grille de polyester. La feuille Sarnafil® TS 77-15 E fait l'objet du Document Technique d'Application 5/11-2341 (« Sarnafil® TS 77 E fixé mécaniquement ») et la Sarnafil TS® 77-15 du DTA 5/15-2466.

Résistantes aux racines selon EN 13948, stables aux UV, elles sont destinées à la réalisation des relevés (cf. § 8.3). Elles peuvent également être utilisées pour la réalisation des zones stériles de largeur supérieure à 40 cm, dans le cas où la membrane est laissée apparente.

- Épaisseur : 1,5 mm ;
- Coloris disponibles : gris RAL 7040, gris anthracite RAL 7016, beige similaire RAL 1013 et blanc trafic RAL 9016 SR.

### 14.5 Feuille Sarnafil® T 66-15 D

Membrane homogène (sans support), destinée au façonnage des pièces de détails et des lyres des joints de dilatation. Cette membrane non armée est destinée à la réalisation des points particuliers dont la forme nécessite l'utilisation de matériaux aisément déformables.

Épaisseur : 1,5 mm.

Coloris disponibles :

- Beige similaire RAL 1013 sur une face et gris RAL 7040 sur l'autre face. Elle est réversible et peut être utilisée sur les deux faces ;
- Autres coloris disponibles : blanc RAL 9016, blanc trafic RAL 9016 SR, gris anthracite RAL 7016 et brun cuivré RAL 8004. Les deux faces sont du même coloris.

### 14.6 Identification

Les feuilles portent :

- Le logo Sarnafil®, sur la face supérieure ;
- Imprimé en lisière : type de feuille, épaisseur, code de ligne de production, date de production.

Les membranes sont enroulées sur mandrin et portent une étiquette mentionnant :

- Nom du fabricant ;
- Identification complète de la feuille ;
- Épaisseur de la feuille ;
- Couleur ;
- Longueur, largeur et poids du rouleau ;
- Numéro de fabrication (code contrôle) ;
- Indications sur les conditions de stockage ;
- Référence à son marquage CE selon EN 13956.

Ces rouleaux sont conditionnés couchés sur palettes et emballés sous bâche polyéthylène.

### 14.7 Contrôles de fabrication

Les contrôles sont réalisés selon la norme NF EN 13956 et le Cahier du CSTB 3541 de janvier 2006 :

- Épaisseur : 1/jour,
- Largeur : 1/jour,
- Planéité : 1/mois,
- Rectitude : 1/mois,
- Résistance à la traction et allongement : 1/semaine,
- Stabilité dimensionnelle : 1/semaine,
- Pliage à basse température à l'initial et après 4 semaines à 80 °C à l'air : 2/an,
- Adhérence interlaminaire : 1/semaine,
- Résistance au cisaillement du joint à l'initial et après vieillissement à l'eau : 1/an,
- Résistance au pelage du joint à l'initial et après vieillissement à l'eau : 1/an.

## 15. Matériaux et accessoires pour le système de végétalisation

### 15.1 Système Sarnavert

Il associe une couche drainante et filtrante (cf. § 15.11 et 15.12), un substrat Sarnafil® (cf. § 13.1.2) et un semis Sarnavert (cf. § 13.1.3).

La nature de la couche drainante et filtrante diffère selon la pente.

#### 15.11 Couche de drainage avec filtre intégré Sarnadrain-20 (0 ≤ pente < 2 %)

Sarnadrain-20 est constitué d'une couche de drainage (nappe à excroissances en PEHD), recouverte d'un géotextile non-tissé en polypropylène, contrecollé ponctuellement sur la face supérieure de la couche de drainage (face opposée aux excroissances).

Sarnadrain-20 est utilisé pour des pentes de 0 à 2% (0 ≤ pente < 2 %).



Figure 7 – Sarnadrain-20

- Surface (couche filtrante) : géotextile non-tissé en polypropylène ;
- Sous-face (couche drainante) : nappe à excroissances tronconiques en PEHD ;
- Hauteur totale : 20 mm ;
- Masse surfacique : 1 110 g/m<sup>2</sup> ;
- Perméabilité à l'eau perpendiculairement au plan (VH50) : 7,0 (- 1,3) cm/s selon la norme EN ISO 11058 ;
- Ouverture de filtration : 140 (± 42) µm selon la norme EN ISO 12956 ;
- Rouleaux de 2,0 x 12,5 m (25 m<sup>2</sup>) ;

Sarnadrain-20 est marqué CE selon les normes EN 13252.

#### 15.12 Feutre drainant et filtrant Aquadrain 550 (2 ≤ pente ≤ 14 %)

Couche de protection, de drainage et d'absorption d'eau à base de fibres de polypropylène compactées mécaniquement.

Ce feutre est utilisé pour des pentes ≥ 2 %.

- Épaisseur 6 mm ;
- Masse surfacique 550 g/m<sup>2</sup> ;
- Perméabilité à l'eau perpendiculairement au plan (VH50) : 4,9 (- 2,1) cm/s selon la norme EN ISO 11058 ;
- Ouverture de filtration : 70 (± 20) µm selon la norme EN ISO 12956 ;
- Rouleau de 2,00 x 25 m.

Le feutre Aquadrain 550 est marqué CE selon les normes EN 13252 et EN 13255.



Figure 7 bis – Aquadrain 550

### 15.13 Substrat Sarnafil®

Le substrat est composé de minéraux à pores ouverts (particules de lave, pierre ponce, zéolithe, compost...).

Ce substrat Sarnafil® bénéficie du classement conventionnel de réaction au feu A1 selon l'annexe 3 de l'arrêté du 21 novembre 2002 modifié.

#### Caractéristiques techniques substrat Sarnafil®

Caractéristiques	Unité	Substrat Sarnafil®
Masse volumique à CME	Tonne / m <sup>3</sup>	1,0 à 1,3
Masse volumique à sec	Tonne / m <sup>3</sup>	0,74 à 1,04
Perméabilité	cm / s	≥ 0,1
pH (CaCl <sub>2</sub> )	-	7 à 8
Rétention maximale en eau (CME)	% vol	≥ 30
Porosité pour l'air à CME	% vol	≥ 10
Fines (≤ 0,063 mm)	% massique	≤ 5 %
Matière organique	% de masse sèche	≤ 5 %
Granulométrie	-	1 à 16 mm

Conditionnement en vrac (camion-silo) ou en big-bag de 1 m<sup>3</sup>.

### 15.14 Semis et micro-mottes Sarnavert

#### Semis Sarnavert

Le semis est composé de sédums et végétaux (sans plantes ligneuses) ayant une hauteur de croissance minimale et nécessitant un faible apport en eau. Liste de composition disponible sur demande.

- Consommation indicative : 200 g / m<sup>2</sup> ;
- Conditionnement :
  - sachet de 2 litres (2 kg) pour 10 m<sup>2</sup>,
  - seau de 10 litres (10 kg) pour 50 m<sup>2</sup>.

#### Micro-mottes

Les micro-mottes sont des plantes pré-cultivées livrées en plateau, prêtes à planter dans le substrat. Elles sont composées de sédums (liste disponible sur demande) ayant une hauteur de croissance minimale et nécessitant un faible apport en eau.

- Consommation indicative : 20 unités / m<sup>2</sup>.
- Conditionnement : plateau plastique de 100 unités.

### 15.15 Cornière d'arrêt Sarnafil®

Profil en L en acier inoxydable, utilisé pour assurer l'arrêt ou la délimitation du substrat et la séparation entre zone stérile et zone végétalisée.

L'aile verticale de la cornière est munie d'ouvertures afin de permettre l'écoulement des eaux pluviales.



Figure 8 - Cornières d'arrêt Sarnafil® (hauteurs 60 et 100 mm)

#### Caractéristiques :

- Hauteur : 60 mm et 100 mm ;
- Largeur du talon : 30 mm ;
- Longueur : 3 000 mm ;
- Épaisseur : 1,0 mm ;
- Ouvertures de drainage : section de 7 x 35 mm, disposées tous les 50 mm.
- Position des ouvertures : 8,5 mm au-dessus du talon ;

La cornière d'arrêt Sarnafil® est mise en œuvre à l'aide des supports de montage Sarnafil® T (intérieur ou extérieur). La platine du support de montage, en membrane Sarnafil T, est soudée à l'air chaud sur le revêtement de partie courante en Sarnafil® TG 66 F, après préparation au Sarnafil® T Prep (cf. figure 52).

Espacement maximum entre support de montage : 1 m.



Figure 9 - Supports de montage Sarnafil® T extérieur / intérieur

### 15.16 Cornière d'arrêt TTV

Profil en L en aluminium 1050 H24, utilisé pour assurer l'arrêt ou la délimitation du substrat et la séparation entre zone stérile et zone végétalisée.

L'aile verticale de la cornière est munie d'ouvertures afin de permettre l'écoulement des eaux pluviales.

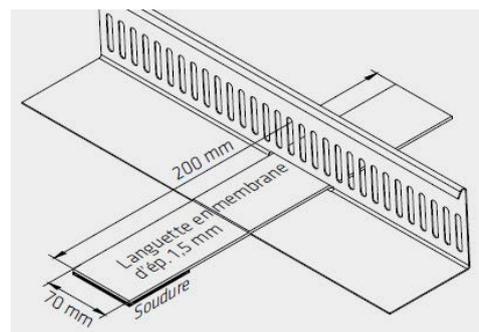
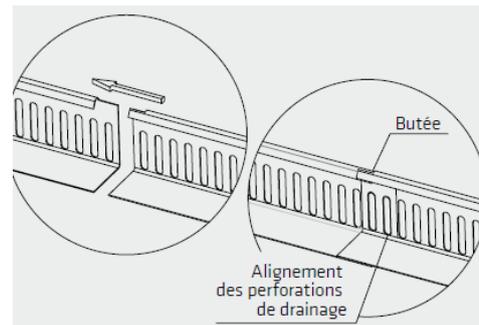
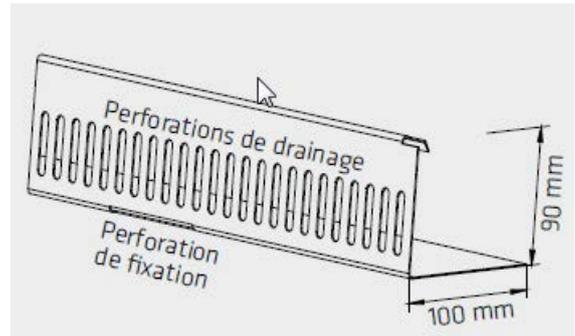


Figure 10 - Cornières d'arrêt TTV

#### Caractéristiques :

- Hauteur : 90 mm ;
- Largeur du talon : 100 mm ;
- Longueur : 2 500 mm ;
- Épaisseur : 1,0 mm ;
- Ouvertures de drainage : section de 5 x 45 mm, disposées tous les 25 mm ;
- Ouvertures de fixation : section de 5 x 76 mm, disposées tous les 500 mm.
- Position des ouvertures : 10 mm au-dessus du talon ;

Les cornières d'arrêt TTV sont connectées entre elles par emboîtement.

Chaque cornière est liaisonnée, tous les 100 cm, à la membrane de partie courante à l'aide de languettes en membrane Sarnafil® T (épaisseur 1,5 mm, longueur 200 mm, largeur 70 mm) qui sont soudées à

l'air chaud sur le revêtement de partie courante, après préparation au Sarnafil® T Prep.

## 15.17 Regard de contrôle Sarnafil® pour évacuation d'eau pluviale sur élément porteur en béton

Regard de contrôle en polyéthylène. Dimensions 350 x 350 mm, hauteurs 120 mm. Avec couvercle isolé, coloris marron, résistance statique  $\geq 100$  daN.



Figure 11 - Regard de contrôle Sarnafil®

## 15.2 Système de végétalisation Sarnapack

Le système de végétalisation Sarnapack est constitué de cassettes pré-cultivées, réalisées en polyéthylène haute densité recyclé, avec un fond à réserve d'eau en partie basse des alvéoles.

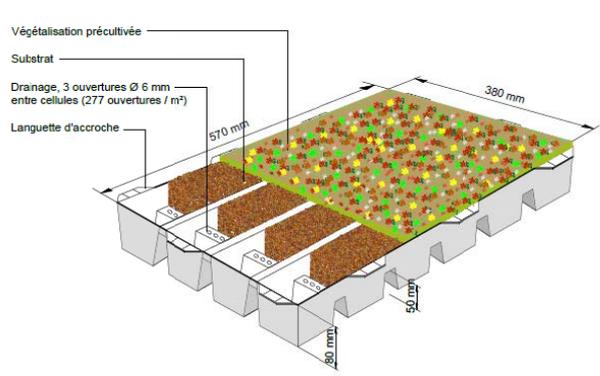


Figure 12 - Cassettes Sarnapack

Les alvéoles des cassettes sont entièrement remplies de substrat Sarnafil®. La combinaison de ce substrat et de la géométrie de la cassette offre des conditions optimales pour la croissance de la végétalisation, en permettant une exploitation maximale du volume disponible pour l'enracinement tout en garantissant une bonne oxygénation du système racinaire.

La forme tronconique des alvéoles et l'absence de filtre de séparation simplifient en outre les opérations futures de dépose, de tri et de recyclage du complexe de végétalisation, en permettant de vider facilement les cassettes.

Végétalisation dans les cassettes Sarnapack : principalement des sédum (sans graminées vivaces ni plantes ligneuses).

### Caractéristiques techniques des cassettes Sarnapack

Dimensions extérieures	Longueur / Largeur / Hauteur	570 mm / 380 mm / 80 mm
Cassette	Nombre de cassettes / m <sup>2</sup>	4,6
	Poids de la cassette vide	1,1 kg (5,0 kg/m <sup>2</sup> )
	Volume de substrat par cassette	12 litres
	Matériau	Polyéthylène haute densité recyclé
Rétention en eau	Réserve d'eau permanente en fond de cassette	14 l/m <sup>2</sup>
	Capacité maximale de rétention avec le substrat	33,1 l/m <sup>2</sup> (mesure à pente nulle)
Drainage	Nombre d'ouvertures de drainage	277 ouvertures / m <sup>2</sup>
	Surface drainante totale	78 cm <sup>2</sup> / m <sup>2</sup>
Poids de la cassette	Poids minimum à sec	14,1 kg /unité (64,9 kg/m <sup>2</sup> )

végétalisée	Poids maximum à Capacité Maximale en Eau (CME)	21,3 kg/unité (98,0 kg/m <sup>2</sup> )
-------------	--	---

## 16. Autres matériaux en feuilles

### 16.1 Matériaux pour le pare-vapeur

cf. tableau 5.

#### Sarnavap® 2000 E

Sarnavap® 2000 E est un film à base de polyéthylène utilisé comme pare-vapeur, marqué CE selon la norme EN 13984. Il est posé avec un recouvrement de 10 cm et les lés sont jointoyés entre eux (par une bande butyle adhésive Sarnavap® F de 15 mm de large) et liaisonné au support (par une bande butyle adhésive Sarnatape 20 de 20 mm de large).

Utilisable dans les ambiances de faible et moyenne hygrométrie.

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

#### Sarnavap® 5000 E SA FR

Sarnavap® 5000 E SA FR est un pare-vapeur auto-adhésif composé d'une :

- Face inférieure en bitume modifié (épaisseur environ 120  $\mu$ m), associé à un film de protection pelable en polyéthylène ;
- Armature en voile de verre ;
- Face supérieure constituée d'un complexe polyester-aluminium-polyester (épaisseur du complexe 32  $\mu$ m).

Le produit est marqué CE selon la norme EN 13970.

Utilisable dans les ambiances de moyenne et forte hygrométrie.

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

### 16.2 Écran de protection mécanique, mécanique et chimique : Sika AFC 300

Sika AFC 300 est constitué d'un non-tissé synthétique de 300 g/m<sup>2</sup>.

Il est utilisé pour protéger la feuille, en partie courante et en relevés, des agressions mécaniques des supports rugueux ou présentant des désaffleurements (béton, bois et panneaux dérivés du bois non isolés, etc.).

Sika AFC 300 est également utilisé comme écran de séparation chimique / mécanique sur les revêtements synthétiques conservés, dans le cas de travaux de réfection sans apport d'isolant thermique.

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

### 16.3 Écran anti-poinçonnement pour protection dure par dalle : Sika AFC 700

Constitué d'un géotextile synthétique imputrescible de 700 g/m<sup>2</sup>. Il est utilisé pour protéger la feuille de partie courante Sarnafil® TG 66 F des agressions mécaniques des dalles utilisées comme protection dure chemins de circulation (cf. § 10.2).

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

## 17. Matériaux auxiliaires

### 17.1 Bande Sikavap F

Bande adhésive double-face en caoutchouc butyl, utilisée pour le jointolement des lés de pare-vapeur polyéthylène Sarnavap® 2000 E.

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

### 17.2 Bande Sarnatape 20

Bande adhésive double face en caoutchouc butyl, utilisée pour le liaisonnement au support du pare-vapeur polyéthylène Sarnavap® 2000 E.

Caractéristiques : cf. DTA 5/15-2466.

### 17.3 Nettoyant Sarnafil® T Prep

Nettoyant spécialement conçu pour le nettoyage ponctuel des feuilles Sarnafil® T et leur préparation avant soudure à l'air chaud.

Caractéristiques :

- Mélange de solvants ;
- Conditionnement : bidon de 5 litres ;
- Couleur : jaune ;
- Densité : 0,87 kg/l.

Se reporter aux consignes de sécurité indiquées sur l'emballage et dans la fiche de données de sécurité.

## 17.4 Rails de fixation Sarnabar® 6 et 6/10

Profils pré-perçés en acier protégé contre la corrosion, utilisés pour l'ancrage mécanique des feuilles Sarnafil® TG 66 F en pieds de relevés d'étanchéité.

### Caractéristiques :

- Acier S250GD revêtu AZ150 selon EN 10346 et EN 10143 ;
- Épaisseur 1,5 mm ;
- Largeur : 30 mm ;
- Hauteur : 7 mm ;
- Longueur : 2,25 m ;
- Pré-perçages (trous) :
  - Ø 6,5 mm au pas de 25 mm pour le rail Sarnabar® 6,
  - Ø 6,5 mm et Ø 10 mm au pas de 25 mm pour le rail Sarnabar® 6/10.

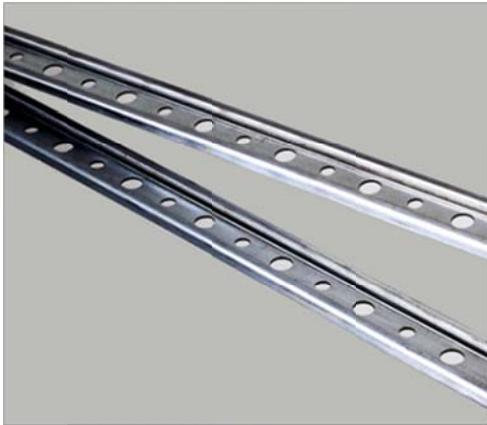
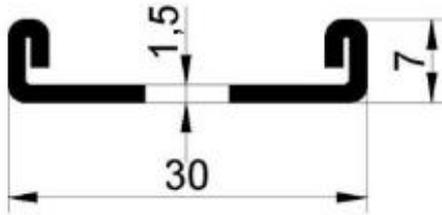


Figure 13 - Rails de fixation Sarnabar® 6/10

## 17.5 Cordon de soudure

Cordon en FPO de diamètre 4 mm, soudé sur la membrane Sarnafil® TG 66 F contre le côté supérieur du rail Sarnabar® 6 ou 6/10 pour assurer la répartition linéaire des efforts.

Conditionnement : seau de 100 m linéaires.



Figure 14 - Cordon de soudure en FPO

## 17.6 Colle Sarnacol T 660

Colle de contact monocomposant à base de caoutchouc de synthèse, utilisée pour le collage des membranes Sarnafil® T sur les relevés et sur les pièces métalliques (cf. § 7.3 et 9.2).

### Caractéristiques :

- Conditionnement : bidon de 18 kg ;
- Couleur : jaune ;
- Consommations en double encollage : 300 g/m<sup>2</sup> minimum.

Se reporter à la notice produit ainsi qu'aux consignes de sécurité indiquées sur l'emballage et dans la fiche de données de sécurité.

## 17.7 Pièces préfabriquées

Angles rentrants et sortants réalisés en FPO identique aux membranes Sarnafil® T, pour assemblage par soudure avec les membranes Sarnafil® T.

### Caractéristiques :

- Épaisseur 1,5 mm ;
- Petits modèles : angles rentrants 90° (CI) et sortants 90° (WA) ; diamètre 160 mm ;
- Grands modèles : angles rentrants 90° (I) et sortants 90° (A) ;
- Coloris disponibles : beige similaire RAL 1013, gris RAL 7040, blanc RAL 9016 (grands modèles uniquement).

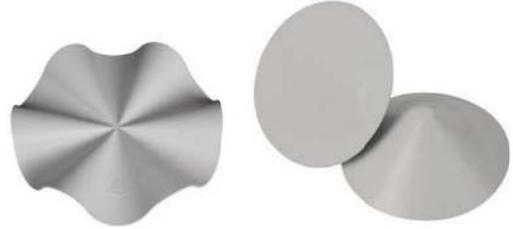


Figure 15 - Angles rentrants 90° (CI) et sortants 90° (WA)



Figure 16 - Angles sortants 90° (A) et rentrants 90° (I)

Entrées d'eaux pluviales cylindriques ou tronconiques conformes à la norme EN 1253-2 « Avaloirs et siphons pour le bâtiment », trop-pleins, ventilations, passages de câbles, etc. en FPO compatible avec les membranes Sarnafil® T de même durabilité, pour assemblage par soudure à l'air chaud. Disponibles en différentes dimensions.



Figure 17 - Exemples d'entrées d'eaux pluviales cylindriques



Figure 18 - Habillages de poteau, passages de câble (exemples)

La membrane Sarnafil® T est raccordée aux pièces préfabriquées par soudure à l'air chaud sur une largeur effective de 30 mm, après préparation avec le nettoyant Sarnafil® T Prep.

Les dispositions de mise en œuvre sont enseignées en « école de pose » Sika.

## 17.8 Tôles colaminées Sarnafil® T

Tôles d'acier galvanisées recouvertes d'une feuille FPO Sarnafil® T, confectionnées en usine. Elles sont utilisées dans le traitement des points particuliers, finitions des bandes de rives en retombé, bandes de solins, bandes d'égouts, etc.

Elles peuvent être aisément façonnées.

### Caractéristiques :

- Aspect : surface lisse ;
- Épaisseur de la membrane Sarnafil® T : 1,1 mm ;
- Épaisseur de la tôle d'acier galvanisé : 0,6 mm ;
- Épaisseur totale : 1,7 mm ;
- Sous-face traité avec une protection par revêtement époxy ;
- Masse surfacique : 5,80 kg/m<sup>2</sup> ;
- Conditionnement : tôles de 1,00 m x 2,00 m et 1,00 m x 3,00 m ;
- Coloris disponibles : beige similaire RAL 1013, gris RAL 7040, gris anthracite RAL 7016, blanc trafic RAL 9016.

### Fixation des tôles au support

La fixation des tôles colaminées Sarnafil® T est assurée par des vis (cf. DTU 43.3), rivets ou chevilles adaptés, espacés tous les 25 cm.

### Raccordements entre tôles colaminées Sarnafil® T

Les raccords entre deux tôles se font à l'aide d'une bande en membrane non armée Sarnafil® T66-15D de 15 cm de large, soudée suivant les dispositions de la figure 50.

Le raccordement des feuilles d'étanchéité Sarnafil® T avec le profilé s'effectue par soudure à l'air chaud, après préparation avec le Sarnafil® T Prep.

## 17.9 Bande d'étanchéité à l'air

La bande d'étanchéité est un ruban de mousse polyuréthane souple, adhésive sur une face.

Elle est destinée à être comprimée entre les supports béton, bois et acier et les profils en tôle colaminée Sarnafil® T, afin d'assurer l'étanchéité à l'air.

### Caractéristiques :

- Présentation : rouleau ;
- Longueur : 25 m ;
- Largeur : 10 mm ;
- Épaisseur non comprimée : 10 mm ;
- Couleur : gris anthracite ;
- Température minimale d'application : + 5 °C ;
- Application sur des surfaces propres, sèches et exemptes de poussière et de graisse.

## 17.10 Mastic

Mastic de complément d'étanchéité, titulaire du label SNJF (classe F 25 E) - Exemple : Sikaflex® 11 FC+.

## 17.11 Bande de serrage

Profil en aluminium EN AX 6060T5 extrudé brut, avec un pli à 40° pour joint mastic, prépercé (diamètre 7 mm, tous les 300 mm) :

### Caractéristiques :

- Largeur : 40 mm (30 mm + pli de 10 mm à 40°) ;
- Épaisseur : 1,5 mm ;
- Longueur : 3 m.

---

## 18. Matériels de mise en œuvre

---

### 18.1 Automates de soudure Sarnamatic 661 et 661+

L'automate de soudure Sarnamatic 661 est le fruit d'une longue expérience acquise par nos techniciens. Il présente de nombreuses possibilités techniques :

- Contrôle de tension des phases ;
- Régulation de température par sonde ;
- Réglage de la vitesse d'avance ;
- Réglage du débit d'air ;
- Dispositif de fermeture de bord permettant de concentrer l'air chaud dans la zone de soudage ; Possibilité de soudage sur pente jusqu'à 20 % ;

- **Buse-Prep** (version Sarnamatic 661+) : accessoire pour la soudure des membranes en FPO Sarnafil® T, sans préparation préalable au Sarnafil® T Prep. Il s'adapte sur l'automate de soudure Sarnamatic 661+ et assure une « préparation intégrée » de la soudure.

### Caractéristiques de l'automate Sarnamatic 661

- Température de sortie réglable de 20 à 520 °C (en continu) ;
- Vitesse d'avance réglable de 0,3 à 4 m/minute ;
- Entraînement automatique ;
- Puissance 230 V – 3 600 W ;
- Débit d'air chaud : 600 litres/minute ;
- Affichage digital ;
- Réglage : pré-réglé ;
- Poids : 37 kg.

### 18.2 Soudeuse automatique à air chaud LEISTER VARIMAT V2

Pour la réalisation de soudures de 3 cm de large minimum. Les caractéristiques de l'appareillage et les conditions d'emploi sont les suivantes :

- Température et vitesse de soudage régulées par électronique ;
- Température de sortie réglable de 20 à 620 °C en continu ;
- Vitesse d'avance réglable de 0,7 à 12 m/minute ;
- Entraînement automatique ;
- Puissance : 230 V – 4 600 W ;
- Poids : 35 kg.

### 18.3 Soudeuse automatique à air chaud LEISTER UNIROOF E 40

Pour la réalisation de soudures de 3 cm de large minimum. Les caractéristiques de l'appareillage et les conditions d'emploi sont les suivantes :

- Température et vitesse de soudage régulées par électronique ;
- Température de sortie réglable de 20 à 600 °C en continu ;
- Vitesse d'avance réglable de 1 à 5 m/minute ;
- Entraînement automatique ;
- Puissance : 230 V – 3 600 W ;
- Poids : 15,4 kg.

### Soudeuse automatique à air chaud LEISTER UNIPLAN E

Pour la réalisation de soudures de 3 cm de large minimum. Les caractéristiques de l'appareillage et les conditions d'emploi sont les suivantes :

- Température et vitesse de soudage régulées par électronique ;
- Température de sortie réglable de 20 à 650 °C en continu ;
- Vitesse d'avance réglable de 1,5 à 6 m/minute ;
- Entraînement automatique ;
- Puissance : 230 V – 3 600 W ;
- Débit d'air chaud : 400 à 600 litres/minute ;
- Poids : 12 kg.

### 18.4 Chalumeaux manuel à air chaud LEISTER

#### Caractéristiques du chalumeau LEISTER Triac ST

- Température de sortie réglable en continu de 40 à 700 °C maximum ;
- Puissance : 230 V – 1 600 W ;
- Poids : 0,99 kg.

#### Caractéristiques du chalumeau LEISTER Triac AT

- Écran indicateur de température ;
- Puissance : 230 V - 1 600 W ;
- Température de sortie réglable en continu de 20 à 700 °C maximum ;
- Poids : 1,0 kg.

#### Accessoires complémentaires

- Buse de 40 mm ;
- Roulette de pression manuelle (téflon, 27 mm, couleur verte).

## B. Résultats expérimentaux

- Rapport d'essais n° TO98-022 du 21 janvier 1999 du CSTB concernant des essais selon classement FIT de la feuille Sarnafil® TG66-15 F.
- Rapport d'essais n° TO04-022 du 18 octobre 2004 du CSTB, le comportement sous charge maintenue selon Guide Technique spécialisé de mars 1982 (120 kPa à 50 °C) et d'étanchéité de joint de dilatation selon Guide Technique spécialisé d'avril 1983.
- Rapport d'essai selon la norme EN 13948 / résistance racines / essais FLL. Rapports de l'Université Weihenstephan-Triesdorf n°30/14 du 19 décembre 2014 et n°12/14 du 28 juin 1999, sur les feuilles Sarnafil TG 66-15/TG 66-16/TG 66-18/TG 66-20, Sarnafil TG 66-15 F/TG 66-18 F/TG 66-20 F et Sarnafil TS 77-12.
- Rapport d'essai de caractérisation n°1999940 du substrat Sarnafil F68 du 20/01/2016 du laboratoire d'analyses agronomiques Auréa Agro Sciences.

## C. Références

### C1. Données Environnementales <sup>(1)</sup>

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale.

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

### C2. Références de chantier

Plus de 350 000 m<sup>2</sup> de membranes Sarnafil® TG 66 F ont été posés sous des systèmes de végétalisation extensive en France depuis 2007, dont plus 35 000 mètres carrés sous cassettes Sarnapack depuis 2010.

---

<sup>1</sup> Non examiné dans le cadre de l'Avis

# Tableaux et figures du Dossier Technique

**Tableau 1 – Composition et destination des systèmes d'étanchéité - Toitures-terrasses sous végétalisation extensive Sarnavert ou Sarnapack – Tous éléments porteurs - Travaux neufs et travaux de réfection**

Élément porteur / Pente	Support direct	Sous système Sarnavert	Sous système Sarnapack
<b>Maçonnerie A, B, C, D</b> (conforme à la norme NF P 10-203 DTU 20.12)  $0\% \leq \text{pente} \leq 5\%$  <b>Béton cellulaire</b>  $1\% \leq \text{pente} \leq 5\%$	<u>Maçonnerie</u> <u>Béton cellulaire</u>	Écran de séparation mécanique (5) Sarnafil® TG 66 F Couche drainante et filtrante (6) Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran de séparation mécanique (5) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Polyuréthane (PUR) - Polyisocyanurate (PIR) - Laine de roche (MWR) - Polystyrène expansé (PSE) - Perlite fibrée nue (2)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Couche drainante et filtrante (6) Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Laine de roche (MWR) surfacée bitume - Perlite fibrée surfacée bitume - Verre cellulaire surfacé EAC + feuille bitumineuse (3)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Couche drainante et filtrante (6) Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
<b>Tôles d'acier nervurées</b> (conformes à la norme NF P 84-206 DTU 43.3)  $\text{Pente : cf. DTU 43.3}$ $3\% \leq \text{pente} \leq 14\%$	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Polyuréthane (PUR) - Polyisocyanurate (PIR) - Laine de roche (MWR) - Polystyrène expansé (PSE) - Perlite fibrée nue (2)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Feutre de drainage Aquadrain 550 Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Laine de roche (MWR) surfacée bitume - Perlite fibrée surfacée bitume - Verre cellulaire surfacé EAC + feuille bitumineuse (3)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Feutre de drainage Aquadrain 550 Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
<b>Bois et panneaux À base de bois</b> (conformes à la norme NF P 84-207 DTU 43.4) Éléments en panneaux en bois massif CLT à usage structurel sous DTA  $\text{Pente : cf. DTU 43.4}$ $3\% \leq \text{pente} \leq 14\%$	<u>Bois et panneaux dérivés du bois</u>	Écran de séparation méca./chimique (9) Sarnafil® TG 66 F Feutre de drainage Aquadrain 550 Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran de séparation méca./chimique (9) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Polyuréthane (PUR) - Polyisocyanurate (PIR) - Laine de roche (MWR) - Polystyrène expansé (PSE) - Perlite fibrée nue (2)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Feutre de drainage Aquadrain 550 Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
	<u>Isolants thermiques (1) :</u> - Laine de roche (MWR) surfacée bitume - Perlite fibrée surfacée bitume - Verre cellulaire surfacé EAC + feuille bitumineuse (3)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Feutre de drainage Aquadrain 550 Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran pare-vapeur (7) Isolant thermique Écran de séparation chimique (8) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack
<b>Tous</b> $\text{Pente : cf. DTU 43.5}$ $\text{et} \leq 14\%$	<u>Ancienne étanchéité conservée (4) :</u> - Asphalte - Revêtement bitumineux - Membrane synthétique	Écran de séparation méca./chimique (9) Sarnafil® TG 66 F Couche drainante et filtrante (6) Complexe Sarnavert (substrat + végétalisation)	Écran de séparation méca./chimique (9) Sarnafil® TG 66 F Cassettes Sarnapack

L'application sur éléments porteurs en maçonnerie à pente nulle se fait dans le strict respect par l'applicateur du document « Charte Qualité » de Sika France SAS.

(1) Les isolants sont mis en œuvre conformément à leur Avis Technique ou DTA visant favorablement le domaine d'emploi revendiqué, en particulier l'emploi en toitures et terrasses végétalisées.

Est également admis, tout isolant thermique faisant l'objet d'un Avis Technique ou Document Technique d'Application visant favorablement son emploi avec les membranes en FPO et après l'accord respectif des deux fabricants.

(2) Un écran anti-poussière entre la membrane Sarnafil® T et la perlite expansée (fibrée) nue n'est pas nécessaire dans la mesure où l'assemblage est réalisé avec un automate Sarnamatic équipé de la buse Prep. En soudage manuel, une préparation du joint à assembler est systématiquement réalisée au moyen d'un chiffon propre imbibé de T Prep.

(3) Le verre cellulaire surfacé par un EAC exempt de bitume oxydé visé favorablement dans un DTA de revêtement d'étanchéité, nécessite un écran de séparation, repéré (9), avant la pose des membranes Sarnafil® T.

Le pare-vapeur n'est pas requis lors de l'utilisation de l'isolant verre cellulaire.

(4) Ancien revêtement d'étanchéité conservé et faisant office de pare-vapeur dans le cas des travaux de réfection, dans les conditions prévues par la norme NF P 84-208 - DTU 43.5.

Dans le cas de travaux de réfection avec apport d'isolant thermique, se reporter aux lignes « travaux neufs » du présent tableau en ce qui concerne les éventuels écrans de séparation.

Note : isolant support éventuellement conservé.

(5) Écran de séparation mécanique : feutre non-tissé synthétique de 300 g/m<sup>2</sup> Sika AFC 300 (cf. § 16.2).

(6) Couche de drainage et filtration Sarnadrain-20 (0 ≤ pente < 2 %) ou feutre de drainage Aquadrain 550 (2 ≤ pente < 14 %).

(7) Le pare-vapeur est défini suivant les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43), ou suivant les Avis Techniques des dalles de toitures en béton cellulaire armé autoclavé. Les pare-vapeur synthétiques Sika sont décrits au *paragraphe 16.1*. Se reporter au *tableau 2* pour leurs domaines d'emploi respectifs.

(8) Écran de séparation chimique : feutre non-tissé synthétique 300 g/m<sup>2</sup> Sika AFC 300.

(9) Écran de séparation mécanique / chimique : feutre non-tissé synthétique 300 g/m<sup>2</sup> Sika AFC 300.

**Tableau 2 – Constitution de la barrière pare-vapeur**

Élément porteur	Hygrométrie et chauffage des locaux	Pare-vapeur		
		Sarnavap® 2000 E (2)	Sarnavap® 5000 E SA FR (3)	Conforme série DTU 43 concerné
Maçonnerie (1bis)	Faible et moyenne hygrométrie	Oui	Oui	Conforme NF P 84-204 (DTU 43.1)
	Forte hygrométrie		Oui	
	Très forte hygrométrie ou planchers chauffants assurant partiellement ou en totalité le chauffage (4)(5)			
Béton cellulaire (1)	Selon Avis Techniques	Oui cf. AT de l'élément porteur	Oui cf. AT de l'élément porteur	Sans objet (cf. AT de l'élément porteur)
Tôles d'acier nervurées	Faible et moyenne hygrométrie	Facultatif (6)	Facultatif (6)	Conforme NF DTU 43.3
	Forte hygrométrie		Oui	
	Très forte hygrométrie			
Bois et panneaux à base de bois	Faible et moyenne	Oui	Oui	Conforme NF DTU 43.4

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

(1) Pontage des joints selon Avis Technique des dalles en béton cellulaire armé autoclavé.

(1bis) Pontage des joints selon DTU 20.12 dans le cas des éléments porteurs de Type D.

(2) Le pare-vapeur Sarnavap® 2000 E est posé en indépendance. Les recouvrements sont de 10 cm et liaisonnés par bande adhésive (cf. § 6.1).

(3) Le pare-vapeur Sarnavap® 5000 E SA FR est mis en œuvre en adhérence (cf. § 6.1).

Note : se reporter au § 8.2 pour le mode de fixation de la membrane en pied de relevé selon l'hygrométrie des locaux sous-jacents et la présence éventuelle de plancher chauffant.

(4) Isolant fixé mécaniquement exclu et revêtements Sarnafil® TS77-15 et TS77-15 E fixés mécaniquement dans l'élément porteur exclus.

(5) Élément porteur Type D exclu.

(6) Sur prescriptions des DPM.

**Tableaux 3 – Fixations mécaniques**

**Tableau 3.1 - Fixations mécaniques en pieds de relevés**

Supports	Éléments de fixation
Béton	Vis Isofast TI Ø 6,3 mm et rail Sarnabar® 6/10
Béton cellulaire	Vis LBS-S-T25 Ø 8 mm et rail Sarnabar® 6/10
Tôles d'acier nervurées	Vis Sarnafast SF Ø 4,8 mm et rail Sarnabar® 6/10
Bois et panneaux à base de bois	Vis IG Ø 6 mm et rail Sarnabar® 6/10 Vis IW-F Ø 5,2 mm et rail Sarnabar® 6/10

**Tableaux 3.2 - Fixations mécaniques pour l'ancrage des chevrons utilisés comme dispositif de séparation ou de maintien**

**Fixations à l'élément porteur : chevron utilisé comme dispositif de séparation (cf. § 12.323)**

Élément porteur	Fixation
Maçonnerie	Vis Isofast TI Ø 6.3 x L (SFS Intec)
Béton cellulaire	Vis LBS-S-T25 Ø 6.3 x L (SFS Intec)
Bois et panneaux à base de bois	Vis IG Ø 6 x L ou vis IFP2 Ø 6.7 x L (SFS Intec)
Tôle d'acier nervurée	Vis Sarnafast SF Ø 4.8 x L ou vis IFP2 Ø 6.7 x L (SFS Intec)
Chevron (fixation horizontale des équerres métalliques)	Vis IW-F SF Ø 5.2 x L (SFS Intec)

**Fixations à la structure (pannes acier ou pannes bois, éléments porteurs en maçonnerie) : chevron utilisé comme dispositif de maintien de bas de pente (cf. § 12.33) – 14% ≥ pente > 5 %**

Élément de structure support d'ancrage	Fixations	Longueur maxi possible (mm)
Panne acier, aile supérieure d'épaisseur 3 mm	Vis FASTO 2033 A/Zn Ø 6.5 (LR Etanco)	300
Panne acier, aile supérieure d'épaisseur 4 mm	Vis SDT 14 Ø 5.5 (SFS)	280
Panne acier, aile supérieure d'épaisseur 5 mm	Vis FASTOVIS DF/2C Ø 5.5 (LR Etanco)	140
Panne acier, aile supérieure d'épaisseur 12 mm	Vis ZACROVIS/2C Ø 6.3 (LR Etanco)	200
Panne bois	Vis MULTIFAST TB TX IN A2 Ø 6.0 (LR Etanco)	250
Panne bois	Vis sarking TWIN UD Ø 7.0 (SFS)	400
Panne bois	Vis sarking Sarnafil TF 2003 Ø 6.0 (Sika)	450
Élément porteur en maçonnerie	Vis TI Ø 6.3 (SFS)	275
Élément porteur en maçonnerie	Vis BETOFAST TH 8 DF/3C Ø 6.6	350

**Tableaux 4 - Charges permanentes à prendre en compte dans le cas de la toiture à végétation extensive**

Les « Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées » (édition n° 2, novembre 2007) sont d'application.

Récapitulatif des charges permanentes à prendre en compte selon le système de végétalisation extensive :

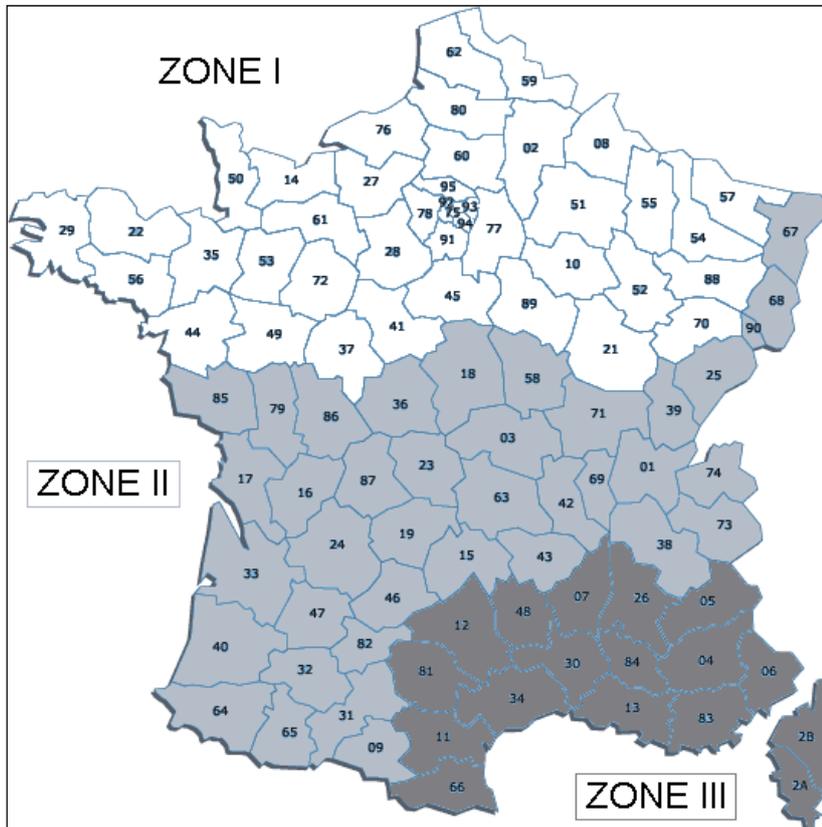
**Tableau 4.1 – Poids du système de végétalisation Sarnavert**

Matériaux		Poids minimum (à sec)	Poids maximal à Capacité Maximale en Eau (CME)
Couche drainante et filtrante	Couche de drainage et filtration Sarnadrain-20 (pente < 2 %)	1,11 kg/m <sup>2</sup>	6,0 kg/m <sup>2</sup>
	Feutre Aquadrain 550 (pente ≥ 2 %)	0,55 kg/m <sup>2</sup>	1,1 kg/m <sup>2</sup>
Substrat Sarnafil® (épaisseur de 90 mm)		66,60 kg/m <sup>2</sup>	117 kg/m <sup>2</sup>
Végétaux		-	cf. Règles Professionnelles 10 kg/m <sup>2</sup>
<b>Poids total dans le cas de pente &lt; 2 % (sur Sarnadrain-20)</b>		67,71 kg/m <sup>2</sup>	133,0 kg/m <sup>2</sup>
<b>Poids total dans le cas de pente ≥ 2 % (sur Aquadrain 550)</b>		67,15 kg/m <sup>2</sup>	128,1 kg/m <sup>2</sup>

**Tableau 4.2 – Poids du système de végétalisation Sarnapack**

Matériaux	Poids minimum (à sec)	Poids maximal à Capacité Maximale en Eau (CME)
Cassette pré-cultivée	64,9 kg/m <sup>2</sup>	98,0 kg/m <sup>2</sup>

*Carte de France des zones de pluviométrie homogène relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations (selon l'Atlas climatique de la construction du CSTB)*



**Tableau 5 – Conditionnement et destination des feuilles Sarnafil® T**

Feuilles	Domaine d'emploi	Épaisseur nominale (mm)	Largeur (m)	Longueur (m)	Surface (m <sup>2</sup> )	Poids du rouleau (kg) mentionné sur l'emballage du rouleau
Sarnafil® TG 66-15 F	Étanchéité des parties courantes sous végétalisation	1,5	1,00	20	20	30,60
	Étanchéité des zones stériles laissées apparentes (largeur limitée à 40 cm)		2,00	20	40	61,20
	Étanchéité des relevés en pose libre avec ligne de fixation intermédiaire					
Sarnafil® TG 66-15	Étanchéité des relevés collés en plein ou en pose libre avec ligne de fixation intermédiaire	1,5	2,00	20	40	59,20
Sarnafil® TS 77 -15	Étanchéité des relevés en pose libre avec ligne de fixation intermédiaire	1,5	1,00	20	20	36,00
Sarnafil® TS 77 -15 E	Étanchéité des zones stériles laissées apparentes de largeur supérieure à 40 cm (pose avec fixations mécaniques)	1,5	1,00	20	20	36,00
	Étanchéité des parties courantes sous végétalisation (lorsque leur emploi en TTV est visé favorablement dans le DTA Sarnafil® TS 77 fixé mécaniquement)					
Sarnafil® TG 66-15 D	Pontage des joints de dilatation et des points singuliers, angles...	1,5	0,50	20	10	14,30

Note : Les relevés sont toujours fixés mécaniquement en tête (cf. § 8.3).

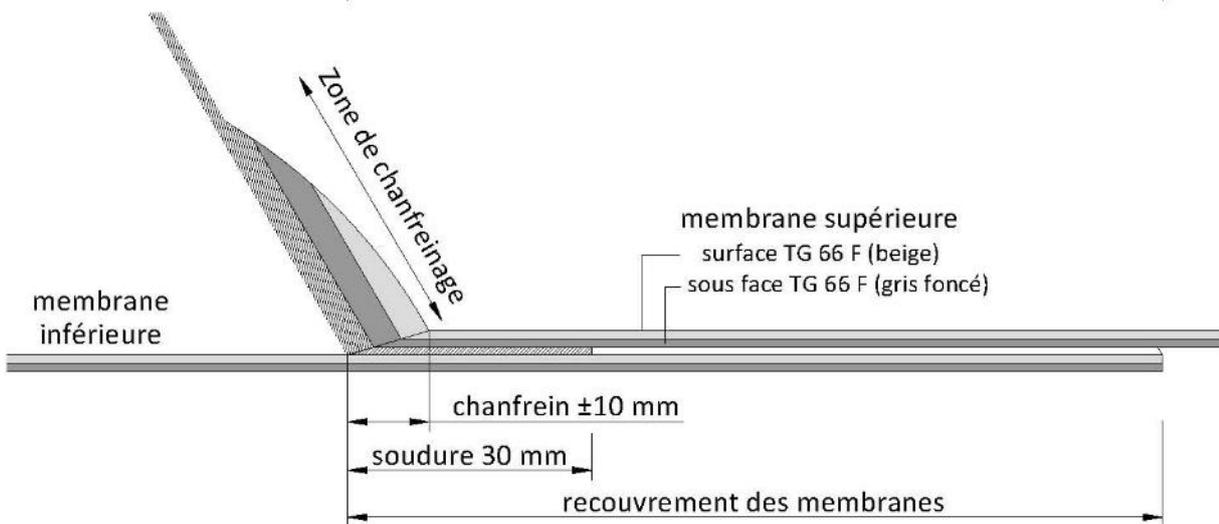
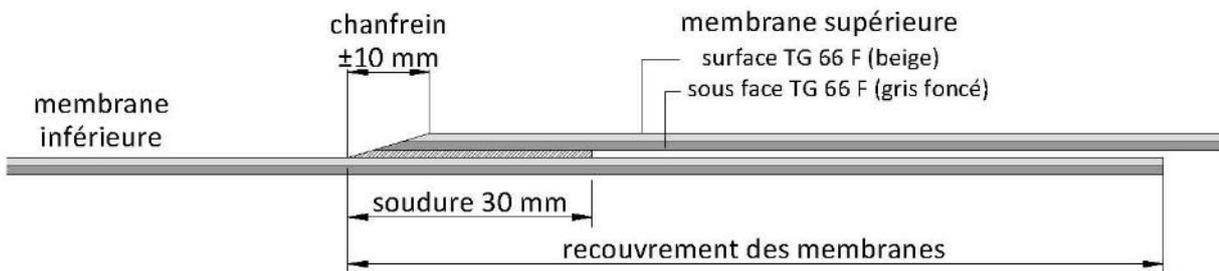
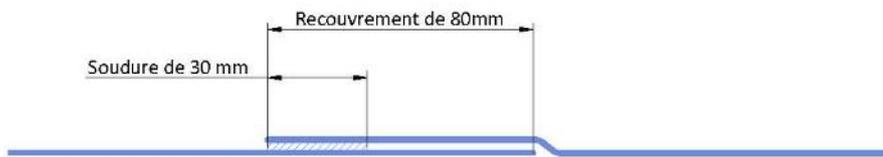
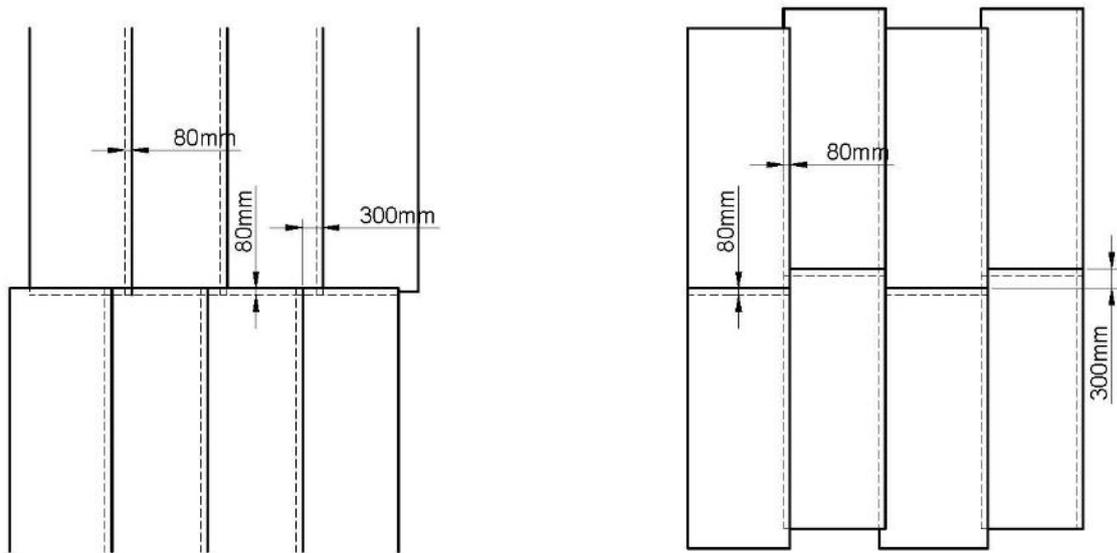


Figure 19 - Dispositions des jonctions entre lés et principe de chanfreinage

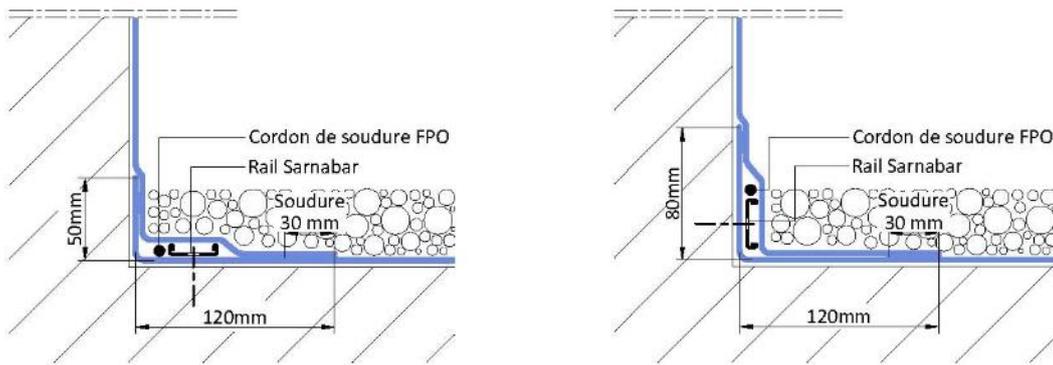
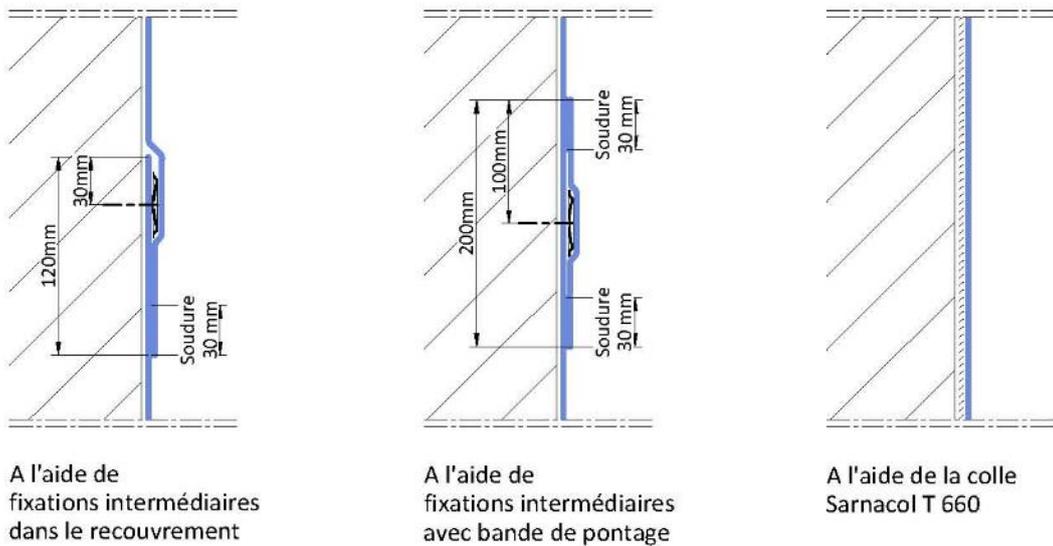


Figure 20 – Fixation en pied de relevé par profilé métallique (rail Sarnabar) et cordon de soudure FPO



A l'aide de fixations intermédiaires dans le recouvrement

A l'aide de fixations intermédiaires avec bande de pontage

A l'aide de la colle Sarnacol T 660

Figure 21 – Traitement des relevés d'étanchéité de hauteur > 800 mm

## Figures spécifiques aux zones végétalisées

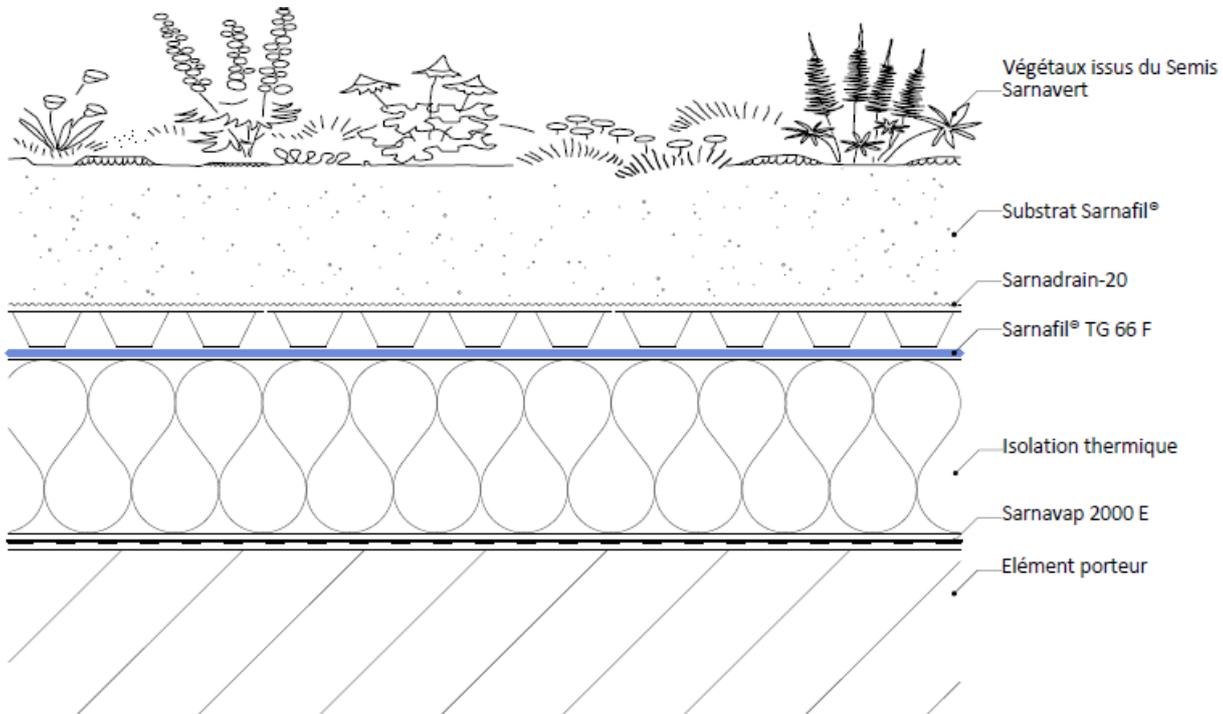


Figure 22 – Système de végétalisation Sarnavert (pente < 2 %) – Travaux neufs sur maçonnerie avec parement « à l'état lissé »

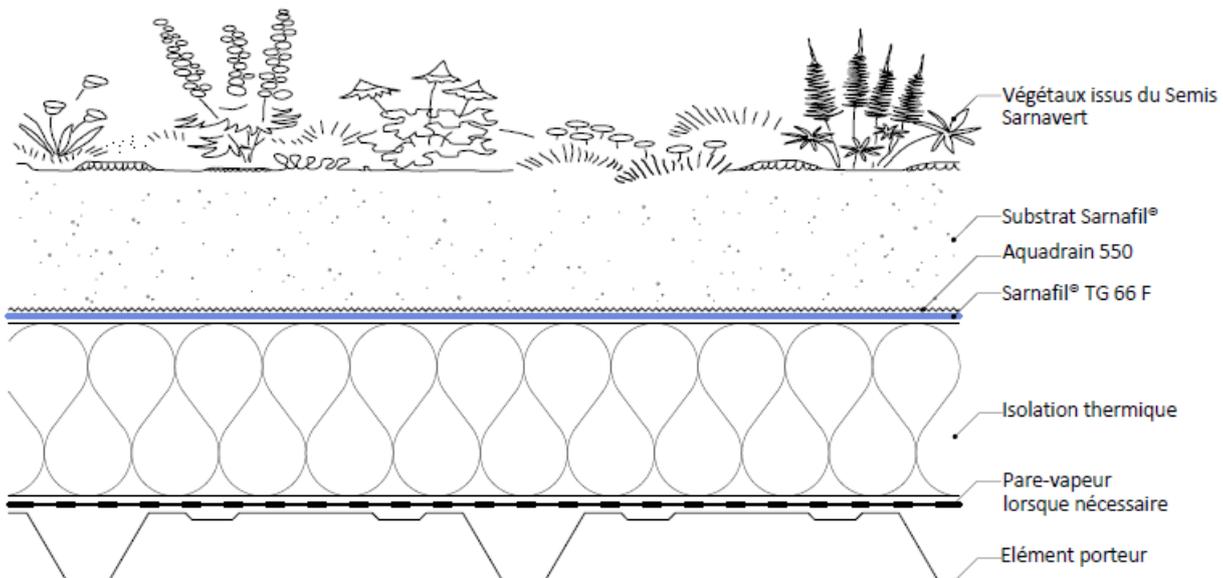


Figure 23 – Système de végétalisation Sarnavert – Travaux neufs sur tôles d'acier nervuré

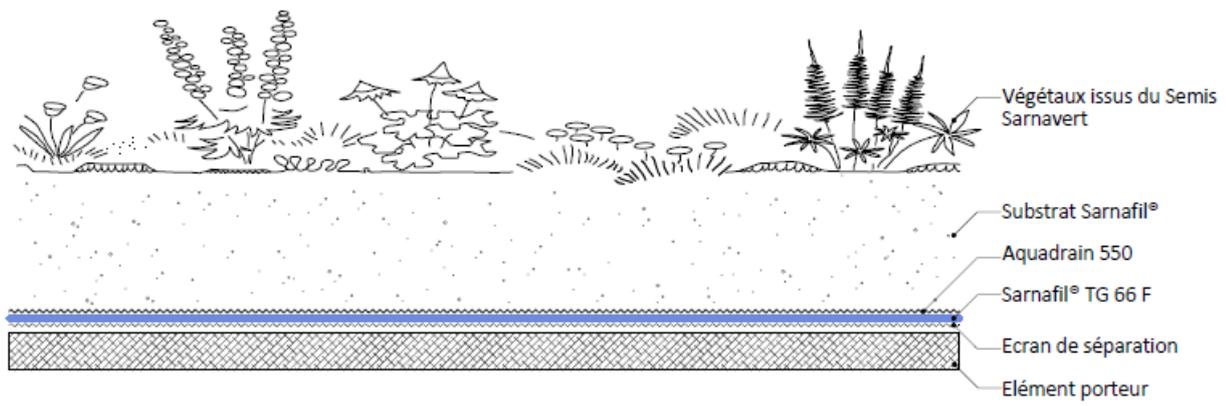


Figure 24 – Système de végétalisation Sarnavert – Travaux neufs sur bois et panneaux à base de bois

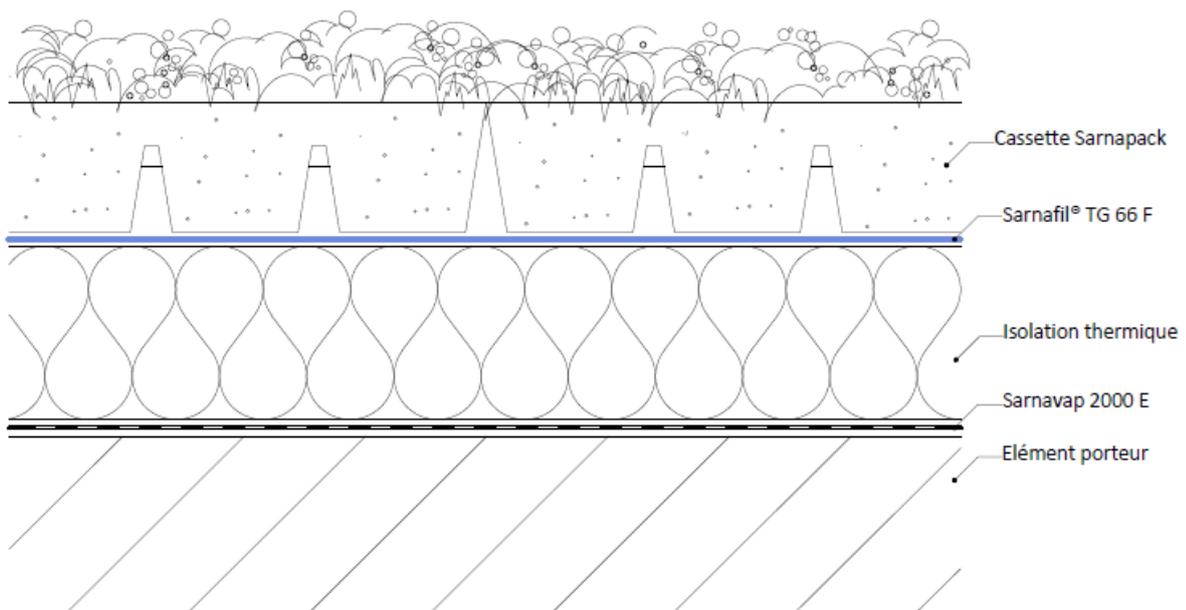
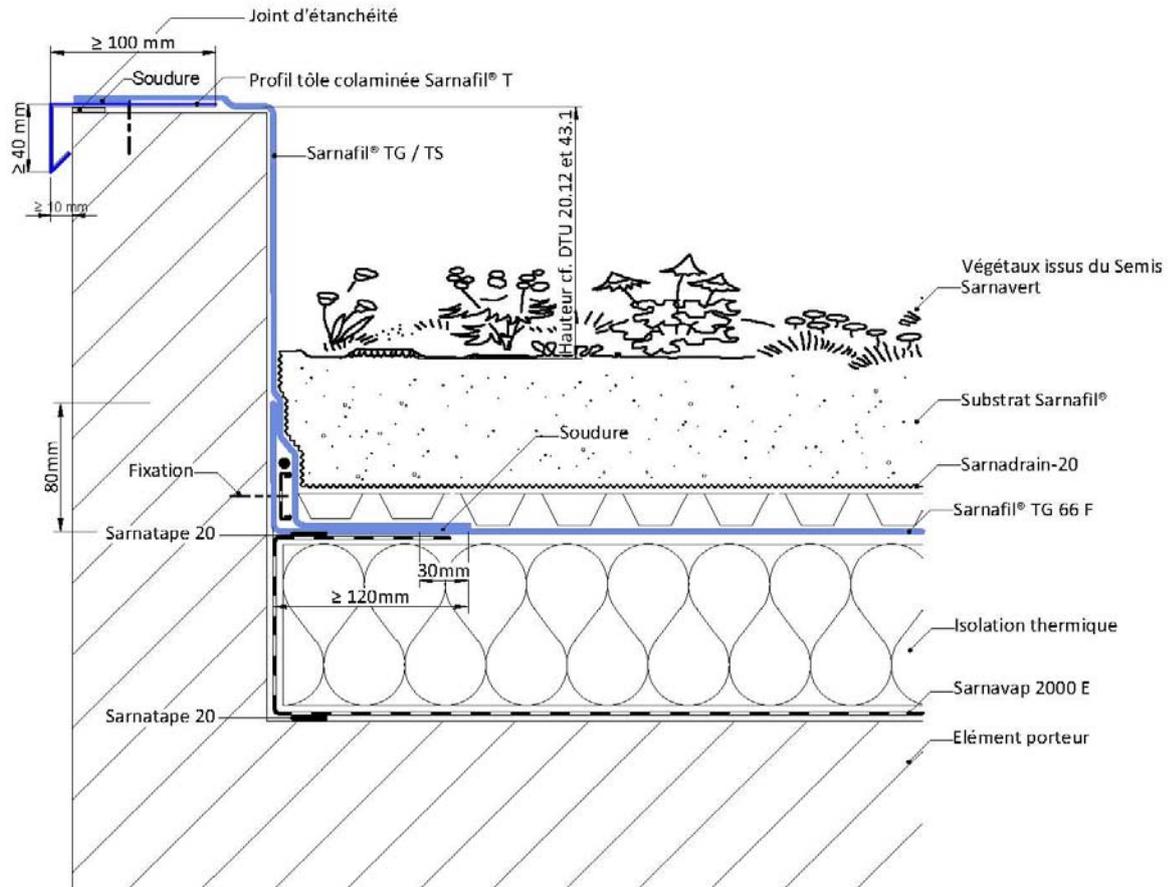
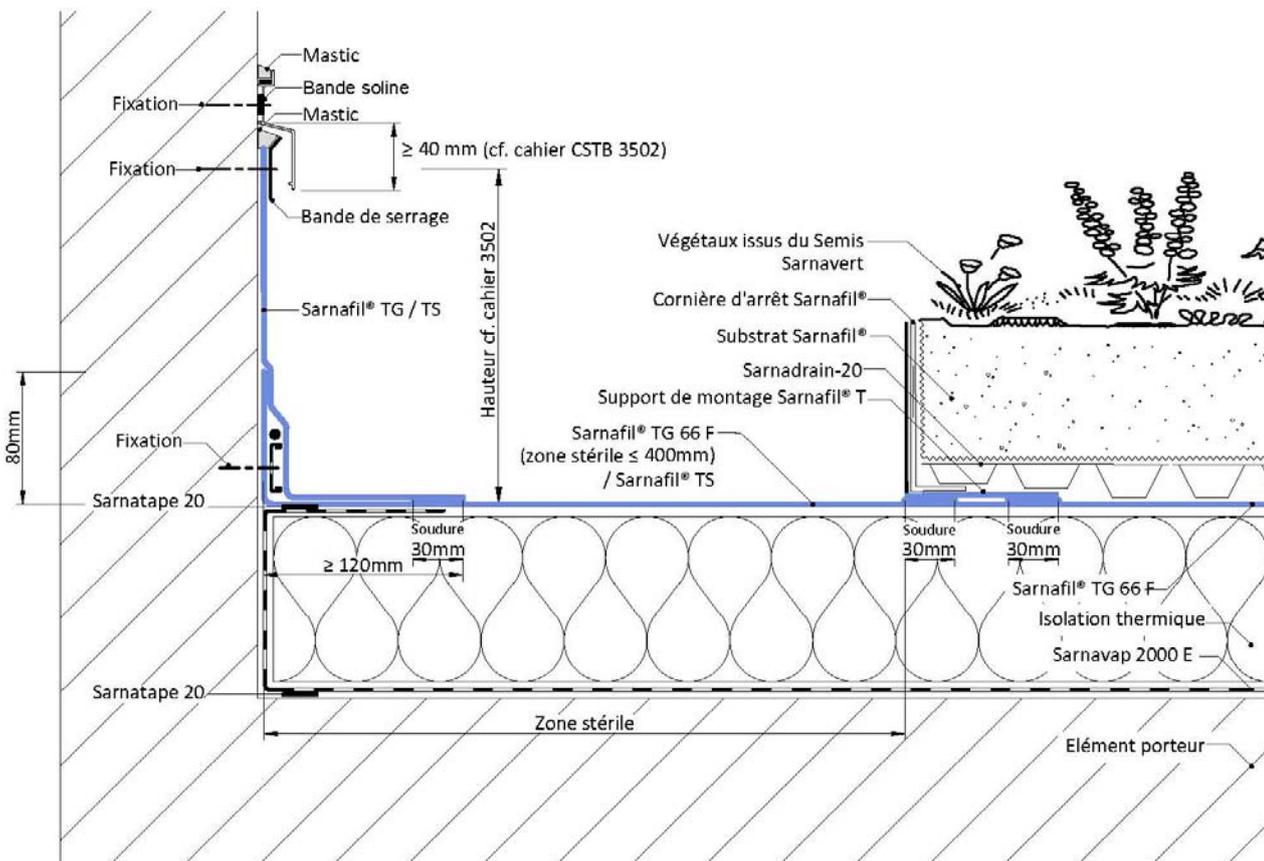


Figure 25 – Système de végétalisation Sarnapack (végétalisation par cassette pré-cultivée)  
Travaux neufs sur maçonnerie avec parement « à l'état lissé »

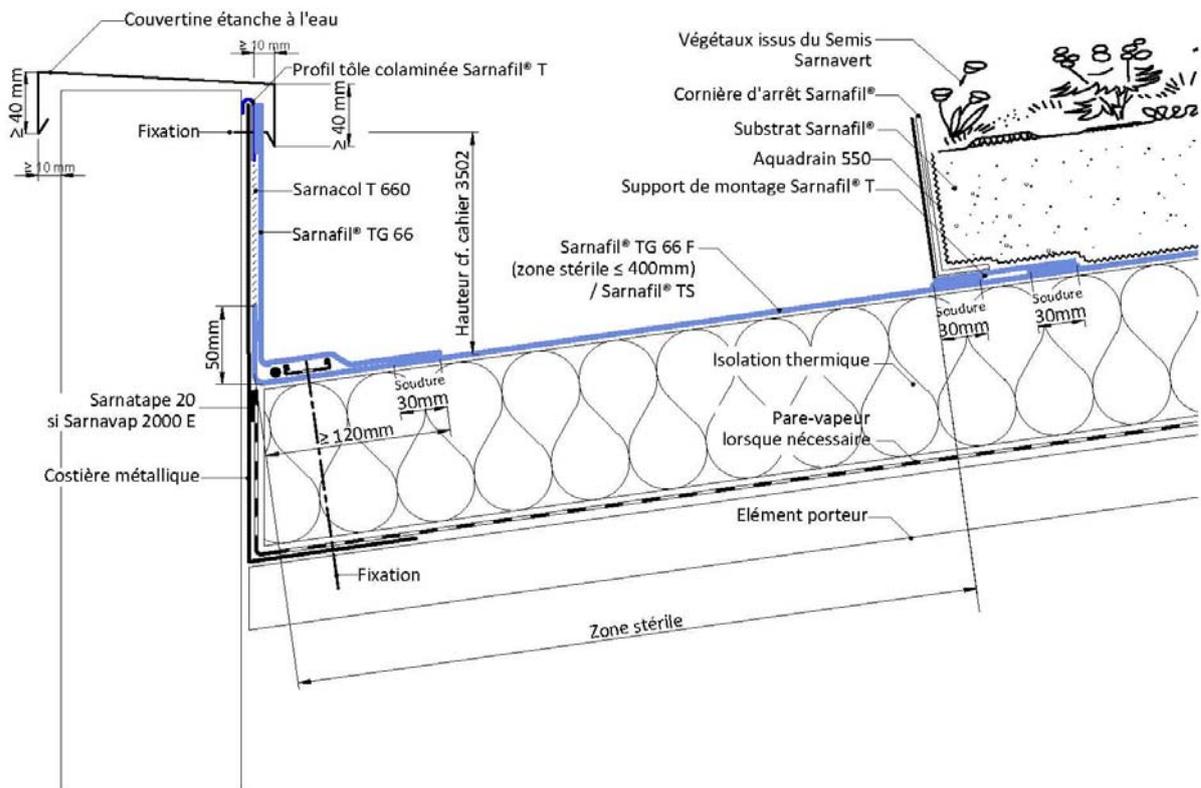


**Figure 26 – Relevé d'étanchéité avec profil de rive en tôle colaminée Sarnafil® T  
Travaux neufs maçonnerie avec parement « à l'état lissé » - Sans zone stérile**



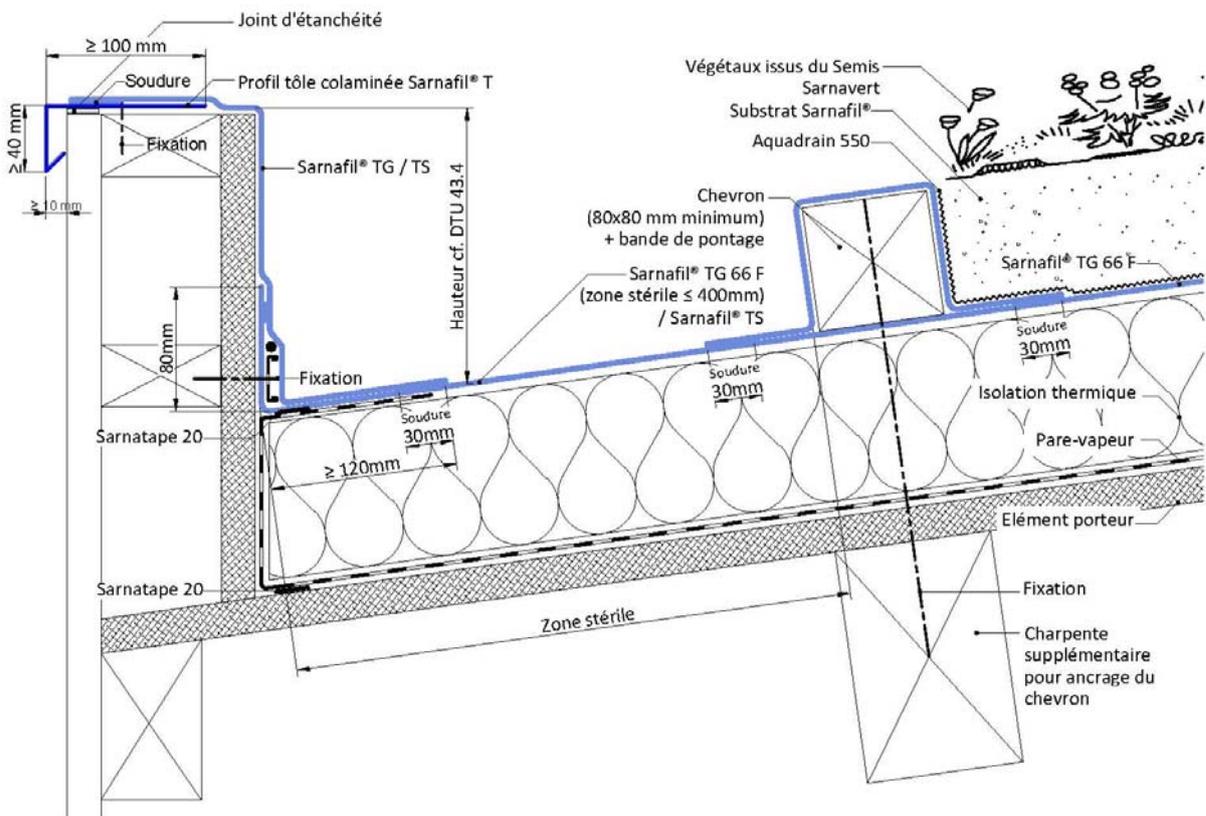
**Figure 27 – Système de végétalisation Sarnavert – Avec zone stérile apparente ≤ 400 mm  
Relevé d'étanchéité avec bande de serrage sous bande soline Travaux neufs maçonnerie avec parement « à l'état lissé »**

**Sarnafil TG 66F ne peut être apparent que si la largeur de la zone stérile est inférieure ou égale à 400 mm. Sinon prévoir une protection lourde (cf. § 12.1)**



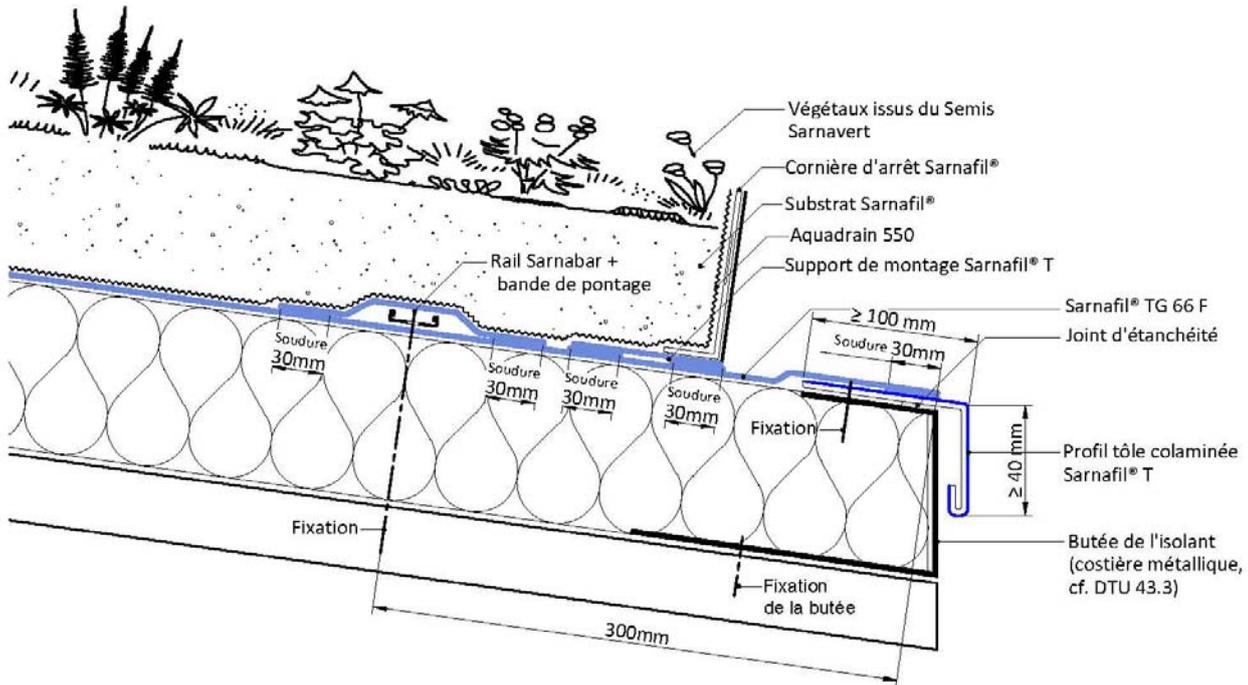
**Figure 28 – Système de végétalisation Sarnavert – Dispositif de maintien en bas de pente (5 % ≥ pente) Zone stérile apparente Relevé d'étanchéité sous couvertine – Travaux neufs sur tôles d'acier nervurées**

**Sarnafil TG 66F ne peut être apparent que si la largeur de la zone stérile est inférieure ou égale à 400 mm. Sinon prévoir une protection lourde (cf. § 12.1)**

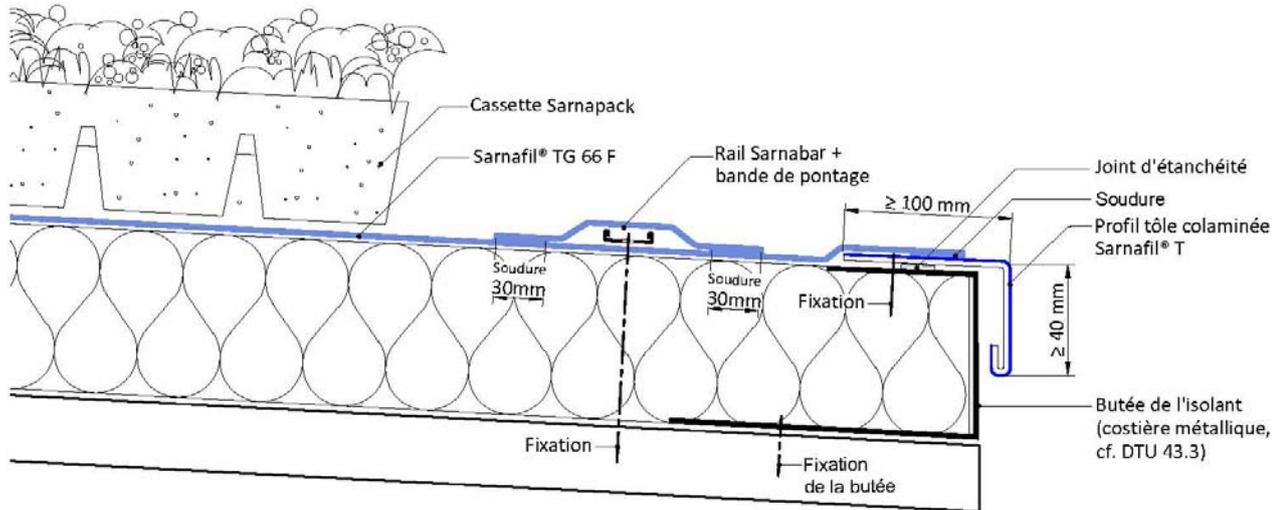


**Figure 29 – Système de végétalisation Sarnavert – Dispositif de maintien en bas de pente (5 % < pente ≤ 14 %) Zone stérile apparente - Relevé d'étanchéité avec profil de rive en tôle colaminée Sarnafil® T Travaux neufs sur bois et panneaux à base de bois**

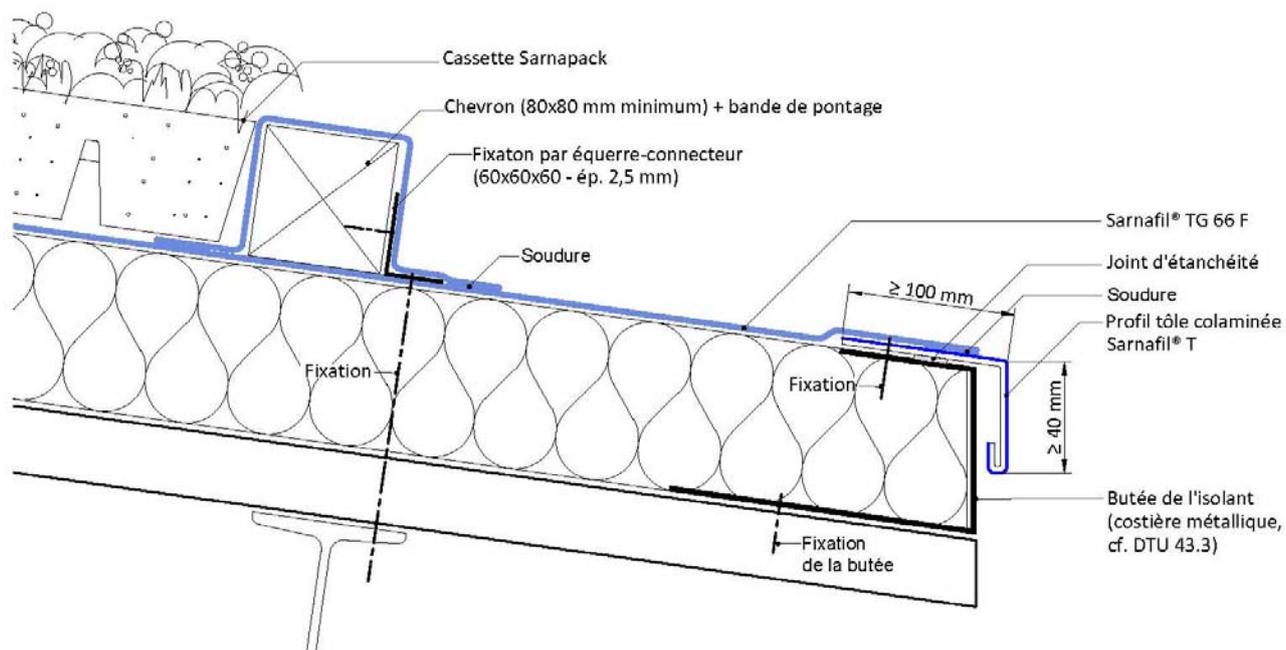
**Sarnafil TG 66F ne peut être apparent que si la largeur de la zone stérile est inférieure ou égale à 400 mm. Sinon prévoir une protection lourde (cf. § 12.1)**



**Figure 30 – Système de végétalisation Sarnavert – Dispositif de maintien en bas de pente (5 %  $\geq$  pente)  
Sans zone stérile - Rive en retombée - Travaux neufs sur tôle d'acier nervurée**



**Figure 31 – Système de végétalisation Sarnapack – Pente  $\leq$  5 %)  
Sans zone stérile – Rive en retombée - Travaux neufs sur tôle d'acier nervurée**



**Figure 32 – Système de végétalisation Sarnapack – 5 % < pente ≤ 14 %  
 Sans zone stérile – Rive en retombée - Travaux neufs sur tôle d'acier nervurée**

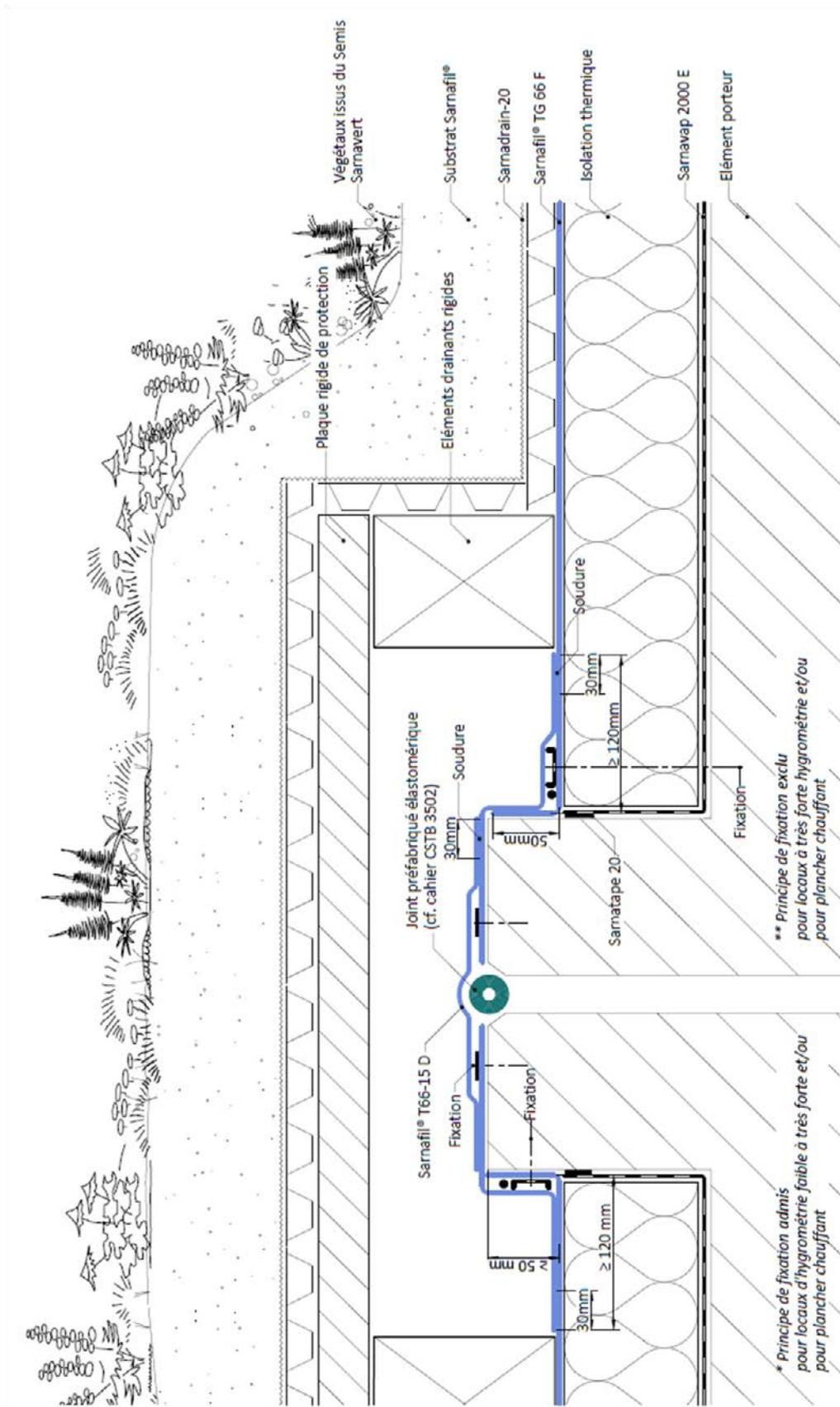


Figure 33 – Système de végétalisation Sarnavert – Joint de dilatation recouvert de végétalisation Travaux neufs sur maçonnerie avec parement « à l'état lissé »

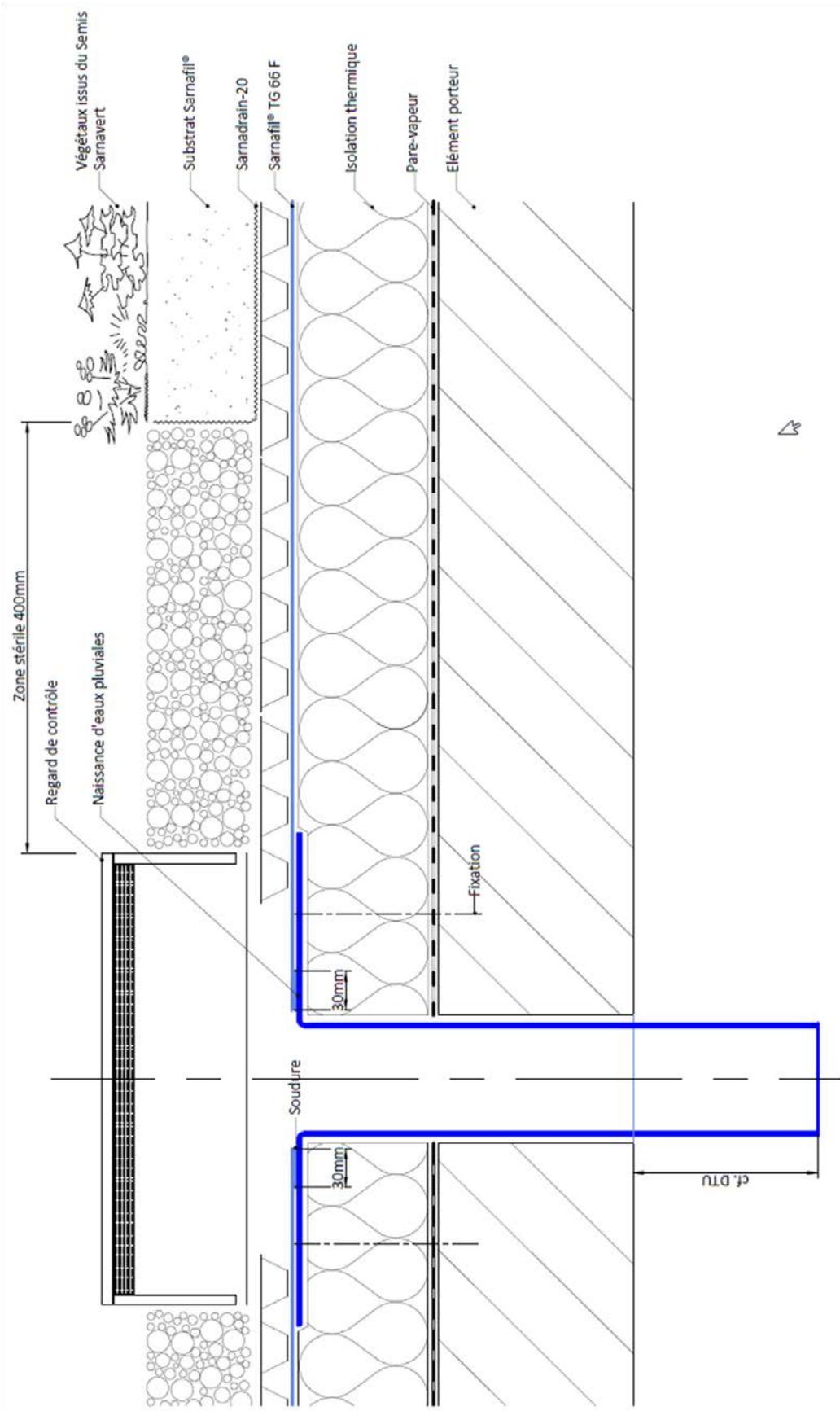
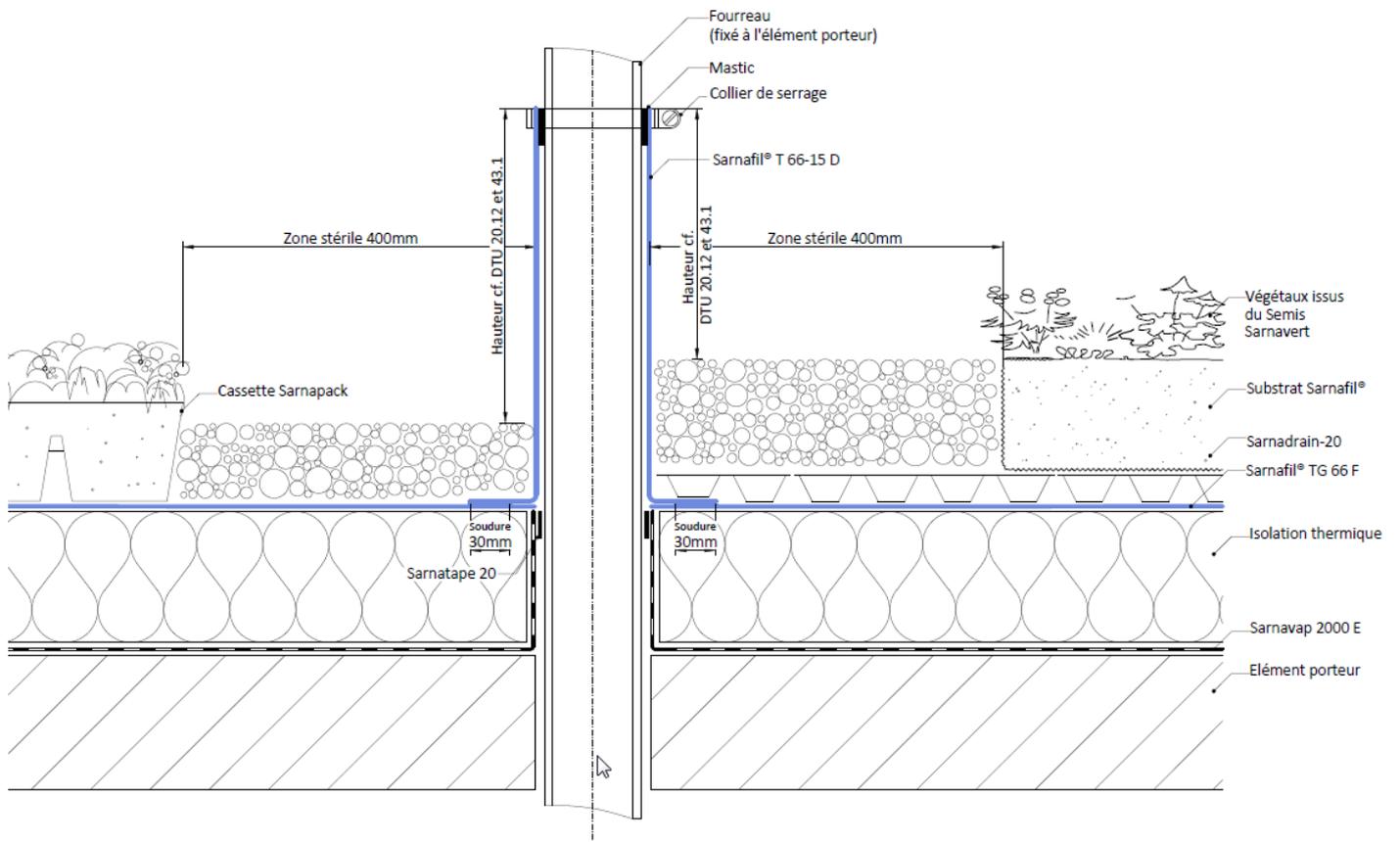
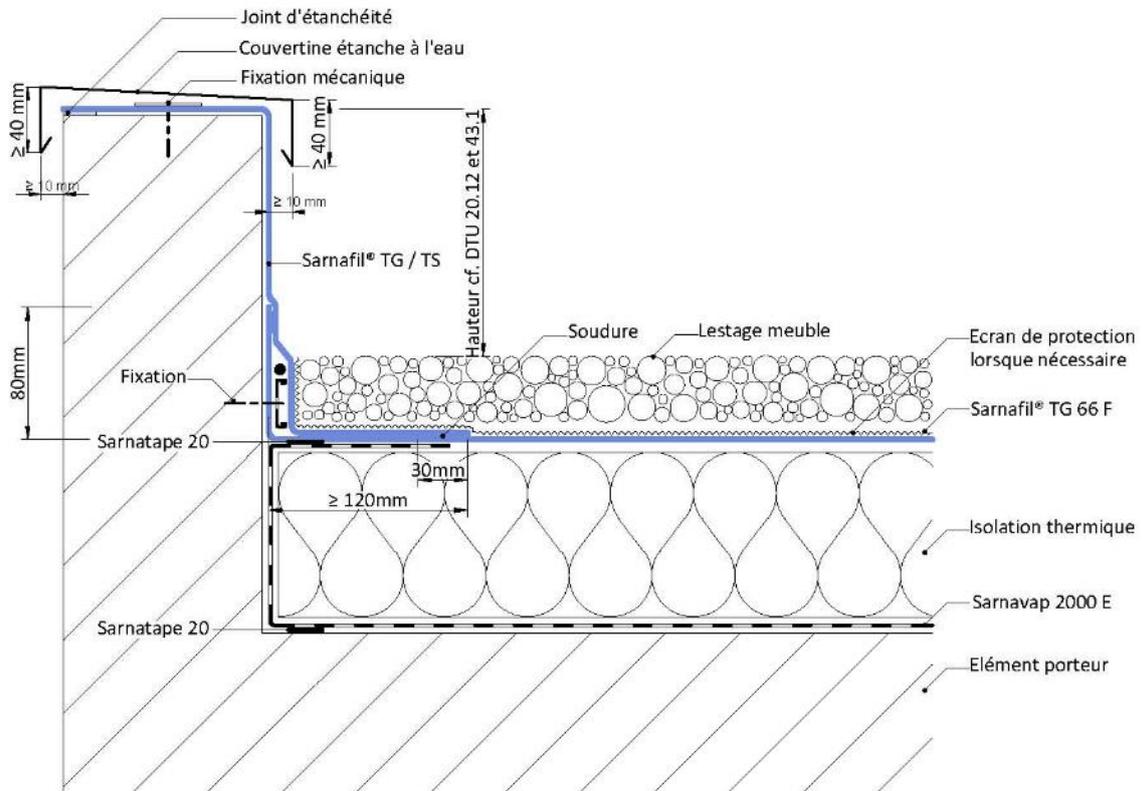


Figure 34 – Système de végétalisation Sarnavert – Entrée d’eaux pluviales avec moignon cylindrique et regard de contrôle  
Travaux neufs sur maçonnerie avec parement « à l’état lissé »

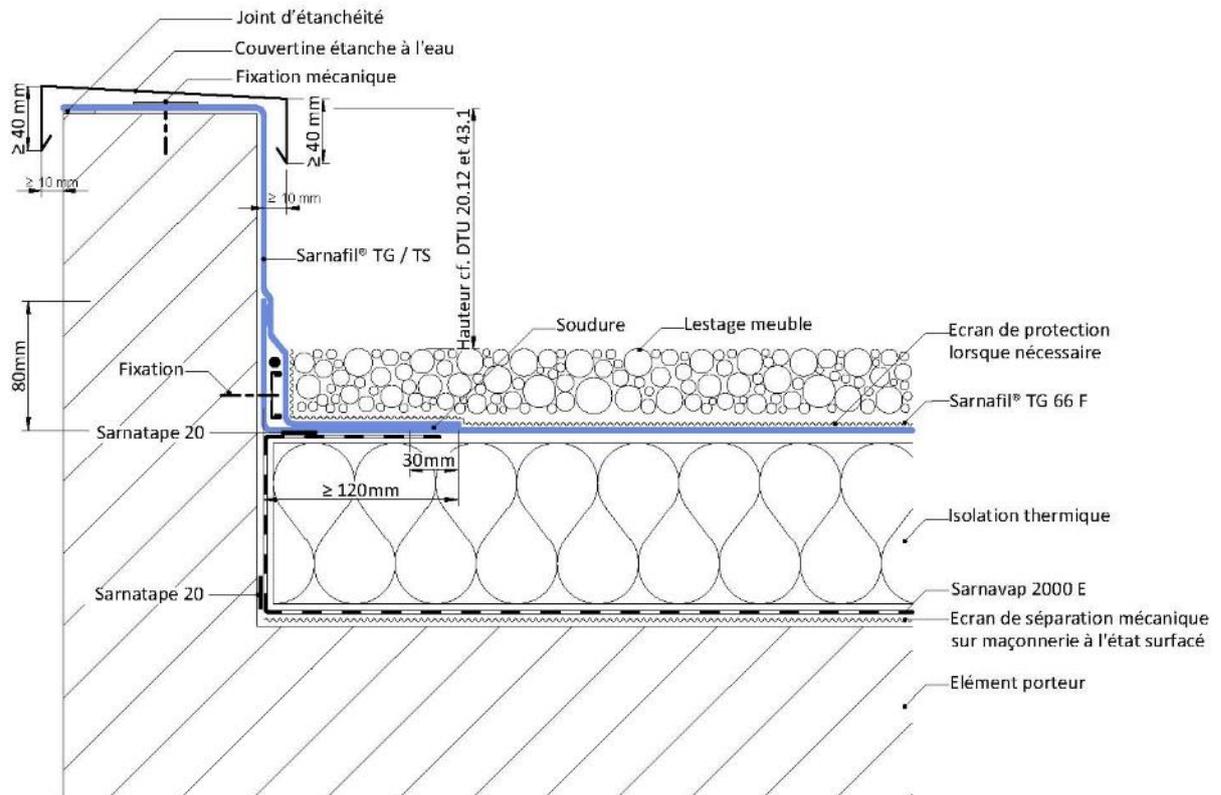


**Figure 35 – Systèmes de végétalisation Sarnapack et Sarnavert – Traversée de toiture  
Travaux neufs sur maçonnerie avec parement « à l'état lissé »**

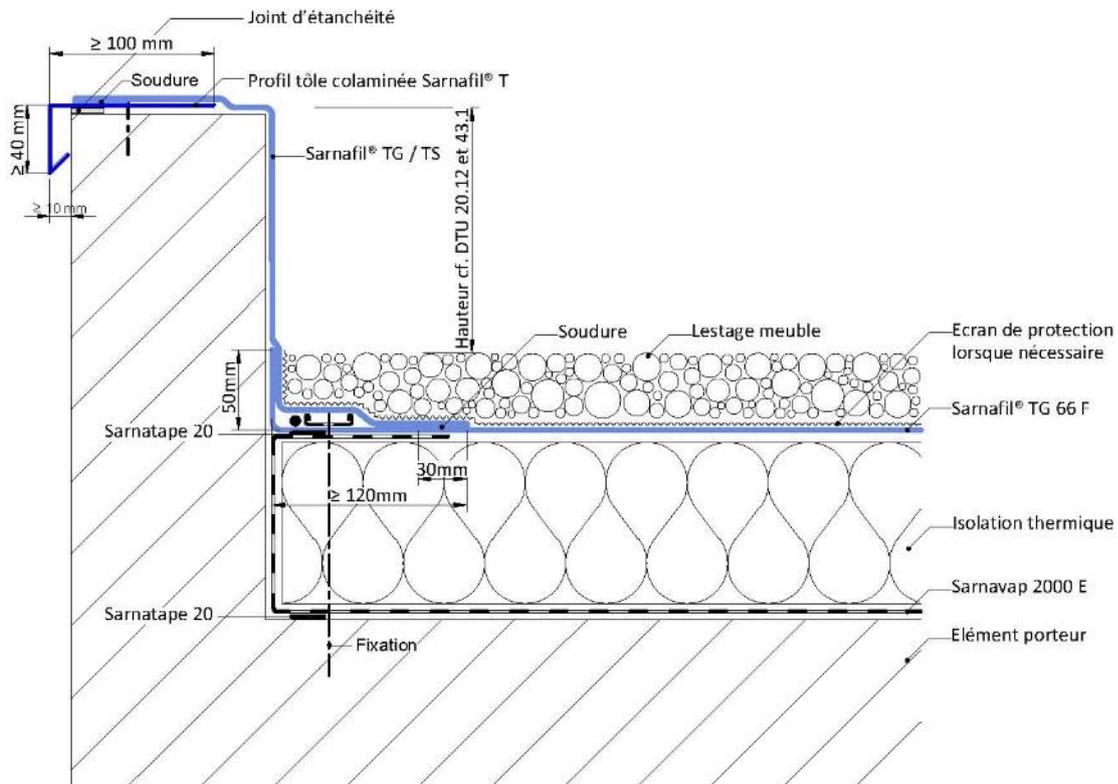
**Figures communes avec le DTA Sarnafil® TG 66 F indépendant**



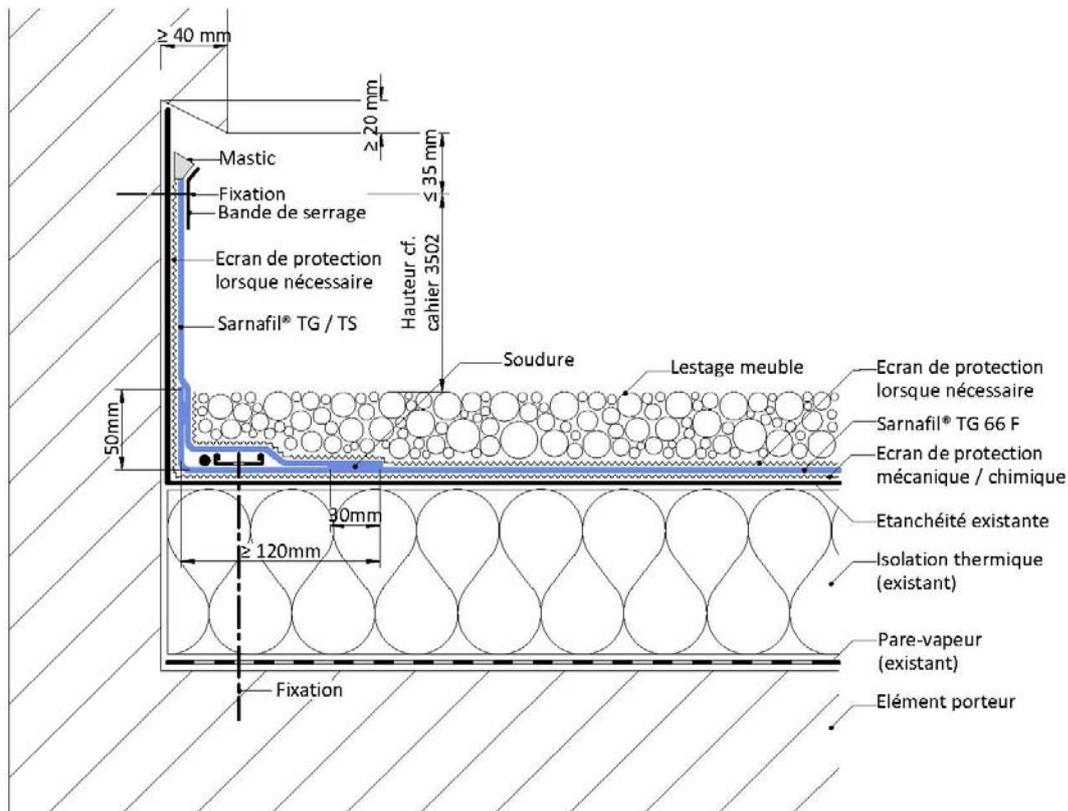
**Figure 36 – Relevé d'étanchéité avec couvertine**  
Travaux neufs sur maçonnerie avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21



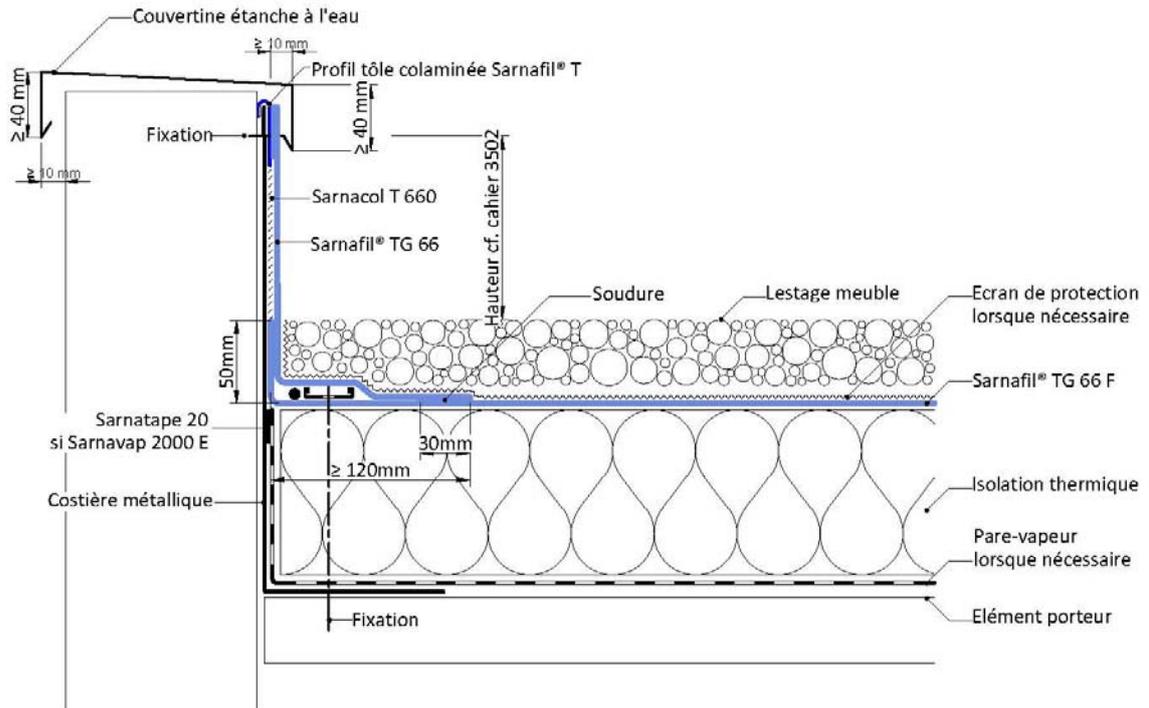
**Figure 37 – Relevé d'étanchéité avec couvertine**  
Travaux neufs sur maçonnerie avec état de surface « surfagé » au sens du DTU 21



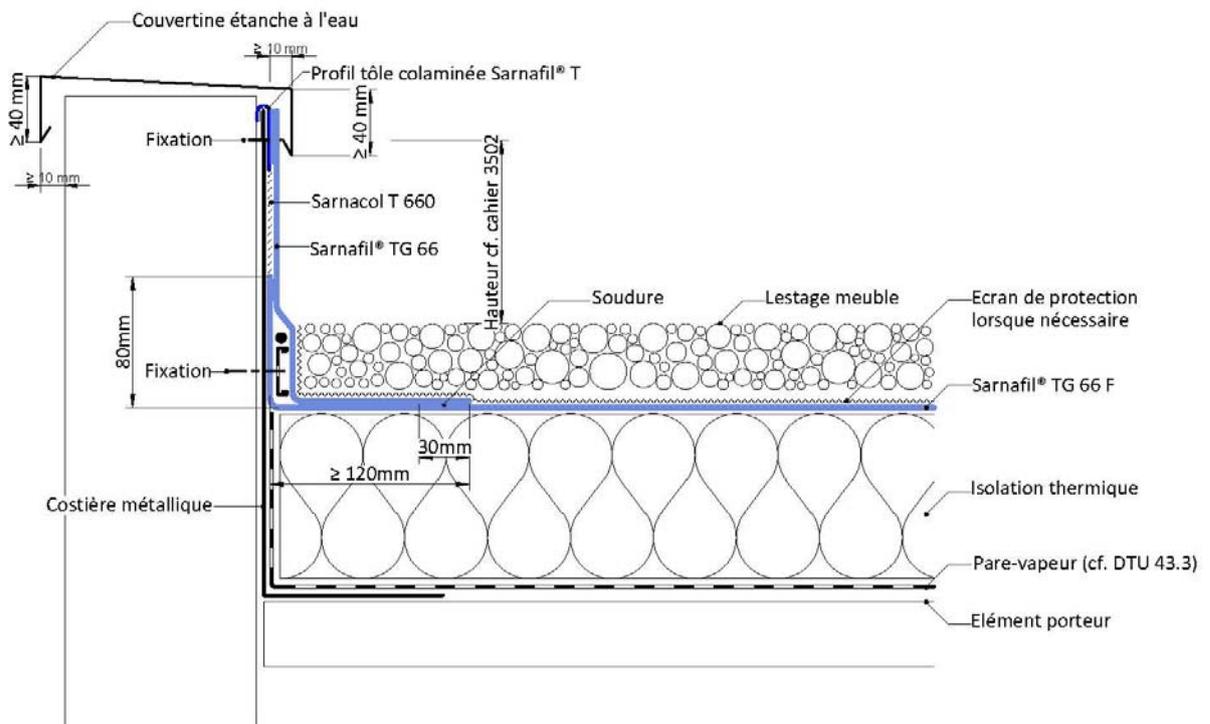
**Figure 38 – Relevé d'étanchéité avec profil de rive en tôle colaminée Sarnafil® T**  
*Travaux neufs sur maçonnerie*  
*Élément porteur avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21*



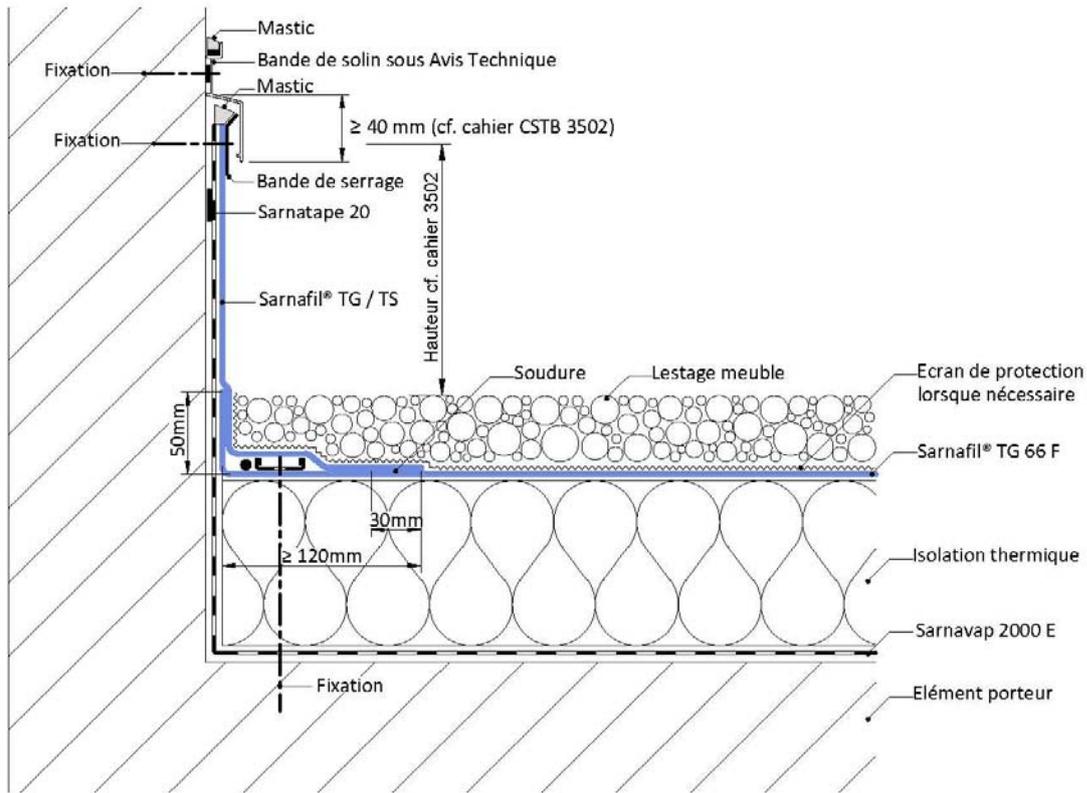
**Figure 39 – Relevé d'étanchéité sous engravure – Travaux de réfection sur maçonnerie**



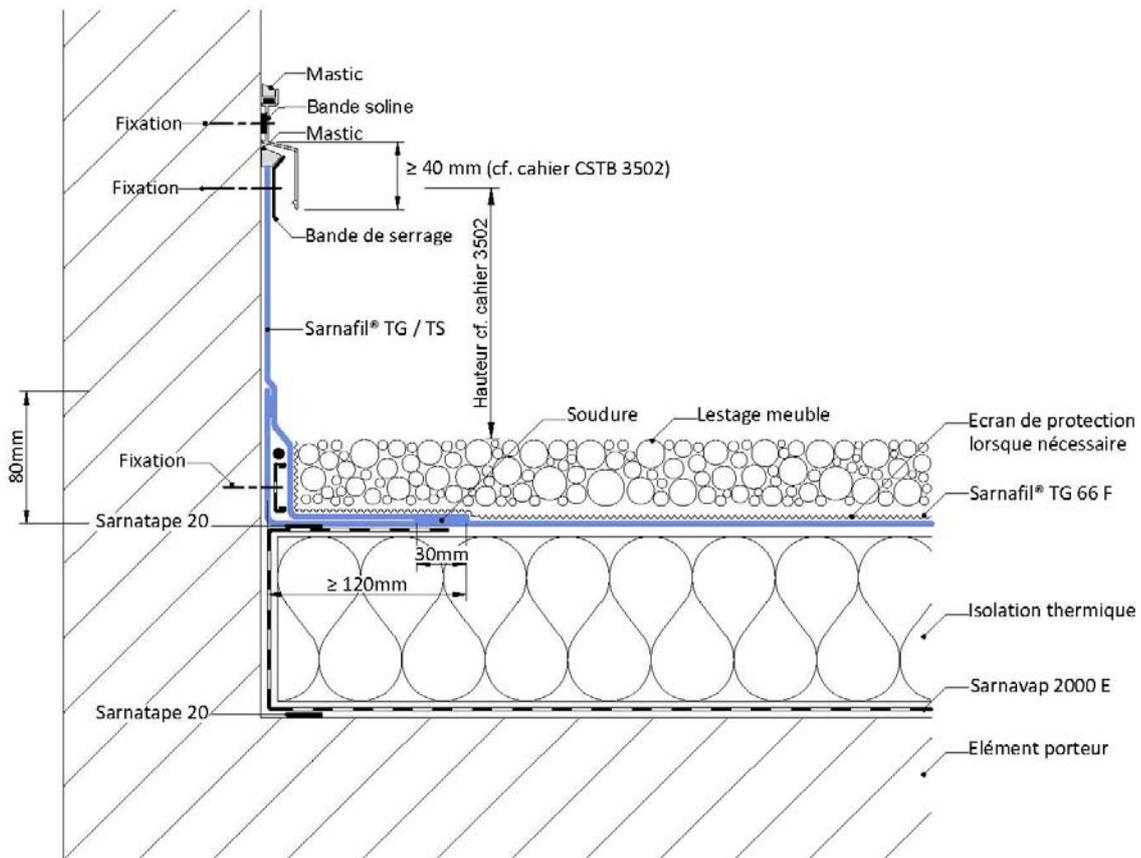
**Figure 40 – Relevé d'étanchéité sous couvertine**  
**Travaux neufs sur tôle d'acier nervurée – Locaux à faible, moyenne et forte hygrométrie**



**Figure 41 – Relevé d'étanchéité sous couvertine**  
**Travaux neufs sur tôle d'acier nervurée – Locaux à très forte hygrométrie**



**Figure 42 – Relevé d'étanchéité avec bande de serrage sous bande soline**  
*Travaux neufs sur maçonnerie - Élément porteur avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21*



**Figure 43 – Relevé d'étanchéité avec bande de serrage sous bande soline**  
*Travaux neufs sur maçonnerie (variante) - Élément porteur avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21*

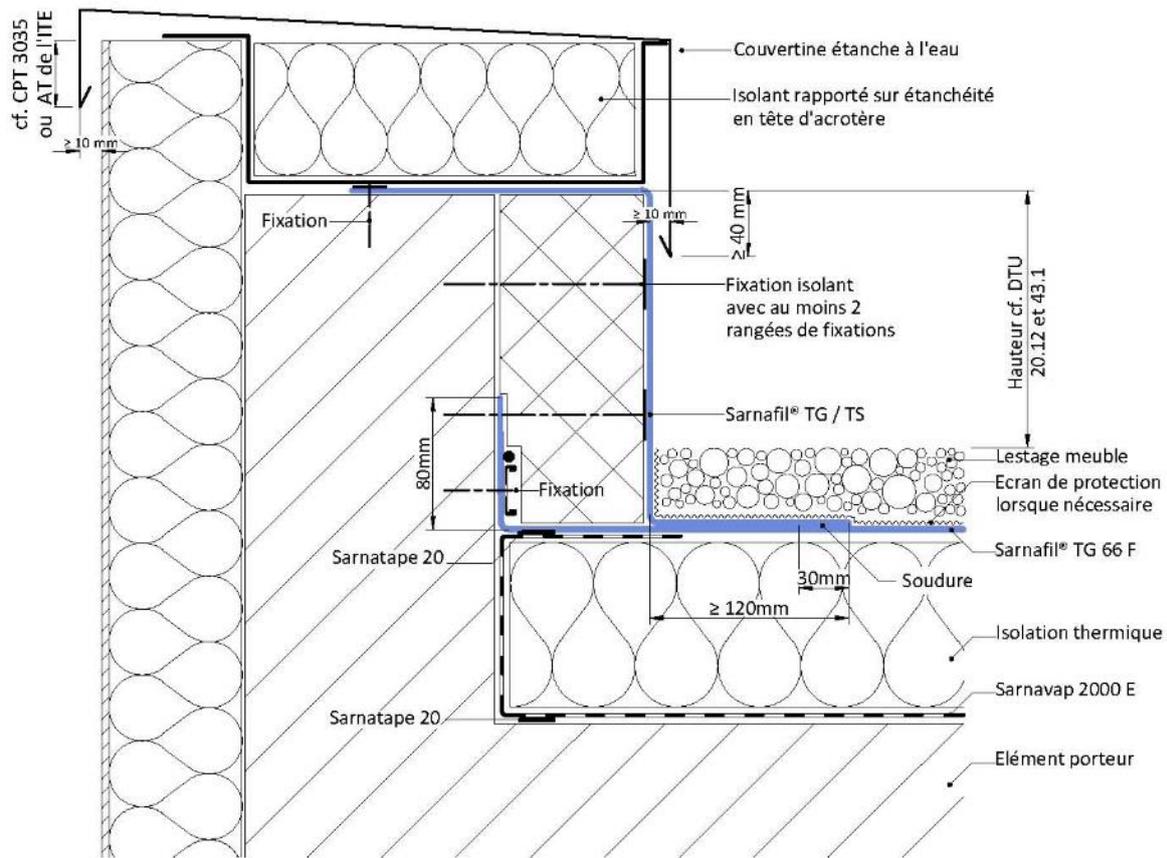


Figure 44 – Relevé d'étanchéité isolé sous couvertine (cf. Cahier du CSTB 3741 – décembre 2013)  
Travaux neufs sur maçonnerie - Élément porteur avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21

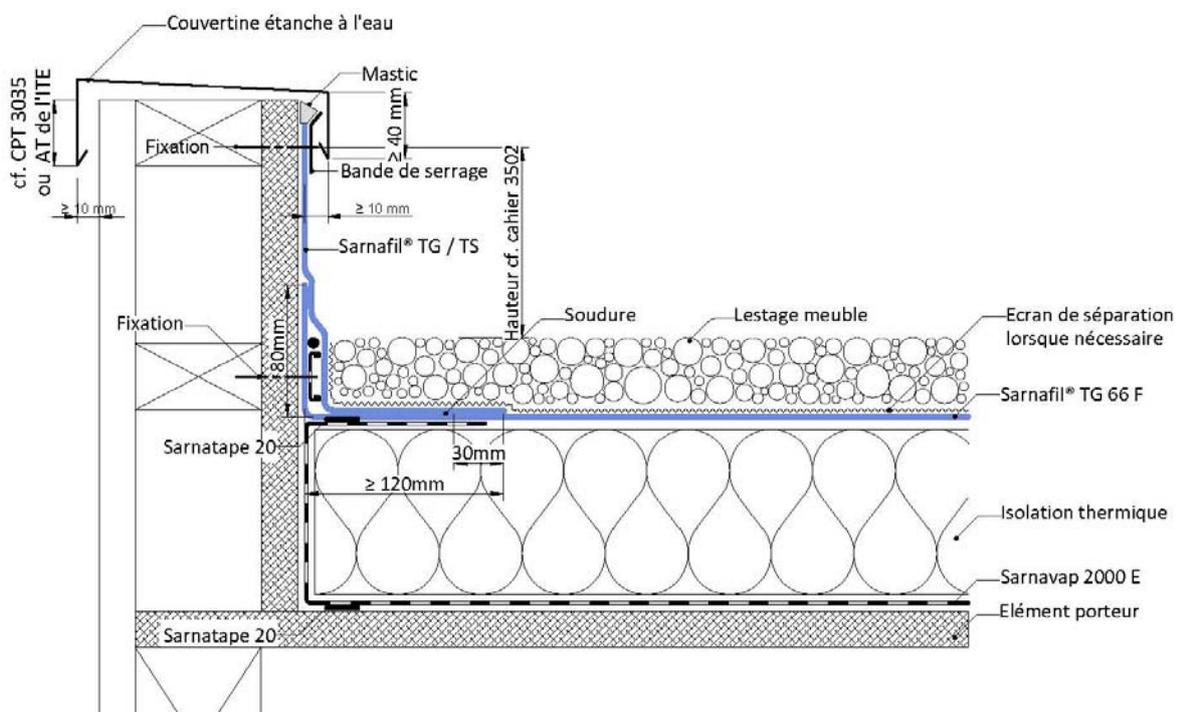


Figure 45 – Relevé d'étanchéité sous couvertine  
Travaux neufs sur bois et panneaux à base de bois

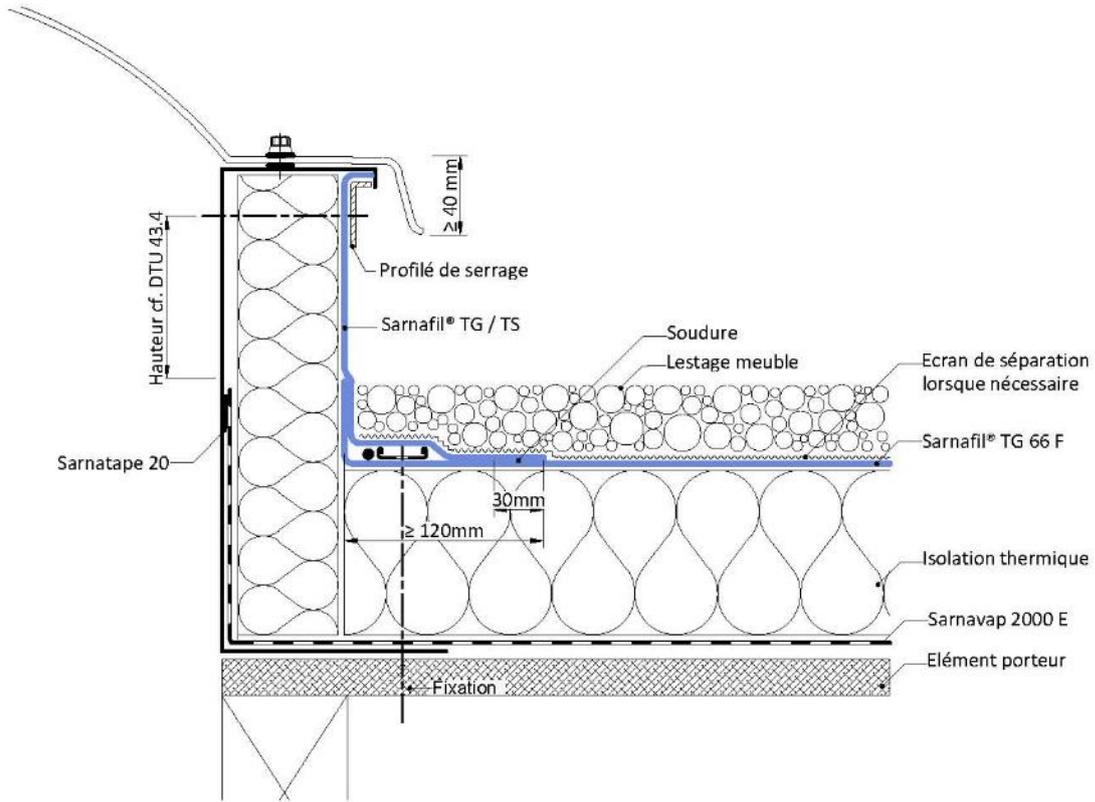


Figure 46 – Relevé d'étanchéité isolé sur costière de lanterneau  
Travaux neufs sur bois et panneaux à base de bois

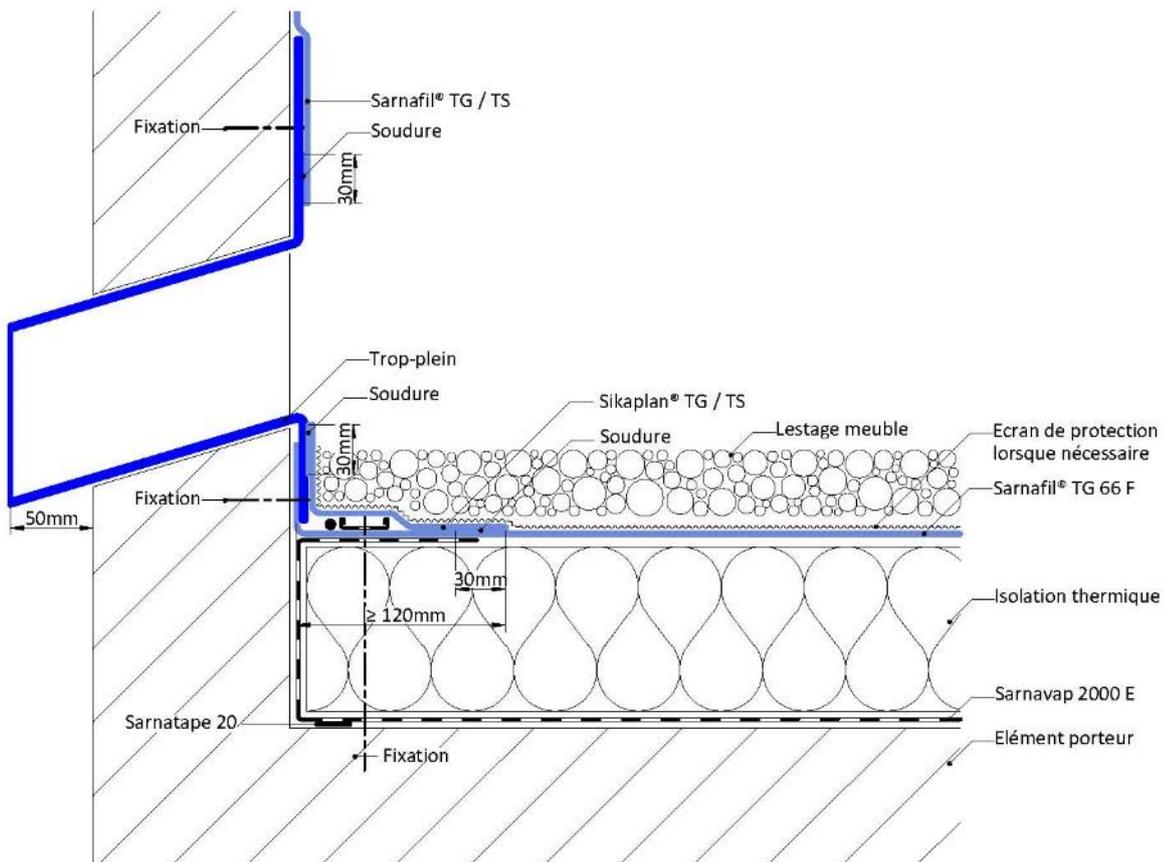


Figure 47 – Trop-plein - Élément porteur avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21

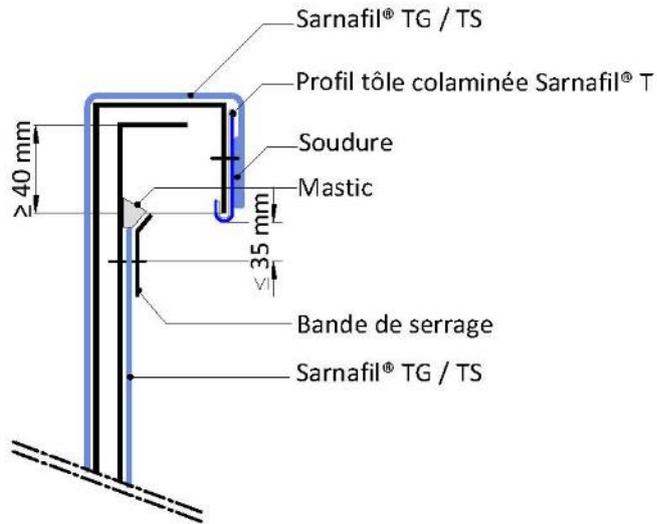


Figure 48 – Joint de dilatation par double costière sur tôles d'acier nervurées

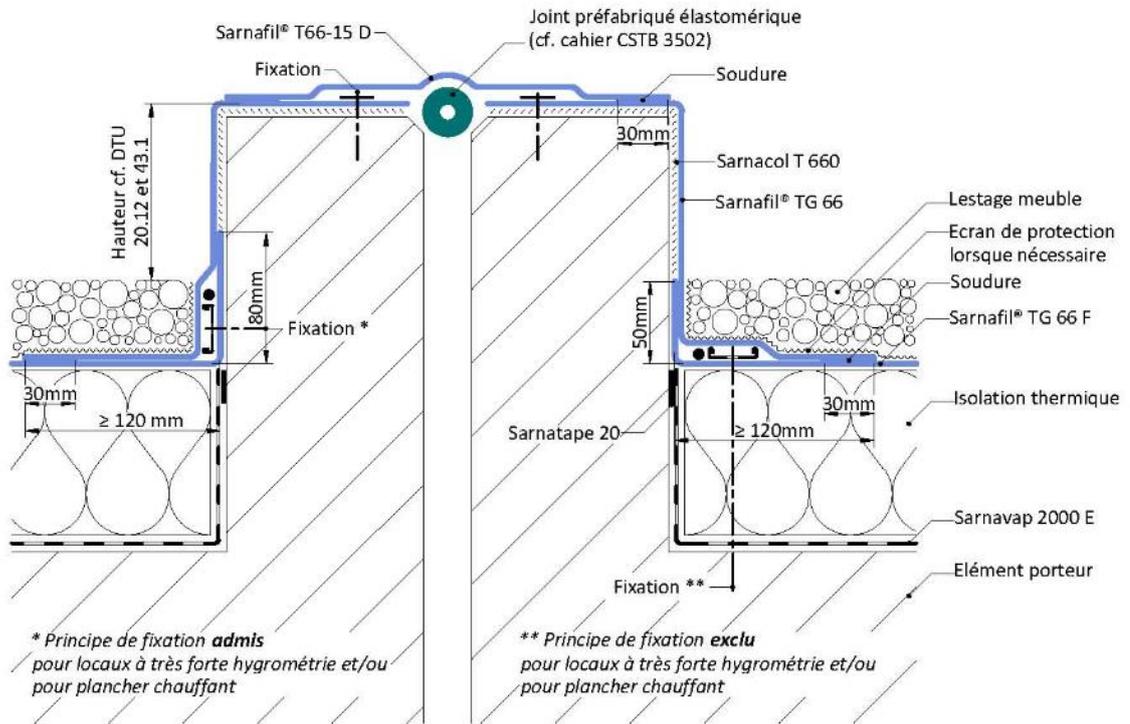


Figure 49 - Joint de dilatation hors zone végétalisée  
Élément porteur en maçonnerie avec état de surface « lissé » au sens du DTU 21

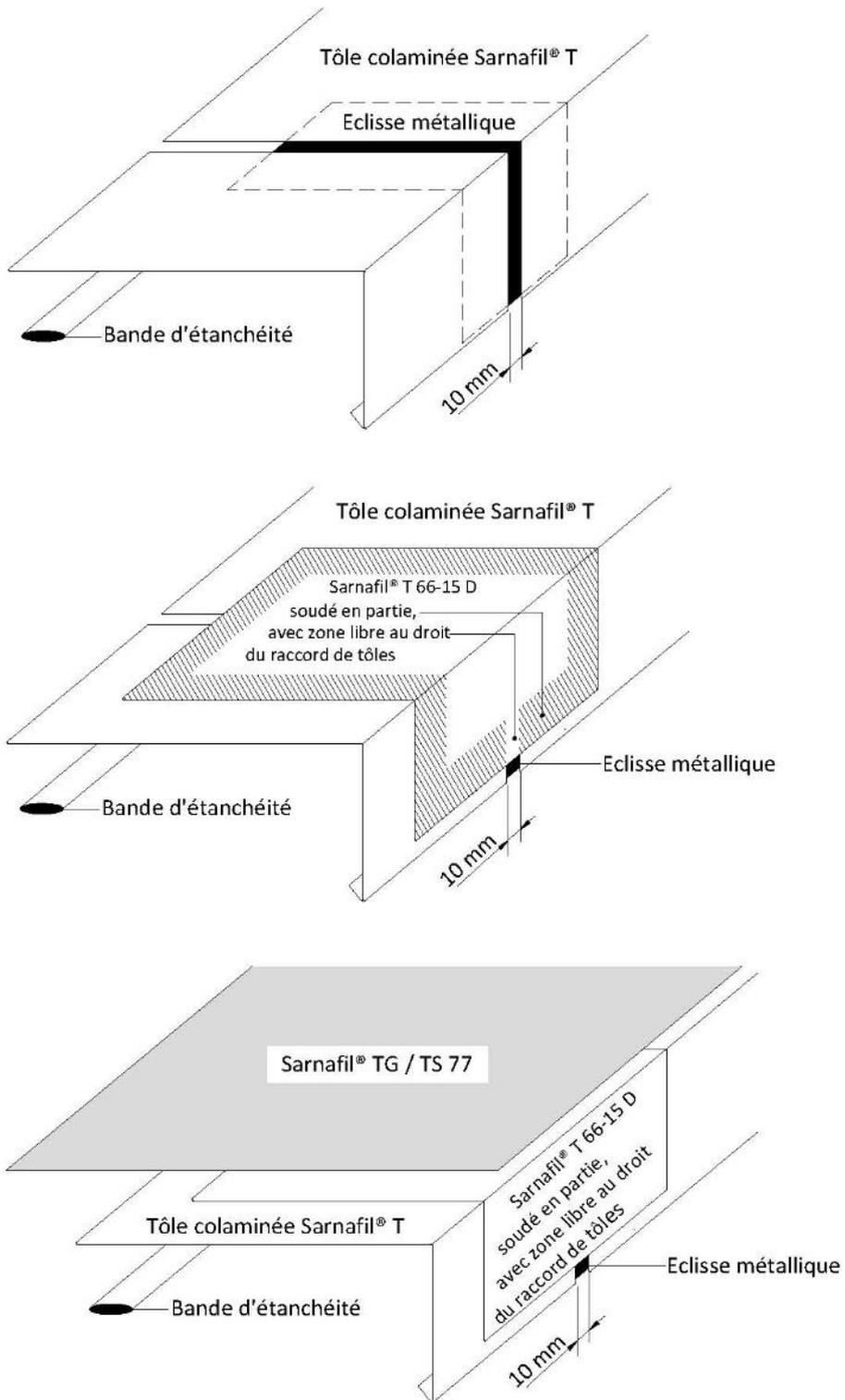
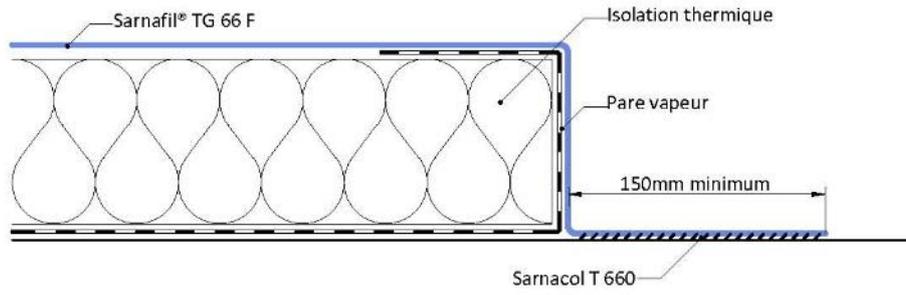
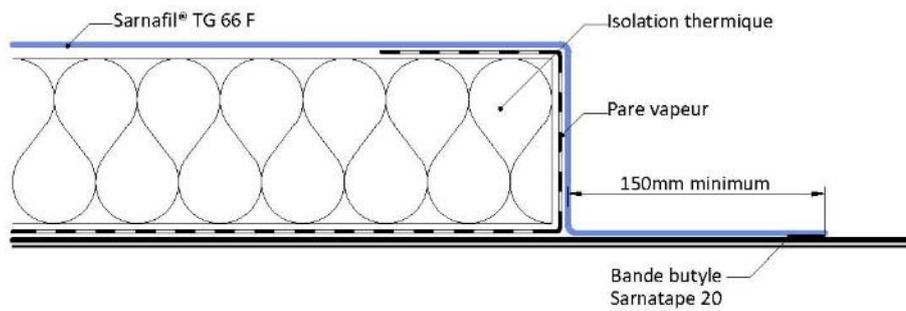


Figure 50 – Raccordement des tôle colaminée Sarnafil® T



*Fermeture provisoire de courte durée*



*Fermeture provisoire de longue durée (1 mois)*

*Figure 51 – Fermeture provisoire*

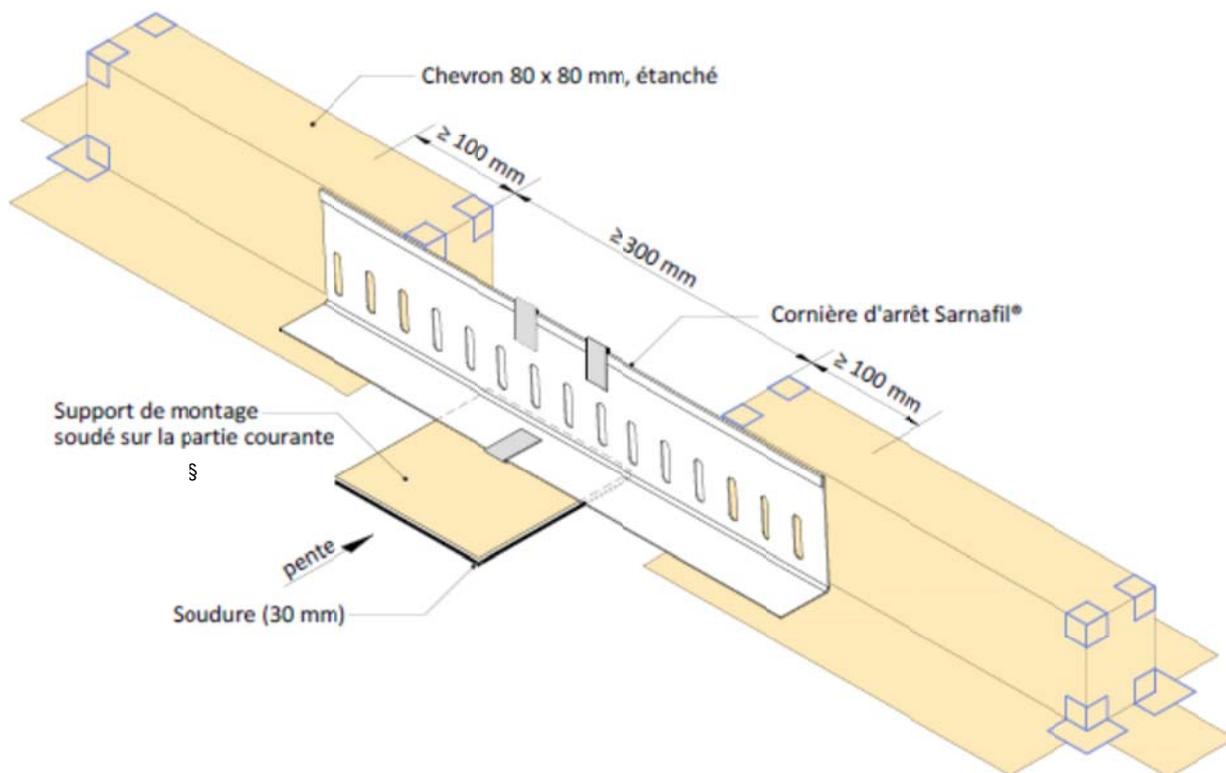


Figure 52 – Maintien de la cornière d'arrêt Sarnafil® entre deux chevrons  
 $300 \text{ mm} \leq \text{Espacement entre chevrons} \leq 500 \text{ mm}$

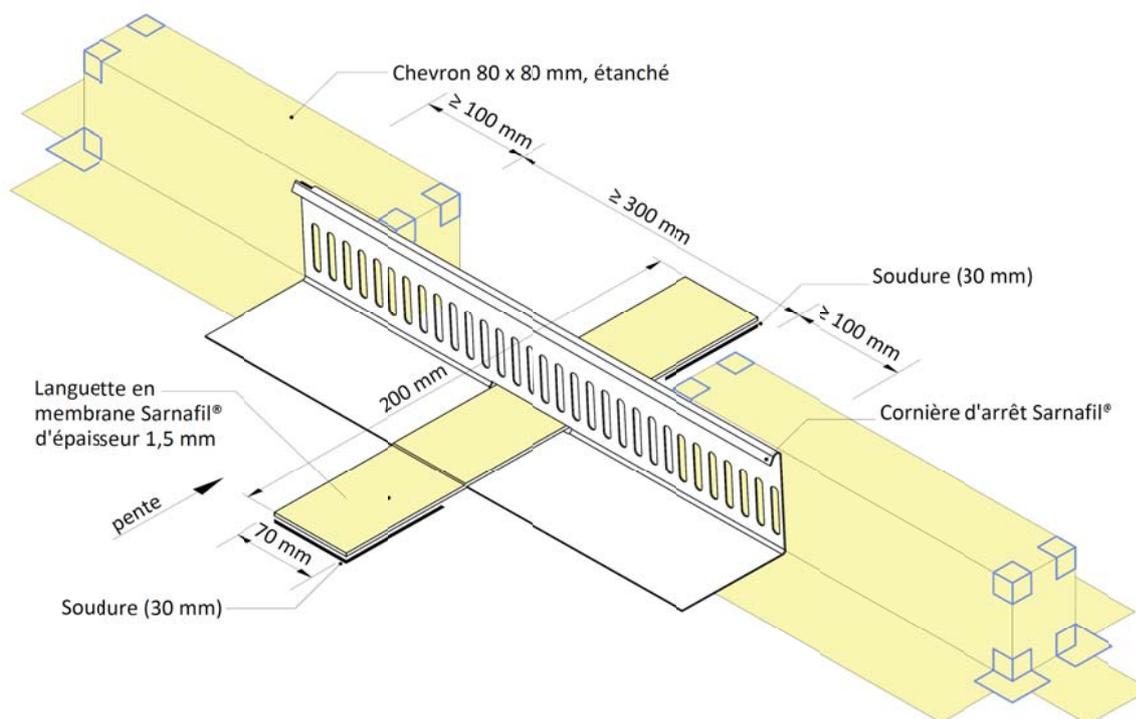


Figure 53 – Maintien de la cornière d'arrêt TTV entre deux chevrons  
 $300 \text{ mm} \leq \text{Espacement entre chevrons} \leq 500 \text{ mm}$