

# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/19-2646\_V1**

*Isolation inversée  
pour toitures-terrasses*

*Inverted insulation  
for terrace roofs*

## R-Top Système

Relevant de la norme

**NF EN 13164**

**Titulaire et  
Distributeur :** Soprema SAS  
14 Rue Saint-Nazaire  
CS 60121  
FR- 67025 STRASBOURG

Tél. : 03 88 79 84 00  
Fax : 03 88 79 84 01  
Internet : [headquarters@soprema.com](mailto:headquarters@soprema.com)

### Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 17 juillet 2019



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 » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 février et 17 mars 2019, le procédé « R-Top Système », présenté par la Société Soprema SAS. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour une utilisation en France métropolitaine.

## 1. Définition succincte

### 1.1 Description succincte

R-Top Système est un procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux en mousse de polystyrène extrudé (XPS) posés en un lit ou deux lits indépendants, sur revêtement d'étanchéité, de dimensions utiles :

- Longueur x largeur :
  - 1 250 x 600 mm.
- D'épaisseur allant de :
  - XPS SL, 30 à 120 mm expansé avec du CO<sub>2</sub> et ;
  - XPS SL Artic, 60 à 160 mm expansé avec du HFC.
- XPS SL, posé en un lit d'épaisseur maximale 120 mm,
- XPS SL Artic, posé en un lit d'épaisseur maximale 160 mm ou en deux lits d'épaisseur totale comprise entre 160 et 320 mm.

Dans ce cas, les panneaux de chaque lit sont disposés à joints décalés et l'épaisseur du panneau de la couche inférieure doit être supérieure ou égale à celle du panneau de la couche supérieure ( $e_{inf} \geq e_{sup}$ ) et les épaisseurs doivent satisfaire  $e_{inf} \geq 100$  mm et  $e_{sup} \geq 60$  mm.

Le procédé protège le revêtement d'étanchéité contre les actions climatiques et le poinçonnement. Il ne nécessite pas de pare-vapeur spécifique.

Le procédé R-Top Système intègre la Solution R-TOP qui se différencie d'une isolation inversée classique par l'interposition d'un écran spécifique en non-tissé ROOF 115 entre la couche isolante en polystyrène extrudé et la protection rapportée. Cette solution permet une amélioration de facteur  $\xi$ . On se référera à l'Annexe thermique B en fin de Document Technique.

En effet, si dans une isolation inversée classique, 100 % des précipitations ruissellent entre les panneaux isolants ou entre l'isolation thermique et le revêtement d'étanchéité, dans la Solution R-TOP, de moindres précipitations atteignent la couche isolante et l'impact sur la performance thermique de la toiture inversée est donc minimisé.

### 1.2 Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), les produits XPS SL et XPS SL Artic font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13164.

Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le Marquage CE.

### 1.3 Identification

L'étiquetage de chaque colis précise :

- Le nom du produit ;
- Les dimensions ;
- Le nombre de plaques ;
- La référence du lot ;
- Le numéro de Certificat ACERMI ;
- La résistance thermique et la conductivité thermique déclarées ;
- Le code de désignation.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe Z de la norme NF EN 13164.

## 2. AVIS

### 2.1 Domaine d'emploi accepté (cf. tableaux 1 à 3)

Ces panneaux sont admis au-dessus de revêtements d'étanchéité, en toiture-terrasse, sur les éléments porteurs maçonneries conformes aux spécifications de la norme (NF DTU 20.12, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.1), ou à son Avis Technique particulier :

- En climat de plaine, les toitures terrasses, de pente minimale nulle (0 %) à 5 %, visées sont :
  - Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,

- Techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, avec pression maximale admissible de 60 kPa ;
- Accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, y compris sous protection directe par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de 60 kPa. Dans le cas particulier des dalles sur plots, la pression maximale admissible est de :
  - o 60 kPa pour XPS SL jusqu'à 120 mm,
  - o 60 kPa pour XPS SL Artic en 1 lit jusqu'à 160 mm et en 2 lits jusqu'à 180 mm,Se référer au tableau 8 du Dossier Technique.
- Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
- Terrasses et toitures végétalisées. La pression maximale admissible est de 60 kPa.  
Pour la pose en 2 lits, se référer au tableau 8 du Dossier Technique.
- En climat de montagne, les toitures terrasses, de pente minimale 1 %, visées sont :
  - En 1 lit :
    - o Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
    - o Techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, avec pression maximale admissible de 60 kPa ;
    - o Accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, à l'exception de la protection par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
    - o Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
  - En 2 lits :
    - o Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales.

Le procédé s'utilise en :

- France métropolitaine ;
- Travaux neufs ou de réfection des toitures existantes.

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

### 2.2 Appréciation sur le procédé

#### 2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitudes à l'emploi

##### Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes 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 procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

##### 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.

##### Pose en zones sismiques

Selon la nouvelle réglementation sismique définie par :

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

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

## Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

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

## Données environnementales

Il n'existe pas de Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie indépendante pour ce produit (procédé).

Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit (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

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois. La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels l'arrêté fixe une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Pour le calcul thermique, il est possible d'utiliser la méthode de calcul du procédé selon les Règles techniques indiquée au *chapitre 9* du Dossier Technique.

Cette méthode utilise la valeur de la conductivité thermique utile certifiée par l'ACERMI. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de prendre en compte la valeur de la conductivité thermique utile donnée dans les Règles Th-U ( $\lambda_{DTU}$ ) (cf. *fascicule 2/5 - version 2004*), soit la conductivité thermique déclarée ( $\lambda_D$ ) affectée d'un coefficient de sécurité 1,15.

Dans tous les cas, le coefficient de transmission  $U_0$  est à corriger à l'aide du coefficient de transmission thermique de la toiture prenant en compte le drainage ( $\Delta U_r$ ).

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 22 mars 2017, relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants, qui définit la résistance thermique totale minimum que la paroi doit respecter lorsqu'il est applicable.

Les panneaux de faibles épaisseurs ne peuvent être mis en œuvre que sur les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

## Acoustique

Les performances acoustiques des systèmes constituent des données nécessaires à l'examen de la conformité d'un bâtiment vis-à-vis de la réglementation acoustique en vigueur :

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux bâtiments d'habitation ;
- Arrêté du 25 avril 2003 relatif aux hôtels, établissements d'enseignement et de santé ;
- Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux travaux de rénovation en zones exposées au bruit.

Les performances acoustiques du procédé R-Top Système n'ont pas été évaluées.

## Accessibilité de la toiture

Le procédé R-Top Système pour toiture inversée est utilisé au-dessus d'un revêtement d'étanchéité, avec les dispositions prévues aux Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements ou selon la norme NF DTU 43.1, et sous une protection lourde rapportée définie au paragraphe 7.3 du Dossier Technique.

## 2.22 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi accepté :

- a) Cas d'application en ouvrage neuf, ou de réfection le revêtement d'étanchéité ayant été refait (c'est-à-dire sur un nouveau revêtement) :

La durabilité du procédé d'isolation inversée R-Top Système sur revêtements d'étanchéité lorsque le Document Technique d'Application particulier au revêtement en accepte l'emploi peut être appréciée comme satisfaisante.

- b) Cas des revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application :

Le Document Technique d'Application de ces revêtements précise les conditions d'emploi d'une isolation inversée, et notamment pour ce qui concerne la compatibilité chimique.

## Entretien

cf. normes NF DTU série 43, et paragraphe 11 du Dossier Technique.

## 2.23 Fabrication

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur (DTED).

## 2.24 Mise en œuvre

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

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

## 2.3 Prescriptions Techniques

### Cas de la réfection

Il est rappelé que la vérification au préalable de la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau et des charges spécifiques à la circulation des véhicules, est à la charge du maître d'ouvrage.

## Conclusions

### Appréciation globale

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

### Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 mars 2024 (Date de fin de validité décidée en GS arrondie au dernier jour du mois).

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2  
Le Président*

---

### 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

---

- Les panneaux Topox Cuber SL et Topox Cuber SL-T ont changé respectivement de dénominations commerciales XPS SL et XPS SL Artic,
- Il n'y a pas de différence d'emploi des panneaux XPS SL et XPS SL Artic en pose en 1 lit,
- Seul le XPS SL Artic est admis pour une pose en 2 lits.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé  
n° 5.2*

# Dossier Technique

## établi par le demandeur

## A. Description

### 1. Principe

R-Top Système est un procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux en mousse de polystyrène extrudé (XPS) posés en un lit ou deux lits indépendants, sur revêtement d'étanchéité, de dimensions utiles :

- Longueur x largeur :
  - 1 250 x 600 mm.
- D'épaisseur allant de :
  - XPS SL, 30 à 120 mm expansé avec du CO<sub>2</sub> et ;
  - XPS SL Artic, 60 à 160 mm expansé avec du HFC.
- XPS SL, posé en un lit d'épaisseur maximale 120 mm,
- XPS SL Artic, posé en un lit d'épaisseur maximale 160 mm ou en deux lits d'épaisseur totale comprise entre 160 et 320 mm.

Dans ce cas, les panneaux de chaque lit sont disposés à joints décalés et l'épaisseur du panneau de la couche inférieure doit être supérieure ou égale à celle du panneau de la couche supérieure ( $e_{inf} \geq e_{sup}$ ) et les épaisseurs doivent satisfaire  $e_{inf} \geq 100$  mm et  $e_{sup} \geq 60$  mm.

Le procédé protège le revêtement d'étanchéité contre les actions climatiques et le poinçonnement. Il ne nécessite pas de pare-vapeur spécifique.

Le procédé R-Top Système intègre la Solution R-TOP qui se différencie d'une isolation inversée classique par l'interposition d'un écran spécifique en non-tissé ROOF 115 entre la couche isolante en polystyrène extrudé et la protection rapportée. Cette solution permet une amélioration de facteur fx. On se référera à l'Annexe thermique B en fin de Document Technique.

En effet, si dans une isolation inversée classique, 100 % des précipitations ruissellent entre les panneaux isolants ou entre l'isolation thermique et le revêtement d'étanchéité, dans la Solution R-TOP, de moindres précipitations atteignent la couche isolante et l'impact sur la performance thermique de la toiture inversée est donc minimisé.

### 2. Domaine d'emploi (cf. tableaux 1 à 3)

Ces panneaux sont admis au-dessus de revêtements d'étanchéité, en toiture-terrasse, sur les éléments porteurs maçonneries conformes aux spécifications de la norme (NF DTU 20.12, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.1), ou à son Avis Technique particulier :

- **En climat de plaine**, les toitures terrasses, de pente minimale nulle (0 %) à 5 %, visées sont :
    - Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
    - Techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, avec pression maximale admissible de 60 kPa ;
    - Accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, y compris sous protection directe par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de 60 kPa. Dans le cas particulier des dalles sur plots, la pression maximale admissible est de :
      - o 60 kPa pour XPS SL jusqu'à 120 mm,
      - o 60 kPa pour XPS SL Artic en 1 lit jusqu'à 160 mm et en 2 lits jusqu'à 180 mm,
- Se référer au tableau 8 du Dossier Technique.
- Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
  - Terrasses et toitures végétalisées. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
- Pour la pose en 2 lits, se référer au tableau 8 du Dossier Technique.
- **En climat de montagne**, les toitures terrasses, de pente minimale 1 %, visées sont :
  - En 1 lit :
    - o Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
    - o Techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, avec pression maximale admissible de 60 kPa ;
    - o Accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, à l'exception de la protection par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de 60 kPa.

- o Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
- En 2 lits :
  - o Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales.

Le procédé s'utilise en :

- France métropolitaine ;
- Travaux neufs ou de réfection des toitures existantes.

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

### 3. Prescriptions au sous-jacent

#### 3.1 Éléments porteurs

- Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux spécifications de la norme NF DTU 20.12, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.1 ;
- La pente nulle est admise, en climat de plaine, pour les toitures terrasses inaccessibles, les terrasses techniques ou à zones techniques, les terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots, les toitures terrasses jardins et les terrasses et toitures végétalisées ;
- En climat de montagne, la pente minimale admise est de 1 % ;
- Le Document Technique d'Application de certains systèmes de drainage peut indiquer une pente minimum de 2 %.

#### 3.2 Revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité en asphalte non traditionnels, et mixtes sous asphaltes, sont conformes aux prescriptions de leur Avis Technique particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée.

Les revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses, en membrane synthétique ou les revêtements d'étanchéité liquide sous Document Technique d'Application sont conformes aux prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée.

### 4. Matériaux

#### 4.1 Panneaux isolants thermiques XPS SL et XPS SL Artic

##### 4.1.1 Définition du matériau

Polystyrène extrudé rigide, obtenu en plaques par extrusion et caractérisés par une peau d'extrusion en surface sur les deux faces.

XPS SL est expansé avec du CO<sub>2</sub> et XPS SL Artic avec du HFC.

Les panneaux sont de couleur orange et sont systématiquement munis de feuillures latérales alternées et sont conformes à la norme NF EN 13164.

##### 4.1.2 Caractéristiques spécifiées

Les caractéristiques des panneaux XPS SL et XPS SL Artic sont rassemblés dans le tableau 4.

##### 4.1.3 Compatibilité chimique

Certains produits chimiques peuvent dégrader par dissolution les panneaux de polystyrène extrudé. Il faut principalement éviter les produits contenant des aldéhydes, amines aromatiques, esters, éthers polyglycol, hydrocarbures, cétones, huiles essentielles et généralement les solvants.

Dans le cas de la pose de l'isolant sur une membrane synthétique, un feutre d'interposition est nécessaire entre la membrane et l'isolant.

Une liste indiquant la compatibilité des panneaux XPS SL et XPS SL Artic avec les produits chimiques courants est disponible auprès du fabricant.

#### 4.2 Autres matériaux

##### 4.2.1 Matériaux pour le revêtement d'étanchéité

Revêtements d'étanchéité définis par leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;

Matériaux pour relevés conformes à la norme NF DTU 43.1, ou définis dans le Document Technique d'Application du revêtement.

Dans le cas particulier des terrasses et toitures végétalisées, les revêtements d'étanchéité admis sont conformes, soit à :

- Un Avis Technique dans le cas de l'asphalte non traditionnel, ou mixte sous asphalte, visant favorablement les terrasses et toitures végétalisées ;
- Un Document Technique d'Application à base de feuilles bitumineuses, ou en membrane synthétique, spécifique aux terrasses et toitures végétalisées.

#### 4.22 Couche de désolidarisation sous les panneaux isolants

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m<sup>2</sup> en polyester ou polypropylène conforme à la norme NF DTU 43.1 P1-1 ;
- Couche de désolidarisation citée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

#### 4.23 Couche de séparation au-dessus des panneaux isolants

##### a) Non-tissé :

- Voile de 170 g/m<sup>2</sup> au minimum en polyester ou polypropylène conforme à la norme NF DTU 43.1 P1-1 ;
- Celui cité dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité pour un emploi en toiture inversée ;
- Celui cité dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

##### b) Film :

- Film synthétique d'épaisseur minimum 100 µm ;
- Celui cité dans le Document Technique d'Application du système de drainage intermédiaire (§ 4.252).

##### c) Pour les dallages en béton armé sous chemins de nacelle :

- Non-tissé (§ 4.23a) ;
- Surmonté d'un film (§ 4.23b).

##### d) Sous les dalles en béton ou pierre naturelle posées à sec :

- Soit :
  - Non-tissé (§ 4.23a),
  - Surmonté d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15 ;
- Soit : un système de drainage intermédiaire (§ 4.252).

##### e) Sous les chapes de mortier armé et dallages en béton armé recevant un revêtement de sol (carreaux non gélifs) :

- Cas des surfaces < 50 m<sup>2</sup> à usage privatif :
  - non-tissé (§ 4.23a),
  - surmonté, soit d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15 et d'un non-tissé (§ 4.23a), soit d'un film (§ 4.23b) ;
- Cas des autres toitures terrasses :
  - système de drainage (§ 4.252),
  - éventuellement surmonté d'un film défini dans le Document Technique d'Application du système de drainage intermédiaire.

##### f) Sous les pavés en béton :

- Non-tissé (§ 4.23a) ;
- Surmonté d'un lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm et de granulométrie d ≥ 2 mm et D ≤ 5 mm selon la norme NF EN 13043.

#### 4.24 Écran spécifique ROOF 115 pour la Solution R-TOP

Ecran en polypropylène non-tissé de couleur orange marqué CE selon la norme EN 13859-1 : 2 et fabriqué pour le compte de la Société Soprema. Les caractéristiques du non-tissé sont au *tableau 7* en fin de Dossier Technique.

#### 4.25 Couches drainante et filtrante

##### 4.251 Couche drainante pour toitures-terrasses jardins

- Couches drainantes conformes aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1-1, au CPT Commun « Étanchéités de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document d'Application » (*Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004*) :
  - plaques de polystyrène expansé moulées citées dans le Document technique d'Application du revêtement d'étanchéité, ou dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation,
  - cailloux et graviers de granularité 15/40 ou 20/40 d'épaisseur ≥ 0,10 m,
  - granulats minéraux expansés (schistes, argiles, pouzzolanes...) de granulométrie 10/30 d'épaisseur ≥ 0,10 m ;
- Système de drainage défini dans un Document Technique d'Application (§ 4.252).

##### 4.252 Autres systèmes de drainage

Système de drainage titulaire d'un Document Technique d'Application pour un emploi en toiture inversée, ou cité dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

Selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation, la couche drainante peut être constituée, en partie ou en totalité, de la protection meuble définie au § 6.31.

##### 4.253 Couches filtrantes

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m<sup>2</sup> conforme à la norme NF DTU 43.1 P1-1 ;
- Couche filtrante citée le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Couche filtrante citée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

#### 4.26 Protection rapportée

##### a) Granulats pour protection meuble :

Granulats courants, roulés ou concassés, de granulométrie comprise entre 10 mm et 2/3 de l'épaisseur de la protection.

##### b) Dalles pour chemins de circulation :

Dalles en béton préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 et de classe minimum (flexion-rupture) 1-45 (marquage S-4) ; sur non-tissé, elles sont d'épaisseur conforme au *tableau 5*. En climat de montagne, elles sont de la classe 3 (marquage D). Les dalles sont certifiées NF.

##### c) Dalles en béton pour toitures techniques ou à zones techniques :

Dalles en béton préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 et de classe minimum (flexion-rupture) 1-45 (marquage S-4) ; sur non-tissé, elles sont d'épaisseur conforme au *tableau 5*. En climat de montagne, elles sont de classe 3 (marquage D). Les dalles sont certifiées NF.

##### d) Dalles pour terrasses accessibles :

- Dalles en béton préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339. Les dalles de voirie sont certifiées NF ;
- Dalles en pierre naturelle conformes à la norme NF B 10-601, et de dimensions conformes à la norme NF DTU 52.1 P1.

Les dalles sont de classe minimum (flexion-rupture) :

- 1-45 (marquage S-4) pour pose à sec ou sur mortier ;
- 2-70 (marquage T-7) pour pose sur plots en terrasses privatives avec des plots de hauteur ≤ 0,15 m ;
- 2-110 (marquage T-11) pour pose sur plots de hauteur ≤ 0,20 m en terrasses privatives avec des plots de hauteur > 0,15 m, en terrasses collectives ou accessibles au public avec des plots de hauteur ≤ 0,20 m.

- e) Plots préfabriqués pour dalles :  
Plots d'embase de surface  $\geq 300 \text{ m}^2$  conformes à la norme NF DTU 43.1 P1-2 ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.
- f) Pavés de voirie : conformes à la norme NF EN 1338, autobloquants ou non, d'épaisseur minimum 0,06 m. Les pavés sont de la marque NF.
- g) Terre végétale pour toitures, terrasses, jardins : conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1-1.
- h) Végétalisation des terrasses et toitures végétalisées : complexe défini dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

#### 4.27 Colles

- Mastic Eficolle :
  - Mastic élastomère monocomposant à base de polyuréthane,
  - Densité : 1,16,
  - Vitesse de réticulation :  $> 3 \text{ mm}/24 \text{ h}$  à  $23^\circ\text{C}$  et 50% HR,
  - Présentation : Poche de 600 ml ;
- Sopracolle PU :
  - Colle à froid monocomposante à base de mousse expansive polyuréthane,
  - Temps de prise :  $\pm 40 \text{ min}$  ( $20^\circ\text{C}/60\% \text{ HR}$ ),
  - Présentation : Aérosol de 750 ml ou canister de 10,4 kg,
  - Application : à l'aide d'un pistolet.

## 5. Fabrication et contrôles

### 5.1 Principe de fabrication

La fabrication des panneaux XPS SL et XPS SL Artic est réalisée en continu dans les usines de Savigny-sur-Clairis (89) et Vallmoll (Espagne) et comprend essentiellement les étapes suivantes :

- Mélange de polystyrène et des additifs ;
- Fusion et l'homogénéisation du mélange ;
- Extrusion, découpe et l'usinage ;
- Stabilisation d'une durée suivant l'épaisseur et la saison.

### 5.2 Contrôle de fabrication des panneaux

Chaque production de XPS SL et XPS SL Artic fait l'objet d'un processus de contrôle dans le cadre du concept de Qualité Totale ISO 9001.

- a) Matières premières :
- Elles sont certifiées conformes par la réception d'un certificat d'analyse ou de conformité adressé par le fournisseur pour chaque lot livré.
- b) En cours de production :
- Des contrôles fréquents sont réalisés sur les produits pour garantir leur qualité ;
  - Vérification toutes les deux heures de : la longueur, la largeur, l'épaisseur, la masse volumique, la planéité et l'équerrage.
- c) Sur les produits finis :
- Les contrôles effectués sont :
- Résistance à la compression de 10 % selon EN 826 : contrôle toutes les 12 h et par produit ;
  - Rcs / ds : contrôle toutes les 12 h et par produit ;
  - Conductivité thermique selon EN 12667, réaction au feu selon EN ISO 11925-2 : contrôle une fois par jour et par produit ;
  - Rcs / ds selon le *Cahier du CSTB 3230\_V2* : contrôle 1 fois par an ;
  - Contrôle de l'incurvation sous  $60^\circ\text{C}$  selon le Guide UEAtc : tous les six mois pour l'épaisseur la plus faible.

#### Contrôles effectués par l'organisme extérieur

Les usines de Savigny-sur-Clairis (89) et Vallmoll (Espagne) font l'objet d'un suivi par un organisme extérieur dans le cadre de la certification ACERMI (audit 2 fois par an).

#### 5.2.1 Contrôle de fabrication de l'écran ROOF 115

Les contrôles de fabrication sont ceux prévus au tableau D.1 de la norme NF EN 13859-1.

#### 5.2.2 Conditionnement – Identification – Étiquetage – Stockage

##### Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène thermo rétracté en colis protégés 6 faces.

##### Identification et étiquetage

Chaque colis porte une étiquette précisant le nom du produit, les dimensions, le nombre de plaques, la référence du lot, la résistance thermique

et la conductivité thermique déclarées, les logos CE et ACERMI, le numéro du Certificat ACERMI et le code de désignation.

##### Stockage

Le stockage est effectué en usine, à l'abri de l'eau et des intempéries, ou à l'extérieur pour des courtes durées de stockage.

## 6. Mise en œuvre, cas d'ouvrages neufs

### 6.1 Pose des panneaux XPS SL et XPS SL Artic

#### 6.1.1 Généralité

Les panneaux feuillurés sont posés en un lit de panneaux XPS SL ou XPS SL Artic ou deux lits de panneaux XPS SL Artic uniquement, en indépendance sur le revêtement d'étanchéité, en quinconce et jointifs. Les bords feuillurés se recouvrent par demi-épaisseur.

Dans le cas d'une mise en œuvre en deux lits superposés, les panneaux de la couche supérieure sont disposés à joints décalés par rapport à ceux de la couche inférieure (cf. *figure 13*).

#### 6.1.2 Cas spécifique de la pose en 2 lits de panneaux XPS SL Artic (cf. figures 10 à 13)

Les épaisseurs des deux panneaux superposés pourront être différentes tout en respectant les conditions suivantes :

| Épaisseur lit inférieur <sup>(1)</sup><br>en mm | Épaisseur lit supérieur <sup>(2) (3)</sup><br>en mm |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 100                                             | 60 à 100                                            |
| 105                                             | 60 à 105                                            |
| 110                                             | 60 à 110                                            |
| 115                                             | 60 à 115                                            |
| 120                                             | 60 à 120                                            |
| 125                                             | 60 à 125                                            |
| 130                                             | 60 à 130                                            |
| 135                                             | 60 à 135                                            |
| 140                                             | 60 à 140                                            |
| 145                                             | 60 à 145                                            |
| 150                                             | 60 à 150                                            |
| 155                                             | 60 à 155                                            |
| 160                                             | 60 à 160                                            |

(1)  $e_{\text{inf}} \geq e_{\text{sup}}$

(2)  $e_{\text{sup}} \leq e_{\text{inf}}$

(3) L'épaisseur totale est comprise entre 160 et 320 mm

L'indépendance sous isolant est obtenue par déroulage à sec d'une couche de désolidarisation à recouvrements de 10 cm. L'emploi de cette couche n'est pas requis sur un revêtement :

- En asphalte coulé ;
- Mixte sous asphalte coulé ;
- Autoprotégé par paillettes ou granulats.

Dans les autres cas, se reporter au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

### 6.2 Solution R-TOP - Pose de l'écran spécifique

#### 6.2.1 Solution R-TOP avec un non-tissé

La Solution R-Top associée aux panneaux XPS SL ou XPS SL Artic consiste à mettre en place un écran spécifique non-tissé ROOF 115 compatible avec les toitures terrasses inaccessibles à protection lourde meuble (granulats), terrasses techniques ou à zones techniques sous protection lourde y compris celles avec chemins de nacelle (avec une dalle en béton armée), aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour (y compris celles avec dalles sur plots), aux toitures terrasses jardins et aux terrasses et toitures végétalisées.

La pente nulle est admise lors de l'utilisation d'un non-tissé en climat de plaine.

#### 6.2.2 Cas courant

L'écran spécifique est le non-tissé ROOF 115 décrit au § 4.24.

Il est posé libre sur les panneaux isolants polystyrène extrudé XPS SL ou XPS SL Artic.

Dans le cas d'une pose en 2 lits, il est posé sur le lit supérieur. La continuité des lés successifs se fait par recouvrement (de 15 cm au minimum)

et le non-tissé doit également remonter le long des relevés et émergences. La remontée au droit des relevés (acrotères, lanterneaux...) doit être d'une hauteur égale à l'épaisseur de la protection rapportée (sauf avec des dalles sur plots) majorée de 2 cm. Dans le cas d'une protection rapportée par dalles sur plots, la remontée de 2 cm se mesure à partir du dessus des panneaux isolants.

La remontée en périphérie de la toiture se fait par simple pliage des lès déroulés.

La remontée des points singuliers (lanterneaux, cheminées, etc.) se fait ultérieurement à la pose des lès sur les parties courantes de la toiture, par exemple en découpant des bandes de non-tissé pour contourner les éléments singuliers, le plus souvent par pliage du non-tissé autour du point singulier et selon les dimensions des pièces rapportées, par collage sur le non-tissé de la partie courante de la toiture.

Le recouvrement des lès se fait dans le sens du flux de l'eau. Dans le cas de la pente nulle (0 %), il est placé dans le sens de la plus proche entrée d'eau pluviale (cf. *figure 12*).

Pour faciliter la pose, le non-tissé comporte sur la face supérieure un marquage linéaire à 15 cm des bords pour faciliter le positionnement des recouvrements (cf. *figure 10*).

### 6.23 Cas particuliers

Selon la configuration de la toiture-terrasse, l'exigence de continuité du non-tissé implique localement de découper, de superposer ou d'assembler entre eux des lès de non-tissé d'une surface inférieure à 1 m<sup>2</sup>, ou si l'une de ses dimensions est inférieure à 1 m, elle doit être collée à l'aide d'une bande adhésive ou d'un cordon de Mastic Efficolle, sur les lès adjacents (cf. *figure 10*).

### 6.24 Réparation du non-tissé

Si le non-tissé est endommagé ou perforé, il doit être réparé à l'aide d'une large rustine obtenue elle-même avec un morceau du même non-tissé. Si la rustine est de surface supérieure à 1 m<sup>2</sup>, on procède comme indiqué au § 6.22, sinon au § 6.23 pour les cas particuliers.

## 6.3 Protection rapportée

Une protection rapportée est obligatoire, quel que soit le système de mise en œuvre du revêtement d'étanchéité. Elle est mise en œuvre à l'avancement de la pose des panneaux isolants.

### 6.31 Protection meuble (cf. tableau 1)

La protection par couche de granulats de granulométrie comprise entre 10 mm et 2/3 de l'épaisseur de la protection (par exemple : 10/18 à 15/30) est mise en œuvre sur la couche de séparation au-dessus des panneaux (cf § 4.23).

Elle est utilisée en toiture-terrasse inaccessible et dans les zones non circulées des terrasses techniques, ou à zones techniques, jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles NV 65 modifiées.

Dans le cas des bâtiments de hauteur et selon les zones de vent des Règles V 65 modifiées :

- Supérieure à 28 m en zone 1 - tous sites ou en zone 2 - site normal,
- Supérieure à 20 m en zone 2 - site exposé ou en zone 3 - site normal,
- Quelconque en zone 3 - site exposé ou en zone 4 - tous sites,

la granulométrie des granulats choisie est la plus élevée possible et la protection meuble est complétée, sur 2 m de largeur au pourtour de la toiture-terrasse et des édicules, par des dalles de béton posées à sec, soit :

- Directement sur les granulats,
- Sur une couche de séparation en non-tissé,
- Sur le système de drainage intermédiaire posé conformément à son Document Technique d'Application.

L'épaisseur de la protection meuble est définie dans les tableaux ci-dessous :

| Épaisseur de l'isolation en simple lit (mm) | Épaisseur de la protection meuble (mm) |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|
| 30 ≤ e ≤ 80                                 | 60                                     |
| 90 ≤ e ≤ 100                                | 80                                     |
| 110 ≤ e ≤ 160                               | 100                                    |

| Épaisseur totale de l'isolation en 2 lits (mm) | Épaisseur de la protection meuble (mm) |
|------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 160 ≤ e ≤ 180                                  | 100                                    |
| 185 ≤ e ≤ 220                                  | 140                                    |
| 225 ≤ e ≤ 250                                  | 160                                    |
| 255 ≤ e ≤ 290                                  | 180                                    |
| 295 ≤ e ≤ 320                                  | 200                                    |

Au moins un trop-plein supplémentaire par surface collectée complète les entrées d'eaux pluviales (EEP) normales ; la section de ce trop-plein d'alerte est de 28 cm<sup>2</sup> (cf. *norme NF DTU 43.1 P1*). Les trop-pleins d'alerte affleurent la surface de l'isolant inversé en cas d'une toiture en pente (cf. *figure 8*), et sont rehaussés de 50 mm pour la pente nulle ; les trop-pleins sont munis d'un garde-grève. Leur fonctionnement signale une défaillance du système d'évacuation des EEP, qui doit alors être inspecté.

Une maintenance spécifique de ces toitures terrasses doit être prévue (vérification de la couche de granulats, inspection des EEP, etc.). Cette maintenance, à la charge du maître d'ouvrage, doit être faite au minimum une fois par an et chaque fois que nécessaire (par exemple : après de grands vents et/ou de fortes précipitations).

### 6.32 Chemins de circulation, terrasses techniques ou à zones techniques, et chemins de nacelle (cf. tableau 1)

#### 6.321 Chemins de circulation

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1 et selon les Règles V 65 modifiées, dalles posées à sec :

- Soit, sur une couche de séparation en non tissé ;
- Soit, directement sur les granulats de la partie courante ;
- Soit, sur le système de drainage posé conformément à son Document Technique d'Application ;

l'épaisseur des dalles posées sur non-tissé est adaptée à l'épaisseur des panneaux isolants, comme précisé au *tableau 5* en fin de Dossier Technique.

#### 6.322 Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemin de nacelle)

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1 et selon les Règles V 65 modifiées, dalles posées à sec :

- Soit, sur une couche de séparation en non tissé ;
- Soit, directement sur les granulats de la partie courante ;
- Soit, sur le système de drainage posé conformément à son Document Technique d'Application ;

l'épaisseur des dalles posées sur non-tissé est adaptée à l'épaisseur des panneaux isolants, comme précisé au *tableau 5* en fin de Dossier Technique.

La pression maximale d'utilisation des panneaux :

- XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm.
- XPS SL Artic est de :
  - 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 160 mm, de 60 kPa en 2 lits jusqu'à 180 mm d'épaisseur.

Se référer au tableau 8 en fin de Dossier Technique.

#### 6.323 Terrasses techniques, ou à zones techniques, avec chemins de nacelle

Dallage en béton armé coulé sur une couche de séparation selon la norme NF DTU 43.1 P1-1.

Cet ouvrage en béton armé est dimensionné selon le DTU 13.3 à partir des valeurs de « Rcs<sub>mini</sub> » et de « ds<sub>mini</sub> - ds<sub>maxi</sub> » précisées au *tableau 4* en fin de Dossier Technique.

Les valeurs de « Rcs<sub>mini</sub> » et de « ds<sub>mini</sub> - ds<sub>maxi</sub> » sont définies conformément au e-Cahier du CSTB 3230\_V2 de novembre 2007.

Le fractionnement du dallage et les passages d'eau doivent être réalisés conformément au § 6.6.4.2.2 de la NF DTU 43.1.

### 6.33 Protection dure des toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour (cf. tableau 2)

#### 6.331 Dalles préfabriquées posées à sec

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1, les dalles jointives sont posées à sec, à joints serrés, sur un lit de granulats 3/15 d'épaisseur minimum 3 cm, avec interposition d'une couche de séparation en non-tissé préalablement placée au-dessus des panneaux isolants.

Dans le cas de l'écran spécifique de la Solution R-TOP, décrite au § 6.2 ci-avant, le non-tissé ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants.

La pression maximale d'utilisation des panneaux :

- XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm ;
- XPS SL Artic est de :
  - 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 160 mm,
  - 60 kPa en 2 lits jusqu'à 320 mm d'épaisseur.

Se référer au tableau 8 en fin de Dossier Technique.



Un système de drainage intermédiaire peut être interposé entre les panneaux isolants et les dalles posées sur granulats. La pose du système de drainage est réalisée conformément à son Document Technique d'Application ; le Document Technique d'Application du système de drainage intermédiaire prescrit une pente de 2 % au minimum. L'épaisseur des dalles préfabriquées à mettre en œuvre est fonction de l'épaisseur de l'isolant et est indiquée dans le tableau 5 en fin de Dossier Technique.

### 6.332 Dalles sur plots (cf. figures 4 et 9)

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1 et selon les Règles NV 65 modifiées, les plots sont posés directement sur les panneaux XPS SL et XPS SL Artic, ou sur l'écran spécifique en non-tissé dans la Solution R-TOP.

L'épaisseur des dalles posées sur les plots est adaptée à l'épaisseur des panneaux isolants comme précisé au *tableau 5* en fin de Dossier Technique.

La pression maximale d'utilisation des panneaux :

- XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm ;
- XPS SL Artic est de :
  - 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 160 mm,
  - 60 kPa en 2 lits jusqu'à 180 mm d'épaisseur.

Se référer au tableau 8 en fin de Dossier Technique.

La hauteur des plots (entre la sous-face des dalles et le dessus du panneau isolant) est de 50 mm au moins. Les autres dispositions répondent aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1 ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, notamment :

- Pour la hauteur d'au moins 10 cm du relevé d'étanchéité au-dessus des panneaux (cf. la norme NF DTU 20.12 P1-1) ;
- Et la protection des relevés d'étanchéité, si le relevé d'étanchéité dépasse le dessus des dalles préfabriquées.

### 6.333 Protection dure avec un revêtement de sol scellé ou collé

La pression maximale d'utilisation des panneaux :

- XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm ;
- XPS SL Artic est de :
  - 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 160 mm,
  - 60 kPa en 2 lits jusqu'à 320 mm d'épaisseur.

Se référer au tableau 8 en fin de Dossier Technique.

- Sauf dans le cas des chemins de nacelles (cf. 6.323).

a) Cas des terrasses à usage privatif dont la surface ne dépasse pas 50 m<sup>2</sup> :

Une chape fractionnée en mortier armé, ou une dalle en béton armé, coulée sur place est mise en œuvre sur la couche de séparation selon le paragraphe 6.6.3.3.2 de la norme NF DTU 43.1 P1-1, avec interposition d'un non-tissé entre les panneaux isolants et la couche de séparation.

Elle est complétée par un revêtement de sol céramique non gélif :

- Scellé adhérent conformément à la norme NF DTU 52.1 ;
- Collé conformément à la norme NF DTU 52.2 P1-1-3.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 5.2 ci-avant, le non-tissé ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous le non-tissé complémentaire.

b) Autres toitures-terrasses :

Un système de drainage intermédiaire est interposé entre les panneaux isolants et la protection dure, conformément à son Document Technique d'Application :

- Une chape fractionnée en mortier, ou une dalle en béton armé, coulée sur place est mise en œuvre sur cette nappe drainante. La mise en œuvre sera conformément au DTU 52.1 et 52.2 ;
- Le revêtement de sol céramique non gélif est mis en œuvre conformément au DTU 52.1 et 52.2.

Le Document Technique d'Application du système de drainage intermédiaire prescrit une pente de 1,5 % au minimum.

### 6.334 Pavés en béton

Les pavés sont posés sur lit de sable, avec interposition d'un non-tissé entre les panneaux isolants et le sable ; le non-tissé est complémentaire à la mise en œuvre prescrite au paragraphe 6.6.3.3.5 de la norme NF DTU 43.1 P1-1.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 6.2 ci-avant, le non-tissé ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous le non-tissé complémentaire.

### 6.335 Dalle en béton coulée sur place

La protection peut être assurée par un ouvrage en béton armé coulé en place sur couche de désolidarisation. La destination est limitée à l'accessibilité piétonne dans le cadre de ce procédé.

Cet ouvrage est dimensionné et réalisé conformément à la norme NF DTU 43.1 P1-1, selon les dispositions relatives au cas général ou au cas particulier.

## 6.34 Protection des relevés d'étanchéité

La protection des relevés d'étanchéité est conforme aux prescriptions des normes NF DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1, ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

Les relevés des toitures terrasses inaccessibles et des terrasses techniques, ou à zones techniques, peuvent être isolés thermiquement par les dispositions suivantes (voir figure 6) :

#### Mise en œuvre

Placer verticalement un panneau XPS SL ou XPS SL Artic. Il sera maintenu au niveau de la partie basse par le panneau isolant posé horizontalement et la protection meuble et maintenu en tête par des pattes de fixation (2 par panneau). Elles seront fixées sur le dessus de l'acrotère (sous la couverture), comme représenté sur la figure 6.

#### Protection du panneau isolant

La protection mécanique du panneau isolant sera assurée par une plaque plane en fibres-ciment de 6 mm d'épaisseur, conforme à la norme NF EN 12467 catégorie A classe 2.

La plaque plane est collée sur le panneau par bandes avec les colles Soprema ci-dessous :

*Sopracolle PU (1 bande de largeur 3 cm tous les 20 cm pour une consommation d'environ 150 g/m<sup>2</sup>) ou Mastic Eficolle (1cordon de diamètre 10 mm tous les 20 cm pour une consommation d'environ 550 g/m<sup>2</sup>).*

## 6.4 Détails de toiture

Les points particuliers seront mis en conformité avec les prescriptions des normes NF DTU 43.1 P1.

### 6.41 Reliefs, joints de dilatation, pénétrations (cf. figures 2 à 4 et 9)

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations sont traités conformément aux prescriptions des normes NF DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1, en respectant notamment les prescriptions de hauteur au-dessus des panneaux isolants dans le cas d'une protection par dalles sur plots, et par rapport au-dessus de la protection lourde dans les autres cas.

Dans le cas d'un retrait formant larmier existant, remplir l'espace sous le retrait avec un mortier grillagé ou un isolant compatible (fixé) défini dans le NF DTU 43.5 pour constituer le nouveau support du relevé (cf. *figure 5*).

Dans le cas d'une engravure, relever le relevé d'étanchéité de la hauteur requise et reconstituer plus haut le dispositif écartant les eaux de ruissellement.

On pourra également prolonger le revêtement d'étanchéité sur le dessus de l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, lorsque possible, en conservant une hauteur minimum de 50 mm entre le dessus de la protection meuble et la partie supérieure de l'acrotère selon la figure 19 de la norme NF DTU 20.12 P1-1.

Les relevés des toitures terrasses inaccessibles et terrasses techniques, ou à zones techniques, peuvent être isolés thermiquement comme décrit au § 6.34 ci-avant.

### 6.42 Joints de dilatation sur double costière

Si la hauteur des costières devient inférieure à 10 ou 15 cm au-dessus de la protection rapportée, dans les cas de pente nulle - de toitures terrasses jardins - de terrasses et toitures végétalisées, chanfreiner les arêtes intérieures des costières pour réaliser un joint plat surélevé.

### 6.43 Évacuations des Eaux Pluviales (EEP) (cf. figure 7)

L'eau est évacuée à deux niveaux :

- Au niveau du revêtement d'étanchéité ;
- et

- Au niveau de la surface des panneaux isolants.

Selon l'ouvrage, au moins un trop-plein d'alerte complémentaire est requis par surface collectée (cf. § 6.37).

L'évacuation des eaux pluviales au niveau du revêtement d'étanchéité est assurée conformément à la norme NF DTU 43.1 P1.

L'évacuation des eaux pluviales au niveau de la surface de l'isolant inversé s'effectue par la même Entrée d'Eau Pluviale (EEP), à travers un garde-grève posé sur le panneau isolant. La largeur de la platine de ce garde-grève s'encastre dans le moignon sur une longueur suffisante, par exemple par trois pattes de centrage.

---

## 7. Mise en œuvre, cas des travaux de réfection

---

### 7.1 Conditions préalables

Le nouveau revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon la norme NF DTU 43.5 P1.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 6.2 ci-avant, l'écran spécifique est mis en œuvre au-dessus des panneaux isolants.

### 7.2 Mise en œuvre de l'isolant

Sur le nouveau revêtement ainsi mis en œuvre, les panneaux isolants sont posés selon les prescriptions du § 6 ci-avant.

---

## 8. Destinations particulières

---

### 8.1 Toitures terrasses jardins

cf. *tableau 3 et figure 16* en fin de Dossier Technique.

La pression maximale d'utilisation des panneaux :

- XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm,
- XPS SL Artic est de :
  - 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 160 mm,
  - 60 kPa en 2 lits jusqu'à 180 mm d'épaisseur ;
- Sauf dans le cas des chemins de nacelles (cf. 6.323).

Se référer au tableau 8 du Dossier Technique pour la pose en 2 lits.

### 8.11 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont conformes, soit à :

- Soit, un Avis Technique dans le cas de l'asphalte non traditionnel, ou mixte sous asphalte, visant favorablement les toitures terrasses jardins ;
- Soit, un Document Technique d'Application à base de feuilles bitumineuses, ou en membrane synthétique, spécifique aux toitures terrasses jardins.

### 8.12 Mise en œuvre des panneaux isolants

Elle est faite conformément aux § 6.1 et 6.2.

### 8.13 Couche drainante et couche filtrante

Elles sont posées selon le paragraphe 9.3.2 de la norme NF DTU 43.1 P1-1, la couche drainante étant directement mise en œuvre sur les panneaux isolants.

Un système de drainage intermédiaire (couche drainante et filtrante) peut être interposé entre les panneaux isolants et la terre végétale ; la pose du système de drainage intermédiaire est réalisée conformément à son Document Technique d'Application.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 6.2 ci-avant, le non-tissé ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous la couche drainante.

### 8.14 Protection par terre végétale des toitures terrasses jardins

Les matériaux sont approvisionnés à l'avancement avec de petits engins de chantier roulant sur des planches de répartition des charges ; le drain et la terre sont répandus à la main ; on évite ainsi le poinçonnage et la détérioration des plaques d'isolant de polystyrène extrudé.

### 8.15 Points particuliers : reliefs, dilatations, Evacuations des Eaux Pluviales (EEP)

Les détails de toiture sont réalisés en conformité avec les prescriptions de la norme NF DTU 43.1 P1-1, paragraphe 9.3 et annexe B « Aménagement des toitures terrasses jardins » et des Documents Techniques d'Application spécifiques.

## 8.2 Terrasses et toitures végétalisées

cf. *tableau 3 et figures 14 et 15* en fin de Dossier Technique.

Le procédé R-Top Système est utilisable jusqu'à la dépression au vent extrême indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

Poids de Capacité Maximale en Eau (C.M.E.) des composants du procédé R-Top Système : cf. *tableau 6* en fin de Dossier Technique.

### 8.21 Mise en œuvre des panneaux isolants

Elle est faite conformément aux § 6.1 et 6.2, et selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

## 8.22 Protection rapportée au-dessus de l'isolant inversé des terrasses et toitures végétalisées

La protection meuble contribue à maintenir en place les panneaux isolants, aux efforts dus à la dépression du vent extrême et à la pression de l'eau, indépendamment du procédé de végétalisation situé au-dessus de la protection meuble.

Cette protection meuble est définie au § 6.31 ci-avant.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 6.2 ci-avant, le non-tissé ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous la protection meuble.

Sur prescription de l'Avis Technique du procédé de végétalisation, une couche de séparation en non-tissé recouvre la protection meuble.

## 8.23 Végétalisation des terrasses et toitures végétalisées

Elle est faite selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

## 8.24 Points particuliers : reliefs, zones stériles, évacuations des eaux pluviales

Les détails de toiture sont réalisés en conformité avec l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

## 8.3 En climat de montagne uniquement avec la Solution R-TOP (cf. tableaux 1 bis, 2 et 3)

La Solution R-TOP du procédé R-Top Système est la seule autorisée en partie courante sur élément porteur de pente 1 % au minimum, dans les conditions prévues par le NF DTU 43.11 (avril 2014) :

- En 1 lit :
  - inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
  - techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, avec pression maximale admissible de 60 kPa,
  - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, à l'exception de la protection par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
  - jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa ;
- En 2 lits :
  - inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales.

---

## 9. Détermination de la résistance thermique du système

---

### 9.1 Principe

Les déperditions thermiques à travers une toiture avec isolation inversée sont la somme des déperditions d'une toiture conventionnelle de même constitution et des déperditions additionnelles entraînées par le ruissellement et l'évaporation de l'eau entre la couche d'isolation inversée et le revêtement d'étanchéité. Ces dernières sont globalement compensées, sur la période de chauffage, par une augmentation de l'épaisseur d'isolant inversé réduisant les déperditions par temps sec.

### 9.2 Détermination de l'épaisseur des panneaux XPS SL et XPS SL Artic

Se reporter à l'Annexe thermique A pour la solution courante, et à l'Annexe thermique B pour la Solution R-TOP.

---

## 10. Assistance technique

---

La Société Soprema SAS met son assistance technique à la disposition des entreprises, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre qui en font la demande.

---

## 11. Entretien et réparation

---

L'entretien est conforme aux prescriptions de la norme NF DTU 43.1 et NF DTU 43.5.

Le fabricant peut fournir une liste commerciale de produits chimiques qui sont compatibles avec les panneaux XPS SL et XPS SL Artic.

Lors des visites d'entretien, il faut prendre un soin particulier pour vérifier que les systèmes d'évacuation des eaux pluviales ne soient pas obstrués. Il est également indispensable de maintenir en place le système de protection lourde. Si celui-ci doit être déplacé, le remettre rapidement en place.

Les préconisations précédentes s'appliquent également aux emplois avec des dalles sur plots. Pour ce cas particulier, veiller à la propreté des interstices entre les dalles, ainsi qu'à l'élimination des déchets pouvant s'accumuler sous les dalles. Il convient, dans ce cas, de les éliminer par un lavage au jet d'eau sous pression.

## B. Résultats expérimentaux

Des essais d'identification et d'aptitude à l'emploi rapportés dans les documents suivants ont été réalisés sous les dénominations Topox Cuber SL et Topox Cuber SL-T puis XPS SL et XPS SL Artic :

- Rapports d'essais du laboratoire du Bureau Veritas Industrie :
  - n° 1779685/1A du 20 novembre 2007, incurvation sous l'effet d'un gradient thermique - comportement en compression (NF EN 826) et éléments permettant le calcul du Rcs - ds du panneau TOPOX CUBER SL ,
  - n° 1779685/1B du 19 novembre 2007, mesures des variations dimensionnelles à l'état libre de déformations selon le Guide UEATc (cf § 4,31) sur panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseurs 30 et 120 mm,
  - n° 2025304/1A du 30 juin 2009, essai de comportement sous charge maintenue du panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseur 120 mm,
  - n° 2025304/1B du 30 juin 2009, essai de comportement sous charge maintenue du panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseur 120 mm,
  - n° 2064942/1A-B-C du 8 octobre 2009, classe de compressibilité UEATc du panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseurs 30 - 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1D du 8 octobre 2009, comportement en compression (NF EN 826) et éléments permettant le calcul du Rcs - ds du panneau TOPOX CUBER SL,
  - n° 2064942/1E-J des 8 octobre et 3 décembre 2009, classe de compressibilité UEATc du panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseurs 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1F-G du 8 octobre 2009, mesures des variations dimensionnelles à l'état libre de déformations selon le Guide UEATc (cf § 4,31) sur panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseurs 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1H du 8 octobre 2009, comportement en compression (NF EN 826) et éléments permettant le calcul du Rcs - ds du panneau TOPOX CUBER SL-T,
  - n° 2116534/1A du 18 décembre 2009, incurvation sous l'effet d'un gradient thermique du panneau TOPOX CUBER SL-T.
- Rapports d'essais du CSTB pour :
  - l'identification du panneau TOPOX CUBER SL, n° HO 07-07026 du 19 octobre 2007,
  - l'identification du panneau TOPOX CUBER SL-T, n° HO 07-07027 du 18 septembre 2008,
  - le facteur de drainage des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T avec l'écran spécifique ROOF 115,
  - la détermination de la Capacité Maximale en Eau (poids C.M.E.) des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T,
  - la détermination de la capacité maximale en eau (poids C.M.E.) de l'écran spécifique ROOF 115,
  - la résistance aux poinçonnements statique et dynamique, selon normes NF P 84-352 - NFP 84-353, de l'écran spécifique ROOF 115.
  - la détermination de l'incurvation sous gradient thermique, détermination des variations dimensionnelles à l'état de libre déformation, comportement sous charges statiques réparties et températures élevées, comportement sous charge maintenue en température et détermination des valeurs Rcs et ds et influence de la température des panneaux TOPOX CUBER SL-T, n° R2EM-ETA-12-260-40193/2 du 13 novembre 2012,
  - d'essais pour la détermination de l'incurvation sous gradient thermique selon le Guide UEATc (cf § 4,32) sur panneaux TOPOX CUBER SL-T 160 mm en double lit (épaisseur totale 320 mm), N° R2EM-ETA-12-26040193 du 10 octobre 2012
  - d'essais du comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon le Guide UEATc (cf § 4,51) sur panneaux TOPOX CUBER SL-T 160 mm en double lit (épaisseur totale 320 mm), N° R2EM-ETA-12-26040193 du 10 octobre 2012
  - d'essais du comportement sous charge maintenue en température selon «Répertoire des essais applicables aux systèmes d'étanchéité» sur panneaux TOPOX CUBER SL-T 160 mm en double lit (épaisseur totale 320 mm), N° R2EM-ETA-12-26040193 du 10 octobre 2012.
- Rapport d'essai du FIW München n° P4-13-028 du 26 March 2013, détermination de la résistance au gel/dégel pour les épaisseurs 50 / 80 / 100 mm selon la norme EN 12091 pour le panneau Topox Cuber SL.

- Rapports d'essais du LNE pour :
  - la détermination de l'incurvation sous gradient thermique, détermination des variations dimensionnelles à l'état de libre déformation, détermination des valeurs Rcs et ds et influence de la température des panneaux XPS SL Artic 60 et 160 mm, n° P160145-DE/29 du 18 juillet 2017,
  - la détermination de l'incurvation sous gradient thermique des panneaux XPS SL 30 mm et XPS SL Artic 160 mm, n° P160145-DE/23 du 16 juin 2017,
  - la détermination des variations dimensionnelles à l'état de libre déformation des panneaux XPS SL 120 mm et XPS SL Artic 160 mm, n° P160145-DE/27 du 22 juin 2017,
  - le comportement sous charge maintenue des panneaux XPS SL Artic 160 mm, n° P160145-DE/33 du 5 septembre 2017.
- Rapports d'essais du LGAI pour :
  - le comportement sous charge maintenue des panneaux XPS SL Artic 60 mm, n° 17/14647-1313 du 06 juillet 2017,
  - le comportement sous charge maintenue des panneaux XPS SL Artic 160 mm en un lit n° 17/14647-1314 du 06 juillet 2017.
- Rapports d'essais du CEIS :
  - Rapport d'essai de la détermination de la résistance au gel/dégel des panneaux Topox Cuber SL-T d'épaisseur 100 mm selon la norme EN 12091. N°CAT0006/16 du 3 juin 2013,
- Rapports d'essais internes pour :
  - la détermination des variations dimensionnelles à 70 °C et 90 % d'humidité sur panneaux TOPOX CUBER SL-T de 160 mm en deux lits (épaisseur totale 320 mm), Topox du 20 novembre 2012,
  - la détermination du comportement en compression et des éléments permettant le calcul des valeurs Rcs et ds à 23°C et 50 °C sur panneaux TOPOX CUBER SL-T 160 mm en deux lits (épaisseur totale 320 mm), Topox du 20 novembre 2012.
- Rapports d'essais AFITI-LICOF pour :
  - le classement de réaction au feu du panneau XPS SL Artic, n° 2989T16-2 du 11 mai 2016,
  - le classement de réaction au feu du panneau XPS SL, n° 3516T18-2 du 09 octobre 2018.

## C. Références

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

Les produits XPS SL, XPS SL Artic et R-Top ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

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 1 000 000 m<sup>2</sup> de panneaux, vendus sous les dénominations Topox Cuber SL et Topox Cuber SL-T puis respectivement XPS SL et XPS SL Artic (environ 100 000 m<sup>2</sup>), ont été posés en toiture inversée en France.

---

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet Avis

## Annexe thermique A - Solution courante

Le calcul du coefficient de transmission surfacique en partie courante des toitures à isolation inversée est effectué conformément aux Règles Th-bât, c'est-à-dire de la façon suivante :

Le coefficient de transmission thermique doit être corrigé, pour tenir compte des effets des :

- Vides d'air dans l'isolation thermique ;
- Fixations mécaniques éventuelles pénétrant la couche isolante ;
- Précipitations pour les toitures inversées.

La correction à apporter au niveau du coefficient de transmission thermique, notée  $\Delta U$  est donnée par la relation :

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r \quad \Delta U \text{ en } W/(m^2.K)$$

où :

- $\Delta U_g$  : est la correction pour les vides d'air,  $\Delta U_g = 0$  pour les panneaux XPS SL et XPS SL Artic,
- $\Delta U_f$  : est la correction pour les fixations mécaniques,  $\Delta U_f = 0$  pour les panneaux indépendants XPS SL et XPS SL Artic,
- $\Delta U_r$  : est la correction pour les toitures inversées en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolation et le revêtement d'étanchéité.

### Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux XPS SL et XPS SL Artic et le revêtement d'étanchéité

La méthode de calcul est basée sur la norme NF EN ISO 6946 et peut être décrite comme suit :

la formule du coefficient  $U_p$  de transmission thermique en partie courante des toitures à isolation inversée est donnée par la relation :

$$U_p = U_0 + \Delta U \quad \text{en } W/(m^2.K)$$

**Nota** : le coefficient  $U_p$  est présenté en résultat final avec deux chiffres significatifs :

- $U_0$  est calculée à 0,01 près ;
- $\Delta U$  est calculée à 0,01 près ( $\Delta U < 0,01$  est considérée égale à zéro), dans laquelle :
- $U_0$  : est le coefficient  $U_p$  de transmission thermique moyen de la paroi de la toiture compte non-tenu des déperditions additionnelles dues à la circulation de l'eau entre le revêtement d'étanchéité et l'isolation rapportée :

$$\frac{1}{U_0} = 0,14 + R_0 + R_1 = R_T \quad R_T \text{ en } (m^2.K)/W$$

**Nota** : le calcul des résistances thermiques est fait avec au moins trois chiffres significatifs, avec :

- $R_T$  : est la résistance thermique totale, arrondie à deux chiffres après la virgule lorsqu'il s'agit d'un résultat final, en  $(m^2.K)/W$  ;
- $R_0$  : est la résistance thermique entre la face interne de la toiture et la surface du revêtement d'étanchéité, en  $(m^2.K)/W$  ;
- $R_1$  : est la résistance thermique de la couche d'isolant au-dessus du revêtement d'étanchéité en tenant compte de la variation  $\Delta\lambda_h$  due à l'infiltration d'eau entre le revêtement d'étanchéité et l'isolation rapportée :

$$\text{En 1 lit : } R_1 = \frac{e_1}{(\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h)} \quad R_1 \text{ en } (m^2.K) / W$$

$$\text{En 2 lits : } R_1 = \frac{e_{sup}}{(\lambda_{csup} + \Delta\lambda_h)} + \frac{e_{inf}}{(\lambda_{cinf} + \Delta\lambda_h + \Delta\lambda_{inf\ deuxlits})} \quad R_1 \text{ en } (m^2.K) / W$$

- $e_1$  : est l'épaisseur de l'isolant, en m ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$  : est la conductivité thermique de l'isolant XPS SL ou XPS SL Artic dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité dans le produit, la valeur de  $\Delta\lambda_h$  étant donnée dans les *tableaux 1 à 3* en fin de Dossier Technique pour chaque destination des toitures-terrasses.

**Nota** :

- $\lambda_{UTILE}$  : conductivité de base utile, valeur déclarée ( $\lambda_D$ ) affectée d'un coefficient de sécurité de 15 % sur la conductivité thermique, ou valeur certifiée par l'ACERMI, ou valeur Th-U par défaut ( $\lambda_{DTU}$ ) ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$  : conductivité utile en isolation inversée pour conditions normales ou planchers semi-chauffants, majoration 2 mW/m.K ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$  : conductivité utile en isolation inversée pour jardins - terrasses et toitures végétalisées - protection dure maçonnée ou planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité  $< 30$  °C, majoration de 4 mW/m.K ;
- $e_{sup}$  : est l'épaisseur de l'isolant de la couche supérieure de l'isolant en mm ;
- $e_{inf}$  : est l'épaisseur de l'isolant de la couche inférieure de l'isolant en mm ;
- $\lambda_{csup} + \Delta\lambda_h$  : est la conductivité thermique utile de l'isolant XPS SL ou XPS SL Artic en tant que couche supérieure dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité dans le produit, la valeur  $\Delta\lambda_h$  étant donnée dans les tableaux 1 à 3 en fin de Dossier Technique pour chaque destination des toitures-terrasses ;
- $\lambda_{cinf} + \Delta\lambda_h + \Delta\lambda_{infdeuxlits}$  : est la conductivité thermique utile de l'isolant XPS SL ou XPS SL Artic en tant que couche inférieure dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité plus importante que celle de la couche supérieure, la valeur  $\Delta\lambda_h$  étant donnée dans les tableaux 1 à 3 en fin de Dossier Technique pour chaque destination des toitures-terrasses et la valeur  $\Delta\lambda_{infdeuxlits}$  est donnée dans le tableau A.1 ci-dessous ;
- $\lambda_{csup}$  ;  $\lambda_{cinf}$  : conductivité thermique certifiée par ACERMI ;
- $\Delta\lambda_{infdeuxlits}$  : est la majoration supplémentaire de la conductivité thermique certifiée pour la couche inférieure uniquement due à la teneur volumique en humidité plus importante dans cette couche.

- Dans le cas d'une présence de membrane sur la face supérieure de l'isolant justifiant d'un coefficient  $f.x \leq 0,04$  et d'une perméance à la vapeur d'eau suffisante ( $Sd < 1$  m), les valeurs attribuées au coefficient  $\Delta\lambda_{\text{infdeuxlits}}$  sont résumées dans le tableau suivant :

**Tableau A.1 – Valeurs complémentaires de la majoration  $\Delta\lambda$  du lit inférieur ( $\Delta\lambda_{\text{infdeuxlits}}$ )**

| Épaisseur de la couche inférieure | Épaisseur de la couche supérieure    | Majoration en mW/m.K                               |
|-----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                   |                                      | $\Delta\lambda_{\text{infdeuxlits}}$<br>Par défaut |
| $e_{\text{inf}} = 100$ mm         | $e_{\text{sup}} \leq e_{\text{inf}}$ | 6                                                  |
| $e_{\text{inf}} = 120$ mm         |                                      | 5                                                  |
| $e_{\text{inf}} = 140$ mm         |                                      | 4                                                  |
| $e_{\text{inf}} = 160$ mm         |                                      | 3                                                  |

- $\lambda_{\text{csup}} + \Delta\lambda_h$  : conductivité utile en isolation inversée pour conditions normales ou planchers semi-chauffants, majoration 2 mW/m.K ;
- $\lambda_{\text{csup}} + \Delta\lambda_h$  : conductivité utile en isolation inversée pour jardins - terrasses et toitures végétalisées - protection dure maçonnée ou planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C, majoration de 4 mW/m.K.
- $\Delta U_r$  : est la correction à apporter sur le coefficient  $U_p$  de transmission thermique moyen de la toiture d'un procédé.  $\Delta U_r$  représente les déperditions supplémentaires de chaleur dues aux écoulements des eaux de pluie à travers les joints de l'isolation jusqu'au revêtement d'étanchéité :

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \left( \frac{R_l}{R_T} \right)^2 \quad \Delta U_r \text{ en } W/(m^2.K)$$

avec :

- $p$  : en mm/jour, intensité moyenne des précipitations pendant la saison de chauffage. Pour des bâtiments situés en climat de plaine de la France européenne, le paramètre  $p$  est fixé pour chaque département et est donné dans le *tableau A.1* ci-après. En climat de montagne, le paramètre  $p$  est donné par la station météorologique la plus proche pendant la durée de la saison de chauffe,
- $f$  : facteur de drainage, fonction de la fraction de  $p$  qui atteint le revêtement d'étanchéité,
- $x$  : en (W.jour)/(m<sup>2</sup>.K.mm), facteur d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage,
- $f.x$  : les valeurs  $f.x$  sont données dans les *tableaux 1 à 3* en fin de Dossier Technique.

Tableau A.2 – Précipitations moyennes « p » en mm/jour<sup>(1)</sup>, en climat de plaine

| N° | Département          | p    | N° | Département      | p    | N° | Département          | p    | N° | Département           | p    |
|----|----------------------|------|----|------------------|------|----|----------------------|------|----|-----------------------|------|
| 01 | Ain                  | 2,12 | 24 | Dordogne         | 1,99 | 48 | Lozère               | 1,56 | 72 | Sarthe                | 1,99 |
| 02 | Aisne                | 1,89 | 25 | Doubs            | 3,00 | 49 | Maine-et-Loire       | 1,86 | 73 | Savoie                | 2,91 |
| 03 | Allier               | 1,84 | 26 | Drôme            | 2,62 | 50 | Manche               | 1,84 | 74 | Haute-Savoie          | 2,91 |
| 04 | Alpes-Haute-Provence | 2,03 | 27 | Eure             | 1,59 | 51 | Marne                | 1,58 | 75 | Paris                 | 1,69 |
| 05 | Hautes-Alpes         | 2,03 | 28 | Eure-et-Loir     | 1,59 | 52 | Haute-Marne          | 2,25 | 76 | Seine-Maritime        | 2,24 |
| 06 | Alpes-Maritimes      | 2,74 | 29 | Finistère        | 2,89 | 53 | Mayenne              | 1,93 | 77 | Seine-et-Marne        | 1,81 |
| 07 | Ardèche              | 2,62 | 30 | Gard             | 2,44 | 54 | Meurthe-et-Moselle   | 2,00 | 78 | Yvelines              | 1,69 |
| 08 | Ardennes             | 1,89 | 31 | Haute-Garonne    | 1,83 | 55 | Meuse                | 2,25 | 79 | Deux-Sèvres           | 1,86 |
| 09 | Ariège               | 2,85 | 32 | Gers             | 1,99 | 56 | Morbihan             | 2,90 | 80 | Somme                 | 2,04 |
| 10 | Aube                 | 1,81 | 33 | Gironde          | 2,90 | 57 | Moselle              | 2,08 | 81 | Tarn                  | 1,83 |
| 11 | Aude                 | 2,22 | 34 | Hérault          | 2,31 | 58 | Nièvre               | 2,20 | 82 | Tarn-et-Garonne       | 1,99 |
| 12 | Aveyron              | 2,19 | 35 | Ille-et-Vilaine  | 1,93 | 59 | Nord                 | 1,84 | 83 | Var                   | 2,42 |
| 13 | Bouches-du-Rhône     | 1,81 | 36 | Indre            | 2,06 | 60 | Oise                 | 1,83 | 84 | Vaucluse              | 2,01 |
| 14 | Calvados             | 2,09 | 37 | Indre-et-Loire   | 1,98 | 61 | Orne                 | 2,24 | 85 | Vendée                | 2,32 |
| 15 | Cantal               | 1,93 | 38 | Isère            | 2,58 | 62 | Pas-de-Calais        | 1,67 | 86 | Vienne                | 2,07 |
| 16 | Charente             | 2,40 | 39 | Jura             | 2,21 | 63 | Puy-de-Dôme          | 1,19 | 87 | Haute-Vienne          | 3,01 |
| 17 | Charente-Maritime    | 2,42 | 40 | Landes           | 2,87 | 64 | Pyrénées-Atlantiques | 3,42 | 88 | Vosges                | 2,00 |
| 18 | Cher                 | 1,94 | 41 | Loir-et-Cher     | 1,99 | 65 | Hautes-Pyrénées      | 3,33 | 89 | Yonne                 | 1,72 |
| 19 | Corrèze              | 1,93 | 42 | Loire            | 1,56 | 66 | Pyrénées-Orientales  | 1,87 | 90 | Territoire-de-Belfort | 3,06 |
| 2A | Corse-Sud            | 2,41 | 43 | Haute-Loire      | 1,56 | 67 | Bas-Rhin             | 1,33 | 91 | Essonne               | 1,69 |
| 2B | Haute-Corse          | 2,41 | 44 | Loire-Atlantique | 2,48 | 68 | Haut-Rhin            | 1,31 | 92 | Hauts-de-Seine        | 1,69 |
| 21 | Côte-d'Or            | 1,89 | 45 | Loiret           | 1,78 | 69 | Rhône                | 2,12 | 93 | Seine-Saint-Denis     | 1,69 |
| 22 | Côte-d'Armor         | 2,37 | 46 | Lot              | 2,50 | 70 | Haute-Saône          | 2,86 | 94 | Val-de-Marne          | 1,69 |
| 23 | Creuse               | 1,93 | 47 | Lot-et-Garonne   | 1,99 | 71 | Saône-et-Loire       | 2,21 | 95 | Val-d'Oise            | 1,69 |

**Légende :**

p : précipitations moyennes en période de chauffe (octobre à avril - période 1961 - 1990), en mm/jour, valable pour le climat de plaine. En climat de montagne, se reporter à la station météorologique la plus proche pour déterminer le paramètre p pendant la durée de la saison de chauffe.

(1) Les données représentées ici sont celles des stations du réseau synoptique de Météo France qui ont effectué des mesures sur la période de 1961 - 1990 et qui n'ont pas subi de déplacement important sur cette période. À celles-ci ont été ajoutées six stations qui ont subi un déplacement important durant cette période et pour lesquelles la série trentenaire n'était pas homogène : Gourdon (Lot), Grenoble (Isère), Limoges (Haute-Vienne), Millau (Aveyron), Rouen (Seine-Maritime), Tours (Indre-et-Loire). Nous avons choisi de calculer des moyennes pour ces stations, sur la plus longue période homogène comprise entre 1961 et 1990, pour avoir la meilleure répartition possible (origine Météo France).

## Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution courante

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient  $\Delta U$ , majoration  $\Delta\lambda_h$  et paramètres  $f.x$ , sont indiqués dans les tableaux ci-après. Ils peuvent être résumés comme suit dans le *tableau A.3* ci-dessous :

Tableau A.3 – Valeurs du coefficient  $\Delta\lambda_h$  et du paramètre  $f.x$  de la solution courante

|                                                       | Toitures-terrasses non accessibles |                                            |                                    | Toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour |                  |                                                       |                       |       | Toitures avec végétalisation |                                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|-------|------------------------------|------------------------------------|
|                                                       | Inaccessibles                      | Terrasses techniques ou à zones techniques | Techniques avec chemins de nacelle | Dalles préfabriquées posées à sec                    | Dalles sur plots | Carreaux usage privatif surface $\leq 50 \text{ m}^2$ | Dallage en béton armé | Pavés | Toitures-terrasses jardins   | Terrasses et toitures végétalisées |
| Majoration du coefficient $\Delta\lambda_h$ en mW/m.K | 2 (1)                              | 2 (1)                                      | 2                                  | 2 (1)                                                | 2 (1)            | 4                                                     | 4                     | 4     | 4                            | 4                                  |
| Valeur du paramètre $f.x$ de la solution courante     | 0,04                               |                                            |                                    |                                                      |                  |                                                       |                       |       |                              |                                    |

(1) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité  $< 30 \text{ }^\circ\text{C}$  :  $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/(\text{m.K})$ .

## Exemples de calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution courante

**Tableau A.4 – Exemple d'un calcul thermique - Solution courante – Pose en 1 lit**

| Hypothèse de la construction de la toiture-terrace jardin :<br>bâtiment fermé et chauffé, situé à Arçay (Cher) (zone climatique H2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |   | Résistances thermiques :                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------|
| - élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m<br>- revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | } | $R_0 = 0,125 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ |
| - panneau XPS SL d'épaisseur 120 mm :<br>• $e_1 = 120 \text{ mm}$<br>• $\lambda_{\text{UTILE}} = 36 \text{ mW}/\text{m} \cdot \text{K}$<br>• $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/\text{m} \cdot \text{K}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | } | $R_1 = 3,000 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ |
| - couche drainante, couche filtrante et terre végétale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | } | $0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$           |
| Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$<br><b>soit un coefficient <math>U_0 = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b><br><br>Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_r + \Delta U_f$ :<br>- $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$<br>- correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement :<br>• paramètre $p = 1,94 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le <i>tableau A.2</i><br>• valeur $f_x = 0,04$ en solution courante<br><b>soit une correction <math>\Delta U = 0,07 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b> | } | $R_T = 3,265 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ |
| Le coefficient de transmission global de la toiture :<br><b><math>U_p = U_0 + \Delta U = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |                                                   |

**Tableau A.5 – Exemple d'un calcul thermique - Solution courante - Pose en 2 lits**

| Hypothèse de la construction de la toiture-terrace non accessible avec protection par couche de granulats :<br>bâtiment fermé et chauffé, situé à Lorient (Morbihan)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   | Résistances thermiques :                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------------|
| - élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m<br>- étanchéité bicouche bitume de 5 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | } | $R_0 = 0,12 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  |
| - panneaux XPS SL Artic d'épaisseur 120 mm (lit inférieur) et 80 mm (lit supérieur) :<br>• $e_{\text{inf}} = 120 \text{ mm}$<br>• $e_{\text{sup}} = 80 \text{ mm}$<br>• $\lambda_{\text{UTILE}} = 29 \text{ mW}/\text{m} \cdot \text{K}$<br>• $\Delta\lambda_h = 2 \text{ mW}/\text{m} \cdot \text{K}$<br>• $\Delta\lambda_{\text{infdeuxlits}} = 5 \text{ mW}/\text{m} \cdot \text{K}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | } | $R_1 = 5,913 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ |
| - couche de séparation et granulats                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | } | $0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$           |
| Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$<br><b>soit un coefficient <math>U_0 = 0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b><br><br>Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_r + \Delta U_f$ :<br>- $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$<br>- correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement :<br>• paramètre $p = 2,90 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le <i>tableau A.2</i> de l' <i>Annexe thermique A</i><br>• valeur $f_x = 0,04$ en solution courante<br><b>soit une correction <math>\Delta U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b> | } | $R_T = 6,173 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ |
| Le coefficient de transmission global de la toiture :<br><b><math>U_p = U_0 + \Delta U = 0,27 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |                                                   |

## Annexe thermique B - Solution R-TOP

Le principe de calcul de la Solution R-TOP est identique à celui explicité dans l'Annexe thermique A, mais avec une correction  $\Delta U_r$  améliorée du coefficient  $U_p$  de transmission thermique en partie courante de la toiture.

En effet, l'utilisation de l'écran spécifique ROOF 115 permet de réduire la quantité d'eau de pluie ruissellement entre les panneaux XPS SL et XPS SL Artic, ce qui conduit à une performance thermique de la toiture-terrasse améliorée.

Grâce à l'interposition de l'écran ROOF 115, les facteurs de drainage et d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage, permettent d'avoir des valeurs  $f.x$  inférieures aux valeurs de la solution courante (pour mémoire,  $f.x = 0,04$ ), dans la formule suivante :

$$\Delta U_r = p \cdot f.x \cdot \left( \frac{R_l}{R_T} \right)^2 \quad \Delta U_r \text{ en } W/(m^2.K)$$

### Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution R-TOP

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient  $\Delta U$ , majoration  $\Delta \lambda_h$  et paramètres  $f.x$ , sont indiqués dans les tableaux ci-après. Ils peuvent être résumés comme suit dans le *tableau B.1* ci-dessous :

Tableau B.1 – Valeurs du coefficient  $\Delta \lambda_h$  et du paramètre  $f.x$  de la Solution R-TOP

|                                                                 | Toitures-terrasses non accessibles |                                            |                                    | Toitures-terrasses accessibles aux piétons et séjour |                  |                                                       |                       |        | Toitures avec végétalisation |                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|--------|------------------------------|------------------------------------|
|                                                                 | Inaccessibles                      | Terrasses techniques ou à zones Techniques | Techniques avec chemins de nacelle | Dalles préfabriquées posées à sec                    | Dalles sur plots | Carreaux usage privatif surface $\leq 50 \text{ m}^2$ | Dallage en béton armé | Pavés  | Toitures-terrasses jardins   | Terrasses et toitures végétalisées |
| Majoration du coefficient $\Delta \lambda_h$ en $mW/(m.K)$      | 2 <sup>(1)</sup>                   | 2 <sup>(1)</sup>                           | 2                                  | 2 <sup>(1)</sup>                                     | 2 <sup>(1)</sup> | 4                                                     | 4                     | 4      | 4                            | 4                                  |
| Valeur du paramètre $f.x$ de la Solution R-TOP <sup>(2)</sup> : |                                    |                                            |                                    |                                                      |                  |                                                       |                       |        |                              |                                    |
| - ROOF 115 :                                                    |                                    |                                            |                                    |                                                      |                  |                                                       |                       |        |                              |                                    |
| • et XPS SL                                                     | 0,0025                             | 0,0025                                     | 0,0025                             | 0,0025                                               | 0,0025           | 0,0025                                                | 0,0025                | 0,0025 | 0,0025                       | 0,0025                             |
| • et XPS SL Artic                                               | 0,0025                             | 0,0025                                     | 0,0025                             | 0,0025                                               | 0,0025           | 0,0025                                                | 0,0025                | 0,0025 | 0,0025                       | 0,0025                             |

(1) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité  $< 30 \text{ }^\circ\text{C}$  :  $\Delta \lambda_h = 4 \text{ mW/m.K}$ .  
(2) Décision du Groupe Spécialisé n°20 du 08 novembre 2016



## Exemples de calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution R-TOP

**Tableau B.2 – Exemple d'un calcul thermique avec la Solution R-TOP – Pose en 1 lit**

| Hypothèse de la construction de la toiture-terrace jardin avec l'écran spécifique ROOF 115 : bâtiment fermé et chauffé, situé à Labach (Haute-Garonne) (zone climatique H2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   | Résistances thermiques :                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------|
| - élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m<br>- étanchéité en asphalte 5 + 20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | } | $R_0 = 0,125 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ |
| - panneau XPS SL Artic d'épaisseur 120 mm :<br>• $e_1 = 120 \text{ mm}$<br>• $\lambda_{\text{UTILÉ}} = 29 \text{ mW}/\text{m.K}$<br>• $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/\text{m.K}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | } | $R_1 = 3,636 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ |
| - couche drainante, couche filtrante et terre végétale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | } | $0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$           |
| Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$<br><b>soit un coefficient <math>U_0 = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b><br><br>Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$ :<br>- $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$<br>- correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement :<br>• paramètre $p = 1,83 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le <i>tableau A.2 de l'Annexe thermique A</i><br>• valeur $f.x = 0,0025$ pour l'écran spécifique ROOF 115 selon le <i>tableau B.1</i><br><b>soit une correction <math>\Delta U = 0,00 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b> | } | $R_T = 3,900 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ |
| Le coefficient de transmission global de la toiture :<br><b><math>U_p = U_0 + \Delta U = 0,26 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                             |

**Tableau B.3 – Exemple d'un calcul thermique avec la Solution R-TOP – Pose en 2 lits**

| Hypothèse de la construction de la toiture-terrace jardin avec l'écran spécifique ROOF 115 : bâtiment fermé et chauffé, situé à Paris (75011)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |   | Résistances thermiques :                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---------------------------------------------|
| - élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,16 m<br>- étanchéité bicouche bitume de 5 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | } | $R_0 = 0,1 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$   |
| - panneaux XPS SL Artic d'épaisseur 140 mm (lit inférieur) et 120 mm (lit supérieur) :<br>• $e_{\text{inf}} = 140 \text{ mm}$<br>• $e_{\text{sup}} = 120 \text{ mm}$<br>• $\lambda_{\text{UTILÉ}} = 29 \text{ mW}/\text{m.K}$<br>• $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/\text{m.K}$<br>• $\Delta\lambda_{\text{infdeuxlits}} = 4 \text{ mW}/\text{m.K}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | } | $R_1 = 7,420 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ |
| - couche drainante, couche filtrante et terre végétale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | } | $0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$           |
| Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$<br><b>soit un coefficient <math>U_0 = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b><br><br>Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$ :<br>- $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$<br>- correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement :<br>• paramètre $p = 1,69 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le <i>tableau A.2 de l'Annexe thermique A</i><br>• valeur $f.x = 0,0025$ pour l'écran spécifique ROOF 115 selon le <i>tableau B.1</i><br><b>soit une correction <math>\Delta U = 0,00 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b> | } | $R_T = 7,660 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ |
| Le coefficient de transmission global de la toiture :<br><b><math>U_p = U_0 + \Delta U = 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})</math></b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                                             |

# Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Procédé R-Top Système en toitures non accessibles, en climat de plaine

| Élément porteur en maçonnerie :<br>(1) 0% ≤ pente ≤ 5 % | Toitures-terrasses inaccessibles<br>(2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Terrasses techniques ou à zones techniques                                                                             |                                                                              |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | sans chemins de nacelle (3)                                                                                            | avec chemins de nacelle (4)                                                  |
| Pression d'utilisation                                  | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60 KPa (11)                                                                                                            | Rcs/ds (5)                                                                   |
| <b>Solution courante :</b>                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |                                                                              |
| Facteur f.x :                                           | 0,04                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,04                                                                                                                   | 0,04                                                                         |
| Majoration du λ (Δλ <sub>n</sub> )                      | cf. tableau A.3 (9)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | cf. tableau A.3 (9)                                                                                                    | cf. tableau A.3                                                              |
| Couche de séparation                                    | - Soit non-tissé (6)<br>- Soit système de drainage (7)                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Granulats de la partie courante ou non-tissé ou système de drainage (7)                                                | Non-tissé + film                                                             |
| Couche de protection selon la norme - NF DTU 43.1 P1    | Épaisseur de la couche de granulats (8) :<br>- 1 lit :<br>60 mm pour les épaisseurs d'isolation e ≤ 80 mm<br>80 mm pour 90 ≤ e ≤ 100 mm<br>100 mm pour 110 ≤ e ≤ 160 mm<br>- 2 lits :<br>100 mm pour 160 ≤ e ≤ 180 mm<br>140 mm pour 185 ≤ e ≤ 220 mm<br>160 mm pour 225 ≤ e ≤ 250 mm<br>180 mm pour 255 ≤ e ≤ 290 mm<br>200 mm pour 295 ≤ e ≤ 320 mm | Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec                                            | Dallage fractionné en béton armé coulé sur une largeur limitée 2 m environ   |
| <b>Solution R-TOP :</b>                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                        |                                                                              |
| Facteur f.x :<br>- ROOF 115                             | 0,0025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,0025                                                                                                                 | 0,0025                                                                       |
| Majoration du λ (Δλ <sub>n</sub> )                      | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                                    | Cf. tableau B.1                                                              |
| Couche de séparation                                    | - Soit écran spécifique ROOF 115<br><br>- Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (7)                                                                                                                                                                                                                                                    | - Soit écran spécifique ROOF 115 + granulats de la partie courante<br><br>- Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé | Écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + film                                 |
| Couche de protection selon la norme - NF DTU 43.1 P1    | Épaisseur de la couche de granulats (8) :<br>- 1 lit :<br>60 mm pour les épaisseurs d'isolation e ≤ 80 mm<br>80 mm pour 90 ≤ e ≤ 100 mm<br>100 mm pour 110 ≤ e ≤ 160 mm<br>- 2 lits :<br>100 mm pour 160 ≤ e ≤ 180 mm<br>140 mm pour 185 ≤ e ≤ 220 mm<br>160 mm pour 225 ≤ e ≤ 250 mm<br>180 mm pour 255 ≤ e ≤ 290 mm<br>200 mm pour 295 ≤ e ≤ 320 mm | Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec                                            | Dallage fractionné en béton armé coulé sur une largeur limitée à 2 m environ |

(1) Pente nulle (0 %) pour les éléments porteurs en maçonnerie ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA).

(2) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (§ 6.321 du Dossier Technique).

(3) Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes sur couche de séparation (cf § 6.322 du Dossier Technique).

(4) Cf. § 6.323 du Dossier Technique.

(5) Avec les valeurs Rcs<sub>mini</sub> - ds<sub>maxi</sub> ds<sub>mini</sub> du tableau 4.

(6) La couche de séparation des toitures-terrasses inaccessibles est défini selon le § 6.31 du Dossier Technique.

(7) Système de drainage intermédiaire sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (cf § 4.252 du Dossier Technique).

(8) Cf. § 6.31 du Dossier Technique.

(9) Se référer au tableau A.1 dans le cas de la pose en 2 lits pour les valeurs complémentaires de la majoration Δλ du lit inférieur.

Tableau 1 bis – Procédé R-Top Système en toitures inaccessibles et techniques, en climat de montagne (5)

| Élément porteur en maçonnerie :<br>1 % ≤ pente ≤ 5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Toitures-terrasses inaccessibles<br>(1)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Terrasses techniques ou à zones techniques<br>(2)                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_h$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Cf. tableau B.1 (6)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Cf. tableau B.1 (6)                                                                                                          |
| Pression d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 60 KPa (4)                                                                                                                   |
| <b>Solution R-TOP:</b><br>Facteur $f_x$ :<br>- ROOF 115                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,0025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,0025                                                                                                                       |
| Couche de séparation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Écran spécifique<br>ROOF 115                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - Soit écran spécifique ROOF 115<br>+ granulats de la partie courante<br><br>- Soit écran spécifique ROOF 115<br>+ non-tissé |
| Couche de protection selon la norme NF DTU 43.11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Granulats de granulométrie $\geq 10$ mm avec une épaisseur fonction de celle de l'isolant (§ 6.31)<br><br>- 1 lit :<br>60 mm pour les épaisseurs d'isolation $e \leq 80$ mm<br>80 mm pour $90 \leq e \leq 100$ mm<br>100 mm pour $110 \leq e \leq 160$ mm<br><br>- 2 lits :<br>100 mm pour $160 \leq e \leq 180$ mm<br>140 mm pour $185 \leq e \leq 220$ mm<br>160 mm pour $225 \leq e \leq 250$ mm<br>180 mm pour $255 \leq e \leq 290$ mm<br>200 mm pour $295 \leq e \leq 320$ mm | Dalles en béton de classes 1-45 (S-4) et 3 (D) selon la norme NF EN 1339 posées à sec                                        |
| <p>(1) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (§ 6.321 du Dossier Technique).</p> <p>(2) Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes sur couche de séparation (§ 6.322 du Dossier Technique).</p> <p>(3) La couche de séparation des toitures-terrasses inaccessibles est optionnelle, selon le § 6.31 du Dossier Technique.</p> <p>(4) Se référer au tableau 8 pour les panneaux XPS SL Artic pour la pose en 2 lits d'isolant.</p> <p>(5) Se référer au § 8.3 du Dossier Technique.</p> <p>(6) Se référer au tableau A.1 dans le cas de la pose en 2 lits pour les valeurs complémentaires de la majoration <math>\Delta\lambda</math> du lit inférieur.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                              |

Tableau 2 – Procédé R-Top Système en toitures accessibles, en climat de plaine

| Élément porteur en maçonnerie :<br>(1) $\leq$ pente $\leq$ 5 % | Terrasses accessibles aux piétons et au séjour                                                                                                          |                                                                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                |                                                                               |
|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                | Dalles posées à sec<br>(2)                                                                                                                              | Dalles sur plots<br>(3)                                                                             | Revêtements de<br>Carreaux à usage<br>privatif de surface<br>< 50 m <sup>2</sup> (4)                                                                         | soils durs<br>Carreaux pour<br>autres toitures-<br>terrasses (5)                                               | Pavés<br>(6)                                                                  |
| Pression d'utilisation                                         | 60 KPa (9)                                                                                                                                              | 60 KPa (9)                                                                                          | 60 KPa (8)                                                                                                                                                   | 60 KPa (8)                                                                                                     | 60 KPa (8)                                                                    |
| <b>Solution courante :</b>                                     |                                                                                                                                                         |                                                                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                |                                                                               |
| Facteur $f_x$ :                                                | 0,04                                                                                                                                                    | 0,04                                                                                                | 0,04                                                                                                                                                         | 0,04                                                                                                           | 0,04                                                                          |
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_h$ )                  | Cf. tableau A.3 (9)                                                                                                                                     | Cf. tableau A.3 (9)                                                                                 | Cf. tableau A.3 (9)                                                                                                                                          | Cf. tableau A.3 (9)                                                                                            | Cf. tableau A.3 (9)                                                           |
| Couche de séparation                                           | - Soit : non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur $\geq$ 3 cm<br><br>- Soit : système de drainage (7)                                                     | Plots selon la norme - DTU 43.1 P1 ou le DTA du revêtement d'étanchéité                             | - Soit : non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur $\geq$ 3 cm<br><br>- Soit : non-tissé + film                                                                 | Système de drainage (7) + film éventuel selon le DTA du système de drainage                                    | Non-tissé + lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm                             |
| Couche de protection selon la norme - DTU 43.1 P1              | Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec                                                                             | Dalles en béton de classe 2-70 (T-7) ou 2-110 (T-11) selon la norme NF EN 1339 posées à sec         | Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés                                                    | Chape de mortier ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés           | Pavés en béton selon la norme - NF DTU 43.1 P1                                |
| <b>Solution R-TOP :</b>                                        |                                                                                                                                                         |                                                                                                     |                                                                                                                                                              |                                                                                                                |                                                                               |
| Facteur $f_x$ :<br>- ROOF 115                                  | 0,0025                                                                                                                                                  | 0,0025                                                                                              | 0,0025                                                                                                                                                       | 0,0025                                                                                                         | 0,0025                                                                        |
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_h$ )                  | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                                                                     | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                 | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                                                                          | Cf. tableau B.1 (9)                                                                                            | Cf. tableau B.1 (9)                                                           |
| Couche de séparation                                           | - Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur $\geq$ 3 cm<br><br>- Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (7) | Écran spécifique ROOF 115 + plots selon la norme - DTU 43.1 P1 ou le DTA du revêtement d'étanchéité | - Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur $\geq$ 3 cm + non-tissé<br><br>- Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + film | - Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (7) + film éventuel selon le DTA du système de drainage | Écran spécifique ROOF 115 + non tissé + lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm |
| Couche de protection selon la norme - DTU 43.1 P1              | Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec                                                                             | Dalles en béton de classe 2-70 (T-7) ou 2-110 (T-11) selon la norme NF EN 1339 posées à sec         | Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés                                                    | Chape de mortier ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés           | Pavés en béton selon la norme - NF DTU 43.1 P1                                |

(1) En travaux neufs : pente mini 1,5 % ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA) ; pente nulle (0 %) avec dalles sur plots. En travaux de réfections, la pente mini est conforme à la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

(2) Cf. § 6.331 du Dossier Technique.

(3) Cf. § 6.332 du Dossier Technique. La protection par dalles sur plots n'est pas visée en climat de montagne (cf. § 8.3).

(4) Cf. § 6.333a du Dossier Technique.

(5) Cf. § 6.333b du Dossier Technique.

(6) Cf. § 6.334 du Dossier Technique.

(7) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures terrasses inversées (§ 4.252 du Dossier Technique).

(8) Se référer au tableau 8 pour les panneaux XPS SL Artic pour la pose en 2 lits d'isolant.

(9) Se référer au tableau A.1 dans le cas de la pose en 2 lits pour les valeurs complémentaires de la majoration  $\Delta\lambda$  du lit inférieur.

Tableau 2 bis – Procédé R-Top Système en toitures accessibles, en 1 lit en climat de montagne (7)

| Élément porteur en maçonnerie :<br>(1) ≤ pente ≤ 5 %          | Terrasses accessibles aux piétons et au séjour                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                     |                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               | Dalles posées à sec<br>(2)                                                                                                                                              | Revêtements de<br>Carreaux à usage<br>privatif de surface<br>< 50 m <sup>2</sup> (3)                                                                                         | soils durs<br>Carreaux pour<br>autres toitures-<br>terrasses (4)                                                                    | Pavés<br>(5)                                                                                 |
| Pression d'utilisation                                        | 60 KPa                                                                                                                                                                  | 60 KPa                                                                                                                                                                       | 60 KPa                                                                                                                              | 60 KPa                                                                                       |
| <b>Solution R-TOP :</b><br>Facteur <i>f.x</i> :<br>- ROOF 115 | 0,0025                                                                                                                                                                  | 0,0025                                                                                                                                                                       | 0,0025                                                                                                                              | 0,0025                                                                                       |
| Majoration de λ (Δλ <sub>h</sub> )                            | Cf. tableau B.1                                                                                                                                                         | Cf. tableau B.1                                                                                                                                                              | Cf. tableau B.1                                                                                                                     | Cf. tableau B.1                                                                              |
| Couche de séparation                                          | - Soit écran<br>spécifique ROOF 115<br>+ non-tissé<br>+ granulats 3/15<br>d'épaisseur ≥ 3 cm<br><br>- Soit écran<br>spécifique ROOF<br>115 + système<br>de drainage (6) | - Soit écran<br>spécifique ROOF 115<br>+ non-tissé +<br>granulats 3/15<br>d'épaisseur ≥ 3 cm<br>+ non-tissé<br><br>- Soit écran<br>spécifique ROOF 115<br>+ non-tissé + film | - Soit écran<br>spécifique ROOF<br>115 + système<br>de drainage (6)<br>+ film éventuel<br>selon le DTA<br>du système<br>de drainage | Écran spécifique<br>ROOF 115 +<br>non tissé +<br>lit de sable<br>d'épaisseur<br>moyenne 6 cm |
| Couche de protection<br>selon la norme - DTU 43.11            | Dalles en béton<br>de classe 1-45 (S-4)<br>selon la norme NF EN<br>1339 posées à sec                                                                                    | Chape de mortier<br>armé ou dalle en<br>béton armé selon<br>la norme – NF DTU<br>43.11                                                                                       | Chape de mortier<br>ou dalle en<br>béton armé selon<br>la norme – NF DTU<br>43.11                                                   | Pavés en béton<br>selon la norme<br>- NF DTU 43.11                                           |

(1) En travaux neufs : pente mini 1,5 % ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA). En travaux de réfections, la pente mini est conforme à la norme NF DTU 43.5.

(2) Cf. § 6.331 du Dossier Technique.

(3) Cf. § 6.333a du Dossier Technique.

(4) Cf. § 6.333b du Dossier Technique.

(5) Cf. § 6.334 du Dossier Technique.

(6) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures terrasses inversées (§ 4.252 du Dossier Technique).

(7) Se référer au § 8.3 du Dossier Technique.

**Tableau 3 – Procédé R-Top Système en toitures terrasses jardins et toitures végétalisées en climat de plaine**

| Élément porteur en maçonnerie :<br>(1) $\leq$ pente $\leq$ 5 % | Toitures terrasses jardins<br>(2)                                                                                                                                                                                                                | Toitures terrasses végétalisées<br>(3)                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pression d'utilisation                                         | 60 KPa (7)                                                                                                                                                                                                                                       | 60 KPa (7)                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Solution courante :</b>                                     |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
| Facteur $f_x$ :                                                | 0,04                                                                                                                                                                                                                                             | 0,04                                                                                                                                                                                                                       |
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_n$ )                  | Cf. tableau A.3 (8)                                                                                                                                                                                                                              | Cf. tableau A.3 (8)                                                                                                                                                                                                        |
| Couche de séparation :                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
| - couche drainante                                             | - Soit couche drainante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité                                                                                                                                             | Épaisseur de la protection meuble en se référant au § 6.31. (5):<br>- Soit : avec des granulats de granulométrie $\geq$ 10 mm<br>- Soit : avec un non-tissé et des granulats de granulométrie réelle $<$ 15 mm (5 mm mini) |
| - couche filtrante                                             | - Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)<br><br>- Soit couche filtrante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité<br><br>- Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (4) | Couche filtrante définie dans l'AT du procédé de végétalisation                                                                                                                                                            |
| Couche de protection                                           | Terre végétale selon la norme -NF DTU 43.1 P1                                                                                                                                                                                                    | Végétalisation selon l'AT du procédé de végétalisation (6)                                                                                                                                                                 |
| <b>Solution R-TOP :</b>                                        |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
| Facteur $f_x$ :                                                |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
| - ROOF 115                                                     | 0,0025                                                                                                                                                                                                                                           | 0,0025                                                                                                                                                                                                                     |
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_n$ )                  | Cf. tableau B.1 (8)                                                                                                                                                                                                                              | Cf. tableau B.1 (8)                                                                                                                                                                                                        |
| Couche de séparation :                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                            |
| - couche drainante                                             | - Soit : écran spécifique ROOF 115 + couche drainante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité<br><br>- Soit : écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)           | Écran spécifique ROOF 115 +<br>Épaisseur de la protection meuble en se référant au § 6.31.                                                                                                                                 |
| - couche filtrante                                             | - Soit couche filtrante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité<br><br>- Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)                                                                       | Couche filtrante définie dans l'AT du procédé de végétalisation                                                                                                                                                            |
| Couche de protection                                           | Terre végétale selon la norme – NF DTU 43.1 P1                                                                                                                                                                                                   | Végétalisation selon l'AT du procédé de végétalisation (6)                                                                                                                                                                 |

(1) Pente nulle (0 %), ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA), ou celle mentionnée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.  
(2) Cf. § 8.1 du Dossier Technique.  
(3) Cf. § 8.2 du Dossier Technique.  
(4) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures terrasses jardins avec une isolation inversée (§ 4.252 du Dossier Technique).  
(5) Cf. § 4.252 du Dossier Technique : sur prescriptions de l'Avis Technique du procédé de végétalisation, la couche drainante peut être constituée, en partie ou en totalité, de la protection meuble par granulats des panneaux isolants.  
(6) Cf. § 8.23 du Dossier Technique.  
(7) Se référer au tableau 8 pour les panneaux XPS SL Artic pour la pose en 2 lits d'isolant.  
(8) Se référer au tableau A.1 dans le cas de la pose en 2 lits pour les valeurs complémentaires de la majoration  $\Delta\lambda$  du lit inférieur.

**Tableau 3 bis – Procédé R-Top Système en toitures terrasses jardins en climat de montagne**

| Élément porteur en maçonnerie :<br>(1) $\leq$ pente $\leq$ 5 %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Toitures terrasses jardins<br>(2)                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pression d'utilisation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 60 KPa                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Solution R-TOP :</b><br>Facteur <i>f.x</i> :<br>- ROOF 115                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,0025                                                                                                                                                                                                                                          |
| Majoration de $\lambda$ ( $\Delta\lambda_h$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Cf. tableau B.1                                                                                                                                                                                                                                 |
| Couche de séparation :<br><br>- couche drainante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | - Soit : écran spécifique ROOF 115 +<br>couche drainante selon la norme – NF DTU 43.1 P1<br>ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité<br><br>- Soit : écran spécifique ROOF 115 +<br>système de drainage (couche drainante et filtrante) (3) |
| - couche filtrante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | - Soit couche filtrante selon la norme – NF DTU 43.11<br>ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité<br><br>- Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (3)                                                                     |
| Couche de protection                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Terre végétale selon<br>la norme – NF DTU 43.11                                                                                                                                                                                                 |
| <p>(1) Pente (1 %), ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA), ou celle mentionnée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.</p> <p>(2) Cf. § 8.3 du Dossier Technique.</p> <p>(3) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures terrasses jardins avec une isolation inversée (§ 4.252 du Dossier Technique).</p> |                                                                                                                                                                                                                                                 |

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux XPS SL et XPS SL Artic

| Caractéristiques                                                                      | Référentiel                                                                                                                                                                                                                             | Valeurs                                          | Unité             | Observations         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|----------------------|
| <b>Géométriques</b>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| - Longueur                                                                            | EN 822                                                                                                                                                                                                                                  | 1 250 ± 5                                        | mm                |                      |
| - Largeur                                                                             | EN 822                                                                                                                                                                                                                                  | 600 ± 3                                          | mm                |                      |
| - Épaisseurs :                                                                        | EN 823                                                                                                                                                                                                                                  |                                                  |                   |                      |
| XPS SL                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         | 30 à 40 ± 2<br>50 à 120 -2/+3<br>par pas de 5 mm | mm                |                      |
| XPS SL Artic                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                         | 60 à 160 -2/+3<br>par pas de 5 mm                | mm                |                      |
| - Équerrage de la longueur et de la largeur                                           | EN 824                                                                                                                                                                                                                                  | 3                                                | mm/m              |                      |
| - Écart de planéité                                                                   | EN 825                                                                                                                                                                                                                                  | 6                                                | mm/m              |                      |
| - Aspect                                                                              | La surface du panneau doit montrer une peau d'extrusion sans craquelure de profondeur > 3 mm.                                                                                                                                           |                                                  |                   |                      |
| <b>Présentation :</b>                                                                 | Les chants des panneaux sont feuillurés sur les 4 côtés : largeur 15 mm × ½ épaisseur nominale comptée à partir de la face intérieure.<br>Couleur orange dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre. |                                                  |                   |                      |
| <b>Pondérales :</b>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| Masse volumique :                                                                     | EN 1602                                                                                                                                                                                                                                 |                                                  |                   |                      |
| - XPS SL                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                         | 38 ± 4                                           | kg/m <sup>3</sup> |                      |
| - XPS SL Artic                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         | 41,5 ± 3,5                                       | kg/m <sup>3</sup> |                      |
| <b>Mécaniques :</b>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| - Résistance à la compression à 10 % de déformation (1)                               | EN 826                                                                                                                                                                                                                                  | ≥ 300                                            | kPa               | CS(10\Y)300          |
| - Résistance de service à la compression (1) :                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| <u>En 1 lit</u>                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   | Certificats ACERMI : |
| • XPS SL :                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   | n° 07/107/484        |
| RCS <sub>mini</sub>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,200                                            | MPa               |                      |
| dS <sub>mini</sub> - dS <sub>maxi</sub>                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | 1,3 - 2,0                                        | %                 |                      |
| <u>En 1 lit</u>                                                                       | <i>e-Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007</i>                                                                                                                                                                                        |                                                  |                   | n° 08/107/532        |
| • XPS SL Artic de 60 à 80 mm :                                                        |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| RCS <sub>mini</sub>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,200                                            | MPa               |                      |
| dS <sub>mini</sub> - dS <sub>maxi</sub>                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | 1,3 - 2,0                                        | %                 |                      |
| • XPS SL Artic de 85 à 160 mm :                                                       |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| RCS <sub>mini</sub>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,215                                            | MPa               |                      |
| dS <sub>mini</sub> - dS <sub>maxi</sub>                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | 1,0 - 1,8                                        | %                 |                      |
| <u>En 2 lits</u>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| • XPS SL Artic de 165 à 320 mm :                                                      |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| RCS <sub>mini</sub>                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,190                                            | MPa               |                      |
| dS <sub>mini</sub> - dS <sub>maxi</sub>                                               |                                                                                                                                                                                                                                         | 1,0 - 1,7                                        | %                 |                      |
| - Classe de compressibilité 40 kPa à 60 °C                                            | Guide UEAtc                                                                                                                                                                                                                             | Classe C                                         |                   |                      |
| <b>Stabilité dimensionnelle :</b>                                                     |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| - Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation à 60 °C sur éprouvette     | Guide UEAtc                                                                                                                                                                                                                             | ≤ 0,5 et<br>≤ 5 sur panneau entier               | %<br>mm           |                      |
| - Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60 °C / 23 °C) sur panneau entier |                                                                                                                                                                                                                                         | ≤ 3                                              | mm                |                      |
| <b>Hygrométrie : absorption d'eau</b>                                                 |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| - À long terme par immersion totale (28 jours)                                        | EN 12087                                                                                                                                                                                                                                | WL(T)0,7                                         |                   | (méthode A)          |
| - À long terme par diffusion                                                          | EN 12088                                                                                                                                                                                                                                | WD(V)3                                           |                   |                      |
| <b>Comportement au gel</b>                                                            |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   |                      |
| - Absorption d'eau due aux effets de gel-dégel                                        | EN 12091                                                                                                                                                                                                                                | ≤ 1                                              | %                 | FTCD1                |
| <b>Conductivité thermique utile (2) :</b>                                             | EN 13164                                                                                                                                                                                                                                |                                                  |                   |                      |
| - XPS SL, épaisseurs :                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   | Certificats ACERMI : |
| 30 à 60 mm                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,033                                            | W/m.K             | n° 07/107/484        |
| 70 à 115 mm                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,035                                            | W/m.K             |                      |
| 120 mm                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,036                                            | W/m.K             |                      |
| - XPS SL Artic, épaisseurs :                                                          |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                  |                   | n° 08/107/532        |
| 60 à 160 mm                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                         | 0,029                                            | W/m.K             |                      |



Suite tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux XPS SL et XPS SL Artic

| Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Référentiel | Valeurs | Unité | Observations |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|-------|--------------|
| Réaction au feu, euroclasse :                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EN 13501-1  |         |       |              |
| - XPS SL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             | E       |       | (3)          |
| - XPS SL Artic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |             | E       |       | (4)          |
| <p>(1) La connaissance de la résistance critique de service et de la déformation de service permet au maître d'œuvre de dimensionner l'ouvrage en béton pour la circulation des chemins de nacelle de nettoyage des façades, en tenant compte du revêtement d'étanchéité et de l'épaisseur des panneaux.</p> <p>(2) Ces valeurs de conductivité thermique ne peuvent pas être utilisées seules, c'est-à-dire telles que figurant sur les Certificats ACERMI, mais elles doivent être corrigées par les facteurs correctifs selon les <i>Annexes thermiques A et B</i> du Dossier Technique.</p> <p>(3) Selon le Rapport de classement européen du AFITI-LICOF n° 3516T18-2 (cf. § B Résultats expérimentaux).</p> <p>(4) Selon le Rapport de classement européen du AFITI-LICOF n° 2989T16-2 (cf. § B Résultats expérimentaux).</p> |             |         |       |              |

Tableau 5 – Épaisseurs minimums des dalles en béton sur non-tissé (1) ou posées sur des plots

| Épaisseurs du lit simple isolant ou épaisseurs du double lit isolant                                                                                                                                                                                                                                                                       | Épaisseur des dalles en béton sur couche de séparation | Épaisseur des dalles en béton sur plots (3)                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 30 – 50 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40 mm                                                  | 50 mm quelle que soit l'épaisseur                                                               |
| 60 – 70 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 50 mm                                                  |                                                                                                 |
| 80 – 90 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 60 mm (2)                                              |                                                                                                 |
| 100 à 120 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 70 mm (2)                                              |                                                                                                 |
| 130 – 180 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 80 mm (2)                                              | 50 mm + lestage complémentaire entre les plots de 16 kg/m <sup>2</sup> par cm d'isolant > 12 cm |
| 190 – 250 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                        |                                                                                                 |
| 260 – 320 mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                        |                                                                                                 |
| Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                        |                                                                                                 |
| <p>(1) Cas des chemins ou aires de circulation, et des toitures terrasses techniques (§ 6.321 - 6.322).</p> <p>(2) La pose peut se faire en plusieurs lits de dalles en béton.</p> <p>(3) Un risque de désorganisation est possible si le poids du lestage n'est pas suffisant pour reprendre les effets dus à la poussée d'Archimède.</p> |                                                        |                                                                                                 |

Tableau 6 – Poids en charge maximales en eau (C.M.E.) des composants du procédé R-Top Système

| Éléments     | Description                  | Poids C.M.E.                        |
|--------------|------------------------------|-------------------------------------|
| XPS SL       | Panneau isolant inversé      | 42 kg/m <sup>3</sup>                |
| XPS SL Artic | Panneau isolant inversé      | 47 kg/m <sup>3</sup>                |
| ROOF 115     | Écran spécifique (non-tissé) | 130 g/m <sup>2</sup>                |
| Granulats    | Protection meuble            | 18 daN/cm de hauteur/m <sup>2</sup> |

**Tableau 7 – Écran spécifique de la Solution R-TOP par non-tissé ROOF 115 (1)**

| Caractéristiques                                                | Unités           | Valeurs nominales (tolérances) | Référentiel         |
|-----------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------|---------------------|
| Longueur                                                        | m                | 50 (+ 0,5)                     | EN 1848-2           |
| Largeur                                                         | mm               | 1,5 (± 0,015)                  | EN 1848-2           |
| Rectitude                                                       | mm               | conforme                       | EN 1848-2           |
| Épaisseur                                                       | mm               | 0,4 (± 0,1)                    | EN 1849-2           |
| Masse surfacique                                                | g/m <sup>2</sup> | 115 (- 5 / + 12)               | EN 1849-2           |
| Résistance à la pénétration de l'eau à l'état neuf              | Classe           | W1                             | EN 1928 (méthode A) |
| Étanchéité à l'eau après vieillissement                         | Classe           | W1                             | EN 1928 (méthode A) |
| Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau                    | m                | $s_d = 0,02 (+ 0,015)$         | EN ISO 12572        |
| Effort de traction à l'état neuf (L)                            | N/50 mm          | 260 (- 25)                     | EN 12311-1          |
| Effort de traction à l'état neuf (T)                            | N/50 mm          | 170 (- 30)                     | EN 12311-1          |
| Allongement à l'état neuf (L)                                   | %                | 50 (- 20)                      | EN 12311-1          |
| Allongement à l'état neuf (T)                                   | %                | 80 (- 30)                      | EN 12311-1          |
| Effort de traction et allongement après vieillissement :        |                  |                                |                     |
| - effort de traction (L x T)                                    | N/50mm           | 230 x 160 (-35 x -35)          | EN 13859-1          |
| - allongement (L x T)                                           | %                | 40 x 65 (-20 x -32)            | EN 12311-1          |
| Déchirure (L)                                                   | N                | 120 (- 30)                     | EN 12310-1/B        |
| Déchirure (T)                                                   | N                | 140 (- 35)                     | EN 12310-1/B        |
| Souplesse à basse température                                   | °C               | - 20                           | EN 1109             |
| L : sens longitudinal. T : sens transversal.                    |                  |                                |                     |
| (1) Selon la fiche technique Soprema SAS - BETF-MISBE0002.b/FR. |                  |                                |                     |

**Tableau 8 – Tassement absolu des panneaux XPS SL Artic (en mm) en 2 lits sur un élément porteur en maçonnerie (1)**

| Charge ré-partie (kPa) | Épaisseur (mm) (2) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                        | 120                | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 |
| 4,5                    | 0,1                | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 10                     | 0,2                | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| 20                     | 0,4                | 0,5 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,1 |
| 30                     | 0,6                | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 |
| 37,2                   | 0,7                | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,9 | 2,0 |
| 40                     | 0,8                | 0,9 | 1,1 | 1,2 |     |     |     |     |     |     |     |
| 60                     | 1,2                | 1,4 | 1,6 | 1,8 |     |     |     |     |     |     |     |

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Tableau déterminé à partir de l'essai de comportement sous charge statique maintenue en température CSTB n° R2EM-ETA-12-26040193 du § B du Dossier Technique.

(2) Pour les épaisseurs ou charges intermédiaires, les tassements peuvent être déterminés par interpolation linéaire.

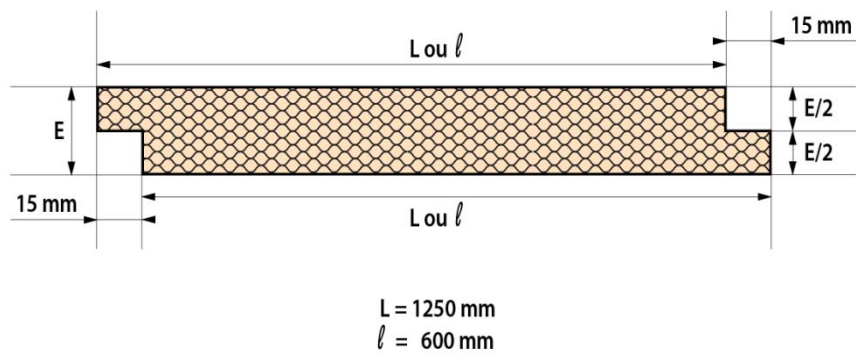


Figure 1 – Panneau isolant avec joint à recouvrement (feuillures alternées)

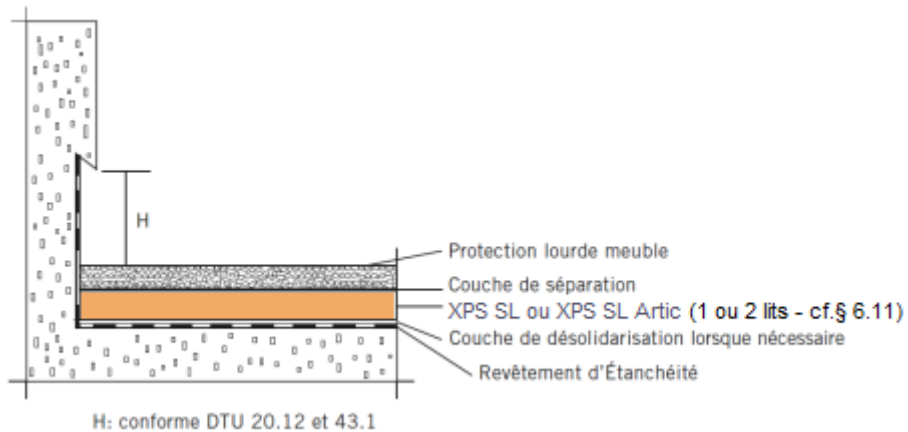


Figure 2 – Relevé sur toiture-terrace inaccessible avec retrait formant larmier

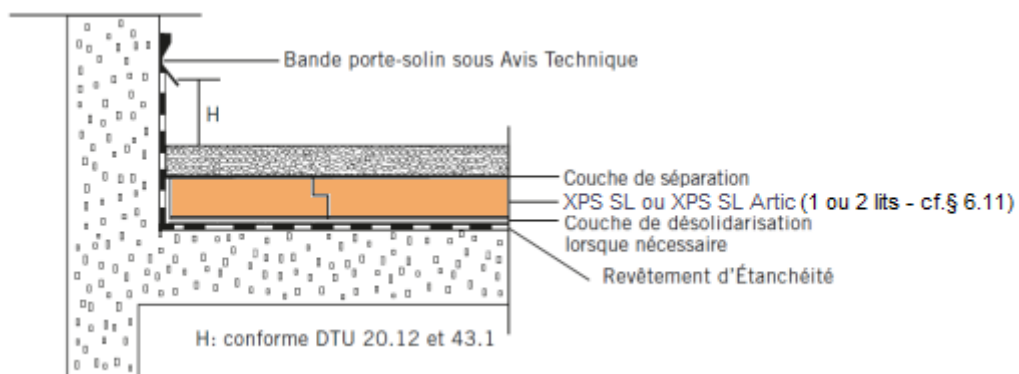


Figure 3 – Coupe de principe sur relevé avec bande porte-solin métallique

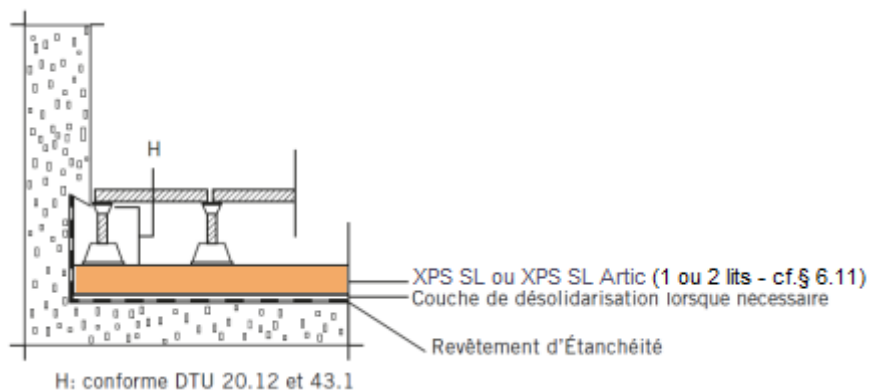
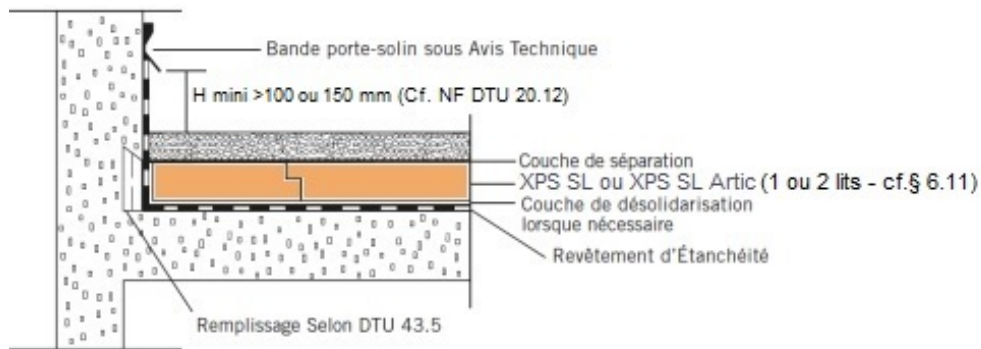
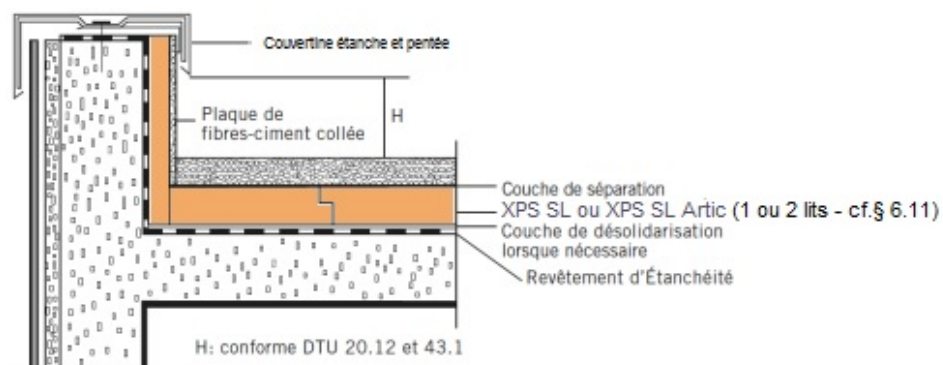


Figure 4 – Relevé sur terrasse accessible aux piétons et au séjour avec dalles sur plots



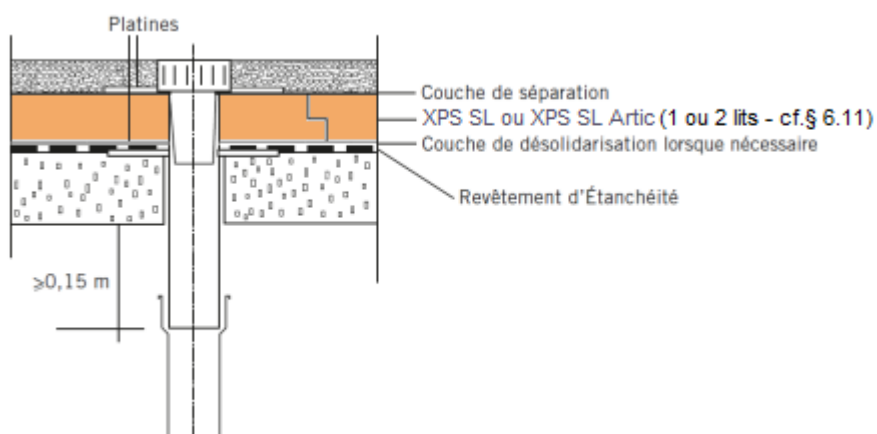
Le retrait formant larmier est rempli pour constituer le nouveau support du relevé (cf § 6.41 du Dossier Technique).

**Figure 5 – Coupe sur relevé en travaux de réfections**

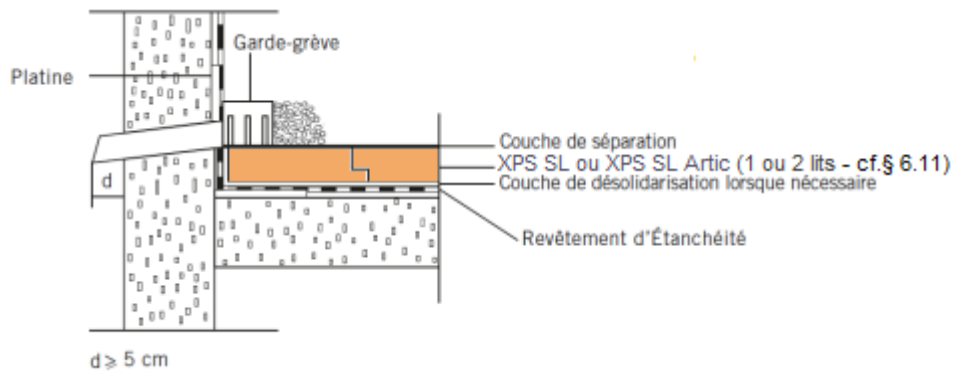


La plaque de fibres-ciment est collée sur les panneaux isolants, le (cf § 6.34 du Dossier Technique)

**Figure 6 – Relevé sur terrasses non accessibles**

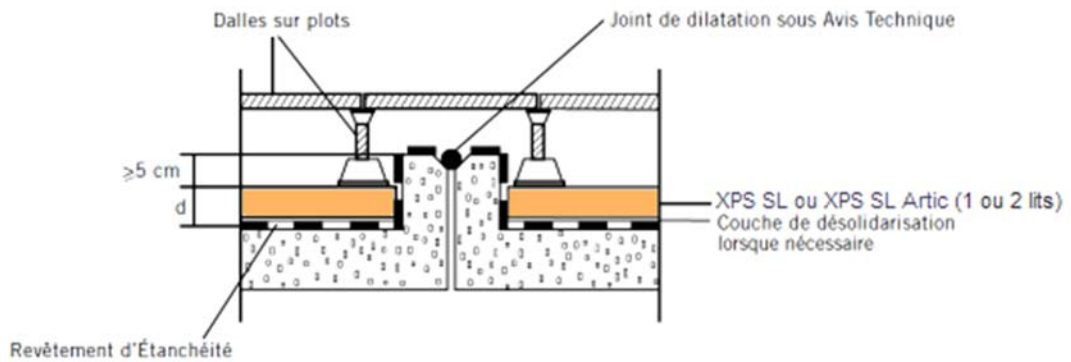


**Figure 7 – Exemple d'EEP (hors établissements recevant du public)**

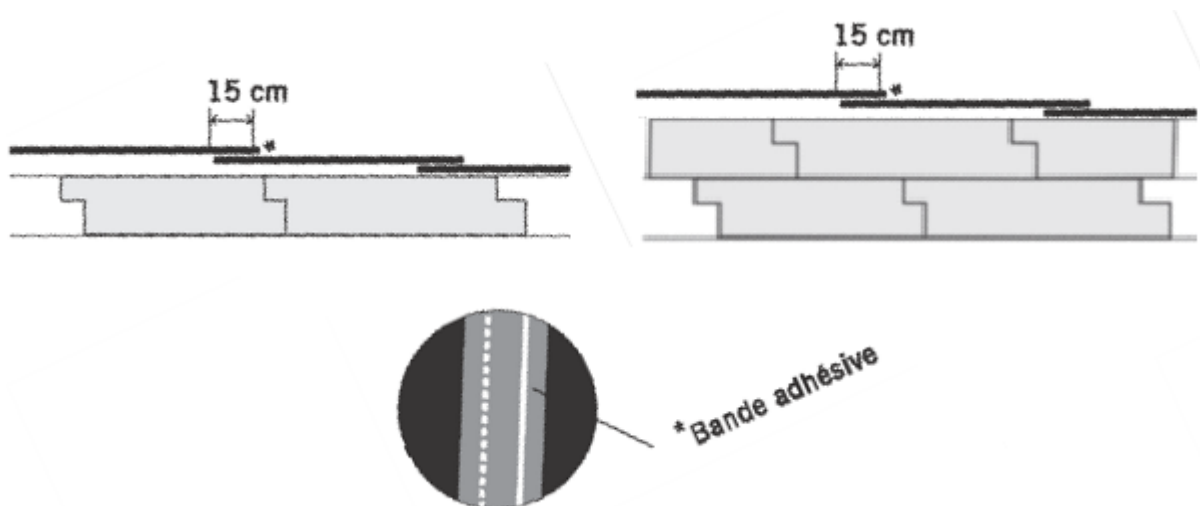


Le trop-plein d'alerte affleure la surface de l'isolant dans le cas d'une toiture en pente (cf § 6.11 du Dossier Technique).

**Figure 8 – Coupe sur relevé avec Trop-Plein d'Eau pluviale (TPE)**

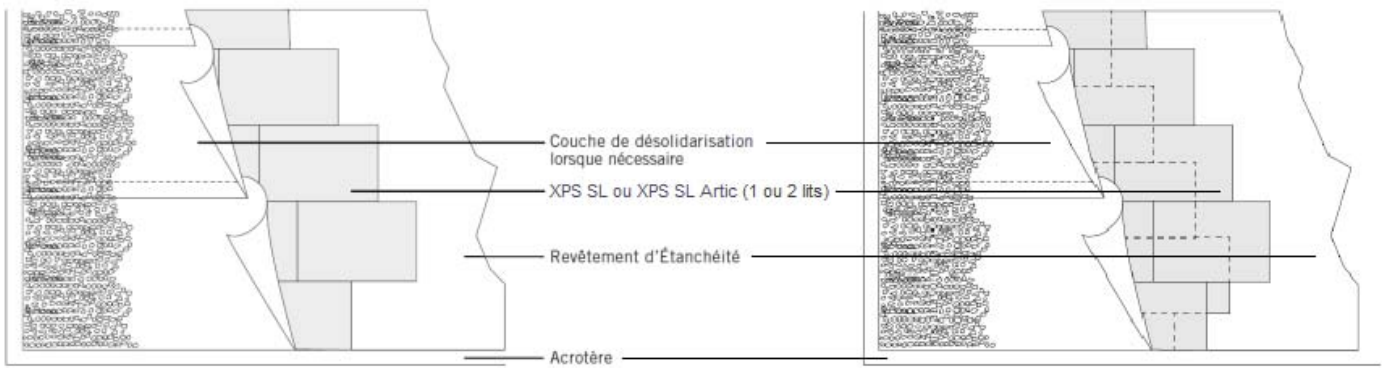


**Figure 9 – Coupe de principe sur joint de dilatation**



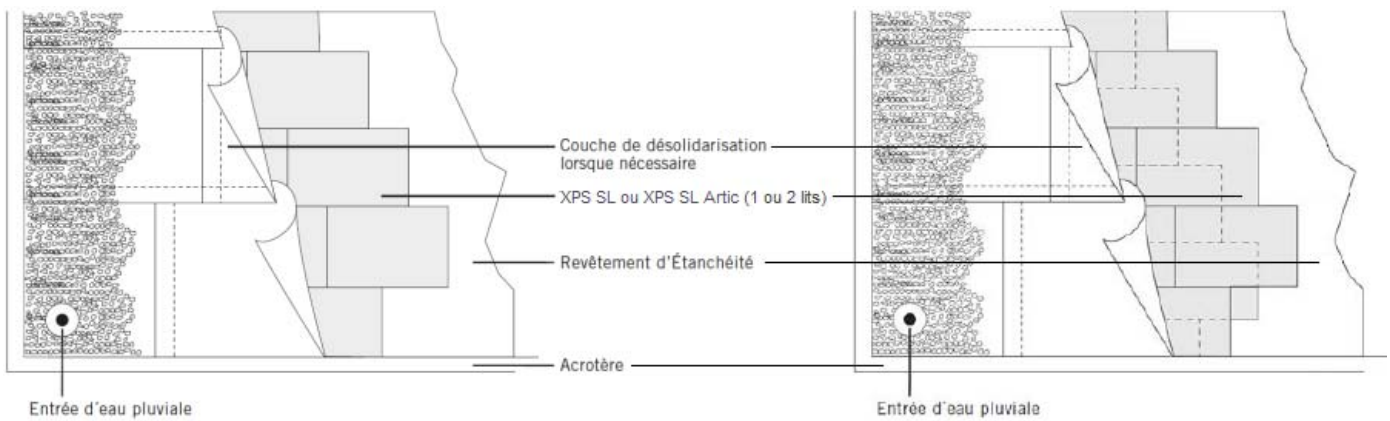
Bande adhésive du non-tissé ROOF 115 pour des surfaces inférieures à 1 m<sup>2</sup> ou de dimensions < 1 m (cf. § 5.22 du Dossier Technique).

**Figure 10 – Coupe de principe du recouvrement de l'écran spécifique en Solution R-TOP**



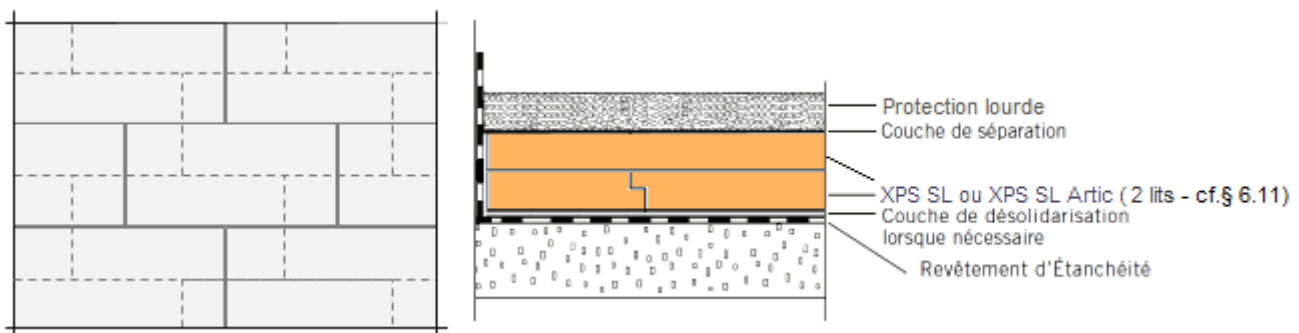
L'écran spécifique non-tissé est le ROOF 115 dans la Solution R-TOP.

**Figure 11 – Vue de dessus de principe d'une toiture inversée**

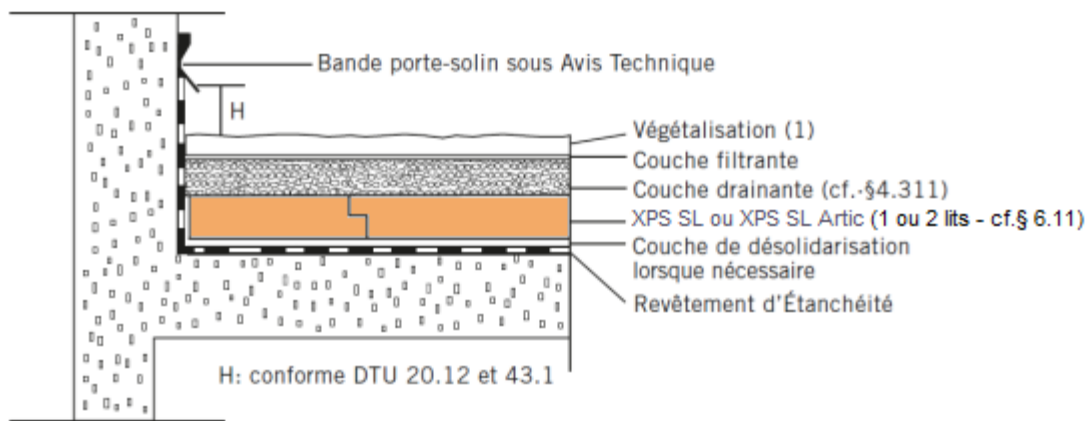


Le recouvrement des lés de l'écran spécifique ROOF 115 se fait vers l'entrée d'eau pluviale la plus proche.

**Figure 12 – Vue de dessus de principe de la Solution R-TOP en pente nulle**



**Figure 13 – Principe de mise en œuvre en 2 lits (à joints décalés)**

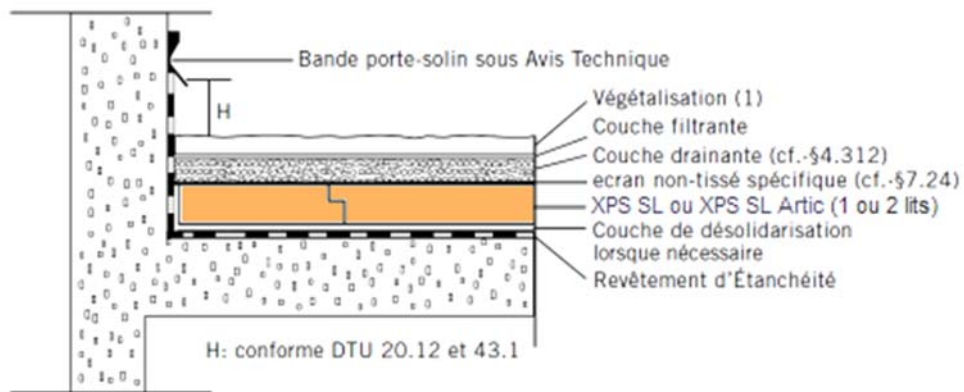


L'épaisseur de gravillons est fonction de l'épaisseur d'isolant (cf. § 6.34).

(1) Se référer au DTA du système de végétalisation.

Les acrotères peuvent être isolés selon le § 6.34.

**Figure 14 - Coupe de principe d'une toiture végétalisée pour le cas courant**

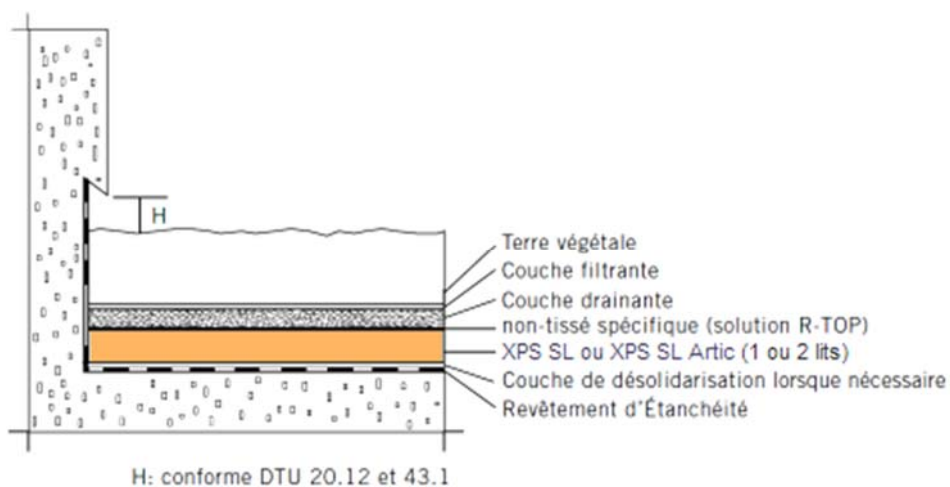


L'épaisseur de gravillons est fonction de l'épaisseur d'isolant (cf. § 6.31).

(1) Se référer au DTA du système de végétalisation.

Les acrotères peuvent être isolés selon le § 6.34.

**Figure 15 - Coupe de principe d'une toiture végétalisée avec la Solution R-TOP**



**Figure 16 - Coupe de principe d'une toiture terrasse jardin**