

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5.2/20-2676_V1**

Annule et remplace l'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 Soprema SAS
Distributeur : 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

Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 18 septembre 2020



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

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 4 avril 2020, 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 indépendant, sur revêtement d'étanchéité, de dimensions utiles :

- Longueur x largeur : 1 250 x 600 mm ;
- D'épaisseur allant de 30 à 120 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 f_x . 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), le produit XPS SL fait 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 en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.1, ou à un 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 avec pression maximale admissible de 60 kPa, y compris les chemins de nacelle sur pneus. Dans ce cas, dimensionnement du dallage avec les valeurs de R_{cs} et d_s données au tableau 4 du DTED ;
 - 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 ;
 - Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa ;
 - Terrasses et toitures végétalisées. La pression maximale admissible est de 60 kPa.

- En climat de montagne, les toitures terrasses, de pente minimale 1 %, visées sont :

- Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
- Techniques ou à zones techniques, avec pression maximale admissible de 60 kPa, y compris les chemins de nacelle sur pneus. Dans ce cas, dimensionnement du dallage avec les valeurs de R_{cs} et d_s données au tableau 4 du DTED,
- 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.

Le procédé s'utilise en :

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

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.

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 produits pouvant contenir des 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.

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).

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 (λ_{DTU}) (cf. fascicule 2/5 - version 2004), soit la conductivité thermique déclarée (λ_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 (ΔU_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.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonnerie.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

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

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

2.3.1 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*

Signé

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) Cette révision partielle prend en compte :
- La suppression du panneau XPS SL Artic ;
- L'intégration de la méthode particulière de dimensionnement des lésage se basant sur l'Eurocode 1 partie 1-4 en terrasses inaccessible, technique, accessibles en dalles sur plots. Les DPM doivent préciser la classe de rugosité et la catégorie de sol.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé
n 5.2*

Signé

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 indépendant, sur revêtement d'étanchéité, de dimensions utiles :

- Longueur x largeur : 1 250 x 600 mm ;
- D'épaisseur allant de 30 à 120 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 α . 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 en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.1, ou à un 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, , avec pression maximale admissible de 60 kPa y compris les chemins de nacelle sur pneus. Dans ce cas, dimensionnement du dallage avec les valeurs R_{cs} et d_s données au tableau 4 du DTED,
 - 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 ,
 - Jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
 - Terrasses et toitures végétalisées. La pression maximale admissible est de 60 kPa ;
- **En climat de montagne**, les toitures terrasses, de pente minimale 1 %, visées sont :
 - Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
 - Techniques ou à zones techniques, avec pression maximale admissible de 60 kPa, y compris les chemins de nacelle sur pneus. Dans ce cas, dimensionnement du dallage avec les valeurs de R_{cs} et d_s données au tableau 4 du DTED,
 - 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.

Le procédé s'utilise en :

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

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

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 CO₂.

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 du panneau XPS SL sont rassemblées 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 du panneau XPS SL 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.

4.2.2 Couche de désolidarisation sous les panneaux isolants

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m² 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/m² 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 m² 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 6 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 granulométrie 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).

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.

4.252 Couches filtrantes

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m² 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, dont la granulométrie doit être conforme à l'Annexe C.
- 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) ; elles sont d'épaisseur conforme à l'Annexe C. En climat de montagne, elles sont de la classe 3 (marquage D). Les dalles sont certifiées NF.
- c) Dalles en béton pour toitures inaccessibles ou terrasses 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) ; elles sont d'épaisseur conforme à l'Annexe C. 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 ≥ 300 m² 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 mm/24 h à 23°C et 50% HR,
 - Présentation : Poche de 600 ml ;
- Sopracolle PU :
 - colle à froid monocomposante à base de mousse expansive polyuréthane,
 - temps de prise : ± 40 min (20 °C/60 % 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 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 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 °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

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

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 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.

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 lés déroulés.

La remontée des points singuliers (lanterneaux, cheminées, etc.) se fait ultérieurement à la pose des lés 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 lés 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).

6.2.3 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 lés de non-tissé d'une surface inférieure à 1 m², 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 Eficolle, sur les lés adjacents (cf. figure 10).

6.2.4 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 m², 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.

6.3.1 Protection pour terrasses inaccessibles (cf. tableau 1)

La protection par couche de granulats, et par dallettes lorsque nécessaire, 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.

La protection dépend de la hauteur du bâtiment et des paramètres du sites (zone de vent et rugosité). Son dimensionnement, en zone centrale ainsi qu'en zone de rive, doit être conforme à l'Annexe C.

Lorsque des dallettes de béton sont requises, elles sont posées selon le § 2.1.2 de l'Annexe C.

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 cm² (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 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.

Les dalles sont dimensionnées conformément à l'Annexe C.

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

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1 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.

Les dalles sont dimensionnées conformément à l'Annexe C.

La pression maximale d'utilisation des panneaux XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm.

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 « $R_{cs\text{mini}}$ » et de « $d_{s\text{mini}} - d_{s\text{maxi}}$ » précisées au tableau 4 en fin de Dossier Technique.

Les valeurs de « $R_{cs\text{mini}}$ » et de « $d_{s\text{mini}} - d_{s\text{maxi}}$ » 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.

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.

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

Selon la norme NF DTU 43.1 P1-1 les plots sont posés directement sur les panneaux XPS SL ou sur l'écran spécifique en non-tissé dans la Solution R-TOP.

L'épaisseur des dalles posées sur les plots est indiquée dans l'Annexe C.

La pression maximale d'utilisation des panneaux XPS SL est de 60 kPa en 1 lit d'épaisseur 120 mm.

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, 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 m² :

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 réalisée 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 destination de ce type d'ouvrage est limitée à l'accessibilité piétonne. La protection peut être réalisée par une couche de béton coulé sur place fractionnée. Elle devra être disposée sur une couche de séparation :

- Conforme au NF DTU 43.1 ;
- ou
- Constituée d'une nappe de drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée dans l'usage visé de la toiture. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application.

6.3351 Cas général du NF DTU 43.1 : surface < 500 m² ou résistance utile de l'isolant < 2 m².K/W

Les dispositions pour la dalle en béton coulée sur place sont les suivantes :

- Épaisseur mini 6 cm ;
- Béton 350 kg de ciment par m³ de béton ;
- Armature mini : treillis soudé 150 × 150, diamètre 4 ou de section équivalente ;
- Fractionnement par des joints de largeur mini 2 cm, en partie courante tous les 4 à 5 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences ;
- Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints ;
- Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées ;
- Les tolérances et les matériaux sont conformes au NF DTU 43.1.

6.3352 Cas particulier de terrasse supérieure à 500 m² avec un panneau isolant de résistance thermique utile ≥ 2 (m².K)/W

Dans ce cas, le dimensionnement du dallage servant de protection se fera conformément au NF DTU 13.3 - partie 2 en prenant en compte les valeurs $R_{cs_{\text{mini}}}$ de résistance de service et « $d_{s_{\text{mini}}}$ $d_{s_{\text{maxi}}}$ » figurant au tableau 4.

Le dallage est fractionné par des joints de largeur minimale 0,02 m :

- En partie courante tous les 10 m dans les deux sens ;
- En bordure des reliefs et des émergences.

Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage. Les armatures sont interrompues au droit des joints. Pour les terrasses accessibles aux piétons, les DPM peuvent prévoir que les joints soient conjugués comme prévu par le NF DTU 43.11.

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. 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 couvertine), 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/m²) ou Mastic Eficolle (1 cordon de diamètre 10 mm tous les 20 cm pour une consommation d'environ 550 g/m²).

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. § 6.31).

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 15 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, sauf dans le cas des chemins de nacelles (cf. § 6.323).

8.11 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont conformes 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 13 et 14 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 5 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

Elle dépend du procédé de végétalisation :

- Lorsque le système de végétalisation n'assure pas le rôle de lestage ou que la protection meuble des panneaux XPS SL constitue la couche drainante du système de végétalisation, alors le lestage est réalisé conformément à l'Annexe C en choisissant une protection avec granulats uniquement (selon le niveau de performance identifié).
- Lorsqu'une zone stérile est prévue en rive alors la protection de cette zone de rive est réalisée conformément à l'Annexe C, en augmentant la granulométrie des granulats le cas échéant afin de respecter les prescriptions relatives aux systèmes de végétalisation.

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 système de végétalisation et 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 bis et 3 bis)

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) :

- 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.

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

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.

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 puis XPS SL:

- 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° 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.
- Rapports d'essais du CSTB pour :
 - l'identification du panneau TOPOX CUBER SL, n° HO 07-07026 du 19 octobre 2007,
 - le facteur de drainage des panneaux TOPOX CUBER SL avec l'écran spécifique ROOF 115,
 - la détermination de la Capacité Maximale en Eau (poids C.M.E.) des panneaux TOPOX CUBER SL,
 - 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.
- 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 des panneaux XPS SL 30 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, n° P160145-DE/27 du 22 juin 2017.
- Rapports d'essais AFITI-LICOF pour :
 - le classement de réaction au feu du panneau XPS SL, n° 3516T18-2 du 09 octobre 2018.

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Les produits XPS SL 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 500 000 m² de panneaux, vendus sous les dénominations Topox Cuber SL puis XPS SL 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 ΔU 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 :

- ΔU_g : est la correction pour les vides d'air, $\Delta U_g = 0$ pour les panneaux XPS SL,
- ΔU_f : est la correction pour les fixations mécaniques, $\Delta U_f = 0$ pour les panneaux indépendants XPS SL,
- ΔU_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 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 ;
- ΔU 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 :

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

- e_1 : est l'épaisseur de l'isolant, en m ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$: est la conductivité thermique de l'isolant XPS SL 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 :

- λ_{UTILE} : conductivité de base utile, valeur déclarée (λ_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 (λ_{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) ;
- ΔU_r : est la correction à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture d'un procédé. ΔU_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 :

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \cdot \left(\frac{R_1}{R_T} \right)^2 \quad \Delta U_r \text{ en } W/(m^2.K)$$

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 $(W \cdot \text{jour})/(m^2.K \cdot \text{mm})$, facteur d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage,
- $f \cdot x$: les valeurs $f \cdot x$ sont données dans les tableaux 1 à 3 en fin de Dossier Technique.

Tableau A.2 – Précipitations moyennes « p » en mm/jour ⁽¹⁾, 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 ΔU , 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 $\text{mW}/(\text{m.K})$	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 $< 30 \text{ }^\circ\text{C}$: $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/(\text{m.K})$.										

Exemple 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 : 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 - revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20	}	$R_0 = 0,125 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- panneau XPS SL d'épaisseur 120 mm : • $e_1 = 120 \text{ mm}$ • $\lambda_{\text{UTILÉ}} = 36 \text{ mW}/\text{m}.\text{K}$ • $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/\text{m}.\text{K}$	}	$R_1 = 3,000 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- couche drainante, couche filtrante et terre végétale	}	$0 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$ soit un coefficient $U_0 = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$: - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : • paramètre $p = 1,94 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le tableau A.2 • valeur $f.x = 0,04$ en solution courante soit une correction $\Delta U = 0,07 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$	}	$R_T = 3,265 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,38 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		

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 ΔU_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, 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 :

$$\Delta U_r = p \cdot f.x \cdot \left(\frac{R_1}{R_T}\right)^2 \quad \Delta U_r \text{ en } W/(m^2.K)$$

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

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient ΔU , 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 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾	2	2 ⁽¹⁾	2 ⁽¹⁾	4	4	4	4	4
Valeur du paramètre $f.x$ de la Solution R-TOP ⁽²⁾ : 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
(1) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C : $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW/m.K}$.										
(2) Décision du Groupe Spécialisé n°20 du 08 novembre 2016										

Exemple 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

	Résistances thermiques :
Hypothèse de la construction de la toiture-terrasse jardin avec l'écran spécifique ROOF 115 : bâtiment fermé et chauffé, situé à Labach (Haute-Garonne) (zone climatique H2)	
- élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m - étanchéité en asphalte 5 + 20	$R_0 = 0,125 \text{ m}^2.K/W$
- panneau XPS SL d'épaisseur 120 mm : • $e_1 = 120 \text{ mm}$ • $\lambda_{UTILE} = 36 \text{ mW/m.K}$ • $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW/m.K}$	$R_1 = 3 \text{ m}^2.K/W$
- couche drainante, couche filtrante et terre végétale	$0 \text{ m}^2.K/W$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$ soit un coefficient $U_0 = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2.K)$	$R_T = 3,265 \text{ m}^2.K/W$
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_r + \Delta U_f$: - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : • paramètre $p = 1,83 \text{ mm/jour}$ selon le tableau A.2 de l'Annexe thermique A • valeur $f.x = 0,0025$ pour l'écran spécifique ROOF 115 selon le tableau B.1 soit une correction $\Delta U = 0,00 \text{ W}/(\text{m}^2.K)$	
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,31 \text{ W}/(\text{m}^2.K)$	

Annexe C - Méthode de dimensionnement des lestages

Cadre de validité de la méthode :

- il n'y a pas lieu de prendre en compte des effets dynamiques du vent sur la structure ($C_s \cdot C_d = 1$) (§ 6 NF EN 1991-1-4).
- le coefficient d'orographie ($C_o(z)$) induit par la présence de collines, falaises, etc. est pris par hypothèse égal à 1 (§ 4.3.3 NF EN 1991-1-4). L'orographie est toutefois à prendre en compte lorsque nécessaire.
- $C_{prob} = 1$ selon NF EN 1991-1-4.
- Bâtiment de 50 m de hauteur maximum.

Note : cette méthode permet de calculer le lestage de manière forfaitaire sans tenir compte de la hauteur de l'acrotère.

C 1. Première étape : localisation du chantier

C 1.1 Zone de vent

La zone de vent doit être reprise des pièces du marché ou définies selon la clause 4.2(1)P Note 2 de l'annexe nationale norme NF EN 1991-1-4 (indice de classement P06-114-1/NA). Cette présente annexe est valable pour les zones de vent 1 à 4 (France métropolitaine).

C 1.2 Rugosité

Les Documents particuliers du marché préciseront la rugosité (catégorie de terrain) retenue selon la clause 4.3.2(1) de l'annexe nationale de l'Eurocode. A défaut on peut prendre en compte, par simplification, les catégories de terrains suivantes selon la topographie du site de l'ouvrage :

- mer ou zone côtière exposée aux vents de mers, lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 km : catégorie de terrain 0 ;
- campagne : catégorie de terrain II ;
- zones urbaines ou industrielles ; catégorie de terrain IIIb.

Tableau C.1 – Définitions des catégories de terrain

Catégorie de terrain	Définition
0	Mer ou zone côtière exposée aux vents de mer; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 Km
II	Rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés (arbres, bâtiments, etc.) séparés les uns des autres de plus de 40 fois leur hauteur
IIIa	Campagne avec des haies; vignobles; bocage; habitat dispersé
IIIb	Zones urbanisées ou industrielles; bocage dense; vergers
IV	Zones urbaines dont au moins 15 % de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m; forêts

C 1.3 Hauteur de toiture

Dans la méthode, la hauteur de la toiture correspond à la hauteur de référence pour le bâtiment déterminée en conformité avec la norme NF EN 1991-1-4 (Eurocode 1).

C 2. Deuxième étape choix de la protection

C 2.1 Terrasses inaccessibles et techniques

C 2.1.1 Identification des solutions admissibles en fonction de la hauteur du bâtiment

Le tableau C.2 indique le niveau de performance (P1 à P6) minimum à utiliser pour le lestage des panneaux isolants en isolation inversée en fonction de la hauteur du bâtiment et des paramètres du sites (zone de vent et rugosité). P1 est le premier niveau de résistance au vent, P6 est le type de protection offrant la résistance au vent la plus forte.

Tableau C.2 – Niveau minimum de performance du lestage suivant la zone de vent et la rugosité.

CLASSE DE TERRAIN	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 1	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 2	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 3	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 4	
Classe 0	0-4	P2A/P2B	0-5	P3A/P3B/P3C	0-4	P4	0-4	P5A/P5B	
	≤ 10	P3A/P3B/P3C		≤ 8	P4	≤ 8	P5A/P5B	≤ 9	P6A/P6B
			≤ 15	P4	≤ 19	P5A/P5B	≤ 18	P6A/P6B	≤ 50
	≤ 50	P5A/P5B	≤ 45	P6A/P6B					
			≤ 50		≤ 50				
	Classe II	0-6	P1	0-4	P1	0-10	P3A/P3B/P3C	0-6	P3A/P3B/P3C
				≤ 6	P2A/P2B			≤ 11	P4
		≤ 11	P2A/P2B	≤ 19	P3A/P3B/P3C	≤ 16	P4	≤ 20	P6A/P6B
≤ 32									
		≤ 46	P4	≤ 40	P5A/P5B	≤ 50			
≤ 50							P5A/P5B	≤ 50	P6A/P6B

Tableau C.2 (suite) – Niveau minimum de performance du lestage suivant la zone de vent et la rugosité.

CLASSE DE TERRAIN	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 1	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 2	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 3	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 4	
Classe IIIa	0-15	P1	0-11	P1	0-8	P1	0-6	P1	
			≤ 13	P2A/P2B	≤ 22	P3A/P3B/P3C	≤ 14	P3A/P3B/P3C	
		≤ 23	P2A/P2B	≤ 38			P3A/P3B/P3C	≤ 38	P4
	≤ 50	P3A/P3B/P3C	≤ 50	P4	≤ 40	P5A/P5B	≤ 41	P6A/P6B	
			≤ 50	P4	≤ 50	P6A/P6B			≤ 50
	Classe IIIb	0-29	P1	0-21	P1	0-16	P1	0-12	P1
				≤ 24	P2A/P2B	≤ 40	P3A/P3B/P3C	≤ 26	P3A/P3B/P3C
≤ 41		P2A/P2B	≤ 50	P3A/P3B/P3C	≤ 43			P4	
≤ 50		P3A/P3B/P3C	≤ 50	P4	≤ 50	P5A/P5B	≤ 50	P6A/P6B	
Classe IV	0-48	P1	0-35	P1	0-27	P1	0-20	P1	
			≤ 43	P2A/P2B	≤ 28	P2A/P2B	≤ 45	P3A/P3B/P3C	
			≤ 50	P3A/P3B/P3C	≤ 50	P3A/P3B/P3C			
	≤ 50	P2A/P2B	≤ 50	P4	≤ 50	P4	≤ 50	P4	

C 2.1.2 Choix de la solution parmi les niveaux de performances identifiés au C 2.1.1

Tableau C.3 – Terrasses Inaccessibles

Niveau de performance	Protection en zone de rive ⁽¹⁾	Protection en zone centrale ⁽¹⁾	Système
P1	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 8 mm min.	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 8 mm min.	P1
P2	Dalle béton 40 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 8 mm min.	P2A
	Dalle béton 40 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Dalle béton 40 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	P2B
P3	Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 8 mm min.	P3A
	Dalle béton 40 mm à sec	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 8 mm min.	P3B
P4	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 16 mm min.	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 16 mm min.	P4
P5	Dalle béton 40 mm à sec	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 16 mm min.	P5A
	Dalle béton 40 mm à sec	Dalle béton 40 mm à sec	P5B
P6	2 x Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Granulats 50 mm d'épaisseur Ø 16 mm min.	P6A
	2 x Dalle 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	2 x Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	P6B

(1) Les zones de rive et centrale sont définies au § 2.1.3.1

Tableau C.3bis – Terrasses techniques

Niveau de performance	Protection en zone de rive ⁽¹⁾	Protection en zone centrale ⁽¹⁾	Système
P2	Dalle béton 40 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Dalle béton 40 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	P2B
P3	Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	P3C
P5	Dalle béton 40 mm à sec	Dalle béton 40 mm à sec	P5B
P6	2 x Dalle 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	2 x Dalle béton 50 mm sur 50 mm de granulats Ø 8 mm min.	P6B

(1) Les zones de rive et centrale sont définies au § C 2.1.3.1

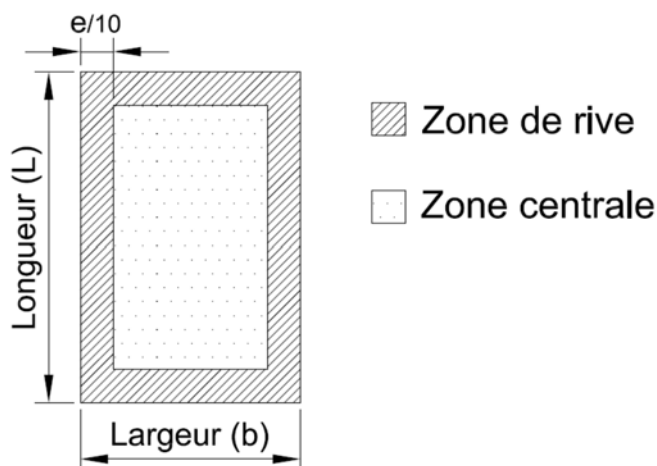
Notes :

- Les dalles en béton bénéficient de la marque NF « dalles de béton pour voirie et toitures »
- Le diamètre des granulats (Ø) correspond à la dimension du tamis inférieur d selon la norme NF EN 12620 + A1 :2008

C 2.1.3 Dimensionnement de la bande de rive et angles pour les systèmes P2A, P3A, P3B, P5A et P6A

C 2.1.3.1 Zone de rive

La toiture est divisée en deux parties. La zone de rive (angles et pourtour de la toiture) et la zone centrale.



C 2.1.3.2 Largeur de la bande de rive

La largeur de la bande de rive, nécessitant plus de lestage que la partie centrale, est calculée en fonction des dimensions du bâtiment :

Largeur de la bande de rive = $e/10$

e étant le minimum entre la longueur (L) de la toiture et 2 fois sa hauteur z (cf. § C.1.3).

Dans tous les cas la bande de rive ne pourra être d'une largeur inférieure à 1 m.

C 2.2 Terrasses accessibles en dalles sur plots : choix de l'épaisseur minimale selon la localisation et la hauteur du bâtiment

CLASSE DE TERRAIN	HAUTEUR TOITURE (m)	Zone de vent 1	Zone de vent 2	Zone de vent 3	Zone de vent 4
Classe 0	0-6	40mm	40 mm	50 mm	50 mm
	≤ 9		50 mm		
	≤ 15				
	≤ 18	50 mm	50 mm		
	≤ 45				
	≤ 50				
Classe II	0-5	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
	≤ 9			50 mm	50 mm
	≤ 16		50 mm		
	≤ 20				
	≤ 32				
	≤ 39	50 mm	50 mm	50 mm	
	≤ 50				
Classe IIIa	≤ 12	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
	≤ 19			50 mm	50 mm
	≤ 32				
	≤ 41		50 mm	50 mm	
	≤ 50				
Classe IIIb	≤ 22	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
	≤ 34			50 mm	50 mm
	≤ 50				
Classe IV	≤ 39	40 mm	40 mm	40 mm	40 mm
	≤ 50				50 mm

Note : Les dalles en béton bénéficient de la marque NF « dalles de béton pour voirie et toitures »

Tableaux et figures du Dossier Technique

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

Élément porteur en maçonnerie : (1) 0% ≤ pente ≤ 5 %	Toitures-terrasses inaccessibles (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)
Solution courante :			
Facteur f_x :	0,04	0,04	0,04
Majoration du λ ($\Delta\lambda_h$)	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3
Couche de séparation	- Soit non-tissé (6) - 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 et de dallettes lorsqu'elles sont nécessaires (8) : Voir Annexe C	Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 et d'épaisseur conforme à l'annexe C posées à sec	Dallage fractionné en béton armé coulé sur une largeur limitée 2 m environ
Solution R-TOP :			
Facteur f_x : - ROOF 115	0,0025	0,0025	0,0025
Majoration du λ ($\Delta\lambda_h$)	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1
Couche de séparation	- Soit écran spécifique ROOF 115 - Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (7)	- Soit écran spécifique ROOF 115 + granulats de la partie courante - 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 et de dallettes lorsqu'elles sont nécessaires (8) : Voir Annexe C	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 $R_{cs\text{mini}}$ - $d_{s\text{maxi}}$ - $d_{s\text{mini}}$ 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.

Tableau 1 bis – Procédé « R-Top Système » en toitures inaccessibles et techniques, en climat de montagne

Élément porteur en maçonnerie : 1 % ≤ pente ≤ 5 %	Toitures-terrasses inaccessibles (1)	Terrasses techniques ou à zones techniques (2)
Majoration de λ ($\Delta\lambda_n$)	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1
Pression d'utilisation	-----	60 KPa
Solution R-TOP: Facteur f_x : - ROOF 115	0,0025	0,0025
Couche de séparation	Écran spécifique ROOF 115	- Soit écran spécifique ROOF 115 + granulats de la partie courante - Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé
Couche de protection selon la norme NF DTU 43.11	Épaisseur de la couche de granulats (§ 6.31) et de dallettes lorsqu'elles sont nécessaires: Voir Annexe C	Dalles en béton de classes 1-45 (S-4) et 3 (D) selon la norme NF EN 1339 et d'épaisseur conforme à l'annexe C posées à sec
(1) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (§ 6.321 du Dossier Technique).		
(2) Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes sur couche de séparation (§ 6.322 du Dossier Technique).		

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

Élément porteur en maçonnerie : (1) ≤ pente ≤ 5 %	Terrasses accessibles aux piétons et au séjour				
	Dalles posées à sec (2)	Dalles sur plots (3)	Revêtements de Carreaux à usage privatif de surface < 50 m ² (4)	soils durs Carreaux pour autres toitures- terrasses (5)	Pavés (6)
Pression d'utilisation	60 KPa	60 KPa	60 KPa	60 KPa	60 KPa
Solution courante :					
Facteur <i>f.x</i> :	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Majoration de λ (Δλ _h)	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3
Couche de séparation	- Soit : non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm - 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 ≥ 3 cm - 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 et d'épaisseur conforme à l'annexe C, 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
Solution R-TOP :					
Facteur <i>f.x</i> : - ROOF 115	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Majoration de λ (Δλ _h)	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1
Couche de séparation	- Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm - 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 ≥ 3 cm + non-tissé - 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 et d'épaisseur conforme à l'annexe C, 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).

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

Élément porteur en maçonnerie : (1) \leq pente \leq 5 %	Terrasses accessibles aux piétons et au séjour			
	Dalles posées à sec (2)	Revêtements de sols durs		Pavés (5)
		Carreaux à usage privatif de surface < 50 m ² (3)	Carreaux pour autres toitures- terrasses (4)	
Pression d'utilisation	60 KPa	60 KPa	60 KPa	60 KPa
Solution R-TOP :				
Facteur f_x :				
- ROOF 115	0,0025	0,0025	0,0025	0,0025
Majoration de λ ($\Delta\lambda_n$)	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1
Couche de séparation	- Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur \geq 3 cm - Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (6)	- Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur \geq 3 cm + non-tissé - Soit écran spécifique ROOF 115 + non-tissé + film	- Soit écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (6) + 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 43.11	Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec	Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.11	Chape de mortier ou dalle en béton armé selon la norme - NF DTU 43.11	Pavés en béton selon la norme - NF DTU 43.11
<p>(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.</p> <p>(2) cf. § 6.331 du Dossier Technique.</p> <p>(3) cf. § 6.333a du Dossier Technique.</p> <p>(4) cf. § 6.333b du Dossier Technique.</p> <p>(5) cf. § 6.334 du Dossier Technique.</p> <p>(6) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures terrasses inversées (§ 4.252 du Dossier Technique).</p> <p>(7) Se référer au § 8.3 du Dossier Technique.</p>				

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

Élément porteur en maçonnerie : (1) ≤ pente ≤ 5 %	Toitures terrasses jardins (2)	Toitures terrasses végétalisées (3)
Pression d'utilisation	60 KPa	60 KPa
Solution courante : Facteur f_x :	0,04	0,04
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	cf. tableau A.3	cf. tableau A.3
Couche de séparation :		
- couche drainante	- Soit couche drainante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)	Protection meuble en se référant au § 8.22 (5)
- couche filtrante	- Soit couche filtrante selon la norme - NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - 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)
Solution R-TOP : Facteur f_x : - ROOF 115	0,0025	0,0025
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	cf. tableau B.1	cf. tableau B.1
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 - Soit : écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)	Écran spécifique ROOF 115 + 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 - 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.

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

Élément porteur en maçonnerie : (1) ≤ pente ≤ 5 %	Toitures terrasses jardins (2)
Pression d'utilisation	60 KPa
Solution R-TOP : Facteur f_x : - ROOF 115	0,0025
Majoration de λ ($\Delta\lambda_n$)	cf. tableau B.1
Couche de séparation : - couche drainante - couche filtrante	- Soit : écran spécifique ROOF 115 + couche drainante selon la norme – NF DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - Soit : écran spécifique ROOF 115 + système de drainage (couche drainante et filtrante) (3) - Soit couche filtrante selon la norme – NF DTU 43.11 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (3)
Couche de protection	Terre végétale selon la norme – NF DTU 43.11
(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. (2) cf. § 8.3 du Dossier Technique. (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).	

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux XPS SL

Caractéristiques	Référentiel	Valeurs	Unité	Observations
Géométriques				
- Longueur	EN 822	1 250 ± 5	mm	
- Largeur	EN 822	600 ± 3	mm	
- Épaisseurs	EN 823	30 à 40 ±2 50 à 120 -2/+3 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.			
Présentation :	Les chants des panneaux sont feuillurés sur les 4 côtés : largeur 15 mm × ½ épaisseur nominale comptée à partir de la face intérieure. Couleur orange dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.			
Pondérales :				
Masse volumique :	EN 1602	38 ±4	kg/m ³	
Mécaniques :				
- Résistance à la compression à 10 % de déformation (1)	EN 826	≥ 300	kPa	CS(10\Y)300
- Résistance de service à la compression (1) :	<i>e-Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007</i>			Certificat ACERMI : n° 07/107/484
RCS _{mini}		0,200	MPa	
dS _{mini} - dS _{maxi}		1,3 - 2,0	%	
- Classe de compressibilité 40 kPa à 60 °C	Guide UEAtc	Classe C		
Stabilité dimensionnelle :				
- Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation à 60 °C sur éprouvette	Guide UEAtc	≤ 0,5 et ≤ 5 sur panneau entier	% mm	
- Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60 °C / 23 °C) sur panneau entier		≤ 3	mm	
Hygrométrie : absorption d'eau				
- 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		
Comportement au gel				
- Absorption d'eau due aux effets de gel-dégel	EN 12091	≤ 1	%	FTCD1
Conductivité thermique utile (2) :	EN 13164			Certificat ACERMI : n° 07/107/484
- XPS SL, épaisseurs :				
30 à 60 mm		0,033	W/(m.K)	
70 à 115 mm		0,035	W/(m.K)	
120 mm		0,036	W/(m.K)	
Réaction au feu, Euroclasse :	EN 13501-1	E		(3)
<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 Annexes thermiques A et B du Dossier Technique.</p> <p>(3) Selon le Rapport de classement européen du AFITI-LICOF n° 3516T18-2 (cf. § B Résultats expérimentaux).</p>				

Tableau 5 – 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 ³
ROOF 115	Écran spécifique (non-tissé)	130 g/m ²
Granulats	Protection meuble	18 daN/cm de hauteur/m ²

Tableau 6 – 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 ²	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) 40 x 65 (-20 x -32)	EN 13859-1 EN 12311-1
- allongement (L x T)	%		
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.			

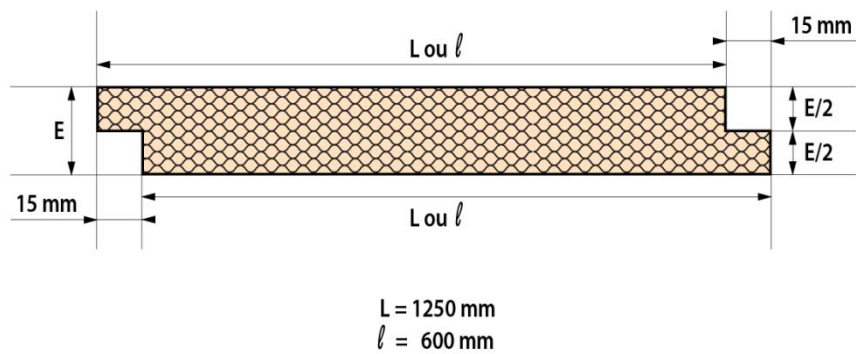
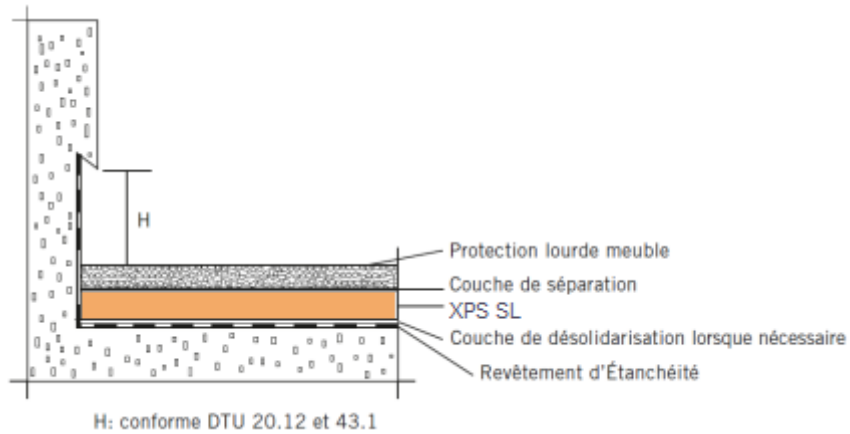
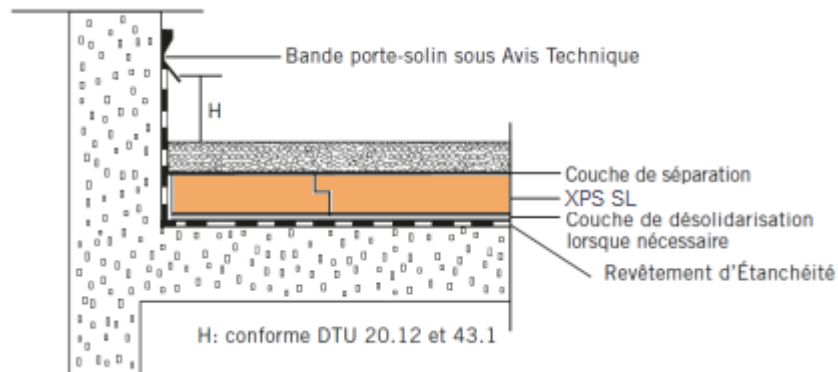


Figure 1 – Panneau isolant avec joint à recouvrement (feuillures alternées)



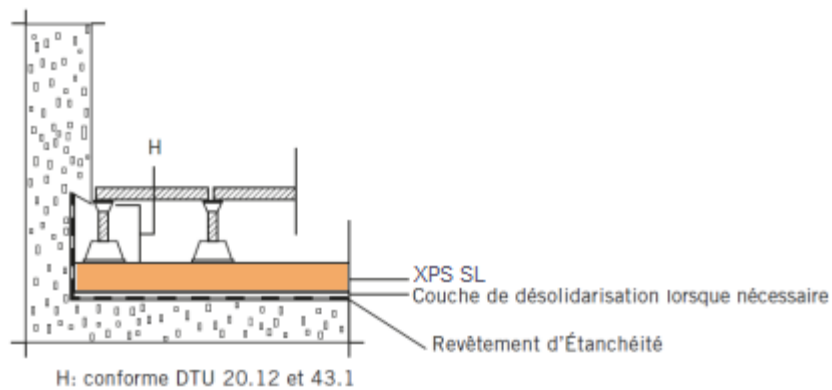
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

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



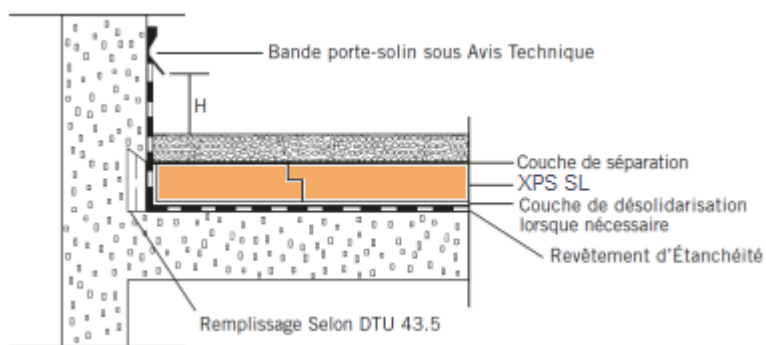
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

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



La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

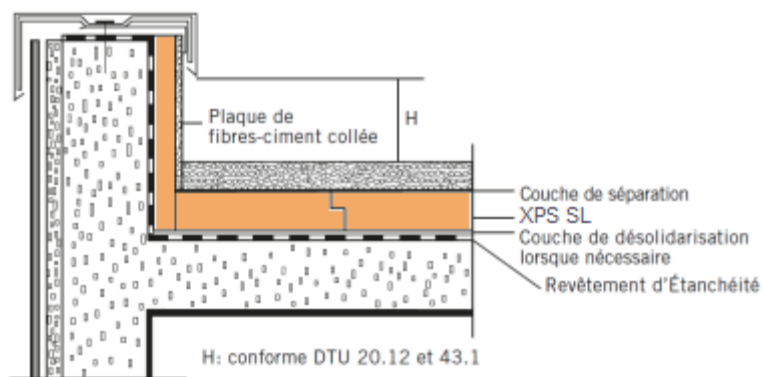
Figure 4 – Relevé sur terrasse accessible aux piétons et au séjour avec dalles sur plots



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

La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

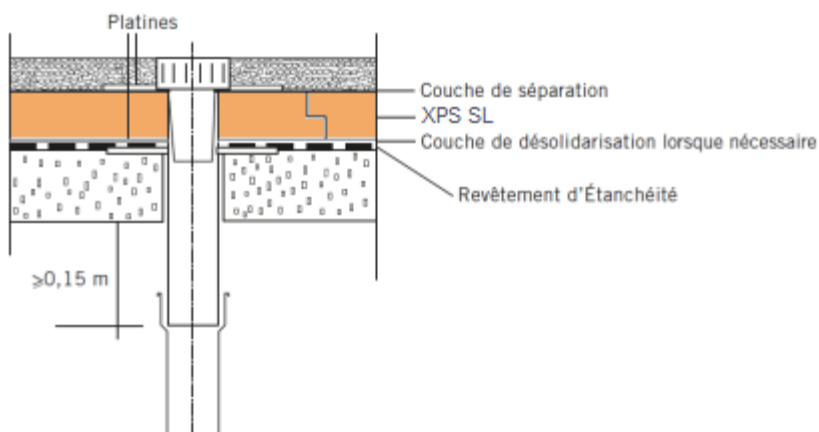
Figure 5 – Coupe sur relevé en travaux de réfections



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

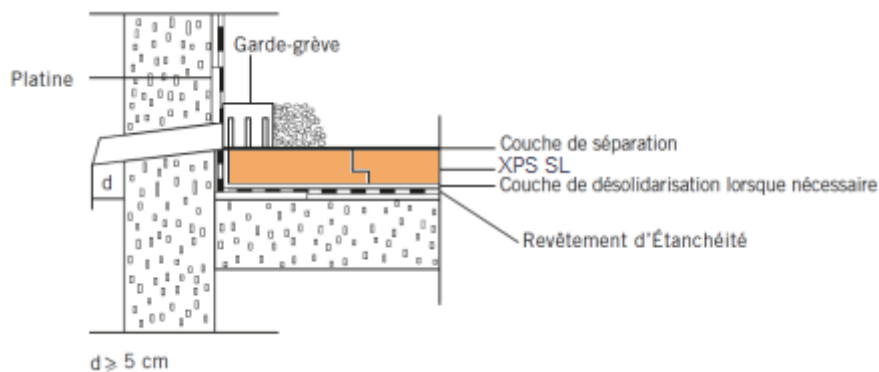
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

Figure 6 – Relevé sur terrasses non accessibles



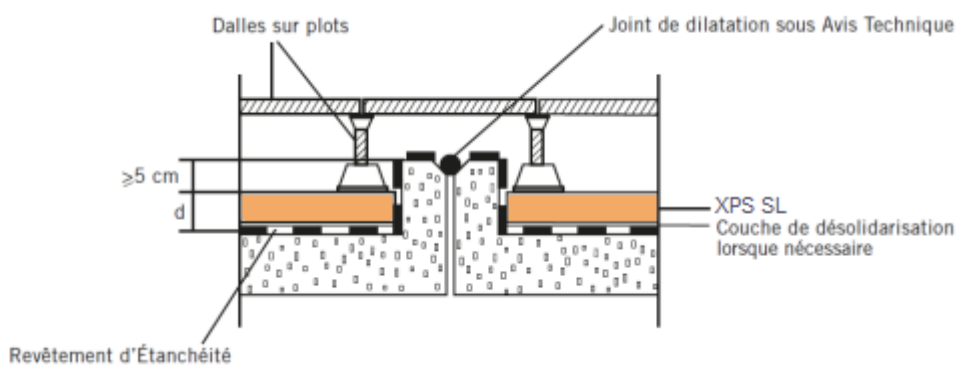
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

Figure 7 – Exemple d'EEP



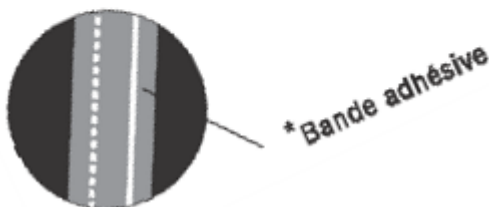
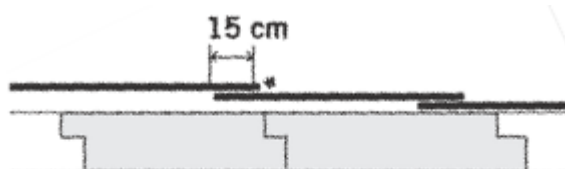
Le trop-plein d'alerte affleure la surface de l'isolant dans le cas d'une toiture en pente (cf. § 6.11 du Dossier Technique).
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

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



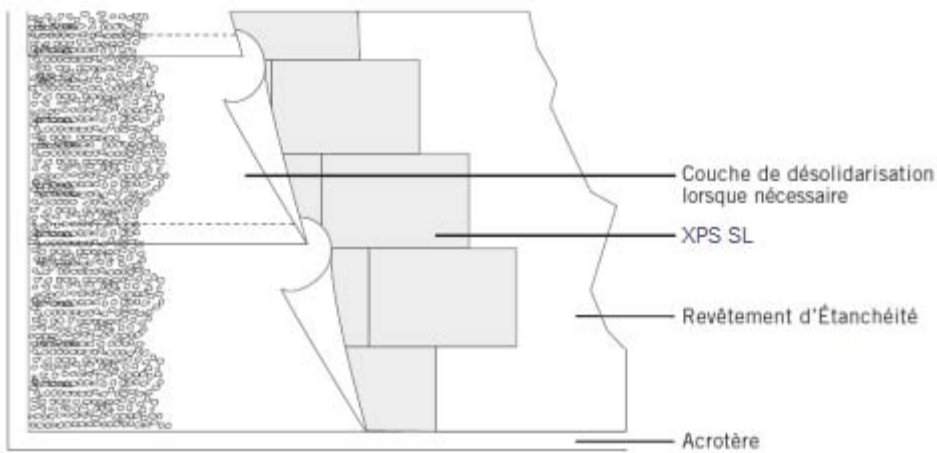
La protection lourde est déterminée selon les prescriptions de l'annexe C

Figure 9 – Coupe de principe sur joint de dilatation



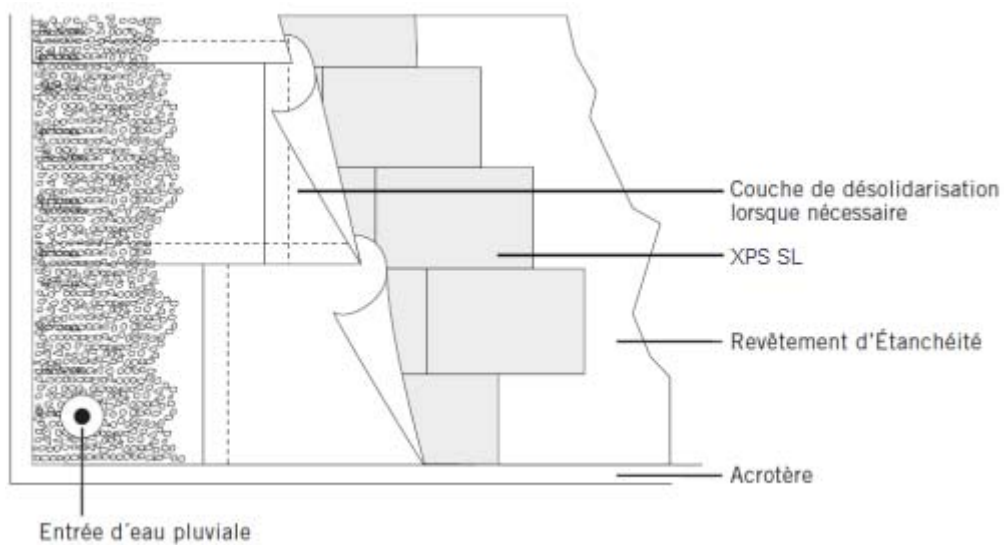
Bande adhésive du non-tissé ROOF 115
pour des surfaces inférieures à 1 m² ou de dimensions < 1 m (cf. § 5.22 du Dossier Technique).

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



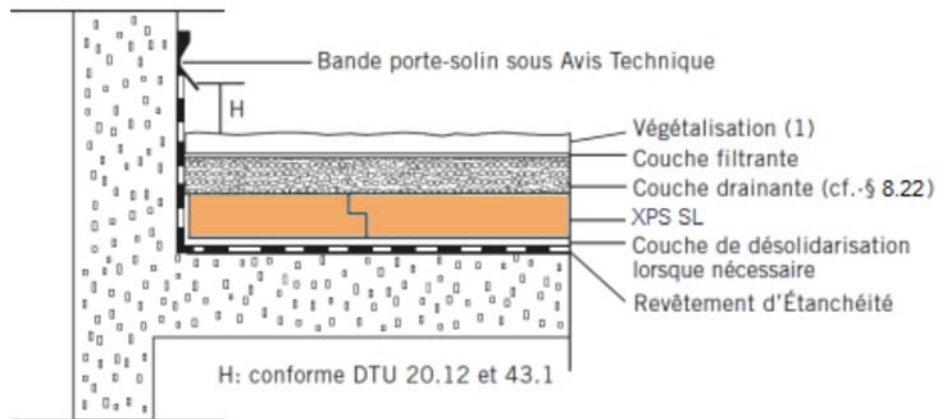
L'écran spécifique non-tissé est le ROOF 115 dans la Solution R-TOP.

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

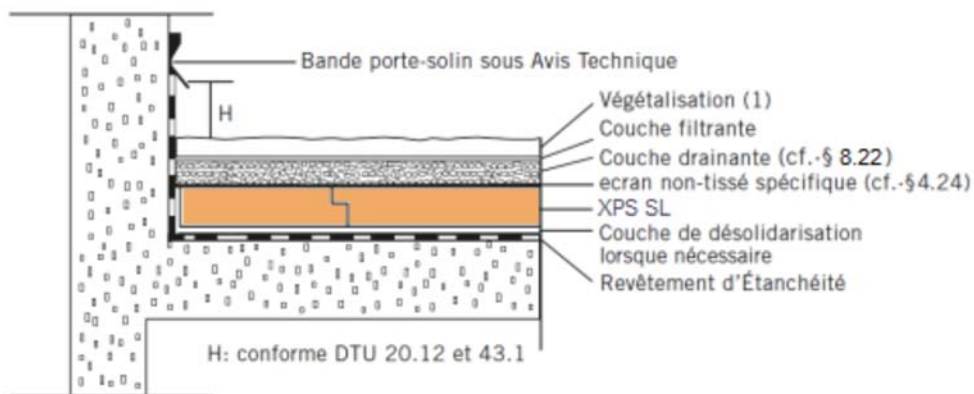


Lestage selon le § 8.22.

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

Les acrotères peuvent être isolés selon le § 6.34.

Figure 13 - Coupe de principe d'une toiture végétalisée pour le cas courant



Lestage selon le § 8.22.

(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 avec la Solution R-TOP

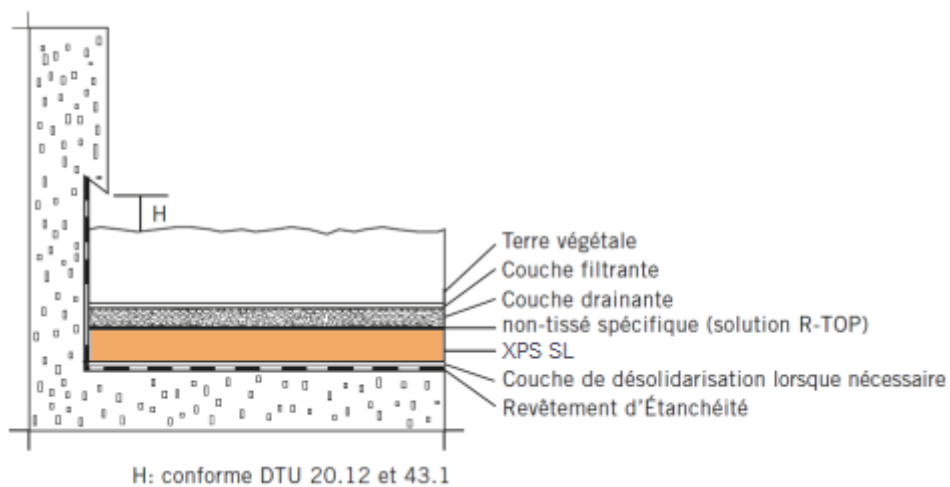


Figure 15 - Coupe de principe d'une toiture-terrasse jardin