Annulé

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/13-2333*02 Ext**

Extension de l'Avis Technique 5/13-2333

Procédé d'isolation inversée

Inverted insulation for terrace roofs

K-FOAM C300-F4
K-FOAM D300-F4
Et Knauf Texi 115

Relevant de la norme	**NF EN 13164**

Titulaire : Topox-Foam SL
Poligon Industrial El Mas Vell
Carrer de l'Oli s/n
Es-43144 Vallmoll
(Espagne)

Distributeur :

- Knauf Est
  Ungersheim (Haut Rhin)
  Tél. : 03 89 26 69 00
  Fax : 03 89 26 69 26
- Knauf Ouest
  Cournon (Morbihan)
  Tél. 02 99 71 43 77
  Fax : 02 99 71 40 49
- Knauf Sud-Ouest
  Colomiers (Haute Garonne)
  Tél. : 05 61 15 94 15
  Fax : 05 61 30 26 60
- Knauf Sud Est
  Rousset (Bouches du Rhône)
  Tél. : 04 42 29 11 11
  Fax : 04 42 29 11 29
- Knauf Île de France
  Marolles sur Seine
  (Seine et Marne)
  Tél. : 01 64 70 52 00
  Fax : 01 64 31 29 62
- Knauf Sud Est
  Saint André le Gaz (Isère)
  Tél. : 04 74 88 11 55
  Fax : 04 74 88 19 22

Groupe Spécialisé n°5.2

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

Publié le 13 décembre 2017

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

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques et des Documents Techniques d'Application
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

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2017

Avis Technique non valide

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 25 septembre 2017, la demande présentée par la Société Topox Foam SL, titulaire de l'Avis Technique 5/13-2333 du procédé isolant de toiture inversée « Topox Cuber et R-TOP », de voir étendre cet Avis Technique au même procédé lorsque celui-ci est distribué par les Sociétés du Groupe KNAUF, sous la désignation commerciale « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 et Knauf Texi 115 ». Il a formulé, sur ce système, l'extension commerciale ci-après.

Compte tenu des engagements :

- De la Société Knauf SAS de ne commercialiser sous la dénomination « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 et Knauf Texi 115 » que le procédé « Topox Cuber et R-TOP » fabriqué par la Société Topox Foam SL ;
- De la Société Topox Foam SL, de ne fabriquer, en vue de la commercialisation sous la dénomination « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 et Knauf Texi 115 » que le procédé « Topox Cuber et R-TOP » tel qu'il est défini dans le Document Technique d'Application 5/13-2333, distribué par la Société Topox Foam SL.

Le Groupe Spécialisé formule, concernant le procédé « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 et Knauf Texi 115 », le même Document Technique d'Application que celui formulé sous le numéro 5/13-2333, aux mêmes conditions et pour la même durée.

Dans le Dossier Technique, les dénominations commerciales des panneaux et du géotextile sont substituées conformément au *tableau 1* ci-dessous :

Tableau 1 – Correspondance de la désignation commerciale

Désignation commerciale Topox Foam SL	**Désignation commerciale** Groupe Knauf (3)
Topox Cuber SL (1)	K-FOAM C300-F4 (1)
Topox Cuber SL-T (2)	K-FOAM D300-F4 (2)
Ecran ROOF 115	Knauf Texi 115

(1) Épaisseur des panneaux : 30 à 120 mm par pas de 5 mm.

(2) Épaisseur des panneaux : 60, 65, 70, 76 mm et 80 à 160 mm par pas de 5 mm.

(3) Les Sociétés du Groupe Knauf sont les suivantes :
- Knauf Est à Ungersheim (Haut-Rhin),
- Knauf Sud-Ouest à Colomiers (Haute-Garonne),
- Knauf Île-de-France à Marolles-sur-Seine (Seine-et-Marne),
- Knauf Ouest à Cournon (Morbihan),
- Knauf Sud-Est à Rousset (Bouches-du-Rhône),
- Knauf Sud-Est à Saint-André-le-Gaz (Isère).

Les Sociétés du Groupe Knauf apportent leur assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

Les panneaux « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 » sont de couleur orange.

La membrane « Knauf Texi 115 » est de couleur grise.

Conclusions

Appréciation globale

Le Groupe Spécialisé estime que l'Avis Technique 5/13-2333 visant le procédé « Topox Cuber et R-TOP » peut être étendu au même procédé commercialisé sous la dénomination « K-FOAM C300-F4 et K-FOAM D300-F4 et Knauf Texi 115 » et dans les mêmes conditions de validité (30 avril 2018).

Cette extension commerciale deviendrait caduque en cas de non respect de l'un des engagements précités.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président

Annulé

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/13-2333**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/10-2109

Panneaux isolants non porteurs en polystyrène extrudé (XPS) pour toiture-terrasse inversée

Isolation inversée pour toitures-terrasses

Inverted insulation for terrace roofs

Umkehrdach

Topox Cuber et R-TOP

Relevant de la norme	**NF EN 13164**

Titulaire : Topox-Foam SL
Poligon Industrial El Mas Vell
Carrer de l'Oli s/n
ES-43144 Vallmoll
(Tarragone)

Tél. : 34 977 637 920
Fax : 34 977 637 930
Courriel : info@topox.es
Internet : www.topox.fr

Usine : Vallmoll
Catalogne, Espagne

Distributeur : Topox-Foam SL

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 21 mars 2012)

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 7 août 2013

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 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Annulé

© CSTB 2013

Le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 février 2013 et le 08 avril 2013, la demande relative à l'isolant thermique de toiture inversée « Topox Cuber et R-TOP » fabriqué et commercialisé par la Société Topox-Foam SL. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, couvertures, étanchéités » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne. Ce document annule et remplace le Document Technique d'Application 5/10-2109.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T sont des panneaux de polystyrène extrudé (XPS) à bords feuillurés, de dimensions :

- Longueur × largeur : 1 250 × 600 mm ;
- Épaisseur des panneaux :
  - TOPOX CUBER SL : 30 à 120 mm (de 5 en 5 mm),
  - TOPOX CUBER SL-T : 60, 65, 70, 76 mm et de 80 à 160 mm par pas de 5 mm.

Les panneaux isolants sont utilisables, en un lit, au-dessus de revêtements d'étanchéité de toiture à pente nulle et toiture plate, et toujours sous une protection rapportée, sur des toitures-terrasses :

- Avec éléments porteurs maçonnés conformes aux normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1), de pente 0 % (1 % en climat de montagne, 2 % avec un système de drainage intermédiaire) à 5 % ;
- Situées en climat de plaine ou de montagne toujours sous un porte-neige ;
- Toitures à destination :
  - terrasses inaccessibles, y compris avec chemins de circulation,
  - terrasses techniques ou à zones techniques, y compris avec chemins de roulement d'équipement d'entretien de façades,
  - terrasses accessibles aux piétons et au séjour, y compris celles avec dalles sur plots,
  - toitures-terrasses jardins,
  - terrasses et toitures végétalisées.

La Solution R-TOP se différencie des systèmes d'isolation inversée classique par sa performance thermique améliorée, ceci grâce à l'interposition, dans le procédé, d'un écran spécifique non-tissé ou nappe drainante identifié à l'*Annexe thermique B* du Dossier Technique.

1.2 Mise sur le marché

Les produits relevant de la norme NF EN 13164 sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 22 février 2002 portant application pour les produits d'isolation thermique manufacturés pour le bâtiment du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 modifié, concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

Les caractéristiques des panneaux suivantes sont indiquées sur leur étiquette CE :

- Conductivités thermiques certifiées :
  - TOPOX CUBER SL :
    - 0,034 W/(m.K) pour les épaisseurs allant de 30 à 60 mm,
    - 0,036 W/(m.K) pour les épaisseurs allant de 70 à 120 mm.
  - TOPOX CUBER SL-T :
    - 0,029 W/((m.K) pour les épaisseurs allant de 60 à 120 mm,
    - 0,031 W/(m.K) pour les épaisseurs allant de 125 à 160 mm
- Euroclasse : E (selon le rapport de classement européen n° RA10-0092 du 27 juillet 2011 du CSTB).

1.3 Identification

Les colis comportent une étiquette indiquant le nom du produit, ses dimensions, le nombre de plaques, la référence du lot, le code de désignation, le numéro du Certificat ACERMI, la résistance thermique et la conductivité thermique déclarées, et le marquage CE.

Les produits mis sur le marché portent le marquage CE accompagné des informations visées par l'annexe ZA de la norme NF EN 13164 pour les panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T.

Les écrans non-tissés Tyvek® 1560B et ROOF 115 sont de couleur blanc et blanc cassé / gris ; ils comportent un marquage surfacique.

Les systèmes de drainage intermédiaire : se reporter à leur Document Technique d'Application.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

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 satisfont 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.

Sécurité en cas de séisme

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.

La structure du bâtiment devra être conçue en s'assurant que la largeur des joints de dilatation reste inférieure ou égale à 60 mm.

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

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 fiches de données de sécurité sont disponibles :

- Á la Société Topox-Foam SL pour les panneaux isolants,
- Chez Ravago Products SL pour les écrans non-tissés de la Solution R-TOP,
- Chez Afitex et chez Colbond Geosynthetics pour les systèmes de drainage intermédiaire.

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).

L'arrêté du 24 mai 2006 (Réglementation thermique 2005) ne prévoit pas de coefficient de déperdition Up « garde-fou » lorsqu'il s'agit de toitures prévues pour la circulation des véhicules. Pour cette destination de la toiture, il appartient au maître d'ouvrage assisté de son maître d'œuvre, de définir un coefficient de déperdition thermique propre à la toiture-terrasse afin de limiter la consommation d'énergie du bâtiment.

Le calcul des performances thermiques permet de vérifier la conformité du procédé à la réglementation concernant la construction neuve dans plusieurs départements, à condition que l'épaisseur du panneau isolant soit suffisante. La vérification est à effectuer selon la Réglementation Thermique 2005 en utilisant la méthode de calcul du procédé selon les Règles techniques validées par le C.T.A.T. (Comité Thermique de l'Avis Technique) le 12 novembre 2009, et dont la procédure générale est indiquée dans les *Annexes thermiques A - B* du Dossier Technique.

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 du coefficient de conductivité thermique utile de la couche isolante exposée aux intempéries conforme aux Règles Th-U (λ_{DTU}) ou la valeur du coefficient de conductivité thermique déclaré (λ_D) affectée du coefficient de sécurité 1,15 (cf. *Règles Th-U fascicule 2/5*).

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_f).

La Solution R-TOP a fait l'objet de la décision n° 119 du C.T.A.T.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007, 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.

Accessibilité de la toiture

Ce procédé isolant inversé convient aux toitures :

- Toitures-terrasses inaccessibles, avec chemins de circulation ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques, avec chemins de nacelle ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour, sous une protection dure ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour sous une protection par dalles sur plots et pour une pression admise sous plot ≤ 60 kPa, le revêtement d'étanchéité pouvant imposer une limite plus basse ;
- Toitures-terrasses jardins ;
- Terrasses et toitures végétalisées.

Emploi en climat de montagne sous porte-neige

Ce procédé peut être employé en partie courante des toitures-terrasses non accessibles, toujours associé à un porte-neige, dans les conditions prévues par le chapitre IX de la norme NF P 84-204 : 1994 (référence DTU 43.1), et dans les conditions prévues par le « Guide des toitures en climat de montage » (*Cahier du CSTB* 2267-2 de septembre 1988.)

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé d'isolation inversée n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements d'outre-mer (DOM).

2.22 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé isolant inversé Topox Cuber et R-TOP est satisfaisante.

Entretien

Cf. *les normes FD P 84-204-3 et NF P 84-208-1 (référence DTU 43.1 P3 - DTU 43.5 P1)*.

2.23 Fabrication

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

Les écrans non-tissés Tyvek® 1560B et ROOF 115 de la Solution R-TOP sont fabriqués par des entreprises tierces à la Société Topox-Foam SL.

Systèmes de drainage intermédiaire : cf. *les Documents Techniques d'Application concernés.*

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 Topox-Foam SL apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose depuis la Catalogne.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Cas de la protection allégée en granulats (2ème solution)

Cas de la protection allégée en granulats, 2ème solution du *paragraphe 4.312* du Dossier Technique ; il est rappelé que ce système nécessite :

- Au moins un trop-plein d'alerte supplémentaire par toiture ;
- Une inspection plus fréquente du bon fonctionnement des entrées d'eaux pluviales ;
- De la part du maître d'ouvrage :
  - un contrôle annuel, et chaque fois que nécessaire, de la mise en place de la protection meuble,
  - une inspection plus fréquente du bon fonctionnement des entrées d'eaux pluviales.

2.32 Limites d'emploi

Le procédé Topox Cuber et R-TOP est limité à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa (Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009) :

- Sous protection meuble ;
- Sous dallettes mises en œuvre sur non-tissé ;
- Avec une protection par dalles sur plots.

À destination des terrasses et toitures végétalisées, la dépression au vent extrême est celle indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant explicitement la mise en œuvre sur une toiture inversée, sans dépasser 4 712 Pa.

2.33 Cas de la réfection

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

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

5 ans, venant à expiration le 30 avril 2018.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
François MICHEL

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Cette révision intègre comme nouvelles revendications :

- L'extension d'épaisseur jusqu'à 160 mm ;
- La pose sur revêtement en SEL visé par un DTA ;
- Une mise à jour des conductivités thermiques selon le Certificat ACERMI de l'année 2013.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphane GILLIOT

Annulé

A. Description

1. Principe

Domaine d'emploi

Procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux isolants en polystyrène extrudé (XPS) TOPOX CUBER SL, expansé avec du CO_2 recyclé ne contenant ni de CFC, ni de HCFC, et TOPOX CUBER SL-T expansé avec du HFC (les caractéristiques des gaz on été communiquées au laboratoire pilote de l'ACERMI), posés en un lit de dimension :

- Longueur x largeur : 1 250 x 600 mm ;
- Épaisseur des panneaux :
  - TOPOX CUBER SL : 30 à 120 mm (par pas de 5 mm),
  - TOPOX CUBER SL-T : 60, 65, 70, 76 mm et de 80 à 160 mm par pas de 5 mm.

Ils sont posés en indépendance sur des revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses :

- Inaccessibles, techniques ou à zones techniques y compris les chemins de nacelle, accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée y compris par dalles sur plots, toitures-terrasses jardins ou traitées en terrasses et toitures végétalisées ;
- Sur les éléments porteurs en maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1) ou à un Avis Technique ;
- Pentes minimales nulle (0 %) en climat de plaine et 1 % en climat de montagne, pente minimale indiquée dans la DTA du système de drainage intermédiaire, et conformes aux normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1) ;
- En climat de plaine, ou de montagne toujours associé à un porte-neige.

Le procédé protège le revêtement contre les écarts de température et contre le poinçonnement. Il s'utilise en ouvrage neuf ou en réfections selon la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5).

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.

Entretien des toitures

L'entretien est conforme aux prescriptions de la norme FD P 84-204-3 (référence DTU 43.1 P3). Le fabriquant peut fournir une liste commerciale de produits chimiques qui sont compatibles avec les panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T.

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.

Solution R-TOP

La Solution R-TOP se différencie d'une isolation inversée classique par l'interposition d'un écran spécifique en :

- non-tissé Tyvek® 1560B de la Société Dupont™ de Nemours, ou ROOF 115 de la Société Ravago Products,

  ou
- nappe drainante Enkadrain 5004C/2s/T110PP de la Société Colbond Geosynthetics,

entre la couche isolante en polystyrène extrudé et la protection rapportée. Cette Solution permet une amélioration de facteur fx. On se référera à l'Annexe thermique B en fin de Document Technique.

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

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises qualifiées.

La Société Topox-Foam SL met son assistance technique à la disposition des entreprises, des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'œuvre qui en font la demande, afin de préciser les dispositions spécifiques de mise en œuvre de son procédé isolant.

Les panneaux isolants en polystyrène extrudé TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T sont distribués par la Société Topox-Foam SL.

2. Destination

Voir *tableaux 1 à 3*, en fin du Dossier Technique.

La Solution R-TOP associée aux panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T, consiste à mettre en place un écran spécifique :

- Non-tissé Tyvek® 1560B ou ROOF 115 compatible avec les toitures-terrasses inaccessibles à protection 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 ;
- Nappe drainante Enkadrain 5004C/2s/T110PP à destination des toitures-terrasses inaccessibles à protection meuble (granulats), terrasses techniques ou à zones techniques sous protection lourde (sans chemins de nacelle), aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour (sans dalles sur plots).

3. Prescriptions au sous-jacent

3.1 Éléments porteurs

Éléments porteurs en maçonnerie conformes aux prescriptions de la norme NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1).

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 plaine, la pente nulle est admise.

Pour les toitures-terrasses intégrant un système de drainage intermédiaire, la pente minimale admise est celle indiquée dans son DTA.

En climat de montagne, la pente minimale admise est de 1 %.

3.2 Revêtements d'étanchéité

- Les revêtements d'étanchéité en asphalte traditionnel sont conformes à la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2) ;
- Les revêtements d'étanchéité en asphalte non traditionnel, et mixtes sous asphalte, sont conformes aux prescriptions de leur Avis Technique ;
- Les revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses, ou en membrane synthétique, sont conformes aux prescriptions de leur Document Technique d'Application.

  Les revêtements d'étanchéité à base de feuilles bitumineuses ou de membrane synthétique, 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 ;
- Revêtements d'étanchéité liquide sous Document Technique d'Application visant les applications sous isolation inversée.

4. Mise en œuvre de l'isolation inversée, cas d'ouvrages neufs

4.1 Pose des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T

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

L'indépendance 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.

4.2 Solution R-TOP - Pose de l'écran spécifique

4.21 Solution R-TOP avec un non-tissé

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

4.211 Cas courant

L'écran spécifique est un non-tissé décrit au §7.24 ; il est posé libre sur les panneaux isolants polystyrène extrudé TOPOX CUBER SL ou TOPOX CUBER SL-T. La continuité des lès successifs se fait par recouvrement (de 15 cm au minimum) et le non-tissé doit également remonter le long des relevés et émergences. La remontée au droit des relevés (acrotères, lanterneaux …) doit être d'une hauteur égale à l'épaisseur de la protection rapportée (sauf avec des dalles sur plots) majorée de 2 cm. Dans le cas d'une protection rapportée par dalles sur plots, la remontée de 2 cm se mesure à partir du dessus des panneaux isolants.

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

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

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

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

4.212 Cas particuliers - Zone de faible surface et pose de lès de faible dimension

Selon la configuration de la toiture-terrasse, l'exigence de continuité du non-tissé implique localement de découper, de superposer ou d'assembler entre eux des lès de non-tissé de surface inférieure à 1 m^2, ou si l'une de ses dimensions est inférieure à 1 m, elle doit être collée à l'aide d'une bande adhésif acrylique (par exemple : Tyvek® UV Façade) ou d'un cordon de mastic colle (par exemple : Dupont Univerals Sealant), sur les lès adjacents (cf. *figure 10*).

4.213 Réparation du non-tissé

Si le non-tissé est endommagé ou perforé, il doit être réparé à l'aide d'une large rustine obtenue elle-même avec un morceau du même non-tissé. Si la rustine est de surface supérieure à 1 m^2, on procède comme indiqué au § 4.211, sinon au § 4.212 pour les cas particuliers.

4.22 Solution R-TOP avec le système de drainage Enkadrain 5004C/2s/T110PP

L'écran spécifique est constitué de la nappe drainante Enkadrain 5004C/2s/T110PP. Le système de drainage intermédiaire est posé libre sur les panneaux isolants polystyrène extrudé TOPOX CUBER SL ou TOPOX CUBER SL-T, conformément à son Document Technique d'Application, qui prescrit une pente minimale.

4.3 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.

4.31 Protection meuble (Cf. *tableau 1)*

Elle est utilisée en toiture-terrasse inaccessible et dans les zones non circulées des terrasses techniques, ou à zones techniques, jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009. La 2ème solution, au § 4.312 ci-après, est à généraliser dans le cas de la solution R-TOP avec l'écran spécifique en non-tissé.

Cas particuliers

Dans le cas des bâtiments de hauteur et selon les zones de vent des Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009 :

- Supérieure à 28 m :

  en zone 1 - tous sites ou en zone 2 - site normal ;
- Supérieure à 20 m :

  en zone 2 - site exposé ou en zone 3 - site normal ;
- Quelconque :

  en zone 3 - site exposé ou en zone 4 - tous sites.

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

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

4.311 1ère solution

Protection par couche de granulats de granulométrie comprise entre 10 mm et 2/3 de l'épaisseur de la protection (par exemple : 10/18 à 15/30), directement sur les panneaux. Une granulométrie plus fine que 15 mm avec un minimum de 5 mm (pour empêcher la pénétration des granulats dans les joints des panneaux) nécessite l'interposition d'une couche de séparation en non-tissé. L'épaisseur de la protection meuble est égale à celle de l'isolant, avec un minimum de 5 cm.

4.312 2èm solution

Protection par couche de granulats, d'une granulométrie au minimum de 5 mm, avec l'interposition d'une couche de séparation en non-tissé déroulée à recouvrements de 15 cm, et remontée sur l'épaisseur de la protection, le long des relevés et émergences.

Dans le cas de la solution R-TOP, décrite au § 4.21 ci-avant, la fonction attendue par la couche de séparation est substituée par l'écran spécifique en non-tissé.

L'épaisseur de la protection meuble est fonction de l'épaisseur de l'isolant :

- 3 à 8 cm : granulats 6 cm,
- 9 à 10 cm : granulats 8 cm,
- 11 à 16 cm : granulats 10 cm.

Au moins un trop-plein supplémentaire par surface collectée complète les entrées d'eaux pluviales (EEP) normales ; la section de ce trop-plein d'alerte est de 28 cm^2 (cf. *norme NF 84-204-1, référence 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).

4.32 Chemins de circulation, terrasses techniques ou à zones techniques, et chemins de nacelle (Cf. *tableau 1)*

4.321 Chemins de circulation

Selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) et jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009, dallettes posées à sec sur une couche de séparation, soit les granulats de la partie courante, soit un non-tissé.

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

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

Selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) et jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009, dallettes posées à sec sur une couche de séparation, soit les granulats de la partie courante, soit un non-tissé.

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

La pression maximale d'utilisation des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T est de 60 kPa.

4.323 Terrasses techniques, ou à zones techniques, avec chemins de nacelle

Dallage en béton armé coulée sur une couche de séparation selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1).

Cet ouvrage en béton armé est dimensionné selon l'annexe D de la norme NF P 10-203-1-1 (référence DTU 20.12 P1-1) à partir des valeurs de « Rcs_{mini} » et de « ds_{mini} - ds_{maxi} » précisées au *tableau 4* en fin de Dossier Technique.

4.33 Protection dure des toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour (Cf. *tableau 2)*

4.331 Dalles préfabriquées posées à sec

Selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence 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 § 4.2 ci-avant :

- Le non-tissé Tyvek® 1560 B ou ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants.

  ou

- La nappe drainante Enkadrain 5004C/2s/T110P est placée directement au-dessus des panneaux isolants, conformément à son Document Technique d'Application.

La pression maximale d'utilisation des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T est de 60 kPa.

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.

4.332 Dalles sur plots (Cf. *figures 4 et 9)*

Selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) et jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009, les plots sont posés directement sur les panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T, ou sur l'écran spécifique en non-tissé dans la Solution R-TOP.

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

La pression maximum d'utilisation est de 60 kPa sous chaque plot, pour les panneaux d'épaisseurs 30 à 160 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 P 84-204-1 (référence 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 (cf. *la norme NF P 10-203-1-1 - référence DTU 20.12 P1-1),*
- et la protection des relevés d'étanchéité, si le relevé d'étanchéité dépasse le dessus des dalles préfabriquées.

4.333 Protection dure avec un revêtement de sol scellé ou collé

a) Cas des terrasses à usage privatif dont la surface ne dépasse pas 50 m^2 :

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 P 84-204-1-1 (référence 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 P 61-202-1 (référence 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 § 4.21 ci-avant, le non-tissé Tyvek® 1560 B ou ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous le non-tissé complémentaire.

b) Autres toitures-terrasses :

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

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

Le Document Technique d'Application du système de drainage intermédiaire prescrit une pente minimale.

4.334 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 P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1).

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 4.21 ci-avant, le non-tissé Tyvek® 1560 B ou ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous le non-tissé complémentaire.

4.34 Protection des relevés d'étanchéité

La protection des relevés d'étanchéité est conforme aux prescriptions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence 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 TOPOX CUBER SL ou TOPOX CUBER SL-T. Ce dernier 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. La plaque plane est collée en plein, sur le panneau, à la spatule crantée par une émulsion sans solvants. La quantité de colle est celle indiquée par le fabricant de l'émulsion.

Exemple de colle utilisable : Sto-Flexyl de la Société Sto SAS.

4.4 Détails de toiture

4.41 Reliefs, joints de dilatation, pénétrations (Cf. *figures 2 à 4, 9)*

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations sont traités conformément aux prescriptions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence 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.

4.42 Évacuations des eaux pluviales (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 (2ème solution, cf. *§ 4.312* ci-avant).

L'évacuation des eaux pluviales au niveau du revêtement d'étanchéité est assurée conformément à la norme NF P 84-204-1 (référence 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, 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.

5. Mise en œuvre de l'isolation inversée, cas des travaux de réfection

5.1 Conditions préalables

Le nouveau revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon la norme NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1).

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 4.2 ci-avant, l'écran spécifique est mis en œuvre au-dessus des panneaux isolants.

5.2 Mise en œuvre de l'isolant

Sur le nouveau revêtement ainsi mis en œuvre, les panneaux isolants sont posés selon les prescriptions du § 4 ci-avant.

5.3 Mise en œuvre de la protection lourde

a) Toitures-terrasses sous protection meuble :

Une procédure particulière doit être observée pour la mise en œuvre de la protection rapportée, comme suit :

- Examiner la protection lourde existante : granulométrie, propreté, épaisseur, zones dégarnies ;
- Vérifier que la structure peut supporter la charge de la protection lourde à installer, ainsi que la mise en tas de la protection meuble existante ;

- Relever les granulats en tas sans les accumuler de manière excessive ;
- Procéder à la pose du nouveau revêtement d'étanchéité et à la pose des panneaux isolants ;
- Remettre en place la protection lourde avec les précautions suivantes, si :
  - un ajout de granulats est nécessaire, les granulats récupérés (de granulométrie supposée ≥ 10) seront répandus sur la zone centrale de la terrasse avec complément en granulats 10/18 ou 15/30 jusqu'à atteindre l'épaisseur requise (cf. *§ 4.31*) ; en périphérie, sur une largeur d'au moins 2 m, un ajout de granulats sera fait à l'épaisseur requise,
  - les granulats (récupérés ou de complément) sont de granulométrie < 15), ou riches en fines, interposer une couche de séparation en non-tissé.

La protection meuble est utilisable jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009.

Dans le cas des bâtiments de hauteur :

- Supérieure à 28 m :

  en zone 1 - tous sites ou en zone 2 - site normal ;
- Supérieure à 20 m :

  en zone 2 - site exposé ou en zone 3 - site normal ;
- Quelconque :

  en zone 3 - site exposé ou en zone 4 - tous sites.

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

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

Sur le restant de la toiture, utiliser les granulats récupérés, avec complément en granulats de granulométrie la plus élevée possible jusqu'à atteindre l'épaisseur requise (cf. *§ 4.31* ci-avant).

b) Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelle) :

La protection par dallettes sur couche de désolidarisation, granulats de la partie courante ou non-tissé, est utilisable jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009.

Un système de drainage intermédiaire peut être interposé entre les panneaux isolants et les dallettes ; la pose du système de drainage intermédiaire est réalisée conformément à son Document Technique d'Application.

c) Toitures-terrasses accessibles avec une protection par dalles sur plots :

La protection par dalles sur plots est utilisable jusqu'à une dépression au vent extrême d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009.

5.4 Détails de toiture

Les points particuliers seront mis en conformité avec les prescriptions des normes NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) et NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1).

5.41 Reliefs

Rehausser les reliefs jusqu'à obtenir une hauteur au-dessus de la protection, ou au-dessus des panneaux isolants dans le cas d'une protection par dalles sur plots, conforme aux normes NF P 10-203-1, NF P 84-204-1 et NF P 84-208-1 (référence DTU 20.12 P1, DTU 43.1 P1 et DTU 43.5 P1).

Dans le cas d'un retrait formant larmier existant, remplir l'espace sous le retrait avec un mortier grillagé ou un isolant compatible (fixé) 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 le dessus de la protection meuble et la partie supérieure de l'acrotère selon la figure 19 de la norme NF P 10-203-1-2 (référence 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 § 4.34 ci-avant.

5.42 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.

5.43 Évacuations des eaux pluviales

Voir § 4.312 ; on rappelle que la création de trop-pleins d'alerte est requise dans le cas de la 2ème solution.

6. Destinations particulières

6.1 Toitures-terrasses jardins

Cf. *tableau 3 et figure 13* en fin de Dossier Technique.

6.11 Revêtement d'étanchéité

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

- La norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) pour l'asphalte traditionnel de type jardin ;
- Un Avis Technique dans le cas de l'asphalte non traditionnel, ou mixte sous asphalte, visant favorablement les toitures-terrasses jardins ;
- Un Document Technique d'Application à base de feuilles bitumineuses, ou en membrane synthétique, spécifique aux toitures-terrasses jardins.

6.12 Mise en œuvre des panneaux isolants

Elle est faite conformément aux § 4.1 et 4.2.

6.13 Couche drainante et couche filtrante

Elles sont posées selon le paragraphe 9.3.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (référence 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 § 4.21 ci-avant, le non-tissé Tyvek® 1560 B ou ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous la couche drainante.

6.14 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.

6.15 Points particuliers : reliefs, dilatations, évacuations des eaux pluviales

Les détails de toiture sont réalisés en conformité avec les prescriptions de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1), paragraphe 9.3 et annexe B « Aménagement des toitures-terrasses jardins » et des Documents Techniques d'Application spécifiques.

6.2 Terrasses et toitures végétalisées

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

Le procédé Topox Cuber et R-TOP 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 ;
- Avec une dépression maximum d'au plus 4 712 Pa selon les Règles V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009.

Poids de capacité maximale en eau (C.M.E.) des composants du procédé Topox Cuber et R-TOP : cf. le *tableau 6* en fin de Dossier Technique.

6.21 Revêtement d'étanchéité

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

- La norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) pour l'asphalte traditionnel de type jardin ;
- 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.

6.22 Mise en œuvre des panneaux isolants

Elle est faite conformément aux § 4.1 et 4.2, et selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

6.23 Couche drainante et couche filtrante

Elles sont celles définies dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

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 § 4.31.

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

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

Cette protection meuble est définie au § 4.311, 1ère solution, ci-avant.

Dans le cas de la solution R-TOP, décrite au § 4.21 ci-avant, le non-tissé Tyvek® 1560 B ou ROOF 115 est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous la protection meuble.

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

6.25 Végétalisation des terrasses et toitures végétalisées

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

6.26 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.

6.3 Climat de montagne en toitures-terrasses non accessibles et techniques (Cf. *tableau 1 bis)*

Le procédé Topox Cuber et R-TOP peut être employé en partie courante sous porte-neige, sur élément porteur de pente 1 % au minimum, dans les conditions prévues par le chapitre IX de la norme NF P 84-204 : 1994 (référence DTU 43.1), et par le « Guide des toitures en climat de montage » (*Cahier du CSTB* 2267-2 de septembre 1988).

7. Matériaux

7.1 Panneaux isolants thermiques TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T

7.11 Définition du matériau

Caractéristiques

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

L'expansion est réalisé avec du CO_2 recyclé ne contenant ni de CFC, ni de HCFC pour le TOPOX CUBER SL, et avec du HFC pour le TOPOX CUBER SL-T.

Les caractéristiques des gaz ont été communiquées au laboratoire pilote de l'ACERMI.

Les panneaux sont conformes à la norme NF EN 13164.

7.12 Caractéristiques spécifiées

Voir *tableau 4*.

7.13 Fabrication et contrôles

Fabrication

La fabrication des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T est réalisée par la Société Topox-Foam SL dans l'usine catalane de Vallmoll (Tarragone, Espagne).

Elle a lieu en continu 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.

Contrôle de fabrication (nomenclature)

Chaque production de TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T fait l'objet d'un processus de contrôle dans le cadre du concept de Qualité Totale ISO 9000 :

- 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 ;
- 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 ;
- Sur les produits finis, les contrôles effectués sont au minimum ceux imposés par le tableau de l'annexe B de la norme NF EN 13164, par la certification ACERMI et la certification AENOR (certification espagnole) :
  - résistance à la compression de 10 % : contrôle toutes les 12 h et par produit,
  - Rcs / ds : contrôle toutes les 12 h et par produit,
  - conductivité thermique, réaction au feu, Db-Dc : contrôle une fois par jour et par produit.

  Pour l'instruction de l'Avis Technique, les essais suivants sont réalisés en plus des essais cités :
  - Rcs / ds selon le *Cahier du CSTB* 3669 (avec et sans l'influence de la température) : contrôle tous les 2 mois,
  - contrôle de l'incurvation sous 80 °C selon le Guide UEAtc : effectué tous les six mois pour au moins deux épaisseurs.

Les autocontrôles sont vérifiés par l'organisme responsable de la certification ACERMI (2 fois par an) et envoyés au CSTB lors de l'instruction du Document Technique d'Application.

Contrôles effectués par un organisme extérieur

L'usine de Vallmoll est certifiée et auditée par l'ACERMI (France) et l'AENOR (Espagne).

7.14 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, le logo CE et celui des organismes ACERMI - AENOR (uniquement pour le TOPOX CUBER SL), 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.

7.2 Autres matériaux

7.21 Matériaux pour le revêtement d'étanchéité

- Matériaux d'étanchéité en asphalte traditionnel conforme à la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2) ;
- Matériaux d'étanchéité à base d'asphalte non-traditionnel, et ceux mixtes sous asphalte, sous Avis Techniques lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Revêtements d'étanchéité à base de feuilles bitumineuses définis par leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Revêtements d'étanchéité à base de membrane synthétique conformes au Cahier des Prescriptions Techniques communes « 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 » du *Fascicule du CSTB* 3502 d'avril 2004, et définis par leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Revêtements d'étanchéité liquide sous Avis Technique visant les applications sous isolation inversée ;
- Matériaux pour relevés conformes à la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2) pour les revêtements en asphalte traditionnel, ou aux Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité.

7.22 Couche de désolidarisation sous les panneaux isolants

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m^2 en polyester ou polypropylène ;

- Couche de désolidarisation citée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

7.23 Couche de séparation au-dessus des panneaux isolants

a) Non-tissé :

- Voile de 170 g/m^2 au minimum en polyester ou polypropylène ;
- 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 (§ 7.252).

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

- Non-tissé (§ 7.23a) ;
- Surmonté d'un film (§ 7.23b).

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

- Soit :
  - non-tissé (§ 7.23a),
  - surmonté d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15 ;
- Soit : un système de drainage intermédiaire (§ 7.252).

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

- Cas des surfaces < 50 m^2 à usage privatif :
  - non-tissé (§ 7.23a),
  - surmonté, soit d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15 et d'un non-tissé (§ 7.23a), soit ou d'un film (§ 7.23b) ;
- Cas des autres toitures-terrasses :
  - système de drainage intermédiaire (§ 7.252),
  - 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 (§ 7.23a) ;
- Surmonté d'un lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm et de granulométrie d ≥ 2 cm et D ≤ 5 cm selon la norme NF EN 13043.

7.24 Écrans spécifiques pour la Solution R-TOP

7.241 Écran Tyvek® 1560B

Non-tissé fabriqué à l'usine de Luxembourg (au Luxembourg) par la Société Dupont™ de Nemours, couleur : blanc.

Les caractéristiques du non-tissé sont au *tableau 7* en fin de Dossier Technique.

Autres caractéristiques :

- Résistance au poinçonnement statique (norme NF P 84-352) :
  - sur panneau TOPOX CUBER SL : L4,
  - sur panneau TOPOX CUBER SL-T : L4 ;
- Résistance au poinçonnement dynamique (norme NF P 84-353) : D1 (J/cm^2).

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

7.242 Écran ROOF 115

Non-tissé fabriqué à l'usine de Vilallonga (en Espagne) par la Société Ravago Products SL, couleur : blanc cassé /gris.

Les caractéristiques du non-tissé sont au *tableau 8* en fin de Dossier Technique.

Autres caractéristiques :

- Résistance au poinçonnement statique (norme NF P 84-352), sur panneau :
  - TOPOX CUBER SL : L4,
  - TOPOX CUBER SL-T : L4 ;
- Résistance au poinçonnement dynamique (norme NF P 84-353) : D1 (J/cm^2).

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

7.243 Nappe Enkadrain 5004C/2s/T110PP

Se reporter au p*aragraphe 7.252a* ci-après.

7.25 Couches drainante et filtrante

7.251 Couche drainante pour toitures-terrasses jardins

- Couches drainantes conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204-1-1 (référence 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 granularitée 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 intermédiaire défini dans un Document Technique d'Application (§ 7.252).

7.252 Autres systèmes de drainage

a) Nappe Enkadrain 5004C/2s/T110PP : nappe drainante de la Société Colbond Geosynthtics Sarl, définie dans son Document Technique d'Application ;

b) 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.

7.253 Couches filtrantes

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m^2 conforme à la norme NF P 84-204-1-1 (référence 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.

7.26 Protection rapportée

a) Granulats pour protection meuble :

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

b) Dalles pour chemins de circulation :

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

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

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

d) Dalles pour terrasses accessibles :

- Dalles en béton préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 ; le choix de dalles certifiées NF est recommandé ;
- Dalles en pierre naturelle conformes à la norme NF B 10-601, et de dimensions conformes à la norme NF P 61-202-1 (référence 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 m^2 conformes à la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2) ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

f) Pavés : conformes à la norme NF EN 1338, autobloquants ou non, d'épaisseur minimum 0,06 m. Le choix de pavés titulaires de la marque NF est recommandé.

g) Terre végétale pour toitures-terrasses jardins : conforme aux prescriptions de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1).

h) Végétalisation des terrasses et toitures végétalisées : complexe défini dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

8. Détermination de la résistance thermique du système

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.

Détermination de l'épaisseur des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T

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

Travaux de réfections relevant des dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007

Il appartiendra à l'utilisateur de se référer au Certificat ACERMI de l'année en cours (www.acermi.com).

À défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques utiles des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T seront calculées en prenant la conductivité thermique du fascicule 2/5 des Règles Th-U (version 2004), soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

9. Prescriptions particulières relatives aux supports, au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

9.1 Toitures des bâtiments soumis au seul Code du Travail

Bâtiments relevant de l'article R 235-4-13, c'est-à-dire dont le plancher bas du dernier niveau est à plus de 8 mètres du sol extérieur

Les supports en maçonnerie revendiqués au Dossier Technique doivent être établis en conformité avec les exemples de solutions prévus par le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du points de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB* 3231 de juin 2000.

9.2 Toitures des bâtiments d'habitation soumis à l'article 16 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié

Les supports en maçonnerie revendiqués au Dossier Technique doivent être établis en conformité avec les exemples de solutions prévus par le « Guide de l'isolation thermique par l'intérieur des bâtiments d'habitation du points de vue des risques en cas d'incendie » *Cahier du CSTB* 3231 de juin 2000.

9.3 Cas particulier des établissements recevant du public (ÉRP) au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur

Aucune disposition particulière n'est à appliquer pour une utilisation dans les ERP au regard du risque d'incendie venant de l'intérieur sur ce type de procédé.
Pour les établissements recevant du public, les supports en maçonnerie revendiqués au Dossier Technique doivent assurer l'écran thermique dans les conditions prévues dans le « Guide d'emploi des isolants combustibles dans les Établissements Recevant du Public ».

B. Résultats expérimentaux

Les essais d'identification et d'aptitude à l'emploi ont été rapportés dans les documents suivants :

- Rapports d'essais du laboratoire du Bureau Veritas :
  - 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 (§ 4,31) sur panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseurs 30 et 120 mm,
  - n° 2025304/1A du 30 juin 2009, essai de comportement sous charge maintenue du panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseur 120 mm,
  - n° 2025304/1B du 30 juin 2009, essai de comportement sous charge maintenue du panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseur 120 mm,
  - n° 2064942/1A-B-C du 8 octobre 2009, classe de compressibilité UEAtc du panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseurs 30 - 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1D du 8 octobre 2009, comportement en compression (NF EN 826) et éléments permettant le calcul du Rcs - ds du panneau TOPOX CUBER SL,
  - n° 2064942/1E-J des 8 octobre et 3 décembre 2009, classe de compressibilité UEAtc du panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseurs 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1F-G du 8 octobre 2009, mesures des variations dimensionnelles à l'état libre de déformations selon le Guide UEAtc (§ 4,31) sur panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseurs 60 et 120 mm,
  - n° 2064942/1H du 8 octobre 2009, comportement en compression (NF EN 826) et éléments permettant le calcul du Rcs - ds du panneau TOPOX CUBER SL-T,
  - n° 2116534/1A du 18 décembre 2009, incurvation sous l'effet d'un gradient thermique du panneau TOPOX CUBER SL-T.
- Rapports d'essais du CSTB pour :
  - l'identification du panneau TOPOX CUBER SL, n° HO 07-07026 du 19 octobre 2007,
  - l'identification du panneau TOPOX CUBER SL-T, n° HO 07-07027 du 18 septembre 2008,
  - le classement européen de réaction au feu n° RA10-0092 du 27 juillet 2012, classement E,
  - le facteur de drainage des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T avec les écrans spécifiques Tyvek® 1560B et ROOF 115,
  - le facteur de drainage des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T avec la nappe drainante Enkadrain 5004C/2s/T110PP,
  - la détermination de la capacité maximale en eau (poids C.M.E.) des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T,
  - a détermination de la capacité maximale en eau (poids C.M.E.) des écrans spécifiques Tyvek® 1560B et ROOF 115,
  - la résistance aux poinçonnements statique et dynamique, selon normes NF P 84-352 - NFP 84-353, des écrans spécifiques Tyvek® 1560B et ROOF 115.
  - la détermination de l'incurvation sous gradient thermique, détermination des variations dimensionnelles à l'état de libre déformation, comportement sous charges statiques réparties et températures élevées, comportement sous charge maintenue en température et détermination des valeurs Rcs et ds et influence de la température des panneaux TOPOX CUBER SL-T, nº R2EM-ETA-12-260-40193/2 du 13 novembre 2012.
- Rapport d'essai du FIW München :
  - n° P4-13-028 du 26 March 2013, détermination de la résistance au gel/dégel pour les épaisseurs 50 / 80 / 100 mm selon la norme EN 12091 pour le panneau Topox Cuber SL.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires (1)

Les panneaux Topox Cuber SL et Topox Cuber SL-T ne font pas l'objet d'une Fiche Environnementale et Sanitaire.

C2. Références de chantiers

La Société Topox Foam SL a vendu 800 000 m² de panneaux Topox Cuber SL et Topox Cuber SL-T qui ont servis à la réalisation de 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 techniques validées par le Comité Thermique de l'Avis Technique (C.T.A.T.) le 12 novembre 2009, 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 :

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

où :

- ΔUg : est la correction pour les vides d'air, $\Delta Ug = 0$ pour les panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T ;
- ΔUf : est la correction pour les fixations mécaniques, $\Delta Uf = 0$ pour les panneaux indépendants TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T ;
- ΔUr : 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 TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T 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 Up de transmission thermique en partie courante des toitures à isolation inversée est donnée par la relation :

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

Nota : Le coefficient Up 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 Up 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 :

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

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 :

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

- e_1 : est l'épaisseur de l'isolant, en m ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$: est la conductivité thermique de l'isolant TOPOX CUBER SL ou TOPOX CUBER SL-T 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 Up 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 :

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

avec :

- *p* : en mm/jour, intensité moyenne des précipitations pendant la saison de chauffage. Pour des bâtiments situés en climat de plaine de la France européenne, le paramètre *p* est fixé pour chaque département et est donné dans le *tableau A.1* ci-après. En climat de montagne, le paramètre *p* est donné par la station météorologique la plus proche pendant la durée de la saison de chauffe,
- *f* : facteur de drainage, fonction de la fraction de *p* qui atteint le revêtement d'étanchéité,
- *x* : en (W.jour)/(m^2.K.mm), facteur d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage,
- *f.x* = 0,04 : pour une isolation en couche simple au-dessus du revêtement d'étanchéité, à joints secs et avec une protection lourde ouverte à l'extérieur, telle que des granulats,
- des valeurs *f.x* inférieures à 0,04 peuvent être prises en compte dans la Solution R-TOP, en fonction de la nature de l'écran spécifique de la couche de séparation (cf. l'*Annexe thermique B*),

Les valeurs *f.x* sont données dans les *tableaux 1 à 3* en fin de Dossier Technique.

Tableau A.1 – 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).

Annulé

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.2* ci-dessous :

Tableau A.2 – 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 ≤ 50 m²	Autres toitures-terrasses	Pavés	Toitures-terrasses jardins	Terrasses et toitures végétalisées
Majoration du coefficient $\Delta\lambda_h$ en mW/m.K	2 (1)	2 (1)	4	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 °C : $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/(m.K).										

Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution courante

Tableau A.3 – Exemple d'un calcul thermique - Solution courante

Hypothèse de la construction de la toiture-terrasse 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 m².K/W
- panneau TOPOX CUBER SL d'épaisseur 120 mm : • e_1 = 120 mm • λ_{UTILE} = 36 mW/m.K • $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/m.K	}	R_1 = 3,000 m².K/W
- couche drainante, couche filtrante et terre végétale	}	0 m².K/W
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$ **soit un coefficient U_0 = 0,31 W/(m².K)** Correction ΔU à apporter sur le coefficient Up 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 mm/jour selon le *tableau A.1* • valeur *f.x* = 0,04 en solution courante **soit une correction ΔU = 0,07 W/(m².K)**	}	R_T = 3,265 m².K/W
Le coefficient de transmission global de la toiture : $Up = U_0 + \Delta U$ = 0,38 W/(m².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 Up de transmission thermique en partie courante de la toiture.

En effet, l'utilisation d'un écran spécifique permet de réduire la quantité d'eau de pluie ruissellement entre les panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T, ce qui conduit à une performance thermique de la toiture-terrasse améliorée.

L'écran spécifique peut être constitué de l'un des matériaux identifiés au *tableau B1* ci-après :

Tableau B.1 – Écrans spécifiques utilisables dans la Solution R-TOP

Nom commercial de l'écran	Distributeurs	Nature
Tyvek® 1560B	Ravago Products (www.ravago.es)	Non-tissé
ROOF 115	Ravago Products (www.ravago.es)	Non-tissé
Enkadrain 5004C/2s/T110PP	Colbond Geosynthetics (www.colbond-geosynthetics.fr)	Nappe drainante

Grâce à l'interposition de l'écran spécifique, 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 :

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

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.2* ci-dessous :

Tableau B.2 – 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 ≤ 50 m²	Autres toitures-terrasses	Pavés	Toitures-terrasses jardins	Terrasses et toitures végétalisées
Majoration du coefficient $\Delta\lambda_h$ en mW/(m.K)	2 (1)	2 (1)	4	2 (1)	2 (1)	4	4	4	4	4
Valeur du paramètre *f.x* de la Solution R-TOP (2) :										
- Tyvek® 1560B :										
• et TOPOX CUBER SL	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
• et TOPOX CUBER SL-T	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
- ROOF 115 :										
• et TOPOX CUBER SL	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
• et TOPOX CUBER SL-T	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
- Enkadrain 5004C/2s/T110PP :										
• et TOPOX CUBER SL	0,0055	0,0055		0,0055		0,0055	0,0055			
• et TOPOX CUBER SL-T	0,0165	0,0165		0,0165		0,0165	0,0165			

Les cases grisées correspondent à des cas de non emploi.

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

(2) Décision n° 119 du C.T.A.T.

Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution R-TOP

Tableau B.3 – Exemple d'un calcul thermique avec la Solution R-TOP

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)		**Résistances thermiques :**
- élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m - étanchéité en asphalte 5 + 20		R_0 = 0,125 m^2.K/W
- panneau TOPOX CUBER SL-T d'épaisseur 120 mm : • e_1 = 120 mm • λ_{UTILE} = 29 mW/m.K • $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/m.K		R_1 = 3,636 m^2.K/W
- couche drainante, couche filtrante et terre végétale		0 m^2.K/W
Résistance thermique totale : R_T = 0,14 + R_0 + R_1 **soit un coefficient U_0 = 0,26 W/(m^2.K)** Correction ΔU à apporter sur le coefficient Up de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$: - ΔU_g = 0 et ΔU_f = 0 - correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : • paramètre *p* = 1,83 mm/jour selon le *tableau A.1* de l'*Annexe thermique A* • valeur *f.x* = 0,0035 pour l'écran spécifique ROOF 115 selon le *tableau B.2* **soit une correction ΔU = 0,00 W/(m^2.K)**		R_T = 3,900 m^2.K/W
Le coefficient de transmission global de la toiture : Up = $U_0 + \Delta U$ = 0,26 W/(m^2.K)		

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Procédé Topox Cuber et R-TOP en toitures non accessibles, en climat de plaine

Élément porteur : (1) ≤ **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	(5)
Solution courante : Facteur *f.x* :	0,04	0,04	0,04
Majoration du λ ($\Delta\lambda_h$)	2 mW/(m.K) (9)	2 mW/(m.K) (9)	4 mW/(m.K)
Couche de séparation	Couche éventuelle (10) : - 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 - DTU 43.1 P1	Épaisseur de la couche de granulats (8) : - 1ère solution : épaisseur égale à celle de l'épaisseur de l'isolant - 2ème solution : épaisseur inférieure à celle de l'épaisseur de l'isolant dans le cas de la pose d'une couche de séparation en non-tissé (§ 4.312)	Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec	Dallage en béton armé coulé sur une largeur limitée 2 m environ
Solution R-TOP : Facteur *f.x* : - Tyvek® 1560B	0,0035	0,0035	0,0035
- ROOF 115	0,0035	0,0035	0,0035
- Enkadrain 5004C/2s/T110PP : • et TOPOX CUBER SL	0,0055	0,0055	
• et TOPOX CUBER SL-T	0,0165	0,0165	
Majoration du λ ($\Delta\lambda_h$)	2 mW/(m.K) (9)	2 mW/(m.K) (9)	4 mW/(m.K)
Couche de séparation	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 - Soit nappe de drainage Enkadrain 5004C/2s/T110PP - Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + système de drainage (7)	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + granulats de la partie courante - Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé - Soit nappe de drainage Enkadrain 5004C/2s/T110PP	Écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé + film
Couche de protection selon la norme - DTU 43.1 P1	Granulats de granulométrie ≥ 10 mm (8) : - 1ère solution : avec une épaisseur égale à celle de l'isolant - 2ème solution : avec une épaisseur inférieure à celle de l'isolant, avec l'écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 (§ 4.312)	Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec	Dallage fractionnée en béton armé coulé sur une largeur limitée à 2 m environ

Les cases grisées correspondent à des cas de non emploi.

(1) Pente nulle (0 %) 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 (§ 4.321 du Dossier Technique).

(3) Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes sur couche de séparation (§ 4.322 du Dossier Technique).

(4) Cf. *§ 4.323 du Dossier Technique.*

(5) Avec les valeurs Rcs_{mini} - ds_{maxi} ds_{mini} du *tableau 4*.

(6) La couche de séparation des toitures-terrasses inaccessibles est optionnelle dans le cas de la 1ère solution selon le § 4.311 du Dossier Technique.

(7) Système de drainage intermédiaire sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (§ 7.252 du Dossier Technique).

(8) Cf. *§ 4.31 du Dossier Technique.*

(9) Ou $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/m.K dans le cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C.

(10) Si la granulométrie réelle de la couche de protection est < 15 mm (5 mm mini).

Annulé

Tableau 1 bis – Procédé Topox Cuber et R-TOP en toitures inaccessibles et techniques, en climat de montagne

Élément porteur : **1 % ≤ pente ≤ 5 %**	**Toitures-terrasses inaccessibles** **sous porte-neige** (1)	**Terrasses techniques ou à zones techniques** **sous porte-neige** (2)
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	2 mW/(m.K) (4)	2 mW/(m.K) (4)
Pression d'utilisation	-----	60 kPa
Solution courante : Facteur *f.x* :	0,04	0,04
Couche de séparation	Couche éventuelle (5) : Non-tissé (3)	Granulats de la partie courante ou non-tissé
Couche de protection selon le chapitre IX de la norme DTU 43.1 : 1994	Granulats de granulométrie ≥ 10 mm avec une épaisseur égale à celle de l'isolant	Dalles en béton de classes 1-45 (S-4) et 3 (D) selon la norme NF EN 1339 posées à sec
Solution R-TOP : Facteur *f.x* : - Tyvek® 1560B	0,0035	0,0035
- ROOF 115	0,0035	0,0035
Couche de séparation	Écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + granulats de la partie courante - Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé
Couche de protection selon le chapitre IX de la norme - DTU 43.1 : 1994	Granulats de granulométrie ≥ 10 mm avec une épaisseur égale à celle de l'isolant (§ 4.311)	Dalles en béton de classes 1-45 (S-4) et 3 (D) selon la norme NF EN 1339 posées à sec

(1) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (§ 4.321 du Dossier Technique).

(2) Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes sur couche de séparation (§ 4.322 du Dossier Technique).

(3) La couche de séparation des toitures-terrasses inaccessibles est optionnelle dans le cas de la 1ère solution, selon le § 4.311 du Dossier Technique.

(4) Ou $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/m.K dans le cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C.

(5) Si la granulométrie réelle de la couche de protection est < 15 mm (5 mm mini)

Tableau 2 – Procédé Topox Cuber et R-TOP en toitures accessibles, en climat de plaine

Élément porteur : (1) ≤ **pente** ≤ **5 %**	**Terrasses accessibles aux piétons et au séjour**				
	Dalles posées à sec (2)	**Dalles sur plots** (3)	**Revêtements de sols durs** Carreaux à usage privatif de surface < 50 m² (4)	Carreaux pour autres toitures-terrasses (5)	**Pavés** (6)
Pression d'utilisation	60 kPa	60 kPa	60 kPa	60 kPa	60 kPa
Solution courante : Facteur *f.x* :	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	2 mW/(m.K) (8)	2 mW/(m.K) (8)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)
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 posées à sec	Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme - DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés	Chape de mortier ou dalle en béton armé selon la norme - DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés	Pavés en béton selon la norme - DTU 43.1 P1
Solution R-TOP : Facteur *f.x* : - Tyvek® 1560B	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
- ROOF 115	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
- Enkadrain 5004C/2s/T110PP : • et TOPOX CUBER SL	0,0055		0,0055	0,0055	
• et TOPOX CUBER SL-T	0,0165		0,0165	0,0165	
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	2 mW/(m.K) (8)	2 mW/(m.K) (8)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)
Couche de séparation	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm - Soit nappe de drainage Enkadrain 5004C/2s/T110PP - Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + système de drainage (7)	Écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + plots selon la norme - DTU 43.1 P1 ou le DTA du revêtement d'étanchéité	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm + non-tissé - Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non-tissé + film	- Soit écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + système de drainage (7) + film éventuel selon le DTA du système de drainage - Soit nappe de drainage Enkadrain 5004C/2s/T110PP	Écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + non tissé + lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm
Couche de protection selon la norme - DTU 43.1 P1	Dalles en béton de classe 1-45 (S-4) selon la norme NF EN 1339 posées à sec	Dalles en béton de classe 2-70 (T-7) ou 2-110 (T-11) selon la norme NF EN 1339 posées à sec	Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme - DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés	Chape de mortier ou dalle en béton armé selon la norme - DTU 43.1 P1 + carreaux scellés ou collés	Pavés en béton selon la norme - DTU 43.1 P1

Les cases grisées correspondent à des cas de non emploi.

(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. *§ 4.331 du Dossier Technique*.

(3) Cf. *§ 4.332 du Dossier Technique.*

(4) Cf. *§ 4.333a du Dossier Technique.*

(5) Cf. § 4.333b du Dossier Technique.

(6) Cf. *§ 4.334 du Dossier Technique.*

(7) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (§ 7.252 du Dossier Technique).

(8) Ou $\Delta\lambda_h$ = 4 mW/m.K dans le cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C.

Tableau 3 – Procédé Topox Cuber et R-TOP en toitures-terrasses jardins, ou terrasses et toitures végétalisées, en climat de plaine

Élément porteur : (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 ($\Delta\lambda_h$)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)
Couche de séparation : - couche drainante	- Soit couche drainante selon la norme - DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)	**Cas de la 1ère solution (cf.§ 4.311)** Protection meuble d'épaisseur égale à celle de l'isolant (5): - Soit : avec des granulats de granulométrie ≥ 10 mm - Soit : avec un non-tissé et des granulats de granulométrie réelle < 15 mm (5 mm mini)
- couche filtrante	- Soit couche filtrante selon la norme - 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 - DTU 43.1 P1	Végétalisation selon l'AT du procédé de végétalisation (6)
Solution R-TOP : Facteur *f.x* : - Tyvek® 1560B	0,0035	0,0035
- ROOF 115	0,0035	0,0035
Majoration de λ ($\Delta\lambda_h$)	4 mW/(m.K)	4 mW/(m.K)
Couche de séparation : - couche drainante	- Soit : écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + couche drainante selon la norme - DTU 43.1 P1 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité - Soit : écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + système de drainage (couche drainante et filtrante) (4)	**Cas de la 2ème solution (cf.§ 4.312)** Écran spécifique Tyvek® 1560B ou ROOF 115 + Épaisseur de la protection meuble : - Se référer au § 4.312.
- couche filtrante	- Soit couche filtrante selon la norme - 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 - 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. *§ 6.1 du Dossier Technique.*

(3) Cf. *§ 6.2 du Dossier Technique.*

(4) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses jardins avec une isolation inversée (§ 7.252 du Dossier Technique).

(5) Cf. § *6.23 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. § *6.25 du Dossier Technique.*

Annulé

Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T

Caractéristiques	Référentiel	Valeurs	Unité	Observations
Géométriques				
- Longueur	EN 822	1 250 ± 5	mm	
- Largeur	EN 822	600 ± 3	mm	
- Épaisseurs :	EN 823			
TOPOX CUBER SL		30 à 45 ±2 50 à 120 -2/+3 par pas de 5 mm	mm	
TOPOX CUBER SL-T		60 à 70 -2/+3 76 -2/+3 80 à 120 -2/+3 125 à 160 -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	7	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			
- TOPOX CUBER SL		34 ≤ m ≤ 38	kg/m³	
- TOPOX CUBER SL-T		38 ≤ m ≤ 45	kg/m³	
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) :				
• TOPOX CUBER SL :	Annexe D de la			
Rcs_{mini}	norme - DTU 20.12 et	0,200	MPa	
ds_{mini} - ds_{maxi}	les Conditions générales	1,3 - 2,0	%	
• TOPOX CUBER SL-T :	de l'*e-Cahier du CSTB*			
Rcs_{mini}	3230_V2 de	0,200	MPa	
ds_{mini} - ds_{maxi}	novembre 2007	1,3 - 2,0	%	
- Classe de compressibilité 40 kPa à 60 °C	Guide UEAtc	Classe C		
Stabilité dimensionnelle :				
- 48 h à 70 °C / 90 HR	EN 1604	≤ 2	%	DS(TH)
- Déformation sous 40 kPa en compression et 70 °C (168 h)	EN 1605	≤ 5	%	DLT(2)5
- Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation à 60 °C	Guide UEAtc	≤ 5	mm	
- Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (80 °C / 23 °C)	Guide UEAtc	≤ 5	mm	
Hygrométrie : absorption d'eau				
- À long terme par immersion totale (28 jours)	EN 12087 (méthode A)			WL(T)0,7
- 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	%	FT2
- Réduction de la compression due aux effets de gel-dégel	EN 826	< 10	%	Variation par rapport à la valeur initiale
Conductivité thermique utile (2) **:**	EN 13164			Certificats ACERMI :
- TOPOX CUBER SL, épaisseurs :				n° 07/107/484
30 à 60 mm		0,034	W/m.K	
70 à 120 mm		0,036	W/m.K	
- TOPOX CUBER SL-T, épaisseurs :				n° 08/107/532
60 à 120 mm		0,029	W/m.K	
125 à 160 mm		0,031	W/m.K	

Annulé

Suite tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux TOPOX CUBER SL et TOPOX CUBER SL-T

Caractéristiques	Référentiel	Valeurs	Unité	Observations
Réaction au feu, euroclasse :	EN 13501-1			
- TOPOX CUBER SL		E		(3)
- TOPOX CUBER SL-T		E		(3)

(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.

(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.

(3) Selon le Rapport de classement européen du CSTB n° RA10-0092 (cf. § B Résultats expérimentaux).

(4) Valeur confirmée par l'essai de vérification de l'influence de la température (50°C) sur Rcs et ds selon l'e-Cahier du CSTB 3230_V2 de novembre 2007

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

Épaisseurs du panneau isolant	**Épaisseur des dalles en béton sur couche de séparation**	**Épaisseur des dalles en béton sur plots**
30 - 50 mm	40 mm	40 mm
60 - 70 mm	50 mm	40 mm
80 - 90 mm	60 mm (2)	40 mm
100 à 120 mm	70 mm (2)	50 mm quelque soit l'épaisseur
130 – 160 mm	80 mm (2)	

Les cases grisées correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Cas des chemins ou aires de circulation, et des toitures-terrasses techniques (§ 4.321 - 4.322).

Tableau 6 – Poids en charge maximales en eau (C.M.E.) des composants du procédé Topox Cuber et R-TOP

Éléments	**Description**	**Poids C.M.E.**
TOPOX CUBER SL	Panneau isolant inversé	39 kg/m^3
TOPOX CUBER SL-T	Panneau isolant inversé	47 kg/m^3
Tyvek® 1560B	Écran spécifique (non-tissé)	70 g/m^2
ROOF 115	Écran spécifique (non-tissé)	130 g/m^2
Granulats	Protection meuble	18 daN/cm de hauteur/m^2

Tableau 7 – Écran spécifique de la Solution R-TOP par non-tissé Tyvek® 1560B (1)

Caractéristiques	Unités	Valeurs nominales (tolérances)	Référentiel
Longueur	m	à la demande (0 %)	EN 1848-2
Largeur Rectitude	mm mm	à la demande (- 0,5 / + 1,5 %) (maxi 30)	EN 1848-2 EN 1848-2
Masse surfacique	g/m^2	58 (52 / 64)	EN 1849-2
Étanchéité à l'eau Étanchéité à l'eau après un vieillissement artificiel aux UV + chaleur	Classe Classe	W1 W1	EN 1928 (méthode A) EN 1297 et EN 1296 EN 1928 (méthode A)
Transmission à la vapeur d'eau	m	0,015 (0,005 / 0,04)	EN ISO 12572
Effort de traction (VDF)	N/50mm	165 (125 / 205)	EN 12311-1
Effort de traction (VLF)	N/50mm	140 (110 / 170)	EN 12311-1
Allongement (VDF)	%	9 (6 / 12)	EN 12311-1
Allongement (VLF)	%	15 (10 / 20)	EN 12311-1
Effort de traction et allongement après un vieillissement artificiel aux UV + chaleur : - effort de traction (VDF) - effort de traction (VLF) - allongement (VDF) - allongement (VLF)	% valeur résiduelle	 90 90 85 75	EN 1297 et EN 1296 EN 12311-1
Déchirure (VDF)	N	65 (40 / 90)	EN 12310-1
Déchirure (VLF)	N	60 (40 / 80)	EN 12310-1
Résistance à l'air	$m^3/(m^2\ hr.50Pa)$	(maxi 0,25)	EN 12114
Stabilité dimensionnelle	%	1	EN 1107-2
Souplesse à basse température	°C	(maxi - 40)	EN 1109
Colonne d'eau	m	1,5	EN 20811

VDF : valeur déclarée par le fabricant. VLF : valeur limite du fabricant.

(1) Selon la fiche technique de la Société Dupont™ de Nemours Sàrl du 18 juillet 2006.

Tableau 8 – 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 Rectitude	mm mm	1,5 (± 0,015) ou 3,0 (± 0,03) conforme	EN 1848-2 EN 1848-2
Épaisseur	mm	0,4 (± 0,1)	EN 1849-2
Masse surfacique	g/m^2	115 (- 5 / + 12)	EN 1849-2
Étanchéité à l'eau Étanchéité à l'eau après un vieillissement artificiel aux UV + chaleur	Classe Classe	W1 W1	EN 1928 (méthode A) EN 1928 (méthode A)
Transmission à la vapeur d'eau	m	s_d = 0,02 (+ 0,015)	EN 12572/C
Effort de traction (VDF)	N/50mm	260 (- 25)	EN 12311-1
Effort de traction (VLF)	N/50mm	170 (- 25)	EN 12311-1
Allongement (VDF)	%	45 (- 15 / + 20)	EN 12311-1
Allongement (VLF)	%	70 (- 20 / + 30)	EN 12311-1
Effort de traction et allongement après un vieillissement artificiel aux UV + chaleur : - effort de traction - allongement	% valeur résiduelle	 < 20 < 45	EN 13859-1 EN 12311-1
Déchirure (VDF)	N	120 (- 30)	EN 12310-1/B
Déchirure (VLF)	N	140 (- 35)	EN 12310-1/B
Résistance à l'air	$m^3/(m^2.h.100Pa)$	0,02	EN 12114
Souplesse à basse température	°C	- 20	EN 1109

VDF : valeur déclarée par le fabricant. VLF : valeur limite du fabricant.

(1) Selon la fiche technique de la Société Ravago Products SL du 1er janvier 2008.

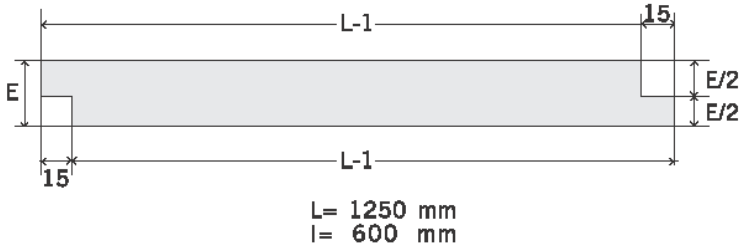


Figure 1 – Panneau isolant avec joint à recouvrement (feuillures alternées)

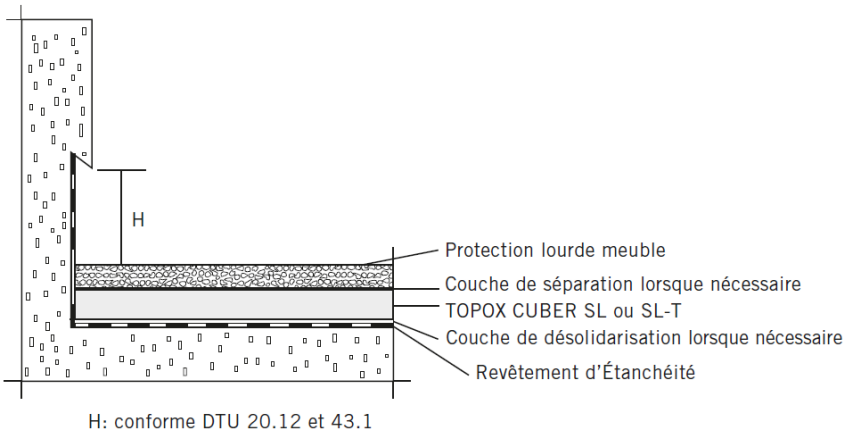


Figure 2 – Relevé sur toiture-terrasse inaccessible avec retrait formant larmier

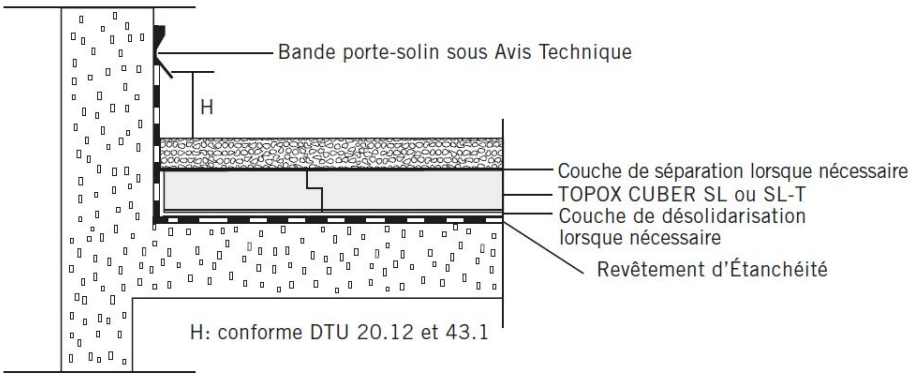


Figure 3 – Coupe de principe sur relevé avec bande porte-solin métallique

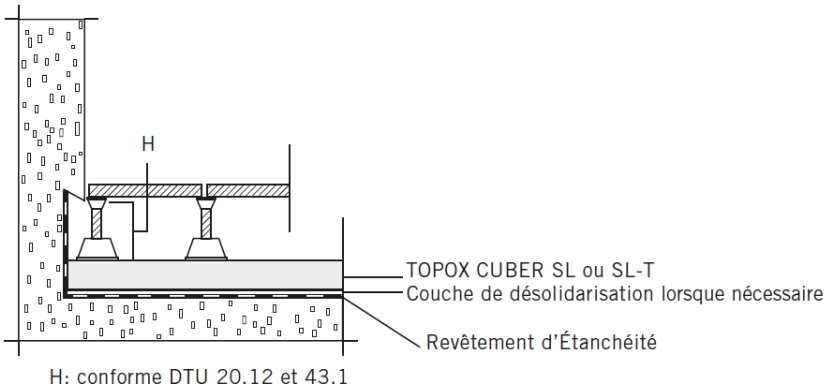
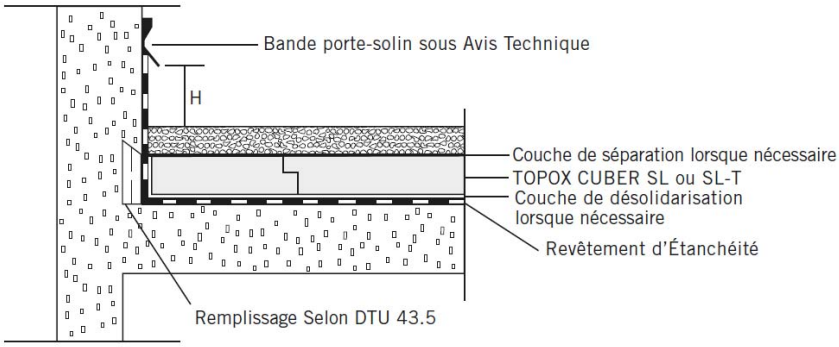


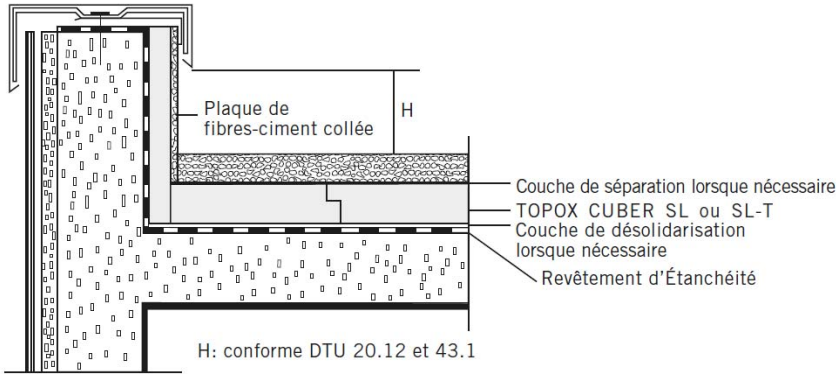
Figure 4 – Relevé sur terrasse accessible aux piétons et au séjour avec dalles sur plots

Annulé



Le retrait formant larmier est rempli pour constituer le nouveau support du relevé (§ 5.41 du Dossier Technique).

Figure 5 – Coupe sur relevé en travaux de réfections



La plaque de fibres-ciment est collée sur les panneaux isolants, selon le § 4.34 du Dossier Technique.

Figure 6 – Relevé sur terrasses non accessibles

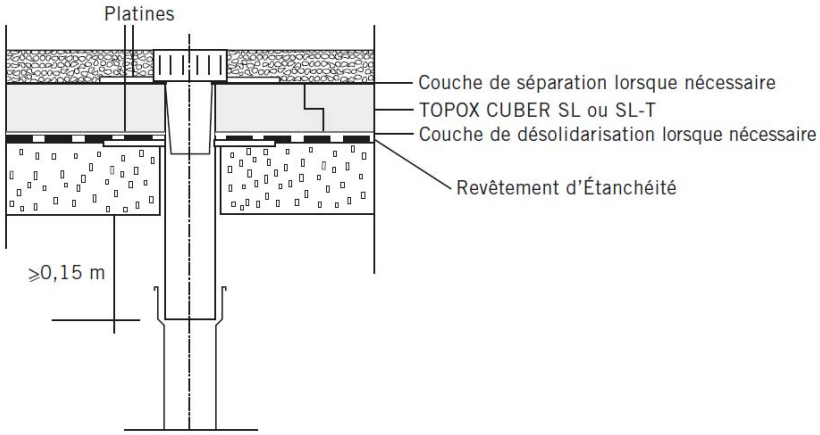
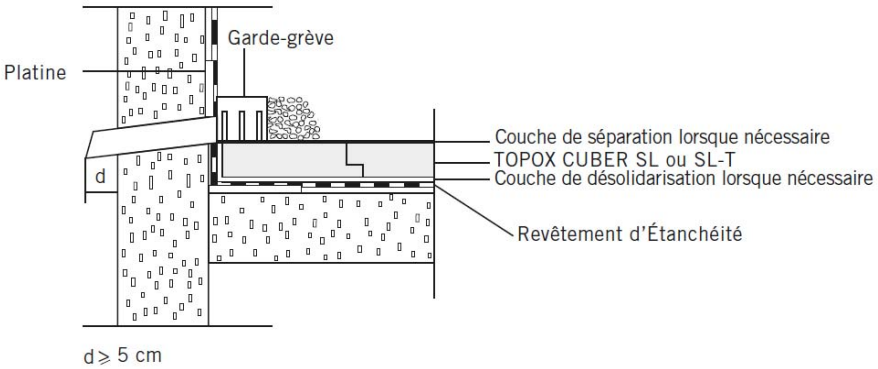


Figure 7 – Exemple d'EEP (hors établissements recevant du public)



Le trop-plein d'alerte est obligatoire pour la 2ème solution avec une épaisseur de granulats réduite ;
le trop-plein affleure la surface de l'isolant dans le cas d'une toiture en pente (§ 4.312 du Dossier Technique).

Figure 8 – Coupe sur relevé avec trop-plein d'eau pluviale (TPE)

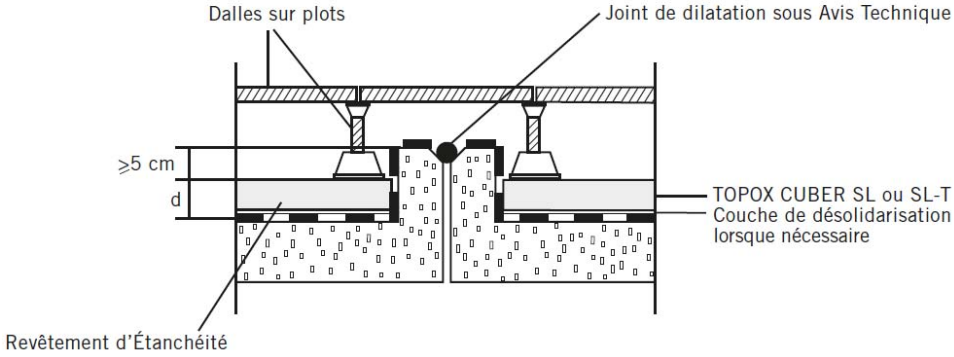
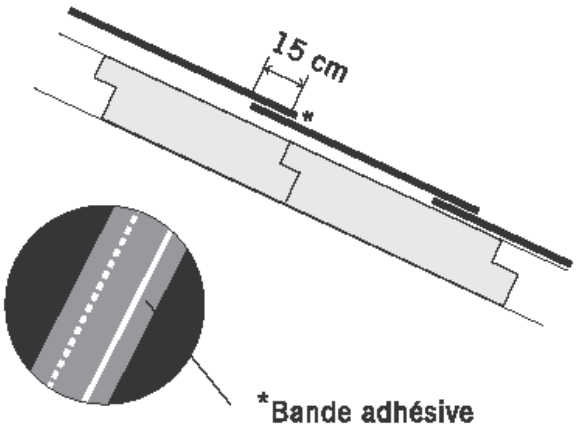
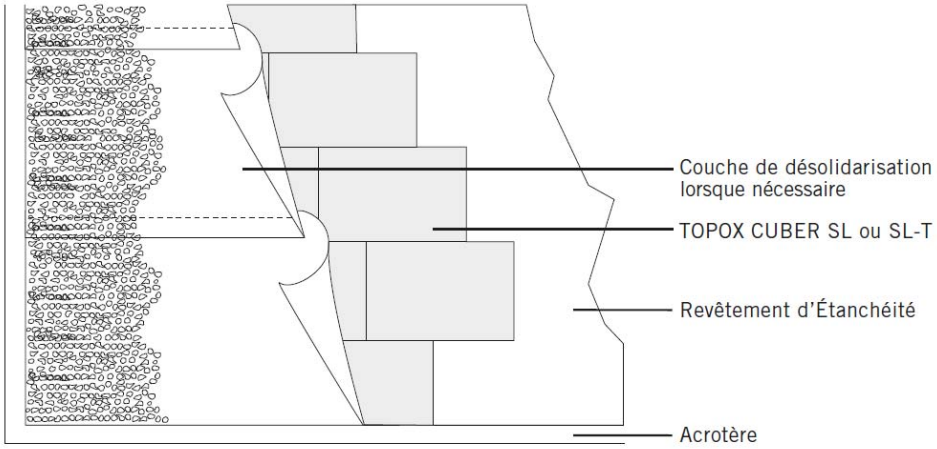


Figure 9 – Coupe de principe sur joint de dilatation



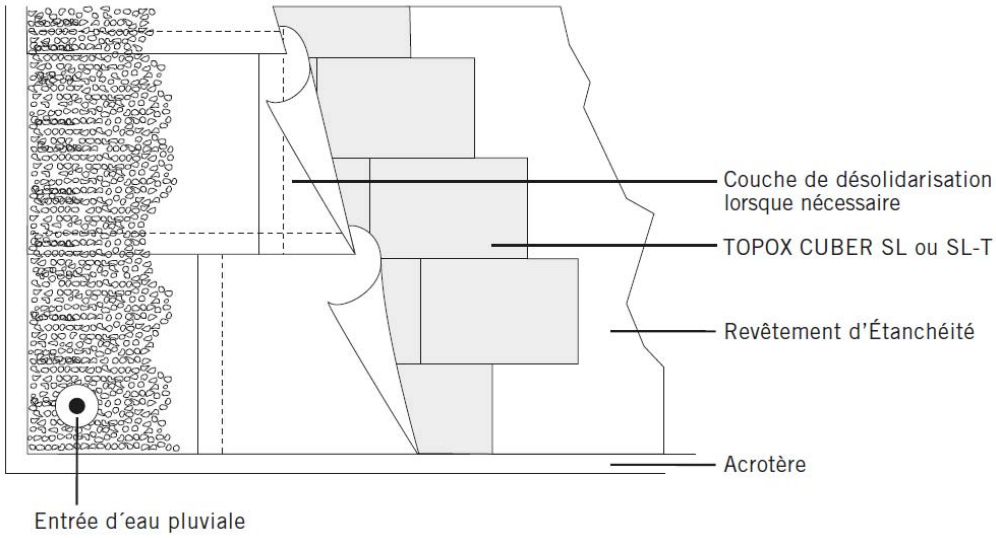
Bande adhésive du non-tissé Tyvek® 1650 B ou ROOF 115
pour des surfaces inférieures à 1 m² ou de dimensions < 1 m (cf. § *4.212 du Dossier Technique*).

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



L'écran spécifique non-tissé est le Tyvek® 1650 B ou 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 Tyvek® 1650 B ou ROOF 115
se fait vers l'entrée d'eau pluviale la plus proche.

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

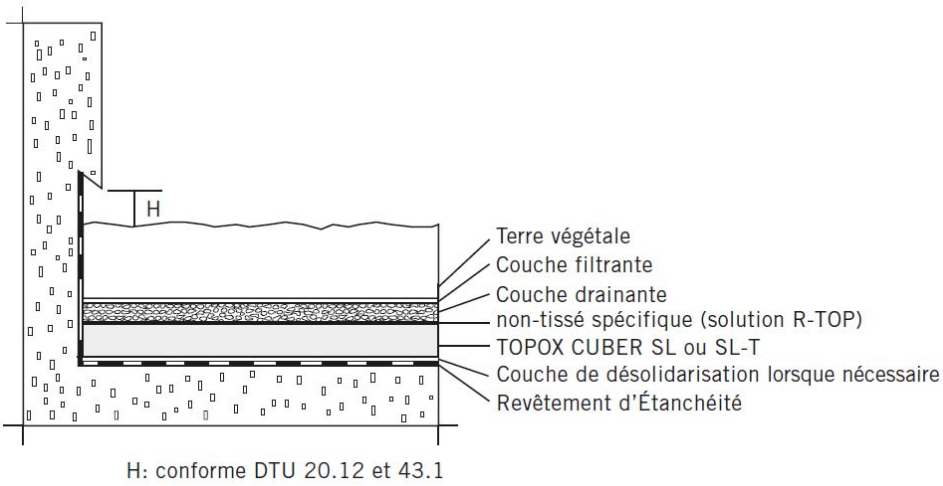
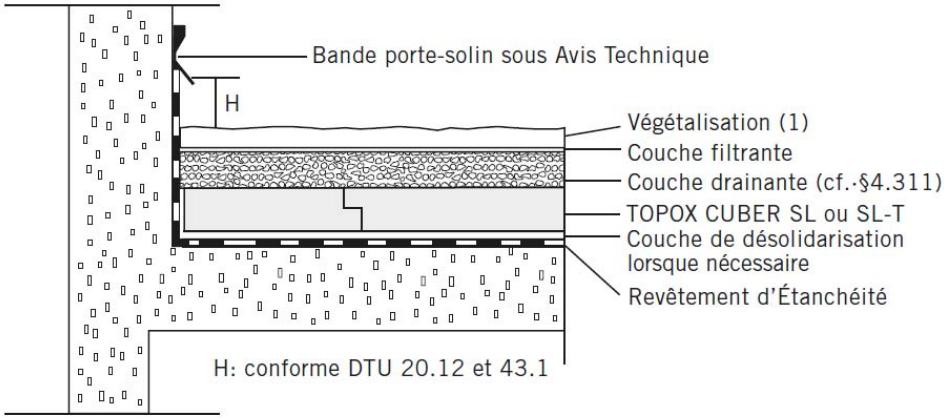


Figure 13 : Coupe de principe d'une toiture terrasse jardin

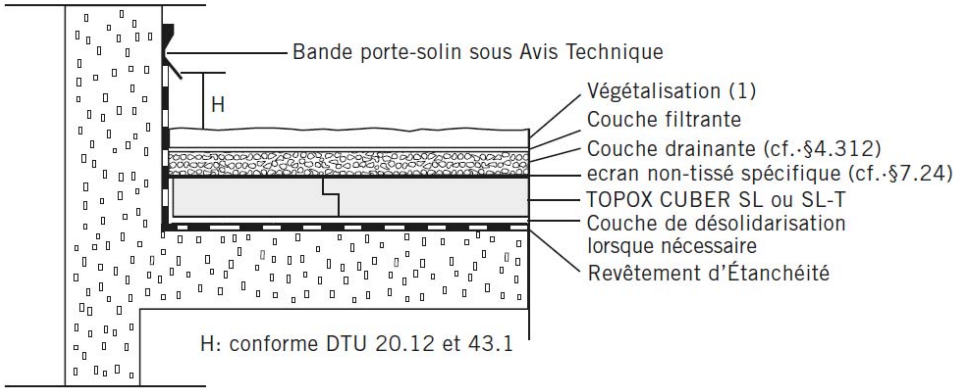


épaisseur gravillons = épaisseur isolant

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

Les acrotères peuvent être isolés selon le § 4.34.

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



épaisseur gravillons = épaisseur isolant

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

Les acrotères peuvent être isolés selon le § 4.34.

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