

Sur le procédé

---

## SOPRA XPS 500 Parking

---

**Titulaire :** **Société Soprema SAS**  
Internet : [www.soprema.fr](http://www.soprema.fr)

**Distributeur :** **Société Soprema SAS**  
Internet : [www.soprema.fr](http://www.soprema.fr)

**Descripteur :**

« SOPRA XPS 500 PARKING » est un procédé d'isolation thermique inversée, en climat de plaine et de montagne de :

- Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers et lourds avec une protection par dallage en béton armé fractionné ;
- Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers avec une protection par dalles sur plot en béton sous DTA ;
- Rampes accessibles aux véhicules légers, uniquement en climat de plaine.

Il est composé de panneaux isolants non porteurs SOPRA XPS 500 en polystyrène extrudé (XPS) à bords feuillurés, de dimensions 1 250 × 600 mm et d'épaisseur allant de 40 à 120 mm, posés en un lit ou deux lits indépendants (épaisseur maximale 200 mm), sur revêtement d'étanchéité.

La compression admissible est définie au § 2.10.4.1.2.

**Groupe Spécialisé n° 5.2** - Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage

**Famille de produit/Procédé :** Panneaux en polystyrène extrudé (XPS) en isolation inversée en toitures accessibles aux véhicules et cheminement piétons associés

## AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

## Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande	Anouk MINON	Philippe DRIAT

## Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé .....	5
1.1.	Définition succincte .....	5
1.1.1.	Description succincte .....	5
1.1.2.	Mise sur le marché .....	5
1.1.3.	Identification .....	5
1.2.	AVIS.....	5
1.2.1.	Domaine d'emploi accepté .....	5
1.2.2.	Appréciation sur le procédé .....	6
1.2.3.	Prescriptions Techniques .....	7
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé .....	7
2.	Dossier Technique.....	8
2.1.	Données commerciales .....	8
2.1.1.	Coordonnées .....	8
2.2.	Description .....	8
2.3.	Domaine d'emploi .....	8
2.4.	Prescriptions aux éléments sous-jacents .....	8
2.4.1.	Éléments porteurs .....	8
2.4.2.	Revêtement d'étanchéité.....	9
2.5.	Éléments et matériaux.....	9
2.5.1.	Panneaux isolants thermiques SOPRA XPS 500 .....	9
2.5.2.	Autres matériaux .....	9
2.6.	Fabrication .....	10
2.7.	Contrôles de fabrication .....	10
2.7.1.	Contrôle de fabrication des panneaux SOPRA XPS 500 .....	10
2.7.2.	Contrôle de fabrication de l'écran ROOF 115 .....	10
2.8.	Conditionnement - Stockage.....	10
2.9.	Fourniture et assistance technique .....	10
2.10.	Mise en œuvre, cas d'ouvrages neufs.....	11
2.10.1.	Pose des panneaux SOPRA XPS 500.....	11
2.10.2.	Pose de l'écran ROOF 115.....	11
2.10.3.	Pose de la nappe drainante sous Avis Technique.....	11
2.10.4.	Protection rapportée .....	11
2.10.5.	Détails de toiture.....	12
2.10.6.	Dispositions particulières au climat de montagne.....	12
2.11.	Mise en œuvre, cas des travaux de réfection .....	13
2.11.1.	Conditions préalables .....	13
2.11.2.	Mise en œuvre de l'isolant .....	13
2.11.3.	Détails de toiture.....	13
2.12.	Détermination de la résistance thermique du système .....	13
2.12.1.	Principe.....	13
2.12.2.	Détermination de l'épaisseur des panneaux SOPRA XPS 500 .....	13
2.13.	Entretien et réparation.....	13
2.14.	Résultats expérimentaux.....	13
2.15.	Références .....	14
2.15.1.	Données Environnementales .....	14
2.15.2.	Autres références .....	14

2.16.	Annexe thermique A : solution courante.....	15
2.16.1.	Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux SOPRA XPS 500 et le revêtement d'étanchéité.....	15
2.16.2.	Valeurs des paramètres utiles pour le calcul – Solution courante .....	16
2.17.	Annexe thermique B : solution R-TOP (avec Écran ROOF 115) .....	18
2.18.	Annexes du Dossier Technique.....	20
2.18.1.	Tableaux du Dossier Technique .....	20
2.18.2.	Figures du Dossier Technique.....	23

# 1. Avis du Groupe Spécialisé

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 10 mai 2021, le procédé **SOPRA XPS 500 Parking**, présenté par la Société SOPREMA SAS. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

---

## 1.1. Définition succincte

### 1.1.1. Description succincte

« SOPRA XPS 500 PARKING » est un procédé d'isolation thermique inversée de toitures-terrasses accessibles aux véhicules, à partir de panneaux isolants non porteurs SOPRA XPS 500 en polystyrène extrudé (XPS) à bords feuillurés, de dimensions 1 250 × 600 mm (cf. figure 1) et d'épaisseur allant de 40 à 120 mm, posés en un lit ou deux lits indépendants (épaisseur maximale 200 mm), sur revêtement d'étanchéité.

Le procédé protège le revêtement d'étanchéité contre les écarts de température et contre le poinçonnement.

L'isolant utilisé SOPRA XPS 500 est de couleur orange, il relève de la norme NF EN 13164, est marqué CE et certifié ACERMI.

### 1.1.2. Mise sur le marché

Conformément au Règlement UE n° 305/2011 (RPC), le produit SOPRA XPS 500 fait l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 13164.

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

### 1.1.3. Identification

Chaque colis porte une étiquette précisant :

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

Le 5<sup>e</sup> chiffre du numéro de lot correspond à la ligne de production. Celle de l'usine de Savigny-sur-Clairis est identifiée par le chiffre 3.

---

## 1.2. AVIS

### 1.2.1. Domaine d'emploi accepté

Ces panneaux sont admis pour la pose :

- En un ou deux lits (lit inférieur d'épaisseur minimale 100 mm, cf. paragraphe 2.10.1 et tableau 1) pour les toitures-terrasses :
  - accessibles aux véhicules légers : parkings et circulables avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement, dans les conditions du NF DTU 43.1,
  - accessibles aux véhicules lourds : parkings et circulables ;
- En un seul lit pour les rampes d'accès accessibles aux véhicules légers en climat de plaine.
- Avec protection lourde par :
  - dallage fractionné en béton armé coulé sur place,
  - dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression titulaires d'un Document Technique d'Application visant l'emploi sur toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers.
- Sur les éléments porteurs en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1, ou du NF DTU 43.11 (dans le cas du climat de montagne) ou à son Avis Technique particulier.
- En climat de plaine et de montagne (en climat de montagne, la solution R-TOP est obligatoire).
- En travaux neufs ou en réfection.

Le procédé peut être associé à une nappe drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application.

## 1.2.2. Appréciation sur le procédé

### 1.2.2.1. Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

#### Sécurité en cas d'incendie

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 satisfait aux exigences vis-à-vis du feu extérieur (art. 5 de l'arrêté du 14 février 2003) ; le procédé avec d'autres protections rapportées n'est pas classé.

##### *Vis-à-vis du feu intérieur*

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

#### Prévention des accidents lors de la mise en œuvre

Elle peut être normalement assurée.

Le produit SOPRA XPS 500 étant un article au sens du règlement REACH, il ne dispose pas 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).

#### Pose en zones sismiques

Selon la nouvelle réglementation sismique définie par :

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

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

#### Isolation thermique

Les arrêtés du 26 octobre 2010 et du 28 décembre 2012 (Réglementation Thermique 2012) n'imposent 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 les arrêtés fixent une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Pour le calcul thermique, il est possible d'utiliser la méthode de calcul du procédé selon les Règles techniques indiquée au chapitre 2.12 et des Annexes A et B du Dossier Technique.

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

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

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

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

#### Acoustique

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

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

Les performances acoustiques du procédé « SOPRA XPS 500 Parking » n'ont pas été évaluées.

#### Données environnementales

Il existe une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par une tierce partie indépendante pour le produit SOPRA XPS 500 mentionnée au § 2.15.1 du Dossier Technique.

Il est rappelé que cette DE n'entre pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

### Aspects sanitaires

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

### Accessibilité de la toiture

Le procédé « SOPRA XPS 500 Parking » pour toiture inversée est utilisé au-dessus d'un revêtement d'étanchéité, avec les dispositions prévues aux Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements ou selon la norme NF DTU 43.1, et sous une protection lourde rapportée définie au paragraphe 2.10.4 du Dossier Technique.

### Emploi en climat de montagne

Ce procédé peut être employé dans les conditions prévues par la norme NF DTU 43.11 (avril 2014) sur les éléments porteurs en maçonneries, selon les dispositions prévues au paragraphe 2.10.6 du Dossier Technique.

La solution R-TOP, avec écran ROOF 115, est obligatoire.

Les rampes ne sont pas visées.

#### 1.2.2.2. Durabilité - Entretien

##### Durabilité

Dans le domaine d'emploi accepté, la durabilité du procédé « SOPRA XPS 500 Parking » est satisfaisante.

- a) Cas d'application en ouvrage neuf, ou de réfection le revêtement d'étanchéité ayant été refait (c'est-à-dire sur un nouveau revêtement) : la durabilité du procédé d'isolation inversée « SOPRA XPS 500 Parking » sur revêtements d'étanchéité lorsque le Document Technique d'Application particulier au revêtement en accepte l'emploi peut être appréciée comme satisfaisante.
- b) Cas des revêtements d'étanchéité sous Document Technique d'Application : le Document Technique d'Application de ces revêtements précise les conditions d'emploi d'une isolation inversée, et notamment pour ce qui concerne la compatibilité chimique.

##### Entretien

Cf. normes NF DTU série 43, et paragraphe 2.13 du Dossier Technique.

#### 1.2.2.3. Fabrication et contrôle

Cet Avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

#### 1.2.2.4. Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entreprises d'étanchéité qualifiées.

Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

La Société SOPREMA SAS apporte une assistance technique sur demande.

### 1.2.3. Prescriptions Techniques

#### Conditions de mise en œuvre – cas de la réfection

- a) Il est rappelé que la vérification au préalable de la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau et des charges spécifiques à la circulation des véhicules, est à la charge du maître d'ouvrage.
- b) Cas d'application sur des toitures existantes, le revêtement d'étanchéité ayant été refait (c'est-à-dire sur un nouveau revêtement) : les dispositions concernant la réfection des revêtements d'étanchéité doivent être respectées selon la norme NF DTU 43.5.
- c) L'utilisation exceptionnelle des véhicules lourds, tels que les camions pompiers, peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Comme indiqué au § 3.2.4.1 de la norme NF DTU 43.1, il appartient au maître d'œuvre ou à son représentant d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.
- d) Les toitures de pente inférieure ou égale à 2% peuvent présenter des flaches et retenues d'eau.

#### *Appréciation globale*

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

### 1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Seuls sont visés dans ce DTA les produits issus de la production de l'usine française de Savigny-sur-Clairis.

Pour la prochaine révision il est demandé la tenue à jour des références en climat de montagne.

## 2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

---

### 2.1. Données commerciales

---

#### 2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société Soprema SAS  
14 Rue Saint-Nazaire  
CS 60121  
FR – 67025 STRASBOURG  
Tél. : 03 88 79 84 00  
Email : contact@soprema.com  
Internet : www.soprema.fr.

Distributeur : Société Soprema SAS  
14 Rue Saint-Nazaire  
CS 60121  
FR – 67025 STRASBOURG

---

### 2.2. Description

---

« SOPRA XPS 500 PARKING » est un procédé d'isolation thermique inversée de toitures-terrasses accessibles aux véhicules, à partir de panneaux isolants non porteurs SOPRA XPS 500 en polystyrène extrudé (XPS) à bords feuillurés, de dimensions 1 250 × 600 mm (cf. figure 1) et d'épaisseur allant de 40 à 120 mm, posés en un lit ou deux lits indépendants (épaisseur maximale 200 mm), sur revêtement d'étanchéité.

Le procédé protège le revêtement d'étanchéité contre les écarts de température et contre le poinçonnement.

L'isolant utilisé SOPRA XPS 500 est de couleur orange, il relève de la norme NF EN 13164, est marqué CE et certifié ACERMI.

---

### 2.3. Domaine d'emploi

---

Ces panneaux sont admis pour la pose :

- En un ou deux lits (lit inférieur d'épaisseur minimale 100 mm, cf. paragraphe 2.10.1 et Tableau 1) pour les toitures-terrasses :
  - accessibles aux véhicules légers : parkings et circulables avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement, dans les conditions du NF DTU 43.1,
  - accessibles aux véhicules lourds : parkings et circulables ;
- En un seul lit pour les rampes d'accès accessibles aux véhicules légers.
- Avec protection lourde par :
  - dallage fractionné en béton armé coulé sur place,
  - dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression titulaires d'un Document Technique d'Application visant l'emploi sur toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers en climat de plaine.
- Sur les éléments porteurs en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1, ou du NF DTU 43.11 (dans le cas du climat de montagne) ou à son Avis Technique particulier.
- En climat de plaine et de montagne (en climat de montagne, la solution R-TOP est obligatoire).
- En travaux neufs ou en réfection.

Le procédé peut être associé à une nappe drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application.

---

### 2.4. Prescriptions aux éléments sous-jacents

---

#### 2.4.1. Éléments porteurs

Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux spécifications des NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 ou au NF DTU 43.11 (en climat de montagne) ou à leurs Avis Techniques particuliers. Si l'élément porteur n'est pas traditionnel, il doit bénéficier d'un Avis Technique bénéficiant d'un avis favorable pour cet emploi.

La pente de l'élément porteur est comprise entre 2 % et 5 % en travaux neufs et entre 1 % et 5 % conformément au NF DTU 43.5 en travaux de réfection.

Dans le cas d'une protection par dalles sur plots répartiteurs de pression admises pour toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers, la pente de l'élément porteur sera conforme au Document Technique d'Application du procédé de protection lourde par dalles sur plots.

Dans le cas de rampe accessible, l'élément porteur est de type A ou B. Selon le NF DTU 20.12, la pente de l'élément porteur est comprise entre 5 % et 18 %.

La pente peut être l'élément porteur lui-même ou une forme de pente adhérente rapportée selon le NF DTU 20.12.

#### **2.4.2. Revêtement d'étanchéité**

Les revêtements d'étanchéité sont :

- En asphalte non traditionnel, et mixtes sous asphalte, conformes aux prescriptions de leur Avis Technique particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée et vise l'accès des véhicules ;
- Un système d'étanchéité liquide sous Avis Technique ou Document Technique d'Application visant les toitures-terrasses accessibles aux véhicules avec isolation inversée ;
- En feuilles bitumineuses sous Document Technique d'Application, conformes aux prescriptions de leur Document Technique d'Application particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée et vise l'accès des véhicules.

Leur classement «I» selon le classement FIT (cf. norme NF P84-354 de Juillet 2019) est au moins «I3», « I4 » dans le cas de dalles sur plots.

---

## **2.5. Éléments et matériaux**

---

### **2.5.1. Panneaux isolants thermiques SOPRA XPS 500**

#### 2.5.1.1. Définition du matériau

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

L'expansion est réalisée avec du CO<sub>2</sub> recyclé ne contenant ni CFC ni HCFC.

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

#### 2.5.1.2. Caractéristiques spécifiées

Les caractéristiques du panneau SOPRA XPS 500 sont rassemblées dans le tableau 4.

#### 2.5.1.3. Compatibilité chimique

Certains produits chimiques peuvent dégrader par dissolution les panneaux de polystyrène extrudé. Il faut principalement éviter les produits contenant des aldéhydes, amines aromatiques, esters, éthers polyglycol, hydrocarbures, cétones, huiles essentielles et généralement les solvants. Une liste indiquant la compatibilité du panneau SOPRA XPS 500 avec les produits chimiques courants est disponible auprès du fabricant.

### **2.5.2. Autres matériaux**

#### 2.5.2.1. Matériau pour étanchéité

- Revêtements d'étanchéité définis par leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Matériaux pour relevés conformes au NF DTU 43.1, ou définis dans le Document Technique d'Application du revêtement.

#### 2.5.2.2. Couche de désolidarisation sous isolant

Conforme au NF DTU 43.1 ; voile non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m<sup>2</sup>.

Écran NTS 170 de SOPREMA par exemple.

#### 2.5.2.3. Couche de désolidarisation sur isolant

##### **2.5.2.3.1. Couche de désolidarisation pour terrasse accessibles aux véhicules légers**

- Couche de désolidarisation pour terrasses accessibles aux véhicules légers, entre les panneaux isolants et la protection en béton armé conforme à celle du NF DTU 43.1 : non tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum, lit de granulats de 0,03 m d'épaisseur minimale (ou 0,04 m d'épaisseur minimale en climat de montagne), non tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum ;
- Nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules légers.

##### **2.5.2.3.2. Couche de désolidarisation pour terrasse accessibles aux véhicules lourds**

- Couche de désolidarisation pour terrasses accessibles aux véhicules lourds, entre les panneaux isolants et le dallage en béton armé conforme à celle du NF DTU 20.12 : non tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum, lit de granulats courants roulés de granulométrie (voir la norme XP P 18-545) comprise entre 5 mm et 15 mm, de 0,02 à 0,04 m d'épaisseur, non tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum ;
- Nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules lourds.

**2.5.2.3.3. Couche de désolidarisation pour rampes d'accès**

Conforme au NF DTU 43.1 : non-tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum surmonté d'un film synthétique de 100 µm minimum.

**2.5.2.4. Solution R-Top****2.5.2.4.1. Principe**

Le procédé « SOPRA XPS 500 Parking » peut intégrer la Solution R-TOP qui se différencie d'une isolation inversée classique par l'interposition d'un écran spécifique en non-tissé ROOF 115 entre la couche isolante en polystyrène extrudé et la protection rapportée. Cette solution permet une amélioration de facteur fx. On se référera à l'Annexe thermique B en fin de Document Technique.

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

**2.5.2.4.2. Écran ROOF 115**

Non-tissé en polypropylène, de couleur orange avec le marquage « Ecran ROOF 115 – Solution R-TOP » sur l'une des faces. Les rouleaux sont emballés sous film polyéthylène. Les caractéristiques de l'écran sont au tableau 5 en fin de Dossier Technique.

**2.6. Fabrication**

La fabrication des panneaux SOPRA XPS 500 est réalisée en continu dans l'usine de Savigny-sur-Clairis (89) et comprend essentiellement les étapes suivantes :

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

Le 5<sup>e</sup> chiffre du numéro de lot correspond à la ligne de production. Celle de l'usine de Savigny-sur-Clairis est identifiée par le chiffre 3.

**2.7. Contrôles de fabrication****2.7.1. Contrôle de fabrication des panneaux SOPRA XPS 500**

Chaque production de panneaux SOPRA XPS 500 fait l'objet des contrôles suivants :

- 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 (selon le tableau B.1 de la norme NF EN 13164) : longueur, largeur, épaisseur, masse volumique, planéité et équerrage.
- Sur les produits finis (selon le tableau B.1 de la norme NF EN 13164 et les dispositions de la certification ACERMI) : résistance à la compression à 10%, Rcs /ds, conductivité thermique, réaction au feu.

Les autocontrôles sont vérifiés par ACERMI lors des audits (2 fois par an).

De plus, l'incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60°C/23°C) selon Guide UEAtc (§ 4.32) est contrôlée tous les 6 mois.

**2.7.2. Contrôle de fabrication de l'écran ROOF 115**

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

**2.8. Conditionnement - Stockage****2.8.1.1. Conditionnement et identification**

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

Chaque colis porte une étiquette précisant le nom du produit, les dimensions, le nombre de plaques, la référence du lot, la résistance thermique et la conductivité thermique déclarées, les logos CE et ACERMI, le numéro du Certificat ACERMI et le code de désignation.

**2.8.1.2. 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.

**2.9. Fourniture et assistance technique**

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

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

### 2.10.1. Pose des panneaux SOPRA XPS 500

Voir figures 2 et 3 en fin de Dossier Technique.

Les panneaux sont posés en un ou deux lits (épaisseur maximale 200 mm), en indépendance sur le revêtement d'étanchéité, en quinconce et jointifs. Les bords feuillurés se recouvrent par demi-épaisseur.

Les panneaux se découpent à la scie égoïne ou au fil chaud.

Dans le cas d'une mise en œuvre en deux lits superposés, l'épaisseur minimale du lit inférieur sera de 100 mm. Les panneaux de chaque lit sont disposés à joints décalés, l'épaisseur la plus importante sera toujours placée en lit inférieur.

La pose en deux lits n'est pas visée dans les rampes.

L'indépendance sous isolant est obtenue par déroulage à sec d'une couche de désolidarisation en non-tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> (Ecran NTS 170 de SOPREMA par exemple), à recouvrements de 10 cm (cf. § 2.4.2.2).

L'emploi de cette couche de désolidarisation n'est pas requis sur un revêtement :

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

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

### 2.10.2. Pose de l'écran ROOF 115

L'interposition de l'écran ROOF 115 entre les panneaux isolants et le lit de granulats permet d'augmenter la performance thermique de la toiture.

L'écran ROOF 115 est posé libre en assurant sa continuité par recouvrement de 15 cm minimum des lés. Le recouvrement des lés se fait dans le sens du flux d'eau. Le non-tissé doit être remonté le long des relevés et des émergences. Cette remontée 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 par dalles sur plots, la remontée de 2 cm se mesure à partir du dessus des panneaux isolants.

La pose du non-tissé n'est pas visée dans les rampes.

### 2.10.3. Pose de la nappe drainante sous Avis Technique

La couche de désolidarisation peut être remplacée par une nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules. La mise en œuvre se fera conformément à son Avis Technique.

La pose de la nappe drainante n'est pas visée dans les rampes.

### 2.10.4. Protection rapportée

Cette application est réservée aux cas des travaux neufs ou de réfection des toitures déjà dimensionnées pour être utilisées en toiture accessible aux véhicules. Il conviendra de s'assurer en cas d'ouvrage de réfection, de l'aptitude de l'élément porteur pour cette application (cf. NF DTU 43.5).

Note : Il est rappelé que les parties de toitures accessibles exceptionnellement aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peuvent être comprises dans la catégorie des toitures-terrasses accessibles à la circulation et au stationnement des véhicules légers. Cette utilisation exceptionnelle peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Il appartient au maître d'œuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.

La protection rapportée en vue d'une utilisation en terrasse accessible aux véhicules doit être conforme aux prescriptions des NF DTU 43.1 et NF DTU 20.12 ou au NF DTU 43.11 pour le climat de montagne, selon le type de revêtement d'étanchéité et le type de véhicules visés par l'application.

#### 2.10.4.1. Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers (charge maximale de 20 kN par essieu)

##### 2.10.4.1.1. Protection par une dalle ou un dallage en béton armé

La protection est coulée sur une couche de désolidarisation :

- Conforme au NF DTU 43.1 ;
- Ou
- Constituée d'une nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules. La mise en œuvre se fera conformément à ce Document Technique d'Application.

#### Cas de terrasse de surface ≤ à 500 m<sup>2</sup> ou cas de terrasse avec un panneau isolant de résistance thermique utile < 2 (m<sup>2</sup>.K)/W :

La protection est réalisée par une dalle en béton armé dont les caractéristiques sont conformes au NF DTU 43.1.

Le fractionnement est réalisé par des joints de largeur minimale 2 cm, en partie courante tous les 4 à 5 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences. Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints. Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées.

Les charges ponctuelles permanentes s'exerçant sur le dallage doivent être déterminées en tenant compte de la performance en fluage en compression de l'isolant qui est de 90 kPa (cf. tableau 4).

#### Cas de terrasse de surface > à 500 m<sup>2</sup> et avec un panneau isolant de résistance thermique utile ≥ 2 (m<sup>2</sup>.K)/W :

Dans ce cas, le dimensionnement (épaisseur de dalle, ferrailage, fractionnement dans l'épaisseur du dallage...) n'est plus forfaitaire, mais déterminé conformément au NF DTU 13.3 Partie 2 en prenant en compte les valeurs « Rcs-ds » de l'isolant thermique (cf. tableau 4).

Le fractionnement est réalisé par des joints de largeur minimale 2 cm, en partie courante tous les 10 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences. Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints. Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées. Ces joints sont conjugués et sont soit des joints goujonnés, soit des joints clavetés, conformément à la norme NF DTU 43.11.

#### 2.10.4.1.2. Protection par dalles en béton préfabriquées sur plots

Une protection par dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression pour toitures terrasses accessibles aux véhicules légers peut être mise en œuvre sur les panneaux SOPRA XPS 500.

Cette protection lourde doit être titulaire d'un Document Technique d'Application, qui précise les conditions d'emploi sur isolation inversée (cf. figure 7). Les caractéristiques suivantes sont à comparer avec celles préconisées dans le DTA concerné :

Nombre de lits d'isolant	CS 10%	CC (2/1,5/50)	Rcs <sub>mini</sub>	ds <sub>mini</sub> et ds <sub>maxi</sub>
1 ou 2	500 kPa	180 kPa	300 kPa	1,6% et 2,0%

#### 2.10.4.2. Rampe (pente $\leq 18\%$ ) accessible aux véhicules légers

Dans le cas des rampes :

- L'isolant est posé en lit unique ;
- La couche de désolidarisation est constituée d'un non-tissé synthétique de 170 g/m<sup>2</sup> minimum (Ecran NTS 170 de SOPREMA par exemple) surmonté d'un film synthétique d'épaisseur 100  $\mu$ m minimum, posés à recouvrement de 0,10 m environ. L'écran ROOF 115 et la nappe drainante ne sont pas envisagés.

La protection est dimensionnée (épaisseur, ferrailage, fractionnement...) en tenant compte des sollicitations mécaniques auxquelles elle est soumise ; elle est déterminée conformément au § 2.10.4.1.1 ci-dessus dans le cas des revêtements adhérents de feuilles bitumineuses, ou selon l'Avis Technique du revêtement en asphalte.

Les efforts de la protection en béton armé ne doivent pas être transmis aux panneaux isolants. La structure doit comporter des dispositions, conformément au NF DTU 20.12, permettant de reprendre les efforts transmis par cette protection dure. Un bureau d'études spécialisé réalisera le dimensionnement de la protection et les dispositions pour la reprise des efforts.

Un caniveau en pied de rampe assure l'évacuation des eaux (cf. figure 8).

#### 2.10.4.3. Toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds (20 kN < charge maximale par essieu $\leq 135$ kN)

La protection est réalisée par un dallage en béton armé dont les caractéristiques et le fractionnement sont conformes à l'annexe D du NF DTU 20.12 P1.

La protection est coulée sur une couche de désolidarisation :

- Conforme à l'annexe D du NF DTU 20.12 P1 ;
- Ou
- Constituée d'une nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée et terrasses accessibles aux véhicules lourds. La mise en œuvre est conforme à cet Avis Technique.

Le fractionnement est réalisé par des joints de largeur minimale 2 cm, en partie courante tous les 10 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences. Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints. Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées. Ces joints sont conjugués et sont soit des joints goujonnés, soit des joints clavetés, conformément à la norme NF DTU 43.11.

Le dallage est conforme aux dispositions du NF DTU 13.3 Partie 1 en prenant en compte les valeurs « Rcs-ds » de l'isolant thermique (voir tableau 4).

### 2.10.5. Détails de toiture

#### 2.10.5.1. Protection des relevés

La protection des relevés est conforme aux prescriptions des NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 (ou NF DTU 43.11).

#### 2.10.5.2. Relief, joints de dilatation, pénétrations (voir figures 4 et 5)

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations sont traitées conformément aux prescriptions des NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1 (ou NF DTU 43.11) en respectant notamment les prescriptions de hauteur au-dessus de la protection.

L'étanchéité des joints de dilatation devra être faite selon un procédé sous Avis Technique visant favorablement la toiture inversée.

#### 2.10.5.3. Évacuations pluviales (voir figure 6)

L'eau est évacuée principalement au niveau supérieur du dallage béton ou de la surface de l'isolant (dans le cas d'une protection par dalles sur plots) ainsi qu'au niveau du revêtement d'étanchéité.

L'évacuation au niveau du revêtement d'étanchéité est assurée conformément au NF DTU 43.1.

Un garde-grève est installé au niveau de la surface de l'isolant (ou de l'écran ROOF 115 dans le cas de la solution R-TOP). Ce garde-grève s'encastre dans le moignon sur une longueur suffisante, par exemple par trois pattes de centrage.

### 2.10.6. Dispositions particulières au climat de montagne

Ce procédé peut être employé en climat de montagne dans les conditions prévues par le NF DTU 43.11.

La solution R-TOP, avec écran ROOF 115, est obligatoire.

Les rampes ne sont pas visées.

#### 2.10.6.1. Protection des toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers, dont le déneigement est réalisé manuellement ou avec des « petits » engins

La protection est celle décrite au § 2.10.4.1.1 ci-dessus, coulée sur une couche de désolidarisation conforme au NF DTU 43.11 (lit de granulats de 0,04 m d'épaisseur au lieu de 0,03 m).

#### 2.10.6.2. Protection des toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds ou dont le déneigement est réalisé par des engins autres que « petits »

La protection est celle décrite au § 2.10.4.3 ci-dessus, complétée par une couche de circulation en asphalte AC2.

---

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

---

### 2.11.1. Conditions préalables

Une étude de l'existant doit être menée selon les prescriptions du NF DTU 43.5. Si l'élément porteur est jugé apte, le revêtement d'étanchéité est refait suivant le NF DTU 43.5. Le classement « F.I.T. » du nouveau revêtement est celui indiqué au § 2.4.2 du Dossier Technique.

### 2.11.2. Mise en œuvre de l'isolant

Sur le revêtement ainsi rénové, l'isolant est posé selon les prescriptions du paragraphe 4 du Dossier Technique.

### 2.11.3. Détails de toiture

Les points singuliers seront mis en conformité avec les prescriptions des NF DTU 43.1 ou NF DTU 43.11, NF DTU 20.12 et NF DTU 43.5. Le nouveau revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon la norme NF DTU 43.5 P1.

Dans le cas de la Solution R-TOP, décrite au § 2.10.2 ci-avant, l'écran spécifique est mis en œuvre au-dessus des panneaux isolants.

---

## 2.12. Détermination de la résistance thermique du système

---

### 2.12.1. Principe

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

### 2.12.2. Détermination de l'épaisseur des panneaux SOPRA XPS 500

Se reporter à l'Annexe thermique A pour la solution courante, et à l'Annexe thermique B pour la Solution R-TOP (avec écran ROOF 115).

---

## 2.13. Entretien et réparation

---

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

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.

Dans le cas d'une protection par dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs, lors des visites d'entretien, on prendra un soin particulier à vérifier l'intégrité de l'écran ROOF 115.

Pour le cas particulier d'une protection avec des dalles en béton sur plots, on veillera aussi à la propreté des interstices entre les dalles, ainsi qu'à l'élimination des déchets pouvant s'accumuler sous les dalles. Il conviendra, dans ce cas, de les éliminer par un lavage au jet sous pression.

---

## 2.14. Résultats expérimentaux

---

- Essai de classement de comportement en réaction au feu selon les normes NF EN ISO 11925-2 et NF EN 13501-1 (Rapport d'AFITI LICOF n° 3710T19.R1 du 10/04/2019)
- Essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon le Guide Technique UEAtc de février 1993 ; classe de compressibilité (Rapports du LNE n° P148572-DE/6 du 12/02/2016 et P156283-DE/2 du 11/05/2016).
- Essai d'incurvation sous gradient thermique à 60 °C selon le Guide technique UEAtc de février 1993 (Rapport LNE n° P156283-DE/1 du 11/05/2016).
- Essais de vérification de l'influence de la température sur les résultats de Rcs/ds (Rapports du LNE n° P156283-DE/3 du 20/05/2016 et 158452-DE/1 du 30/06/2016).
- Essais des variations dimensionnelles à l'état libre de déformation selon le Guide technique UEAtc de février 1993 (Rapport du LNE n° P148572-DE/4 du 12/02/2016).

---

## **2.15. Références**

---

### **2.15.1. Données Environnementales**

Le produit SOPRA XPS 500, en épaisseur 100 mm, fait l'objet d'une Fiche de Données Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelle.

Cette FDES a été établie le 19/12/2019 et a fait l'objet d'une vérification par une tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et est déposée sur le site [www.inies.fr](http://www.inies.fr)

L'écran Roof 115 ne fait pas l'objet de Déclarations Environnementales (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

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

### **2.15.2. Autres références**

Plus de 10 000 m<sup>2</sup> de panneaux, vendus sous la dénomination XPS 500 ont été posés en toiture inversée en France.

## 2.16. 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  $\Delta U$  est donnée par la relation :

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

Où :

- $\Delta U_g$  : est la correction pour les vides d'air,  $\Delta U_g = 0$  pour les panneaux SOPRA XPS 500 ;
- $\Delta U_f$  : est la correction pour les fixations mécaniques,  $\Delta U_f = 0$  pour les panneaux indépendants SOPRA XPS 500 ;
- $\Delta U_r$  : est la correction pour les toitures inversées en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolation et le revêtement d'étanchéité.

### 2.16.1. Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux SOPRA XPS 500 et le revêtement d'étanchéité

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

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

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

Nota :

- Le coefficient  $U_p$  est présenté en résultat final avec deux chiffres significatifs,
- $U_0$  est calculé à 0,01 près,
- $\Delta U$  est calculé à 0,01 près ( $\Delta U < 0,01$  est considéré égal à zéro),
- $U_0$ , coefficient de transmission thermique moyen de la paroi de la toiture compte non-tenu des déperditions additionnelles dues à la circulation de l'eau entre le revêtement d'étanchéité et l'isolation rapportée :

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

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 la teneur volumique en humidité dans l'isolant, suivant que l'isolation soit en 1 lit ou en 2 lits :
  - Isolation en 1 lit

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

Avec :

- $e_1$  : est l'épaisseur de l'isolant, en m ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$  : est la conductivité thermique de l'isolant SOPRA XPS 500 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 le *tableau A1* ci-dessous en fonction de la protection (dallage ou dalles).
- Isolation en 2 lits

$$R_1 = \frac{e_{sup}}{(\lambda_{UTILE/sup} + \Delta\lambda_h)} + \frac{e_{inf}}{(\lambda_{UTILE/inf} + \Delta\lambda_h + \Delta\lambda_{h/2lits})} \quad R_1 \text{ en } (m^2.K)/W$$

Avec :

- $e_{sup}$  : est l'épaisseur de l'isolant de la couche supérieure, en m ;
- $e_{inf}$  : est l'épaisseur de l'isolant de la couche inférieure, en m ;
- $\lambda_{UTILE/sup} + \Delta\lambda_h$  : est la conductivité thermique utile de l'isolant SOPRA XPS 500 en tant que couche supérieure dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité dans le produit, la valeur de  $\Delta\lambda_h$  étant donnée dans le *tableau A1* ci-dessous en fonction de la protection (dallage ou dalles) ;
- $\lambda_{UTILE/inf} + \Delta\lambda_h + \Delta\lambda_{h/2lits}$  : est la conductivité thermique utile de l'isolant SOPRA XPS 500 en tant que couche inférieure dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité plus

importante que celle de la couche supérieure, la valeur de  $\Delta\lambda_h$  étant donnée dans le tableau A1 ci-dessous en fonction de la protection (dallage ou dalles) et la valeur de  $\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}}$  donnée dans le tableau A2.

Nota :

- $\lambda_{\text{UTILE}}$ ,  $\lambda_{\text{UTILE/sup}}$ ,  $\lambda_{\text{UTILE/inf}}$  : conductivité thermique utile, valeur déclarée ( $\lambda_D$ ) certifiée par ACERMI ;
  - $\Delta\lambda_h$  : majoration de la conductivité thermique certifiée due à la teneur volumique en humidité de l'isolant (Tableau A1) ;
  - $\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}}$  : majoration supplémentaire de la conductivité thermique certifiée pour la couche inférieure uniquement, due à la teneur volumique en humidité plus importante dans cette couche (Tableau A2).
- $\Delta U_r$ , correction à apporter sur le coefficient  $U_p$  de transmission thermique moyen de la toiture d'un procédé.  $\Delta U_r$  représente les déperditions supplémentaires de chaleur dues aux écoulements des eaux de pluie à travers les joints de l'isolation jusqu'au revêtement d'étanchéité :

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

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 A3 ci-après,
- f : facteur de drainage, fonction de la fraction de p qui atteint le revêtement d'étanchéité,
- x : en (W.jour)/(m<sup>2</sup>.K.mm), facteur d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage,
- f.x = 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.

### 2.16.2. Valeurs des paramètres utiles pour le calcul – Solution courante

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient  $\Delta U$ , majoration  $\Delta\lambda_h$  et paramètre f.x, sont indiqués dans le tableau A1 ci-dessous :

**Tableau A1 – Valeurs du coefficient  $\Delta\lambda_h$  et du paramètre f.x de la Solution courante**

	Toitures-terrasses accessibles aux véhicules	
	Dallage béton coulé in situ	Dalles sur plots
<b>Coefficient <math>\Delta\lambda_h</math> (W/m.K)</b>	0,004	0,002
<b>Paramètre f.x (Solution courante)</b>	0,04	0,04

**Tableau A2 - Valeurs de la majoration  $\Delta\lambda_h/2$  lits du lit inférieur**

	Épaisseur de la couche inférieure	
	$e_{\text{inf}} = 100 \text{ mm}$	$e_{\text{inf}} = 120 \text{ mm}$
<b>Coefficient <math>\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}}</math> (W/m.K)</b>	0,006	0,005

**Tableau A3 – Précipitations moyennes « p » en mm/jour (1), en climat de plaine**

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

(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. A 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).

**Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique – Solution courante****Tableau A4 – Exemple d'un calcul thermique – Solution courante**

Hypothèse de la construction de la toiture-terrasse accessible aux véhicules légers avec dallage béton coulé en place : bâtiment fermé et chauffé, situé à Bayonne (64) (p = 3,42)		Résistances thermiques :
- élément porteur en béton armé d'épaisseur 0,20 m ( $\lambda_{UTILE} = 2 \text{ W/m.K}$ ; $R = 0,20/2 = 0,1 \text{ m}^2.\text{K/W}$ ) - revêtement d'étanchéité en bicouche bitumineux ( $R = 0,02 \text{ m}^2.\text{K/W}$ )	}	$R_0 = 0,120 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Lit inférieur en panneau SOPRA XPS 500 d'épaisseur 100 mm : $e_{inf} = 100 \text{ mm}$ $\lambda_{UTILE} = 0,035 \text{ W/m.K}$ $\Delta\lambda_h = 0,004 \text{ W/m.K}$ et $\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}} = 0,005 \text{ W/m.K}$	}	$R_1 = 2,273 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Lit supérieur en panneau SOPRA XPS 500 d'épaisseur 100 mm : $e_{sup} = 100 \text{ mm}$ $\lambda_{UTILE} = 0,035 \text{ W/m.K}$ $\Delta\lambda_h = 0,004 \text{ W/m.K}$	}	$R_2 = 2,564 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1 + R_2$	}	$R_T = 5,097 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Soit un coefficient $U_0 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		
Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$ : - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 3,42 \text{ mm/jour}$ selon le tableau A3 valeur $f.x = 0,04$ en solution courante		
Soit une correction $\Delta U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		

**2.17. Annexe thermique B : solution R-TOP (avec Écran ROOF 115)**

Le principe de calcul de la solution R-TOP est identique à celui explicité dans l'annexe thermique A, mais avec une correction  $\Delta U_r$  plus faible du coefficient  $U_p$  de transmission thermique en partie courante. En effet, l'utilisation d'un écran spécifique permet de réduire la quantité d'eau de pluie ruisselant entre les panneaux SOPRA XPS 500, ce qui conduit à une performance thermique de la toiture-terrasse améliorée. Grâce à l'interposition de l'écran spécifique ROOF 115, les facteurs de drainage et d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage, permettent d'avoir des valeurs  $f.x$  inférieures aux valeurs de la Solution courante (pour mémoire,  $f.x = 0,04$  en solution courante), dans la formule suivante :

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

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

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient  $\Delta U$ , majoration  $\Delta\lambda_h$  et paramètre  $f.x$ , sont indiqués dans les tableaux B1 et B2 ci-dessous :

**Tableau B1 – Valeurs du coefficient  $\Delta\lambda_h$  et du paramètre  $f.x$  de la Solution R-TOP**

	Toitures-terrasses accessibles aux véhicules	
	Dallage béton coulé in situ	Dalles sur plots
<b>Coefficient <math>\Delta\lambda_h</math> (W/m.K)</b>	0,004	0,002
<b>Paramètre <math>f.x</math> (Solution R-TOP) (1)</b>	0,0025	0,0025
(1) selon Rapport d'Analyse DEIS-HTO du 8 novembre 2016		

**Tableau B2 - Valeurs de la majoration  $\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}}$  du lit inférieur**

	Épaisseur de la couche inférieure	
	$e_{inf} = 100 \text{ mm}$	$e_{inf} = 120 \text{ mm}$
<b>Coefficient <math>\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}}</math> (W/m.K)</b>	0,006	0,005

**Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique – Solution R-TOP****Tableau B3 – Exemple d'un calcul thermique – Solution R-TOP**

<b>Hypothèse de la construction de la toiture-terrace accessible aux véhicules légers avec dallage béton coulé en place : bâtiment fermé et chauffé, situé à Bayonne (64) (p = 3,42)</b>	<b>Résistances thermiques :</b>	
- Élément porteur en béton armé d'épaisseur 0,20 m ( $\lambda_{UTILE} = 2 \text{ W/m.K}$ ; $R = 0,20/2 = 0,1 \text{ m}^2.\text{K/W}$ ) - revêtement d'étanchéité en bicouche bitumineux ( $R = 0,02 \text{ m}^2.\text{K/W}$ )	}	$R_0 = 0,120 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Lit inférieur en panneau SOPRA XPS 500 d'épaisseur 100 mm : $e_{inf} = 100 \text{ mm}$ $\lambda_{UTILE} = 0,035 \text{ W/m.K}$ $\Delta\lambda_h = 0,004 \text{ W/m.K}$ et $\Delta\lambda_{h/2 \text{ lits}} = 0,005 \text{ W/m.K}$	}	$R_1 = 2,273 \text{ m}^2.\text{K/W}$
- Lit supérieur en panneau SOPRA XPS 500 d'épaisseur 120 mm : $e_{sup} = 120 \text{ mm}$ $\lambda_{UTILE} = 0,035 \text{ W/m.K}$ $\Delta\lambda_h = 0,004 \text{ W/m.K}$	}	$R_2 = 2,564 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1 + R_2$	}	$R_T = 5,097 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Soit un coefficient $U_0 = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		
Correction $\Delta U$ à apporter sur le coefficient $U_p$ de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$ : - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction $\Delta U_r$ en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 3,42 \text{ mm/jour}$ selon le tableau A3 valeur $f.x = 0,0025$ en solution R-TOP (utilisation de l'Écran ROOF 115)		
Soit une correction $\Delta U < 0,01 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ considérée égale à 0		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		

## 2.18. Annexes du Dossier Technique

### 2.18.1. Tableaux du Dossier Technique

**Tableau 1 – Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers (avec SOPRA XPS 500 en un ou deux lits)**

		Toitures accessibles aux véhicules légers (essieu ≤ 20 kN)	
<b>Pente de l'élément porteur</b>	(1) ≤ pente ≤ 5 %		
<b>Protection rapportée</b>	Béton armé (§ 2.10.4.1.1)	Dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression (2)	
<b>Isolant</b>	SOPRA XPS 500		
<b>Majoration de λ (Δλ<sub>h</sub>)</b>	0,004 W/m.K	0,002 W/m.K	
<b>Majoration de λ du lit inférieur (Δλ<sub>h/2</sub> lits)</b>			
<b>Épaisseur du lit inférieur 100 mm</b>	0,006 W/m.K	0,006 W/m.K	
<b>Épaisseur du lit inférieur 120 mm</b>	0,005 W/m.K	0,005 W/m.K	
<b>Couche de désolidarisation sur isolant (solution courante)</b>	Non-tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup> + lit de granulats de 0,03 m + non tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup>	Nappe drainante (2)	Selon DTA du procédé de dalles en béton
<b>Couche de désolidarisation sur isolant (solution R-TOP) (4)</b>	Ecran ROOF 115 + lit de granulats de 0,03 m (3) + non tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup>	Ecran ROOF 115 + Nappe drainante (2)	Ecran ROOF 115

(1) La pente minimum de l'élément porteur doit être conforme aux DTU ou aux Avis Techniques le concernant, ainsi qu'aux Avis Techniques de la protection.  
(2) Bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant cet emploi  
(3) Lit de granulats de 0,04 m en climat de montagne  
(4) Obligatoire en climat de montagne

**Tableau 2 – Toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds (avec SOPRA XPS 500 en un ou deux lits)**

		Toitures accessibles aux véhicules lourds (20 kN < essieu ≤ 135 kN)	
<b>Pente de l'élément porteur</b>	(1) ≤ pente ≤ 5 %		
<b>Protection rapportée</b>	Béton armé (§ 2.10.4.3)		
<b>Isolant</b>	SOPRA XPS 500		
<b>Majoration de λ (Δλ<sub>h</sub>)</b>	0,004 W/m.K		
<b>Majoration de λ du lit inférieur (Δλ<sub>h/2</sub> lits)</b>			
<b>Épaisseur du lit inférieur 100 mm</b>	0,006 W/m.K		
<b>Épaisseur du lit inférieur 120 mm</b>	0,005 W/m.K		
<b>Couche de désolidarisation sur isolant (solution courante)</b>	Non-tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup> + lit de granulats de 0,02 à 0,04 m + non tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup>	Nappe drainante (2)	
<b>Couche de désolidarisation sur isolant (solution R-TOP) (3)</b>	Écran ROOF 115 + lit de granulats de 0,02 à 0,04 m + non tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup>	Écran ROOF 115 + nappe drainante (2)	

(1) La pente en travaux neufs est ≥ 2%, en travaux de réfection conforme au NF DTU 43.5  
(2) Bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant cet emploi  
(3) Obligatoire en climat de montagne

**Tableau 3 – Rampes accessibles aux véhicules légers (avec XPS 500 en 1 lit)**

<b>Rampes accessibles aux véhicules légers (essieu ≤ 20 kN)</b>	
<b>Pente de l'élément porteur</b>	5 % ≤ pente ≤ 18 %
<b>Protection rapportée</b>	Béton armé (§ 2.4.2.2)
<b>Isolant en un lit</b>	SOPRA XPS 500
<b>Majoration de <math>\lambda</math> (<math>\Delta\lambda_h</math>)</b>	0,004 W/m.K
<b>Couche de désolidarisation sur isolant</b>	Non tissé synthétique 170 g/m <sup>2</sup> + Film polyéthylène 100 $\mu$ m minimum

**Tableau 4 – Caractéristiques spécifiées des panneaux SOPRA XPS 500**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Référentiel</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Unités</b>	<b>Observations</b>
<b>Géométriques</b> - Longueur - Largeur - Epaisseurs	NF EN 822 NF EN 822 NF EN 823	1 250 ± 5 600 ± 3 40 à 45 ± 2 50 à 120 -2 / +3	mm mm mm mm	par pas de 5 mm
- Équerrage (longueur et largeur) - Écart de planéité	NF EN 824 NF EN 825	5 7	mm/m mm	
<b>Présentation</b>	Les chants des panneaux sont feuillurés sur les 4 côtés : largeur 15 mm × ½ épaisseur nominale cotée à partir de la face inférieure. Couleur orange dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.			
<b>Pondérales</b> - Masse volumique	NF EN 1602	40 ± 2	kg/m <sup>3</sup>	
<b>Mécaniques</b> - Classe de compressibilité 80 kPa à 60°C - Résistance en compression à 10 % - Fluage en compression - Résistance de service à la compression (1) RCS <sub>mini</sub> ds <sub>mini</sub> - ds <sub>maxi</sub>	Guide UEAtc NF EN 826 NF EN 1606 <i>Cahier du CSTB</i> 3230_V2 de novembre 2007	Classe D 500 180 300 1,6 - 2,0	kPa kPa kPa %	CS(10/Y)500 CC(2/1,5/50)180
<b>Stabilité dimensionnelle</b> - Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation - Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60°C / 23°C)	Guide UEAtc (§ 4.31) Guide UEAtc (§ 4.32)	≤ 0,5 et ≤ 5 ≤ 5	% mm mm	
<b>Hygrométriques / Absorption d'eau</b> - A long terme par immersion totale  - A long terme par diffusion : de 40 à 55 mm de 60 à 75 mm de 80 à 200 mm  - Additionnelle due aux effets du gel	NF EN 12087 (méthode A)  NF EN 12088  NF EN 12091	≤ 0,7  ≤ 3 ≤ 2 ≤ 1 ≤ 1	%  % % %	WL(T)0,7  WD(V)3 WD(V)2 WD(V)1 FTCD (1)
<b>Conductivité thermique utile</b> - de 40 mm à 60 mm - de 65 mm à 120 mm	NF EN 12667	0,033 0,035	W/m.K W/m.K	Voir certificat ACERMI n° 12/107/778
<b>Réaction au feu</b> (Euroclasse)	NF EN 13501-1	E		
(1) La connaissance de la résistance critique de service et de la déformation de service permet au maître d'œuvre de dimensionner le dallage en béton armé (§ 2.4.2)				

**Tableau 5 – Caractéristiques de l'écran ROOF 115**

<b>Caractéristiques</b>	<b>Référentiel</b>	<b>Valeurs</b>	<b>Unités</b>
<b>Géométriques</b>			
- Longueur	NF EN 1848-2	50 ± 0,5	m
- Largeur	NF EN 1848-2	1,5 ± 0,015	m
- Masse surfacique	NF EN 1849-2	115 (- 5 / + 12)	g/m <sup>2</sup>
- Étanchéité à l'eau	NF EN 1928 (Méthode A)	W1	
- Étanchéité à l'eau après vieillissement	NF EN 1928 + NF EN 13859-1	W1	
- Transmission de la vapeur d'eau (S <sub>d</sub> )	NF EN ISO 12572 (Condition C)	0,02 (+ 0,015)	m
<b>Propriétés en traction</b>			
- Résistance en traction (L x T)	NF EN 12311-1	260 x 180 (-25 x -30)	N/5 cm
- Allongement (L x T)	NF EN 12311-1	50 x 80 (-20 x -30)	%
<b>Propriétés en traction après vieillissement</b>			
- Résistance en traction (L x T)	NF EN 12311-1 + NF EN 13859-1	230 x 160 (-35 x -35)	N/5 cm
- Allongement (L x T)	NF EN 12311-1 + NF EN 13859-1	40 x 65 (-20 x -32)	%
<b>Résistance à la déchirure au clou (L x T)</b>	NF EN 12310-1	120 x 140 (-30 x -35)	N
<b>Souplesse à basse température</b>	NF EN 1109	- 20	°C

2.18.2. Figures du Dossier Technique

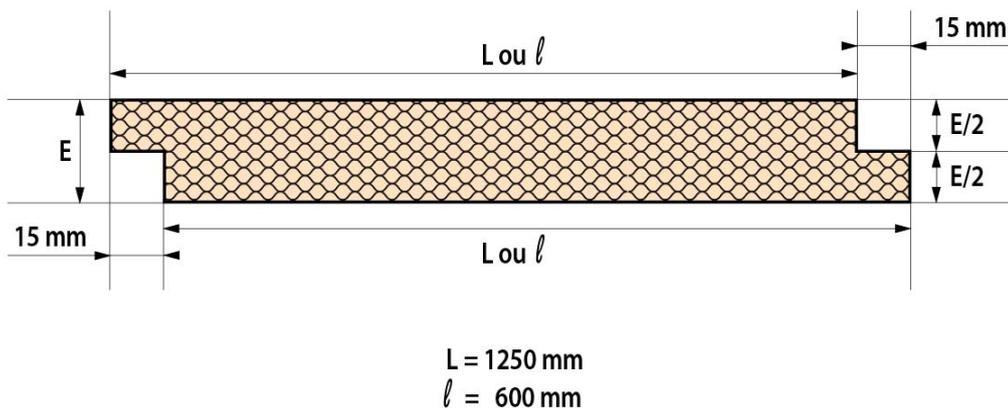
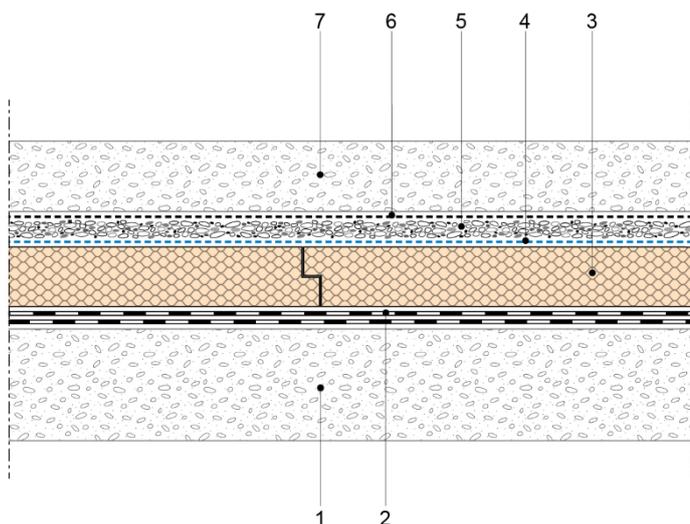
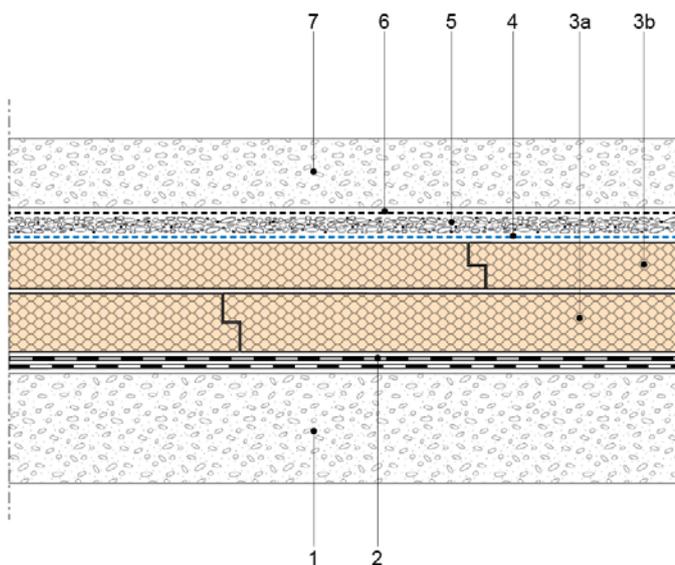


Figure 1 – Dimensions du panneau SOPRA XPS 500



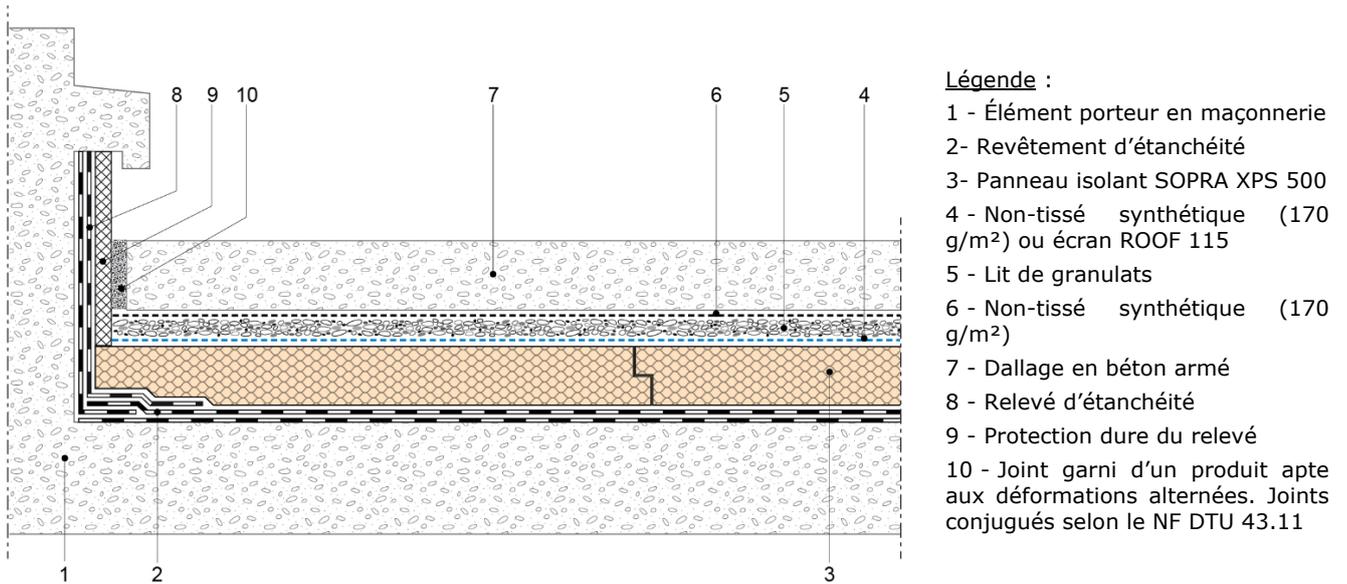
- Légende :
- 1 - Élément porteur en maçonnerie
  - 2 - Revêtement d'étanchéité
  - 3 - Panneau isolant SOPRA XPS 500
  - 4 - Non-tissé synthétique (170 g/m<sup>2</sup>) ou écran ROOF 115
  - 5 - Lit de granulats
  - 6 - Non-tissé synthétique (170 g/m<sup>2</sup>)
  - 7 - Dallage en béton armé

Figure 2 – Principe de mise en œuvre en 1 lit

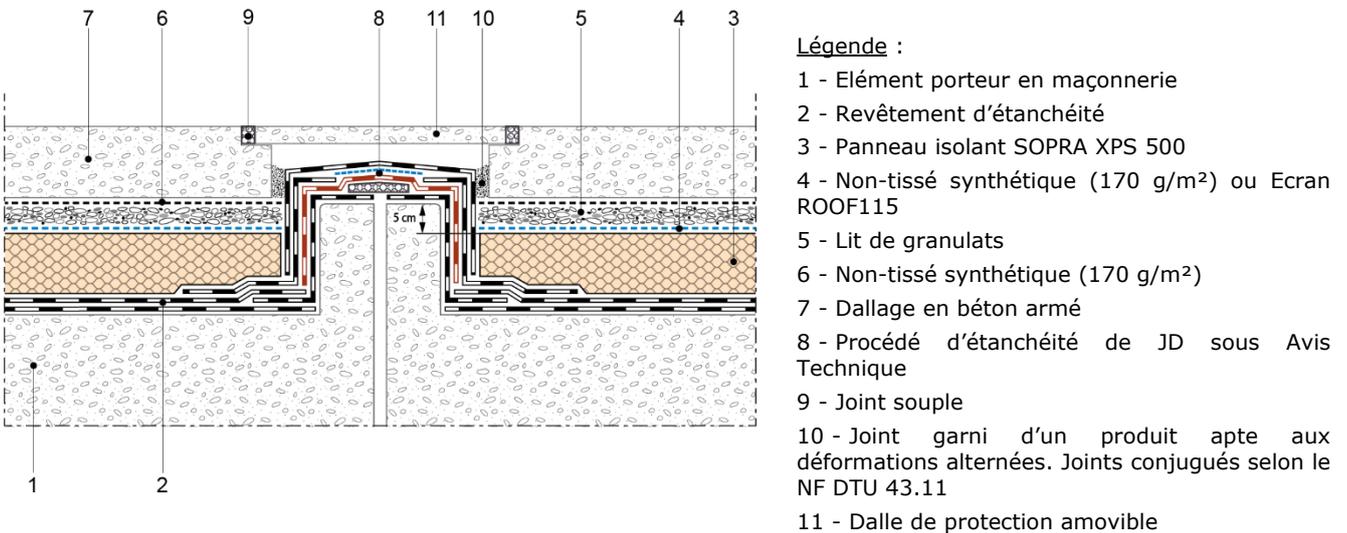


- Légende :
- 1 - Élément porteur en maçonnerie
  - 2 - Revêtement d'étanchéité
  - 3a - Panneau isolant SOPRA XPS 500 (1<sup>er</sup> lit)
  - 3b - Panneau isolant SOPRA XPS 500 (2<sup>e</sup> lit)
  - 4 - Non-tissé synthétique (170 g/m<sup>2</sup>) ou écran ROOF 115
  - 5 - Lit de granulats
  - 6 - Non-tissé synthétique (170 g/m<sup>2</sup>)
  - 7 - Dallage en béton armé

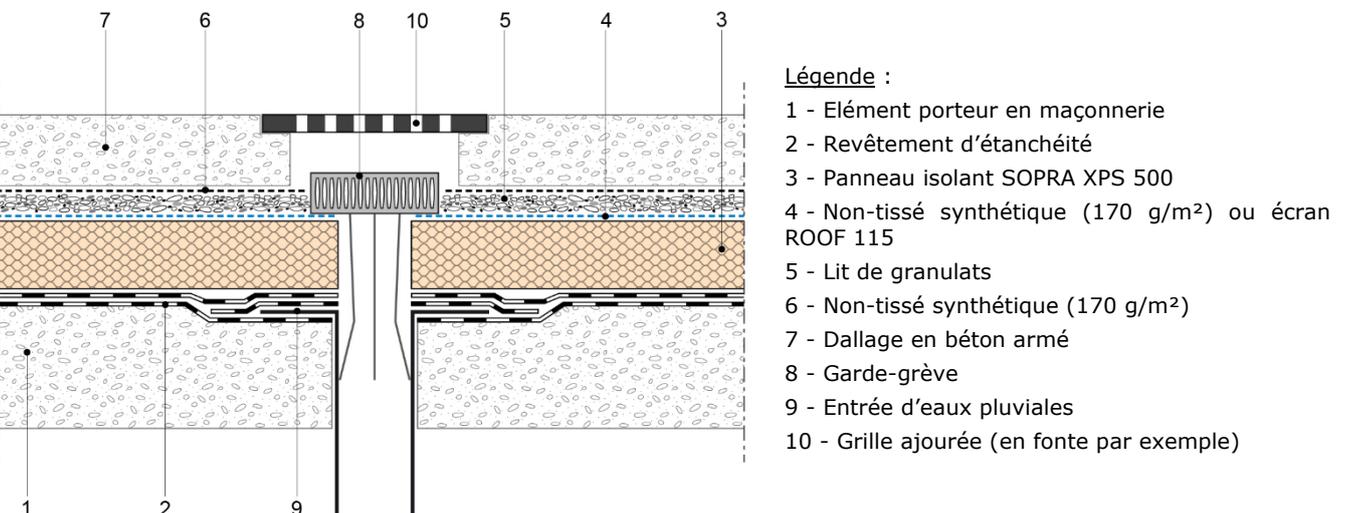
Figure 3 – Principe de mise en œuvre en 2 lits (à joints décalés)



**Figure 4 - Coupe sur un relevé - Pente  $\geq$  2 %**



**Figure 5 - Joint de gros œuvre placé au point haut de la toiture terrasse - Cas des véhicules légers - Pente  $\geq$  2 %**



**Figure 6 - Evacuation des eaux pluviales**

