

Sur le procédé

RAVATHERM XPS Parking

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

Titulaire(s) : **Société RAVAGO BUILDING SOLUTIONS FRANCE SAS**

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

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

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V1	Nouvelle demande	MINON Anouk	DRIAT Philippe

Descripteur :

Procédé d'isolation thermique inversée de toiture, à base de panneaux de mousse de polystyrène extrudé (XPS), **de couleur bleue**, de dimensions (longueur × largeur) : 1 250 × 600 mm.

Ils sont posés en un lit d'épaisseurs comprises entre :

- Ravatherm XPS 500 SL : de 40 à 200 mm par pas de 10 mm ;
- Ravatherm XPS 700 SL : de 40 à 200 mm par pas de 10 mm.

Le procédé est toujours associé à une couche de séparation interposée entre l'isolant et la protection

Les panneaux sont posés en indépendants sur un revêtement d'étanchéité de toiture-terrasse sur les éléments porteurs en maçonnerie conformes aux normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.5 en travaux de réfection et NF DTU 43.11, en climat de montagne, de :

- Terrasses accessibles aux véhicules légers : parkings et circulables avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement ;
- Terrasses accessibles aux véhicules lourds : parkings et circulables ;
- Rampes d'accès accessibles aux véhicules légers.

Les revêtements d'étanchéité sont toujours posés avec une protection lourde :

- Dalle en béton armé coulé sur place selon le NF DTU 43.1 ;
- Dallage en béton armé coulé sur place selon le NF DTU 13.3 ;
- 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.

Selon l'ouvrage de protection, un dimensionnement est à effectuer.

Les performances thermiques sont présentées dans les annexes :

- Annexe A pour la solution courante ;
- Annexe B pour la solution « Ravatherm XPS MinK Système ».

Table des matières

1.	Avis du Groupe Spécialisé.....	5
1.1.	Domaine d'emploi accepté	5
1.1.1.	Zone géographique	5
1.1.2.	Ouvrages visés.....	5
1.2.	Appréciation.....	5
1.2.1.	Aptitude à l'emploi du procédé	5
1.2.2.	Durabilité et entretien.....	6
1.2.3.	Impacts environnementaux	6
1.3.	Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé	6
2.	Dossier Technique.....	7
2.1.	Mode de commercialisation	7
2.1.1.	Coordonnées.....	7
2.1.2.	Mise sur le marché.....	7
2.1.3.	Identification.....	7
2.1.4.	Stockage.....	7
2.2.	Description.....	7
2.2.1.	Principe.....	7
2.2.2.	Caractéristiques des composants.....	8
2.3.	Dispositions de conception	9
2.3.1.	Cas de la réfection	9
2.3.2.	Climat de montagne.....	9
2.4.	Dispositions de mise en œuvre	9
2.4.1.	Pose des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL	9
2.4.2.	Procédé « Ravatherm XPS MinK Système »	10
2.4.3.	Protection rapportée (cf. tableau 1)	10
2.4.4.	Détails de toiture.....	12
2.4.5.	Cas de la réfection	12
2.5.	Entretien	12
2.6.	Assistance technique.....	12
2.7.	Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication.....	13
2.7.1.	Principe de fabrication	13
2.7.2.	Contrôles internes de fabrication	13
2.7.3.	Contrôles effectués par un organisme extérieur.....	13
2.8.	Détermination de la résistance thermique du système	13
2.8.1.	Principe.....	13
2.8.2.	Détermination de l'épaisseur des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL	13
2.9.	Mention des justificatifs.....	14
2.9.1.	Résultats expérimentaux	14
2.9.2.	Références chantiers	14
2.10.	Annexes thermiques A : Solution courante (hors climat de montagne).....	15
2.10.1.	Remarques préliminaires.....	15
2.10.2.	Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux Ravatherm XPS et le revêtement d'étanchéité	15
2.10.3.	Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution de base.....	16
2.10.4.	Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution de base et protection rapportée par dalle en béton coulée in situ.....	17
2.10.5.	Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution de base et protection rapportée par dalles en béton préfabriquées posées sur plots	18

2.11.	Annexes Thermiques B – Solution optimisée « Ravatherm XPS MinK Système »	19
2.11.1.	Valeurs des paramètres utiles pour le calcul : Solution « Ravatherm XPS MinK Système »	19
2.11.2.	Exemple d'un calcul thermique avec Solution « Ravatherm XPS MinK Système », isolant Ravatherm XPS posé en un lit et protection rapportée par dalle béton coulée in situ	20
2.11.3.	Exemple d'un calcul thermique avec Solution « Ravatherm XPS MinK Système » isolant Ravatherm XPS posé en un lit et protection rapportée par dalles en béton préfabriquées posées sur plots	20
2.12.	Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre	21
2.12.1.	Tableaux du Dossier Technique	21
2.12.2.	Figures du Dossier Technique.....	24

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné le 03/02/2025 par le Groupe Spécialisé n° 5.2 qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Le procédé « RAVATHERM XPS Parking » est employé en France métropolitaine, en climat de plaine et de montagne.

1.1.2. Ouvrages visés

Il s'utilise en ouvrage neuf ou en réfection des toitures existantes sur les éléments porteurs en maçonneries conformes aux spécifications des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.5 et NF DTU 43.11 ou à son Avis Technique particulier, et ayant comme destination des toitures :

- Terrasses accessibles aux véhicules légers : parkings et circulables avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement ;
- Terrasses accessibles aux véhicules lourds : parkings et circulables ;
- Rampes d'accès accessibles aux véhicules légers.

La pente de l'élément porteur est comprise entre :

- 2 et 5 % en cas de toitures accessibles aux véhicules pour des travaux neufs ;
- 1 et 5 % en cas de toitures accessibles aux véhicules pour des travaux en réfection ;
- 5 et 18 % pour les rampes.

Dans le cas de protection par dalles préfabriquées posées sur plots, la pente du support est conforme à l'Avis Technique du procédé de protection lourde circulaire.

Les revêtements d'étanchéité sont toujours posés avec une protection lourde :

- Dalle en béton armé coulé sur place selon le NF DTU 43.1 ;
- Dallage en béton armé coulé sur place selon le NF DTU 13.3 ;
- Dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression titulaires d'un Avis Technique visant l'emploi sur toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers.

Le procédé est toujours associé à couche de séparation interposée entre l'isolant et la protection :

- Non-tissé conforme au DTU 43.1 ;
- Non tissé Techno-textile Ravatherm MinK non-tissé (Procédé « Ravatherm XPS MinK Système »), sauf en rampe ;
- Couche drainante ou nappe drainante sous Avis Technique visant les terrasses accessibles aux véhicules.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Stabilité

La stabilité de l'ouvrage peut être normalement assurée dans le cadre des prescriptions du Dossier Technique.

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 classement au feu de l'isolant est donné dans les rapports d'essais cités au paragraphe 2.9.1.

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.

Les produits Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL disposent 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) ou les formations appropriées.

Pose en zones sismiques

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), le décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 et l'arrêté du 4 août 2021 (Réglementation Environnementale 2020) n'imposent pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois mais imposent une performance énergétique globale du bâti.

La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-bât).

Pour le calcul thermique, il est possible d'utiliser la méthode de calcul du procédé selon les Règles techniques indiquée à l'Annexe A 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-Bât (λ_{DTU}) (cf. fascicule 2/5 - version 2004), soit la conductivité thermique déclarée (λ_D) affectée d'un coefficient de sécurité 1,15.

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

Les constructions existantes peuvent être 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 de ce procédé n'ont pas été évaluées.

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.

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. Durabilité et entretien

Durabilité

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé « RAVATHERM XPS Parking » est satisfaisante.

Entretien

Cf. normes NF DTU série 43 et § 2.5 du Dossier Technique.

1.2.3. Impacts environnementaux

Les produits Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL font chacun l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES) individuelle.

Ces FDES ont été établies le 08/11/2022 et ont fait l'objet d'une vérification par tierce partie indépendante selon l'arrêté du 31 août 2015 et sont déposées sur le site www.inies.fr

Les données issues des FDES 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.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a. Nous attirons l'attention des utilisateurs des procédés d'isolation mise en œuvre en inversée que les valeurs de conductivité thermique déclarées et certifiées ACERMI ne peuvent pas être utilisées seules, mais doivent être corrigées par les facteurs correctifs conformément aux § 2.10 et 2.11 du Dossier Technique afin d'obtenir les λ_{UTILE} .
- b. Seuls les panneaux bleus sont visés.

2. Dossier Technique

Issu des éléments fournis par le titulaire et des prescriptions du Groupe Spécialisé acceptées par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Coordonnées

Le procédé est commercialisé par le titulaire.

Titulaire : Ravago Building Solutions France SAS
 ZA Lavours - Martignat 01117 Oyonnax Cedex
 Tél. : 04 74 81 46 71
 E-Mail : info@ravatherm.fr
 Internet : <https://ravatherm.com/france>

Distributeur : Ravago Building Solutions France SAS
 ZA Lavours - Martignat 01117 Oyonnax Cedex

2.1.2. Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, les produits Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Ravago Building Solutions France SAS sur la base de la norme NF EN 13164.

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

2.1.3. Identification

Les panneaux sont emballés sous film polyéthylène thermorétracté en colis protégés 6 faces. Chaque panneau porte l'impression de la date de fabrication.

Chaque colis porte une étiquette précisant :

- Le nom du produit ;
- Les dimensions ;
- Le nombre de plaques ;
- La référence du lot qui contient le code usine (1220 : Artix) ;
- Le numéro de certificat ACERMI ;
- La résistance thermique et la conductivité thermique déclarées ;
- Le code de désignation ;
- Le marquage CE.

2.1.4. Stockage

Le stockage est effectué en usine à l'abri de l'eau et des intempéries.

Un stockage à l'abri des intempéries sous emballage d'origine est demandé à tous les dépositaires ainsi qu'aux entrepreneurs sur les chantiers. Toutes précautions doivent être prises au stockage pour éviter toute dégradation du produit, ainsi que la proximité de matériaux facilement inflammables.

2.2. Description

2.2.1. Principe

Le procédé « RAVATHERM XPS Parking » utilise des panneaux en polystyrène extrudé (XPS), de couleur bleue, de dimensions :

- Longueur × largeur : 1 250 × 600 mm ;
- D'épaisseur allant de 40 à 200 mm par pas de 10 mm.

Les panneaux sont mis en œuvre en un lit d'épaisseurs comprises entre :

- RAVATHERM XPS 500 SL : de 40 à 200 mm par pas de 10 mm ;
- RAVATHERM XPS 700 SL : de 40 à 200 mm par pas de 10 mm.

La différence entre les deux types de panneaux isolants, Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL, se situe au niveau de leurs caractéristiques mécaniques (cf. tableau 2). Le choix par le maître d'ouvrage assisté par son maître d'œuvre entre les deux panneaux, se fera en fonction des charges auxquelles le panneau isolant sera soumis.

2.2.2. Caractéristiques des composants

2.2.2.1. Panneaux isolants

2.2.2.1.1. Définition du matériau

Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL sont des panneaux de mousse de polystyrène extrudé (XPS). Ces panneaux sont expansés avec du CO₂.

2.2.2.1.2. Caractéristiques spécifiques

Les caractéristiques du panneau sont rassemblées dans le tableau 2.

2.2.2.1.3. 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 des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL avec les produits chimiques courants est disponible auprès du fabricant.

2.2.2.2. Autres matériaux

2.2.2.2.1. Revêtements d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité sont en :

- Asphaltes non traditionnels, et mixtes sous asphaltes, conformes aux prescriptions de leur Avis Technique particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée et vise l'accès des véhicules ;
- 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.

Les revêtements d'étanchéité sous Avis Technique sont conformes aux prescriptions de leur Avis Technique particulier ou de l'Avis Technique de la protection ou des Règles Professionnelles de la CSFE « Étanchéité sous protection lourde » de janvier 2025, qui précisent les conditions d'emploi sous isolation inversée et dans l'usage visé de la toiture.

Les matériaux utilisés pour les relevés doivent être conformes au DTU 43.1, ou définis dans le Document Technique d'Application du revêtement.

2.2.2.2.2. Couche de désolidarisation sous les panneaux isolants

Conforme au NF DTU 43.1 ; voile non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m².

2.2.2.2.3. Non tissé Techno-textile « Ravatherm XPS MinK non-tissé »

Feuille non-tissée de fibres de polyéthylène haute densité liées par thermo-soudage de surface. Ravatherm XPS MinK non-tissé est de couleur bleue sur une face, blanche sur l'autre face. Sur la face bleue est imprimée la marque Ravatherm XPS MinK.

Ses spécifications sont:

- Masse: 61 g/m² ;
- Épaisseur nominale : 0,174 mm ;
- Dimensions du rouleau :
 - largeur nominale : 3 m (-0,0 / + 0,03 mm),
 - longueur nominale : 100 m (- 0,0 / + 0,5 m),
 - poids : environ 19 kg ;
- Caractéristiques physiques :
 - résistance à la diffusion de vapeur d'eau (sd) – EN ISO 12572 : sd nominal ≤ 0,1 m,
 - souplesse à basse température – NF EN 1109 : - 40 °C,
 - résistance à la pénétration de l'eau – EN 1928(A): Classe W1,
 - réaction au feu – NF EN ISO 11925-2 : Euroclasse E,
 - résistance à la traction / MD –EN 12311-1 : 310 N/50 mm nominal,
 - allongement à la rupture en traction/ MD – NF EN 12311-1 : 17 % nominal,
 - résistance à la traction / XD –NF EN 12311-1 : 310 N/50 nominal,
 - allongement à la rupture en traction/ XD – NF EN 12311-1 : 20 % nominal,
 - résistance à la déchirure au clou / MD – NF EN 12310-1 : 55 N nominal,
 - résistance à la déchirure au clou / XD – NF EN 12310-1 : 50 N nominal,
 - comparaison entre état neuf et après vieillissement artificiel après UV & température – NF EN 1297 et NF EN 1296 :
 - résistance à la pénétration de l'eau – NF EN 1928(A) : classe W1,
 - résistance à la traction /MD –NF EN 12311-1 : 85 % de l'état neuf,

- allongement à la rupture en traction /MD – EN 12311-1 : 75 % de l'état neuf,
- résistance à la traction / XD – NF EN 12311-1 : 85 % de l'état neuf,
- allongement à la rupture en traction/ XD – EN 12311-1 : 70 % de l'état neuf.

2.2.2.4. Couche de séparation sur isolant

Nappe drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée pour l'usage visé de la toiture.

La mise en œuvre sera conforme au Document Technique d'Application, ou bien :

2.2.2.4.1. Couche de séparation pour terrasses accessibles aux véhicules légers

- Couche de séparation pour terrasses accessibles aux véhicules légers, entre les panneaux isolants et le dallage en béton armé conforme à celle du DTU 43.1 : non-tissés, posés à recouvrement de 0,10 m environ, et lit de granulats de 0,03 m d'épaisseur minimale de granulométrie comprise entre 3 et 15 mm ;
- Nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée selon l'accessibilité de la toiture.

2.2.2.4.2. Couche de séparation pour terrasses accessibles aux véhicules lourds

- Non-tissé (cf. § 2.2.2.2.3) ;
- Couche de séparation pour terrasses accessibles aux véhicules lourds, entre les panneaux isolants et le dallage en béton armé conforme à celle de la norme NF DTU 20.12 : non-tissés de 170 g/m² minimum, lit de granulats courants de granularité (voir la norme expérimentale XP P 18-545) comprise entre 5 mm et 15 mm, de 0,02 m à 0,04 m d'épaisseur ;
- Nappe drainante bénéficiant d'un Avis Technique visant son emploi en isolation inversée dans l'usage visé de la toiture. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Cas de la réfection

- Il est rappelé que la vérification au préalable de la stabilité de l'ouvrage dans les conditions de la norme NF DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau et des charges spécifiques à la circulation des véhicules, est à la charge du maître d'ouvrage.
- 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. Le nouveau revêtement doit être conforme au § 2.2.2.2 du Dossier Technique.
- L'utilisation exceptionnelle des véhicules lourds, tels que les camions pompiers..., peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Comme l'indique le § 3.2.4. du 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.
- Les toitures de pente inférieure ou égale à 2% peuvent présenter des flaches et retenues d'eau.

2.3.2. Climat de montagne

Le procédé « RAVATHERM XPS Parking » peut être employé dans les conditions prévues par le NF DTU 43.11 sur les éléments porteurs en maçonnerie.

Le procédé « Ravatherm XPS MinK Système » est obligatoire en climat de montagne.

Les revêtements d'étanchéité admis sont, soit conformes au NF DTU 43.11, soit conformes à un Avis Technique spécifique pour les toitures-terrasses accessibles aux véhicules ou conformes aux Règles professionnelles de la CSFE « Étanchéité sous protection lourde » de janvier 2025.

Pour la réalisation de parkings en climat de montagne, on se conformera aux exigences du NF DTU 43.11 et notamment à ses paragraphes 7.6.3.4, et 7.6.3.5 et 7.6.3.6.

Les paragraphes 7.6.3.5 et 7.6.3.6 précisent notamment que le dallage est complété par une couche de circulation composée de 25 mm d'asphalte AC2 décrits au tableau 3 du NF DTU 43.11 P1-2 :

- Dans le cas où les toitures-terrasses sont accessibles aux véhicules lourds ;
- Dans le cas où le déneigement d'un parking ou d'une rampe quels qu'ils soient n'est pas réalisé manuellement ou par des engins autres que « petits ».

2.4. Dispositions de mise en œuvre

Voir figures en fin de Dossier Technique (§ 2.12.2).

2.4.1. Pose des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL

Les panneaux sont posés en un lit, en indépendance sur le revêtement, 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 (cf. § 2.2.2.2.2), à recouvrements de 10 cm.

L'emploi de cette couche n'est pas requis :

- Sur un revêtement en asphalte coulé ;
- Sur un revêtement mixte sous asphalte coulé ;
- Sur un revêtement autoprotégé par paillettes ou granulats ;
- Dans les autres cas, se reporter au Document Technique d'Application du revêtement.

2.4.2. Procédé « Ravatherm XPS MinK Système »

2.4.2.1. Mise en œuvre du Ravatherm XPS MinK non-tissé

La mise en œuvre du Procédé « Ravatherm XPS MinK Système » permet d'améliorer les performances thermiques de la toiture-terrasse.

Il est obligatoire pour les toitures en climat de montagne.

Ce procédé consiste à poser librement et directement sur les panneaux isolants Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL, un techno-textile appelé Ravatherm XPS MinK non-tissé, avant que de continuer la mise en œuvre de la protection rapportée, avec son éventuelle couche de désolidarisation

Ravatherm XPS MinK non-tissé est posé côté face blanche contre les panneaux Ravatherm XPS, en assurant sa continuité par un recouvrement de 15 cm minimum des lès. Ce recouvrement se fait dans le sens de l'eau et le non tissé est remonté le long des relevés.

Le Ravatherm XPS MinK 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 dalles sur plots) majorée de 2 cm.

Dans le cas d'une protection rapportée par dalles sur plots sous Avis Technique pour une utilisation en toiture-terrasse accessible aux véhicules, la majoration 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 en parties singulières (lanterneaux, cheminées...) se fait de préférence postérieurement à la pose des lès sur les parties courantes de la toiture, par exemple en découpant des bandes de Ravatherm XPS MinK 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 Ravatherm XPS MinK non-tissé de la partie courante de la toiture.

Le recouvrement des lès se fait dans le sens du flux de l'eau.

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

Selon la configuration de la terrasse (forme remontée en partie singulière - ex. : lanterneaux, cheminée...), l'exigence de continuité de la membrane implique localement de découper, superposer ou assembler entre eux des morceaux de membrane. Si la pièce de membrane a une dimension inférieure à 1 m, alors elle doit être collée à l'aide d'une colle mastic souple, d'un ruban double-face ou ruban adhésif simple face (exemple : ruban adhésif simple face type « 396 de 3M », cordons préformés d'élastomère synthétique type « 5313 de 3M », ou caoutchouc butyl).

2.4.2.2. Réparation du « Ravatherm XPS MinK Système »

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 de non-tissé. Si la rustine est de surface inférieure à 1 m², on procède comme indiqué à la fin du § 2.4.2.1.

2.4.3. Protection rapportée (cf. tableau 1)

La protection rapportée est mise en œuvre à l'avancement de la pose des panneaux d'isolant.

Cette application est réservée aux cas de travaux neufs ou de réfection de toitures déjà dimensionnées et utilisées en toitures accessibles 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 défense 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 DTU 20.12, selon le type de revêtement d'étanchéité et le type de véhicules visés par l'application.

2.4.3.1. Toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers (charge maximum 20 kN par essieu)

2.4.3.1.1. Protection par dalle de béton coulée en place

(cf. figure 5)

La protection est réalisée par une dalle de béton coulée en place et fractionnée. Elle devra être mise en œuvre sur une couche de séparation soit :

- Conforme au NF DTU 43.1 ;
- Constituée d'une nappe drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi pour l'usage prévu de la toiture-terrasse. La mise en œuvre se fera conformément à ce Document Technique d'Application.

2.4.3.1.1.1. Cas particulier des terrasses inférieures à 500 m² ou des terrasses avec un panneau isolant de résistance thermique < 2 (m².K)/W

Les dispositions du NF DTU 13.3 ne s'appliquent pas.

Les dispositions pour la réalisation de la dalle coulée en place sont les suivantes :

- Épaisseur minimum : 6 cm ;
- Béton dosé à 350 kg de ciment par m³ de béton ;
- Armature mini : treillis soudé 150 × 150, Ø 4 ou de section équivalente ;
- Fractionnement par des joints de largeur mini 2 cm, en partie courante tous les 4 à 5 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences ;
- Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints ;
- Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées ;
- Les tolérances et les matériaux sont conformes au NF DTU 43.1 :
 - planéité :
 - flèche maximale de 0,010 m sous la règle de 2 m,
 - flèche maximale de 0,003 m sous la règle de 0,20 m,
 - épaisseur moyenne au moins égale à l'épaisseur nominale,
 - épaisseur au moins égale en tout point à l'épaisseur nominale moins 0,010 m,
 - désaffleurement au droit des joints : 0,004 m.
- Les charges ponctuelles permanentes sur le dallage doivent être déterminées en tenant compte de la performance en fluage en compression de l'isolant. Celle-ci est limitée à une valeur de $\frac{CC(2/1,5/50)}{2}$, soit :
 - Ravatherm XPS 500 SL : 75 kPa en épaisseur en 40 mm ; 90 kPa à partir de l'épaisseur 50 mm.
 - Ravatherm XPS 700 SL : 100 kPa en épaisseur en 40 mm ; 125 kPa à partir de l'épaisseur 50 mm.

2.4.3.1.1.2. Cas particulier des terrasses supérieures à 500 m² et avec un panneau isolant de résistance thermique ≥ 2 (m².K)/W

Dans ce cas, le dimensionnement (épaisseur, ferrailage, fractionnement dans l'épaisseur du dallage...) sera déterminé conformément au NF DTU 13.3 P1-1-1, en prenant en compte les valeurs Rcs de résistance critique de service et ds_{mini}, ds_{maxi} de déformation du panneau isolant (cf. tableau 2).

Les dispositions constructives particulières suivantes seront prises en compte :

- Le dallage est fractionné par des joints de largeur minimale 0,02 m :
 - en partie courante tous les 10 m dans les deux sens,
 - en bordure des reliefs et des émergences ;
- Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures sont interrompues au droit des joints. Les joints sont conjugués.

Ce sont soit des joints goujonnés, soit des joints clavetés, conformément au NF DTU 43.11.

Pour la réalisation de parkings en climat de montagne, on se conformera aux exigences du NF DTU 43.11 et notamment à ses § 7.6.3.4, et 7.6.3.5 et 7.6.3.6.

2.4.3.2. Rampes (pente ≤ 18 %) accessibles aux véhicules légers en un seul lit d'isolant

(cf. figure 3)

Le dimensionnement du dallage en béton tient compte des sollicitations mécaniques auxquelles il est soumis.

Les dispositions spécifiques relatives aux rampes du NF DTU 20.12 doivent être prises en compte, notamment en ce qui concerne l'accrochage au support du dallage de roulement rapporté. La couche de séparation est constituée d'un non-tissé synthétique de 170 g/m² minimum surmonté d'un film synthétique imputrescible de 100 µm d'épaisseur, posés à recouvrement de 10 cm.

Les efforts de la protection en béton armé ne doivent pas être transmis aux panneaux isolants. La structure doit comporter des dispositions 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 reprise des efforts.

Un exemple de dispositif est représenté à la figure 3. Des blocs en béton armé intégrés à la structure permettent la reprise des efforts transmis par la dalle en béton armé. Leur nombre et leur disposition sur la rampe permettent d'assurer le maintien des panneaux isolants en partie courante et en périphérie de la rampe.

Un caniveau relié au réseau d'évacuation doit être prévu en pied de rampe pour recueillir et évacuer les eaux pluviales.

2.4.3.3. Protection par dalles préfabriquées en béton posées sur plots

La protection peut être réalisée par un système de dalles préfabriquées en béton posées sur plots et adapté à la circulation des véhicules. Le système doit bénéficier d'un Avis Technique favorable pour un emploi sur isolation inversée et sa mise en œuvre est conforme aux indications de cet Avis Technique.

2.4.3.4. Toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds (20 kN < charge par essieu ≤ 135 kN)

(cf. figure 5)

La protection est réalisée par une dalle de béton coulée en place et fractionnée. Elle est mise en œuvre sur une couche de séparation soit :

- Conforme à celle des NF DTU 43.1 et DTU 20.12 ;
- Constituée d'une nappe drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi pour l'usage prévu de la toiture-terrasse accessible aux véhicules lourds. La mise en œuvre est conforme à ce Document Technique d'Application.

Un dallage est réalisé conformément au NF DTU 13.3, partie 1, en prenant en compte les valeurs « $R_{cs_{mini}}$ » de résistance critique de service et « $ds_{mini} - ds_{maxi}$ » de déformation du panneau isolant (cf. tableau 2).

Les dispositions constructives particulières suivantes seront prises en compte :

- Le dallage est fractionné par des joints de largeur minimale 0,02 m :
 - en partie courante, tous les 10 m dans les deux sens,
 - en bordure des reliefs et des émergences ;
- Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures sont interrompues au droit des joints. Les joints sont conjugués.

Ce sont soit des joints goujonnés, soit des joints clavetés, conformément au NF DTU 43.11.

2.4.4. Détails de toiture

2.4.4.1. Reliefs, joints de dilatation, pénétrations

(cf. figures 1 et 2)

Les détails de toiture, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations, les évacuations d'eaux pluviales... sont traitées conformément aux prescriptions des normes, respectivement, NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11.

Le calfeutrement du joint de dilatation est fait à l'aide d'un procédé sous Avis Technique.

Dans le cas où la protection rapportée est un système avec dalles sur plots (se référer au DTA du système).

Note : évacuations pluviales :

- L'eau est évacuée à deux niveaux, au niveau du dallage béton puis à la surface du Ravatherm XPS MinK non-tissé ;
- L'évacuation au niveau du revêtement est assurée conformément au NF DTU 43.1 ;
- L'évacuation au niveau du Ravatherm XPS MinK non-tissé s'effectue par la même entrée, à travers un garde-grève (cf. NF DTU 43.1 posé sur le non-tissé. La largeur de la platine de ce garde-grève est égale au diamètre de l'entrée plus 2×12 cm. Le garde-grève s'encastre dans le moignon sur une longueur suffisante, par trois pattes de centrage par exemple.

2.4.4.2. Protection des relevés

(cf. figure 4)

La protection des relevés est conforme aux prescriptions des NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11.

2.4.5. Cas de la réfection

Le revêtement d'étanchéité doit être refait. Les panneaux isolants, la couche de désolidarisation et la protection rapportée sont posés selon les prescriptions des § 2.4.1 et § 2.4.3 ci-avant. Les détails de toiture seront mis en conformité avec les prescriptions des normes NF DTU 20.12, NF DTU 43.1, NF DTU 43.11 et NF DTU 43.5.

2.5. Entretien

L'entretien est conforme aux prescriptions du NF DTU 43.1.

Les désherbants doivent être compatibles avec les panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL et le revêtement. Ils ne doivent contenir aucune des substances chimiques contre-indiquées dans la liste de compatibilité. La liste commerciale des désherbants est disponible auprès du fabricant.

Les systèmes d'évacuation d'eaux pluviales doivent être inspectés lors des visites d'entretien et nettoyés le cas échéant. Il est également nécessaire de remettre en ordre le système de protection. Si celui-ci devait être déplacé, le remettre en place rapidement.

2.6. Assistance technique

La Société Ravago Building Solutions France SAS fournit une assistance technique sur demande de l'entreprise d'étanchéité.

- Email : info.fr.rbs@ravago.com
- Téléphone : 05 59 71 79 51

2.7. Principes de fabrication et de contrôle de cette fabrication

2.7.1. Principe de fabrication

Les panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL sont fabriqués par la société Ravago Building Solutions dans son usine de Artix (64) en France.

La fabrication s'effectue en continu et comprend essentiellement les étapes suivantes :

- Mélange du polystyrène et des additifs ;
- Fusion et homogénéisation du mélange ;
- Expansion - extrusion de la pâte ;
- Coupe aux dimensions, stockage ;
- Emballage et stabilisation des panneaux proportionnelle à leur épaisseur.

2.7.2. Contrôles internes de fabrication

Ils sont effectués par le laboratoire des usines en se conformant au minimum aux exigences de la norme NF EN 13164.

- a. Sur matières premières :

Contrôle sur la base des certificats d'analyse et des spécifications de vente.

- a. En cours de fabrication :

- longueur, largeur, épaisseur, équerrage, planéité, densité : 1 fois / 2 heures,
- compression sur pièce fraîche : 1 fois / 8 heures.

- b. Sur produits finis :

Les contrôles sont au minimum ceux imposés par la norme NF EN 13164 et la certification ACERMI d'une part, et d'autre part ceux indiqués au tableau 2 du Dossier Technique :

Caractéristique	Référentiel	Fréquence
Dimensions L x l x e	-	1 fois toutes les 2 heures
Équerrage	EN 824	1 fois toutes les 2 heures
Planéité	EN 825	1 fois toutes les 2 heures
Résistance à la compression 10%	EN 826	1 fois / 4 heures sur les produits frais 1 fois / 12 heures après 45 jours
Résistance de service à la compression Rcs et de déformation ds	EN 826	1 fois / 12 heures après 45 jours
Conductivité thermique	- EN 12667 / EN 12939	Méthode interne indirecte : 1 fois / 4 heures Lambda mesuré : 1 fois / mois
Réaction au feu	EN 11925-2 petite flamme	1 fois / semaine
Incurvation sous gradient thermique	Guide UEAtc Cahier du CSTB 2662_V2	1 fois / an

Tableau 1 – Contrôles sur produit fini

2.7.3. Contrôles effectués par un organisme extérieur

L'usine de Artix (64) en France est auditée par l'ACERMI à raison de deux audits par an.

2.8. Détermination de la résistance thermique du système

2.8.1. 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 l'isolant et le revêtement. Ces dernières sont globalement compensées, sur la période de chauffage, par une augmentation de l'épaisseur d'isolant inversé qui, d'autre part, réduit d'autant les déperditions par temps sec.

À noter également que le type de protection spécifique à la terrasse accessible aux véhicules, en béton armé, permet à lui seul d'évacuer une majorité de l'eau issue de la pluviométrie directement depuis la surface supérieure de la terrasse.

2.8.2. Détermination de l'épaisseur des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL

Se reporter au § 2.10 pour la Solution de base et au § 2.11 pour la solution optimale avec le Procédé « Ravatherm XPS MinK Système », lequel est obligatoire pour les toitures en climat de montagne.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

- Essais réalisés sur les panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL :
 - Rapport de classement européen n° RA19-0291 du CSTB du 10 décembre 2019 des plaques de mousse de polystyrène extrudé ignifugé « Ravatherm XPS 500 SL ; Ravatherm XPS 700 SL » de masses volumiques de 25,6 à 55,5 kg/m³,
 - Rapport d'essais de résistance critique à la compression de service (Rcs/ds) selon EN 826 du LNE n° P228034 DEC/1 du 11 avril 2023,
 - Rapports d'essais de vérification de l'influence de la température sur Rcs – ds en épaisseur maximale (Cahier 3230_V2) pour Ravatherm XPS 500 SL 240 mm et Ravatherm XPS 700 SL 240 mm du LNE n° P228034 DEC/2 du 11 Avril 2023,
 - Rapports d'essais, en épaisseur minimale et maximale en lit, comportement sous charges statiques réparties 80 kPa à 60°C selon Guide UEAtc (Cahier 2662_V2) du LNE n° P228034 :
 - DEC/3 du 20 Juillet 2023 pour Ravatherm XPS 500 SL 40 et 240 mm,
 - DEC/4 du 20 Juillet 2023 pour Ravatherm XPS 700 SL 40 et 240 mm.

2.9.2. Références chantiers

Depuis le 1^{er} février 2019, 29 364 m² de Ravatherm XPS 500 et 700 SL ont été mis en œuvre selon ce procédé.

2.10. Annexes thermiques A : Solution courante (hors climat de montagne)

2.10.1. Remarques préliminaires

Les informations à fournir par le maître d'œuvre pour réaliser le calcul thermique sont :

- RT totale exigée, en $m^2.K/W$, ou U exigé, en partie courante ;
- Composition du sous-jacent (incluant éventuellement un isolant sous étanchéité) ;
- Implantation de la construction (ville - département), nécessaire dans le cas de la « Solution de base », sans procédé min K Système ;
- Cas normal ou cas particulier (plancher chauffant) ;
- Type de protection (dallage béton armé coulé in situ ou dalles béton préfabriquées posées sur plots - cf. tableaux A2 et B1: $\Delta\lambda$: majoration du l).

Le calcul du coefficient de transmission surfacique en partie courante des toitures à isolation inversée est effectué conformément aux Règles Techniques ci-dessous :

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

- Des vides d'air dans l'isolation thermique ;
- Des fixations mécaniques éventuelles pénétrant la couche isolante ;
- Des précipitations pour les toitures inversées.

La correction à apporter au niveau du coefficient de transmission thermique, notée ΔU , en $W/(m^2.K)$ est donnée par la relation :

$$\Delta U = \Delta U_g + \Delta U_f + \Delta U_r$$

où :

- ΔU_g : est la correction pour les vides d'air, $\Delta U_g = 0$ pour les panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL ;
- ΔU_f : est la correction pour les fixations mécaniques, $\Delta U_f = 0$ pour les panneaux indépendants Ravatherm XPS 500 SL et 700 SL ;
- ΔU_r : est la correction pour les toitures inversées en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolation et le revêtement d'étanchéité.

2.10.2. Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux Ravatherm XPS 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 :

$$U_p = U_0 + \Delta U$$

Nota :

- Le coefficient U_p (en $W/(m^2.K)$) est présenté en résultat final avec deux chiffres significatifs ;
- U_0 (en $W/(m^2.K)$) est calculé à 0,01 près ;
- ΔU est calculé à 0,01 près ($\Delta U < 0,01$ est considéré égal à zéro).

dans laquelle :

- U_0 : est le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la paroi de la toiture compte non-tenu des déperditions additionnelles dues à la circulation de l'eau entre le revêtement d'étanchéité et l'isolation rapportée :

$$\frac{1}{U_0} = 0,14 + R_0 + R_i = R_T$$

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_i : est la résistance thermique de l'isolant Ravatherm XPS au-dessus du revêtement d'étanchéité, en $m^2.K/W$;
- $\Delta\lambda$: majoration de la conductivité thermique λ
- Dans le cas d'une isolation Ravatherm XPS en un seul lit, R_i est déterminée avec la formule suivante :

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda + \Delta\lambda}$$

- e_i , en mètre, est l'épaisseur de la couche d'isolant inversé Ravatherm XPS 500 SL ou 700 SL.
- $\lambda_{\text{UTIL}} + \Delta\lambda_h$: est la conductivité thermique respective de chacun des lits d'isolant Ravatherm XPS 500 SL ou 700 SL dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité dans le produit. Du fait d'une pose de l'isolant Ravatherm XPS en un seul lit, la valeur de $\Delta\lambda_h$ est donnée dans les tableaux A2 et B1 pour chaque destination de toitures-terrasses, donc de type de finition de terrasse.

Nota :

- λ_{UTIL} : conductivité de base utile ; valeur certifiée par ACERMI, ou valeur déclarée (λ_D) affectée d'un coefficient de sécurité de 15% sur la conductivité thermique, ou valeur Th-Bât par défaut (λ_{DTU}),

- ΔU_r : est la correction à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture d'un procédé. ΔU_r représente les déperditions supplémentaires de chaleur, en $W/(m^2.K)$, dues aux écoulements des eaux de pluie à travers les joints de l'isolation jusqu'au revêtement d'étanchéité :

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \left(\frac{R_i}{R_r} \right)^2$$

avec :

- p : intensité moyenne des précipitations pendant la saison de chauffage, en mm/jour (voir tableau A1),
- f.x : facteurs de drainage et d'accroissement des pertes de chaleur par drainage, valeur égale à 0,04 par défaut, c'est-à-dire pour une isolation considérée posée en une seule couche, des panneaux isolants à bords droits et une protection lourde ouverte, telle que des gravillons.

2.10.3. Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution de base

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-Mame	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. 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).

Tableau A1 – Précipitations moyennes « p » en mm/jour (1)

	Toitures accessibles aux véhicules	
	Dalle béton coulée in situ	Dalles béton préfabriquées posées sur plots
Majoration de λ ($\Delta\lambda$) en W/m.K du lit d'isolant	0,0035	0,0004
Paramètre f.x (Solution de base)	0,04	0,04

Tableau A2 – Valeurs du coefficients $\Delta\lambda$ et du paramètre f.x selon le type de protection rapportée

2.10.4. Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution de base et protection rapportée par dalle en béton coulée in situ

Hypothèse de la construction de la toiture accessible, lestage dalle en béton coulé in situ ($\Delta\lambda = 0,0035$ W/(m.K)), bâtiment fermé et chauffé, situé à Suresnes (Hauts-de-Seine / 92)		Résistances thermiques
<ul style="list-style-type: none"> élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTIL}} = 2,0$ W/m.K) revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTIL}} = 0,70$ et $1,15$ W/m.K) 	}	$R_0 = 0,124$ m ² .K/W
Isolant : Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL d'épaisseur 200 mm : <ul style="list-style-type: none"> e = 0,200 m $\Delta\lambda = 0,0035$ W/(m.K) λ_D : Selon le certificat ACERMI n° 06/013-417 pour le Ravatherm XPS 500 SL et n° 06/013/419 pour le Ravatherm XPS 700 SL $\lambda_{\text{UTIL}} = \lambda_D + \Delta\lambda = 0,035 + 0,0035 = 0,0385$ W/(m.K) 	}	$R_1 = 5,194$ m ² .K/W
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$	}	$R_T = 5,458$ m ² .K/W
soit un coefficient $U_0 = 0,183$ W/(m².K)		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$: <ul style="list-style-type: none"> $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 1,69$ mm/jour selon le tableau A1, pour les Hauts-de-Seine / 92 valeur f.x = 0,04 en solution courante		
soit une correction $\Delta U = 0,062$ W/(m².K)		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,25$ W/(m².K)		

Tableau A3 – Exemple d'un calcul thermique – Solution de base

2.10.5. Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution de base et protection rapportée par dalles en béton préfabriquées posées sur plots

Hypothèse de la construction de la toiture accessible, lestage dalles en béton préfabriquées posées sur plots bâtiment fermé et chauffé, situé à Paris (75)		Résistances thermiques
<ul style="list-style-type: none"> élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 2,0$ W/m.K) revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 0,70$ et $1,15$ W/m.K) 	}	$R_0 = 0,125 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Isolant : FLOORMATE 500-AP ou FLOORMATE 700-AP d'épaisseur 200 mm : <ul style="list-style-type: none"> $e = 0,200$ m $\Delta\lambda = 0,0004$ W/(m.K) λ_D : Selon le certificat ACERMI n° 06/013-417 pour le Ravatherm XPS 500 SL et n° 06/013/419 pour le Ravatherm XPS 700 SL $\lambda_{\text{UTILÉ}} = \lambda_D + \Delta\lambda = 0,035 + 0,0004 = 0,0354$ W/(m.K) 	}	$R_1 = 5,649 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$	}	$R_T = 5,914 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
soit un coefficient $U_0 = 0,169$ W/(m².K)		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$: <ul style="list-style-type: none"> - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 1,69$ mm/jour selon le tableau A1, pour Paris valeur $f.x = 0,04$ en solution courante 		
soit une correction $\Delta U = 0,076$ W/(m².K)		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,25$ W/(m².K)		

Tableau A4 – Exemple d'un calcul thermique – Solution de base

2.11. Annexes Thermiques B – Solution optimisée « Ravatherm XPS MinK Système »

Cette solution est applicable aux toitures avec une couche d'isolant et aux toitures en climat de montagne.

La solution « Ravatherm XPS MinK Système » décrite dans l'Annexe B est, elle, indépendante de la pluviométrie, ce qui améliore de manière importante la performance thermique du procédé d'isolation inversée, mais également le rend indépendant du lieu de réalisation en France métropolitaine, en plaine comme en climat de montagne. Il est ainsi possible de précalculer les résistances thermiques R_i et les coefficients de transmission thermiques U_p de la toiture terrasse selon le $\Delta\lambda$ défini pour Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL au tableau B1.

Le principe de calcul de la Solution « Ravatherm XPS MinK Système » est identique à celui explicité au § 2.10, mais avec une correction ΔU_r , améliorée du coefficient U_p de transmission thermique en partie courante de la toiture.

En effet, l'utilisation de l'écran spécifique Ravatherm XPS MinK non-tissé permet de réduire la quantité d'eau de pluie qui ruisselle entre les panneaux Ravatherm XPS 500 ou 700 SL, ce qui conduit à une performance thermique de la toiture-terrasse améliorée.

Grâce à l'interposition de l'écran spécifique Ravatherm XPS MinK non-tissé, 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 de base (pour mémoire, $f.x = 0,04$), dans la formule suivante :

$$\Delta U_r = p \cdot f \cdot x \left(\frac{R_i}{R_r} \right)^2$$

La solution « Ravatherm XPS MinK Système » rend le procédé de toiture terrasse à isolation inversée indépendant de la pluviométrie locale, ce qui n'est pas le cas de la solution de base.

La solution « Ravatherm XPS MinK Système » est obligatoire en climat de montagne.

2.11.1. Valeurs des paramètres utiles pour le calcul : Solution « Ravatherm XPS MinK Système »

		Toitures accessibles aux véhicules	
		Dalle béton coulé in situ	Dalles béton préfabriquées posées sur plots
Majoration de λ ($\Delta\lambda$) en mW/m.K si lit unique d'isolant	Lit supérieur d'isolant quelle que soit son épaisseur / lit unique		
		3,5	0,4

Tableau B1 : Coefficients $\Delta\lambda$ selon le type de protection rapportée

2.11.2. Exemple d'un calcul thermique avec Solution « Ravatherm XPS MinK Système », isolant Ravatherm XPS posé en un lit et protection rapportée par dalle béton coulée in situ

Calcul valable pour toute localisation, en climat de plaine comme de montagne.

Hypothèse de la construction de la toiture terrasse accessible aux véhicules, protection rapportée dalle béton coulée in situ, bâtiment fermé et chauffé, Seyssel (74)		Résistances thermiques
<ul style="list-style-type: none"> élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 2,0 \text{ W/m.K}$) revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 0,70$ et $1,15 \text{ W/m.K}$) 	}	$R_0 = 0,124 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Isolation : Ravatherm XPS 500 ou 700 SL d'épaisseur 200 mm : <ul style="list-style-type: none"> $e = 0,200 \text{ m}$ $\Delta\lambda = 0,0035 \text{ W/(m.K)}$ λ_D: Selon le certificat ACERMI n° 06/013-417 pour le Ravatherm XPS 500 SL et n° 06/013/419 pour le Ravatherm XPS 700 SL $\lambda_{\text{UTILÉ}} = \lambda_D + \Delta\lambda = 0,035 + 0,0035 = 0,0385 \text{ W/(m.K)}$ 	}	$R_i = 5,194 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_i$	}	$R_T = 5,458 \text{ m}^2.\text{K/W}$
soit un coefficient $U_0 = 0,183 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$: <ul style="list-style-type: none"> $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 1,69 \text{ mm/jour}$ selon le tableau A1, pour Paris valeur $f.x = 0,002$ avec l'emploi de l'écran spécifique du Ravatherm XPS MinK Système		
soit une correction $\Delta U = 0,00 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$ (1)		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,18 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$		
(1) $\Delta U = 0,00$ car $\Delta U < 0,01$ est considéré égale à zéro.		

Tableau B2 – Exemple d'un calcul thermique – Solution « Ravatherm XPS MinK Système »

2.11.3. Exemple d'un calcul thermique avec Solution « Ravatherm XPS MinK Système » isolant Ravatherm XPS posé en un lit et protection rapportée par dalles en béton préfabriquées posées sur plots

Calcul valable pour toute localisation, en climat de plaine comme de montagne

Hypothèse de la construction de la toiture terrasse accessible aux véhicules, protection rapportée dalles en béton préfabriquées sur plots, bâtiment fermé et chauffé, Paris- La Défense (92)		Résistances thermiques :
<ul style="list-style-type: none"> élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 2,0 \text{ W/m.K}$) revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTILÉ}} = 0,70$ et $1,15 \text{ W/m.K}$) 	}	$R_0 = 0,124 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Isolation : Ravatherm XPS 500 ou 700 SL d'épaisseur 200 mm : <ul style="list-style-type: none"> $e = 0,200 \text{ m}$ $\Delta\lambda = 0,0004 \text{ W/(m.K)}$ λ_D: Selon le certificat ACERMI n° 06/013-417 pour le Ravatherm XPS 500 SL et n° 06/013/419 pour le Ravatherm XPS 700 SL $\lambda_{\text{UTILÉ}} = \lambda_D + \Delta\lambda = 0,035 + 0,0004 = 0,0354 \text{ W/(m.K)}$ 	}	$R_i = 5,649 \text{ m}^2.\text{K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_i$	}	$R_T = 5,913 \text{ m}^2.\text{K/W}$
soit un coefficient $U_0 = 0,169 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$: <ul style="list-style-type: none"> $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : paramètre $p = 1,69 \text{ mm/jour}$ selon le tableau A1, pour Paris, valeur $f.x = 0,002$ avec l'emploi de l'écran spécifique du Ravatherm XPS MinK Système		
correction $\Delta U = 0,00 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$ (1)		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,17 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$		
(1) $\Delta U = 0,00$ car $\Delta U < 0,01$ est considéré égale à zéro.		

Tableau B3 – Exemple d'un calcul thermique – Solution « Ravatherm XPS MinK Système »

2.12. Annexe du Dossier Technique – Schémas de mise en œuvre

2.12.1. Tableaux du Dossier Technique

Toitures accessibles					
Aux véhicules légers (≤ 20 kN/essieu)			Aux véhicules lourds (20 kN \leq essieu ≤ 135 kN)		
Protection					
Dalle béton armé fractionnée coulée in situ (b)		Dalles béton préfabriquées, sur plots (c)		Dalle béton armée fractionnée coulée in situ (b)	
Pente de l'élément porteur	2% (a) \leq pente $\leq 5\%$			2% (a) \leq pente $\leq 5\%$	
Ravatherm XPS MinK Système	Ravatherm XPS MinK non-tissé posé directement sur isolant. Obligatoire en climat de montagne				
Couche de séparation	Non-tissé synthétique + 0,03 m de granulats courants de granulométrie 3-15 mm + Non-tissé synthétique	Nappe drainante (c)		Non-tissé synthétique + 0,02 à 0,04 m de granulats courants de granulométrie 5-15 mm + Non-tissé synthétique	Nappe drainante (c)
<p>(a) La pente est conforme aux NF DTU 20.12, NF DTU 43.1 et NF DTU 43.11 en travaux neufs (pente minimum $\geq 2\%$), et à la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfection (pente minimum $\geq 1\%$).</p> <p>(b) L'ouvrage en béton armé est dimensionné :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour les terrasses accessibles aux véhicules légers, de surface $<$ à 500 m² ou dont la résistance thermique de l'isolation est inférieure à 2 m².K/W : cf. § 2.4.3.1.1.1 ; • Pour les terrasses accessibles aux véhicules légers, de surface \geq à 500 m² et dont la résistance thermique de l'isolation est \geq à 2 m².K/W : cf. § 2.4.3.1.1.2 ; • Pour les terrasses accessibles aux véhicules lourds : cf. § 2.4.3.4 ; • Pour les chemins de nacelles : cf. § 2.4.3.3. <p>(c) Bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi.</p> <p>(d) 0% en climat de plaine, 1% en climat de montagne.</p>					

Tableau 2 – Constitution du système selon la destination de l'ouvrage RAVATHERM XPS Parking

	Rampe pour véhicules légers (≤ 20 kN essieu)
Pente de l'élément porteur	Pente $\leq 18\%$ (1)
Couche de séparation	Non-tissé synthétique 170 g/m ² + Film synthétique imputrescible de 100 μ m
Couche de protection	Dallage en béton armé (cf. § 2.4.3.1.1)
(1) Pente $\leq 18\%$ en travaux neufs et selon la norme NF DTU 43.5 en travaux de réfection.	

Tableau 2bis – Constitution du procédé RAVATHERM XPS Parking sur rampe

Caractéristiques	Valeurs spécifiées		Unité	Normes & observations
	Ravatherm XPS 500 SL	Ravatherm XPS 700 SL		
Géométriques (1) Longueur Largeur Tolérances des épaisseurs courantes (au pas de 10 mm) - Épaisseur 40 mm - Épaisseurs 50 ≤ ép. ≤ 120 mm - Épaisseurs 130 ≤ ép. ≤ 140 mm - Épaisseurs 150 ≤ ép. ≤ 200 mm Tolérances d'équerrage de la longueur et de la largeur Tolérances écart de planéité	1 250 ± 6 600 ± 3 ± 2 - 2 / + 3 -2/+6 -2/+6 5 7	1 250 ± 6 600 ± 3 ± 2 - 2 / + 3 -2/+6 - 5 7	mm mm mm mm/m mm/m	NF EN 13164 EN 13164 NF EN 823 (T1) NF EN 13164 NF EN 13164
Masse volumique	39 ± 5	44 ± 5	kg/m ³	EN ISO 29470
Caractéristiques mécaniques Résistance à la compression à 10% d'écrasement ou rupture Contrainte maximale sous charges ponctuelles Résistance de service à la compression dans le domaine des toitures-terrasses : <ul style="list-style-type: none">Rcs : résistance de service à la compressionds : déformation conventionnelle correspondante à Rcs Résistance à la traction perpendiculaire aux faces sur produits laminés Fluage en compression : CC (2/1,5/50)	≥ 500 ép. 40 mm : 75 ép. ≥ 50 mm : 90 Rcs _{mini} = 0,30 ds _{mini} = 0,8 ds _{maxi} = 1,6 > 100 180	≥ 700 ép. 40 mm : 100 ép. ≥ 50 mm : 125 Rcs _{mini} = 0,42 ds _{mini} = 0,8 ds _{maxi} = 2,0 ≥ 200 250	kPa kPa MPa % % kPa kPa	CS(10\Y)500 et CS(10\Y)700 selon le § 4.3.4. de la NF EN 13164 NF EN 826 Norme NF P 10-203 (DTU 20.12) annexe D, pour une déformation Cahier Technique 05 de l'ACERMI < 2% et Cahier Technique 05 de l'ACERMI NF EN 1607 NF EN 1606
Hygrothermiques Absorption d'eau <ul style="list-style-type: none">à long terme par immersion totale (28 j.)à long terme par diffusionAdditionnelle et due aux effets des cycles gel-dégel après test de diffusion selon NF EN 12088	< 0,4 ép. 40 mm : 3% 50 ≤ ép. ≤ 70 : 2% ép. ≥ 80 mm : 1% < 1%	< 0,4 ép. 40 mm : 3% 50 ≤ ép. ≤ 70 : 2% ép. ≥ 80 mm : 1% < 1%	%vol %vol %vol %vol %vol	NF EN 12087 (méthode 2A) : WL(T)0,7 NF EN 12088 : WD(V)3 NF EN 12088 : WD(V)2 NF EN 12088 : WD(V)1 NF EN 12091 ; FTCD1 (après diffusion)
Stabilité dimensionnelle <ul style="list-style-type: none">variations dimensionnelles à l'état de libre déformation à 60 °Ccomportement sous charges statiques 80 kPa réparties à température 60 °CIncurvation sous un gradient de température 80/20 °C	< 0,5 et < 5 Classe D ≤ 10	< 0,5 et < 5 Classe D ≤ 10	% mm mm	Guide UEAtc de février 1993 : cf. § 2.2.3.1 cf. § 2.2.5.1 e-Cahier du CSTB 2662_V2 de janvier 2012 (cf. § 4.32)
Thermiques Conductivité thermique déclarée λ _D :				cf. Certificats ACERMI Ces valeurs sont à majorer de :

- épaisseurs $40 \leq \text{ép.} \leq 70$ mm	0,034	0,034	W/m.K	} {	3,5 mW/(m.K) ou 0,4 mW/(m.K) selon la protection rapportée (2)
- épaisseurs $70 < \text{ép.} \leq 200$ mm	0,035	0,035	W/m.K		
Réaction au feu, Euroclasse	E	E		NF EN 13501-1 (3)	
<p>(1) Les chants des panneaux sont feuillurés sur les 4 côtés : largeur 15 mm \times 1/2 épaisseur nominale comptée à partir de la face inférieure. Couleur : bleu dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.</p> <p>(2) Ces valeurs de conductivité thermique déclarées et certifiées ACERMI ne peuvent pas être utilisées seules, mais elles doivent être corrigées par les facteurs correctifs conformément au § 2.10 du Dossier Technique et au tableau B1 afin d'obtenir les $\lambda_{\text{UTILÉ}}$. D'autre part, à défaut d'être certifiée par l'ACERMI ou par une certification délivrée par un organisme notifié européen, la valeur déclarée λ_D est corrigée conformément à la Réglementation thermique RT 2020 et ses Règles Th-Bât.</p> <p>(3) Voir Déclaration de Performances (DdP).</p>					

Tableau 3 – Caractéristiques des panneaux Ravatherm XPS 500 SL et Ravatherm XPS 700 SL

2.12.2. Figures du Dossier Technique

Légende des figures 1 à 4 :	
1.	Dalles en béton de roulement.
1a.	Dallage en béton en pente, coulé sur l'isolant après interposition d'un film synthétique de 100 µm minimum (cf. § 2.4.3.1.1).
2.	Non-tissé synthétique 170 g/m ² .
3.	Lit de granulats.
4.	Panneaux Ravatherm XPS 500 ou 700 SL posés à joints décalés. Panneaux isolants XPS éventuellement recouverts d'un techno-textile Ravatherm XPS MinK non-tissé pour réaliser un Procédé « Ravatherm XPS MinK Système ».
4a.	Ravatherm XPS MinK non-tissé recouvrant le dessus du calfeutrement du joint de dilatation (cf. figure 2).
5.	Revêtement d'étanchéité + couche de désolidarisation, éventuellement.
6.	Élément porteur en maçonnerie.
6a.	Dispositif discontinu étanché pour reprise des efforts, dimensionné par un bureau.
7.	Tampon amovible ajouré.
8.	Garde-grève.
8a.	Granulats de gros diamètre autour du garde-grève.
10.	Couche de désolidarisation (cf. § 2.2.2.2.2), recouvrant éventuellement un techno-textile Ravatherm XPS MinK non-tissé pour réaliser un Procédé « Ravatherm XPS MinK Système ».
11.	Dalle amovible + joints souples.
11a.	Joint souple.
12.	Système de calfeutrement du joint de dilatation sous Avis Technique.
13.	Désolidarisation éventuelle.
14.	Joint large (E mini 0,02 m) garni par un produit ou dispositif apte aux déformations alternées.
15.	Protection dure des relevés.

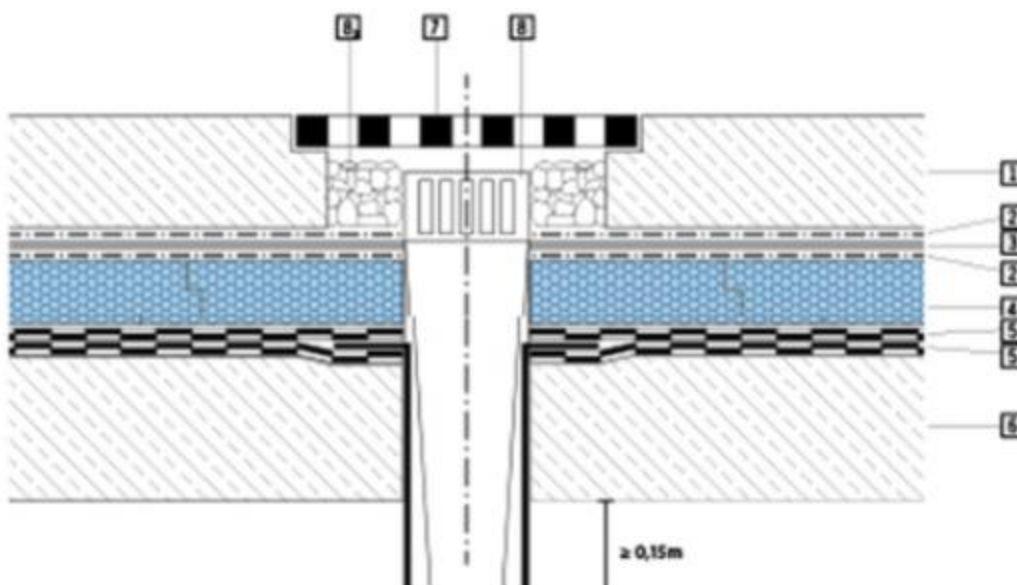


Figure 1 – Principe d'évacuation des eaux pluviales

Note : décaissé conforme au NF DTU 20.12

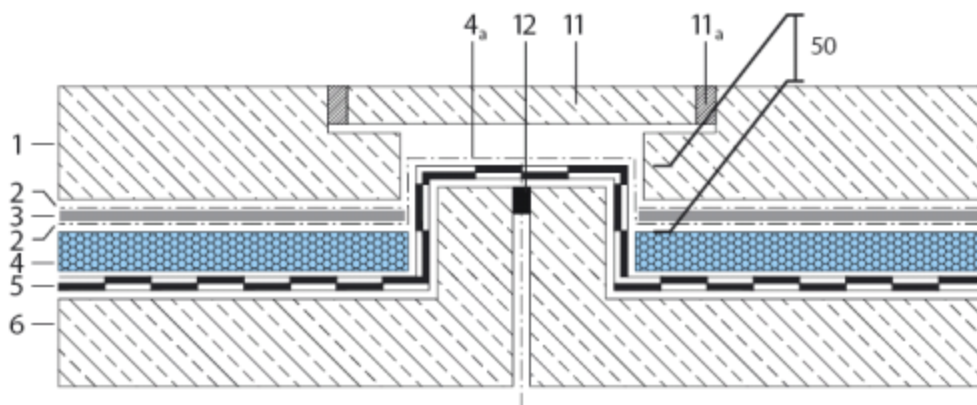


Figure 2 – Principe de joint de dilatation

Note : un joint de fractionnement de 2 cm est prévu entre la costière et l'épaisseur du dallage
Joint plat surélevé selon NF DTU 20.12 et NF DTU 43.1

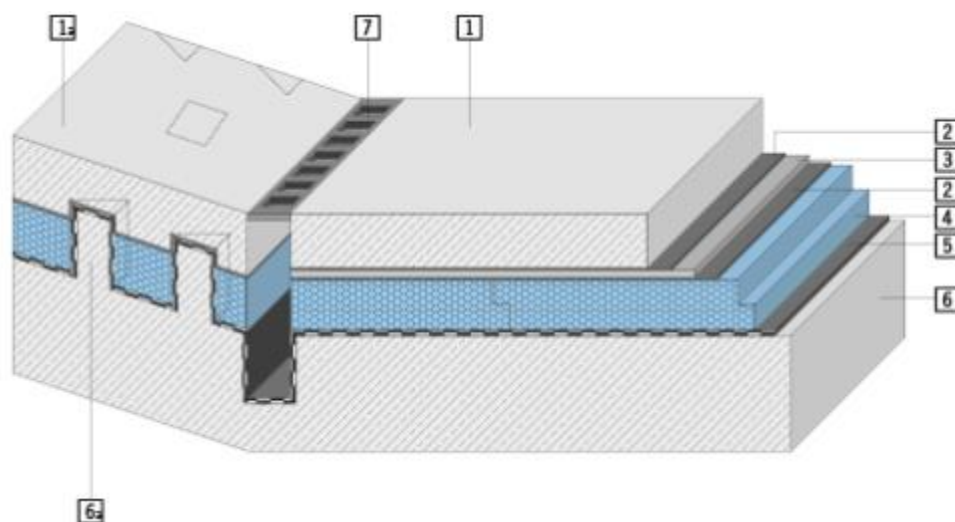


Figure 3 – Principe du caniveau en pied de rampe

Note : le caniveau en pied de rampe comporte des évacuations des eaux pluviales comme prescrit par le NF DTU 20.12

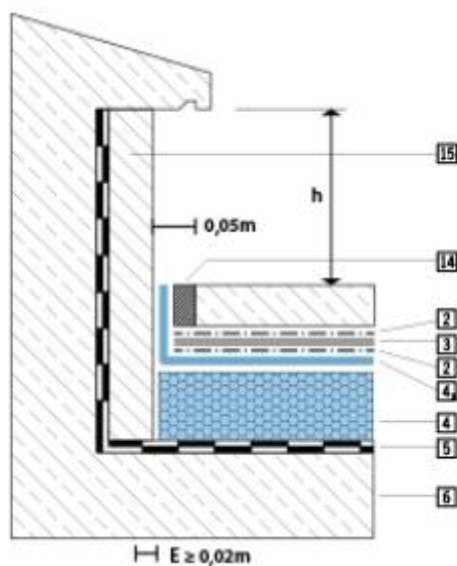


Figure 4 – Principe d'une coupe sur relevé non isolé

$h = \text{cf. NF DTU 43.1}$

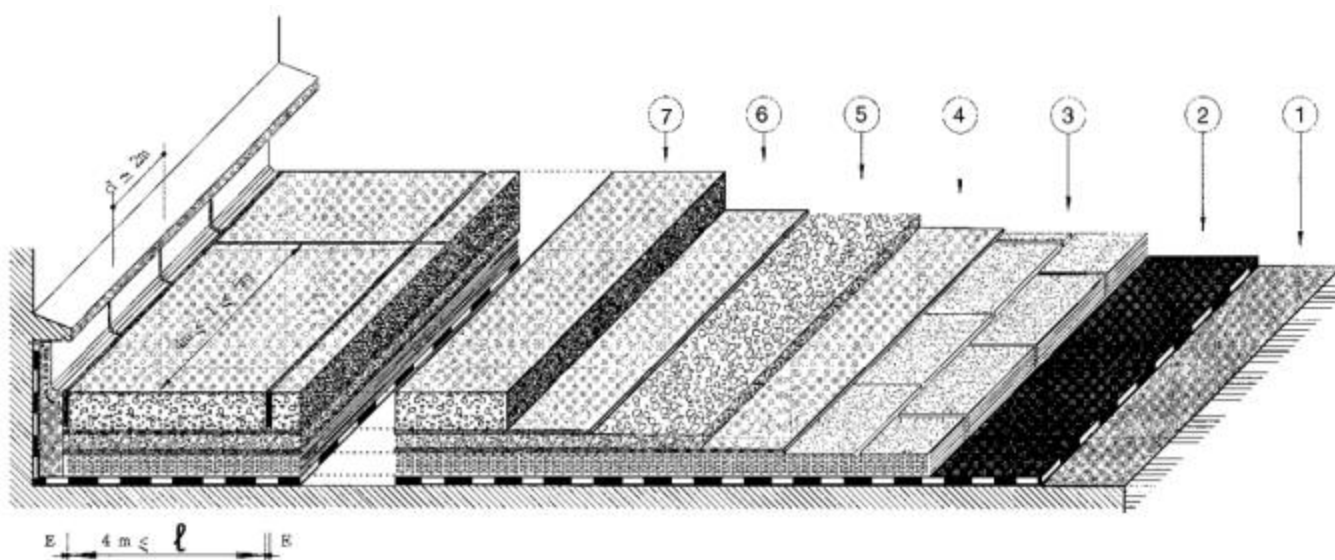


Figure 5 – Pose avec Procédé « Ravatherm XPS MinK Système » et protection par dalle en béton armé coulé in situ

Note :

Si terrasse accessible aux véhicules légers de surface < 500 m² ou non isolée ou isolé par isolant $R < 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$: $4 \text{ m} \leq \ell \leq 5 \text{ m}$ (cf. § 2.4.3.1.1.1).

Si terrasse accessible aux véhicules légers de surface $\geq 500 \text{ m}^2$ et isolée par isolant $R \geq 2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$: $\ell \leq 10 \text{ m}$ et joints sur toute l'épaisseur du dallage et conjugués. (cf. § 2.4.3.1.1.2).

Si terrasse accessible aux véhicules lourds : $\ell \leq 10 \text{ m}$ et joints sur toute l'épaisseur du dallage et conjugués (cf. § 2.4.3.4).

Légende figure 5 :

Toiture-terrasse accessible aux véhicules légers (2 tonnes au plus par essieu) isolée avec panneaux Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL	Toiture-terrasse accessible aux véhicules lourds (13,5 tonnes au plus par essieu) isolée avec panneaux Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL
1. Support maçonné penté (cf. § 1.1.2). 2. Étanchéité asphalté ou bitumineuse (cf. § 2.2.2.2). 3. Panneaux Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL en 1 à joints décalés. 3bis. Ravatherm XPS MinK non-tissé (cf. § 2.2.2.2.3). Couche de désolidarisation selon NF DTU 43.1 (cf. § 2.2.2.2.4) : 4. Non-tissé synthétique. 5. Lit de granulats courants. 6. Non-tissé synthétique. Note : une nappe drainante peut se substituer à 4, 5 et 6. 7. Dalle en béton armé (cf. § 2.4.3.1.1).	1. Support maçonné penté (cf. § 1.1.2). 2. Étanchéité asphalté ou bitumineuse (cf. § 2.2.2.2). 3. Panneaux Ravatherm XPS 500 SL ou Ravatherm XPS 700 SL en 1 à joints décalés. 3bis. Ravatherm XPS MinK non-tissé (cf. § 2.2.2.2.3). Couche de désolidarisation selon NF DTU 20.12 (cf. § 2.2.2.2.4) : 4. Non-tissé synthétique. 5. Lit de granulats courants. 6. Non-tissé synthétique. Note : une nappe drainante peut se substituer à 4, 5 et 6. 7. Dalle en béton armé (cf. § 2.4.3.4).