Document d'Application

référence Avis Technique **5/03-1718**

Panneau isolant non porteur en polystyrène extrudé (XPS) pour toiture-terrasse inversée

Isolation inversée pour toitures-terrasses

Inverted insulation for terrace roofs

Umkehrdach

Styrodur 3035 CS

relevant de la norme	NF EN 13164

Titulaire : Société BASF AG
Carl Bosch Str.
D-67056 Ludwigshafen
E-mail : styrodur@basf-ag.de

Usine : Ludwigshafen (Allemagne)

Distributeur : Société Lafarge Plâtres
500 rue Marcel Demonque
Zone du Pôle Technologique Agroparc
F-84915 Avignon Cedex 9

Contacts :
Lafarge Plâtres Conseil Pro
Tél. : 0 825 000 013
Fax : 0 432 244 045
E-mail : conseil-pro@lafarge-gypsum.lafarge.com
Internet : www.lafarge-gypsum.lafarge.com

Commission chargée de formuler des Avis Techniques
(arrêté du 2 décembre 1969)

Groupe Spécialisé n° 5
Toitures, couvertures, étanchéités

Vu pour enregistrement le 25 mai 2004

CSTB le futur en construction

Secrétariat de la commission des Avis Techniques CSTB, 4, avenue du Recteur-Poincaré, F-75782 Paris Cedex 16
Tél. : 01 40 50 28 28 - Fax : 01 45 25 61 51 - Internet : www.cstb.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB. Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site internet du CSTB (http://www.cstb.fr)
© CSTB 2004

Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 22 septembre 2003, la demande relative à l'isolant thermique de toiture inversée Styrodur 3035 CS fabriqué par la société BASF AG et distribué par la société Lafarge Plâtres. Le présent document, auquel est annexé le dossier technique établi par le demandeur, transcrit l'avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Panneau isolant non porteur en polystyrène extrudé à bords feuillurés, de dimensions utiles :

- 1250 x 600 mm,
- épaisseurs de 30 à 60, 80 et 100 mm, 120 et 140 mm.

L'isolant est disposé au-dessus de l'étanchéité de toiture plate et lesté par une protection en gravier avec ou sans dallettes, ou coulée, ou par éléments préfabriqués sur couche de désolidarisation, ou dalles en béton sur plots de poids adapté à l'épaisseur de l'isolant, et plus lourde que les protections rapportées usuelles.

Le système s'emploie sur éléments porteurs maçonnerie. Il intéresse :

- Les ouvrages neufs et la réfection de toitures de pente 0 à 5 %, conformes aux normes NF P 10-203 - NF P 84-204 et NF P 84-208 (réf. DTU 20.12, DTU 43.1 et DTU 43.5), situés en climat de plaine ;
- Toiture-terrasse :
  - inaccessible, y compris chemin de circulation,
  - technique, y compris chemin de roulement d'équipement d'entretien de façade,
  - accessible aux piétons et séjour, y compris dalles dur plots,
  - jardin.

  La pression maximale d'utilisation est 6 N/cm² (0,6 daN/cm^2), appliquée sur l'isolant.

1.2 Mise sur le marché

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

1.3 Identification

L'étiquetage des colis comporte le nom commercial, l'usine d'origine, la référence du lot, les dimensions, le nombre de panneaux, la résistance thermique ainsi que les niveaux d'aptitude à l'emploi certifiés ACERMI, et le numéro d'Avis Technique.

L'impression « Styrodur 3035 CS - date de fabrication » est appliquée sur chaque panneau.

Les panneaux sont de couleur verte.

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

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique, à l'exception de l'emploi en réhabilitation thermique sans réfection d'étanchéité qui donne lieu à une appréciation réservée.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.21 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

Dans les lois et règlements en vigueur, les dispositions à considérer pour les toitures proposées ont trait à la tenue au feu venant de l'extérieur et de l'intérieur. À cet égard, on peut estimer que les toitures sous protection lourde sont susceptibles d'un classement M0.

Protection de l'environnement

Le produit est expansé avec un gaz au CO2.

Prévention des accidents lors de la mise en œuvre ou de l'entretien

Elle peut être normalement assurée.

Isolation thermique

Le calcul des performances thermiques permet de vérifier la conformité du procédé à la réglementation concernant la construction neuve. La vérification est à effectuer selon la Réglementation thermique 2000 en utilisant la méthode de calcul du procédé acceptée par le C.T.A.T. (Comité Thermique de l'Avis Technique) le 17 septembre 2003, et dont la procédure générale est indiquée au *chapitre 9* du Dossier Technique.

Cette méthode utilise les valeurs du Certificat Acermi valable pour l'année 2004, pour les épaisseurs de 30 à 100 mm. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le Certificat Acermi est toujours valide ; faute de quoi, et dans tous les cas pour les épaisseurs supérieures à 140 mm, il y aurait lieu de prendre en compte la valeur du coefficient de conductivité thermique de la couche isolante exposée aux intempéries conforme aux Règles Th-U majoré ($\lambda_{Th\text{-}U}$), ou la valeur du coefficient de conductivité thermique déclaré (λ_D) avec majoration de 15 % (cf. Règles Th-U fascicule 2/5).

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

Accessibilité de la toiture

Le panneau Styrodur 3035 CS utilisé au-dessus d'un revêtement d'étanchéité, conforme à la norme NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) dans le cas de l'asphalte traditionnel ou selon les dispositions prévues aux Avis Techniques particuliers aux revêtements, et sous une protection lourde rapportée, convient aux toitures-terrasses :

- inaccessibles, y compris avec chemin de circulation ;
- techniques, avec leurs chemins d'accès ;
- accessibles aux piétons et au séjour ;
- accessibles avec protection par dalles en béton sur plots, la pression admise sur l'isolant sous chaque plot étant 6 N/cm² (0,6 daN/cm²) ;
- jardins, le poids des terres et du drainage étant limité à 6 t/m².

Emploi en climat de montagne

L'emploi en climat de montagne n'est pas proposé.

2.22 Durabilité – entretien

Dans le domaine d'emploi proposé :

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

La durabilité du système d'isolation inversée utilisant le panneau Styrodur 3035 CS sur un revêtement traditionnel en asphalte coulé, ou sur un revêtement lorsque l'Avis Technique particulier au revêtement en accepte l'emploi, peut être appréciée comme satisfaisante.

b) Cas des renforcements d'isolation sur toiture ancienne dont le revêtement existant est conservé sans réfection :

La conservation de la couche d'isolation inversée proprement dite n'étant pas en cause, la durabilité d'ensemble de la toiture est essentiellement fonction de la qualité de l'étanchéité ancienne ; elle ne peut donc pas faire dans ces conditions l'objet d'une évaluation favorable de manière générale. Les dispositions indiquées dans le Cahier des Prescriptions Techniques (paragraphe 2.32) peuvent toutefois conduire à une évaluation spécifique favorable, cas par cas.

c) Cas des revêtements d'étanchéité sous Avis Technique :

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

Entretien

Cf. les normes NF P 84-204 et NF P 84-208 (réf. DTU 43.1, DTU 43.5), et *chapitre 1* du Dossier Technique.

Les fluides caloporteurs de capteurs solaires peuvent poser des problèmes spécifiques, voir ce chapitre.

2.23 Fabrication

Effectuée en usine, elle comprend l'autocontrôle nécessaire.

2.24 Mise en œuvre

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

La société Lafarge Plâtres apporte une assistance technique sur demande.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Cas de la réfection

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

2.32 Conditions de mise en œuvre

a) 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.

b) Cas des renforcements d'isolation sur toiture ancienne dont le revêtement existant est conservé sans réfection : l'Avis Technique est réservé dans ce cas, voir paragraphe 2.22 - Durabilité ci-dessus.

Dans l'étude et l'exécution des travaux, on devra notamment tenir compte des points suivants (voir paragraphe 5 du Dossier Technique) :

- La stabilité de la structure doit avoir été vérifiée, et le système n'est utilisé que si la structure supporte la protection lourde rapportée et les sujétions d'enlèvement et de remise en place correspondantes.
- La modification du régime thermique du plancher de dernier niveau peut aggraver les mouvements différentiels entre plancher et émergences, ce qui pourrait entraîner des désordres dans les relevés ; ceci peut conduire à renforcer ces relevés, ou à les désolidariser des reliefs.
- L'ancien revêtement d'étanchéité doit avoir fait l'objet d'une reconnaissance et des vérifications appropriées. On ne doit pas appliquer ce système sur une dernière couche à armature cellulosique.
- Le revêtement ne doit pas présenter de défauts de planéité marqués (plis, cloques ...).
- Les hauteurs de relevés doivent avoir été mises en accord avec les prescriptions en la matière, compte tenu de la surépaisseur apportée par le système isolant + protection. On ne doit pas appliquer ce système si les hauteurs de relevés deviennent insuffisantes à cet égard.
- Les zones dégarnies par le vent doivent avoir été repérées et doivent recevoir une protection rendue stable sous l'effet du vent.
- Il faut noter que les sujétions de chantier, telles que le levage des matériaux, la circulation de chantier, le grattage de l'ancien gravier, l'aplanissement des cloques et plis pourront affecter le revêtement existant.

2.33 Cas de la protection allégée en graviers – Entretien

Il est rappelé que ce système nécessite de la part du Maître d'ouvrage :

- Un contrôle annuel, et chaque fois que nécessaire, de la mise en place de la protection meuble rapportée ;
- Une inspection plus fréquente du bon fonctionnement des entrées d'eaux pluviales.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. le paragraphe 2.1) et complété par le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement en cas d'ouvrage neuf ou de réfection complète du revêtement

Cependant, une réserve est faite sur l'emploi du panneau Styrodur 3035 CS dans le cas d'une réhabilitation thermique sur ancien revêtement non refait.

Validité

Cinq ans, venant à expiration le 30 septembre 2008.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
C. DUCHESNE

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le panneau Styrodur 3035 CS reprend les caractéristiques essentielles de mise en œuvre de l'Avis Technique 5/96-1178 du Styrodur 3035 S ; ce nouvel isolant, Styrodur 3035 CS, se différencie du précédent par le changement du gaz d'expansion : CO2 au lieu de HCFC.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
E. SALIMBENI

Dossier Technique
établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

Procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux en polystyrène extrudé (XPS), posé en un lit indépendant sur revêtements d'étanchéité de toitures-terrasses : inaccessibles, techniques avec ou sans chemin de nacelle, accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée y compris par dalles sur plots, ou traitée en jardin, sur les éléments porteurs en maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12), pente minimale de 0 à 5 %, en climat de plaine.

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

Il s'utilise en ouvrage neuf ou en réfection, et pour la réhabilitation thermique des toitures existantes (*).

Entretien des toitures

L'entretien est conforme aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).

Les désherbants doivent être compatibles avec Styrodur 3035 CS et avec le revêtement. D'une manière générale, les poudres mouillables en dispersion dans l'eau (1 g/l) à base de simazine, amino triazole (amitrole), attrazine, bromacyl, diuro dalapon, acide 2.4 dichlorophénoxyacétique, acide 2.4.5 trichlorophénoxyacétique, sont compatibles. La liste commerciale est disponible chez le distributeur. Éviter les produits contenant des aldéhydes, amines aromatiques, esters, ethers polyglycol, hydrocarbures (solvants), cétones (solvants), huiles essentielles. BASF a réalisé de nombreux essais avec le DIURON, qui s'est révélé être un des produits les plus efficaces, c'est donc l'emploi de celui-ci qui est préconisé.

Lors des visites d'entretien, on prendra un soin particulier à vérifier que les systèmes d'évacuation d'eau pluviale ne soient pas obstrués. Il est également indispensable de maintenir en place le système de protection. Si celui-ci devait être déplacé, le remettre rapidement en place.

Les préconisations précédentes s'appliquent également aux emplois avec des dalles sur plots. Pour ce cas particulier, on veillera 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.

Assistance technique

La société Lafarge Plâtres fournit une assistance technique sur demande.

2. Destination

Voir *tableau 1*

3. Prescriptions au sous-jacent

3.1 Éléments porteurs

Éléments porteurs monolithes ou fractionnés en maçonnerie conformes aux prescriptions de la norme NF P 10-203 (DTU 20.12). La forme de pente éventuelle sera dure et bien dressée. La pente nulle est admise pour les terrasses inaccessibles, techniques, accessibles avec protection par dalles sur plots, et jardins.

3.2 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité traditionnels en asphalte sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1). Le classement FIT des revêtements en asphalte est de type A en inaccessible, et de type « A » en terrasse accessible avec dalles sur plots posées sur l'isolant et protection par asphalte gravillonné ou « P » sans cette protection asphalte gravillonné.

(*) L'AVIS est réservé dans ce cas.

Les revêtements d'étanchéité sous Avis Technique sont conformes aux prescriptions de leur Avis Technique particulier, qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée. Leur classement « I » selon FIT est au moins : « I3 » pour les bicouches, « I4 » pour les monocouches et « I5 » en terrasses jardins.

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

4.1 Pose des panneaux Styrodur 3035 CS

Figures 1, 2 et 2 bis

Les panneaux sont posés en un seul lit, en indépendance sur le revêtement, en quinconce et jointifs. Les bords feuillurés se recouvrent par demi-épaisseur. Lors de la pose, les panneaux ne doivent pas être en contact direct avec les relevés d'étanchéité.

L'indépendance est obtenue par déroulage à sec d'une couche de désolidarisation (cf. § 8.22), à recouvrements de 10 cm. L'emploi de cette couche n'est pas requis :

- sur un revêtement en asphalte coulé,
- sur un revêtement autoprotégé par paillettes ou granulats,
- dans les autres cas, se reporter à l'Avis Technique du revêtement.

4.2 Protection rapportée

Tableau 1

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

4.21 Protection meuble

Elle est utilisée en toiture inaccessible et dans les zones non circulées des toitures techniques.

4.211 1ère solution

Protection par couche de graviers de granulométrie 10/18 à 16/32, directement sur les panneaux. Une granulométrie plus fine que 10 entraîne l'interposition d'une couche de séparation en non-tissé. L'épaisseur de la protection est égale à celle de l'isolant, avec un minimum de 5 cm.

4.212 2ème solution

Protection par couche de graviers avec interposition d'une couche de séparation déroulée à recouvrements de 15 cm, et remontée sur l'épaisseur de la protection, le long des relevés et émergences.

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

- isolant 3 à 8 cm : graviers 6 cm,
- isolant 9 à 10 cm : graviers 8 cm,
- isolant 11 à 14 cm : graviers 10 cm.

Au moins un trop-plein supplémentaire par surface collectée complète les entrées pluviales normales ; la section de ce trop-plein d'alerte est au minimum de 28 cm^2 (cf. norme NF P 84-204 - DTU 43.1). Les trop-pleins d'alerte affleurent la surface de l'isolant en cas de pente, et sont rehaussés en pente nulle ; les trop-pleins sont munis d'un garde-grève. Leur fonctionnement signale une défaillance du système d'évacuation des EP, qui doit alors être inspecté.

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

4.213 Chemins de circulation, terrasses techniques

Par dallettes sur gravier, et dalles en béton armé coulées pour le chemin de nacelles des terrasses techniques ; cf. normes NF P 10-203 et NF P 84-204 (DTU 20.12, DTU 43.1).

4.214 Cas particuliers

Dans le cas où l'immeuble est, et selon les zones de vent des Règles V 65 (avec modificatif n° 2 de décembre 1999), de hauteur :

- supérieure à 28 m : en zone 1 - tous sites ou en zone 2 - site normal,
- supérieure à 20 m : en zone 2 - site exposé ou en zone 3 - site normal,
- dépression du vent ≤ 4712 Pa : quelconque en zone 3 - site exposé ou en zone 4 - tous sites,

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

- soit directement sur les granulats,
- soit sur un non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m^2.

4.22 Protection dure pour piétons et séjour

L'épaisseur des dalles est adaptée à l'épaisseur de la couche isolante comme décrit dans le *tableau 2.*

La pression maximale d'utilisation du panneau Styrodur 3035 CS est 0,6 daN/cm².

4.221 Dalles préfabriquées posées à sec

Les dalles sont posées jointives, à joints secs, sur couche de diffusion en gravillons 3/8 d'épaisseur minimum 3 cm, avec interposition d'une couche de séparation (cf. § 8.22) entre les panneaux et les gravillons.

4.222 Dalles sur plots

Figures 2 bis et 11

Les plots sont posés directement sur les panneaux Styrodur 3035 CS. La pression maximale d'utilisation est 0,6 daN/cm² sous chaque plot ; les charges sont le poids des dalles et la charge d'exploitation selon la norme NF P 06-001.

La hauteur des plots (entre sous face des dalles et isolant) est de 5 cm au moins. Les autres dispositions répondent aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou de l'Avis Technique du revêtement, et notamment la hauteur d'au moins 10 cm (cf. norme NF P 10-203 - DTU 20.12) et la protection des relevés.

4.223 Carreaux scellés ou collés

Une chape fractionnée est coulée sur couche de diffusion (cf. § 8.23) avec interposition d'un film synthétique ou un non-tissé. La chape et le revêtement de circulation sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) et au *Cahier du CSTB* 3268 d'octobre 2000 relatif au collage des carreaux. La mise en œuvre s'effectue à l'avancement, en veillant à répartir les charges de stockage.

L'emploi est limité aux terrasses à usage privatif dont la surface ne dépasse pas 50 m².

Dans le cas particulier d'une protection lourde recevant des revêtements de sol scellés, la pente minimum est de 1,5 % conformément à la norme NF P 61-202 (DTU 52.1).

4.23 Protection des relevés

La protection des relevés est conforme aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou à l'Avis Technique du revêtement.

4.3 Détails de toiture

4.31 Reliefs, joints de dilatation, pénétrations

Figures 1, 2, 2 bis, 3, 5 et 11

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations sont traitées conformément aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) en respectant notamment les prescriptions de hauteur au dessus de la protection.

4.32 Évacuations pluviales

Figure 4

L'eau est évacuée à deux niveaux : au niveau du revêtement et au niveau de la surface de l'isolant. Selon l'ouvrage, au moins un trop-plein d'alerte complémentaire est requis par surface collectée (cf. § 4.212).

- L'évacuation au niveau du revêtement est assurée conformément à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).
- L'évacuation au niveau de la surface de l'isolant s'effectue par la même entrée, à travers un garde-grève (cf. la norme NF P 84-204 - DTU 43.1) posé sur l'isolant. La largeur de la platine de ce garde-grève est égale au diamètre de l'entrée plus 2 x 12 cm. Le garde-grève s'encastre dans le moignon sur une longueur suffisante, par exemple par trois pattes de centrage.

Selon l'ouvrage, des trop-pleins d'alerte sont requis (cf. § 4.212).

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

5.1 Conditions préalables

Le revêtement d'étanchéité est rénové suivant la norme NF P 84-208 (DTU 43.5). Son classement « FIT » est celui indiqué au § 3.2.

5.2 Mise en œuvre de l'isolant

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

5.3 Mise en œuvre de la protection

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

a) Examiner la protection existante : granulométrie, propreté, épaisseur, zones dégarnies ;

b) Vérifier que la structure peut supporter la surcharge de la protection lourde à installer, ainsi que la mise en tas de la protection existante ;

c) Relever les graviers en tas sans les accumuler de manière excessive ;

d) Procéder à la réfection du revêtement et à la pose de l'isolant ;

e) Remettre en place la protection avec les précautions suivantes :

- Si un ajout de graviers est nécessaire, les graviers récupérés (de granulométrie supposée > 10) seront répandus sur la zone centrale de la terrasse avec complément en graviers 10/18 ou 16/32 jusqu'à atteindre l'épaisseur requise (cf. § 4.21) ; en périphérie, sur une largeur d'au moins 2 m, un ajout de graviers sera fait à l'épaisseur requise.
- Si les graviers (récupérés ou de complément) sont de granulométrie < 10, ou riches en fines, interposer un non-tissé.

Cas particuliers (dépression du vent ≤ 4712 Pa)

Pour les immeubles de hauteur, et selon les zones de vent des Règles V 65 (avec modificatif n° 2 de décembre 1999) :

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

les dispositions suivantes sont retenues :

- Repérer toutes les zones dégarnies par le vent.

  Ces zones, ainsi que la périphérie de la toiture sur une largeur d'au moins 2 m, seront garnies avec des graviers de granulométrie la plus élevée possible jusqu'à l'épaisseur requise.

  En outre, sur une largeur de 2 m en périphérie de la toiture-terrasse et autour des édicules, la protection sera complétée par des dallettes de béton posées à sec, soit directement sur les granulats, soit sur un non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m^2.
- Sur le restant de la toiture, utiliser les graviers récupérés, avec complément en graviers de granulométrie la plus élevée possible jusqu'à atteindre l'épaisseur requise (cf. § 4.21).

5.4 Détails de toiture

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

5.41 Reliefs

Figures 7 et 8

Rehausser les reliefs jusqu'à obtenir une hauteur au-dessus de la protection conforme aux normes NF P 10-203, NF P 84-204 et NF P 84-208 (DTU 20.12, DTU 43.1 et DTU 43.5).

Dans le cas d'un bandeau existant, remplir l'espace sous le bandeau avec un mortier grillagé ou un isolant compatible (fixé) pour constituer le nouveau support du relevé.

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

On pourra également habiller l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, lorsque possible, en conservant 5 cm de hauteur au-dessus de la protection.

S'il n'est pas possible de modifier le gros oeuvre au droit des seuils, on pourra utiliser la solution suivante : placer 4 cm de Styrodur 3035 CS prenant la place de la protection existante ; sans retoucher les seuils, assurer la protection de l'isolant par une plaque plane en fibres-ciment de 6 mm d'épaisseur, conforme à la norme NF EN 12467 et de classe d'exposition Q1 selon la norme P 08-302, sur environ 60 cm ; arrêter la protection de partie courante à 20 cm du seuil en la fixant par une émulsion sans solvants, de façon à observer la hauteur minimale requise pour le relevé sur seuil (*voir figure 9*).

5.42 Joints de dilatation sur double costière

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

5.43 Évacuations pluviales

Voir § 4.32. On rappelle que la création de trop-pleins d'alerte peut être requise.

6. Mise en œuvre de l'isolation inversée, cas de la réhabilitation thermique (*)

6.1 Conditions préalables

Le revêtement d'étanchéité n'est pas rénové ; il est simplement vérifié et réparé si nécessaire.

6.2 Mise en œuvre de l'isolant et de la protection

Sur le revêtement ainsi conservé, l'isolant et la protection sont mis en œuvre selon les prescriptions du § 5 (cf. *figure 6).*

7. Toitures jardins

7.1 Revêtement

Les revêtements d'étanchéité admis sont, soit conformes à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) protection comprise pour l'asphalte traditionnel, soit conforme à un Avis Technique spécifique pour terrasse jardin.

7.2 Mise en œuvre de l'isolant

Elle est faite conformément au § 4.1.

7.3 Protection des terrasses jardins

La couche drainante et la couche filtrante sont conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou de l'Avis Technique du revêtement. Les matériaux sont approvisionnés à l'avancement avec de petits engins de chantier roulant sur des planches de répartition des charges ; le drain et la terre sont répandus à la main ; on évite ainsi le poinçonnage et la détérioration des plaques d'isolant.

7.1 Points particuliers : reliefs, dilatations, évacuations pluviales

Les détails de toiture sont réalisés en conformité avec les prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) chapitre terrasses jardins et des Avis Techniques spécifiques. Les entrées pluviales sont visitables.

8. Matériaux

8.1 Styrodur 3035 CS

8.11 Définition du matériau

Polystyrène rigide extrudé au gaz CO 2, sans CFC, sans HCFC, et sans HFC, obtenu en plaques par extrusion et caractérisés par une peau de surface surdensifiée.

(*) L'AVIS est réservé dans ce cas.

8.12 Spécifications

Voir *tableau 3*

8.13 Autres valeurs indicatives

Voir *tableau 4*

8.14 Fabrication et contrôles

8.141 Fabrication

La fabrication du panneau Styrodur 3035 CS est faite par la société BASF AG dans son usine de Ludwigshafen (Allemagne). Elle a lieu en continu et comprend essentiellement les étapes suivantes :

- mélange du polystyrène et des additifs,
- fusion et homogénéisation du mélange,
- extrusion de la pâte,
- découpe,
- stabilisation par stockage avant livraison chez le producteur. Le fabricant s'engage à ne procéder à la livraison qu'après un délai de stabilisation reconnu approprié par rapport à la stabilité dimensionnelle spécifiée.

8.142 Contrôle de fabrication

Il est effectué par le laboratoire de l'usine et le laboratoire central de la société BASF selon les fréquences et les modalités de la norme EN 13164 des isolants en polystyrène extrudé et ceux imposés par l'ACERMI.

a) Les caractéristiques suivantes sont contrôlées à intervalles réguliers plusieurs fois par jour :
   - dimensions, équerrage, planéité,
   - résistance à la compression,
   - masse volumique.

b) Les caractéristiques suivantes sont contrôlées à intervalles réguliers, et à tout changement de fabrication :
   - absorption d'eau après 28 jours d'immersion et variation de température de 20 à 40 °C ;
   - stabilité dimensionnelle sous l'action de la température (selon norme EN 1605) avec pression de :
     - 0,04 N/mm^2 après 7 jours à 70 °C,
     - 0,02 N/mm^2 après 2 jours à 80 °C,
     - conductivité thermique.

8.143 Contrôles effectués par un organisme extérieur

a) Par l'Institut Forschung-Institut für Warmeschutz de Munich (FIW) et par l'ACERMI.

   Les caractéristiques suivantes sont contrôlées 2 fois / an :
   - dimensions, équerrage, planéité, masse volumique ;
   - résistance à la compression ;
   - stabilité dimensionnelle sous charge et sous l'action de la température.
   - variations dimensionnelles irréversibles (selon norme EN 1605) ;
   - conductivité thermique, absorption d'eau ;
   - résistance aux cycles de gel / dégel.

b) Par le FMPA de Stuttgart (Allemagne) : réaction au feu (selon normes EN 11925-2 et DIN 4102).

8.15 Conditionnement - identification - étiquetage - stockage

8.151 Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène thermorétracté en colis.

8.152 Identification et étiquetage

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

8.153 Stockage

Le stockage est effectué en usine dans des locaux fermés, à l'abri de l'eau et des intempéries. La livraison s'effectue après mûrissement, cf. § 8.141.

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 les épaufrures des bords feuillurés et toute autre dégradation du produit, ainsi que la proximité de matériaux facilement inflammables.

8.2 Autres matériaux

8.21 Matériaux pour étanchéité

- Matériaux traditionnels d'étanchéité en asphalte conformes à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1).
- Revêtements d'étanchéité définis par leurs Avis Techniques lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée, et à condition qu'ils ne contiennent pas de solvants volatils (par exemple brai de houille).
- Matériaux pour relevés conformes à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) pour les revêtements en asphalte traditionnel, ou aux Avis Techniques des revêtements.

8.22 Couche de séparation

Voile non-tissé de 170 g/m² au minimum en polyester ou polypropylène.

8.23 Couche de diffusion

Voile non-tissé (cf. § 8.22) déroulé à recouvrement de 10 cm et recouvert de gravillons 3/8 sur 3 cm. Si l'on met en œuvre une protection coulée en béton, ou une chape de mortier, un film synthétique d'épaisseur minimum 100 μm reçoit le béton ou le mortier.

8.24 Protections

Tableau 1

8.241 Toitures inaccessibles

Graviers de granulométrie comprise entre 10 mm et 2/3 de l'épaisseur de la protection. Un gravier de granulométrie plus petite que 10 mm est néanmoins utilisable, avec un minimum de 5 mm, à condition d'interposer une couche de séparation (cf. § 8.22) pour empêcher la pénétration des grains dans les joints des panneaux.

8.242 Toitures accessibles

- Dalles préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 et de classe 1-S minimum, pour pose sur lit de gravillons.
- Dalles préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 et de classe 2-T ou 3-U minimum, pour pose sur plots ou platines.
- Plots conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou aux Avis Techniques des revêtements.
- Revêtements de sol durs résistant au gel, pour pose scellée ou collée sur chape fractionnée (cf. la norme NF P 84-204 - DTU 43.1). Emploi limité à l'usage privatif, surface < 50 m² environ.

  Dans le cas particulier d'une protection lourde recevant des revêtements de sol scellés, la pente minimum est de 1,5 % conformément à la norme NF P 61-202 (DTU 52.1).
- Pavés autobloquants ou non pour pose sur lit de sable (cf. la norme NF P 84-204 - DTU 43.1) et sa couche de séparation (cf. § 8.22).

9. Détermination de la résistance thermique du système

9.1 Principe

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

9.2 Détermination de l'épaisseur de Styrodur 3035 CS

9.21 Méthode générale

À partir des données suivantes fournies par le Maître d'Œuvre :

- Rth totale exigée, ou U exigé, en partie courante,
- composition du sous-jacent (incluant éventuellement un isolant sous étanchéité),
- implantation de la construction (ville - département),
- cas normal ou cas particulier (plancher chauffant),
- protection (scellée ou coulée - jardin - cf. majoration du λ),

on applique la formule suivante :

$$U = Uo + \Delta Ur$$

dans laquelle :

a) Uo est le coefficient U moyen de la toiture compte non tenu des déperditions additionnelles dues à la circulation de l'eau entre étanchéité et isolant :

$$\frac{1}{Uo} = 0{,}14 + Ro + Ri = Rth$$

avec :

- Ro est la résistance thermique comprise entre la face interne de la toiture et la surface du revêtement, en m^2.K/W, complétée par celle de la protection rapportée au-dessus de l'isolant ;
- Ri : résistance thermique de la couche d'isolant au dessus de la membrane d'étanchéité, en m².K/W, déterminée avec la formule suivante :

$$R_i = \frac{e_i}{(\lambda + \Delta\lambda)},$$

et dans laquelle :

- ei, en m,est l'épaisseur de l'isolant inversé,
- $\lambda + \Delta\lambda$ (W/m.K) est la conductivité thermique du Styrodur 3035 CS dans les conditions d'emploi en inversé, obtenue comme suit :
  - λ de base certifié par l'Acermi, ou $\lambda_{Th\text{-}U}$, ou λ_D majoré de 15 %,
  - λ utile en isolation inversée pour conditions normales ou planchers semi-chauffants, majoration 2 mW/m.K,
  - λ utile en isolation inversée pour jardins - protection dure maçonnée ou planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C, majoration 4 mW/m.K.
- Rth : résistance thermique totale, en m².K/W.

b) ΔUr correspond à la correction du coefficient U moyen de la toiture compte tenu des déperditions dues à la circulation de l'eau entre étanchéité et isolant, calculé pour une hauteur p de précipitation exprimée en millimètres / jour (p selon le *tableau 6*) et à l'aide de la formule suivante :

$$\Delta Ur = p \,.\, f \,.\, x \,.\, \left(\frac{Ri}{Rth}\right)^2,$$

avec :

- p : précipitation moyenne pendant la saison de chauffe, en millimètres / jour (mm/j),
- f . x : facteurs de drainage et d'accroissement des pertes de chaleur par drainage, valeur égale à 0,04 dans le cas du Styrodur 3035 CS,

Nota : le correcteur ΔUr est calculé à deux décimales près ; ΔUr < 0,01 est considéré égal à zéro.

9.22 Exemples de calcul thermique pour un chantier spécifique

À partir des données propres au chantier :

- département : Bas-Rhin (67), soit p = 1,33 mm/j,
- terrasse inaccessible, soit majoration λ = 2 mW/m.K.

a) Avec un panneau Styrodur 3035 CS certifié ACERMI :

- Épaisseur ei = 80 mm, soit Ri = 2,10 m^2.K/W ;
- Résistance thermique totale du complexe de toiture : Rth = 2,38 m^2.K/W.

On détermine successivement : le coefficient ΔU_r (0,04 W/m².K), la valeur Uo (0,42 W/m².K), et le coefficient U = 0,46 W/m².K.

b) Avec un panneau Styrodur 3035 CS non certifié ACERMI :

- Épaisseur ei = 140 mm, λ_D majoré de 15 % (cf. fascicule 2/5 des Règles Th-U), soit Ri = 3,06 m^2.K/W ;
- Résistance thermique totale du complexe de toiture : Rth = 3,36 m^2.K/W.

On détermine successivement : le coefficient ΔU_r (0,04 W/m².K), la valeur Uo (0,29 W/m².K), et le coefficient U = 0,33 W/m².K.

B. Résultats expérimentaux

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

Caractéristiques du Styrodur 3035 CS par le FIW Munich (Allemagne), rapports :

- n° L1-64/02 de décembre 2002, Conductivité thermique,
- n° PS/A 0091 de septembre 2001, Contrainte en compression,
- n° L1-64/02 de décembre 2002, Contrainte en compression.

Essais interne :

- CR BASF n° 202.4255 et n° 201.4278 de janvier 2002, Absorption d'eau par diffusion,
- CR BASF n° 2024254 de janvier 2002, Absorption d'eau par immersion.

C. Références

Les premières applications de ce système en toiture inversée ont débuté en Allemagne en 1967 avec le Styrodur 3035 S. Les premières réalisations en Styrodur 3035 S en France remontent à 1974. 2 000 000 mètres carrés de Styrodur 3035 S ont été posés entre 1990 et 2000.

Les panneaux Styrodur 3035 CS sont fabriqués depuis 2001 dans la qualité actuelle. Ils ont été appliqués sur environ 350 000 mètres carrés de toitures en France.

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Constitution du système Styrodur 3035 CS selon la destination de l'ouvrage

	Terrasses non accessibles			**Terrasse accessible aux piétons et séjour**				**Terrasse jardin**
	Terrasse inaccessible (1)	**Terrasse technique**	**Terrasse technique avec chemin de nacelles**	**Dalles préfabriquées posées à sec**	**dalles sur plots**	**carreaux usage privatif surface ≤ 50 m²**	**pavés**	
Majoration de λ (Δλ)	2 mW/m.K	2 mW/m.K	4 mW/m.K	2 mW/m.K	2 mW/m.K	4 mW/m.K	4 mW/m.K	4 mW/m.K
Pression d'utilisation			(4)	0,6 daN/cm^2	0,6 daN/cm^2	0,6 daN/cm^2	0,6 daN/cm^2	0,6 daN/cm^2
Couche de séparation	Non-tissé, si la granulométrie réelle est < 10 mm	Gravier ou non-tissé	Non-tissé + film synthétique 100 μm	Non-tissé +		Non-tissé +	Non-tissé +	
Couche de diffusion				gravillons 3/8 épaisseur ≥ 3 cm	Plots conformes à la norme - DTU 43.1 ou aux Avis Techniques des revêtements	gravillons 3/8 épaisseur 3 cm + film synthétique 100 μm ou non-tissé	sable épaisseur 6 cm	Couche drainante et couche filtrante conformes à la norme - DTU 43.1 ou aux Avis Techniques des revêtements
Couche de protection	Gravier de granulométrie > 10 mm : - soit d'épaisseur = à celle de l'isolant (2), - Soit d'épaisseur < à celle de l'isolant (3) avec voile	Dallettes de classe 1-S et conformes à la norme NF EN 1339 posées à sec	Béton armé coulé sur une largeur limitée à 2 m environ	Dalles de classe 1-S et conformes à la norme NF EN 1339 posées à sec	Dalles de classe 2-T ou 3-U et conformes à la norme NF EN 1339	Chape de mortier fractionnée, cf. norme - DTU 43.1 + carreaux scellés ou collés (5)	Pavés, cf. norme - DTU 43.1	Terre végétale

(1) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (cf. § 4.2131).

(2) Cf. § 4.211 du Dossier Technique.

(3) Cf. § 4.212 du Dossier Technique.

(4) Prendre en compte les valeurs Rcs – ds du *tableau 3*.

(5) Revêtements scellés selon la norme NF P 61-202 (DTU 52.1), ou collés selon le Cahier des Prescriptions Techniques d'exécution « Revêtements de sols intérieures et extérieurs en carreaux céramiques ou analogues collés au moyen de mortiers-colles » (*Cahier du CSTB* 3267 d'octobre 2000).

Tableau 2 – Épaisseurs minimums de la protection dure pour piétons et séjour

Épaisseur de la couche isolante	Épaisseur des dalles en béton sur couche de séparation	Épaisseur des dalles en béton sur plots
30 et 40 mm 50 mm 60 et 70 mm 80 mm 100, 120 et 140 mm	30 mm 40 mm 50 mm 60 mm 70 mm	50 mm quelle que soit l'épaisseur des panneaux

Tableau 3 – Caractéristiques spécifiées du panneau Styrodur 3035 CS

Caractéristiques	Valeurs spécifiées	Unité	Observations
Géométriques			
Longueur	1250 ± 8	mm	Suivant norme EN 822.
Largeur	600 ± 5	mm	Suivant norme EN 822.
Épaisseurs courantes	30, 40, 50 ± 2 60, 80 (+3 ; -2) 100, 120 (+3 ; -2) 140 (+8 ; -2)	mm mm mm mm	Suivant norme EN 823. Suivant norme EN 823. Suivant norme EN 823. Suivant norme EN 823.
Tolérances sur défauts :			
- d'équerrage	5 sur 1000	mm	Suivant norme EN 824.
- de planéité de surface	7 sur 1000	mm	Suivant norme EN 825.
- d'aspect			La surface du panneau doit montrer une peau d'extrusion sans craquelure.
Présentation			Les chants des panneaux sont feuillurés sur les 4 côtés : largeur 15 mm x ½ épaisseur nominale comptés à partir de la face inférieure. Couleur : verte dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.
Pondérales Masse volumique brute	≥ 30	kg/m	Suivant norme EN 1602
Mécaniques			
Résistance en compression à 10 % d'écrasement	≥ 300	kPa	Suivant norme EN 826.
Résistance Rcs de service à la compression, dans le domaine des toitures-terrasses :	0,15	MPa	Suivant norme NF P 84-201 (DTU 20.12) annexe D, et *Cahier du CSTB* 3230 de juin 2000.
- ds minimum	0,54	%	
- ds maximum	1,50	%	
Stabilité dimensionnelle			
- Coefficient de dilatation thermique	longitudinal : 0,08 transversal : 0,06	mm/(m.K) mm/(m.K)	Norme DIN 53752.
- Variations dimensionnelles à 70 °C /40 kPa	≤ 5	%	Norme EN 1604.
- Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation 23 °C / 60 °C	≤ 0,5	%	Guide UEAtc (§ 4.31).
- Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60 °C / 23 °C)	≤ 5	mm	Guide UEAtc (§ 4.32).
Thermiques			
- Résistance thermique certifiée	ACERMI	m².K/W	Figure sur l'étiquetage ; Certification ACERMI.
- Conductivité thermique de référence :			
- épaisseur 30 mm	λ = 0,032	W/(m.K)	Valeurs certifiées par l'ACERMI Certificat n° 03/004/274
- épaisseurs 40, 50 et 60 mm	λ = 0,034	W/(m.K)	
- épaisseur 80 mm	λ = 0,036	W/(m.K)	
- épaisseur 100 mm	λ = 0,038	W/(m.K)	
- épaisseurs 120 et 140 mm	λ_D = 0,038	W/(m.K)	Déclaration de conformité CE.
- Conductivité thermique majorée en isolation inversée	Δλ	mW/m.K	Majoration de 2 ou 4 mW/m.K selon l'ouvrage (voir § 9 et *tableau 1*).
Réaction au feu Euroclasse	E		Suivant norme EN 11925-2 et Certificat ACERMI n° 03/004/274

Tableau 4 – Caractéristiques indicatives

Caractéristiques	Valeurs indicatives	Unité	Observations
Réaction au feu	M1		PV CSTB n° RA01-306-2 du 26 juillet 2001.
Hygrométriques			
- facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau μ	50 à 150	—	Suivant norme EN 12086
- absorption d'eau à long terme par diffusion	≤ 5 pour 50 mm ≤ 3 pour 100 mm	% volume	Suivant norme EN 12088

Tableau 5 – Résistance thermique certifiées ACERMI (1) ***des panneaux Styrodur 3035 CS, 30 mm ≤ épaisseurs ≤ 100 mm*** (2)

É	R	É	R	É	R	É	R	É	R	É	R
30	0,95	40	1,25	50	1,50	60	1,80	80	2,30	100	2,80

(1) Certificat ACERMI n° 03/004/274 — R : Résistance thermique en m^2.K/W

(2) Conductivités thermiques certifiées par l'ACERMI : — É : Épaisseur des panneaux en millimètres.

- λ = 0,032 W/(m.K) pour l'épaisseur 30 mm,
- λ = 0,034 W/(m.K) pour les épaisseurs 40 à 60 mm,
- λ = 0,036 W/(m.K) pour l'épaisseur 80 mm,
- λ = 0,038 W/(m.K) pour l'épaisseur 100 mm.

Tableau 5 bis – Résistance thermique des panneaux Styrodur 3035 CS, épaisseurs 120 et 140 mm (1)

É	R	É	R
120	3,20	140	3,65

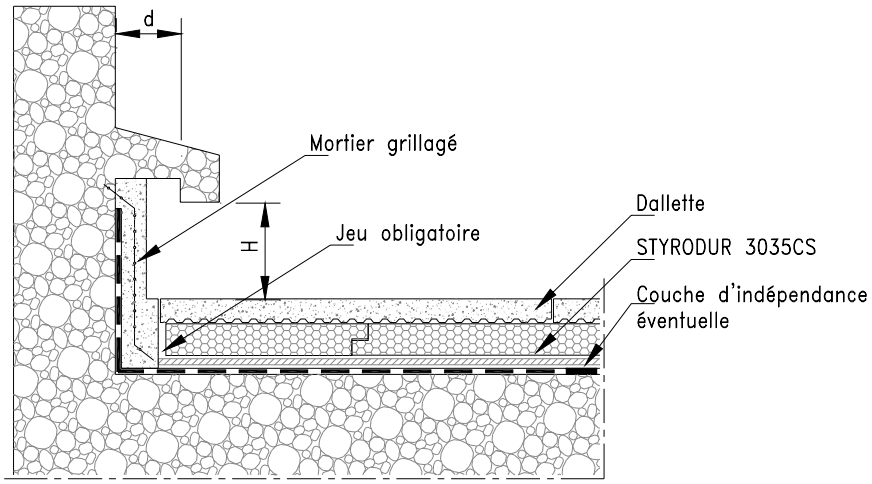
(1) Conductivités thermiques déclarées : λ_D = 0,038 W/(m.K) — R : Résistance thermique en m^2.K/W — É : Épaisseur des panneaux en millimètres.

PRECIPITATIONS MOYENNES EN MM/JOUR (Oct. à Avril / Période 1961-1990)

Département n°	Nom	p mm/j	Département n°	Nom	p mm/j	Département n°	Nom	p mm/j
01	AIN	2.12	33	GIRONDE	2.90	65	HAUTES-PYRENEES	3.33
02	AISNE	1.89	34	HERAULT	2.31	66	PYRENEES-ORIENTALES	1.87
03	ALLIER	1.84	35	ILLE-ET-VILAINE	1.93	67	BAS-RHIN	1.33
04	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	2.03	36	INDRE	2.06	68	HAUT-RHIN	1.31
05	HAUTES-ALPES	2.03	37	INDRE-ET-LOIRE	1.98	69	RHONE	2.12
06	ALPES-MARITIMES	2.74	38	ISERE	2.58	70	HAUTE-SAONE	2.86
07	ARDECHE	2.62	39	JURA	2.21	71	SAONE-ET-LOIRE	2.21
08	ARDENNES	1.89	40	LANDES	2.87	72	SARTHE	1.99
09	ARIEGE	2.85	41	LOIR-ET-CHER	1.99	73	SAVOIE	2.91
10	AUBE	1.81	42	LOIRE	1.56	74	HAUTE-SAVOIE	2.91
11	AUDE	2.22	43	HAUTE-LOIRE	1.56	75	VILLE-DE-PARIS	1.69
12	AVEYRON	2.19	44	LOIRE-ATLANTIQUE	2.48	76	SEINE-MARITIME	2.24
13	BOUCHES-DU-RHONE	1.81	45	LOIRET	1.78	77	SEINE-ET-MARNE	1.81
14	CALVADOS	2.09	46	LOT	2.50	78	YVELINES	1.69
15	CANTAL	1.93	47	LOT-ET-GARONNE	1.99	79	DEUX-SEVRES	1.86
16	CHARENTE	2.40	48	LOZERE	1.56	80	SOMME	2.04
17	CHARENTE-MARITIME	2.42	49	MAINE-ET-LOIRE	1.86	81	TARN	1.83
18	CHER	1.94	50	MANCHE	1.84	82	TARN-ET-GARONNE	1.99
19	CORREZE	1.93	51	MARNE	1.58	83	VAR	2.42
20	CORSE	2.41	52	HAUTE-MARNE	2.25	84	VAUCLUSE	2.01
21	COTE-D-OR	1.89	53	MAYENNE	1.93	85	VENDEE	2.32
22	COTES-D-ARMOR	2.37	54	MEURTHE-ET-MOSELLE	2.00	86	VIENNE	2.07
23	CREUZE	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	DROME	2.62	58	NIEVRE	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	FINISTERE	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-DOME	1.19	95	VAL-D-OISE	1.69
32	GERS	1.99	64	PYRENEES-ATLANTIQUES	3.42			

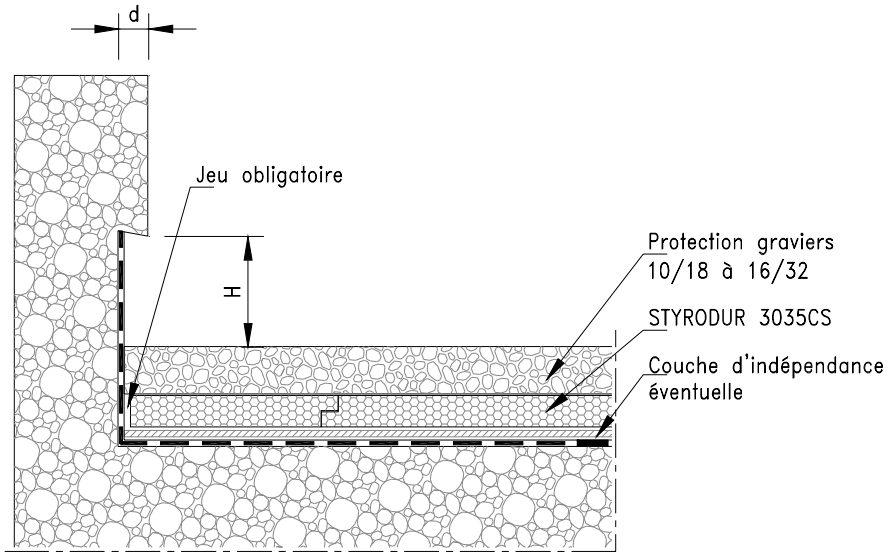
Les données représentées ici sont celles des stations du réseau synoptique de Météo-France qui ont effectué des mesures sur la période 1961-1990 et qui n'ont pas subi de déplacement important sur cette période. A celles-ci ont été rajoutées 6 stations qui ont subi un déplacement important durant cette période et pour lesquelles la série trentenaire n'était donc pas homogène : Gourdon (Lot), Grenoble (Isère), Limoges (Haute-Vienne), Millau (Aveyron), Rouen (Seine-Maritime), Tours (Indre-et-Loir). 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 spatiale possible (orig: Météo France).

Tableau 6 – Précipitations moyennes (p. en mm/j)



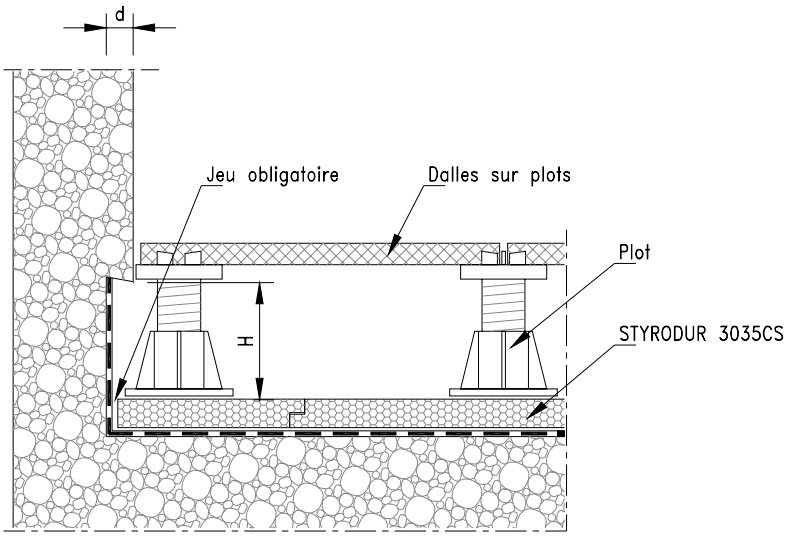
H et d conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 1 – Détail du relevé



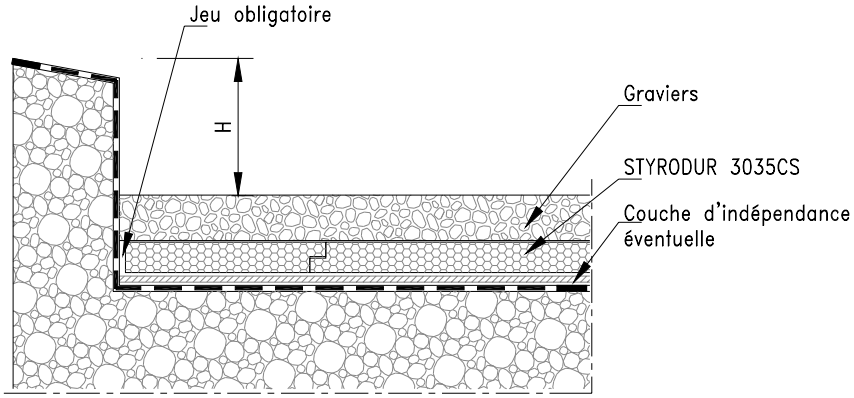
H et d conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 2 – Détail de relevé



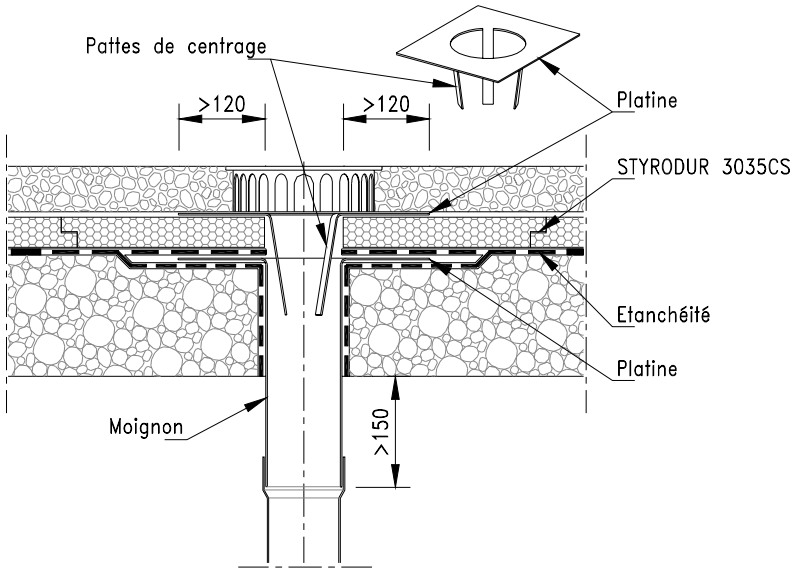
H et d conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 2 bis – Terrasse accessible avec dalles sur plots



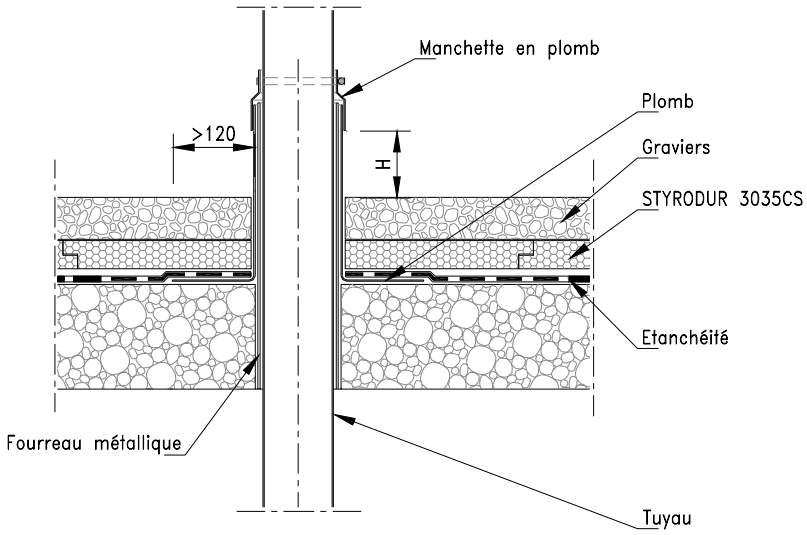
H conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 3 – Acrotère ou costières



Cotes en millimètres

Figure 4 – Entrée d'eau pluviale



Cotes en millimètres, et H conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 5 – Raccord de ventilation

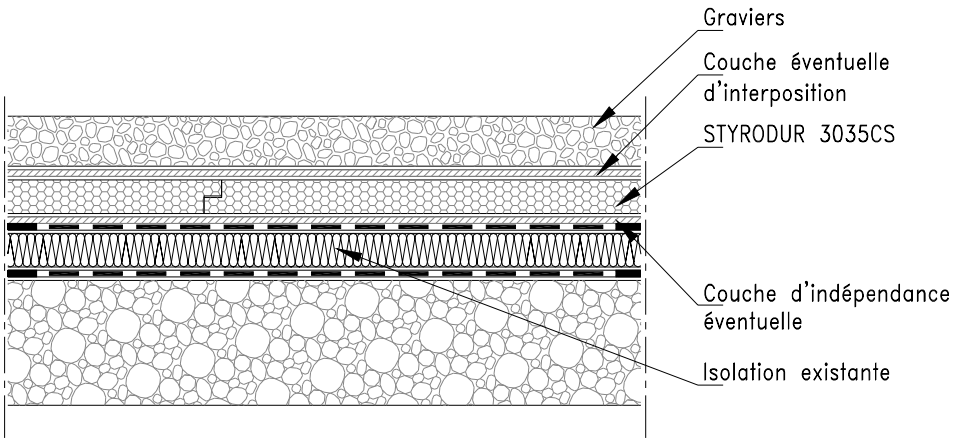
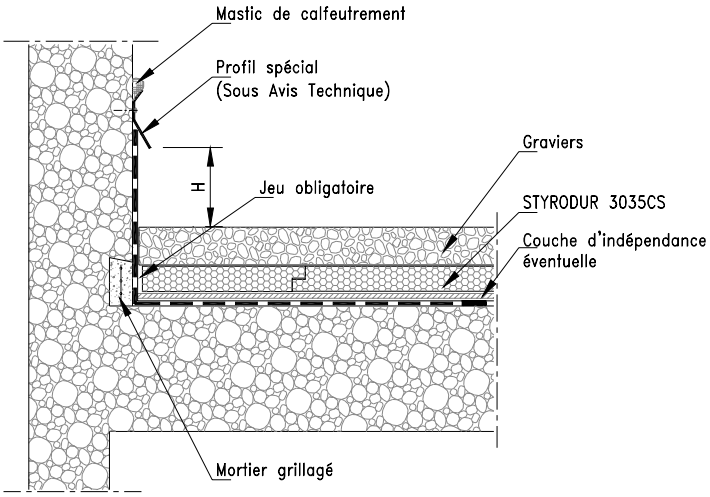
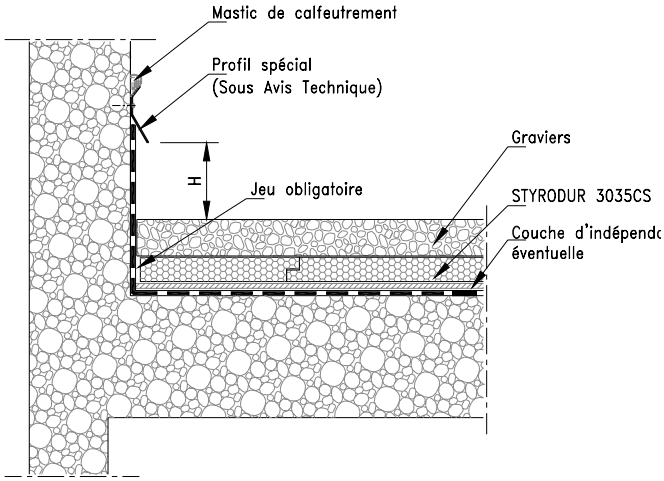


Figure 6 – Terrasse inaccessible existante



H conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 7 – Toiture existante, rehaussement du relevé d'étanchéité



H conforme à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 8 – Toiture existante, rehaussement du relevé d'étanchéité

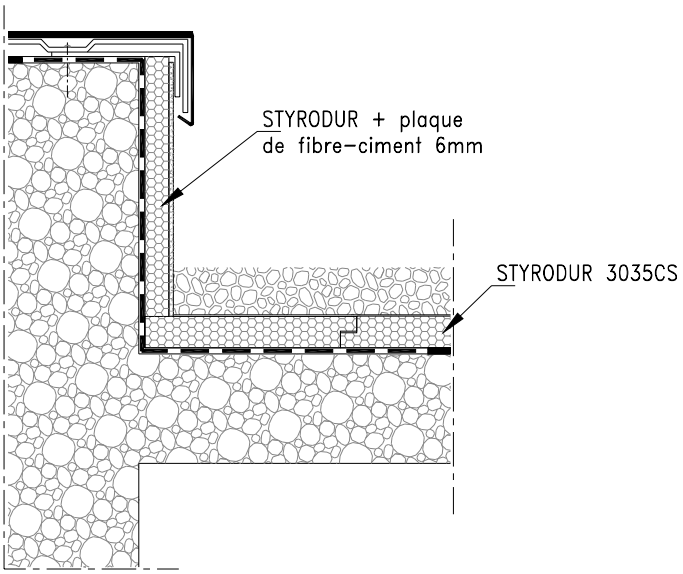


Figure 9 – Protection des relevés

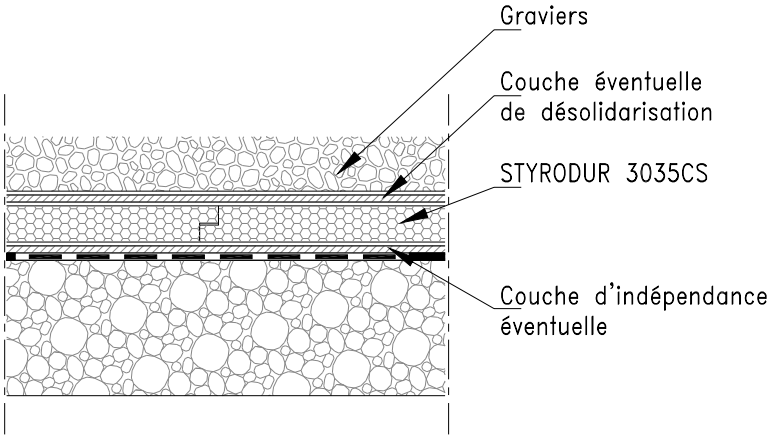
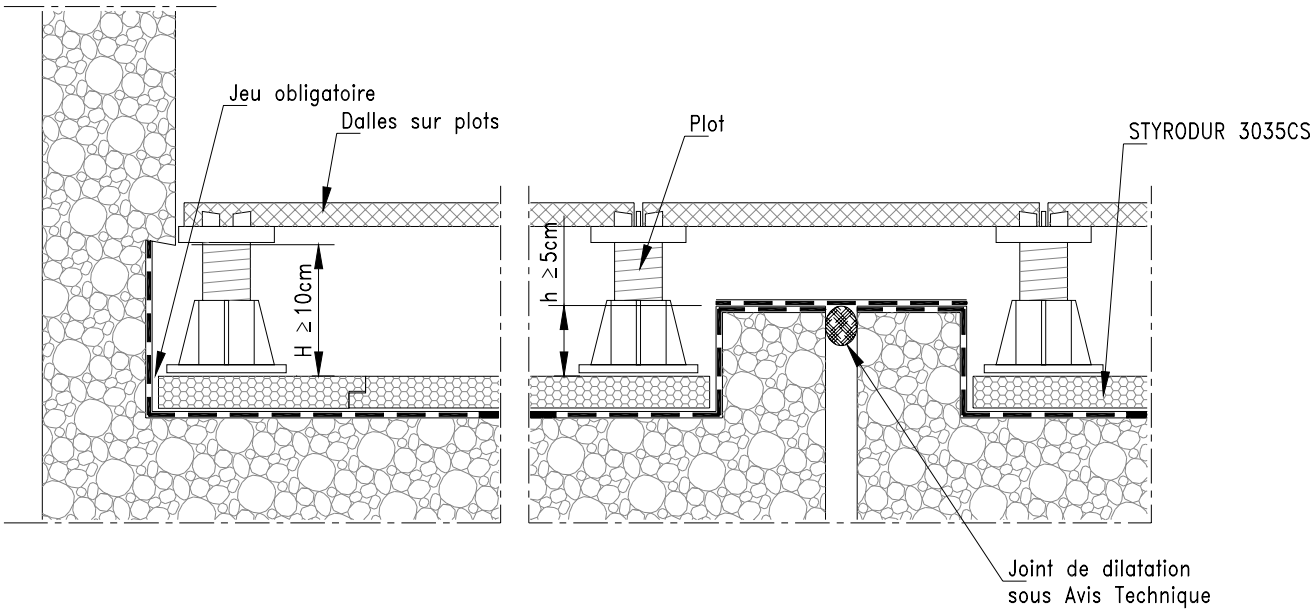


Figure 10 – Protection en partie courante



H et d conformes à la norme NF P 10-203 (DTU 20.12)

Figure 11 – Terrasse accessible avec dalles sur plots, Détail du joint de dilatation