

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **5/15-2454**

Annule et remplace l'Avis Technique 5/11-2218

*Procédé d'isolation inversée
Inverted insulation
for terrace roofs
Umkehrdach*

Panneaux en polystyrène extrudé (XPS)

JACKODUR Toiture terrasse

Relevant de la norme

NF EN 13164

Titulaire :

Jackon Insulation GmbH
Carl Benz Straße 8
DE-33803 Steinhagen
Tél: +49 5204 9955-0
Fax : +49 5204 9955-400
Internet : www.jackon-insulation.com
E-mail : info@jackodur.com

Usine :

- Jackon Insulation GmbH
DE-39619 Arendsee
- Jackon Insulation nv
BE-2250 Olen

Distributeur :

Jackon Insulation GmbH
Carl Benz Straße 8
DE-33803 Steinhagen
Tél. : +49 5204 9955-360

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

Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Vu pour enregistrement le 18 novembre 2015



Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Fax : 01 60 05 70 37 - Internet : www.cstb.fr

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 18 mai 2015, la demande relative au procédé isolant de toiture inversée « JACKODUR Toiture terrasse », présentée par la Société Jackon Insulation GmbH. Le présent document, auquel est annexé le Dossier Technique établi par le demandeur, transcrit l'Avis formulé par le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures, parois enterrées et cuvelage » sur les dispositions de mise en œuvre proposées pour l'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi visé et dans les conditions de la France européenne. Ce document annule et remplace l'Avis Technique 5/11-2218.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux en polystyrène extrudé (XPS) de deux types différents JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF se différenciant par leurs propriétés thermiques, posé en un lit indépendant sur revêtements d'étanchéité, de dimension utiles :

- Longueur x largeur : 1 250 x 600.
- D'épaisseurs :
 - JACKODUR KF 300 Standard SF : allant de 50 à 320 mm (par pas de 10 mm).
Les panneaux fabriqués à l'usine Allemande ont des épaisseurs allant de 50 à 320 mm.
Les panneaux fabriqués à l'usine belge ont des épaisseurs allant de 50 à 160 mm.
 - JACKODUR Plus 300 Standard SF : 50, 60, 70, 80, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 et 200 mm.
Les panneaux JACKODUR Plus 300 Standard SF sont fabriqués sur le site de fabrication Allemand.

Le procédé protège le revêtement des actions climatiques et du poinçonnement. Il ne nécessite pas de pare-vapeur spécifique. Il s'utilise en ouvrage neuf ou en réfection des toitures existantes :

- En climat de plaine, sur les éléments porteurs en :
 - maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) ou à un Avis Technique, de pente minimale nulle (0 %) à 5 % et ayant comme destination des toitures :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
 - techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
 - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, y compris sous protection directe par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de :
 - 60 kPa sous protection rapportée,
 - 40 kPa sous dalles sur plots,
 - jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
 - terrasses et toitures végétalisées,
 - Panneaux CLT bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement l'utilisation en toitures inversées. La pente minimum et la destination visée (inaccessible sans rétention temporaire des eaux pluviales, technique sans chemin de nacelles, accessibles avec protection par dalles sur plots, végétalisées) seront conformes à l'Avis Technique de l'élément porteur,
 - dalles de béton cellulaire armées bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement cet emploi. La pente sera ≥ 1 %. Le domaine d'emploi visé est conforme à celui indiqué dans l'Avis Technique de la dalle.
- En climat de montagne, destinations de toiture-terrasse admises en climat de plaine excepté la protection par dalles sur plots et par végétalisation, sur éléments porteurs en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 43.11 ou à un Avis Technique, de pente minimale 1 %. La pression maximale admissible est de 60 kPa.
En climat de montagne, la solution JACKODUR WA est obligatoire.

Sauf dans le cas de protection par dalles sur plots pour laquelle elle est facultative, le procédé doit être associé à une couche de séparation interposée entre l'isolant et la protection :

- Soit, non-tissé ;
- Soit, non-tissé JACKODUR WA ;
- Soit système de drainage ou nappe de drainage sous Avis Technique visant l'emploi en toiture inversée.

1.2 Mise sur le marché

En application du règlement (UE) n° 305/2011, les produits JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF font l'objet d'une Déclaration des Performances (DdP) établie par la Société Jackon Insulation GmbH sur la base de la norme NF EN 13164.

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

1.3 Identification

L'étiquetage des colis comporte le nom commercial, la référence du lot, les dimensions, le nombre de panneaux, le marquage ACERMI éventuel et le marquage CE.

L'impression de la dénomination commerciale et d'un code de fabrication est effectuée sur chaque panneau.

Les panneaux sont de couleur lilas ; les panneaux sont assemblés en usine par collage en Multi Layer pour les épaisseurs ≥ 80 mm.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi

Identique au domaine proposé par le Dossier Technique.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Sécurité au feu

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

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

Le comportement au feu des toitures mises en œuvre sous une protection lourde conformes à celles de l'arrêté du 14 février 2003 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.

Sécurité en cas de séisme

Selon la réglementation sismique définie par :

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

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

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

Le procédé dispose d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Equipements de Protection Individuelle (EPI). La FDS est disponible auprès de la société Jackon Insulation GmbH.

Données environnementales et sanitaires

Il existe une EPD visant les panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF. Les panneaux JACKODUR Plus 300 Standard SF ne disposent d'aucune Déclaration Environnementale (DE) et ne peuvent donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du produit.

Il est rappelé que les déclarations environnementales n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Isolation thermique

Le calcul des performances thermiques permet de vérifier la conformité du procédé à la réglementation concernant la construction neuve, à condition que l'épaisseur du panneau isolant soit suffisante. La vérification est à effectuer selon la Réglementation thermique 2005 en utilisant la méthode de calcul du procédé acceptée par le C.T.A.T. (Comité Thermique de l'Avis Technique) le 17 septembre 2003, complétée le 12 octobre 2004, et dont la procédure générale est indiquée au *chapitre 9* du Dossier Technique.

L'arrêté du 26 octobre 2010 (Réglementation Thermique 2012) n'impose pas d'exigences minimales sur la transmission thermique surfacique des parois. La transmission thermique surfacique des parois intervient comme donnée d'entrée dans le calcul du besoin bioclimatique (Bbio) et de la consommation globale du bâtiment pour lesquels l'arrêté fixe une exigence réglementaire. La vérification du respect de la réglementation thermique s'effectue au cas par cas en utilisant les règles de calculs réglementaires (Th-BCE et Th-bât).

Le *paragraphe 8* et l'*Annexe A* indiquent la méthode de calcul du coefficient de transmission global de la toiture (Up). Les résistances thermiques du panneau isolant certifiées par l'ACERMI pour l'année 2014. Il appartiendra cependant à l'utilisateur de vérifier que le certificat ACERMI est toujours valide ; faute de quoi, il y aurait lieu de se reporter aux règles Th-U pour déterminer la résistance thermique utile de l'isolant.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporé l'isolant support d'étanchéité JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient $U_{bât}$ » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (Up) surfacique maximum admissible pour la paroi-toiture.

Accessibilité de la toiture

Se reporter au § 1.1.

Emploi en climat de montagne

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

La solution JACKODUR WA est obligatoire.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

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

2.22 Durabilité – Entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé JACKODUR Toiture-terrasse est satisfaisante.

Entretien

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

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 Jackon Insulation GmbH apporte une assistance technique sur demande.

2.3 Cahier des Prescriptions Techniques

2.31 Cas de la réfection complète

- 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 ;
- Il est rappelé que les constructions existantes (cf. *paragraphe 5* du Dossier Technique) sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007.

2.32 Condition de mise en œuvre

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 P 84-208 (réf. DTU 43.5).

2.33 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 ;
- Des trop-pleins d'alerte complémentaires, et une inspection plus fréquente du bon fonctionnement des entrées pluviales.

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 31 mai 2020.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- a) Cette révision intègre comme nouvelles revendications :
- Extension d'épaisseur jusqu'à 320 mm pour les panneaux de la gamme JACKODUR KF 300 Standard SF.
 - Nouveaux panneaux sous la dénomination commerciale JACKODUR Plus 300 Standard SF.
 - Du non-tissé JACKODUR WA faisant l'objet d'une décision CTAT.
 - Ajout des éléments porteurs en panneaux CLT sous Avis Technique visant la destination en toitures-terrasses avec isolation inversée.
 - Ajout du climat de montagne sur élément porteur en maçonnerie pour les destinations visées.
- b) 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 au § 8 du Dossier Technique et aux annexes A et B afin d'obtenir les valeurs λ_{utile} .
- c) Sauf dans le cas de protection par dalles sur plots pour laquelle elle est facultative, le procédé doit être toujours associé à une couche de séparation interposée entre l'isolant et la protection.
- d) L'utilisation du procédé sous dalles sur plots est limitée aux épaisseurs de 50 à 120 mm pour les panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF et de 50 à 180 mm pour les panneaux JACKODUR PLUS 300 Standard SF. La pression admissible sous chaque plot est de 40 kPa.
- e) L'Avis Technique ou le Document Technique d'Application du système de drainage ou de la nappe drainante mentionné dans le Dossier Technique peut imposer une pente minimale de 2 %. Cette sujétion est à prendre en compte dans les DPM.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe

1.1 Domaine d'emploi

Procédé d'isolation thermique inversée de toitures à base de panneaux en polystyrène extrudé (XPS) de deux types différents JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF se différenciant par leurs propriétés thermiques, posé en un lit indépendant sur revêtements d'étanchéité, de dimension utiles :

- Longueur x largeur : 1 250 x 600 ;
- D'épaisseurs :
 - JACKODUR KF 300 Standard SF : allant de 50 à 320 mm (par pas de 10 mm).
Les panneaux fabriqués à l'usine Allemande ont des épaisseurs allant de 50 à 320 mm.
Les panneaux fabriqués à l'usine belge ont des épaisseurs allant de 50 à 160 mm.
 - JACKODUR Plus 300 Standard SF : 50, 60, 70, 80, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 et 200 mm.
Les panneaux JACKODUR Plus 300 Standard SF sont fabriqués sur le site de fabrication Allemand.

Le procédé protège le revêtement des actions climatiques et du poinçonnement. Il ne nécessite pas de pare-vapeur spécifique. Il s'utilise en ouvrage neuf ou en réfection des toitures existantes :

- En climat de plaine, sur les éléments porteurs en :
 - maçonnerie conformes à la norme NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1) ou à un Avis Technique, de pente minimale nulle (0 %) à 5 % et ayant comme destination des toitures :
 - inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales,
 - techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
 - accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée, y compris sous protection directe par dalles sur plots. La pression maximale admissible est de :
 - 60 kPa sous protection rapportée,
 - 40 kPa sous protection par dalles sur plots (panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF d'épaisseur comprise entre 50 et 120 mm et panneaux JACKODUR Plus 300 Standard SF d'épaisseur comprise entre 50 et 180 mm),
 - jardins. La pression maximale admissible est de 60 kPa,
 - terrasses et toitures végétalisées,
 - Panneau CLT bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement l'utilisation en toiture inversée. La pente minimum et la destination visée (inaccessible sans rétention temporaire des eaux pluviales, technique sans chemin de nacelles, accessibles avec protection par dalles sur plots, végétalisées) seront conformes à l'Avis Technique de l'élément porteur,
 - dalles de béton cellulaire armées bénéficiant d'un Avis Technique visant favorablement l'utilisation en toiture terrasse inversée pour les destinations inaccessibles, techniques et végétalisées. La pente sera $\geq 1\%$. Le domaine d'emploi visé est conforme à celui indiqué dans l'Avis Technique de la dalle.
- En climat de montagne, destinations de toiture-terrasse admises en climat de plaine excepté par protection par dalles sur plots et par végétalisation, sur éléments porteurs en maçonnerie conformes à la norme NF DTU 43.11 ou à un Avis Technique, de pente minimale 1 %. La résistance maximale admissible est de 60 kPa.
En climat de montagne, la solution JACKODUR WA est obligatoire.

Excepté pour la protection par dalles sur plots pour laquelle elle est facultative, le procédé doit être associé à une couche de séparation interposée entre l'isolant et la protection :

- Soit, non-tissé ;
- Soit, non-tissé JACKODUR WA ;
- Soit, système de drainage ou nappe de drainage sous Avis Technique visant la toiture inversée.

1.2 Solution JACKODUR WA

La solution JACKODUR WA se différencie d'une isolation classique par l'interposition entre la couche isolante JACKODUR et la protection rapportée d'un écran spécifique JACKODUR WA.

L'interposition du non-tissé JACKODUR WA permet notamment d'augmenter la performance thermique de la toiture.

En climat de montagne, la solution JACKODUR WA est obligatoire.

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 JACKODUR avec les produits chimiques courants est disponible auprès du fabricant.

1.4 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 les panneaux 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'eau pluviale 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.

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

1.5 Assistance technique

La Société JACKON Insulation GmbH fournit une assistance technique sur demande.

2. Destination

Voir *tableaux 1, 1bis, 1ter, 1quater* en fin de Dossier Technique et § 1.1.

3. Prescriptions au sous-jacent

3.1 Éléments porteurs

- Les éléments porteurs en maçonnerie sont conformes aux prescriptions des normes NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1) ; La pente nulle est admise, en climat de plaine, pour les toitures-terrasses inaccessibles, les terrasses techniques ou à zones techniques, les terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection par dalles sur plots, les toitures-terrasses jardins et les terrasses et toitures végétalisées.

Le Document Technique d'Application de certains systèmes de drainage peut indiquer une pente minimum de 2 % au minimum ;

- La pente des éléments porteurs en panneaux CLT est définie dans leur Avis Technique ;
- La pente des éléments porteurs en dalles de béton cellulaire armées est définie dans leur Avis Technique.

3.2 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité en asphalte traditionnel sont conformes à la norme NF P 84-204-1-2 (référence DTU 43.1 P1-2).

Les revêtements d'étanchéité en asphalte non traditionnel et mixtes sous asphalte, sont conformes aux prescriptions de leur Avis Technique.

Les revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses, en membrane synthétique, ou les Systèmes d'Étanchéité Liquide (SEL) sont conformes aux prescriptions de leur Document Technique d'Application qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée.

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

4.1 Pose des panneaux JACKODUR

cf. figures 1 et 1bis.

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.

L'indépendance est obtenue par déroulage à sec d'une couche de désolidarisation, à recouvrements de 10 cm (cf. § 7.22). L'emploi de cette couche n'est pas requis sur un revêtement :

- En asphalte coulé ;
- Un revêtement mixte sous asphalte coulé ;
- Un revêtement autoprotégé par paillettes ou granulats.

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

4.2 Solution JACKODUR WA Pose de l'écran spécifique

cf. figure 2.

4.21 Cas général

L'écran spécifique JACKODUR WA est posé librement sur l'isolation constituée de panneaux.

La continuité des lès successifs se fait par recouvrement (de 15 cm au minimum) et le non-tissé doit également remonter le long des relevés et émergences. La remontée au droit des relevés (acrotères, lanternes...) doit être d'une hauteur égale à l'épaisseur de la protection rapportée (sauf avec des dalles sur plots) majorée de 2 cm.

Dans le cas d'une protection rapportée par dalles sur plots, la 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 déroulées.

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

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

Selon la configuration de la terrasse (forme remontée en partie singulière ex. : lanternes, cheminée...), l'exigence de continuité du non-tissé implique localement de découper, superposer ou assembler entre eux des morceaux de non-tissé. Si la pièce de non-tissé 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.

4.22 Réparation de l'écran spécifique JACKODUR WA

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 au § 4.21.

4.23 Calcul thermique

Lorsque le non-tissé WA est mis en place le calcul thermique est effectué selon l'annexe B, dans le cas contraire il convient de se baser sur l'annexe A.

4.3 Pose du système de drainage ou de la nappe drainante

Le système de drainage ou la nappe drainante doit bénéficier d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée selon l'accessibilité de la toiture. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application. Il sera interposé entre les panneaux isolants (avec ou sans JACKODUR WA) et la protection rapportée.

4.4 Protection rapportée

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

4.41 Protection meuble

cf. tableau 1, figures 3.

Protection par couche de gravillons selon le § 7.26, avec interposition d'une couche de séparation (non-tissé, écran spécifique JACKODUR WA, nappe drainante mise en œuvre selon le § 4.3).

La protection meuble est utilisée en toiture-terrasse inaccessible et dans les zones non circulées des terrasses techniques, ou à zones techniques.

Protection par couche de granulats définie au § 7.2711 avec interposition d'une couche de séparation (non-tissé, écran spécifique JACKODUR WA ou nappe drainante) mise en œuvre selon le § 4.21.

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

- Isolant d'épaisseur 50 à 80 mm : granulats 60 mm ;
- Isolant d'épaisseur 90 à 100 mm : granulats 80 mm ;
- Isolant d'épaisseur 110 à 180 mm : granulats 100 mm ;
- Isolant d'épaisseur 190 à 220 mm : granulats 140 mm ;
- Isolant d'épaisseur 230 à 250 mm : granulats 160 mm ;
- Isolant d'épaisseur 260 à 290 mm : granulats 180 mm ;
- Isolant d'épaisseur 300 à 320 mm : granulats 200 mm.

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 cm² (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 granulats, inspection des EEP, etc.). Cette maintenance, à la charge du maître d'ouvrage, doit être faite au minimum une fois par an et chaque fois que nécessaire (par exemple : après de grands vents et/ou de fortes précipitations).

Cas particulier :

Dans le cas où l'immeuble est, et à partir des zones de vent des Règles NV 65 modifiées, de hauteur :

- 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, et de dépression due au vent $\leq 4\,712$ Pa.

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 conformément au § 4.421 :

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

4.42 Chemins de circulation, terrasses techniques ou à zones techniques, chemins de nacelle et de circulation

4.421 Chemins de circulation

Les chemins de circulations sont réalisés avec des dallettes d'épaisseur indiquée au tableau 2a, posées à sec :

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

4.422 Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelle)

Les terrasses techniques ou à zones techniques sont réalisées avec des dallettes d'épaisseur indiquée au tableau 2a, posées à sec :

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

4.423 Chemins de nacelle sur terrasses techniques ou à zones techniques

Dallage en béton armé coulé sur :

- Soit, une couche de séparation conforme à la norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1) ;
- Soit, un écran JACKODUR WA + film synthétique 100 μm ;
- Soit, un système de drainage posé conformément à son Document Technique d'Application.

Cet ouvrage en béton armé est dimensionné conformément à la NF P 84-204 (DTU 43.1) et selon l'annexe D de la norme NF P 10-203-1-1 (référence DTU 20.12 P1-1) à partir des valeurs de « Rcs_{mini} » et de « ds_{mini} - ds_{maxi} » précisées au tableau 3 en fin de Dossier Technique. Les valeurs de « Rcs_{mini} » et de « ds_{mini} - ds_{maxi} » sont

définies conformément au *e-Cahier du CSTB 3230_V2* de novembre 2007.

Le fractionnement du dallage et les passages d'eau doivent être réalisés conformément au § 6.6.4.2.2 de la NF P 84-204 (DTU 43.1).

4.43 Protection dure pour piétons et séjour

cf. *tableaux 1 bis et 1ter*.

4.431 Dalles préfabriquées posées à sec

Selon la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1), les dalles jointives sont posées à sec, à joints serrés, sur un lit de granulats 3/8 d'épaisseur minimum 3 cm, avec interposition d'une couche de séparation en non-tissé préalablement placée au-dessus des panneaux isolants.

Dans le cas de l'écran spécifique de la Solution JACKODUR WA, décrite au § 4.2 ci-avant, l'écran spécifique en non-tissé JACKODUR WA est placé directement au-dessus des panneaux isolants, remplaçant le non-tissé de la couche de séparation.

La pression maximale d'utilisation des panneaux JACKODUR est de 60 kPa.

Un système de drainage peut être interposé entre les panneaux isolants et les dalles posées sur granulats. La pose du système de drainage est réalisée conformément à son Document Technique d'Application ; le Document Technique d'Application du système de drainage prescrit une pente de 2 % au minimum. Il est compatible avec la mise en œuvre de la solution JACKODUR WA.

L'épaisseur des dalles préfabriquées à mettre en œuvre est fonction de l'épaisseur de l'isolant et est indiquée dans le tableau 2a en fin de Dossier Technique.

4.432 Dalles sur plots

cf. *figures 4*.

Les plots sont posés directement sur les panneaux JACKODUR, ou sur l'écran spécifique en non-tissé dans la Solution JACKODUR WA.

L'épaisseur des dalles en béton est indiquée au tableau 2b.

La pression maximum d'utilisation est de 40 kPa sous chaque plot.

Les dispositions relatives aux plots répondent aux prescriptions de la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) ou du Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité, notamment :

- Pour la hauteur d'au moins 10 cm du relevé d'étanchéité (cf. *Norme NF P 10-203-1-1 - référence DTU 20.12 p1-1*) ;

et

- La protection des relevés d'étanchéité, si le relevé d'étanchéité dépasse le dessus des dalles préfabriquées.

L'utilisation de cette protection dure n'est possible que pour une épaisseur d'isolation maximale de 120 mm pour le panneau JACKODUR KF 300 Standard et 180 mm pour le panneau JACKODUR PLUS 300 Standard SF.

4.433 Carreaux scellés ou collés

Un système de drainage est interposé entre les panneaux isolants et la protection dure.

Solution A :

La solution A n'est applicable que pour des terrasses à usage privatif dont la surface ne dépasse pas 100 m².

Une chape fractionnée en mortier armé, ou une dalle en béton armé, coulée sur place est mise en œuvre sur la couche de séparation selon la norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1), avec interposition d'un non-tissé entre les panneaux isolants et la couche de séparation et de drainage, en granulats.

Elle est complétée par un revêtement de sol céramique non gélif :

- Scellé adhérent conformément à la norme NF P 61-202-1 (réf. DTU 52.1) ;
- Collé conformément à la norme NF DTU 52.2 P1-1-3.

Dans le cas de la Solution JACKODUR WA, décrite au § 4.21 ci-avant, le non-tissé JACKODUR WA est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous les gravillons constituant la couche de drainage.

Solution B :

Cette solution consiste en un système de drainage bénéficiant d'un Avis Technique favorable pour cet emploi, interposé entre les panneaux isolants et la protection dure.

La solution B est applicable à toutes toitures-terrasses de pente minimale de 2 % au minimum.

La protection dure est mise en œuvre sur le système de drainage conformément à son Document Technique d'Application et est constituée par :

- Une chape fractionnée en mortier, ou une dalle en béton armé, coulée sur place est mise en œuvre sur cette nappe drainante. La mise en œuvre sera conforme à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ;

- Le revêtement de sol céramique non gélif est mis en œuvre conformément au DTU 52.1 et 52.2.

4.434 Pavés en béton

Les pavés sont posés sur lit de sable, avec interposition d'un non-tissé entre les panneaux isolants et le sable ; le non-tissé est complémentaire à la mise en œuvre prescrite au § 6.6.3.3.5 de la norme NF P 84 204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1).

Dans le cas de la Solution JACKODUR WA, décrite au § 4.21 ci-avant, le non-tissé JACKODUR WA est placé directement au-dessus des panneaux isolants.

4.435 Dalle en béton coulé sur place

La destination de ce type d'ouvrage est limitée à l'accessibilité piétonne.

La protection peut être réalisée par une couche de béton coulé sur place fractionnée. Elle devra être disposée sur une couche de séparation :

- Conforme à la norme NF P 84-204-1 (DTU 43.1) ;

ou

- Constitué d'une nappe de drainante bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant son emploi en isolation inversée dans l'usage visé de la toiture. La mise en œuvre se fera conformément à son Document Technique d'Application.

4.4351 Cas général du DTU 43.1 : surface < 500 m² ou résistance utile de l'isolant < 2 m².K/W

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

- Épaisseur mini 6 cm ;
- Béton 350 kg de ciment par m³ de béton ;
- Armature mini : treillis soudé 150 x 150, diamètre 4 ou de section équivalente ;
- Fractionnement par des joints de largeur mini 2 cm, en partie courante tous les 4 à 5 m dans les deux sens, en bordure des reliefs et émergences ;
- Les joints intéressent toute l'épaisseur du dallage, les armatures étant interrompues au droit des joints ;
- Les joints sont garnis d'un produit ou dispositif imputrescible et apte aux déformations alternées ;
- Les tolérances et les matériaux sont conformes à la norme NF P 84 204-1 (DTU 43.1).

4.4352 Cas particulier de terrasse supérieure à 500 m² avec un panneau isolant de résistance thermique utile ≥ 2 (m².K)/W

Dans ce cas, le dimensionnement du dallage servant de protection se fera conformément à la norme NF P 11-213-2 (DTU 13.3 - partie 2) en prenant en compte les valeurs R_{cSmini} de résistance de service et «d_{Smini} ds_{maxi}» figurant au *tableau 3*.

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

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

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

4.44 Protection des relevés

cf. *figures 5a et 5b*.

La protection des relevés d'étanchéité est conforme aux prescriptions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1) ou au Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité. Ils peuvent être isolés thermiquement selon les prescriptions du *e-Cahier du CSTB 3741* de janvier 2014.

Les relevés des toitures-terrasses inaccessibles ou techniques peuvent être protégés (et isolés thermiquement) par un lit de panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF ou JACKODUR Plus 300 Standard SF et une plaque plane en fibres-ciment d'épaisseur 6 mm conforme à la norme NF EN 12467 de catégorie A.

Les plaques doivent être collées par plots de colle polyuréthane mono composant sans solvant (cf. § 7.25) sur les panneaux isolants en laissant des joints de 5 mm entre deux plaques consécutives.

L'ensemble est maintenu en tête par un étrier et en pied par la protection rapportée. Le support doit être conçu de telle manière que soit formée une pente de 2 % de la couverture vers la toiture.

Les panneaux isolants de relevé non visibles (sous le niveau des dalles sur plots) ne nécessitent pas de protection.

4.5 Détails de toiture

4.5.1 Reliefs, joints de dilatation, pénétrations

cf. figures 6, 7 et 8.

Les détails, les reliefs, les joints de dilatation, les pénétrations sont traitées conformément aux prescriptions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (référence DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1) en respectant notamment les prescriptions de hauteur au-dessus des panneaux isolants dans le cas d'une protection par dalles sur plots, et par rapport au-dessus de la protection lourde dans les autres cas.

4.5.2 Évacuations pluviales

cf. figures 9 et 10.

L'eau est évacuée à deux niveaux :

- Au niveau du revêtement d'étanchéité ;
- et

- Au niveau de la surface des panneaux isolants.

L'évacuation des eaux pluviales au niveau du revêtement d'étanchéité est assurée conformément à la norme NF P 84-204-1 (Référence DTU 43.1 P1).

L'évacuation des eaux pluviales au niveau de la surface de l'isolant inversé s'effectue par la même entrée d'eau pluviale, à travers un garde-grève posé sur le panneau isolant. La largeur de la platine de ce garde-grève s'encastre dans le moignon sur une longueur suffisante, par exemple par trois pattes de centrage.

Selon l'ouvrage, des trop-pleins d'alerte sont requis (cf. § 4.47).

5. Mise en œuvre de l'isolation inversée : Cas des ouvrages de réfection

5.1 Conditions préalables

Le nouveau revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon la norme NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1) ou selon les préconisations de son Avis Technique visant favorablement son emploi en réfection de toiture.

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

5.2 Mise en œuvre de l'isolant

Sur le 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 rapportée, comme suit :

- Examiner la protection lourde existante : granulométrie, propreté, épaisseur, zones dégarnies ;
- Vérifier que la structure peut supporter la charge de la protection lourde à installer, ainsi que la mise en tas de la protection meuble existante ;
- Relever les granulats en tas sans les accumuler de manière excessive ;
- Procéder à la pose du nouveau revêtement d'étanchéité et à la pose des panneaux isolants ;
- Remettre en place la protection lourde avec les précautions suivantes :
 - Si un ajout de granulats est nécessaire, les granulats récupérés (de granulométrie supposée ≥ 10) seront répandus sur la zone centrale de la terrasse avec complément en granulats 10/18 ou 15/30 jusqu'à atteindre l'épaisseur requise ; en périphérie, sur une largeur d'au moins 2 m, un ajout de granulats sera fait à l'épaisseur requise ;
 - Si les granulats (récupérés ou de complément) sont de granulométrie < 15 , ou riches en fines, interposer une couche de séparation en non-tissé.

5.4 Détails de toiture

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

5.4.1 Reliefs

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

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

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

On pourra également prolonger le revêtement d'étanchéité sur le dessus de l'acrotère jusqu'à l'arête extérieure, lorsque possible, en conservant une hauteur minimum de 50 mm entre le dessus de la protection meuble et la partie supérieure de l'acrotère selon la figure 19 de la norme NF P 10-203-1-2 (référence DTU 20.12 P1-1).

Les relevés des toitures-terrasses inaccessibles et terrasses techniques, ou à zones techniques, peuvent être isolés thermiquement comme décrit au § 4.44 ci-avant.

5.4.2 Joints de dilatation sur double costière

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

5.4.3 Évacuations pluviales

cf. § 4.52.

6. Destinations particulières

6.1 Toitures-terrasses jardins

cf. tableau 1 quater.

6.1.1 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont conformes :

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

6.1.2 Mise en œuvre des panneaux isolants

Elle est faite conformément aux § 4.1 et 4.2.

6.1.3 Couche drainante et couche filtrante

Elles sont posées selon le § 9.3.2 de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1), la couche drainante étant directement mise en œuvre sur les panneaux isolants.

Un système de drainage (couche drainante et filtrante selon § 8.257) peut être interposé entre les panneaux isolants et la terre végétale ; la pose du système de drainage est réalisée conformément à son Document Technique d'Application.

Dans le cas de la Solution JACKODUR WA, décrite au § 4.2 ci-avant, le non-tissé JACKODUR WA est placé directement au-dessus des panneaux isolants, sous la couche drainante.

6.1.4 Protection par terre végétale des toitures-terrasses jardins

Les matériaux sont approvisionnés à l'avancement avec de petits engins de chantier roulant sur des planches de répartition des charges ; le drain et la terre sont répandus à la main ; on évite ainsi le poinçonnage et la détérioration des plaques d'isolant de polystyrène extrudé.

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

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

6.2 Terrasses et toitures végétalisées

cf. tableau 1 quater.

Le procédé JACKODUR Toiture-terrasse est utilisable jusqu'à la dépression au vent extrême ou hauteur limite de bâtiment indiquée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée avec une dépression maximum d'au plus 4 712 Pa selon les Règles NV 65 modifiées.

Poids de Capacité Maximale en Eau (C.M.E.) des composants du procédé JACKODUR Toiture-terrasse et du non-tissé JACKODUR WA : cf. tableau 5 en fin de Dossier Technique.

6.21 Revêtement d'étanchéité

Les revêtements d'étanchéité admis sont conformes :

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

6.22 Mise en œuvre des panneaux isolants

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

6.23 Couche drainante et couche filtrante

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

Selon l'Avis Technique du procédé de végétalisation, la couche drainante peut être constituée, en partie ou en totalité, de la protection meuble définie au § 4.41.

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

La protection meuble contribue à maintenir en place les panneaux isolants, aux efforts dus à la dépression du vent extrême au sens des Règles NV 65 modifiées et à la pression de l'eau, indépendamment du procédé de végétalisation situé au-dessus de la protection meuble.

Cette protection meuble est définie au § 4.41.

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

6.25 Végétalisations des terrasses et toitures végétalisées

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

6.26 Points particuliers : reliefs, zones stériles, évacuations des eaux pluviales

Les détails de toiture sont réalisés en conformité avec l'Avis Technique du procédé de végétalisation visant favorablement son emploi en toiture inversée.

6.3 Climat de montagne en toitures-terrasses

cf. *tableau 1, 1bis, 1ter et 1quater*.

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

- Inaccessibles, y compris les chemins de circulation, hors rétention temporaire des eaux pluviales, de pente minimale 1 % à 5 % ;
 - Techniques ou à zones techniques, y compris les chemins de nacelle, de pente minimale 1 % à 5 % ;
 - Accessibles à la circulation piétonnière et au séjour avec protection rapportée (pente 1,5 % à 5 %) : dalles préfabriquées sur lit de gravillons ; dalles coulées sur place et fractionnées ;
 - Jardins, de pente minimale 1 % à 5 %.
- Les revêtements d'étanchéité admis sont soit conformes à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) protection comprise pour l'asphalte, soit conforme à cette norme-DTA, soit conforme à un Avis Technique spécifique pour terrasse jardin.

La solution JACKODUR WA est obligatoire.

7. Matériaux

7.1 Panneaux isolants JACKODUR

7.11 Définition des matériaux

- a) JACKODUR KF 300 Standard SF : polystyrène rigide extrudé au gaz CO₂, obtenu par extrusion et caractérisé par une peau de surface surdensifiée. La technologie novatrice Multi layer permet de fabriquer des panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF de très forte épaisseur ;
- b) JACKODUR Plus 300 Standard SF : polystyrène rigide extrudé au gaz HFO, obtenu par extrusion et caractérisé par une peau de surface surdensifiée. La technologie novatrice Multi layer permet de fabriquer des panneaux JACKODUR Plus 300 Standard SF de très forte épaisseur.

7.12 Spécifications

cf. *tableau 3*.

7.13 Fabrication et contrôles

7.131 Fabrication

Les panneaux JACKODUR sont fabriqués par la Société JACKON Insulation GmbH dans ses usines d'Arendsee (Allemagne) et Olen (Belgique). La fabrication s'effectue en continu et comprend essentiellement les étapes suivantes :

- Mélange du polystyrène et des additifs ;
- Fusion et homogénéisation du mélange ;
- Extrusion de la pâte ;
- Assemblage des panneaux pour les fortes épaisseurs par la technologie Multi Layer ;
- Découpe, emballage ;
- Stabilisation des produits.

7.132 Contrôle de fabrication

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

a) Sur matières premières

Des contrôles sont effectués par nos fournisseurs qui garantissent ces dernières.

b) En cours de fabrication

Des contrôles fréquents sont réalisés sur les produits pour garantir leur qualité. Il est notamment réalisé :

- Vérification toutes les deux heures de : la longueur, la largeur, la planéité, la perpendicularité, l'épaisseur et la densité ;
- Après chaque changement de produit, de réglage ou d'équipe, la résistance à la compression est contrôlée directement en sortie de ligne.

c) Sur produits finis

Les contrôles sont ceux imposés par la certification ACERMI et le tableau B.1 de l'annexe B de la norme EN 13164. Ils sont appliqués pour toutes les épaisseurs.

Le contrôle d'incurvation est effectué 2 fois par an par produit.

Les valeurs de R_{cs} et d_s sont relevés à chaque essai de résistance en compression.

7.133 Contrôles effectués par un organisme extérieur

Les usines de Arendsee et Olen sont certifiées et auditées par l'ACERMI (France). Ces deux sites sont également audités par le DQS GmbH (Allemagne) et certifiés ISO 9001 et ISO 14001.

7.14 Conditionnement – Identification - Étiquetage - Stockage

7.141 Conditionnement

Il se fait sous film polyéthylène thermorétracté en colis protégés 4 faces pour l'usine de Arendsee et 6 faces pour l'usine de Olen.

7.142 Identification et étiquetage

Les panneaux sont marqués en continu avec la dénomination commerciale du produit. Un code est appliqué sur chaque panneau pour assurer une traçabilité du produit.

L'étiquetage est conforme aux exigences du marquage CE et de la certification ACERMI.

7.143 Stockage

Le stockage est effectué en usine, à l'abri de l'eau et des intempéries, ou à l'extérieur pour de courtes durées (fonction des conditions climatiques et du mode de stockage).

7.2 Autres matériaux

7.21 Matériaux pour étanchéité

- Matériaux traditionnels d'étanchéité en asphalte traditionnel conformes à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ;
- Matériaux d'étanchéité à base d'asphalte non-traditionnel, et ceux mixtes sous asphalte, sous Avis Techniques lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Revêtements d'étanchéité à base de feuilles bitumineuses définis par leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;
- Revêtements d'étanchéité à base de membrane synthétique conformes à leurs Documents Techniques d'Application lorsque ceux-ci visent les applications sous isolation inversée ;

- Matériaux pour relevés conformes à la norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1) pour les revêtements en asphalte traditionnel, ou aux Documents Techniques d'Application des revêtements d'étanchéité ;
- Systèmes d'Étanchéité Liquide (SEL) conformes aux prescriptions de l'Document Technique d'Application qui précise les conditions d'emploi sous isolation inversée.

7.22 Couche de désolidarisation sous les panneaux isolants

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m² en polyester ou polypropylène ;
- Couche de désolidarisation citée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité.

7.23 Couche de séparation sur les panneaux isolants

a) Non-tissé :

- voile ouvert à la vapeur d'eau (Sd ≤ 0,1m) de 170 g/m² au minimum en polyester ou polypropylène,
- celui cité dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité pour un emploi en toiture inversée,
- celui cité dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

b) Film :

- film synthétique d'épaisseur minimum 100 µm,
- celui cité dans le Document Technique d'Application du système de drainage (cf. § 7.262).

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

- non-tissé (cf. § 7.23a),
- surmonté d'un film (cf. § 7.23b),
- système de drainage (cf. § 7.262).

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

- Soit :
 - non-tissé (cf. § 7.23a),
 - surmonté d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15.
- Soit :
 - un système de drainage (cf. § 7.262).

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

- Cas des surfaces < 100 m² à usage privatif :
 - non-tissé (cf. § 7.23a),
 - surmonté, soit d'un lit de granulats courants d'épaisseur ≥ 3 cm, roulés ou concassés, de granulométrie 3/15 et d'un non-tissé (cf. § 7.23a), soit d'un film (cf. § 7.23b).
- Cas des autres toitures terrasses :
 - système de drainage (cf. § 7.262),
 - éventuellement surmonté d'un film défini dans le Document Technique d'Application du système de drainage.

f) Sous les pavés en béton :

- non-tissé (cf. § 7.23a) ;
- surmonté d'un lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm et de granulométrie d ≥ 2 cm et D ≤ 5 cm selon la norme NF EN 13043.

7.24 Écran spécifique JACKODUR WA

- Non-tissé ouvert à la vapeur d'eau (Sd = 0,04 m) ;
- Rouleau de largeur 3 m et longueur 100 m ;
- Masse du rouleau : 30 kg ;
- Masse surfacique : 100 g/m² ;
- Résistance en traction longitudinales : 210 N/5cm (EN 29073-3) ;
- Résistance en traction transversale : 145 N/5cm (EN 29073-3) ;
- Résistance à la pénétration de l'eau : >150 cm (EN 20 811) ;
- Souplesse à basse température : pas de déchirure à - 40 °C (EN 13859-1).

7.25 Colle polyuréthane

Colle de montage monocomposant à base de polyuréthane sans solvant type colle JACKODUR :

- Temps de maniabilité (23 °C, 50 % d'humidité relative) : 5-10 min ;
- Stockage hors gel : ≤ 30 °C.

7.26 Couches drainante et filtrante

7.261 Couche drainante pour toitures-terrasses jardins

- Couches drainantes conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (référence DTU 43.1), au CPT Commun « Étanchéités de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Document d'Application » (*Fascicule du CSTB 3502 d'avril 2004*) :
 - plaques de polystyrène expansé moulées citées dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité,
 - cailloux et granulats de granulométrie 15/40 ou 20/40 d'épaisseur ≥ 0,10 m,
 - granulats minéraux expansés (schistes, argiles, pouzzolanes...) de granulométrie 10/30 d'épaisseur ≥ 0,10 m ;
- Système de drainage défini dans un Document Technique d'Application (cf. § 7.262).

7.262 Autres systèmes de drainage

Système de drainage titulaire d'un Document Technique d'Application pour un emploi en toiture inversée, ou cité dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

7.263 Couches filtrantes

- Non-tissé synthétique d'au moins 170 g/m² conforme à la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) ;
- Couche filtrante citée dans le Document Technique d'Application du revêtement d'étanchéité ;
- Couche filtrante citée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

7.27 Protections

cf. *tableau 1*.

7.271 Toitures inaccessibles

7.2711 Toitures inaccessibles

Granulats de granulométrie comprise entre 5 mm et 2/3 de l'épaisseur de la protection. La granulométrie moyenne minimale est de 16 mm (par exemple : 10/22, 12/20, 15/30 à 16/32).

7.2712 Chemins de circulation

Dalles en béton préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 et de classe minimum (flexion-rupture) 1-45 (marquage S-4), pour pose sur lit de gravillons ou sur non-tissé, et d'épaisseur minimale 40 mm.

7.272 Toitures accessibles aux piétons et au séjour

- Dalles préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339 de classe minimum (flexion-rupture) : 1-45 (marquage S-4), pour pose sur lit de gravillons ;
- Dalles préfabriquées conformes à la norme NF EN 1339, certifiées NF, de classe minimum (flexion-rupture) : 2-70 ou 2-110 (marquages T-7 et T-11), pour pose sur plots, en climat de plaine ;
- Plots conformes aux prescriptions de la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ou aux Avis Techniques des revêtements, en climat de plaine ;
- Revêtements de sol durs résistant au gel, pour pose scellée ou collée sur chape fractionnée (cf. *Norme NF P 84-204 - DTU 43.1*). Emploi limité à l'usage privatif, surface < 100 m² environ, en climat de plaine.

Dans le cas particulier d'une protection lourde recevant des revêtements de sol scellés conformément au DTU 52.1, la pente minimum est de 1,5 % (2 % en solution B) conformément à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) ;

- Dalles en béton coulées sur place et fractionnées (cf. § 4.435) ;
- Pavés autobloquants ou non en béton, certifiés NF, pour pose sur lit de sable (cf. *Norme NF P 84-204 - DTU 43.1*) et sa couche de séparation (cf. § 8.23).

7.273 Toitures terrasses-jardins

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

7.274 Terrasses et toitures végétalisées

- Végétalisation des terrasses et toitures végétalisées par complexe défini dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation.

8. Détermination de la résistance thermique du système

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 réduisant les déperditions par temps sec.

8.2 Détermination de l'épaisseur des panneaux JACKODUR

Se reporter à l'*Annexe thermique A* pour les solutions courantes et à l'*Annexe thermique B* pour la Solution JACKODUR WA.

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

À défaut d'un certificat valide, les résistances thermiques utiles des panneaux JACKODUR seront calculées en prenant la conductivité thermique du fascicule 2/5 des Règles Th-U (version 2004), soit la valeur tabulée par défaut de la conductivité thermique (λ_{DTU}), soit en multipliant par 0,85 la résistance thermique déclarée (R_D).

B. Résultats expérimentaux

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

- Rapports d'essais du CSTB :
 - n° RSET 07-005 du 18 octobre 2007, détermination du comportement sous charge maintenue (dalles sur plots) ;
 - n° RSET 07-26007934 du 30 août 2007, détermination de l'incurvation sous gradient thermique et du comportement sous charge maintenue (dalles sur plots) ;
 - n° CLC-ETA-14-26050412-2 du 01 octobre 2014, essai de comportement sous charges statiques réparties et températures élevées ;
 - n° CLC-ETA-14-26050412-2 du 01 octobre 2014, essai de charge maintenue en température ;
 - n° CLC-ETA-14-26050412-2 du 01 octobre 2014, détermination de l'incurvation sous l'effet d'un gradient thermique ;
- Rapports de classement européen de réaction au feu, établis par le MPA NRW, complétés par la lettre du MPA NRW du 29 novembre 2007 :
 - n° 420001510 04-1.2 établi le 22 février 2005, valable pour des panneaux produits à Mechau, d'épaisseur 20 à 60 mm et de densité 33 à 45 kg/m³ ;
 - n° 420001085 02-155 établi le 06 novembre 2003, valable pour des panneaux produits à Mechau, d'épaisseur 80 à 200 mm et de densité 33 à 43 kg/m³ ;
 - n° 230003407-1 établi le 16 juin 2004, valable pour des panneaux produits à Olen, d'épaisseur 20 à 80 mm et de densité 33 à 43 kg/m³ ;
- Rapport de surveillance du MPA NRW Dortmund n° 42 0001164 – 2007-3 du 28 septembre 2007.
- Rapports d'essais internes :
 - n° TTI3-01-V01 du 16 mai 2014, essai de vérification de l'influence de la température sur Rcs et ds.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽¹⁾

Les panneaux Jackodur KF 300 Standard SF font l'objet d'une Environmental Product Declaration (EPD), conforme à la norme ISO 14025.

Le demandeur déclare que cette fiche est commune. Elle a été établie en 2010 par PE international à la demande d'EXIBA et a fait l'objet d'une vérification par une tierce partie.

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

C2. Autres références

Depuis 2007, ce procédé a fait l'objet de plusieurs chantiers totalisant plus de 50 000 m² de toitures-terrasses avec le procédé JACKODUR Toiture-terrasse.

(1) Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet AVIS.

Annexe thermique A : Solution courante

Le calcul du coefficient de transmission surfacique en partie courante des toitures à isolation inversée est effectué conformément aux Règles techniques validées par le Comité Thermique de l'Avis Technique (C.T.A.T.) le 12 novembre 2009, c'est-à-dire de la façon suivante :

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

- des vides d'air dans l'isolation thermique,
- 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 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 JACKODUR ;
- ΔU_f : est la correction pour les fixations mécaniques, $\Delta U_f = 0$ pour les panneaux indépendants JACKODUR ;
- ΔU_r : est la correction pour les toitures inversées en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolation et le revêtement d'étanchéité.

Méthode de calcul pour la correction en raison de l'eau de pluie qui circule entre les panneaux JACKODUR et le revêtement d'étanchéité

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

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

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

Notas :

- Le coefficient U_p est présenté en résultat final avec deux chiffres significatifs,
- U_0 est calculée à 0,01 près,
- ΔU est calculée à 0,01 près ($\Delta U < 0,01$ est considérée égale à zéro).

dans laquelle :

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

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

Nota : Le calcul des résistances thermiques est fait avec au moins trois chiffres significatifs.

avec :

- R_T : est la résistance thermique totale, arrondi à deux chiffres après la virgule lorsqu'il s'agit d'un résultat final, en $(m^2.K)/W$,
- R_0 : est la résistance thermique entre la face interne de la toiture et la surface du revêtement d'étanchéité, en $(m^2.K)/W$,
- R_1 : est la résistance thermique de la couche d'isolant au-dessus du revêtement d'étanchéité en tenant compte de la variation $\Delta\lambda_h$ due à l'infiltration d'eau entre le revêtement d'étanchéité et l'isolation rapportée :

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

- e_1 : est l'épaisseur de l'isolant, en m ;
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$: est la conductivité thermique de l'isolant JACKODUR dans les conditions d'utilisation en isolation inversée en tenant compte de la teneur volumique en humidité dans le produit, la valeur de $\Delta\lambda_h$ étant donnée dans le *tableau A2*.

Nota :

- λ_{UTILE} : conductivité de base utile, valeur déclarée (λ_D) affectée d'un coefficient de sécurité de 15 % sur la conductivité thermique, ou valeur certifiée par ACERMI, ou valeur Th-U par défaut (λ_{DTU}),
- $\lambda_{UTILE} + \Delta\lambda_h$: conductivité utile en isolation inversée pour protection dure maçonnée, majoration selon *tableau A2*.
- ΔU_r : est la correction à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture d'un procédé. ΔU_r représente les déperditions supplémentaires de chaleur dues aux écoulements des eaux de pluie à travers les joints de l'isolation jusqu'au revêtement d'étanchéité :

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

- p : en mm/jour, intensité moyenne des précipitations pendant la saison de chauffage, en mm/jour. Pour des bâtiments situés en climat de plaine de la France européenne, le paramètre p est fixé pour chaque département et est donné dans le *tableau A1* ci-après,
- f : facteur de drainage, fonction de la fraction de p qui atteint le revêtement d'étanchéité,
- x : en $(W.jour)/(m^2.K.mm)$, facteur d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage,
- $f \cdot x = 0,04$: pour une isolation en couche simple au-dessus du revêtement d'étanchéité, à joints secs et avec une protection lourde ouverte à l'extérieur, telle que des granulats.

Tableau A1 – Précipitations moyennes « p » en mm/jour (1), en climat de plaine

N°	Département	p	N°	Département	p	N°	Département	p
01	Ain	2,12	32	Gers	1,99	64	Pyrénées-Atlantiques	3,42
02	Aisne	1,89	33	Gironde	2,90	65	Hautes-Pyrénées	3,33
03	Allier	1,84	34	Hérault	2,31	66	Pyrénées-Orientales	1,87
04	Alpes-Haute-Provence	2,03	35	Ille-et-Vilaine	1,93	67	Bas-Rhin	1,33
05	Hautes-Alpes	2,03	36	Indre	2,06	68	Haut-Rhin	1,31
06	Alpes Maritimes	2,74	37	Indre-et-Loire	1,98	69	Rhône	2,12
07	Ardèche	2,62	38	Isère	2,58	70	Haute-Saône	2,86
08	Ardennes	1,89	39	Jura	2,21	71	Saône-et-Loire	2,21
09	Ariège	2,85	40	Landes	2,87	72	Sarthe	1,99
10	Aube	1,81	41	Loir-et-Cher	1,99	73	Savoie	2,91
11	Aude	2,22	42	Loire	1,56	74	Haute-Savoie	2,91
12	Aveyron	2,19	43	Haute-Loire	1,56	75	Paris	1,69
13	Bouches-du-Rhône	1,81	44	Loire-Atlantique	2,48	76	Seine-Maritime	2,24
14	Calvados	2,09	45	Loiret	1,78	77	Seine-et-Marne	1,81
15	Cantal	1,93	46	Lot	2,50	78	Yvelines	1,69
16	Charente	2,40	47	Lot-et-Garonne	1,99	79	Deux-Sèvres	1,86
17	Charente-Maritime	2,42	48	Lozère	1,56	80	Somme	2,04
18	Cher	1,94	49	Maine-et-Loire	1,86	81	Tarn	1,83
19	Corrèze	1,93	50	Manche	1,84	82	Tarn-et-Garonne	1,99
2A	Corse-du-Sud	2,41	51	Marne	1,58	83	Var	2,42
2B	Haute-Corse	2,41	52	Haute-Marne	2,25	84	Vaucluse	2,01
21	Côte-d'Or	1,89	53	Mayenne	1,93	85	Vendée	2,32
22	Côte-d'Armor	2,37	54	Meurthe-et-Moselle	2,00	86	Vienne	2,07
23	Creuse	1,93	55	Meuse	2,25	87	Haute-Vienne	3,01
24	Dordogne	1,99	56	Morbihan	2,90	88	Vosges	2,00
25	Doubs	3,00	57	Moselle	2,08	89	Yonne	1,72
26	Drôme	2,62	58	Nièvre	2,20	90	Territoire-de-Belfort	3,06
27	Eure	1,59	59	Nord	1,84	91	Essonne	1,69
28	Eure-et-Loir	1,59	60	Oise	1,83	92	Hauts-de-Seine	1,69
29	Finistère	2,89	61	Orne	2,24	93	Seine-Saint-Denis	1,69
30	Gard	2,44	62	Pas-de-Calais	1,67	94	Val-de-Marne	1,69
31	Haute-Garonne	1,83	63	Puy-de-Dôme	1,19	95	Val-d'Oise	1,69

Légende :

p : précipitations moyennes en période de chauffe (octobre à avril période 1961 - 1990), en mm/jour, valable pour le climat de plaine.

(1) Les données représentées ici sont celles des stations du réseau synoptique de Météo France qui ont effectué des mesures sur la période de 1961 - 1990 et qui n'ont pas subi de déplacement important sur cette période. A celles-ci, ont été ajoutées six stations qui ont subi un déplacement important durant cette période et pour lesquelles la série trentenaire n'était pas homogène : Gourdon (Lot), Grenoble (Isère), Limoges (Haute-Vienne), Millau (Aveyron), Rouen (Seine-Maritime), Tours (Indre-et-Loire). Nous avons choisi de calculer des moyennes pour ces stations, sur la plus longue période homogène comprise entre 1961 et 1990, pour avoir la meilleure répartition possible (origine Météo France).

Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution courante

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient ΔU , majoration $\Delta\lambda_h$ et paramètres $f.x$, sont indiqués dans le tableau A.2 ci-dessous :

Tableau A2 – Valeurs du coefficient $\Delta\lambda_h$ et du paramètre $f.x$ de la Solution courante

	Toitures-Terrasses non accessibles			Toitures-Terrasses accessibles aux piétons et séjour				Toitures avec végétalisation	
	Inaccessibles	Terrasses techniques ou à zones techniques	Techniques avec chemins de nacelles	Dalles préfabriquées posées à sec	Dalles sur plots	Carreaux usage privatif surface $\leq 100 \text{ m}^2$	Pavés Bétons de ciment Dalle en béton	Toitures-terrasses jardins	Terrasses et toitures végétalisées
Majoration de λ ($\Delta\lambda$) en mW/m.K	2 (1)	2 (1)	2	2 (1)	2 (1)	4	4	4	4
Valeur du paramètre $f.x$ de la Solution courante	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

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

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

Tableau A3 – Exemple d'un calcul thermique – Solution courante

Hypothèse de la construction de la toiture-terrasse accessible aux piétons : bâtiment fermé et chauffé, situé à Saint-Denis (Seine-Saint-Denis) (zone climatique H1)		Résistances thermiques :
- élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTIL}} = 2 \text{ W}/\text{m.K}$) - revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTIL}} = 0,70$ et $1,15 \text{ W}/\text{m.K}$)	}	$R_0 = 0,125 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
- Lit en panneau JACKODUR KF 300 Standard SF d'épaisseur 320 mm : • $e_2 = 320 \text{ mm}$ • $\lambda_{\text{UTIL}} = 0,036 \text{ W}/\text{m.K}$ • $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW}/\text{m.K}$	}	$R_1 = 8,000 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$	}	$R_T = 8,265 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
soit un coefficient $U_0 = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$: - $\Delta U_g = 0$ et $\Delta U_f = 0$ - correction ΔU_r en raison de l'eau de pluie qui circule entre l'isolant et le revêtement : • paramètre $p = 1,69 \text{ mm}/\text{jour}$ selon le <i>tableau A1</i> • valeur $f.x = 0,04$ en solution courante		/
soit une correction $\Delta U = 0,06 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$		

Annexe thermique B : Solution JACKODUR WA

Le principe de calcul de la Solution JACKODUR WA est identique à celui explicité dans l'Annexe thermique A, mais avec une correction ΔU_r améliorée du coefficient U_p de transmission thermique en partie courante de la toiture.

En effet, l'utilisation d'un écran spécifique permet de réduire la quantité d'eau de pluie ruissellement entre les panneaux JACKODUR, ce qui conduit à une performance thermique de la toiture-terrasse améliorée.

Grâce à l'interposition de l'écran spécifique, les facteurs de drainage et d'augmentation de la déperdition de chaleur due au drainage, permettent d'avoir des valeurs $f.x$ inférieures aux valeurs de la Solution courante (pour mémoire, $f.x = 0,04$), dans la formule suivante :

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

La valeur $f.x$ issue des essais d'arrosage est de : 0,0015. Ceci permet de négliger le facteur de correction ΔU_r .

Valeurs des paramètres utiles pour le calcul - Solution JACKODUR WA

Les paramètres utiles pour le calcul du coefficient ΔU , majoration $\Delta\lambda_h$ et paramètres $f.x$, sont indiqués dans le tableau B1 ci-dessous :

Tableau B1 – Valeurs du coefficient $\Delta\lambda_h$ de la Solution JACKODUR WA

	Toitures-Terrasses non accessibles			Toitures-Terrasses accessibles aux piétons et séjour				Toitures avec végétalisation	
	Inaccessibles	Terrasses techniques ou à zones techniques	Techniques avec chemins de nacelles	Dalles préfabriquées posées à sec	Dalles sur plots	Carreaux usage privatif surface $\leq 100 \text{ m}^2$	Pavés Bétons de ciment Dalle en béton	Toitures-terrasses jardins	Terrasses et toitures végétalisées
Majoration de λ ($\Delta\lambda$) en mW/m.K	2 (1)	2 (1)	2	2 (1)	2 (1)	4	4	4	4
Valeur du paramètre $f.x$ de la Solution JACKODUR WA (2)	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015	0,0015

(1) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C : $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW/(m.K)}$.
 (2) Décision CTAT du 15 octobre 2012 valable pour les panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF

Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique - Solution JACKODUR WA

Tableau B2 – Exemple d'un calcul thermique – Solution JACKODUR WA

Hypothèse de la construction de la toiture-terrasse accessible aux piétons : bâtiment fermé et chauffé, situé à Saint-Denis (Seine-Saint-Denis) (zone climatique H1)		Résistances thermiques :
- élément porteur en béton armé, non chauffant, d'épaisseur 0,20 m ($\lambda_{\text{UTILE}} = 2 \text{ W/m.K}$)	}	R_0
- revêtement d'étanchéité en asphalte 5 + 20 ($\lambda_{\text{UTILE}} = 0,70$ et $1,15 \text{ W/m.K}$)		= $0,125 \text{ m}^2\text{.K/W}$
- Lit en panneau JACKODUR KF 300 Standard SF d'épaisseur 320 mm : • $e_2 = 320 \text{ mm}$ • $\lambda_{\text{UTILE}} = 0,036 \text{ mW/m.K}$ • $\Delta\lambda_h = 4 \text{ mW/m.K}$	}	R_1
		= $8,000 \text{ m}^2\text{.K/W}$
Résistance thermique totale : $R_T = 0,14 + R_0 + R_1$	}	R_T
		= $8,265 \text{ m}^2\text{.K/W}$
soit un coefficient $U_0 = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$		
Correction ΔU à apporter sur le coefficient U_p de transmission thermique moyen de la toiture, avec $\Delta U = \Delta U_f + \Delta U_g + \Delta U_r$:		négligeable
- $\Delta U_g = 0$ 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 • valeur $f.x = 0,0015$ avec l'emploi de l'écran spécifique JACKODUR WA selon décision du CTAT du 15 octobre 2012		
soit une correction $\Delta U = 0,00 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ (1)		
Le coefficient de transmission global de la toiture : $U_p = U_0 + \Delta U = 0,12 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$		
(1) $\Delta U = 0,00$ car $\Delta U < 0,01$ est considéré égale à zéro.		

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Procédé JACKODUR Toiture-terrasse en toitures non accessibles

	Toitures-terrasses inaccessibles (1) (5)	Terrasses techniques ou à zones techniques (5)	
		sans chemin de nacelles	avec chemin de nacelles
Majoration de λ ($\Delta\lambda$)	2 mW/m.K (2)	2 mW/m.K (2)	2 mW/m.K
Pression d'utilisation			(3)
Couche de séparation	Soit non-tissé Soit non-tissé JACKODUR WA (6) Soit nappe de drainage (4)	Soit granulats de la partie courante Soit non-tissé JACKODUR WA (6) Soit nappe de drainage (4)	Soit non tissé + film synthétique 100 μ m Soit non-tissé JACKODUR WA + film synthétique 100 μ m (6) Soit nappe de drainage (4)
Couche de protection	Granulats épaisseur du lestage définie dans le § 4.41	Dallettes de classe S4 et conformes à la norme NF EN 1339, posées à sec	Dallage en béton armé coulé sur une largeur limitée à 2 m environ Fractionnement conforme à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1)

Les cases grises correspondent à des exclusions d'emploi.

(1) Les chemins de circulation sont réalisés avec des dallettes sur couche de séparation (cf. § 4.421 du Dossier Technique).

(2) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C : $\Delta\lambda h = 4 \text{ mW}/(\text{m.K})$.

(3) Avec les valeurs $R_{c\text{mini}} - d_{S\text{maxi}} d_{S\text{mini}}$ du tableau 3.

(4) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (cf. § 7.262 du Dossier Technique). Il peut être mis en œuvre après interposition du non-tissé JACKODUR WA.

(5) En climat de montagne, le non-tissé JACKODUR WA est obligatoire. Pentes selon § 6.3.

(6) Obligatoire en climat de montagne.

Tableau 1 bis – Procédé JACKODUR Toiture-terrasse en toitures accessibles

	Toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour(1)				
	Dalles posées à sec (2) (10)	Dalles sur plots (3)	Revêtements de sols durs		Pavés (5)
			Carreaux à usage privatif de surface < 100 m ² (4)	Carreaux pour toutes toitures-terrasses (4)	
Majoration de λ ($\Delta\lambda$)	2 mW/m.K (6)	2 mW/m.K (6)	4 mW/m.K	4 mW/m.K	4 mW/m.K
Pression d'utilisation	60 kPa (8)	40 kPa (9)	60 kPa (8)	60 kPa (8)	60 kPa (8)
Couche de séparation	Soit non-tissé JACKODUR WA / non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm Soit non-tissé JACKODUR / nappe de drainage (7)	Non-tissé JACKODUR éventuel + plots selon la norme DTU 43.1 ou le DTA du revêtement	Non-tissé JACKODUR / non tissé + gravillons 3/8 épaisseur 3 cm + film synthétique 100 μ m ou non-tissé	Non-tissé JACKODUR éventuel + système de drainage (7) + film éventuel selon le DTA du système de drainage	Non-tissé JACKODUR / non tissé + lit de sable d'épaisseur moyenne 6 cm
Couche de protection	Dalles conformes à la norme NF EN 1339 et de classe S4 minimum posées à sec	Dalles conformes à la norme NF EN 1339 et de classe T7 ou T11	Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme – DTU 43.1 + carreaux scellés ou collés)	Chape de mortier armé ou dalle en béton armé selon la norme – DTU 43.1 + carreaux scellés ou collés)	Pavés en béton selon la norme - DTU 43.1

(1) En travaux neufs, conformément à la norme NF P 84-204 (DTU 43.1) : pente mini 1,5 % ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA) ; pente nulle (0 %) uniquement avec dalles sur plots. En travaux de réfections, la pente mini est conforme à la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5). En climat de montagne, pente selon le § 6.3.

(2) cf. § 4.431 du Dossier Technique.

(3) cf. § 4.432 du Dossier Technique.

(4) cf. § 4.433 du Dossier Technique.

(5) cf. § 4.434 du Dossier Technique.

(6) Cas des planchers chauffants avec température du revêtement d'étanchéité < 30 °C : $\Delta\lambda h = 4 \text{ mW}/(\text{m.K})$.

(7) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (cf. § 7.262 du Dossier Technique).

(8) Valeur de l'essai de fluage avec un coefficient de sécurité de 2.

(9) Valeur de l'essai de charge maintenue avec un coefficient de sécurité de 2.

(10) Seules protections admises en climat de montagne et JACKODUR WA obligatoire.

Tableau 1 ter – Procédé JACKODUR Toiture-terrasse en toitures accessibles (suite)

Toitures-terrasses accessibles aux piétons et au séjour (1)		
Béton coulé sur place (4)		
	Surface > 500 m ² / Résistance thermique > 2 (m ² .K)/W (cf. § 4.4352)	Surface < 500 m ² ou résistance thermique < 2 (m ² .K)/W (cf. § 4.4351)
Majoration de λ (Δλ)	4 mW/m.K	
Pression d'utilisation	(2)	60 kPa
Couche de séparation	Non-tissé JACKODUR WA/non-tissé + granulats 3/15 d'épaisseur ≥ 3 cm + Non-tissé/nappe drainante (3)	
Couche de protection	Dallage en béton armé selon DTU 13-3 P2, fractionné selon le § 4.352	Dallage en béton armé selon DTU 43.1

(1) En travaux neufs, conformément aux normes NF P 84-204 (DTU 43.1) et NF DTU 43.11: pente mini 1,5 % ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA). En travaux de réfections, la pente mini est conforme à la norme NF P 84-208 (référence DTU 43.5). En climat de montagne, pente selon le § 6.3.

(2) Avec les valeurs $R_{cs\text{mini}} - d_{s\text{maxi}} d_{s\text{mini}}$ du tableau 3 (cf. § 4.4352)

(3) Système de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses inversées (cf. § 7.262 du Dossier Technique).

(4) Admis en climat de montagne.

Tableau 1 quater – Procédé JACKODUR Toiture-terrasse en toitures-terrasses jardins, ou terrasses et toitures végétalisées (1)

	Toitures-terrasses jardins (5)	Terrasses et toitures végétalisées
Majoration de λ (Δλ)	4 mW/m.K	4 mW/m.K
Pression d'utilisation	60 kPa (4)	60 kPa (4)
Couche de séparation		
- Couche drainante	<ul style="list-style-type: none"> • Soit non-tissé JACKODUR + couche drainante selon la norme - DTU 43.1 ou NF DTU 43.11 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité • Soit non-tissé JACKODUR + système de drainage (couche drainante et filtrante) (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non-tissé JACKODUR + protection meuble (3)
- Couche filtrante	<ul style="list-style-type: none"> • Soit couche filtrante selon la norme - DTU 43.1 ou NF DTU 43.11 ou selon le DTA des revêtements d'étanchéité • Soit système de drainage (couche drainante et filtrante) (2) 	Couche filtrante définie dans l'AT du procédé de végétalisation
Couche de protection	Terre végétale selon norme - DTU 43.1 ou NF DTU 43.11	Substrat de végétalisation selon l'AT du procédé de végétalisation

(1) Pente nulle (0 %), ou celle indiquée dans le Document Technique d'Application des systèmes de drainage (2 % au minimum selon les DTA), ou celle mentionnée dans l'Avis Technique du procédé de végétalisation. En climat de montagne, pente selon le § 6.3.

(2) Systèmes de drainage sous Document Technique d'Application pour un emploi en toitures-terrasses jardins avec une isolation inversée.

(3) Sur prescriptions de l'Avis Technique du procédé de végétalisation, la couche drainante peut être constituée, en partie ou en totalité, de la protection meuble par granulats des panneaux isolants.

(4) Valeur de l'essai de fluage avec un coefficient de sécurité de 2.

(5) Seul cas admis en climat de montagne et JACKODUR WA obligatoire.

Tableau 2a – Épaisseurs minimums des dalles en béton sur non-tissé

Épaisseur de la couche isolante	Épaisseur des dalles en béton sur couche de séparation
50 mm	40 mm
60 mm	50 mm
80 mm	60 ⁽¹⁾ mm
90 mm ≤ épaisseur ≤ 120 mm	70 ⁽¹⁾ mm
130 mm ≤ épaisseur ≤ 180 mm	80 ⁽¹⁾ mm
190 mm ≤ épaisseur ≤ 250 mm	90 ⁽¹⁾ mm
250 mm ≤ épaisseur ≤ 320 mm	100 ⁽¹⁾ mm
(1) La pose peut se faire en deux lits de dalles.	

Tableau 2b – Épaisseurs minimums des dalles en béton posées sur des plots

Épaisseur de la couche isolante	Épaisseur des dalles en béton sur plots
≤ 90 mm	50 mm
≤ 100 mm	
100 mm ≤ épaisseur ≤ 120 mm	
130 mm ≤ épaisseur ≤ 180 mm	50 mm + lestage complémentaire entre les plots de 16 kg/m ² par cm d'isolant > 12 cm
190 mm ≤ épaisseur ≤ 320 mm	Cas non prévu

Tableau 3 - Caractéristiques spécifiées des panneaux JACKODUR KF 300 Standard SF et JACKODUR Plus 300 Standard SF

Caractéristiques		Valeurs spécifiées	Unité	Observations	
Géométriques	Longueur	1 250 (±6)	mm	EN 822	
	Largeur	600 (±6)	mm	EN 822	
	Épaisseurs (au pas de 10 mm)	KF 300 Standard SF	50 à 320 (-2 / +3) (Belgique) 50 à 160 (-2/+3) (Allemagne)	mm	EN 823
		Plus 300 Standard SF	50 à 200 (-2/+3) (Allemagne)		
	Tolérances sur défauts :				
		d'équerrage	5	mm/m	EN 824
		de planéité de surface	6	mm	EN 825
	d'aspect	La surface du panneau doit montrer une peau d'extrusion sans craquelure de profondeur > 3 mm.			
Présentation	Usinage latéral	les chants des panneaux sont feuillurés sur les quatre côtés : largeur 15 mm x 1/2 épaisseur nominale comptés à partir de la face inférieure.			
	Couleur	violet dans la masse, l'intensité de la teinte pouvant varier d'un panneau à l'autre.			
Pondérales	Masse volumique	38 ± 6	kg/m ³	EN 1602	
Mécaniques	Tassement sous charge répartie de 40 kPa à 60 °C	Classe C		Guide UEAtc (cf. § 4.51)	
	Résistance en compression à 10% d'écrasement	≥ 300	kPa	EN 826, CS(10/Y)300	
	Résistance $R_{cs,mini}$ de service à la compression (1)	0,14	MPa	Cahier du CSTB 3230_V2 novembre 2007	
	KF 300 Standard SF (50-320 mm) Plus 300 Standard SF (50-200 mm)				
	Déformation de service (1)	d _{Smini} = 0,7 d _{Smax} = 2,0	%		
	KF 300 Standard SF (50-320 mm)				
Plus 300 Standard SF (50-200 mm)	d _{Smini} = 0,6 d _{Smax} = 1,8	%			
Comportement sous charge maintenue en température (3)	40	kPa	e-cahier du CSTB 3669 de janvier 2010		
	KF 300 Standard SF (50-120 mm) Plus 300 Standard SF (50-180 mm)				
Stabilité dimensionnelle	Variations dimensionnelles à l'état libre de déformation	≤ 0,5 et ≤ 5	% mm	Guide UEAtc (cf. § 4.31)	
	Incurvation sous l'effet d'un gradient thermique (60 °C / 23 °C)	≤ 10	mm	Guide UEAtc (cf. § 4.32)	
Hygrométriques	Absorption d'eau à long terme par immersion totale : WL(T)	≤ 0,7	%	EN 12087 Méthode 2A	
	Absorption d'eau à long terme par diffusion : WD(V)	≤ 3	%	EN 12088	
	Additionnelle due aux effets du gel-dégel	FTCD1	-	EN 12091	
Thermiques	Conductivité thermique déclarée λ_D (2)				
	JACKODUR KF 300 Standard SF				
	- de 50 et 60 mm	0,036	W/m.K	Certificat Acermi n°03/074/261	
	- de 70 à 190 mm	0,035	W/m.K		
- de 200 à 320 mm	0,036	W/m.K			
JACKODUR Plus 300 Standard SF					
- de 50 et 200 mm	0,027	W/m.K	Certificat Acermi n°12/074/805		
Réaction au Feu (Euroclasse)		E	Euroclasse		

(1) La connaissance de la résistance critique de service et de la déformation de service permet au maître d'œuvre de dimensionner l'ouvrage en béton pour la circulation des chemins de nacelle de nettoyage des façades, en tenant compte du revêtement d'étanchéité et de l'épaisseur des panneaux.

(2) Ces valeurs de conductivité thermique déclarées et certifiées ACERMI ne peuvent pas être utilisées seules, mais elles doivent être corrigées par les facteurs correctifs conformément au § 8 du Dossier Technique et à l'Annexe B afin d'obtenir les λ_{UTILE} .

(3) Dans le cas d'une protection par dalles sur plots.

Tableau 4 – Poids en charge maximales en eau (C.M.E.) des composants du procédé JACKODUR Toiture-terrasse

Éléments	Description	Poids C.M.E.
Panneaux JACKODUR	Panneau isolant inversé	50 kg / m ³
Non-tissé JACKODUR WA	Écran spécifique (non-tissé)	100 g / m ²
Granulats	Protection meuble	18 daN / cm de hauteur / m ²

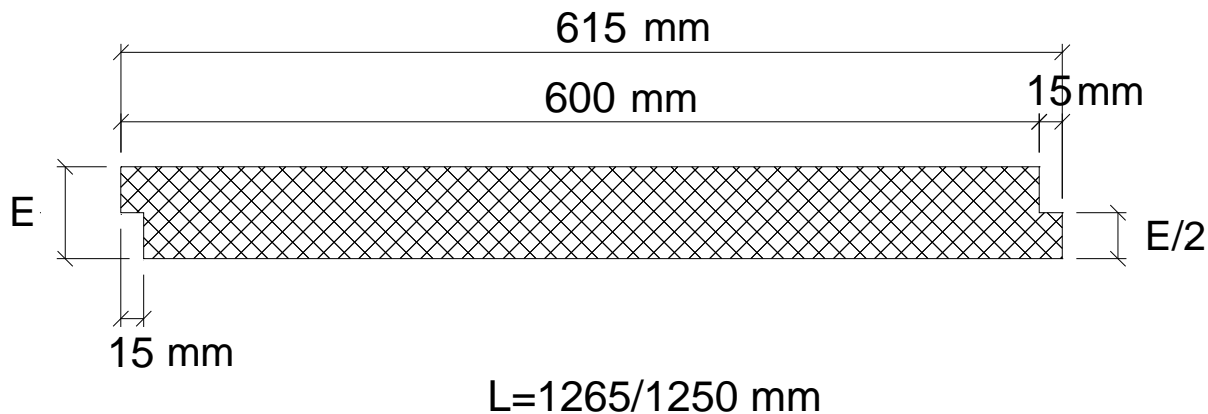


Figure 1 - Vue en coupe des panneaux JACKODUR E = 50 à 210 mm

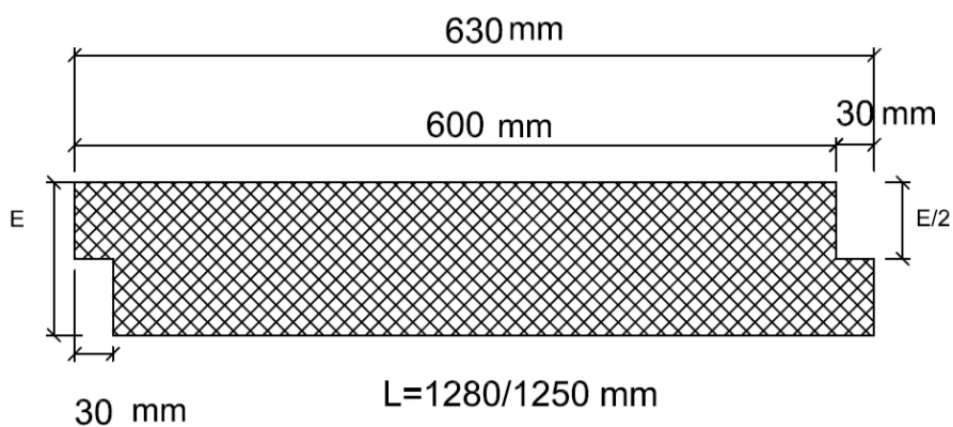
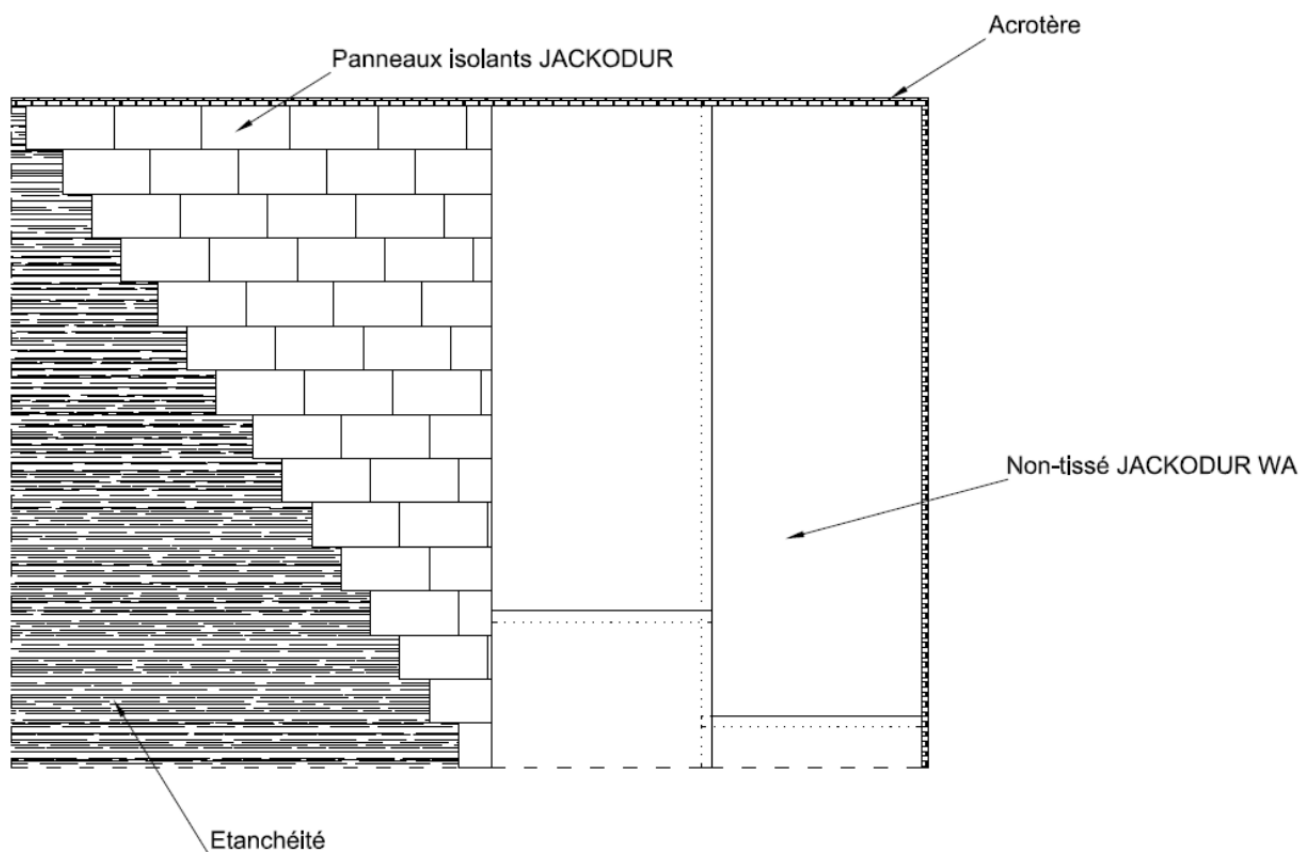
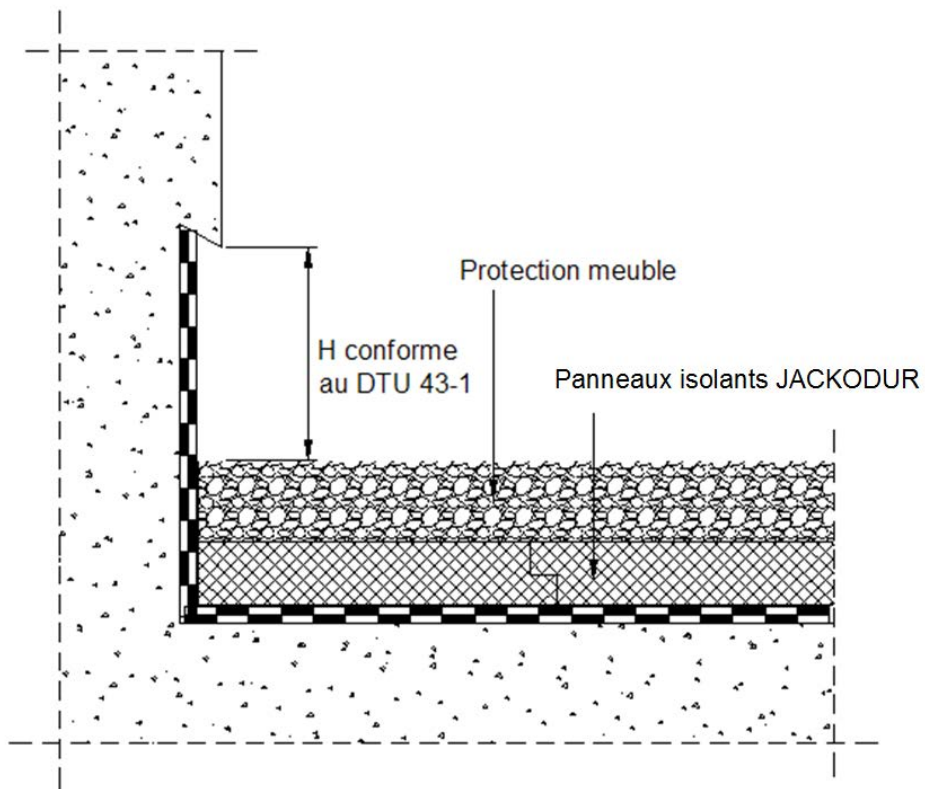


Figure 1bis - Vue en coupe des panneaux JACKODUR E = 220 à 320 mm



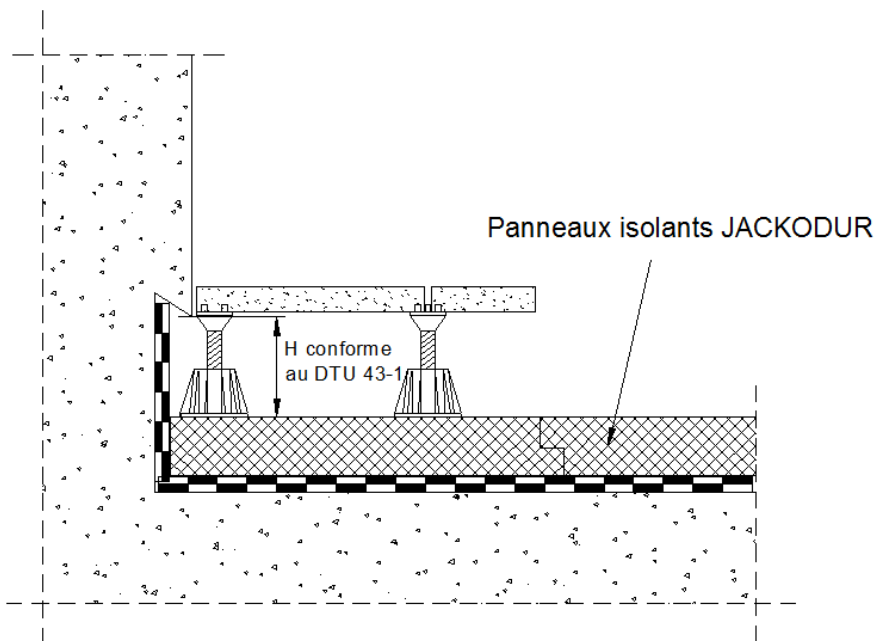
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 2 - Pose du non-tissé WA



Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF

Figure 3 - Principe en terrasse inaccessible



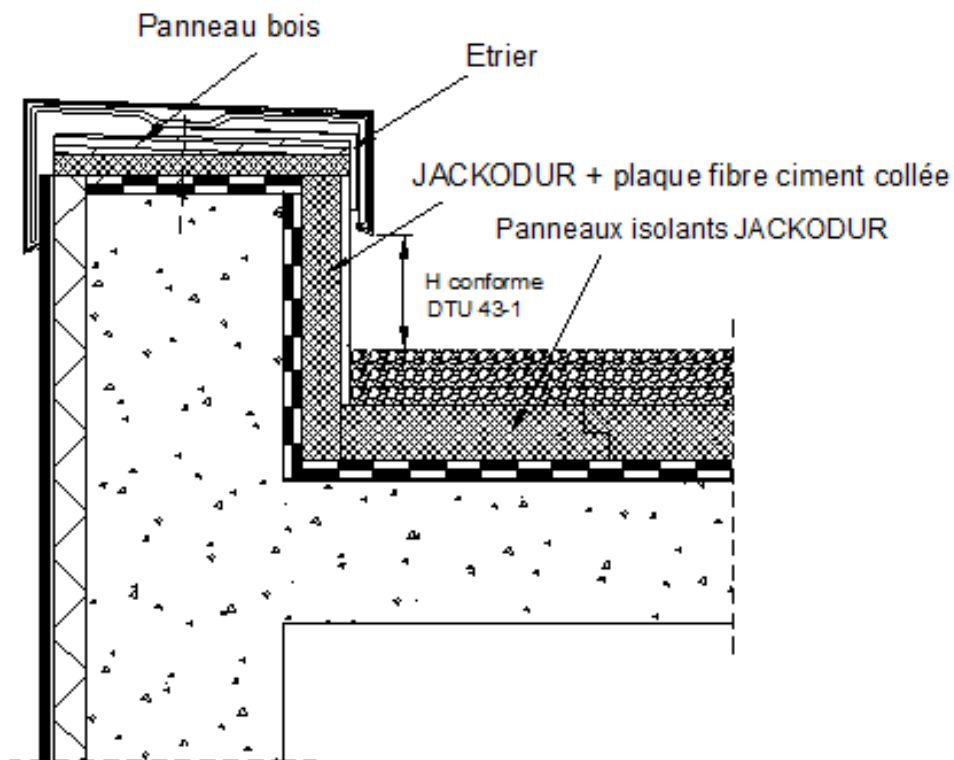
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Épaisseur des panneaux isolants JACKODUR KF 300 Standard SF : de 50 à 120 mm.

Épaisseur des panneaux isolants JACKODUR PLUS 300 Standard SF : de 50 à 180 mm.

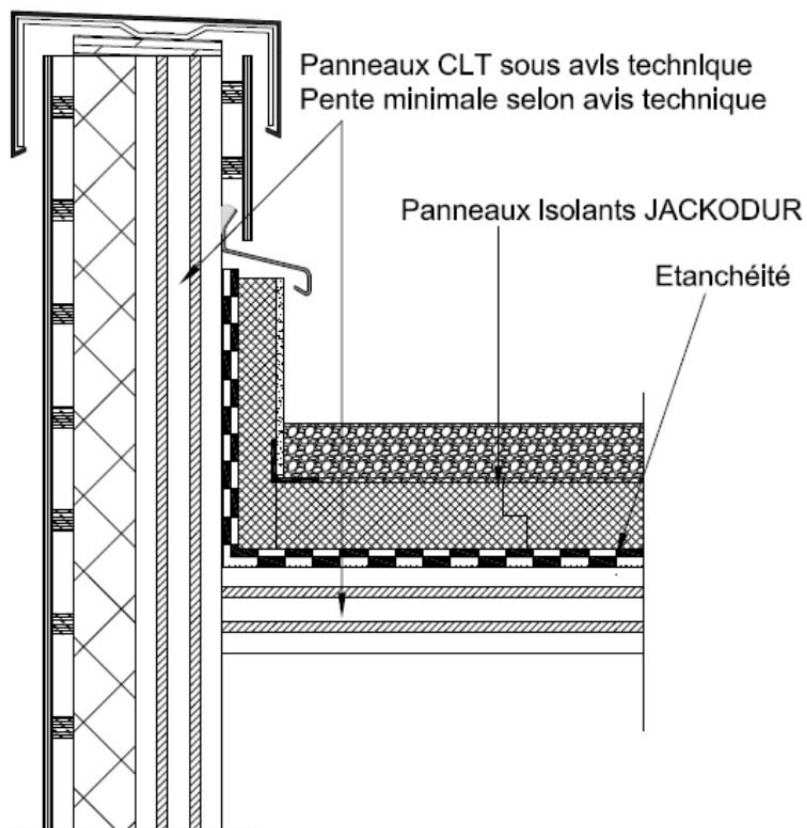
Pression maximale sous chaque plot : 40 kPa.

Figure 4 - Terrasse accessible dalles sur plots



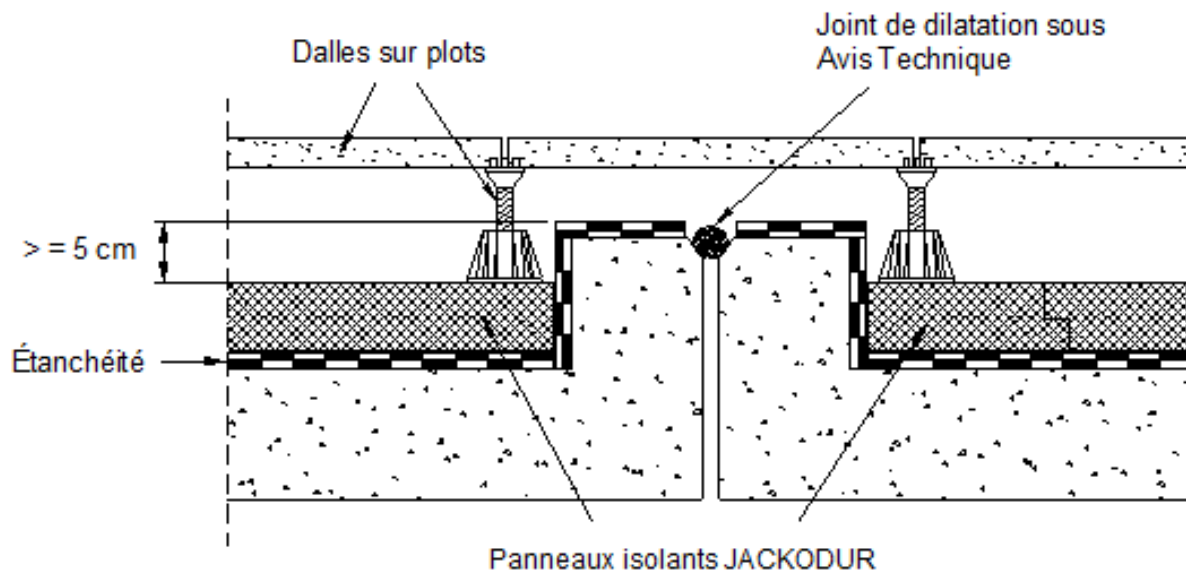
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 5 – Exemple de protection des relevés sur élément porteur en maçonnerie



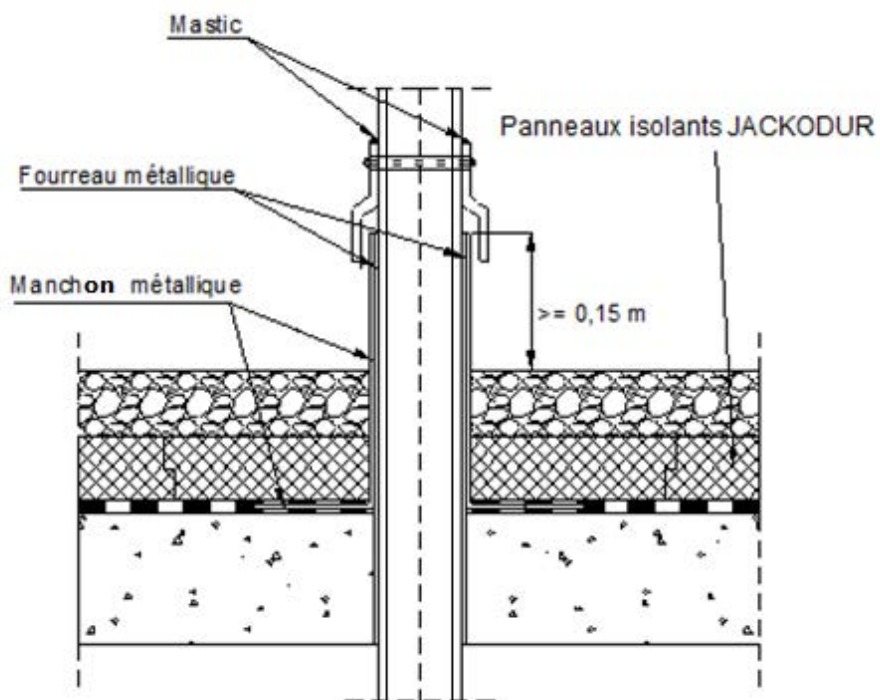
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 5bis – Exemple de protection des relevés sur élément porteur en panneau CLT sous Avis Technique



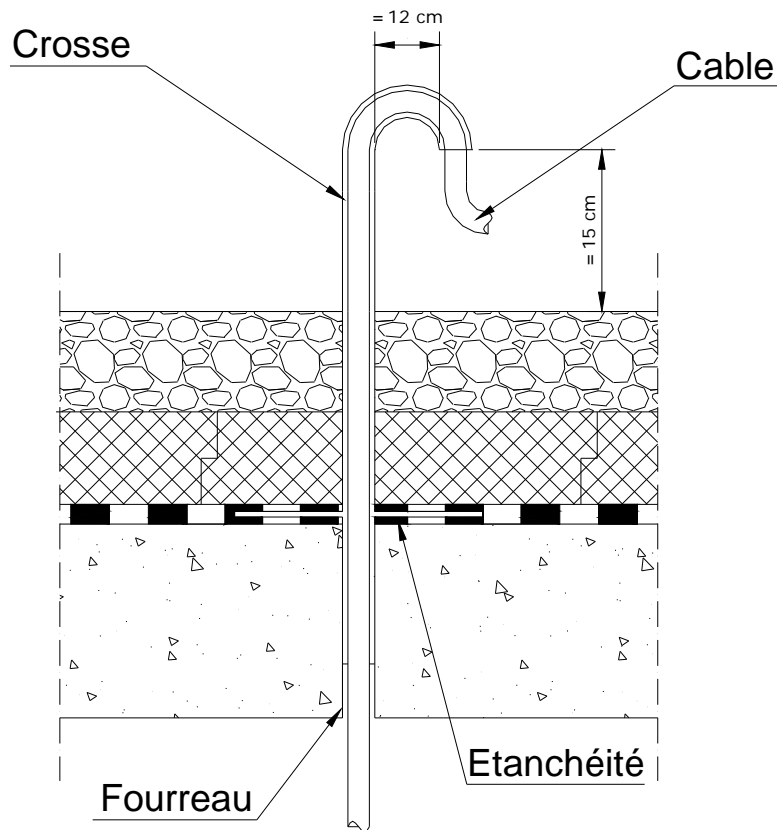
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 6 - Joint plat surélevé et dalles sur plots



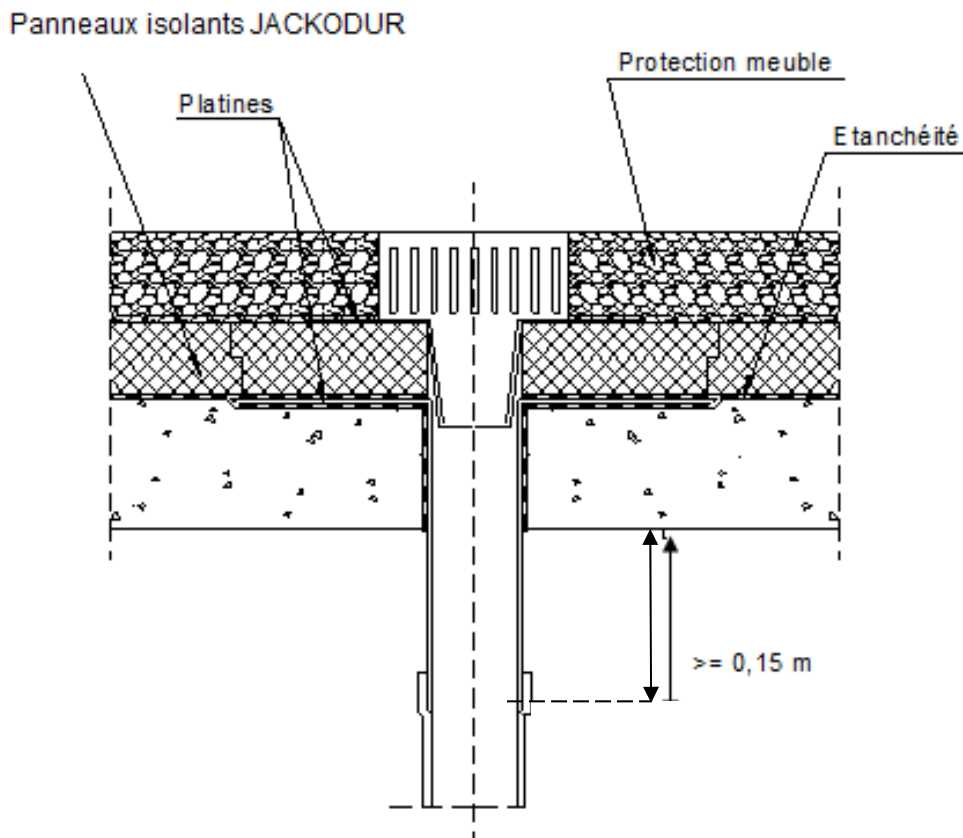
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 7 - Ventilation, exemple de solution



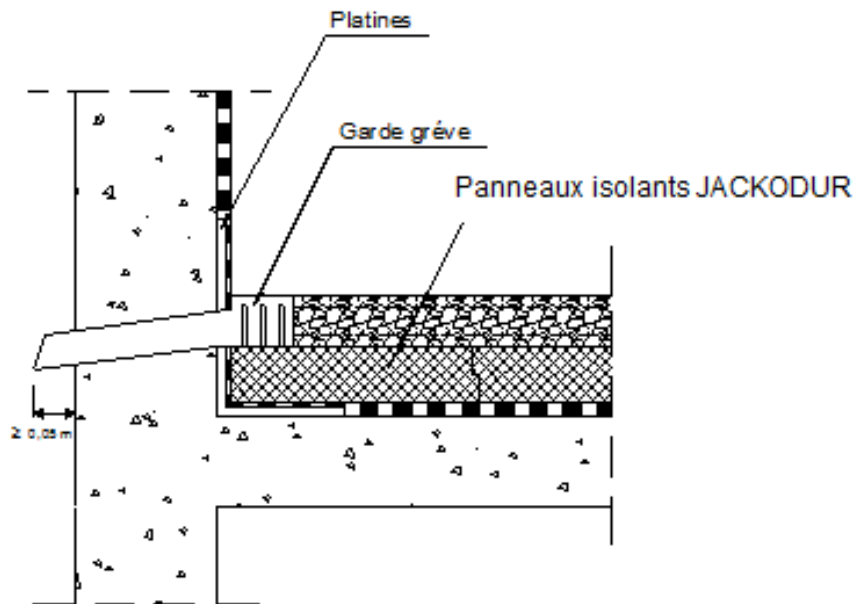
Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 8 - Passage de câbles d'alimentation, exemple de solution



Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 9 - Descente des eaux pluviales



Sous l'appellation « panneaux isolants JACKODUR » sont visées les panneaux isolants : JACKODUR Plus 300 Standard SF et JACKODUR KF 300 Standard SF.

Figure 10 - Exemple de trop plein