

Avis Technique 5.2/17-2560_V1

Annule et remplace l'Avis Technique 5/12-2322

*Protection lourde par dalles
sur plots des toitures-
terrasses accessibles aux
véhicules légers*

*Heavy protection by
concrete paving flats
with plots for roofs
accessible to small cars*

Pardak®

Titulaire et Zoontjens France Sarl
Distributeur : 6 Rue de Cabanis
FR-31240 L'Union

Tél. : 01 53 32 50 18

Fax : 01 53 32 50 48

Courriel : info@zoontjens.fr / info@pardak.fr

Internet : www.zoontjens.fr / www.pardak.fr

Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Publié le 16 novembre 2017



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

(arrêté du 21 mars 2012)

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

Le Groupe Spécialisé n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrés et cuvelage » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 19 juin 2017, le procédé de protection lourde par dalles sur plots des toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers « Pardak® » présenté par la Société Zoontjens France Sarl. Il a formulé, sur ce procédé, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France Européenne. Ce document annule et remplace l'Avis Technique n° 5/12-2322.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Pardak® est un système de protection lourde par dalles en béton préfabriquées sur plots répartiteurs de pression, et disques de calage complémentaires, destiné aux parcs de stationnement des véhicules légers de charge maximum de 20 kN par essieu, établis sur des toitures-terrasses.

Les dalles en béton Pardak® 110 sont de dimensions horizontales 1 096,8 × 1 096,8 mm et d'épaisseur nominale 91 mm. L'épaisseur incluant les éléments coins est de 96 mm (± 1 mm).

Les dalles Pardak® 110 sont maintenues en place à l'aide d'éléments de serrage mis sous tension par serrage manuel à l'aide d'une clef. Un coulis de joint GRANUFIX rempli les joints en périphérie de la toiture.

Les toitures-terrasses sont à élément porteur maçonnerie conforme à la norme NF P 10-203-1 (réf. DTU 20.12 P1) et avec isolation inversée, de pente minimum :

- 1 % en travaux neufs selon la norme NF 84-204-1 (réf. DTU 43.1 P1) ;
- Conforme à la norme NF 84-208 (réf. DTU 43.5) en travaux de réfections.

La pente maximum est conforme à un Avis Technique dans le cas d'un asphalte non traditionnel ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume modifié, 5 % pour un revêtement d'étanchéité bitumineux sous Document Technique d'Application sous isolation inversée.

L'emploi du procédé Pardak® ne vise pas les rampes.

1.2 Identification

Les dalles Pardak® 110 sont livrées sur palettes accompagnées des données suivantes : numéro de l'article et dimensions, nombre, date de fabrication, données du fabricant.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Pardak® est un système de protection et de circulation pour toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers de poids maximum 20 kN (2 t) par essieu, constitué de dalles préfabriquées en béton de format 1 096,8 × 1 096,8 mm, positionnées sur des plots répartiteurs de pression.

Les véhicules lourds, les véhicules de lutte contre l'incendie et de déménagement, sont exclus sur le système Pardak®.

Le système s'utilise en travaux relevant des normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1), et en travaux de réfections selon la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5), sur ouvrages porteurs en maçonnerie et avec isolation inversée.

Le système Pardak® est installé directement sur l'isolation inversée, selon *tableau 1* (en fin de Dossier Technique), avec un revêtement d'étanchéité de type :

- Asphalte non traditionnel, ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume modifié, titulaire d'un Avis Technique visant cet emploi ;
- Revêtement d'étanchéité bitumineux de classe « FIT » minimale F4 I4 T3, adhérent sur support maçonnerie, et bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant une utilisation en terrasses accessibles aux véhicules et sous isolation inversée.

Les éléments porteurs sont en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (réf. DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1) traitant des toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers, de pente minimale supérieure ou égale à 1 %, et de pente :

- Conforme à celle de l'Avis Technique des revêtements en asphalte non traditionnel ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume modifié (inférieure à 5 %) ;
- Inférieure à 5 % dans le cas des revêtements bitumineux en feuilles.

Les rampes d'accès ne font pas partie du domaine d'application.

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

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

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 procédé Pardak® 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 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.

La structure du bâtiment devra être conçue en s'assurant que la largeur des joints de dilatation reste inférieure ou égale à 2 cm (mouvement ± 2 cm, cf. *figure 4* du Dossier Technique).

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

Elle peut être normalement assurée.

L'entretien de la toiture nécessite une entreprise qualifiée par Zoontjens France Sarl, équipée du matériel adapté comme l'engin de levage sous vide manuel ou autoporté ; à défaut, et sur demande particulière, la Société Zoontjens France Sarl peut fournir cet appareil.

Un remplacement du joint GRANUFIX en périphérie de la toiture peut être rendu nécessaire.

Le procédé ne dispose pas d'une Fiche de Données de Sécurité (FDS). L'objet de la FDS est d'informer l'utilisateur de ce procédé sur les dangers liés à son utilisation et sur les mesures préventives à adopter pour les éviter, notamment par le port d'Équipements de Protection Individuelle (EPI).

Données environnementales

Il n'existe pas de Déclaration Environnementale (DE) pour ce procédé. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

Aspects sanitaires

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

Isolation thermique

Le procédé Pardak® n'entre pas en compte dans le calcul thermique réglementaire des constructions.

Accessibilité de la toiture

Ce procédé de protection lourde convient aux toitures-terrasses strictement accessibles aux véhicules légers de charge à l'essieu ≤ 20 kN, uniquement dans le cas des parcs de stationnement.

Les autres destinations des toitures-terrasses accessibles aux véhicules, telles que celles :

- Accessibles aux véhicules légers mais comportant une utilisation exceptionnelle aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement, selon le paragraphe 3.22 de la norme NF P 84-204-1-1 (réf. DTU 43.3 P1) ;
- Accessibles aux véhicules lourds ;
- Inclignées (rampes) ;

ne sont pas visées par le présent Avis Technique.

Emploi en climat de montagne (altitude > à 900 m)

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé 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 de protection lourde Pardak® est satisfaisante.

Entretien

cf. norme FD P 84-204-3 (réf. DTU 43.1 P3).

2.23 Fabrication et contrôle

Effectuée en usine, la fabrication des dalles comprend l'autocontrôle nécessaire. Elle fait l'objet de contrôles externes identifiés au *paragraphe 3.2* du Dossier Technique.

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et modes de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique Établi par le Demandeur (DTED).

2.24 Mise en œuvre

La mise en œuvre est faite par les entrepreneurs d'étanchéité agréés et qualifiés par Zoontjens France Sarl. Sous cette condition, elle ne présente pas de difficulté particulière.

Zoontjens France Sarl apporte son assistance technique sur demande de l'entreprise de pose.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Choix des panneaux isolants

À défaut de caractéristiques en compression de résistance de service ($R_{CS_{mini}}$) et de déformation conventionnelle ($d_{S_{mini}} - d_{S_{maxi}}$), la caractéristique normalisée de fluage en compression pourra être retenue pour le choix des panneaux isolants (cf. § 4.3 du Dossier Technique).

2.32 Accès aux toitures

Un panneau indicateur, conforme au Code de la route, interdisant l'accès sur les toitures aux véhicules de plus de 20 kN à l'essieu, devra être placé à proximité de chaque accès véhicules.

2.33 Cas de la réfection

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

Conclusions

Appréciation globale

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

Validité

Jusqu'au 31 décembre 2022.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

- L'entretien particulier du système Pardak® comprend, notamment, une surveillance du comportement des dalles au droit des joints de dilatation des structures, du fait que le haut des costières bordant les joints est au même niveau que les panneaux isolants.
- La faible hauteur en sous-face des dalles Pardak® 110 retenue par le système, 30 mm au plus, est fonction de la limitation des joints entre dalles béton.
- Le Dossier Technique ne propose pas d'équipements posés ou liaisons aux dalles béton.
- Le revêtement d'étanchéité bicouche bitumineux, nécessairement adhérent, doit avoir une résistance à l'indentation I4 (Classement FIT selon l'e-cahier CSTB 2358_V2).
- Les seuils de passage entre parking extérieur et parking couvert ne sont pas visés par le présent document.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description

1. Principe et domaine d'application

Pardak® est un système de protection et de circulation pour toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers de poids maximum 20 kN (2 t) par essieu, constitué de dalles préfabriquées en béton de format 1 096,8 × 1 096,8 mm, positionnées sur des plots répartiteurs de pression.

Les véhicules lourds, les véhicules de lutte contre l'incendie et de déménagement, sont exclus sur le système Pardak®.

Le système s'utilise en travaux relevant des normes NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) et NF P 84-204 (réf. DTU 43.1), et en travaux de réfections selon la norme NF P 84-208 (réf. DTU 43.5), sur ouvrages porteurs en maçonnerie et avec isolation inversée.

Le système Pardak® est installé directement sur l'isolation inversée, selon *tableau 1* (en fin de Dossier Technique), avec un revêtement d'étanchéité de type :

- Asphalte non traditionnel, ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume modifié, titulaire d'un Avis Technique visant cet emploi ;
- Revêtement d'étanchéité bitumineux de classe « FIT » minimale F4 I4 T3, adhérent sur support maçonnerie, et bénéficiant d'un Document Technique d'Application visant une utilisation en terrasses accessibles aux véhicules et sous isolation inversée.

Les éléments porteurs sont en maçonnerie conformes aux spécifications des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1 (réf. DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1) traitant des toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers, de pente minimale supérieure ou égale à 1 %, et de pente :

- Conforme à celle de l'Avis Technique des revêtements en asphalte non traditionnel ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume modifié (inférieure à 5 %) ;
- Inférieure à 5 % dans le cas des revêtements bitumineux en feuilles.

Les rampes d'accès ne font pas partie du domaine d'application.

Ce procédé n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

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

Organisation de la mise en œuvre

Elle est assurée par des entreprises qualifiées et agréées par Zootjens France Sarl.

Zootjens France Sarl fournit sur demande une assistance technique au projet et, le cas échéant, un suivi de chantier.

Entretien

Le déplacement ponctuel de dalles pour vérification et entretien de l'étanchéité ou de plots répartiteurs de pression est possible. Le remplacement ponctuel de dalles ou de plots répartiteurs de pression est également possible.

Le type de matériel à prévoir pour le levage des dalles est un engin de levage sous vide manuel ou autoporté suivant les caractéristiques techniques de la Société Zootjens France Sarl. Ce type de matériel est disponible en France (cf. l'exemple en *figure 5*).

Se reporter au § 4.7 du Dossier Technique.

La fréquence de l'entretien est d'une intervention annuelle minimum. Le contrat d'entretien est proposé d'office par la Société Zootjens France Sarl au maître d'ouvrage.

Dispositions particulières

La vacuité des joints entre dalles permettant l'évacuation des eaux pluviales doit être maintenue.

Tout déversement volontaire des huiles, carburants et graisses, est à proscrire.

2. Matériaux

2.1 Dalles Pardak® 110

Dalles en béton moulées sous vide.

Caractéristiques dimensionnelles : cf. *tableau 2B*.

Caractéristiques spécifiées : cf. *tableau 2A*.

Les arêtes et les angles des dalles sont chanfreinés pour accéder aux éléments de serrage des plots répartiteurs de pression.

En version standard, les dalles ont une surface à motif quadrillé. La finition est sablée ou bouchardée. D'autres finitions structurées dans le béton ou d'autres couleurs sont possibles sur demande.

En sous-face, les dalles comprennent un élément coin en polypropylène, collé à la colle contact en usine, pour appui sur les plots répartiteurs de pression (cf. *figures 6 et 7*).

Dalles pour repérage des EEP : chaque dalle recouvrant une entrée EEP est une dalle particulière préfabriquée comportant en sa partie centrale une réservation de diamètre 140 mm, munie d'un couvercle, accessible pour la vérification périodique des naissances EEP lors des opérations d'entretien.

2.2 Plots répartiteurs de pression

Ils transmettent les charges des dalles vers la structure porteuse sous-jacente et sont posés au carrefour des coins des dalles. Ils sont constitués d'un cylindre en caoutchouc vulcanisé lié au polyuréthane. Ils présentent en leur centre une marque pour recevoir les dispositifs éléments de serrage.

Caractéristiques : cf. *tableau 4*.

Disques de calage

Des disques de calage en hauteur en caoutchouc vulcanisé de différentes épaisseurs et de même diamètre sont fournis.

Des cales de rive de même composition et épaisseur que les plots sont prédécoupés d'après le calepinage pour l'appui des dalles découpées en rive.

2.3 Élément de serrage sous tension pour le système Pardak®

cf. *figure 1.2*.

Les éléments de serrage comportent un cylindre central en caoutchouc de dimensions 73 mm × 27 mm.

Les éléments de serrage sous tension transmettent l'expansion du cylindre aux coins des dalles, permettent le rattrapage des tolérances de dimensions et de pose et d'autre part, en solidarissant les dalles dans leur plan. La capacité de serrage par la vis centrale permet une augmentation de la surface du cylindre en position libre de 5 mm au plus.

2.4 Joint GRANUFIX

cf. *tableau 5*.

Le GRANUFIX est un mélange prêt à l'emploi de granulats de caoutchouc, de silicate d'aluminium, et de colle de polyuréthane mono-composant, appliqué pour le remplissage des joints restants au droit des relevés (cf. *figure 2*).

Les tolérances des dimensions sont de 2 à 10 cm de largeur.

2.4.1 Fourniture, préparation et mise en œuvre

GRANUFIX est fourni en carton pré dosé de 28 l, lequel doit être utilisé complètement.

Chaque unité pré dosée est suffisante pour un remplissage de joints de 8 × 4 × 750 cm. Des joints plus profonds sont d'abord remplis par des boudins en polyuréthane.

Après le mélange du granulats de caoutchouc et du silicate d'aluminium, la colle polyuréthane est ajoutée afin d'obtenir une masse de granulats entièrement enrobés de colle à base polyuréthane. Pour finir, on peut ajouter environ 100 ml d'eau. Le temps ouvert du mélange est d'environ 20 minutes.

Matériel : mélangeur électrique et seau à mortier de 75 l.

La température doit être supérieure à + 5 °C.

L'application du mélange GRANUFIX se fait en plusieurs passes, en tassant le produit au moyen d'une latte ou bloc en bois. La dernière couche est lissée au moyen d'une latte ou d'un tire-joint.

2.4.2 Consignes de sécurité

Il est indispensable d'utiliser des gants en caoutchouc pour le mélange et l'application du GRANUFIX. Le contact physique avec la colle doit être évité ; le port de lunettes de sécurité est nécessaire.

2.5 Fond de joint cordon alvéolaire

Boudin mousse en polyuréthane posé en fond de joint GRANUFIX sur l'isolation en polystyrène extrudé, entre l'acrotère (relevé d'étanchéité) et la dalle Pardak 110 (cf. *figure 2*).

3. Fabrication, contrôle, marquage

3.1 Fabrication

Origine des composants

La production des dalles Pardak® 110 est réalisée dans l'usine de la Société Struyk Verwo Infra BV située à Tiel (Gueldre, Pays-Bas).

Le béton est préparé dans une centrale avec distribution et mélange automatisés des constituants. Après le mélange à sec des constituants, l'eau de gâchage est dosée et mélangée.

Après le dosage et le réglage, le mélange est versé dans un moule muni d'une platine perforée.

La pression de 2 350 psi exercée sur le moule au moyen d'une presse hydraulique force l'évacuation de l'eau non nécessaire pour l'hydratation du ciment.

Les dalles sont manipulées par un outil à ventouse (méthode vacuum) et transportées vers un local de séchage où elles demeurent pendant 24 heures.

Les autres composants du système Pardak® sont produits par des fournisseurs extérieurs :

- Gummiwerk Braiburg Relastec GmbH, à Salzwedel (Allemagne), pour les plots ;
- Derbigum Nederland BV, à Delft (Pays-Bas), pour les cales bitumineuses ;
- Pneugreen, à Gaeiras Obidos (Portugal) RBSI Recyclage, à Teting-sur-Nied, pour les plots et le GRANUFIX ;
- Inter Minerals NV, à Willebroek (Belgique), pour le silicate d'aluminium du GRANUFIX ;
- Nirgo DOO, à Trzin (Slovénie) Fleur Plastics BV, à Boxtel (Pays-Bas), pour les éléments de mise en tension ;
- Struyk Verwo Infra, à Westervoort (Gueldre, Pays-Bas), pour les dalles spéciales de franchissement de joints de dilatation de dimension 1 650 x 1 100 mm et 2 200 x 1 100 mm ;

sur base d'un Cahier des Charges et d'une déclaration de conformité.

Fourniture sur chantier

Tous les composants sont fournis sur chantier par Zoontjens France Sarl.

3.2 Contrôle

La nomenclature du contrôle de production des dalles Pardak® 110 est donnée *tableau 3*.

Cet autocontrôle est enregistré et fait l'objet de contrôles externes périodiques par le Güteschutz Beton Nordrhein-Westfalen Beton-und Fertigteilterwerke EV (Allemagne), 1 fois par an.

Contrôles sur plots répartiteurs de pression (chaque livraison, par sondage) :

- Dimensions (diamètre, hauteur, poids / volume) ;
- Résistance (méthode interne, cf. *tableau 4*).

Un contrôle visuel et dimensionnel (poids et dimension) est réalisé sur les autres pièces accessoires fournies (chaque livraison, par sondage).

3.3 Marquage et conditionnement

Les plots répartiteurs de pression et les éléments de serrage sont identifiés, sur le dessus, par le marquage spécifique « PARDAK ZOONTJENS » et/ou « PARDAK CITYROOFS ».

Les dalles sont étiquetées, et sont conditionnées sur palettes housées, en position horizontale.

Les palettes sont identifiées sur housse par : le nom commercial - le nom du producteur - le type de produit - le nombre de pièces - le code de la date de fabrication. Le poids de la palette et le destinataire sont mentionnés sur les documents de transport (CMR).

Les produits accessoires sont livrés sur chantier dans leur emballage d'origine.

4. Mise en œuvre

4.1 Stockage

Le stockage des dalles en usine est d'au moins 1 mois, contrôlé par code. Le stockage de tous les produits sur chantier doit se faire sous housse avant mise en œuvre.

4.2 Conditions préalables pour l'acceptation des supports

L'élément porteur est un ouvrage de maçonnerie de type dalle selon la norme NF P 10-203-1 (réf. DTU 20.12 P1). La pente minimale du support est 1 % ; la pente maximale est 5 % (cf. § 7).

Les tolérances de planéité et d'horizontalité sont celles de la norme NF P 10-203-1 (réf. DTU 20.12 P1).

4.3 Revêtement d'étanchéité et isolation thermique

La composition des revêtements d'étanchéité et de l'isolation inversée admis par le système Pardak® sont spécifiés dans le *tableau 1*.

Les systèmes d'étanchéité admis sont les revêtements d'étanchéité de toitures accessibles aux véhicules légers, pour parcs de stationnement (parking), à base d'asphalte ou en feuilles souples bitumineuses conformes à :

- Un Avis Technique pour l'asphalte non traditionnel ou mixte à base d'asphalte et feuille en bitume élastomère ;
- Un Document Technique d'Application particulier pour les revêtements d'étanchéité en feuilles bitumineuses. Les revêtements bitumineux sont appliqués en pleine adhérence dans les conditions de leur Document Technique d'Application, et ne sont utilisés que sous isolation inversée.

Les systèmes d'isolation thermique admis sont les systèmes d'isolation inversée en panneaux de polystyrène extrudé, en un lit ou deux lits, pour les revêtements d'étanchéité à base d'asphalte ou en feuilles bitumineuses, bénéficiant d'un Document Technique d'Application pour une utilisation en toitures-terrasses accessibles aux véhicules, et à la condition de présenter :

- Une résistance à la compression à 10 % de déformation, selon la norme NF EN 826, de niveau CS(10\Y)500 ;

et

- Soit, pour toutes les épaisseurs de panneaux isolants : une valeur de fluage en compression de niveau mini CC(2/1,5/50)175 (norme EN 1606) ;
- Soit, uniquement pour les panneaux isolants d'épaisseur 65 mm à 120 mm : une résistance caractéristique « Rcs » minimum de 0,27 MPa associé à un module Es supérieur à 11,50 MPa.

4.4 Mise en œuvre des dalles

4.4.1 Parties courantes

En vue de l'ouverture du chantier, un relevé de chantier a été préalablement établi par l'entreprise. Puis, à partir de ce relevé de chantier, un plan de calepinage est établi par les services techniques de Zoontjens France Sarl pour être transmis à l'entreprise.

Ces plans comportent notamment les entrées d'eaux pluviales, les points particuliers de la toiture-terrace, et l'ensemble des découpes nécessaires à la réalisation du dallage en rive et autour des pénétrations. L'ensemble du dallage étant calepiné de façon à éviter les coupes de dalles inférieures à 300 mm dans les zones de circulation.

Les plots répartiteurs de pression et les éléments de serrage (écarteurs) sont positionnés en premier.

Les dalles du système Pardak® sont ensuite positionnées à sec sur les répartiteurs de pression, dans le logement des éléments de serrage prévu à cet effet (chaque élément de serrage reçoit les angles de 4 dalles adjacentes, voir *figures 1.1 à 1.3*). Les calages en feuilles bitumineuses APP, de différentes épaisseurs de 2 mm à 4 mm, sont posés simultanément (épaisseur maximale totale de calage : 15 mm).

La pose des dalles se fait à l'avancement, au moyen d'engins de manutention muni d'un système de levage sous-vide, circulant sur les dalles successivement posées, sans circuler ni sur le revêtement d'étanchéité, ni sur les panneaux isolants. Un platelage provisoire de chantier peut également permettre la mise en place des dalles sur site.

Les dalles à découper sont tracées et sciées sur chantier à l'aide d'un outil à disque diamant ; elles sont posées à l'avancement, en rive et autour des pénétrations. Les dalles peuvent également être prédécoupées en usine.

La mise en œuvre d'équipements scellés ou fixés (mécaniquement ou par colles) aux dalles n'est pas visée par le système Pardak®.

Mise en tension

Dès achèvement en dallage de chaque surface unitaire (circonscrite par des limites fixes : murs, acrotères), les éléments de serrage sont mis en tension provisoire par serrage de leur vis centrale inox à l'aide d'une clef avec limiteur de couple réglée pour obtenir un couple de serrage compris entre 4 Nm et 8 Nm.

Une fois serré tous les éléments d'une même surface de cette manière, chaque élément de serrage est mis sous tension définitive en serrant une nouvelle fois la vis centrale d'un tour complet.

À l'issue de cette procédure de mise sous tension, le diamètre de chaque élément de serrage en matière synthétique expansive s'est accru fictivement (à l'état libre) de 5 mm, créant ainsi une tension horizontale répartie entre les dalles de l'ordre de 0,60 kN.

Cette mise en pression permet d'obtenir les conditions indispensables à la bonne tenue du dallage :

- Compensation des tolérances dimensionnelles des dalles ;
- Rattrapage de légers défauts de pose ;
- Compensation des variations dimensionnelles des dalles sous effet thermique ;
- Transfert des efforts horizontaux générés par la circulation des véhicules vers les ouvrages circonscrits ;
- Effet correcteur de déplacement sous l'incidence des variations dues aux supports.

4.42 Raccords périphériques ou contre émergences et pénétrations

Les dalles de rive et les dalles entourant les émergences et pénétrations (dalles entières ou découpées selon le calepinage) sont posées avec un jeu périphérique de 20 à 100 mm sur cales de rive (cf. *figure 2*).

En rive, le relevé d'étanchéité est protégé par un enduit ciment grillagé.

Un fond de joint en cordon alvéolaire est mis en œuvre entre l'enduit ciment grillagé et les dalles, puis le volume correspondant est obstrué avant la première mise en tension des éléments de serrage par un coulis de GRANUFIX (cf. § 2.4 et 2.5).

Le joint de rive ainsi constitué assure une butée périphérique suffisante pour reprendre les efforts de pression horizontaux.

4.43 Aménagements au droit des Entrées d'Eaux Pluviales (EEP)

On utilise les dalles préfabriquées spéciales EEP (cf. § 2.1) au droit des entrées d'eaux pluviales (cf. *figure 3*). Une réservation de diamètre 140 mm est créée dans ces dalles spéciales. La réservation est munie d'un couvercle en acier galvanisé (Z275 minimum) de diamètre 165 mm. Les couvercles sont fournis par la Société Zoontjens France Sarl.

Les plots répartiteurs de pression doivent être positionnés à plus de 50 mm de chaque orifice d'EEP, l'entrée EEP étant située le plus près possible du centre d'une dalle. Il ne doit pas y avoir d'interférence entre le joint GRANUFIX et les orifices des EEP (cas des déversoirs ou TEP, par exemple).

4.44 Joints de dilatation

La configuration du système Pardak® permet de réaliser des joints de dilatation sur costières béton de hauteur au moins égale à la hauteur de l'isolation thermique inversée (cf. *figure 4*), ou, si l'on ne peut faire autrement, des joints plats surélevés de 3 cm. Les répartiteurs de pression sont posés à une distance comprise entre 2 à 5 cm du relevé de joint de dilatation. Les plots répartiteurs ne sont jamais posés sur les joints de dilatation.

La conception de l'ouvrage fera en sorte que les joints soient situés en points hauts, et en tout cas ne recoupent pas les fils d'eau.

4.5 Contrôle d'exécution

Contrôle visuel par l'opérateur (vérification des niveaux entre dalles, présence des éléments de serrage, présence du GRANUFIX en bordures).

4.6 Réparations ponctuelles

Elles sont possibles par remplacement d'éléments.

4.7 Entretien

Les opérations courantes d'entretien, à charge du maître d'ouvrage, seront normalement réalisées selon les principes des toitures accessibles aux véhicules décrites dans la norme FD P 84-204-1-3 (réf. DTU 43.1 P3), en veillant à assurer la vacuité des joints entre dalles permettant l'évacuation des EP.

Un contrôle régulier du joint GRANUFIX sera à effectuer, avec remplacement du joint si nécessaire.

À cette occasion, les couvercles positionnés au-dessus des naissances EEP seront obligatoirement démontés pour vérification et nettoyage, et remise en état éventuel du dispositif crapaudine.

Un contrôle par sondage (dépose d'une dalle pour 500 m²) sera réalisé pour vérification et nettoyage si nécessaire. Également au droit des joints de dilatation, une dalle sera déposée pour vérification.

Un contrôle et remplacement des dalles éventuellement cassées seront également réalisés à cette occasion, ainsi que le contrôle et remise en tension éventuelle des dalles adjacentes dans ce cas.

L'ensemble de ces contrôles se fait au moins une fois par an.

B. Résultats expérimentaux

Les dalles du système Pardak® ont fait l'objet des rapports d'essais :

- Rapport Nr. 16/0320-1/G du 26 avril 2016 du Güteschutz Beton Nordrhein-Westfalen Beton- und Fertigteilwerke EV (DE-Düsseldorf), essais de dimensions, de la résistance à la flexion, à la charge de rupture et à l'abrasion (DIN EN 1339) sur dalles Pardak® 110 ;
- Rapports du GEOS constructive testing (BE-Wellen) :
 - Rapport n° 392821 du 4 septembre 2009, essais de résistance gel/dégel (norme EN 1339 annexe D),
 - Rapport n° 73451 du 14 juin 2007, essais de résistance gel/dégel et d'usure Capon (norme EN 1339 annexes G et D),
 - Rapport n° 338771 du 3 avril 2006, essais de résistance gel/dégel - à l'abrasion et de glissance (norme EN 1339 annexes G, D et I) ;
- Rapport n° 2003-BS-R0094 (non daté) du TNO, analyse fonctionnelle et d'une étude des efforts verticaux et horizontaux transmis « Système de toit parking Pardak® 90 » ;
- Rapport d'essais d'oscillation permanent pour des véhicules du Technische Universität München (DE-Munich) n° 2458, avec dalles Pardak® 110 ;
- Rapport d'étude du comportement à long terme du Technische Universität München (DE-Munich) n° 3056 du 01-04-2014, avec dalles Pardak® 110 ;
- Rapports du Güteschutz Beton Nordrhein-Westfalen Beton- und Fertigteilwerke EV (DE-Düsseldorf):
 - Nr. 11/0137-1/G du 28 février 2011, essais de résistance par flexion (norme DIN EN 1339 annexe G),
 - Nr. 11/0137-2/G du 28 février 2011, essais de résistance à la compression (norme DIN EN 13791),
 - Nr. 11/0137-3/G du 28 février 2011, essais de résistance à l'abrasion (norme DIN EN 1339 annexe G),
 - Nr. 11/0137-4/G du 28 février 2011, essais de la résistance à la flexion et charge de rupture selon la norme DIN EN 124,
 - Nr. 11/0137-5/G du 6 avril 2011, essais de la résistance au gel/dégel et au sel de déverglaçage (norme DIN EN 339 annexe D).

C. Références

C1. Données Environnementales ⁽¹⁾

Les dalles Pardak® 110 ne font pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE).

Les données issues des DE 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. Références de chantier

Le procédé Pardak® est utilisé en Europe depuis 1988, pour plus d'un million de mètres carrés réalisés. L'introduction en France remonte à 2005, avec le premier chantier en 2007. Actuellement environ 85 000 m² ont été réalisés en France.

Depuis 2012, plus de 320 000 m² ont été réalisés en Europe avec les dalles Pardak® 110, dont environ 20 000 m² en France. Les autres projets ont été réalisés aux Pays-Bas, en Belgique et en Allemagne.

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

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Revêtements d'étanchéité et isolation thermique inversée

Revêtements d'étanchéité utilisables avec le système Pardak® sur toitures de pente 1 à 5 % ⁽¹⁾		
Support ⁽²⁾	Revêtements à base d'asphalte	Revêtements à base de bitume modifié ⁽³⁾
Isolation inversée sur maçonnerie	Revêtement asphalte ou mixte selon Avis Technique	Revêtement bicouche adhérent par soudage, selon Document Technique d'Application

(1) La pente minimale pour système Pardak® est 1 %.

(2) La maçonnerie est conforme à la norme NF P 10-203 (réf. DTU 20.12) ; les isolants inversés sont mis en œuvre conformément à leur Document Technique d'Application particulier (cf. § 4.3).

(3) Étanchéité bitumineuse de classe « FIT » minimale F4 I4 T3 adhérente sur support maçonnerie de type A (sans bacs collaborants) ou B (norme - DTU 20.12) avec isolation inversée.

Tableau 2A – Caractéristiques spécifiées des dalles Pardak® 110 avec élément coin

Caractéristiques	Méthode d'essai	Valeur spécifiée
Tolérances sur épaisseur nominale (mm) :		
- épaisseur du corps	± 5 %, maximum ± 3 mm	± 1 mm
- point d'appui	$\Delta < 3$ mm	± 1 mm
Tolérances sur la longueur/largeur nominale (mm)	(± 2 mm)	± 1 mm
Planéité :	NBN B 21-211	
- convexe (mm)	≤ 0,5 % (4,5 – 3)	< 2,0 mm
- concave (mm)	≤ 0,3 % (2,7 – 1,8)	≤ 0 mm
Résistance à la flexion à rupture :	NF EN 1339 annexe F	
- moyenne	6 MPa	≥ 8,2 MPa
- individuelle	5 MPa	≥ 7,6 MPa
Tolérance sur poids	%	± 2 %
Essai d'usure (Capon)	NF EN 1339 annexe G	≤ 23 mm (Classe 3H)
Durabilité : perte de masse après cycles de gel dégel	NF EN 1339 annexe D	< 1,0 kg/m ² (Classe 3D)

Tableau 2B – Autres caractéristiques des dalles Pardak® 110

Dimensions (mm)	Pardak® 110
Longueur (avec élément coin)	1 096,8 ± 1 mm (1 100 mm)
Largeur (avec élément coin)	1 096,8 ± 1 mm (1 100 mm)
Épaisseurs :	
- au point d'appui	91 - 2, + 3 mm
- épaisseur coin inclus	96 ± 1 mm
Chanfrein :	
- « horizontal »	6 ± 2 mm
- « vertical »	4 ± 1 mm
Tolérance de planéité :	
- convexe	< 2,0 mm
- concave	≤ 0 mm
Poids unitaire (kg)	270 ± 2 %
Poids (kg/m ²)	225

Tableau 3 – Nomenclature de l'autocontrôle des dalles Pardak® 110

Sur matières premières	Méthode	Fréquence
Granulométrie et pureté des agrégats	Fuseau de référence	Chaque livraison – Fiche du fournisseur
Ciment	Fournisseur certifié	Fiche du fournisseur
Armature	Fournisseur certifié	Chaque livraison – Dimensions et fiche du fournisseur
Dosage des constituants	Pesée automatisée	Calibrage périodique (1 mois)
Centrale automatisée		Calibrage périodique (1 mois)
Sur fabrication		
Moules	Contrôle dimensionnel	2/mois
Béton : consistance - température	Centrale automatisée	Chaque gâchée
Résistance en compression	EN 206-1:2005 type B	3/an
Sur produits finis		
Aspect - Teinte	Visuelle	En continu
Rectitude d'arêtes	Visuelle	En continu
Dimensionnel	Fiche Produits	1 x mois
Sur stockage		
Conditions de stockage sur parc	Sur palette	Permanente
Délai avant expédition	Code couleur palettes	
Résistance en flexion	Trois points	1/an par laboratoire extérieur (2 fois par an)
Contrôle externe ⁽¹⁾		Fréquence
Tolérances sur épaisseur nominale (mm) : épaisseur du corps, point d'appui		2 fois par an
Planéité (convexe, concave)		2 fois par an
Résistance à la flexion rupture		2 fois par an
Poids		2 fois par an
(1) cf. tableaux 2A.		

Tableau 4 – Caractéristiques des plots répartiteurs de pression

Caractéristiques	Plots pour Pardak® 110
Épaisseur (mm)	30 ± 1
Diamètre (mm)	400 ± 2
Masse volumique (kg/m ³)	1 050 ± 20
Dureté Shore A (NF ISO 868)	65 ± 5
Résistance à la compression des répartiteurs de pression : (méthode interne)	Les répartiteurs de pression (à l'état neuf et vieilli) ont été soumis à une charge jusqu'à 2 000 kPa sans rupture. Les déformations enregistrées sont réversibles.
- Neufs	- À neuf, la déformation s'établit à 10 % sous 200 kPa et à 29 % sous 850 kPa,
- Vieillis (2 ans <i>in situ</i>)	- Après vieillissement, la déformation s'élève à 10 % sous 330 kPa et à 20 % sous 1 620 kPa.

Tableau 5 – Caractéristiques du joint GRANUFIX

Caractéristiques	Unité	Valeur
Masse volumique	kg/m ³	1 000 ± 100
Dureté	Shore A	50 ± 15

Tableau 6 – Caractéristiques de l'élément de mise en tension

Description	Matériel	Dimensions
Extérieur	Caoutchouc SBR	27 x 27 x 50 mm
Intérieur	Polyamide	26,4 x 26,4 mm
Cheville	Acier Inoxydable	M8 x 75 mm
Force de tension = 8 N		
Dimensions total élément de mise en tension: 27 x 27 x 73 mm		

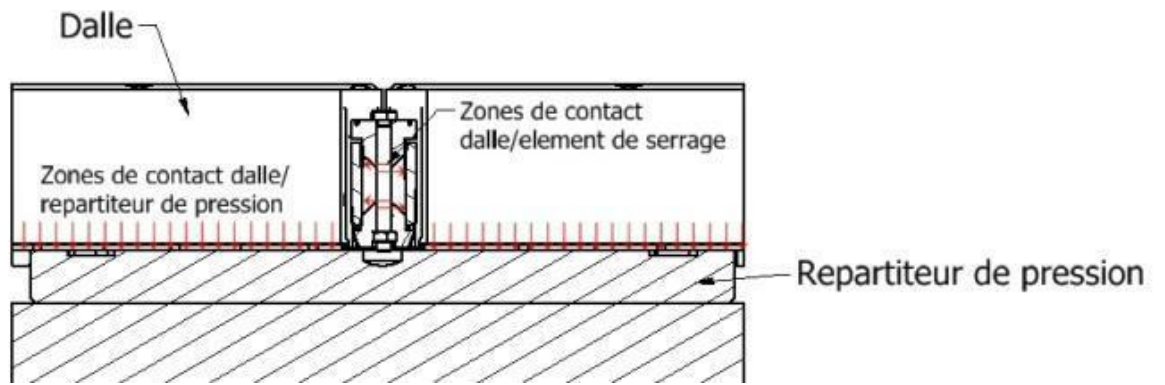


Figure 1.1 – Principe du système Pardak®

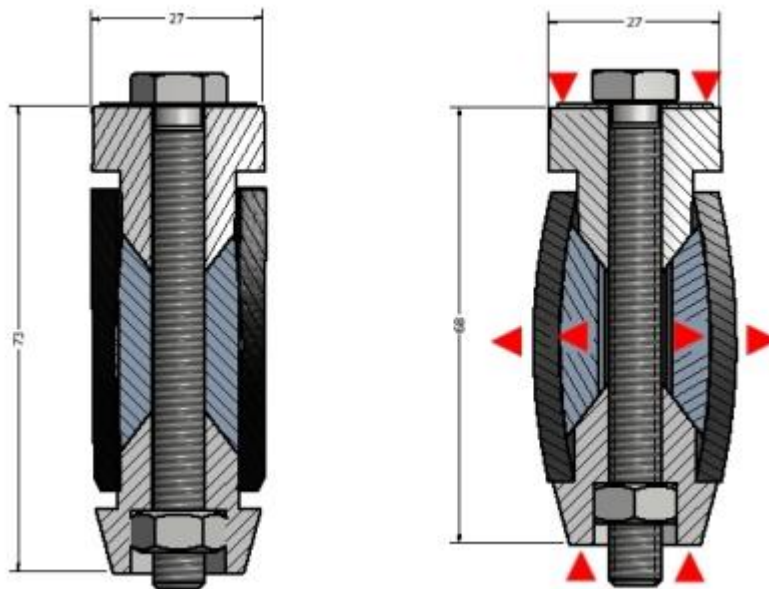


Figure 1.2 – Élément de serrage (avant et après mise en tension)

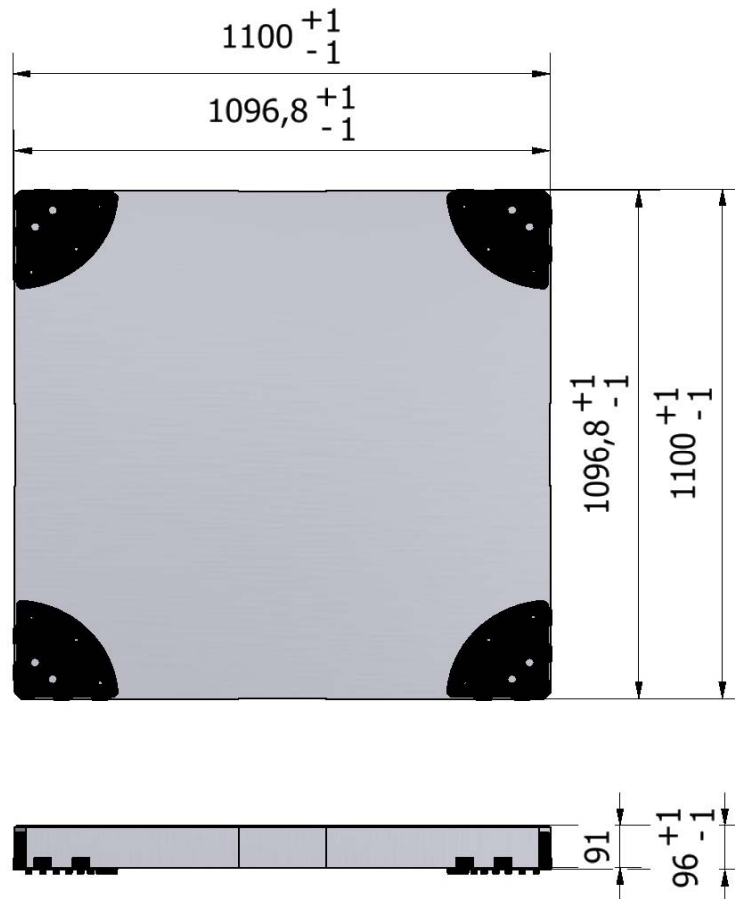


Figure 1.3 – Vue de la sous-face d'une dalle Pardak® 110

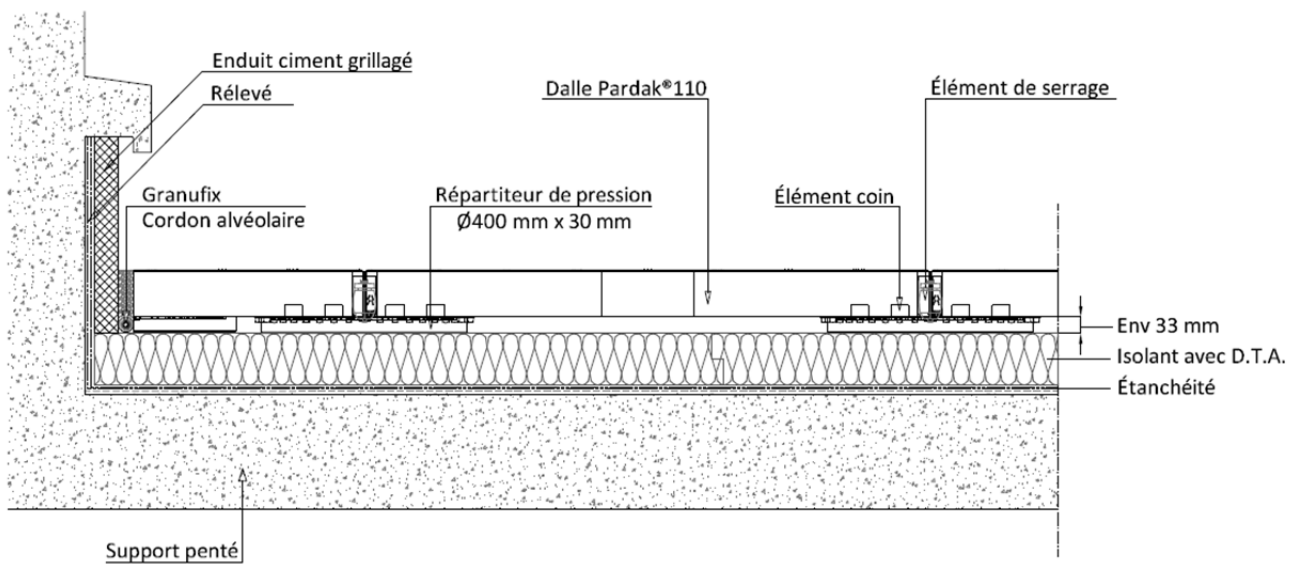


Figure 2 – Coupe sur relevé, avec panneaux isolants supports et revêtement d'étanchéité à base d'asphalte

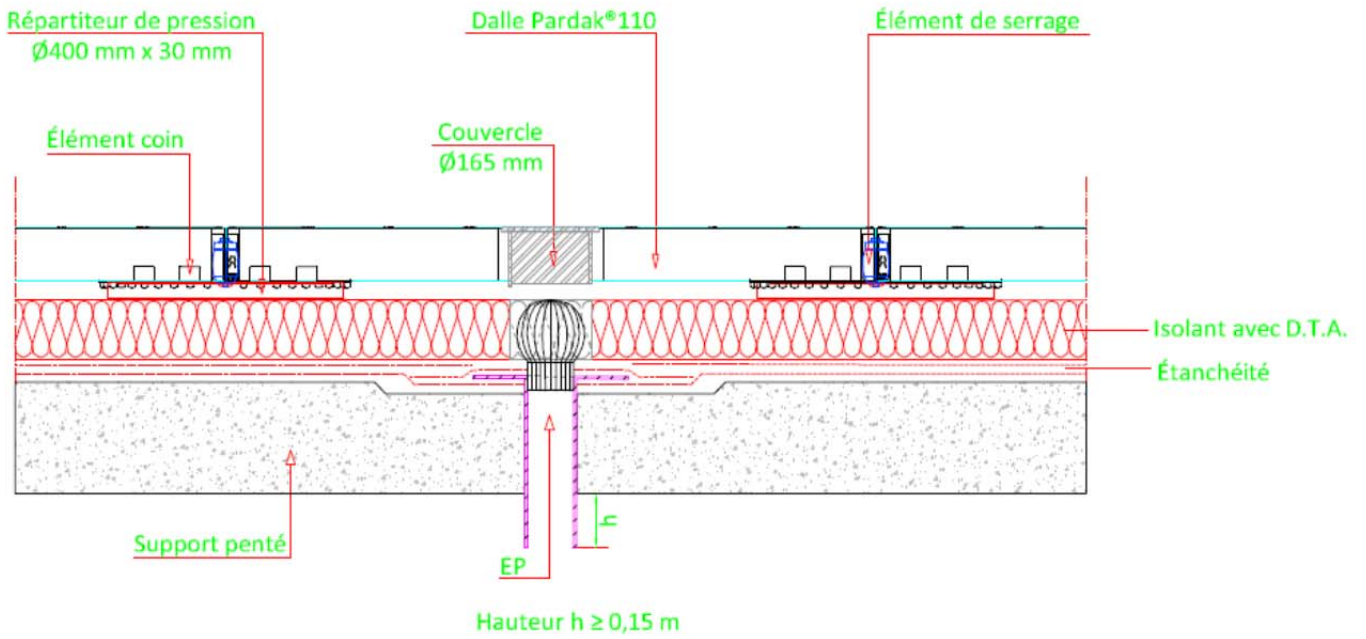
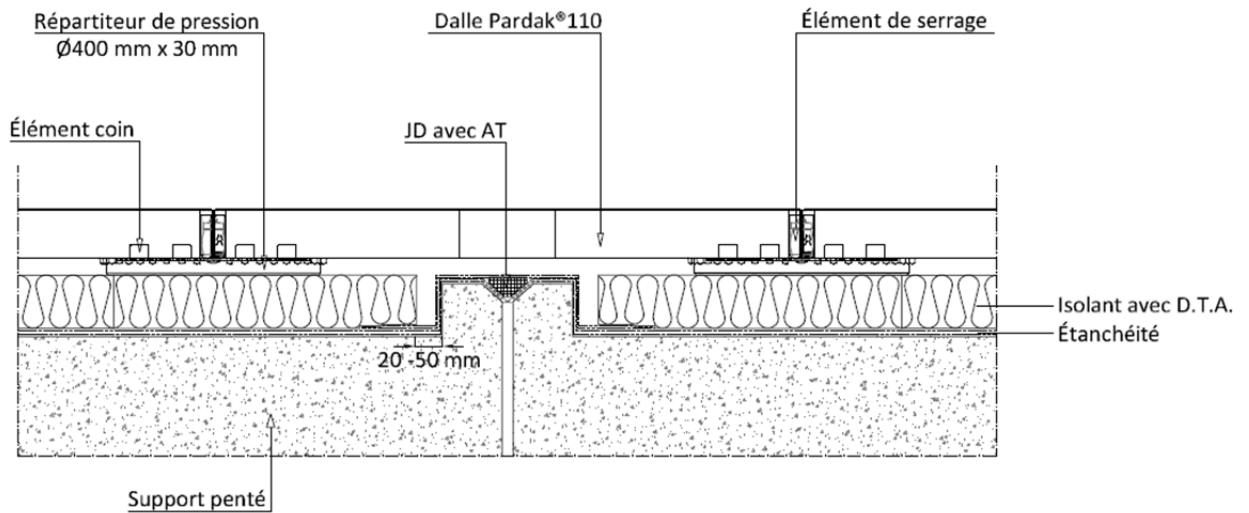


Figure 3 – Coupe sur EEP en toiture inversée,
avec un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte ou en feuilles bitumineuses



Nota : largeur maximale du joint 2 cm (mouvement ± 2 cm)

Figure 4 – Coupe sur JD en toiture inversée
avec un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte ou en feuilles bitumineuses



Figure 5 – Exemple d'entretien avec une machine de levage autoportée



Répartiteur de pression

Élément de serrage

Figure 6 – Coupe sur un répartiteur de dalle PARDAK®



Figure 7 – Élément coin PARDAK®