

Document Technique d'Application

5.2/19-2642_V1

*Forme de pente en mortier
allégé pour toitures
supports de systèmes
d'étanchéité*

*Shape of a light mortar-
based slope for roofs used
as waterproofing support*

Polys Béto® forme pour toitures étanchées

Titulaire : Edilteco Group
Via Dell Industria 710
IT-41038 San Felice S/P (Mo)

Tél. : 39 053582161
Fax : 39 053582970
E-mail : info@edilteco.it
Internet : www.edilteco.com

Distributeur : Edilteco France SAS
BP 70731
FR-49307 Cholet

Tél. 0825 825 533
Fax : 0825 850 050
E-mail : info@edilteco.fr
internet : www.edilteco.com

Groupe Spécialisé n° 5.2

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

Groupe Spécialisé n° 13

Procédés pour la mise en œuvre des revêtements

Publié le 16 juillet 2019



Commission chargée de formuler les 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

Les Groupes Spécialisés n° 5.2 « Produits et procédés d'étanchéité de toitures-terrasses, de parois enterrées et cuvelage » et n° 13 « Procédés pour la mise en œuvre des revêtements » ont examiné, le 14 janvier 2019 et 06 décembre 2018, le procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées présenté par la société Edilteco Groupe. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Le procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées est une forme adhérente Polys Béto® forme, placée :

- Au-dessus d'un élément porteur en maçonnerie ;
- Au-dessous d'un système d'étanchéité comportant ou non un support en panneaux isolants.

Le Polys Béto® forme est constitué d'un mortier allégé et de billes Polys Béto confectionnés dans des centrales à béton.

Le revêtement d'étanchéité et le pare-vapeur éventuel, en cas d'ajout de panneaux isolants additionnels, sont mis en œuvre selon leur Document Technique d'Application :

- En indépendance toujours sous protection lourde ;
- En semi-indépendance, et pour une dépression au vent extrême d'au plus 2 757 Pa en système apparent (cf. Règles NV 65 modifiées) ;
- En adhérence toujours sous protection lourde ;

en travaux neufs, ou de réfections lorsque l'élément porteur existant est mis à nu.

1.2 Identification des produits

Les billes de polystyrène sont livrées sous forme de sac de polypropylène de 100 ou 200 litres. Des inscriptions sur les sacs permettent leur identification.

1.3 Mise sur le marché

Les produits ne sont pas marqués CE, au sens du RPC de 2011.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

La destination des toitures-terrasses et toitures inclinées, en travaux neufs ou de réfections, en climat de plaine uniquement jusqu'à l'élément porteur existant, est :

- Toitures inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
- Toitures inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
- Toitures-terrasses jardins ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;
- Terrasses accessibles aux piétons, y compris avec dalles sur plots, et au séjour lorsque le revêtement d'étanchéité le permet ;
- Terrasses accessibles aux véhicules légers (charge maximum 20 kN par essieu) selon la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1).

La pression admise au niveau de la forme isolante ou forme de pente Polys Béto® forme est 100 kPa.

Les formes Polys Béto® forme permettent d'obtenir les pentes des systèmes d'étanchéité prescrites par les normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1-1 (référence DTU 20.12 - DTU 43.1 P1-1 + DTU 43.5).

L'hygrométrie des locaux sous toitures est classée faible ou moyenne hygrométrie.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Stabilité

Le procédé est admis pour tous sites et zones de vent définis par les Règles NV 65 modifiées sans dépasser la valeur de dépression au vent extrême de 2 757 Pa.

Lorsque le procédé est sous revêtement apparent, les fixations mécaniques sont celles du revêtement d'étanchéité.

Sécurité en cas d'incendie

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

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

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

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Pose en zones sismiques

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 applicable 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, maîtrise des accidents et maîtrise des risques lors de la mise en œuvre et de l'entretien

Elle peut être normalement assurée.

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).

Isolation thermique

Le § 12 du Dossier Technique Établi par le Demandeur (DTED) donne la conductivité thermique utile du mortier allégé Polys Béto® forme.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2012, la paroi dans laquelle est incorporée la forme de Polys Béto® forme devra satisfaire aux exigences du § 2.2.1.2 du fascicule 4 des Règles Th-U Parois opaques qui définit le coefficient (Up) surfacique maximum admissible pour la paroi opaque.

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

Les toitures ne comportant pas de panneaux isolants supports d'étanchéité complémentaires au procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées, ne sont envisageables que pour les ouvrages où la réglementation thermique n'est pas applicable.

Accessibilité de la toiture

Ce procédé support d'étanchéité convient aux toitures :

- Toitures-terrasses ou toitures inclinées inaccessibles ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques ;
- Terrasses accessibles aux piétons et au séjour, et aux véhicules légers ;
- Toitures-terrasses jardins ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;
- Terrasses accessibles aux piétons, y compris avec dalles sur plots, et au séjour lorsque le revêtement d'étanchéité et la couche isolant intermédiaire (éventuelle) le permettent ;

- Terrasses accessibles aux véhicules légers (charge maximum 20 kN par essieu), avec accessibilité exceptionnelle des véhicules de lutte contre l'incendie et des camions de déménagement.

La pression admise par la forme de Polys Béto® forme est 100 kPa, le revêtement et/ou la couche isolante complémentaire (éventuelle) pouvant imposer une limite plus basse.

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 produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrés 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.

Acoustique

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

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

Les performances acoustiques n'ont pas été évaluées sur ce procédé.

2.22 Durabilité - entretien

Dans le domaine d'emploi proposé, la durabilité du procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées est satisfaisante.

Entretien

Cf. les normes P 84 série 200 (référence DTU série 43).

2.23 Fabrication et contrôle

La fabrication des granulats en polystyrène du Polys Béto® forme est réalisée par le titulaire de l'Avis dans son usine de Sèvremoine (Saint-Germain-sur-Moine) spécialement prévue à cet effet.

Pour la confection du mortier léger Polys Béto® forme, les contrôles doivent être effectués, en centrale à béton.

2.24 Mise en œuvre

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

Edilteco France SAS apporte son assistance technique sur demande aux entreprises utilisatrices.

2.3 Prescriptions Techniques

2.31 Utilisation exceptionnelle des planchers extérieurs accessibles aux véhicules légers

L'utilisation exceptionnelle des parties de toitures accessibles aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité.

Comme l'indique le NF DTU 43 .1, il appartient au maître d'œuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.

2.32 Cas de la réfection

Addendum

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 les Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

À compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31 janvier 2024.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 5.2
Le Président*

3. Remarques complémentaires des Groupes Spécialisés

- Lorsque les systèmes d'étanchéité sont fixés mécaniquement à l'élément porteur, un calepinage précis est requis. L'épaisseur maximale de la forme Polys Béto® forme est dépendante de la longueur disponible des attelages de fixation mécanique.
- Cet Avis Technique constitue une suite à l'Avis Technique 5+13/11-2242.
- Cet Avis a été délivré après examen du Groupe Spécialisé n° 13, le 06 décembre 2018.
- Les bétons bitumineux ne sont pas envisagés.
- Il est demandé au fabricant d'assurer la régularité de son autocontrôle.
- Pour les emplois en terrasses véhicules légers, le Groupe demande un contrôle supplémentaire d'essais de compression par carottage des mortiers sur site. Ce contrôle doit être réalisé pour chaque chantier tous les 250 m².

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5.2

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 13

Dossier Technique

Établi par le Demandeur

A. Description

1. Principe

Polys Béto® forme pour toitures étanchées est un procédé de formes pour toitures-terrasses et toitures inclinées. Les formes sont constituées de mortier allégé Polys Béto® forme; elles se nomment Polys Béto® forme.

Le mortier allégé Polys Béto® forme est fabriqué dans des centrales à béton.

Les formes Polys Béto® forme sont réalisées *in situ*. Elles sont à destination d'élément porteur en maçonnerie support de systèmes d'étanchéité :

- Support direct d'un revêtement en asphalte bénéficiant d'un Avis Technique favorable, ou mixte sous asphalte bénéficiant d'un Avis Technique. L'emploi de la forme de pente est limité de façon à ce que l'épaisseur de Polys Béto® forme réalisée corresponde à une résistance thermique utile inférieure ou égale à 1 (m².K)W (cf. § 6.22).
- Support direct d'un revêtement d'étanchéité bénéficiant d'un Document Technique d'Application, monocouche ou bicouche, ou Élément porteur avec mise en œuvre de panneaux isolants supports d'étanchéité bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

Les éléments porteurs en bois pour les procédés bénéficiant d'un Avis Technique ne sont pas admis.

Le revêtement d'étanchéité, et le pare-vapeur éventuel, sont mis en œuvre en indépendance ou en semi-indépendance.

La destination des toitures-terrasses et toitures inclinées, en travaux neufs ou de réfections jusqu'à l'élément porteur existant, est :

- Toitures inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
- Toitures inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelles) ;
- Toitures-terrasses jardins ;
- Terrasses et toitures végétalisées ;
- Terrasses accessibles aux piétons, y compris avec dalles sur plots, et au séjour lorsque le revêtement d'étanchéité le permet ;
- Terrasses accessibles aux véhicules légers (charge maximum 20 kN par essieu), avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement conformément au § 3.2.4 du NF DTU 43.1 P1-1. La protection admise est le dallage en béton armé selon le 6.6.3.4.2 du DTU 43.1.

L'hygrométrie des locaux sous toitures est classée faible ou moyenne

$$\left(\frac{W}{n}\right) \leq 5 \text{ g/m}^3.$$

Le mortier allégé Polys Béto® forme est réalisé à base de billes de polystyrène expansé calibrées aux diamètres de 2-3 mm. L'enrobage par malaxage de celles-ci par des adjuvants spécifiques assure aux billes une intégration et une répartition homogènes dans le béton.

La quantité de ciment CEM I ou CEM II au mètre cube de mortier est de 350 kg pour les formules 900 kg par m³ et 1 200 kg par m³. Les formules applicables par l'utilisateur sont au tableau 2, en fin de dossier technique.

Les formes Polys Béto® forme sont obligatoirement adhérentes. La pression admise au niveau du Polys Béto® forme est 100 kPa (1 daN/cm²).

Les Polys Béto® forme permettent d'obtenir les pentes des systèmes d'étanchéité prescrites par les normes NF DTU 20.12 P1 – NF DTU 43.1 P1-1 – NF DTU 43.5 P1). La forme de pente admissible est de 20 %.

Dans le cas de support en réfection, celui-ci doit respecter les tolérances de planéité du DTU 26.1.

2. Matériaux constitutifs

2.1 Billes Polys Béto®

Les agrégats Polys Béto® sont des billes de polystyrène à cellule fermées, fabriquées par la Société Edilteco France et enrobées de l'adjuvant E.I.A également produit par la Société Edilteco Group. Ils ne proviennent en aucun cas de broyage de panneaux ou de matières recyclées. L'expansion des grains de polystyrène est obtenue par traitement à la vapeur d'eau. Les billes sont hydrophobes, imputrescibles et insensibles aux réactions alcalines. Les billes sont stockées dans un silo pendant au minimum 24 heures afin d'assurer leur stabilisation avant d'être enrobées par l'adjuvant E.I.A. Ce traitement permet d'éviter toute ségrégation entre billes et liants hydrauliques et garantit l'homogénéité du mélange.

- Granulométrie : 2-3 mm ;
- Masse volumique apparente après traitement : de 10 à 12,5 kg/m³ ;
- Conservation à l'abri de l'humidité et des ultraviolets.

2.2 Ciment

Dans tous les cas, le liant est un ciment Portland type CEM I ou II distribué par les cimentiers conforme à la norme NF EN 197-1.

2.3 L'eau

L'eau utilisée doit être propre et conforme à la norme NF EN 1008.

Le dosage en eau doit être respecté scrupuleusement. La quantité d'eau apportée doit prendre en compte l'eau contenue par le sable.

Les compositions qui figurent dans le tableau 1, en fin de dossier technique, tiennent compte de l'hygrométrie du sable variant entre 4 et 8 % de son volume.

2.4 Le sable

Les sables utilisés sont des sables (EN 12620) de granulométrie 0-4.

Les formules du tableau 1, en fin de dossier technique, ont été testées avec un sable 0-4 traditionnel appelé aussi « sable à maçonner ».

2.5 Couche d'accrochage – Edilstik

Les caractéristiques de ce primaire sont (cf. Tableau 3) :

- Nature chimique : Dispersion polymérique en base aqueuse ;
- Fonction : Primaire d'accrochage ;
- Conditionnement : Bidons de 1, 5 et 20 litres.

3. Fabrication et contrôle des productions servant à la réalisation du Polys Béto®

3.1 Fabrication des billes de polystyrène

La fabrication des billes Polys Béto® est réalisée à l'usine de Sèvremoine (Saint-Germain-sur-Moine) (49).

3.2 Contrôles des billes de polystyrène

La matière première destinée à la fabrication des billes (polystyrène expansible) est contrôlée régulièrement par le fabricant et vérifiée à nouveau avant son expansion sur la base du bulletin d'analyse fournisseur.

La fabrication des agrégats légers est soumise au contrôle de qualité interne Edilteco France. Le contrôle porte sur le calibrage des billes et leur masse volumique avant maturation (en silo).

La fabrication des billes de polystyrène fait objet d'un autocontrôle de :

- Granulométrie :
 - Mesurée une fois par lot d'expansion, en début de la 2^{ème} expansion ;
 - Résultat attendu : maximum 5% pour les billes de taille supérieure à 2 mm.
- Densité à l'expansion :
 - Mesurée toutes les 20 minutes, prise d'un échantillon dans le lit d'expansion ;
 - Résultat attendu : entre 10 et 12 kg/m³.
- Densité d'expansion à 24h :

- Au bout de 24 heures, mesurée une fois par lot d'expansion (1 octabin de matières premières équivaut à 1 lot d'expansion).
- Résultat attendu : 10 à 12 kg/m³.

Les résultats sont consignés dans un registre d'autocontrôle.

3.3 Conditionnement

Les billes de polystyrène adjuvantées sont livrées sous forme de sac de polypropylène de 100 ou 200 litres. Les inscriptions sur le sac indiquent :

- La dénomination commerciale « Polys Béto® » ;
- Le nom, l'adresse de la société Edilteco France SaS ;
- Le logo ;
- Le code barre.

Lorsque le mélange est réalisé, le nom commercial apparaît sur le bordereau de livraison.

3.4 Confection du mortier Polys Béto® forme

Il est nécessaire de respecter un ordre dans l'intégration des produits :

- L'eau en rapport du ciment, soit poids du ciment multiplié par 0,4 ;
- Insérer le volume de Polys Béto® pendant le malaxage ;
- Le sable ;
- Le ciment : 350 kg.

3.5 Les formulations et les caractéristiques

Les formulations et les caractéristiques techniques sont indiquées au tableau 2, en fin de dossier technique.

3.6 En centrale à béton

Pour la fabrication du mortier allégé en centrale, il est judicieux de préparer la quantité de sacs de Polys Béto® pour une toupie en fonction du nombre de m³ et de la densité.

Les sacs sont alors versés dans la toupie. Le camion se rend sous le malaxeur qui verse à son tour le mortier dans le camion qui tourne à grande vitesse.

Pendant l'acheminement, la toupie reste en action. Arrivée au lieu de livraison, un malaxage rapide sera effectué pendant environ 3 minutes avant d'être versé.

Le temps cumulé de fabrication, de transport et mise en œuvre est de 2 heures maximum à 20 °C.

3.7 Consistance et aspect du mortier allégé

Quel que soit le mode opératoire, le mélange doit avoir une classe d'affaissement S3 selon la norme NF EN 206-1/CN, et il ne doit en aucun cas être liquide. Tout excès d'eau et de séchage rapide conduit à des phénomènes de tuilages et de fissurations. Après préparation du mortier allégé, aucun ajout d'eau n'est autorisé. Les parties hétérogènes (plus blanches) sont re-mélangées à la pelle. Les flaques d'eau sont éliminées.

3.8 Masse volumique

Pour l'utilisation d'une forme :

- En tant que support d'un revêtement étanchéité à base d'asphalte ;
- En tant que support d'un procédé d'étanchéité en feuilles bitumineuses ou synthétiques ;

Les masses volumiques utilisables sont entre 900 et 1 200 kg/m³ (cf. tableau 2, en fin de dossier technique).

4. Support du Polys Béto® forme

4.1 Reconnaissance du support

Le support du Polys Béto® forme pour toitures étanchées sera dit reconnu et prêt à recevoir le mortier allégé Polys Béto® forme à partir du moment où celui-ci aura été caractérisé comme porteur et stable par l'entreprise mettant en œuvre la forme du mortier allégé. La pente finale de la toiture est donnée par le procédé Polys Béto® forme en respectant les exigences de pente attendues pour l'ouvrage.

4.1.1 Type d'élément porteur en maçonnerie

Élément en béton armé, ou béton précontraint, conforme au NF DTU 20.12 ou titulaire d'un Avis Technique (dalles pleines, planchers poutrelles à dalle de répartition coulée en œuvre, etc.), dimensionnés conformément aux règles en vigueur les concernant, à l'exception des dalles alvéolaires de type D.

4.1.2 Préparation du support pour une forme adhérente sur support homogène

Les poteaux, trémies, pieds de mur, tous reliefs, acrotères, costières, émergences, etc. sont désolidarisés par la mise en place d'une bande

périphérique compressible d'épaisseur minimale de 5 mm remontant sur l'épaisseur de la forme.

L'orifice des évacuations des eaux pluviales (EEP) doit être dégagé avant la mise en œuvre de la forme isolante ou forme de pente pour permettre une évacuation rapide de l'eau en cas d'intempéries après coulage.

- Sur un ancien support en maçonnerie :
On utilisera le primaire d'accrochage EDILSTIK®, fourni par la Société Edilteco France Sas.
- Sur un support neuf en maçonnerie :
La surface de l'élément porteur doit être rugueuse pour permettre l'accrochage de la forme rapportée (§ 6.1.2.1 du NF DTU 20.12 P1). Avant le coulage, la surface doit être nettoyée et humidifiée.

4.2 Joints du gros-œuvre

Les joints de structure sont réalisés conformément aux dispositions des NF DTU 20.12 P1 et NF DTU 43.1 P1-1.

Voir les figures en fin de dossier technique :

- Figure 1 : coupe de principe pour le joint plat ;
- Figure 2 : coupe de principe pour un joint plat surélevé ;
- Figure 3 : coupe de principe pour un joint plat surélevé de 3 cm.

a) Joints plats avec un revêtement à base d'asphalte ou bitumineux :

Ils sont destinés aux terrasses accessibles aux piétons et au séjour avec protection autre que dalles sur plots (cf. figures 1 - 3).

Pour les toitures-terrasses accessibles aux véhicules (ou parcs de stationnement), il s'agit de joints plats surélevés de 3 cm selon le § 7.4.3.4.2 du NF DTU 20.12. En travaux de réfections, les Documents Particuliers du Marché (DPM) indiquent si les joints de dilatation sont plats ou plats surélevés de 3 cm.

b) Autres joints :

- Avec un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte ou bitumineux :

Au droit des joints de dilatation, la forme de pente Polys Béto® forme est interrompue par 2 costières en béton solidaires de l'élément porteur (cf. figure 2). La largeur de ces costières est celle prescrite par l'Avis Technique du système de calfeutrement du joint de dilatation, et, de part et d'autre du joint, au minimum de 0,20 m pour le revêtement à base d'asphalte et 0,30 m pour ceux bitumineux ;

- Avec un revêtement d'étanchéité à base de membranes synthétiques :

Les joints sont réalisés sur costières en béton conformément § 6.5 du CPT Commun « Étanchéité de toitures par membranes monocouches synthétiques en PVC-P non compatible avec le bitume » (*e-Cahier du CSTB 3502 d'avril 2004*), et selon le Document Technique d'Application du système d'étanchéité.

4.3 Chéneaux, caniveaux, rives et recharge en fond de noue

Ils sont réalisés conformément aux dispositions des NF DTU 20.12 P1 et NF DTU 43.1.

Voir les figures en fin de dossier technique :

- Figure 4 : coupe sur rive de dalle (arrêt du béton léger Polys Béto® sur les rives) ;
- Figure 5 : coupe sur chéneaux ou caniveaux.

5. Mise en œuvre de la forme Polys Béto® forme

5.1 Tolérances de planéité

Pour le cas où l'élément porteur reçoit directement l'étanchéité, les tolérances de planéité sont définies comme suit (DTU 20.12) : La planéité générale est satisfaite si une règle de 2 m déplacée en tous sens ne fait pas apparaître de flèches de plus de 10 mm.

L'état de surface de l'élément porteur doit être celui d'un parement courant de béton surfacé défini par la norme NF P 18-201 (référence DTU 21). Les pentes sont conformes au NF DTU 20.12.

5.2 Joints de fractionnement

Pour une Polys Béto® forme adhérente, les joints de fractionnement de la forme ne sont pas nécessaires.

5.3 Épaisseur de la Polys Béto® forme

La forme de pente doit respecter la pente de l'élément porteur. La forme en Polys Béto® forme est adhérente au support.

5.3.1 Épaisseur minimale

L'épaisseur minimale en tous points est de 3 cm.

5.32 Épaisseurs maximales

a) Épaisseur de coulage d'une couche de Polys Béto® forme :

La forme Polys Béto® forme est coulée par couche d'épaisseur 0,30 m au maximum. Le temps de couler l'épaisseur de 0,30 m de Polys Béto® forme est de 5 minutes.

b) Épaisseur maximale totale de la forme Polys Béto® forme : 0,60 m.

5.4 EDILSTIK® fourni par Edilteco

Le primaire EDILSTIK® est composé de sable, de ciment et de résine d'accrochage. Sur ancien support, il est mis en œuvre selon le § 4.12 ci-avant.

Une fois le primaire étalée à la brosse, la mise en place du mortier allégé Polys Béto® forme ne pourra se faire qu'à l'issue du délai d'attente prescrit qui est de 2 heures (à 20°C).

5.5 Pompage

Dans le cas d'un mortier pompé, selon le type de pompe et la distance, il peut être nécessaire de laisser le mortier allégé Polys Béto® forme au repos pendant une durée de 5 à 10 minutes avant sa mise en place définitive. Cela permet au mortier de retrouver ses propriétés et d'obtenir le rendement volumique souhaité.

5.6 Coulage

5.6.1 Mise en place du mortier allégé Polys Béto® forme

Une fois que le mortier allégé a été préparé, la mise en place se fait de manière traditionnelle avec des outils courants (règle en aluminium), quels que soient la densité et le mode de préparation (en centrale à béton). Le mortier allégé se coule entre règles de niveau et se tire à l'aide d'une règle en aluminium.

Pour les fortes pentes, au-delà de 10 % et jusqu'à 20 % par rapport à l'horizontale, la mise en place du Polys Béto® forme sera réalisée par passes successives dans le sens horizontal, perpendiculairement aux pentes et en commençant par le bas des versants.

Dans le cas de réparations du Polys Béto® Forme, les produits suivants sont compatibles avec ce mortier :

- EPORIP et EPORIP TURBO de la société Mapei ;
- Weber. Rep MA203 de la société Saint-Gobain Weber ;
- EPOFOND R et E de la société VPI.

La fissuration est traitée avant la pose du revêtement. Cette opération est du ressort de l'applicateur du mortier.

5.6.2 Arrêt de bétonnage

L'arrêt est fait à 45°. Le mortier est bloqué par un bastaing ou un madrier et la reprise s'effectue après avoir, préalablement, enduit l'arrêt de bétonnage avec l'enduit EDILSTIK®.

5.7 Finition

5.7.1 Séchage

Le mortier allégé Polys Béto® forme doit être protégé dans le cas de la dessiccation superficielle et du ravinement des éventuelles précipitations, soit par un film protecteur en polyéthylène, soit par une pulvérisation d'un produit de cure certifié NF non solvanté de consommation selon sa fiche technique.

En cas de film protecteur, celui-ci sera retiré après 5 jours et on laissera le mortier au moins 3 jours découverts avant l'application du revêtement d'étanchéité, sachant que le délai de séchage demandé pour les formes en maçonnerie doit être compris entre 8 jours minimum et 3 semaines selon la saison, avant l'intervention de l'entreprise d'étanchéité.

Dans le cas d'une pose sur planchers avec bac collaborant conforme avec le DTU 20.12, le séchage du Polys Béto® forme est fixé à 28 jours.

5.7.2 Réception

Tolérance de planéité, état de surface : les tolérances du § 5.8 du NF DTU 20.12 P1 doivent être respectées.

Ouverture du chantier aux autres corps d'état

La circulation sur la forme Polys Béto® forme est interdite avant que la pose du procédé d'étanchéité ne soit terminée.

La circulation sur la forme Polys Béto® forme sera limitée après 8 jours de séchage à la circulation exceptionnelle d'engins, équipés de pneumatiques, nécessaires à l'approvisionnement des matériaux de l'étancheur réalisant la pose du procédé d'étanchéité. Dans ce cas, une protection mécanique de la forme, par panneaux rigides par exemple, est indispensable.

6. Systèmes d'étanchéités associés

6.1 Panneaux isolants thermiques

Une couche isolante complémentaire peut être placée au-dessus de la forme Polys Béto® forme, sous le revêtement d'étanchéité (et sa protection rapportée éventuelle).

À noter que ces panneaux isolants doivent avoir une résistance thermique utile supérieure à trois fois la résistance thermique utile du support « élément porteur + Polys Béto® forme » situé sous le pare-vapeur, par rapport à l'épaisseur moyenne de la forme Polys Béto® forme et pour des locaux classés au plus en moyenne hygrométrie.

6.1.1 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est mis en œuvre directement sur le Polys Béto® forme. Il est mis en œuvre uniquement en adhérence totale sous protection lourde, en semi-indépendance en système apparent conformément aux dispositions du Document Technique d'Application particulier du revêtement d'étanchéité lorsque celui-ci vise la forme allégée.

6.1.2 Panneaux isolants

Les panneaux isolants utilisables sur la Polys Béto® forme bénéficient d'un Document Technique d'Application visant favorablement l'application sur maçonnerie.

Ces panneaux isolants sont mis en œuvre par collage à l'EAC exempt de bitume oxydé bénéficiant d'un Avis Technique, ou à l'aide d'une colle à froid, ou à l'aide d'attaches de fixation mécanique, ou en pose libre, conformément aux dispositions de leur Document Technique d'Application et à celui du revêtement d'étanchéité.

Dans le cas de la fixation mécanique, l'ancrage de l'élément de liaison se fait dans l'élément porteur. L'ancrage dans la forme Polys Béto® forme est interdit.

Il conviendra de vérifier l'épaisseur d'isolant maximale de façon à ce que la longueur de vis traverse le complexe isolant.

6.2 Revêtements d'étanchéité

6.2.1 Revêtements en asphalte

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- Selon son Avis Technique lorsque celui-ci vise le support Polys Béto® forme.
- L'emploi de la forme de pente est limité de façon à ce que l'épaisseur de Polys Béto® forme réalisée corresponde à une résistance thermique (R_{th}) utile inférieure ou égale à 1 (m².K)W.
- L'épaisseur maximale est de 0,40 m en tenant compte que R_{th} ≤ 1 (m².K)W.

6.2.2 Revêtements mixtes en asphalte

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon son Avis Technique lorsque celui-ci vise le support Polys Béto® forme, hors couches d'enrobés.

L'emploi de la forme de pente est limité de façon à ce que l'épaisseur de Polys Béto® forme réalisée, de 0,4 m, corresponde à une résistance thermique utile inférieure ou égale à 1 (m².K)W.

6.2.3 Revêtements bitumineux

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- En indépendance (toujours sous protection rapportée) ;
 - En semi-indépendance non-fixé mécaniquement (par auto-adhésivité ou par plots de colle à froid, par exemple) ;
- selon son Document Technique d'Application favorable lorsque celui-ci vise la forme allégée.

6.2.4 Revêtements synthétiques

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre en indépendance (toujours sous protection rapportée), ou en semi-indépendance, selon son Document Technique d'Application favorable lorsque celui-ci vise le support Polys Béto® forme.

La mise en œuvre d'un écran de séparation mécanique ou/et chimique en pose directe est prescrite par le Document Technique d'Application du procédé d'étanchéité particulier.

Sauf dispositions particulières, le DTA du revêtement prévoit un écran chimique, si non nécessaire, le DTA du revêtement doit le prévoir.

6.3 Pour les protections rapportées éventuelles

Les protections lourdes éventuelles sont mises en œuvre conformément :

- Au NF DTU 43.1 P1 et au Document Technique d'Application du revêtement pour les toitures :

- Toitures inaccessibles, y compris pour les chemins de circulation,
- Toitures-terrasses inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales,
- Terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemins de nacelles),
- Toitures-terrasses jardins,
- Terrasses accessibles aux piétons, y compris avec dalles sur plots,
- Terrasses accessibles aux véhicules légers (cf. § 1 du dossier technique) ;
- À l'Avis Technique du système de végétalisation extensive des terrasses et toitures végétalisées.

7. Conditions climatiques

Les conditions climatiques et la température d'application pour la mise en œuvre des mortiers allégés sont les mêmes que pour tous les bétons traditionnels :

- Une température supérieure à 5 °C ;
- Une température inférieure à 30 °C.

Protection contre les agressions climatiques (soleil, vent, pluie, etc.).

Avec les protections d'usage (protection contre les intempéries par mise en place d'un film protecteur ou d'un produit de cure certifié NF non solvantée par exemple), un retard de prise peut être constaté dans les premières heures après le coulage, mais cela ne remet pas en cause les performances du mortier allégé Polys Béto® forme.

8. Contrôles

Les contrôles sont effectués sur chantier et lors de la fabrication du mortier. Ils portent sur la masse volumique du mortier frais, lors de la préparation du mélange en centrale à béton. Et ceci pour chaque coulage : par le service technique des centrales à béton dans le cas du mortier prêt à l'emploi.

L'autocontrôle permet de mesurer la masse volumique du béton frais et la résistance à la compression à 7 jours. Ils sont réalisés dans des éprouvettes 16-32 (norme NF EN 12390-3). Les résultats doivent être conformes à ceux inscrits au tableau 2 en fin de dossier technique.

En terrasses véhicules légers, l'autocontrôle d'essai de compression par carottage des mortiers sur site est réalisé tous les 250 m² pour chaque chantier. Les résultats doivent être conformes à ceux inscrits au tableau 2 en fin de dossier technique.

9. Détermination de la résistance thermique

Les modalités de calcul de « U_{bât} » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles

Th-Bât / Th-U, visée par la réglementation thermique 2012. Pour le calcul, il faut prendre en compte la conductivité thermique utile du mortier allégé Polys Béto® forme donnée au tableau 2.

B. Résultats expérimentaux

- Compte-rendu d'essai n° 38/08 bis du 6 octobre 2008 du laboratoire Recherche et Développement de la société Meple : essai de pelage de feuilles bitumineuses SBS sur support Polys Béto® forme.
- Rapport d'étude n° 08.B.DP.E03 (non daté) : suivi de température Béton.
- Rapport d'essais du CSTB n° R2EM-ETA-11-26033616 du 4 novembre 2011, variations dimensionnelles - Classe de compressibilité (Guide UEAtc de février 1993), compression sous charge en température (Guide technique, e-Cahier du CSTB 3669 de janvier 2010).
- Compte-rendu du Comité Thermique de l'Avis Technique (CTAT) du 6 octobre 2010.

C. Références

C1. Données environnementales ⁽¹⁾

Le procédé Polys Béto® forme ne fait pas l'objet d'une Déclaration environnementale (DE).

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

C2. Autres références

Le mortier allégé Polys Béto® forme pour forme des toitures est mis en œuvre sur les chantiers depuis l'an 2000. Pour une masse volumique de 900 kg/m³ et 1 200 kg/m³. Les références de chantiers récentes représentent plus de 12 500 m² d'application.

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

Annexe - Thermique

Détermination du coefficient de transmission surfacique global en partie courante de la paroi-toiture « Up » ou de la résistance thermique de la paroi-toiture avec la forme en Polys Béto® forme

Le calcul du coefficient de transmission surfacique en partie courante des toitures comportant une forme de Polys Béto® forme, est effectué conformément aux Règles Th-Bat/Th-U de la norme NF EN ISO 6946.

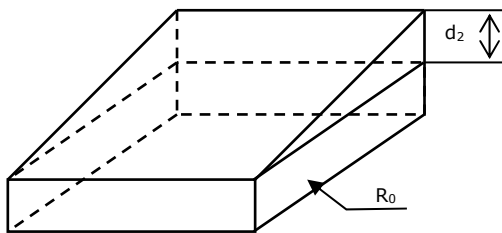
1. Méthode générale

À partir des données suivantes des documents particuliers du marché (DPM) :

- « Up » exigé, en $W/(m^2.K)$, en partie courante ;
- Composition du sous-jacent ;
- Complexe d'étanchéité ;

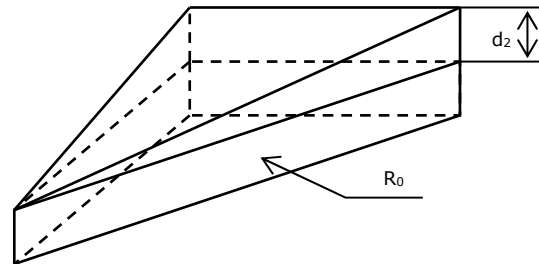
le calcul du coefficient Up de la paroi-toiture, en $W/(m^2.K)$, doit être effectué selon la méthode suivante.

Exemples pour des surfaces rectangulaires ou triangulaires avec une forme Polys Béto® forme :



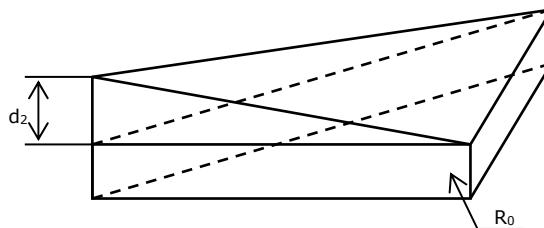
$$U_c = \frac{1}{R_2} \times \ln\left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right)$$

Figure A.1 – Cas de la surface rectangulaire



$$U_c = \frac{2}{R_2} \left[1 - \frac{R_0}{R_2} \times \ln\left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right)\right]$$

Figure A.2 – Cas de la surface triangulaire ayant l'épaisseur minimum à la pointe



$$U_c = \frac{2}{R_2} \left[\left(1 + \frac{R_0}{R_2}\right) \times \ln\left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right) - 1\right]$$

Figure A.3 – Cas de la surface triangulaire ayant l'épaisseur maximum à la pointe

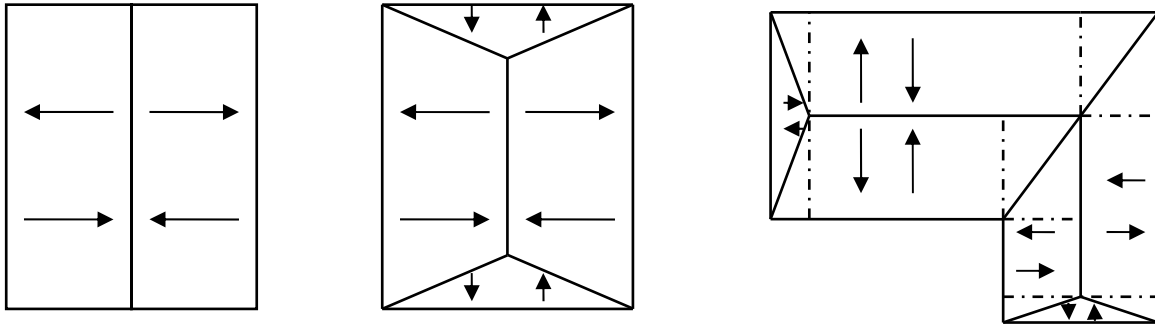
dans lesquelles :

- d_2 est l'épaisseur maximum de la couche d'épaisseur variable du Polys Béto® forme ;
- R_2 est la résistance thermique utile maximum de la couche d'épaisseur variable du Polys Béto® forme, en $(m^2.K)/W$;
- Résistance thermique utile des autres couches, y compris les résistances superficielles des deux faces de la toiture étanchée, en $(m^2.K)/W$;
- R_0 est la somme des deux résistances thermiques utiles, en $W/(m^2.K)$:
 - de la Polys Béto® forme calculée sur la base de son l'épaisseur minimum,
 - de l'ensemble des autres couches de l'ouvrage situées au-dessous Polys Béto® forme plus les résistances superficielles intérieure et extérieure ;
- Ln : logarithme népérien.

2. Application concrète

Le calcul thermique doit être effectué séparément pour chaque partie de la toiture ayant différentes formes de pentes et/ou forme.

Exemples :



—————▶ : indique le sens de la pente de la toiture (qui peut être dans l'une ou l'autre direction)

— · — : indique d'autres subdivisions possibles (ou supplémentaires) pour permettre l'application des équations (ci-avant)

3. Procédure de calcul

a) La résistance thermique utile de la couche d'épaisseur variable Polys Béto® forme est calculée à l'aide de l'équation :

$$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2} \quad \text{en (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

b) La résistance thermique utile R_0 est calculée sans tenir compte de la couche d'épaisseur variable du Polys Béto® forme (R_2 calculée ci-dessus), en utilisant la formule :

$$R_0 = R_{si} + \frac{e_{\min}}{\lambda_{UTILE}} + R_{se} \quad \text{en (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

Pour mémoire, R_{si} et R_{se} : résistances superficielles côtés intérieur et extérieur de la paroi, en $(\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$; la somme de ces deux valeurs est égale à $0,14 (\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$ pour une forme en Polys Béto® forme.

Si nécessaire, la surface de la toiture d'épaisseur variable peut être divisée en parties élémentaires, selon les figures A.1, A.2 et A.3.

c) Le coefficient de transmission thermique de chaque partie élémentaire, U_{ci} en $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, est calculé à l'aide de l'équation mentionnée aux figures A.1, A.2 et A.3.

d) Le coefficient de transmission thermique global de la toiture étanchée, U_c en $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, est calculé à l'aide de l'équation :

$$U_c = \frac{\sum U_{ci} \times A_i}{\sum A_i}$$

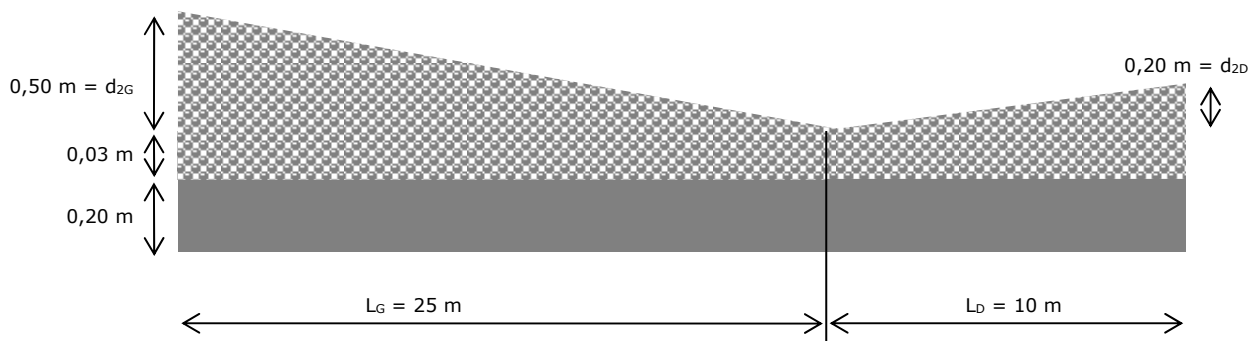
avec le coefficient U_p de la paroi-toiture égal à U_c pour les toitures étanchées avec la forme en Polys Béto® forme.

Nota : La résistance thermique totale de la toiture étanchée, R_T en $(\text{m}^2\cdot\text{K)/W}$, est égal à : $R_T = \frac{1}{U_p}$, arrondie à deux chiffres après la virgule pour exprimer le résultat final.

4. Exemple d'un calcul thermique pour un chantier spécifique

À partir des données propres du chantier, pour un bâtiment fermé et chauffé situé à Coole (51) (zone climatique H1) :

- Toiture inaccessible de surface rectangulaire, à deux pentes dissymétriques de 2 % et de longueur L = 35 m ;
- Élément porteur en béton armé d'épaisseur 0,20 m ;
- Complexe d'étanchéité en revêtement bicouche bitumineux de 5 mm mis en œuvre sur la Polys Béto® forme.



NB : dessin non à l'échelle

Légende :



Polys Béto® forme de pente 2 %



Élément porteur maçonné (gros-œuvre)

Tableau – Exemple du calcul thermique

Résistance thermique utile R_2 de chaque partie pentée :	Unités	Partie de gauche	Partie de droite
$R_2 = \frac{d_2}{\lambda_2}$ avec $\lambda_2 = 0,400 \text{ W}/(\text{m.K})^{(1)}$	$(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$	$\frac{0,50}{0,400} \quad R_{2G} = 1,250$	$\frac{0,20}{0,400} \quad R_{2D} = 0,500$
Autres résistances thermiques utiles :			
Partie parallélépipédique de la forme en Polys Béto® forme	$(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$	$\frac{0,03}{0,400} = 0,075$	
Élément porteur (dalle pleine de béton) et revêtement d'étanchéité en bitume 5 mm, avec $\lambda_{\text{UTIL}} = 0,227 \text{ W}/(\text{m.K})$	$(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$	0,143	
Résistances superficielles ($R_{si} + R_{se}$)	$(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$	0,140	
d'où la résistance thermique utile R_0	$(\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$	$R_{0G} = 0,358$	
Coefficient U_{ci} calculé à partir de la formule de la figure A.1⁽²⁾	$\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$	$U_{cG} = 1,20$	$U_{cD} = 1,75$
Coefficient de transmission global de la paroi-toiture « U_p » :			
$U_p = \frac{\sum U_i A_i}{\sum A_i}$		$U_p = 1,36 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$	
(1) Cf. tableau 2.			
(2) Formule A.1 : $\frac{1}{R_2} \times \ln \left(1 + \frac{R_2}{R_0} \right)$			

Tableaux et figures du Dossier Technique

Tableau 1 – Destination des toitures en fonction du Polys Béto® forme

Destination des toitures	Formules du Polys Béto® forme ⁽¹⁾	
	N° 1	N° 2
- toitures inaccessibles ⁽²⁾	oui	oui
- terrasses techniques ou à zones techniques (sans chemin de nacelle)	oui	oui
- terrasses accessibles aux piétons et au séjour	oui	oui
- toitures-terrasses jardins	oui	oui
- terrasses et toitures végétalisées	oui	oui
- terrasses accessibles aux piétons, y compris avec dalles sur plots, et au séjour	oui	oui
- terrasses accessibles aux véhicules légers (charge ≤ 20 kN à l'essieu) ⁽³⁾		oui

(1) Cf. tableau 2 ci-dessous.
(2) Y compris les toitures inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales.
(3) Avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement conformément au § 3.2.4 du NF DTU 43.1 P1-1.

Tableau 2 – Formules et caractéristiques du mortier allégé Polys Béto® forme

Formules	N° 1	N° 2
Masse volumique sèche du mortier allégé Polys Béto® forme en kg/m ³	900 ± 10 %	1 200 ± 10 %
Quantité ciment / kg	350	350
Quantité billes POLYS BÉTO® / litre	650 ± 10 %	450 ± 10 %
Eau / litre	160 ± 10 %	160 ± 10 %
Sable 0-4 / litre	430 ± 10 %	850 ± 10 %
Caractéristiques :		
Conductivité thermique utile en W/(m.K)	0,40	0,40
Résistance à la compression 7 jours en MPa, sur éprouvette 4 x 4 x 16 selon la norme NF EN 12390-3.	2,7	4,0

Tableau 3 – Caractéristiques du primaire Edilstik®

Edilstik®	
Nature	Dispersion polymérique en base aqueuse
Densité	1,0
Conditionnement	Bidons de 1, 5 et 20 litres
Conditions de stockage :	
Stockage	Conserver à l'abri du gel
Délai de stockage	12 mois
Conditions d'application :	
Température	+ 5 °C à + 35 °C
Consommation	1 volume d'Edilstik® pour 5 volumes d'eau

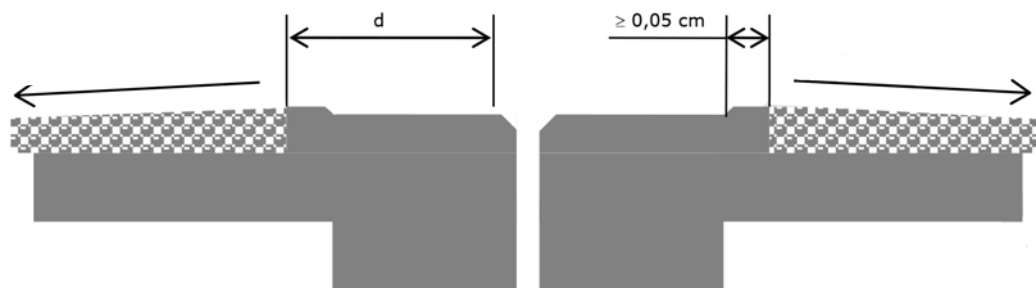
Légende des figures :



POLYS BÉTO® FORME



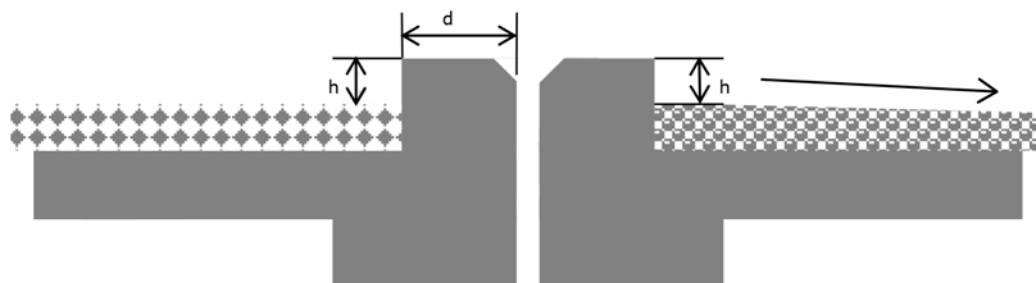
Élément porteur en maçonnerie (gros-œuvre)



En travaux neufs : la pente du support du système d'étanchéité est $\geq 1,5$ % selon la norme NF P 10-203-1 (référence DTU 20.12 P1),
 en travaux de réfections : elle est conforme à la norme NF P 84-208-1 (référence DTU 43.5 P1).

$d \geq$ à la distance mini du système de calfeutrement du JD indiquée dans son Avis Technique,
 et 0,30 m avec un revêtement bitumineux.

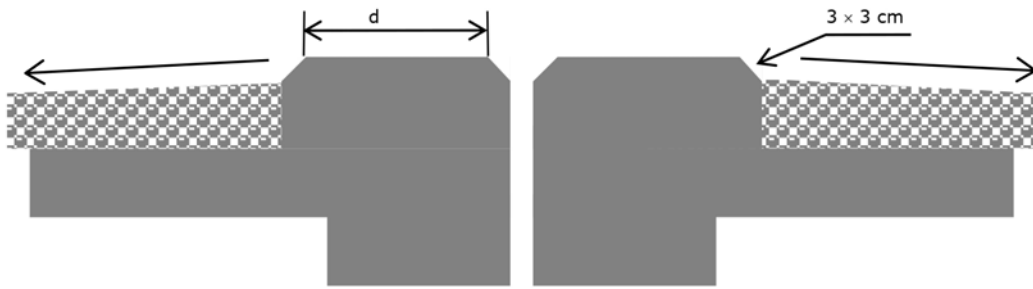
Figure 1 – Coupe de principe de réservation d'un joint plat de toitures-terrasses accessibles aux piétons, avec une protection dure autre que par des dalles sur plots sans isolation



$h \geq 0,05$ m.

$d \geq$ à la distance mini du système de calfeutrement du JD indiquée dans son Avis Technique,
 et 0,30 m avec un revêtement bitumineux.

Figure 2 – Coupe de principe de réservation d'un joint plat surélevé de toitures-terrasses accessibles aux piétons, (protection rapportée par des dalles sur plots comprise) sans isolation



$d \geq 0,50$ m ou la distance mini du système de calfeutrement du JD indiquée dans son Avis Technique.

Figure 3 – Coupe de principe de réservation d'un joint plat surélevé de 3 cm pour toiture accessible aux véhicules

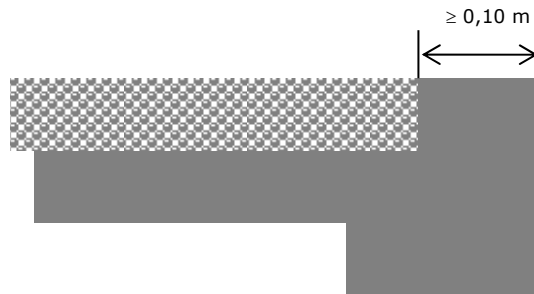


Figure 4 – Coupe de principe sur rive de dalle

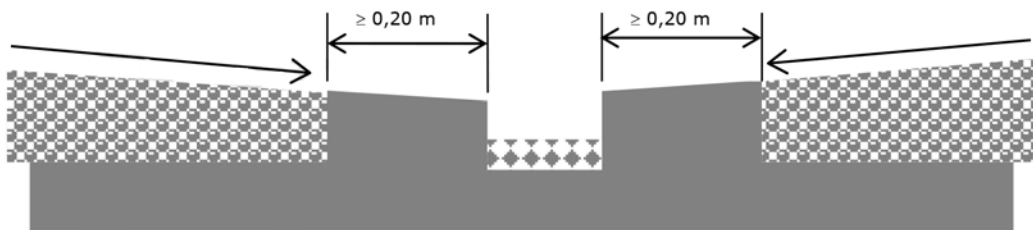


Figure 5 – Coupe de principe de réservation sur chéneaux ou caniveaux