

Avis Technique 5 + 13/11-2242

Edition corrigée du 31 mai 2012

*Procédé de formes en
mortier léger support
d'étanchéité*

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

Polys Béto® forme pour toitures étanchées

Titulaire : Edilteco SpA
Via Dell'Industria 710
IT-41038 San Felice sul Panaro
(Émilie Romagne)

Tél. : 39 053582161
Fax : 39 053582970
Courriel : info@edilteco.it
Internet : www.edilteco.it

Usine : Edilteco France Sarl
FR-Saint Germain sur Moine (Maine et Loire)

Distributeur : Edilteco France Sarl
6 rue de Montréal
Parc du Carteron
BP 20307
FR-49303 Cholet

Tél. 0825 825 533
Fax : 0825 850 050
Courriel : info@edilteco.fr
internet : www.edilteco.fr

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

Groupe Spécialisé n° 5

Toitures, couvertures, étanchéités

Groupe Spécialisé n° 13

Revêtements carrelages, revêtements muraux et produits connexes

Vu pour enregistrement le 22 février 2012

Les Groupes Spécialisés n° 5 « Toitures, Couvertures, Étanchéités » et n° 13 « Revêtements carrelages, revêtements muraux et produits connexes » ont examiné, les 26 septembre et 8 décembre 2011, le procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées fabriqué et commercialisé par la société Edilteco France Sarl. Il a formulé, sur ce système, l'Avis Technique ci-après. Cet Avis a été formulé pour les utilisations en France européenne.

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.

La forme POLYS BÉTO® FORME est constituée de mortier allégé POLYS BÉTO® confectionné, soit dans des bétonnières pour des installations foraines, soit 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 V 65 avec modificatif n° 4 de février 2009),
- en apparent toujours sous protection lourde,

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

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 ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- 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® 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).

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

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.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

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.

Le classement de tenue au feu des revêtements apparents est indiqué dans les Documents Techniques d'Application particuliers aux revêtements.

Vis-à-vis du feu intérieur

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

Prévention des accidents et 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).

Données environnementales et sanitaires

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

Isolation thermique

Le *paragraphe 12* du Dossier Technique donne la conductivité thermique utile du mortier allégé POLYS BÉTO®.

Pour les constructions neuves qui entrent dans le champ d'application de la Réglementation Thermique 2005, la paroi dans laquelle est incorporé la forme de POLYS BÉTO® FORME devra satisfaire aux exigences du tableau VIII du fascicule 1/5 « Coefficient U_{bat} » des Règles Th-U, qui définit le coefficient (U_p) surfacique maximum admissible pour la paroi-toiture.

Les constructions existantes sont soumises aux dispositions de l'arrêté du 3 mai 2007, 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 occasionnelle 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.

Emploi en climat de montagne

Ce procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées n'est pas revendiqué pour une utilisation en climat de montagne.

Emploi dans les régions ultrapériphériques

Ce procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées n'est pas revendiqué pour une utilisation dans les départements d'outre-mer (DOM).

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).

Fabrication

La fabrication des granulats du POLYS BÉTO® est réalisée par le titulaire de l'AVIS dans son usine de Saint-Germain-sur-Moine spécialement prévue à cet effet. Les agrégats POLYS BÉTO® font l'objet d'autres Avis Techniques pour l'utilisation en chape du Groupe Spécialisé n° 13.

Pour la confection du mortier léger POLYS BÉTO®, les contrôles doivent être effectués, soit sur le site forain, soit en centrale à béton.

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 Sarl apporte son assistance technique sur demande entreprises utilisatrices.

2.3 Cahier des 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 la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1), 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 le Cahier des Prescriptions Techniques, est appréciée favorablement.

Validité

Cinq ans, venant à expiration le 30 septembre 2016.

Pour le Groupe Spécialisé n° 5
Le Président
Claude DUCHESNE

Pour le Groupe Spécialisé n° 13
Le Président
Michel DROIN

3. Remarques complémentaires des Groupes Spécialisés

- Lorsque les systèmes d'étanchéité sont fixés mécaniquement, l'épaisseur maximum de la forme POLYS BÉTO® FORME est dépendante de la longueur disponible des attelages de fixation mécanique.
- Le procédé Polys Béto® forme pour toitures étanchées de la société Edilteco SpA constitue une suite au procédé de la société PolyCiment France Sarl.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 5
Stéphane GILLIOT

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n° 13
Christine GILLIOT

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® ; elles se nomment POLYS BÉTO® FORME.

Le mortier allégé POLYS BÉTO® est fabriqué dans des centrales à béton ou en installations foraines.

Les formes POLYS BÉTO® FORME sont réalisées *in situ*. Elles sont à destination d'éléments porteurs en maçonnerie support de systèmes d'étanchéités :

- Support direct d'un revêtement en asphalte conforme à la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) ou à un Avis Technique, ou mixte en asphalte bénéficiant d'un Avis Technique favorable.
- Support direct d'un revêtement d'étanchéité conforme à un Document Technique d'Application (1), monocouche ou bicouche, ou comme élément porteur avec mise en œuvre de panneaux isolants supports d'étanchéité bénéficiant d'un Document Technique d'Application.

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 (cf. *tableau 1* en fin de Dossier Technique) :

- Toitures inaccessibles, y compris les chemins de circulation ;
- Toitures inaccessibles à rétention temporaire des eaux pluviales ;
- Toitures inaccessibles avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique ;
- 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 de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) (2).

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

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

Le mortier allégé POLYS BÉTO® est réalisé à base de billes de polystyrène expansé calibrées aux diamètres variant entre 1,5 et 2,5 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 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 ; celles-ci tiennent compte :

Des charges souhaitées et admissibles par le support de mortier allégé POLYS BÉTO®, ainsi que de la résistance à la compression, de la conductivité thermique utile, et de la nature du revêtement d'étanchéité.

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 P 10-203-1 et NF P 84-204-1-1 (référence DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1-1).

2. Matériaux constitutifs

2.1 Billes POLYS BÉTO®

Les billes de polystyrène servant à fabriquer le POLYS BÉTO® sont composées de cellules fermées qui les rendent hydrophobes, imputrescibles et insensibles aux réactions alcalines et empêchent la production de micro-organismes.

- Granulométrie : de 1,5 à 2,5 mm ;
- Masse volumique apparente après traitement : de 22 à 25 kg/m³ ;
- Masse volumique absolue : 33 kg/m³ ;
- Conductivité thermique sèche : 0,045 W/(m.K) ;

Conservation illimitée 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 distribué par les cimentiers.

Pour les liants à durcissement et prise rapide : consulter le cimentier.

2.3 L'eau (norme NF P 18-303)

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 2*, en fin de Dossier Technique, tiennent compte de l'hydrométrie du sable variant entre 4 et 8 % de son volume.

2.4 Le sable

Les formules du *tableau 2*, en fin de Dossier Technique, ont été testées avec un sable 0,4 traditionnel appelé aussi *sable à maçonner*.

2.5 Fabrication et contrôle des productions servant à la réalisation du POLYS BÉTO®

2.51 Fabrication des billes

Les granulats POLYS BÉTO sont des billes de polystyrène à cellules fermées fabriquées par la société Edilteco France Sarl, puis enrobées. 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. Les billes sont alors hydrophobes, imputrescibles et insensibles aux réactions alcalines. Les billes sont stockées dans un silo pendant une durée minimum de 24 heures, afin d'assurer leur stabilisation avant d'être enrobées par l'adjuvant (charges minérales, entraîneurs d'air et retardateurs). Ce traitement permet d'éviter toute ségrégation entre billes et liants hydrauliques et garantit l'homogénéité du mélange.

2.52 Adjuvants

Les produits sont alors orientés vers les silos sous lesquels se trouvent les postes d'ensachage du POLYS BÉTO® qui est conditionné dans des sacs de 100 ou de 200 litres :

- Palette de 100 litres = 24 sacs ;
- Palette de 200 litres = 12 sacs.

Les sacs de POLYS BÉTO® peuvent également être livrés en vrac.

2.53 Contrôles

Des contrôles réguliers sont effectués dans l'usine Edilteco France Sarl de Cholet pour les expansions, la masse volumique des perles et la masse volumique du POLYS BÉTO®.

Le produit doit en effet répondre précisément à un Cahier des charges interne sur la qualité de la production.

(1) Ou Avis Technique dans la suite du document.

(2) Se reporter au *paragraphe 2.31* de l'AVIS.

2.54 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 Sarl, le logo et le code barre ». Lorsque le mélange est réalisé en centrale à béton, le nom commercial apparaît sur le bordereau de livraison.

3. Confection du mortier POLYS BÉTO®

3.1 Confection du mortier POLYS BÉTO®

Afin d'obtenir un mortier de qualité et d'avoir un bon rendement volumique, 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..

3.2 Les formulations et les caractéristiques

Les formulations et les caractéristiques techniques sont indiquées au *tableau 2*, en fin de Dossier Technique.

4. Organisation de la fabrication du mortier

Dans le cas des centrales à béton : pour les mortiers prêts à l'emploi, les billes de polystyrène adjuvantées sont livrées à la centrale par camions.

Dans celui des négoce, les billes de polystyrène adjuvantées sont livrées par plusieurs camions ; puis le négoce réparti les billes de polystyrène adjuvantées dans ses agences à destination, soit des professionnels, soit par des particuliers.

5. Mode opératoire pour la fabrication des bétons

5.1 À la bétonnière

Le mélange peut avoir lieu sur la terrasse, ou à proximité immédiate, à l'aide d'une bétonnière.

Dans ce cas, on se reportera au mode d'emploi figurant sur les sacs.

Il est conseillé d'humidifier la bétonnière au préalable avant la première gâche. Afin de se trouver dans des conditions identiques à chaque gâche, les gâchés s'articulent selon le mode opératoire suivant :

- verser 80 % d'eau,
- puis le POLYS BÉTO®,
- le sable,
- et ensuite le ciment.

Toutes ces opérations se réalisent en bétonnière tournant au ralenti, en faisant attention que l'axe de la bétonnière soit le plus horizontal possible. Puis à vitesse rapide, intégrer le restant de l'eau (plus ou moins un litre) et malaxer pendant 3 minutes : le béton léger POLYS BÉTO® est prêt.

5.2 Pour la centrale à béton

En ce qui concerne la fabrication du mortier 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.

NB : Il y a lieu de tenir compte de l'humidité du sable utilisé.

5.3 Consistance et aspect du mortier

Comme pour tout mortier, quel que soit le mode opératoire, le mélange doit avoir une classe d'affaissement S3 selon la norme NF EN 206-1, 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 fissures. Après préparation du mortier, aucun ajout d'eau n'est autorisé. Les parties hétérogènes (plus blanches) seront re-mélangées à la pelle. Les flaques d'eau seront éliminées.

5.4 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 densités utilisables sont 900 et 1 200 kg/m³. Voir *tableau 2*, en fin de Dossier Technique.

6. Support du POLYS BÉTO® FORME

6.1 Reconnaissance du support

Le support du POLYS BÉTO® FORME pour toitures étanchées, sera dit reconnu et prêt à recevoir le béton léger POLYS BÉTO® 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.

6.11 Type d'élément porteur en maçonnerie

Élément en béton armé, ou béton précontraint, conforme à la norme NF P 10-203-1 (référence 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.

6.12 Préparation du support pour une forme adhérente sur support homogène

Les poteaux, trémies, pieds de mur, tous reliefs, acrotères, costières, émergences, etc. seront désolidarisés par la mise en place d'une bande périphérique compressible 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 une barbotine d'accrochage à base de latex ou d'un autre type après consultation de la société Edilteco France Sarl.

- 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 de la norme NF P 10-203-1, référence DTU 20.12 P1). Avant le coulage, la surface doit être nettoyée et humidifiée.

6.2 Joints du gros-œuvre

Les joints de structure sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1-1 (référence DTU 20.12 P1 - 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.

- Joint 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 paragraphe 7.4.3.4.2 de la norme NF P 10-203-1 (référence 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.

- Autres joints :

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

Au droit des joints de dilatation, la forme isolante ou forme de pente POLYS BÉTO® 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 cm 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.

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

Ils sont réalisés conformément aux dispositions des normes NF P 10-203-1 et NF P 84-204-1-1 (réf. DTU 20.12 P1 - DTU 43.1 P1-1).

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.

7. Mise en œuvre de la forme POLYS BÉTO® FORME

7.1 Joints de fractionnement

Pour une POLYS BÉTO® FORME adhérente, les joints de fractionnement de la forme ne sont pas nécessaires.

7.2 Épaisseur de la POLYS BÉTO® FORME

La forme en POLYS BÉTO® FORME est adhérente au support.

7.2.1 Épaisseur minimale

L'épaisseur minimum en tous points est 3 cm.

7.2.2 Épaisseurs maximums

- 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.
- Épaisseur maximum totale de la forme POLYS BÉTO® FORME :
0,60 m.

Cas particulier d'un revêtement à base d'asphalte

Pour une réalisation de la forme sous un revêtement d'étanchéité à base d'asphalte, support direct en mortier allégé POLYS BÉTO®, l'épaisseur est calculée de manière à avoir une résistance thermique utile égale ou inférieure à 2 (m².K)/W du support en tous points ; support = élément porteur + POLYS BÉTO® FORME.

7.3 Barbotine d'accrochage

La barbotine d'accrochage est composée de sable, de ciment et de résine d'accrochage. Sur un ancien support, celle est mise en œuvre selon le § 6.12a ci-avant.

La résine étalée à la brosse, la mise en place du mortier allégé POLYS BÉTO® ne pourra faire qu'à l'issue du délai d'attente prescrite par la fiche technique de la résine.

7.4 Pompage

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

7.5 Coulage

7.5.1 Mise en place du mortier allégé POLYS BÉTO®

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 (sur chantier ou en centrale à béton). Le mortier allégé se coule entre règles de niveau et se tire à l'aide de règle en aluminium.

Les fortes pentes, au-delà de 10 % et jusqu'à 20 % par rapport à l'horizontal, seront réalisées par passes successives dans le sens horizontal :

perpendiculairement aux pentes et en commençant par le bas des versants.

7.5.2 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 d'un agent d'adhérence l'arrêt de bétonnage (barbotine adjuvantée).

7.6 Finition

7.6.1 Séchage

Le mortier allégé POLYS BÉTO® doit être protégé dans le cas de la dessiccation superficielle et du ravinement des éventuelles précipitations, soit par un film protecteur, soit par une pulvérisation d'un produit de cure de consommation selon sa fiche technique.

Le procédé de protection doit être adapté à la situation et aux conditions climatiques et faire l'objet d'un accord par le fabricant du revêtement d'étanchéité.

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 dans la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1) pour les formes en maçonnerie doit être compris entre 8 jours mini et 3 semaines selon la saison, avant l'intervention de l'entreprise d'étanchéité.

7.6.2 Réception

Tolérance de planéité, état de surface : les tolérances du paragraphe 5.8 de la norme NF P 10-203-1 (référence 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 directe sur la forme POLYS BÉTO® FORME sera limitée après 8 jours de séchage aux seuls engins, équipés de pneumatiques, de l'Étancheur réalisant la pose du procédé d'étanchéité. Dans le cas où une circulation de véhicules légers est rendue nécessaire, une protection de la forme, par panneaux rigides par exemple, est indispensable.

8. Systèmes d'étanchéités associés

8.1 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.

8.1.1 Pare-vapeur

Le pare-vapeur est mis en œuvre directement sur le POLYS BÉTO® FORME. Il est choisi et mis en œuvre conformément aux dispositions :

- De la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1 P1) dans le cas d'un revêtement en asphalte traditionnel ;
- Du Document Technique d'Application particulier du revêtement dans le cas des autres revêtements d'étanchéité.

8.1.2 Panneaux isolants

Les panneaux isolants utilisables sur la POLYS BÉTO® FORME sont :

- Des panneaux de liège aggloméré expansé conformes à la norme NF B 57-054 ;
- Des panneaux isolants dont le Document Technique d'Application vise favorablement l'application sur maçonnerie.

Ces panneaux isolants sont mis en œuvre par collage à l'EAC, ou à l'aide d'une colle à froid, ou à l'aide d'attelages 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.

8.2 Revêtements d'étanchéité

8.2.1 Revêtements en asphalte

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- en indépendance conformément à la norme NF P 84-204-1 (référence DTU 43.1),
- ou selon son Avis Technique lorsque celui-ci vise le support POLYS BÉTO® FORME.

8.2.2 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.

8.2.3 Revêtements bitumineux

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- en indépendance (toujours sous protection rapportée),
- ou en semi-indépendance (par autoadhésivité ou par plots de colle à froid, par exemple),
- ou en adhérence (toujours sous protection rapportée),

selon son Document Technique d'Application lorsque celui-ci vise le support POLYS BÉTO® FORME.

8.24 Revêtements synthétiques

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre en indépendance (toujours sous protection rapportée), voire en semi-indépendance, selon son Document Technique d'Application lorsque celui-ci vise le support POLYS BÉTO® FORMÉ.

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

8.3 Pour les protections rapportées éventuelles

Les protections lourdes éventuelles sont mises en œuvre conformément :

- À la norme NF P 84-204-1 (référence 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.

9. 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 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®.

10. Distribution

La société Edilteco France Sarl, pour des questions de suivi de garantie, ne distribue ses produits que par l'intermédiaire de deux catégories d'utilisateurs :

- négociants en matériaux,
- centrales à béton.

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

11. 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, par l'entreprise qui met en place le mortier allégé pour les installations foraines.

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.

12. Détermination de la résistance thermique

Les modalités de calcul de « U_{bat} » ou coefficient de déperdition par transmission à travers la paroi-toiture sont données dans les Règles Th-Bât / Th-U, et à partir de la méthodologie indiquée dans l'*annexe - Thermique* du Dossier Technique en cas de forme de pente. Pour le calcul, il faut prendre en compte la conductivité thermique utile du mortier allégé POLYS BÉTO® 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®.
- 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).
- Rapport de classement européen de réaction au feu du CSTB n° RA11-0277 du 12 décembre 2011, classe A2-s1, d0 pour une gamme de masses volumiques de 500 à 1 500 kg/m³, sur tout substrat classé A1 ou A2-s1, d0 de masse volumique ≥ 700 kg/m³.

C. Références

C1. Données Environnementales et Sanitaires ⁽³⁾

Le procédé Polys Béto® pour toitures étanchées ne fait pas l'objet d'une Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire (FDES).

Les données issues des FDES 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 mortier allégé POLYS BÉTO® pour forme des toitures est mis en œuvre sur les chantiers depuis l'an 2000, pour une masse volumique de 500 et 900 kg/m³. Les références de chantiers récentes représentent plus de 12 500 m² d'application.

Annexe - Thermique

Détermination du coefficient de transmission surfacique global en partie courante de la paroi-toiture « Up » 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 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 :

1. Méthode générale

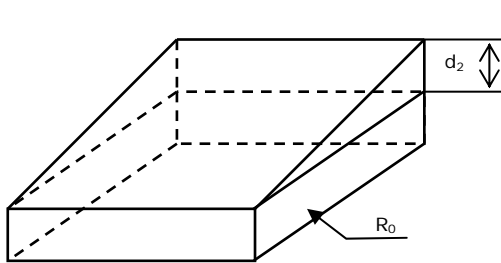
À partir des données suivantes des documents particuliers du marché (DPM) :

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

le calcul du coefficient U_p de la paroi-toiture, en $W/(m^2.K)$, doit être effectué selon l'une des deux méthodes suivantes :

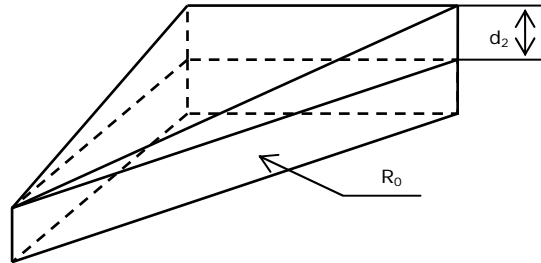
- Soit par une simulation numérique avec validation par le CSTB.
- Soit en utilisant la norme NF EN ISO 6946 (annexe C) donnant le coefficient U_c , en $W/(m^2.K)$.

Exemples pour des surfaces rectangulaires ou triangulaires avec une forme POLYS BÉTO® FORME :



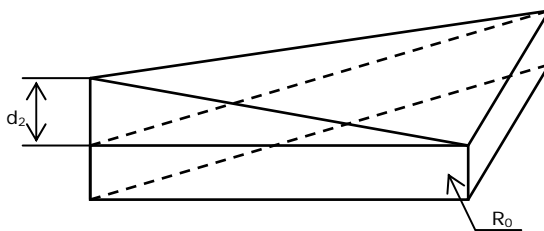
$$U_c = \frac{1}{R_2} \times \ln\left(1 + \frac{R_2}{R_0}\right)$$

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 ;

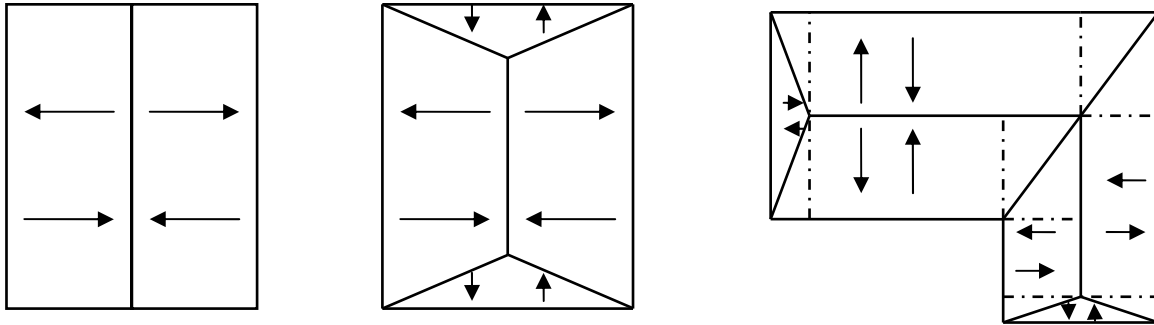
\ln : logarithme népérien ;

Pour toutes formes autres que rectangulaire ou triangulaire, utiliser une simulation numérique.

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 :

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

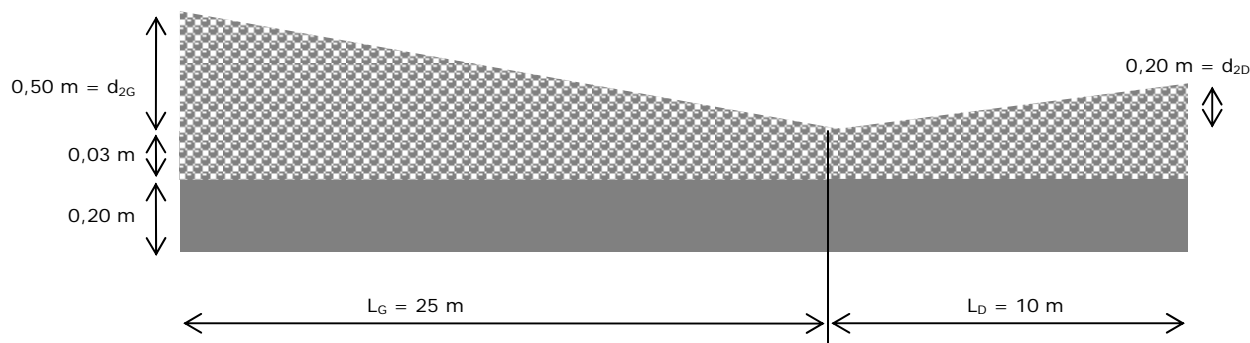
avec le coefficient U_p de la paroi-toiture égal à U_c pour les toitures étanchées avec la forme en POLYS BÉTO® FORME.

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 accessible aux véhicules légers 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 asphalte 15 + 25 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 $\lambda_2 = 0,400 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ (1)	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	$\frac{0,50}{0,400}$ $R_{2G} = 1,250$	$\frac{0,20}{0,400}$ $R_{2D} = 0,500$
Autres résistances thermiques utiles :			
Partie parallélépipédique de la forme en POLYS BÉTO® FORME	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	$\frac{0,03}{0,400} = 0,075$	
Élément porteur (dalle pleine de béton) et revêtement d'étanchéité en asphalte, avec $\lambda_{\text{UTILISE}} = 0,700 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ pour l'asphalte pur et $\lambda_{\text{UTILISE}} = 1,150 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ pour l'asphalte sablé	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,143	
Résistances superficielles ($R_{si} + R_{se}$)	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	0,140	
d'où la résistance thermique utile R_0	$(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$	$R_{0G} = 0,358$	
Coefficient U_{ci} calculé à partir de la formule de la figure A.1 (2)	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_{cG} = 1,20$	$U_{cD} = 1,75$
Coefficient de transmission global de la paroi-toiture « U_p » :		$U_p = 1,36 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
(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, et aux véhicules légers	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, et celles avec procédés d'étanchéité photovoltaïque avec modules souples bénéficiant d'un Avis Technique.
(3) Avec accès exceptionnel aux véhicules de lutte contre l'incendie et aux camions de déménagement conformément au paragraphe 3.2.4 de la norme NF P 84-204-1-1 (référence DTU 43.1 P1-1) (*)

(*) Se reporter au *paragraphe 2.31* de l'AVIS.

Tableau 2 – Formules et caractéristiques du mortier allégé POLYS BÉTO®

Formules	n° 1	n° 2
Masse volumique sèche du mortier allégé POLYS BÉTO® en kg/m ³	900	1 200
Quantité ciment / kg	350	350
Quantité billes POLYS BÉTO® / litre	600	400
Eau / litre	160	160
Sable 0-4 / litre	500	800
Caractéristiques :		
Conductivité thermique utile en W/(m.K)	0,40	0,40
Résistance à la compression 7 jours en MPa, sur éprouvette 16-32 (1)	2,7	4,0

(1) Norme NF EN 12390-3.

Légende des figures :



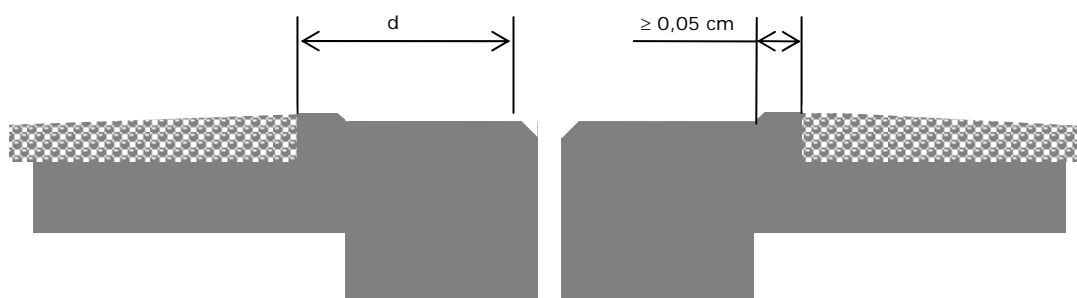
POLYS BÉTO® FORME



POLYS BÉTO® FORME



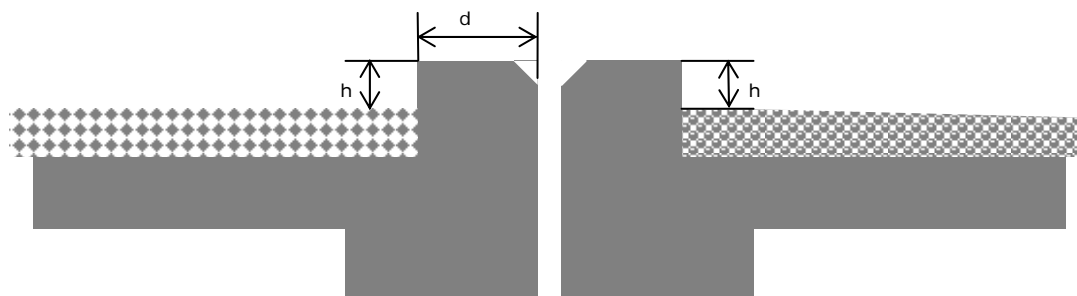
Élément porteur en maçonnerie (gros-œuvre)



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,
 avec une cote mini de 0,20 m pour un revêtement en asphalte et 0,30 m avec un revêtement bitumineux

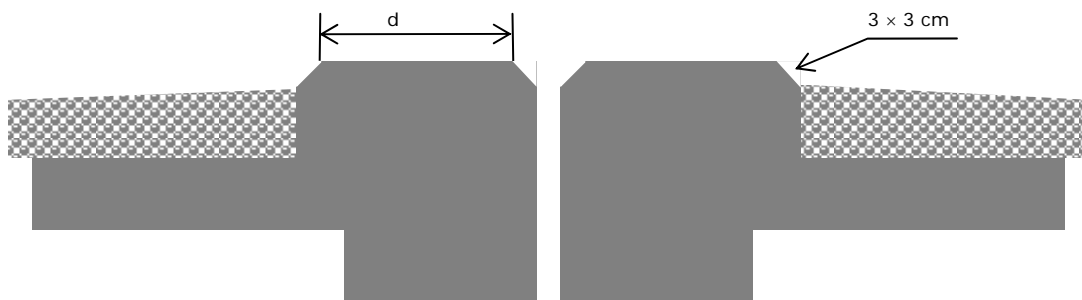
Figure 1 – Coupe de principe de réservation d'un joint plat de toitures-terrasses accessibles aux piétons, avec une protection dure autre que par des dalles sur plots



$h \geq 0,05 \text{ m}$

$d \geq$ à la distance mini du système de calfeutrement du JD indiquée dans son Avis Technique,
 avec une cote mini de 0,20 m pour un revêtement en asphalte 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)



$d \geq 0,50$ 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

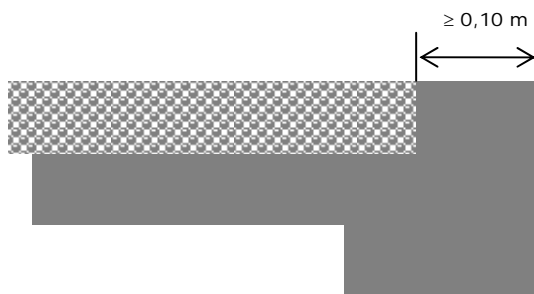


Figure 4 – Coupe de principe sur rive de dalle

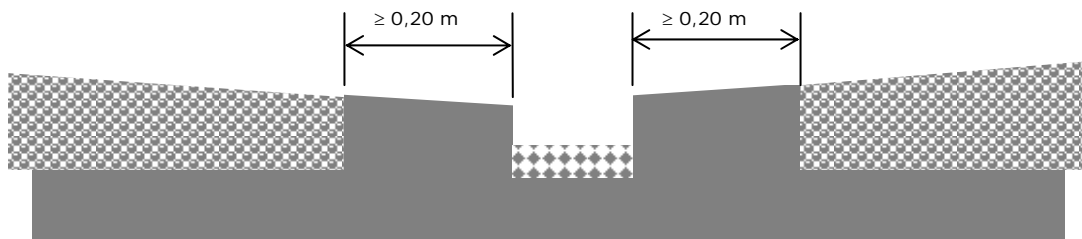


Figure 5 – Coupe de principe de réservation sur chéneaux ou caniveaux