



RD 982 – Saint Wandrille Rançon
76490 RIVES EN SEINE

Cahier des Charges

Procédé de béton allégé de STYROBETON® pour formes de pente au sens du DTU 20.12

Ce procédé a fait l'objet d'une Enquête Technique Nouvelle n° 1606601R0000002, valable jusqu'au 31/07/2022, dont les conclusions sont reconnues par l'ensemble des collaborateurs de SOCOTEC Construction.

Procédé de béton allégé de STYROBETON®

1. Destination du procédé

Le Procédé de béton allégé de STYROBETON® est un mortier allégé à base de billes de polystyrène expansé, utilisé en pose adhérente, pour réaliser des formes de pente légères, ou des recharges sur dalles (pente nulle), en toitures terrasses et toitures inclinées au sens du NF DTU 43.1.

La forme de pente en béton allégé de STYROBETON® est assimilée aux formes de pente décrites au NF DTU 20.12.

Le complexe d'étanchéité et sa mise en œuvre, sont définis en fonction de la destination finale de l'ouvrage et font l'objet de Document Technique d'Application (revêtement et isolant).

Le Procédé de béton allégé de STYROBETON® est le support de panneaux isolants non porteurs ou le support direct d'un revêtement d'étanchéité bitume, asphalte, ou synthétique. Ce procédé autorise l'isolation inversée.

Les toitures peuvent être (cf. tableau 3 au § 5.1) des :

- toitures-terrasses inaccessibles, y compris toitures à rétention temporaire des eaux pluviales,
- toitures-terrasses inaccessibles végétalisées,
- toitures-terrasses jardins,
- toitures-terrasses techniques, ou à zones techniques,
- toitures-terrasses accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, y compris sous protection par dalles sur plots,
- toitures-terrasses accessibles aux véhicules légers,
- toitures-terrasses accessibles aux véhicules lourds (uniquement sous protection lourde dure en béton),
- chemins de nacelle (uniquement sous protection lourde dure en béton).

Le Procédé de béton allégé de STYROBETON® est réalisé sur des éléments porteurs en maçonnerie conforme au DTU 20.12, à l'exclusion des dalles alvéolaires de type D qui n'ont pas de dalle de compression rapportée, et :

- sur toitures plates et inclinées sans limitation de pente,
- en climat de plaine et de montagne,
- en travaux neufs et en rénovation.

Le Procédé de béton allégé de STYROBETON® est titulaire de l'Avis Technique du CSTB n°13/16-1346 pour une utilisation en chape de mortier allégé dans des locaux fermés (P2E2).

2. Description

2.1 Distribution et désignation commerciale

La bille de polystyrène expansée STYROBETON® est distribuée en France par la société OMYA SAS sous la désignation commerciale STYROBETON®.

Elle est utilisée par les producteurs de Bétons Prêts à l'Emploi (BPE) qui préparent, contrôlent et livrent sur chantier un mortier léger (de densité 0,9 ou 1,1 ou 1,3), éventuellement sous un nom commercial particulier (cf. § 9).



2.2 Définition du matériau de béton allégé de STYROBETON®

2.2.1 Nature

Le procédé de béton allégé de STYROBETON® est un mortier à base de ciment Portland et allégé de billes de polystyrène expansée, défini dans le DTA n°13/16-1346 du procédé STYROBETON®. Le procédé de béton allégé de STYROBETON® est produit dans une centrale à béton et sa masse volumique peut-être de 900 kg/m³, 1100 kg/m³ ou 1300 kg/m³.

2.2.2 Caractéristiques des billes

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

- Granulométrie : de 1,4 à 2,5 mm
- Conductivité thermique sèche : 0,045 W/(m.K)

Les billes de polystyrène expansées STYROBETON® sont traitées en surface par un adjuvant spécifique qui permet une répartition homogène des billes lors de leur incorporation dans un mortier et une bonne adhérence à la matrice cimentaire.

2.2.3 Caractéristiques du mortier STYROBETON® frais

La chape légère STYROBETON® a pour principales caractéristiques :

- Aspect : gris ciment, homogène
- Masse volumique (kg/m³) : masse volumique cible \pm 10 % (cf. § 2.2.1), mesurée conformément à la norme EN 12350-6.

2.2.4 Caractéristiques du mortier STYROBETON® durci

Tableau 1

Caractéristique	Référentiel	Unité	Spécification		
Masse volumique	EN 12350-6	kg/m ³	900 \pm 90	1100 \pm 110	1300 \pm 130
Résistance à la compression à 28 jours (1)	NF EN 13892-2	MPa	\geq 5	\geq 5	\geq 5
Classe de compressibilité	e-Cahier CSTB 2662_V2	classe	D	D	D
Variations dimensionnelles à 28 jours	(2)	mm/m	< 1,4	< 1,4	< 1,4
Module d'élasticité à 28 jours	EN 13892-2	MPa	4300 \pm 10%	5500 \pm 10%	6700 \pm 10%

(1) Résistance mécanique à 28 jours sur éprouvettes 4 x 4 x 16 cm (NF EN 13892-2) conservées selon le conditionnement CEN (20°C, 95 % HR pendant 7 jours et 20°C, 65 % HR pendant 21 jours). Selon la norme EN 13813, la classe de résistance visée est C5 F1.

(2) Epreuve fabriquée à 23°C/95% HR – démoulage à 24 h – séchage à 23°C/50% HR

Classification feu : incombustible A2fl – s1

Comportement sous charge maintenue en température (e-Cahier CSTB 3669_V2) : le procédé est compatible avec l'utilisation en terrasses dalles sur plots (jusqu'à 6 N/cm²).

Pour information, la résistance thermique du mortier STYROBETON® est négligeable (conductivité thermique minimale de 0,44 W/m.K pour la masse volumique 900 kg/m³).



2.2.5 Formulations

Les formulations d'orientations sont indiquées au tableau 2 (quantités minimales)

Tableau 2

Masse volumique cible	kg/m ³	900	1100	1300
Ciment	kg	380	380	380
Sable (1)	kg	440	585	830
Eau	Litre	190	195	195
Volume de billes STYROBETON®	Litre	800	700	600

(1) La quantité maximale d'additions minérales pouvant être ajoutée en remplacement de la même masse de sable (NF EN 12620, NF P 18-545) est de 200 kg/m³.

3. Fabrication et contrôles

3.1 Fabrication des billes de polystyrène de STYROBETON®

La matière première de polystyrène à expander est produite par INEOS STYRENICS International SA à Fribourg (CH), ou par BASF France S.A.S., 92593 Levallois-Perret (France).

Selon des procédures et méthodes documentées, la matière première subit plusieurs phases d'expansion. Les billes de polystyrène sont alors réceptionnées dans un silo afin de stabiliser leur taille avant d'effectuer l'opération d'enrobage. Les billes sont traitées avec un adjuvant minéral qui est fabriqué par la société Collet à Caudebec en Caux.

Les contrôles des billes de polystyrène expansées de STYROBETON® effectués dans le laboratoire mortier du site de production COLLET SAS sont décrits dans le DTA n°13/16-1346.

3.2 Centrales de production du Béton allégé de STYROBETON®

Les centrales à béton qui fabriquent les chapes à base de granulats légers de polystyrène expansé STYROBETON® ont un plan de maîtrise de la production qui est documenté dans un manuel qualité. Le système de maîtrise de la production se compose de procédures de maîtrise interne de la production qui comprend des contrôles, vérifications et essais réguliers sur le produit fini.

3.3 Fabrication du béton allégé de STYROBETON® produit par la centrale à béton

Avant la fabrication du mortier, le malaxeur de la centrale est lavé afin d'éliminer toute présence de granulats supérieurs à 6,3 mm. La totalité des billes peut être incorporée dans le camion malaxeur avant ou après le chargement du mortier.

Le béton allégé de STYROBETON® est préparé industriellement par mélange en centrale à béton à partir des différents constituants :

- ciment de type CEM I, II, III ou V de classe 42,5 ou 52,5
- sable, filler ou addition minérale
- billes Styrobéton©
- eau
- adjuvants et ajouts éventuels.

Les dosages en eau doivent être respectés scrupuleusement tout en tenant compte de l'absorption et de l'hygrométrie du sable afin de garantir les performances, de bonnes conditions de séchage et de qualité de surface finie.

Pour améliorer le comportement du béton allégé de STYROBETON® à l'état frais et en phase de durcissement, des fibres marquées CE (polypropylène monofilament ou de verre alkali-résistante) peuvent être incorporées. Les fibres sont alors incorporées directement dans la centrale en même temps que les billes de Styrobéton®. Le dosage maximal de fibre ne peut excéder 900 g/m³.



Les camions toupie doivent, à leur arrivée sur le chantier, et avant la prise d'échantillons pour les contrôles, effectuer des rotations à vitesse maximale à raison de 1 minute par mètre cube.

3.4 Contrôles sur le béton allégé de STYROBETON® produit par la centrale à béton

Les essais à effectuer sont les suivants :

- Mesure de la masse volumique : cf. tableau 1
La masse volumique apparente des billes de polystyrène expansées STYROBETON® est mesurée à l'aide d'une éprouvette graduée de 1 litre.
La masse volumique apparente est calculée par la moyenne des masses de l'éprouvette remplie successivement de billes de polystyrène expansées STYROBETON® à 200, 400, 600, 800 et 1000 ml.
Le résultat est exprimé en g/l ou kg/m³.
- Mesure de la consistance (affaissement au cône d'Abrams - NF EN 12350-2) : 170 ± 50 mm
A la fin du malaxage, le cône est rempli en deux couches, damées 10 fois puis arasé et démoulé. L'appareil applique une série de 10 chocs puis le diamètre du portier est mesuré.
- Mesure du rendement volumique :
Après la mesure de la consistance (cf. ci-dessus), le mortier est remis dans la cuve du malaxeur à mortier puis homogénéisé pendant un malaxage de 30 secondes à vitesse lente.
A la fin du malaxage, la cuve de l'appareil d'air occlus à mortier de 1 litre (EN 413-2) est remplie en trois couches, damées 10 fois puis arasée.
La masse volumique réelle des mortiers à l'état frais est déterminé par pesée avec une précision de 0,1 g.
Le ratio de la masse volumique théorique sur la masse volumique réelle permet de calculer le rendement volumique.
La cible de rendement volumique est de 1,1 ± 0,5.
- Mesure de la compression à 28 jours sur éprouvette 4 x 4 x 16 cm : cf. tableau 1
Après la mesure de rendement volumique (cf. ci-dessus), le mortier est remis dans la cuve du malaxeur à mortier puis homogénéisé pendant un malaxage de 30 secondes à vitesse lente.
A la fin du malaxage, une éprouvette prismatique 4 x 4 x 16 cm est remplie en deux couches et chaque couche damée 10 fois. Arasée et repérée, l'éprouvette est stockée à l'abri du soleil, du vent, de la pluie et du gel jusqu'à 28 jours. Idéalement, la conservation est faite en chambre climatique.
La mesure de résistance mécanique s'effectue selon la norme NF EN 13892-2.

Ces contrôles sont à effectuer :

- Lors d'un premier chantier d'une centrale donnée,
- Chaque mois différent de fabrication.

3.5 Données enregistrées

Les enregistrements doivent être tenus à jour en ce qui concerne les dates des essais et des contrôles, l'identification des produits soumis aux essais et les résultats des essais ou des contrôles comme indiqué dans le manuel qualité. Ces éléments sont disponibles et consultables par l'entreprise et la maîtrise d'œuvre, sur simple demande ou sur demande écrite formulée au plus tard 60 jours après la livraison.

3.6 Contrôles au coulage du béton allégé de STYROBETON®

A réception, la consistance du béton allégé doit être vérifiée par l'entreprise de mise en œuvre, par mesure de l'affaissement au cône d'Abrams (cf. § 3.4).

En cas de dépassement de la plage acceptable, l'entreprise de mise en œuvre informera l'unité de production du résultat pour constat contradictoire sous 30 minutes avant renvoi de la charge.

4. Conditionnement - Etiquetage

Le béton allégé de STYROBETON® est livré sur chantier par le producteur de béton avec un camion malaxeur avec une identification notée sur le bon de livraison.

Au déchargement du béton, le producteur doit remettre à l'utilisateur un bon de livraison pour chaque charge de béton sur lequel figurent au moins les informations imprimées, tamponnées ou manuscrites suivantes :

- le nom de l'usine de fabrication du béton prêt à l'emploi
- le numéro de série du bon
- la date et l'heure de chargement, c'est-à-dire le premier contact entre ciment et eau
- le numéro du camion ou une identification du véhicule
- le nom de l'acheteur
- le nom et la localisation du chantier
- les références ou les détails relatifs aux spécifications, par exemple numéro de code, numéro de commande
- la quantité de béton, en mètres cubes
- désignation du béton avec mention de la densité
- l'heure d'arrivée du béton sur le chantier
- l'heure de début de déchargement
- l'heure de la fin de déchargement

5. Mise en œuvre du béton allégé de STYROBETON®

La mise en œuvre du béton allégé de STYROBETON® s'effectue à la goulotte, au tapis ou par pompage, idéalement à rotor ou à piston. Dans le cas d'une mise en place par pompage, les pompes à chape ne doivent pas être utilisées.

Le béton allégé de STYROBETON® est mis en œuvre sur un support en maçonnerie, en pose adhérente. Les formes de pente en béton allégé de STYROBETON® doivent répondre au chapitre 6 du DTU 20.12 (NF P 10-203), hormis pour la constitution et les dosages.

Le délai total entre le début de la fabrication en centrale et la fin de la mise en œuvre ne doit pas dépasser 2 heures lorsque la température ambiante est voisine de 20°C. En fonction des conditions particulières du chantier, une adjuvantation spécifique pourra être proposée par la centrale à béton.

Dans le cas où la forme de pente est destinée à recevoir une isolation thermique support d'étanchéité, un pare-vapeur est nécessairement mis en œuvre sur la forme de pente de béton allégé de STYROBETON®.

Dans le cas où le complexe d'étanchéité est prévu isolé avec une isolation inversée (isolant polystyrène extrudé posé sur le revêtement), le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre directement sur la forme de pente de béton allégé de STYROBETON®.

Pendant la réalisation des travaux, les circulations intensives en direct sur le béton allégé de STYROBETON® nu ou revêtu sont à éviter. Elles imposent une protection mécanique par platelage croisé et l'utilisation d'un engin adapté (pneu à bandage à faible pression de gonflage).



5.1 Synthèse des usages possible

Tableau 3

Pose du béton allégé de STYROBETON® <u>en adhérence</u>		
Destination de la toiture	Mise en œuvre du revêtement d'étanchéité (1)	
	Sur isolant (2)	Sur béton allégé de STYROBETON®
Inaccessible	Oui	Oui
Technique ou zones Techniques	Oui	Oui
Accessible piétons	Oui (3)	Oui (3)
Accessible véhicules légers	Oui (3)	Oui (3)
Accessible véhicules lourds	Oui (4)	Oui (4)
Toiture végétalisée / Jardin	Oui	Oui
Chemin de nacelle	Oui (4)	Oui (4)

(1) L'avis Technique (ou DTA) du revêtement d'étanchéité peut limiter les destinations de toitures et précise les modalités de mise en œuvre.

(2) L'Avis Technique (ou DTA) de l'isolant support peut limiter les destinations de toitures.

(3) Dans le cas de revêtement d'étanchéité sans protection lourde (revêtements asphalte) ou sur dalles sur plots, le STYROBETON® sera de masse volumique 1100 ou 1300 kg/m³.

(4) Uniquement sous protection lourde dure en béton, avec STYROBETON® de masse volumique 1300 kg/m³.

5.2 Epaisseur et densité du procédé

L'épaisseur minimum de la forme de pente en béton allégé de STYROBETON® est de 3 cm (pose en adhérence).

L'épaisseur maximale de la forme de pente en béton allégé de STYROBETON® est de 60 cm, coulée en deux phases de 30 cm (pose en adhérence).

La masse volumique du procédé est au minimum de (dans les limites de tolérance du tableau 1) :

- 1100 kg/m³ pour les toitures accessible piétons et véhicules légers avec système d'étanchéité directement accessible, sans protection lourde (cas des revêtements asphalte),
- 1100 kg/m³ pour les toitures accessibles aux piétons sous dalles sur plots,
- 1300 kg/m³ pour les toitures accessibles véhicules lourds et les chemins de nacelle,
- 900 kg/m³ pour les autres cas.

5.3 Reconnaissance du support

Les supports doivent être reconnus porteurs et stables par la maîtrise d'œuvre et l'entreprise mettant en œuvre la forme de pente en béton allégé de STYROBETON®.



5.3.1 Type d'élément porteur en maçonnerie

Elément en béton armé, ou en béton précontraint, conforme au NF DTU 20.12, ou titulaire d'un Avis Technique (dalles pleines...), à l'exception des dalles alvéolaires de type D qui n'ont pas de dalle de compression rattachée.

5.3.2 Support constitué d'un ancien revêtement d'étanchéité

Dans le cadre d'une rénovation, les anciens éléments d'étanchéité et d'isolation doivent être déposés de telle sorte à retrouver une dalle brute, dont la surface doit être propre et sèche avant la mise en œuvre du procédé STYROBETON®.

5.4 Préparation du support

Les poteaux, trémies, pieds de mur, tous reliefs, acrotères, costières, etc. seront désolidarisés par la mise en place d'une bande compressible remontant sur l'épaisseur de la forme.

Au droit des ouvrages particuliers tels que les Evacuations d'Eau Pluviales (EEP), les retombées d'étanchéité, les joints de dilatation, les caniveaux, il est nécessaire d'interrompre la forme de pente à vingt centimètres de ces points. Cette zone sera complétée par un béton solidaire au support.

Après nettoyage, la surface doit être rendue rugueuse par des moyens manuels ou mécaniques. Après ce traitement, la surface doit être à nouveau nettoyée soigneusement, notamment pour enlever la poussière dégagée par le traitement. Elle doit être ensuite humidifiée (travaux neufs) ou traitée avec des produits d'adhérence (supports anciens).

Les produits d'adhérence peuvent être réalisés avec une barbotine d'accrochage constituée de ciment Portland adjuvanté avec un latex (type SikalateX) ou d'un primaire d'adhérence pour support poreux à base de ciment.

5.5 Exécution de la forme de pente en béton allégé STYROBETON®

Le béton allégé de STYROBETON® est étalé sur la surface du support, serré puis réglé et taloché et éventuellement lissé.

Selon le type de pompe, la distance et la hauteur de pompage et le nombre de coudes, il peut s'avérer nécessaire de laisser le béton allégé de STYROBETON® se reposer 5 à 10 minutes avant son étalement pour éviter un gonflement au-dessus du niveau établi. Il est recommandé d'utiliser une pompe à rotor ou à piston.

5.5.1 Conditions climatiques et précautions contre la dessiccation

La température du support et de l'atmosphère est comprise entre 5 °C et 30 °C, sans risque de gel au moins 4 jours après la mise en œuvre.

La surface du béton ou du mortier frais doit être protégée en fonction des conditions climatiques pour limiter l'évaporation de l'eau aux premiers âges. Cette prescription concerne particulièrement les surfaces exposées au soleil et au vent. Les précautions habituelles (voir DTU 26.12) de chantier comprennent notamment : l'application d'un produit de cure, l'arrosage de la surface, les paillasons ou la pose d'un film polyéthylène.

Dans le cas de l'utilisation d'un film polyéthylène, ce dernier doit être maintenu entre 1 et 4 jours en fonction des températures extérieures. Il est recommandé de laisser le polyane jusqu'à la pose du complexe d'étanchéité afin de protéger la forme de pente des salissures.

5.5.2 Réservations dans le gros œuvre

Toutes les réservations du gros œuvre nécessaires à l'organisation des ouvrages d'étanchéité de toiture, telles que les passages de canalisations, gaines, souches débouchant en toiture doivent être faites lors de la mise en œuvre des éléments porteurs.



5.5.3 Joints du gros œuvre

Les joints de structure (plats, surélevés, plats surélevés) sont réalisés conformément aux dispositions des NF DTU 20.12 P1 et NF DTU 43.1.

La forme de pente en béton allégé de STYROBETON® est interrompue au droit des joints de dilatation par des costières béton solidaires de l'élément porteur, présentant une largeur minimum de 20 cm pour un revêtement à base d'asphalte et 30 cm pour les autres revêtements. Cette largeur de costières peut éventuellement être supérieure, par prescription spécifique de l'Avis Technique du système d'étanchéité du joint de dilatation.

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

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

5.5.5 Joints de fractionnement

Les joints de fractionnements de la forme de pente en béton allégé de STYROBETON® ne sont pas nécessaires.

5.6 Systèmes d'étanchéités associés

5.6.1 Tolérance de planéité de la forme de pente et état de surface

Les critères de réception du support, après mise en œuvre de la forme de pente en béton allégé de STYROBETON®, sont ceux définis au DTU 20.12.

La planéité générale est satisfaite si une règle de 2 m déplacée en tous sens et en tout point de la terrasse ne fait pas apparaître de flèche de plus de 10 mm.

La planéité locale est satisfaite si une réglette de 0,20 m déplacée en tous sens et en tout point de la terrasse de fait pas apparaître de flèche de plus de 3 mm.

Le désaffleurement mesuré au droit des joints de dilatation ne doit pas excéder 3 mm.

5.6.2 Mise en œuvre de l'étanchéité

La mise en œuvre doit se faire sur un support propre et sec. Un délai de séchage de la forme de pente en béton allégé de STYROBETON®, de 8 jours à 3 semaines suivant la saison, doit être observé par l'entreprise d'étanchéité.

L'essai « polyane » peut être utilisé : vérification de l'absence de condensation sous une pièce de polyane de 1 m² posée sur la forme de pente pendant 24 heures.

5.6.2.1 Revêtements en asphalte

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre :

- en indépendance conformément au DTU 43.1,
- ou selon son DTA lorsque celui vise la pose sur béton allégé.

5.6.2.2 Revêtements mixtes en asphalte (membrane + asphalte)

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon son DTA lorsque celui vise la pose sur béton allégé.

5.6.2.3 Revêtements bitumineux et synthétiques

Le revêtement d'étanchéité est mis en œuvre selon son DTA soit :

- en indépendance, toujours sous protection rapportée,
- en semi-indépendance (exemple : revêtement auto-adhésif ou collé à froid),
- en pose adhérente, toujours sous protection rapportée.

Selon le procédé d'étanchéité mis en œuvre, la pose d'un écran de séparation chimique et/ou mécanique peut être requise par son DTA.



5.6.3 Protection des toitures

Selon la destination de la terrasse, le procédé d'étanchéité peut rester autoprotégé (sans protection rapportée), recevoir une protection conforme au DTU 43.1 ou une protection par végétalisation sous Avis Technique.

5.6.4 Composition et mise en œuvre d'un pare-vapeur

La composition et la mise en œuvre du pare-vapeur est :

- soit conforme au DTU 43.1,
- soit conforme aux prescriptions du DTA du revêtement d'étanchéité.

5.6.5 Pose de l'isolant

Les 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 de pente en béton allégé de STYROBETON®, est interdit.

6. Résultats expérimentaux

- Caractérisation physique et mécanique des bétons STYROBETON sur différentes masses volumiques dont 900, 1100 et 1300 kg/m³ :
Rapport CSTB n° R2EM/EM 16-131 (23/01/2017)
Rapport CSTB n° R2EM/EM 12-007 (13/02/2012)
Rapport CSTB n° ES 552-05-1097 (12/01/2006)
Rapport CSTB n° LR 99-016 (17/05/1999)
Rapport CSTB n° EX98-010 (09/07/1998)
- Caractérisation physique et mécanique des bétons STYROBETON avec renfort de fibres sur masse volumique 900 kg/m³ :
Rapport CSTB n° es552-05-1102 (16/01/2008)
- Rapport d'essais et rapport de classement de réaction au feu :
Rapport CSTB référence RA07-0095 (07/03/2007).
- Détermination du comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon Cahier CSTB 2662-V2 (juillet 2010) sur masse volumique 900 kg/m³ :
Rapport CSTB n° FaCeT 18-26074112 (22/01/2019).
- Détermination du comportement sous charge maintenue en température selon Cahier CSTB 3669-V2 (septembre 2015) sur masse volumique 900 kg/m³ :
Rapport CSTB n° FaCeT 18-26074112 (22/01/2019).

7. Références

Depuis son lancement commercial en 1997 par la société COBIL, plusieurs dizaines de milliers de m² de formes de pente en béton léger STYROBETON® (densité supérieure à 0,9) ont été réalisées en Europe en support d'étanchéité de toiture.

Depuis la reprise de l'activité de la société COBIL par la société COLLET SAS, plus de 8.000 m² de formes de pente en béton léger STYROBETON® (densité supérieure à 0,9) ont été réalisées en France.



8. Données Environnementales et Sanitaires

Le procédé de forme de pente en béton allégé de STYROBETON® pour toiture 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.

9. Liste des désignations commerciales

Les sociétés qui utilisent le procédé STYROBETON® ont la liberté de le désigner commercialement.

Par exemple, les produits commercialisés à ce jour par les sociétés de béton prêt à l'emploi sont :

- Vicat Bétons : La Chape Vicat allégée
- Minier Bétons : Styrobeton 900 (1100 ou 1300)
- Lafarge Bétons : LB Léger Styrène
- Cemex : CXB Styrochape®
- Holcim Bétons (France) SAS : Lightform®

La liste est évolutive et disponible auprès de la société COLLET SAS.

Rapport d'enquête technique

COLLET SAS
Route Départementale 982
BP 54
SAINT WANDRILLE RANÇON
76490 RIVES EN SEINE

STYROBETON

Procédé de béton allégé pour formes de pente au sens du DTU 20.12

Rapport établi dans le cadre de notre mission définie dans le contrat n° 1606601R0000002 signé le 21/06/2016 (DEV1606601R000000045/1).

Enquête Technique Nouvelle

n° 1606601R0000002
valable jusqu'au 31/07/2022.

N° D'AFFAIRE : 1606601R0000002

DÉSIGNATION : STYROBETON

DATE DU RAPPORT : 29/07/2019

RÉFÉRENCE DU RAPPORT : ANC/19/532 MJG

NOMBRE DE PAGES : 6

Auteur du rapport : Marthe Jacqueau-Gramaglia
✉ marthe.jacqueaugramaglia@socotec.com

Ce rapport annule et remplace le rapport n° DTM-B/12/298 MJG (dossier ZX0232/2 STYROBETON / COBIL)

DIRECTION TECHNIQUE

5, place des Frères Montgolfier – CS 20732 – Guyancourt – 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex
Tél. : 01 30 12 83 09 – anc@socotec.com

SOCOTEC CONSTRUCTION - S.A.S au capital de 10 000 100 euros – 834 157 513 RCS Versailles
Siège social : 5, place des Frères Montgolfier- CS 20732 – Guyancourt - 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex - FRANCE
www.socotec.fr

SOMMAIRE

1. OBJET	3
2. DESCRIPTION SUCCINTE DU PROCEDE	3
3. DOCUMENTS DE REFERENCE	3
4. DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE	4
5. ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE	5
6. REMARQUES COMPLEMENTAIRES	5
7. ELEMENTS A DEMANDER SUR CHANTIER	5
8. VISITES D'OUVRAGES REALISEES	5
9. FABRICATION ET CONTROLES	6
10. JUSTIFICATION EXPERIMENTALE	6
11. AVIS PREALABLE DE SOCOTEC CONSTRUCTION	6

1. OBJET

La Société COLLET SAS a demandé à SOCOTEC Construction de formuler un avis préalable d'ordre technique sur le procédé de béton allégé STYROBETON pour formes de pentes, dans le cadre de la mission définie par le contrat n° 1606601R0000002.

Le procédé STYROBETON appartenait auparavant à la société COBIL, dont l'activité de fabrication et de commercialisation du procédé a été reprise par la société COLLET en 2015, et bénéficiait jusqu'en 2015 d'une validation par SOCOTEC (rapport DTM-B/12/298 MJG - dossier ZX0232/2).

Cet avis d'ordre technique se limite à l'aspect solidité et étanchéité du procédé et ne vise pas les domaines tels que la sécurité au feu, l'isolation thermique ou phonique.

Le présent rapport a pour objet de faire connaître le résultat de cet avis technique destiné aux intervenants SOCOTEC Construction.

2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCÉDE

Le procédé STYROBETON est un mortier allégé (masse volumique de 900, 1100 ou 1300 kg/m³), à base de billes de polystyrène expansé, réalisé in situ, utilisé en remplissage ou en forme de pente légère sur éléments porteurs en maçonnerie, support de systèmes d'étanchéité en toiture.

Le procédé STYROBETON se met en œuvre en adhérence sur l'élément porteur béton.

Le procédé de béton allégé STYROBETON est :

- Sur toitures non isolées thermiquement : support direct du revêtement d'étanchéité.
- Sur toitures isolées thermiquement :
 - soit support direct du revêtement d'étanchéité surmonté d'une isolation inversée en polystyrène extrudé (avec protection),
 - soit support d'un complexe d'étanchéité pare-vapeur, isolant, revêtement, protection.

Les revêtements d'étanchéité admissibles sont :

- revêtement asphalte,
- revêtement mixte membrane/asphalte,
- revêtement monocouche ou bicouche en feuilles bitumineuses et revêtement monocouche synthétiques.

Le procédé STYROBETON peut être utilisé en neuf et en rénovation.

Les billes de polystyrène expansé STYROBETON sont fabriquées par la société COLLET dans son usine de Saint Wandrille Rançon (76) et sont distribuées en France par la société OMYA.

Les sociétés COLLET SAS et OMYA sont en mesure de fournir une assistance technique aux entreprises.

Le béton allégé réalisé avec le procédé STYROBETON est fabriqué par des centrales à béton de producteurs de Bétons Prêts à l'Emploi (BPE), centrales agréées par la société OMYA.

La mise en œuvre des formes de pente support d'étanchéité de toiture-terrasse est réalisée par des entreprises de gros œuvre qualifiées.

Le procédé STYROBETON fait l'objet du Document Technique d'Application n° 13/16-1346 pour une utilisation en chape de mortier allégé dans des locaux fermés.

3. DOCUMENTS DE REFERENCE

La société COLLET SAS a établi un Cahier des Charges STYROBETON, édition Juillet 2019, comportant 11 pages.

Les principales évolutions, par rapport à la version précédente, concernent :

- Le changement du titulaire du procédé, la société COLLET SAS s'étant substituée à la société COBIL.
- La suppression de la pose en indépendance du procédé STYROBETON.
- Une clarification des revêtements d'étanchéité admissibles.
- La modification des exigences de contrôle de fabrication du béton allégé STYROBETON.
- Une réécriture globale du Cahier des Charges.

4. DOMAINE D'EMPLOI ACCEPTE

Identique au domaine et aux limites d'emplois proposés dans le Cahier des Charges STYROBETON, document de référence.

Les éléments porteurs admissibles sont en maçonnerie, conformes au DTU 20.12, à l'exception des dalles alvéolaires de type D qui n'ont pas de dalle de compression rapportée.

Les toitures sont de type :

- toitures inaccessibles,
- toitures ou zones techniques, avec ou sans chemins de nacelles,
- toitures accessibles à la circulation piétonnière et au séjour, y compris sous protection par dalles sur plots,
- toitures accessibles aux véhicules légers (charge maximum 20 kN par essieu) et lourds (charge comprise entre 20 et 135 kN par essieu),
- toitures végétalisées (inaccessibles),
- toitures jardin,

et ce

- sur des locaux à faible et moyenne hygrométrie,
- en France « européenne »,
- en climat de plaine et climat de montagne (altitude > 900 m),
- en travaux neufs ou en réfection.

Les toitures accessibles aux véhicules lourds et les chemins de nacelles imposent une protection lourde dure en béton.

La pose désolidarisée du béton STYROBETON n'est pas validée.

Les formes de pente et remplissages en béton allégé STYROBETON ne nécessitent pas de fractionnement.

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

L'épaisseur maximale d'une couche de STYROBETON est de 30 cm.

L'épaisseur maximale d'utilisation du procédé est de 60 cm, coulée en deux passes de 30 cm.

Un délai de séchage du béton allégé STYROBETON, de 8 jours à 3 semaines suivant la saison, doit être observé par l'entreprise d'étanchéité avant la mise en œuvre du revêtement d'étanchéité (cf. § 5.6.2 du Cahier des Charges STYROBETON, document de référence).

Les revêtements d'étanchéité admissibles sont :

- revêtement asphalte,
- revêtement mixte membrane/asphalte,
- revêtement monocouche ou bicouche en feuilles bitumineuses et revêtement monocouche synthétiques.

Les revêtements d'étanchéité sous béton bitumineux ne sont pas visés.

Les revêtements d'étanchéité et panneaux isolants sont mis en œuvre selon leur DTA, dans le respect de leurs limites d'emploi (destinations de toitures, mode de collage ou de fixation, limites de vent, limite de résistance thermique sous le revêtement...).

En particulier, les limites de résistances thermiques sous certains revêtements (type revêtement d'étanchéité en asphalte ou mixte membrane/asphalte) doivent être respectées et ont un impact sur l'épaisseur de STYROBETON admissible.

Par exemple, en cas de limite de la résistance thermique des isolants à $2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ sous un revêtement mixte membrane/asphalte, l'épaisseur maximale de STYROBETON sera de 44 cm (résistance thermique utile maximale de $1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$) afin de maîtriser le risque de condensation.

L'isolation thermique en sous-face des éléments porteurs n'est pas autorisée.

La pression admissible au niveau de la chape en béton allégé STYROBETON est limitée à :

- 60 kPa en toiture-terrasse accessible aux piétons sous dalles sur plots (cette valeur pouvant être elle-même limitée par le procédé isolants support d'étanchéité ou le revêtement),
- 100 kPa en toiture-terrasse technique.

Dans le cas de travaux de rénovation, les anciens éléments d'étanchéité et d'isolation doivent être déposés de telle sorte à retrouver l'élément porteur à l'état brut.

5. ETUDE PREALABLE A LA MISE EN ŒUVRE DU PROCÉDE

L'implantation des joints de dilatation ne doit pas couper l'écoulement de l'eau. Les joints de dilatation doivent donc être implantés en phase conception en fonction d'une part, des contraintes structurelles de l'ouvrage et d'autre part, des aménagements des toitures (par exemple en point haut ou parallèle à la ligne de plus grande pente).

En cas de rénovation, l'aptitude de l'élément porteur à reprendre les nouvelles charges doit impérativement être vérifiée. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son représentant de faire vérifier au préalable la stabilité de l'ouvrage dans les conditions du DTU 43.5 vis-à-vis des risques d'accumulation d'eau. Par ailleurs, les complexes d'étanchéité existants (pare-vapeur, isolant, revêtement, protection) ne peuvent pas être conservés.

6. REMARQUES COMPLEMENTAIRES

Le respect des préconisations du Cahier des Charges STYROBETON, document de référence, est impératif.

La circulation sur le béton allégé STYROBETON est interdite avant que la pose du revêtement d'étanchéité ne soit terminée. Pendant la phase de mise en œuvre du revêtement d'étanchéité, la circulation sur le procédé doit être limitée aux seuls besoins de l'entreprise d'étanchéité. Une protection mécanique du STYROBETON, par panneaux rigides par exemple, est indispensable en cas de circulation d'engins d'approvisionnement de matériaux par exemple.

Lorsque les systèmes d'étanchéité sont fixés mécaniquement, l'ancrage des fixations doit être réalisé dans l'élément porteur en béton, à travers le béton allégé STYROBETON. L'épaisseur ADMISSIBLE du béton allégé STYROBETON est donc dépendante de la longueur des attelages de fixation utilisés.

Le béton STYROBETON présente une résistance thermique ($\lambda = 0,44 \text{ W/m.K}$). Par conséquent, en cas de toiture-terrasse non isolée ou très faiblement isolée, le risque de condensation ne peut donc être totalement exclu.

Le respect de la règle de répartition de 2/3-1/3 de la résistance thermique globale de la paroi de part et d'autre du pare-vapeur du complexe d'étanchéité permet la maîtrise de ce risque (locaux à faible et moyenne hygrométrie, en climat de plaine). Une épaisseur de 44 cm de STYROBETON présente une résistance thermique de $1 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Le respect des prescriptions de fabrication du béton allégé STYROBETON et les contrôle (cf. § 3.3 et § 3.4 du Cahier des Charges STYROBETON, document de référence) sont impératifs.

A la mise en œuvre, à réception du béton avant le coulage, la consistance du béton doit impérativement être vérifiée par l'entreprise de mise en œuvre (cf. § 3.6 du Cahier des Charges STYROBETON, document de référence).

En cas de joints de dilatation, les prescriptions du DTU 20.12 s'appliquent (type de joint en fonction de la destination de toiture en particulier). Le béton allégé STYROBETON est interrompu au droit des joints de dilatation par des costières béton solidaires de l'élément porteur, présentant une largeur minimum de 20 cm pour un revêtement à base d'asphalte et 30 cm pour les autres revêtements. Cette largeur de costières peut éventuellement être supérieure, par prescription spécifique de l'Avis Technique du système d'étanchéité du joint de dilatation.

En cas de toitures accessibles aux véhicules légers, l'accès exceptionnel de véhicules de lutte contre l'incendie ou de véhicules de déménagement peut occasionner des dommages aux ouvrages d'étanchéité. Comme l'indique le DTU 43.1, il appartient au maître d'œuvre d'attirer l'attention du maître d'ouvrage sur ce risque.

7. ELEMENTS A DEMANDER SUR CHANTIER

Devront systématiquement être demandés sur chantier :

- L'agrément par la société OMYA de la Centrale à béton.
- Réception du support avant coulage du béton allégé.
- Contrôle de la consistance du béton allégé avant coulage.
- Contrôle de la masse volumique du béton allégé STYROBETON.
- Réception du support en béton allégé avant mise en œuvre du complexe d'étanchéité.

8. VISITES D'OUVRAGES REALISEES

Le procédé STYROBETON a fait l'objet de réalisations variées depuis son lancement, dont certaines ont été visitées par SOCOTEC Construction dans le cadre des instructions successives de la présente Enquête.

9. FABRICATION ET CONTROLES

L'usine de Saint Wandrille Rançon (76) de la société COLLET SAS où sont fabriquées les billes de polystyrène composant le procédé STYROBETON fait l'objet d'une certification ISO 9001.

Le processus de fabrication intègre des autocontrôles précisément décrits, tant en nature qu'en fréquence.

La traçabilité des produits est assurée.

Les centrales à bétons agréées pour la fabrication du béton allégé STYROBETON disposent de procédures de contrôle réguliers. Les enregistrements des données sont disponibles et consultables par l'entreprise de gros œuvre au plus tard 60 jours après la livraison.

10. JUSTIFICATION EXPERIMENTALE

Caractérisation physique et mécanique des bétons STYROBETON sur différentes masses volumiques dont 900, 1100 et 1300 kg/m³ :

- Rapport CSTB n° R2EM/EM 16-131 (23/01/2017)
- Rapport CSTB n° R2EM/EM 12-007 (13/02/2012)
- Rapport CSTB n° ES 552-05-1097 (12/01/2006)
- Rapport CSTB n° LR 99-016 (17/05/1999)
- Rapport CSTB n° EX98-010 (09/07/1998)

Caractérisation physique et mécanique des bétons STYROBETON avec renfort de fibres sur masse volumique 900 kg/m³ :

- Rapport CSTB n° es552-05-1102 (16/01/2008)

Rapport d'essais et rapport de classement de réaction au feu :

- Rapport CSTB référence RA07-0095 (07/03/2007).

Détermination du comportement sous charges statiques réparties et températures élevées selon Cahier CSTB 2662-V2 sur masse volumique 900 kg/m³ :

- Rapport CSTB n° FaCeT 18-26074112 (22/01/2019).

Détermination du comportement sous charge maintenue en température selon Cahier CSTB 3669-V2 sur masse volumique 900 kg/m³ :

- Rapport CSTB n° FaCeT 18-26074112 (22/01/2019).

11. AVIS PREALABLE DE SOCOTEC CONSTRUCTION

SOCOTEC Construction émet un avis préalable favorable sur l'utilisation du procédé STYROBETON pour le domaine d'emploi accepté, cet avis s'inscrivant dans la perspective de la réalisation par SOCOTEC Construction de missions de contrôle technique de type « L » sur des opérations de constructions particulières.

Cet avis reste valable pour autant :

- que le procédé STYROBETON ne subisse pas de modifications,
- qu'il n'y ait pas de modifications aux prescriptions réglementaires actuelles,
- que les contrôles des produits et leur mise en œuvre soient régulièrement assurés,
- qu'il ne soit pas porté à la connaissance de SOCOTEC Construction des désordres suffisamment graves pouvant remettre en cause le présent avis.

Cet avis deviendrait caduc en cas de délivrance d'un Avis Technique ou d'une ATEX de cas a pour le procédé pour un emploi en toiture-terrasse.

La date d'échéance de validité de cet avis est le 31/07/2022.



Marthe JACQUEAU-GRAMAGLIA
Expert Technique National

Etanchéité de toiture - Couverture - Cuvelage - Réservoir