

EVALUATION TECHNIQUE DE PRODUITS ET MATERIAUX
N° ETPM-18/0053_V1 du 8 juin 2023
concernant les fibres
« PB EUROFIBER REF 310 »



Titulaire : Société Baumhueter France
3 allée de Stockholm
FR-67300 Schiltigheim
Tél. : 03 88 81 18 82
Fax : 03 88 81 09 46
Internet : www.baumhueter-france.fr

Cette Evaluation Technique comporte 31 pages. Sa reproduction n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral sauf accord particulier du CSTB.

AVERTISSEMENT

Cette Evaluation Technique de Produits et Matériaux, du fait qu'elle ne vise qu'à déterminer des caractéristiques intrinsèques d'un produit ou d'un matériau, n'a pas de valeur d'Avis Technique au sens de l'arrêté modifié du 21 mars 2012. Elle ne dispense pas de vérifier l'aptitude du produit ou matériau à être incorporé dans un ouvrage déterminé, par consultation de documents de références de l'application considérée (NF*DTU, CPT, Avis Technique, ...).

EVALUATION TECHNIQUE

DEFINITION SUCCINCTE

Les PB EUROFIBER REF 310 de la Société Baumhueter France sont des fibres en polypropylène de 10 mm de long, fabriquées à partir de bandelettes d'une largeur d'environ 2,2 mm et d'une épaisseur d'environ 38 µm. Sur sa largeur de 2,2 mm, la bandelette est fibrillée environ 11 fois, ce qui donne environ 11 fibrilles individuelles d'une largeur d'environ 200 µm. Les fibrilles individuelles sont maintenues en forme de faisceau par l'intermédiaire de maillons.

Ce procédé donne aux fibres une structure maillée, ce qui leur confère une surface d'adhérence importante et un ancrage lorsqu'elles sont introduites dans une matrice cimentaire, permettant ainsi de limiter efficacement les microfissures du mortier lors du retrait avec un dosage de 1 kg/m³ de mortier.

EVALUATION TECHNIQUE

L'ensemble des essais réalisés est indiqué en partie B du Dossier Technique.

Les résultats d'essais de flexion résumés dans le § B ont montré un comportement mécanique en flexion équivalent entre un mortier contenant des fibres PB EUROFIBER REF 310 et un mortier contenant un treillis soudé de masse surfacique 325 g/m².

Les résultats du test de fissuration, dont le rapport traduit se trouve en annexe, montrent une réduction de la longueur cumulée de fissures pour un mortier contenant des fibres PB EUROFIBER REF 310 par rapport à un mortier sans armature et un mortier comprenant un treillis de masse surfacique 325 g/m².

CONTRÔLES

La fabrication des fibres fait l'objet de contrôles décrits dans le § 3 du Dossier Technique.

Les fibres sont sous marquage CE suivant l'annexe ZA de la norme NF EN 14889-2. Les essais de contrôle de fabrication sont réalisés conformément au marquage CE.

CONCLUSIONS

Les éléments du Dossier Technique n'ont pas mis en évidence d'incompatibilité pouvant remettre en cause la capacité des fibres dosées à 1 kg/m³ de mortier à remplacer un treillis métallique de 325 g/m² dans un mortier. Elles leur apportent les mêmes propriétés mécaniques en flexion que l'introduction de ce treillis. De plus, ces éléments ne montrent pas d'incompatibilité de nature à mettre en cause la capacité de ces fibres dosées à 1 kg/m³ de mortier, dans les conditions de l'essai défini dans le rapport d'essais de Reckenberger n° 18-13234, de permettre une diminution de la longueur cumulée de fissures par rapport à un mortier sans armature et un mortier comprenant un treillis soudé de 325 g/m².

Validité jusqu'au : 30 septembre 2028

Direction Sols et Revêtements

La Directrice

Christine GILLIOT



DOSSIER TECHNIQUE ETABLI PAR LE DEMANDEUR

A. DESCRIPTION

1. Principe

Les PB EUROFIBER REF 310 de la Société Baumhueter France sont des fibres en polypropylène de 10 mm de long, fabriquées à partir de bandelettes d'une largeur d'environ 2,2 mm et d'une épaisseur d'environ 38 µm. Sur sa largeur de 2,2 mm, la bandelette est fibrillée environ 11 fois, ce qui donne environ 11 fibrilles individuelles d'une largeur d'environ 200 µm. Les fibrilles individuelles sont maintenues en forme de faisceau par l'intermédiaire de maillons.

Ce procédé donne aux fibres une structure maillée, ce qui leur confère une surface d'adhérence importante et un ancrage lorsqu'elles sont introduites dans une matrice cimentaire, permettant ainsi de limiter efficacement les microfissures du mortier lors du retrait avec un dosage de de 1 kg/m³ de mortier.

2. Fabrication des fibres

Les PB EUROFIBER REF 310 sont fabriquées par la société Baumhueter extrusion GmbH en Allemagne, certifiée ISO 9001, 14001 et 50001.

La matière première (polypropylène) sous forme de granulés est fondue et extrudée à travers une filière plate et large afin d'obtenir un film d'environ 1000 mm de large et d'environ 130 µm d'épaisseur, qui est découpé dans le sens de la longueur en bandes d'environ 6 mm de large.

Ces bandes, également appelées bandelettes, sont étirées jusqu'à ce qu'elles atteignent une largeur d'environ 2,2 mm et une épaisseur d'environ 38 µm. Les bandelettes passent ensuite sur un rouleau denté, ce qui provoque leur fibrillation. Les bandelettes fibrillées sont ensuite enroulées. Dans une deuxième étape, les bandelettes fibrillées sont coupées à une longueur de 10 mm. Les fibres sont conditionnées dans des sacs de 1 kg. D'autres tailles de conditionnement sont également possibles.

3. Suivi de fabrication et contrôle de la qualité

La fabrication des fibres fibrillées PB EUROFIBER REF 310 est soumise à un autocontrôle permanent, qui porte sur les points suivants :

- Le procédé de fabrication,
- Le produit fini (diamètre, résistance à la traction, module d'Young, largeur),
- La qualité de la matière première.

Le numéro de lot qui figure sur chaque carton de fibres permet de retracer l'historique de fabrication.

4. Propriétés des fibres

Les fibres en polypropylène PB EUROFIBER REF 310 sont composées de bandelettes fibrillées, fabriquées à partir de polypropylène 100% vierge. Elles sont de classe 1b selon la NF EN 14889-2 et bénéficient du marquage CE selon l'annexe ZA de la NF EN 14889-2, système 1.

Elles sont destinées à limiter la fissuration due au retrait des mortiers au jeune âge.

Les principales caractéristiques des fibres fibrillées PB EUROFIBER REF 310 sont les suivantes :

Propriétés géométriques

- Largeur de la bandelette non fibrillée environ 2,2 mm.
- Épaisseur de la bandelette non fibrillée env. 38 µm
- Largeur d'une fibrille env. 200 µm
- Épaisseur d'une fibrille env. 38 µm
- env. 11 fibrilles se trouvent dans un faisceau
- Longueur de la fibre fibrillée : 10 mm

Propriétés physiques

- Résistance à la traction : > 370 N/mm²
- Point de Fusion : 160 – 170 °C
- Température d'inflammation : > 320 °C
- Module d'élasticité : > 4000 N /mm²

Les fibres PB EUROFIBER REF 310 sont très résistantes aux acides et agents alcalins (eau salée, acides, urines, sels, huiles alimentaires etc...) grâce à leur composition à base de polypropylène.

5. Conditionnement et conservation des fibres

Les fibres fibrillées PB EUROFIBER REF 310 sont conditionnées dans des sachets PE sérigraphiés de 100 g ou 1 kg.

Chaque sachet porte la référence du produit, le marquage CE, son application, ainsi qu'un code barre qui permet d'en assurer la traçabilité et l'identification.

Les sachets sont ensuite conditionnés dans des cartons contenant, selon le cas, 13 sacs de 1 kg ou 130 sachets de 100 g.

Une étiquette est apposée sur chaque carton, indiquant le contenu, le numéro d'article, la référence et le numéro de lot correspondant.

Les cartons, au nombre de 18, sont finalement rassemblés sur des palettes filmées dont le contenu est à son tour indiqué sur une étiquette. Tant les cartons que les palettes doivent être conservés à l'abri de l'humidité.

6. Effet des fibres PB EUROFIBER REF 310 dans un mortier

Bien que les fibres ne soient pas destinées à jouer un rôle structurel, elles limitent la formation de fissures et améliorent la ductilité du matériau.

Les fibres sont incorporées dans la matrice à raison de 1 kg /m³ de mortier ou 100 g/sac de ciment.

Idéalement, le mélange doit être effectué selon les étapes et dans l'ordre suivants:

- Mélange du sable et du ciment (CEM II de classe minimale 32.5, dosage en ciment selon le NF DTU 26.2 chapitre 3)
- Ajouter les fibres au mélange, à raison de 1 kg/m³ ou 100 g/sac de ciment.
- Malaxage pendant environ 2 minutes
- Ajouter de l'eau au mélange
- Malaxage pendant environ 2 minutes

L'incorporation des fibres PB EUROFIBER REF 310 au début du mélange, avant l'ajout d'eau, permet déploiement optimal des fibres et assure leur ancrage avec les autres agrégats dans la matrice.

Le respect de la chronologie présentée ci-dessus, qui correspond au malaxage dit « à sec » est donc fortement recommandé.

Enfin, les essais de flexion 3 points selon le BEFIM réalisés au CSTB ont mis en évidence que les fibres PB EUROFIBER REF 310 peuvent donner des résultats équivalents ou supérieurs à ceux d'un treillis soudé classique (325 g/m²) pour un dosage de 1 kg/m³.

Voir ci-dessous un extrait du rapport d'essais du CSTB N°EEM 12-26034054.

7. Justifications techniques

Essais de flexion 3 points et essais de compression réalisés au CSTB : en annexe 1 = rapport N° EEM 12 26034054 du CSTB

Essais de retrait réalisés chez Reckenberger : en annexe 2 = rapport traduit en anglais (description du procédé.)

B. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Le tableau 1 ci-dessous synthétise l'ensemble des résultats d'essais.

Tableau 1 - Synthèse des essais de flexion sur dalles sur les différentes formulations testées de chape renforcée ou non

Formulation n°		Résistance (MPa)	E_{rc}^2 (J)		E_{pc}^2 (J)	
			Flèche + 5mm	Flèche + 10mm	Flèche + 5mm	Flèche + 10mm
Formulation 1 (référence - non renforcée)	Moyenne	3,2	1	1	34	67
	<i>Ecart type</i>	<i>0,1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
Formulation 2 (chape + Treillis 325 g/m ²)	Moyenne	3,2	5	8	33	66
	<i>Ecart type</i>	<i>0,6</i>	<i>2</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>10</i>
Formulation 3 (chape + fibre euro 310 N à 2,0 kg/m ³)	Moyenne	3,7	6	7	33	67
	<i>Ecart type</i>	<i>0,8</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>5</i>
Formulation 4 (chape + fibre euro 310 N à 1,0 kg/m ³)	Moyenne	3,5	5	6	35	70
	<i>Ecart type</i>	<i>0,3</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>3</i>	<i>5</i>

Par ailleurs, on peut constater dans le rapport d'essais de Reckenberger n° 18-13234 que les dallettes réalisées avec les fibres REF 310 dosées à raison de 1 kg/m³ (tableau 4), présentent en moyenne moins de fissures de retrait que les mortiers sans « armatures » (tableau 2) mais également par rapport aux mortiers avec le treillis soudé 325 g/m² (tableau 3). Il s'avère que parmi les essais, certaines éprouvettes avec fibres REF 310 ne présentent aucune fissure de retrait.

Le protocole utilisé pour chaque type d'essais est décrit dans l'extrait du rapport Reckenberger n° 18-13234 comme suit :

Identifying the cracks
<p>Test design</p> <p>Dimensions of test specimens 600 x 600 x 50 mm.</p> <p>The screed produced in the compulsory mixer was poured, compacted by means of tapping and then smoothed off so it was flush with the edge of the mould.</p> <p>Immediately after this the test plates were covered with a transparent wind tunnel in which a ventilator generated an even wind of 3.5 m/s.</p> <p>Wind was applied for more than 24 hours.</p> <p>Then the visible cracks were measured.</p>

TABLE 2 Cracks 0-screed

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
1	1 x 500 x 0,8	500	400
2	1 x 600 x 1,8	600	1.080
3	1 x 600 x 1,7	600	1.020
4	1 x 550 x 1,0	550	550
5	1 x 600 x 1,3	600	780
6	1 x 450 x 0,8	450	360
Total		3.300	4.190

TABLE 3 Screed with steel wire mesh

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
7	None	0	0
8	1 x 170 x 1,8	170	306
9	1 x 250 x 1,9	250	475
10	None	0	0
11	1 x 120 x 0,2	120	24
12	1 x 100 x 0,2	100	20
Total		640	825

TABLE 4 Fibre screed 1 kg/m³

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
13	None	0	0
14	2 x 100 x 0,4	200	80
15	None	0	0
16	1 x 120 x 0,4 2 x 80 x 0,3	280	96
17	4 x 80 x 0,4	320	138
18	None	0	0
Total		800	314

C. REFERENCES

Quelques chantiers réalisés avec les fibres fibrillées PB EUROFIBER REF 310 :

- Bouygues Immobilier 3300 m²
- SCCV Emerige 5000 m²
- Groupe Spirit 4750 m²
- OGIC 6000 m²
- SCI Benerville 4230 m²
- SCCV Lil'Seine 13 000 m²
- Jussieu 20 000 m²
- La citadelle d'Amiens 13 000 m²
- Les berges du centre 7700 m²

Ces 10 dernières années plus de 1 000 000 m³ de mortiers ont été réalisés avec les fibres PB EUROFIBER REF 310 en France.



DEPARTEMENT SÉCURITÉ, STRUCTURE ET FEU
Études et Essais Mécaniques

RAPPORT D'ESSAIS N° EEM 12 26034054 Concernant les essais mécaniques comparatifs sur dalles de chape en matériaux renforcés avec des fibres

Ce rapport d'essais atteste uniquement des caractéristiques de l'objet soumis aux essais et ne préjuge pas des caractéristiques de produits similaires. Il ne constitue pas une certification de produits au sens de l'article L 115-27 à L 115-32 et R115-1 à R115-3 du code de la consommation modifié par la loi n° 2008-776 du 04 août 2008 article 113.

En cas d'émission du présent rapport par voie électronique et/ou sur support physique électronique, seul le rapport sous forme de support papier signé par le CSTB fait foi en cas de litige. Ce rapport sous forme de support papier est conservé au CSTB pendant une durée minimale de 10 ans.

La reproduction de ce rapport d'essais n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Il comporte 11 pages et 5 pages d'annexe.

A LA DEMANDE DE :

**Baumhueter extrusion GmbH
Lüternweg 186
D-33378 Rheda-Wiedenbrück**

TABLE DES MATIÈRES

1.	OBJET	3
2.	TEXTES DE RÉFÉRENCE	3
3.	ÉCHANTILLONS	3
4.	IDENTIFICATION DU LABORATOIRE ET PROGRAMME DES ESSAIS	4
5.	CONSTITUTION DES CORPS D'ÉPREUVES	5
5.1	Description des dalles	5
5.2	Caractéristiques du mortier	6
6.	MODALITÉS ET RESULTATS DES ESSAIS	7
6.1	Modalités des essais	7
6.2	Résultats des essais	8
7.	SYNTHESE	11

Annexe : Procès verbaux des essais

1. OBJET

A la demande de la société Baumhuetter extrusion GmbH, des essais comparatifs ont été menés de caractérisation mécanique entre dalles de chape renforcée avec un treillis et de dalles de chape renforcée avec des fibres par la réalisation d'essais de flexion 3 points.

2. TEXTES DE RÉFÉRENCE

- [1] Guide technique : conception et réalisation des dallages en BEton de Fibres Métalliques (BEFIM), Recommandations techniques établies dans le cadre du projet national BEFIM. Cahier du CSTB n° 3416 juillet -août 2002.
- [2] NF EN 13892-2 (Septembre 2003) - Méthodes d'essai des matériaux pour chapes - Partie 2 : détermination de la résistance à la flexion et à la compression

3. ÉCHANTILLONS

Fabrication des éprouvettes : CSTB en présence du demandeur
Fabriquant : Eurofibres (fibres)
Date de livraison : 26/03/2012
Observations : néant

Fait à Marne-la-Vallée, le 16 mai 2012

Le technicien
chargé des essais

L'ingénieur
Responsable des essais

Le chef adjoint de la division
Etudes et Essais Mécaniques

Olivier JOUSSE

François BOUTIN

Pierre PIMIENTA

4. IDENTIFICATION DU LABORATOIRE ET PROGRAMME DES ESSAIS

La fabrication des corps d'épreuve a été effectuée en présence du demandeur le 2 avril 2012 et les essais ont eu lieu du 9 au 10 mai 2012 dans le Laboratoire Matériaux du DEPARTEMENT SECURITE, STRUCTURES et FEU, au Centre de Recherche du CSTB de MARNE LA VALLÉE.

Le programme des essais est résumé dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Programme des essais

PRESTATIONS	Nb essais	Document de référence
Fabrication des 4 séries de 4 dalles 60x60x5 cm	4 lots de 4	
Essais de flexion 3 points sur dalles 60 x 60 x 5 cm sur :		
• Dalles de chape non renforcées (référence)	1 lot de 4	[1]
• Dalles de chape renforcées avec treillis soudé 325 g/m ²	1 lot de 4	
• Dalles de chape renforcées avec fibres (EURO 310 N à 1kg/m ³)	1 lot de 4	
• Dalles de chape renforcées avec fibres (EURO 310 N à 2kg/m ³)	1 lot de 4	
Les essais sont effectués sur corps d'épreuve âgés de 28 jours minimum		

Les résultats de la caractérisation mécanique de la formulation de chape renforcée par des fibres sont comparés à ceux du matériaux de référence (formulation identique non fibrée) et de celle comportant un treillis de 325 g/m².

5. CONSTITUTION DES CORPS D'ÉPREUVES

Les éprouvettes ont été réalisées en présence du demandeur suivant les formulations suivantes fournies par le demandeur.

Leurs caractéristiques sont définies ci-dessous :

Pour la confection des prismes 4x4x16 cm :

- date de fabrication : voir tableaux de résultats d'essais
- dimensions des éprouvettes : 4 x 4 x 16 cm
- types de moules : métalliques
- mode de mise en place : table à chocs (60 coups par couches, en deux couches)

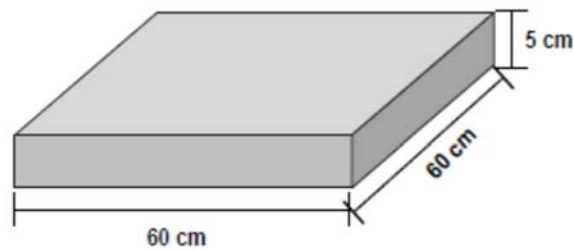
Pour la confection des dalles 60 x 60 x 5 cm :

- date de fabrication : voir tableaux de résultats d'essais
- dimensions des éprouvettes : 60 x 60 x 5 cm
- types de moules : bois
- mode de mise en place : néant

La composition des chapes, la référence des fibres et les conditions de mise en œuvre sont fournies en chapitre 5.2.

5.1 Description des dalles

Il s'agit de dalles 60 x 60 x 5 cm en béton fibré avec ou sans fibres.



5.2 Caractéristiques du mortier

Le mortier a été fabriqué dans un malaxeur SKAKO de type MTV 125 de capacité 125 litres. L'ensemble des corps d'épreuves (dalles et éprouvettes 4x4x16cm) des formulations testées ont été confectionnées par deux gâchées de 90 litres.

Les tableaux 5.1 et 5.2 donnent la nature des constituants et les compositions des chapes testées.

Tableau 5.1 : Composition des chapes testées (campagne n° 1 – coulage 2011)

Matériaux	Type	Formulation n°1 kg/m ³	Formulation n°2 kg/m ³	Formulation n°3 kg/m ³	Formulation n°4 kg/m ³
Ciment	CEM II/A 32,5R CE CP2 NF (Calda – usine de couvrot (51))	350	350	350	350
Sable 0/2	Sable 0/2 alluvionnaire (Holcim – carrière Chezy - 45)	1535	1535	1535	1535
Eau	(rapport eau/liant)	315 kg (soit E/C = 0,9)	315 kg (soit E/C = 0,9)	315 kg (soit E/C = 0,9)	315 kg (soit E/C = 0,9)
Treillis	Treillis de 325 g (mailles 100 x 100 mm)	-	Position : à environ 1 cm de la face coffrée	-	-
Fibres	Fibre fibrillée Euro 310 N (Eurofibres) (Longueur =10 mm ; 140 million/kg)	-	-	2,0	1,0

Tableau 5.2 : Conditions de mise en œuvre : malaxage, vibration et cure – MORTIER FIBRE

Phase		Durée malaxage / vibration
Malaxage	Introduction sables	-
	Introduction ciment (30 s)	1 minute
	Introduction eau gâchage + fibres (30s)	3 minutes
Vibration	A l'aiguille vibrante	30 secondes
Cure	Protection Polyane	48 heures
Démoulage et conservation	Protection Polyane En chambre 20°C et 65%HR	5 jours Jusqu'au moment de l'essai

6. MODALITÉS ET RESULTATS DES ESSAIS

6.1 Masse volumique apparente, résistance à la traction par flexion et résistance à la compression

6.1.1 Modalités des essais

Les essais ont été réalisés sur des éprouvettes coulées conformément au référentiel normatif NF EN 13892-2 [2].

Les essais de traction par flexion ont été effectués sur des éprouvettes de dimension 4 × 4 × 16 cm. Les conditions de conservation sont décrites dans les tableaux des résultats.

La résistance à la compression a été déterminée sur les demi-prismes provenant des éprouvettes après essais de flexion.

6.1.2 Résultats des essais

Les résultats des essais sont consignés dans le tableau 6.1.

Tableau 6.1 : résultats des essais mécaniques

Formulation	Temps et mode de conservation	Masse volumique kg/m ³	Rt (MPa)	Rc (MPa)	
Mortier de référence Formulations n°1 et 2	7 jours (20±2)°C (95±5)%HR	2050	5,90	29,20	29,35
	puis 31 jours (20±2)°C (65±5)%HR	2050	5,55	27,60	28,20
		2050	5,90	28,55	27,00
	Moyenne	2050	5,8	28,3	
Formulation n°3 Euro 310 N Dosage : 2,0 kg/m ³	7 jours (20±2)°C (95±5)%HR	2000	4,70	29,70	30,00
	puis 31 jours (20±2)°C (65±5)%HR	2020	5,55	28,05	28,10
		2020	5,80	30,95	28,10
	Moyenne	2010	5,4	29,2	
Formulation n°4 Euro 310 N Dosage : 1,0 kg/m ³	7 jours (20±2)°C (95±5)%HR	1990	5,85	26,30	26,30
	puis 31 jours (20±2)°C (65±5)%HR	2000	5,05	27,80	26,10
		2010	5,65	26,55	27,20
	Moyenne	2000	5,5	26,7	

6.1.3 Commentaires sur la distribution des fibres après rupture

Néant.

6.2 Modalités et résultats des essais sur les dalles 60x60x5 cm

6.2.1 Modalités des essais

Les essais sont effectués conformément aux modalités du Guide Technique [1].

La vitesse de montée en charge appliquée est de 1,5 mm / min.

La portée entre les rouleaux inférieurs pour l'essai de flexion est de 500 mm.

La machine d'essais utilisée pour réaliser les essais est de type ZWICK de capacité 100 kN et de classe 0.5 suivant la norme NF EN ISO 7500-1.

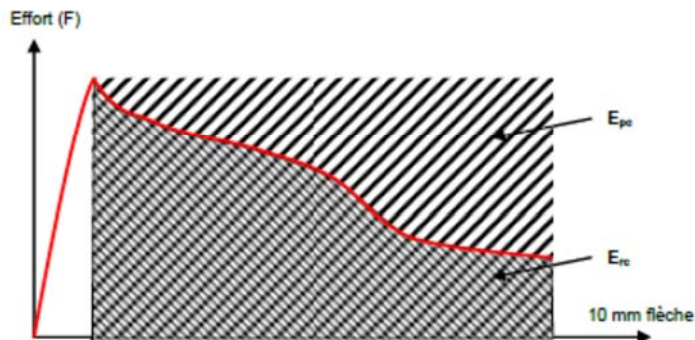
Pour les essais de flexion, un carton intercalaire est disposé entre les appuis inférieurs et le corps d'épreuve.

Pour les essais de flexion, un capteur de déplacement de marque CHAUVIN-ARNOUX, de type LR50, de ± 25 mm d'étendue de mesure, mesure la flèche de la dalle. Les capteurs de déplacement sont de classe 0,2 selon la norme NF E 11-063.

6.2.2 Résultats des essais

Les résultats des essais sont consignés dans les tableaux 6.1 à 6.4 ainsi qu'en annexe (PV d'essais).

- E_{rc}^2 est l'énergie calculée sous la courbe effort flèche obtenue lors des essais de poinçonnement dans l'intervalle de flèche compris entre δp et $\delta p + 5$ mm ou $\delta p + 10$ mm, δp étant la flèche correspondant à l'effort de première fissuration.
- E_{pc}^2 est l'énergie plastique théorique moyenne calculée dans le même intervalle de flèche lors des essais de flexion.



RAPPORT D'ESSAIS
N°EEM 12 26034054

Tableau 6.1 : Résultats des essais de flexion sur dalles 60 x 60 x 5 cm (formulation n°1)

Formulation n° 1								
Chape non renforcée (référence)								
Date fabrication : 02/04/12		Date essais : 09/05/12		Age : 37 jours				
N° essai	Masse (g)	Densité	Charge 1 ^{ère} fissuration (kN)	Charge rupture (kN)	Résistance (MPa)	Mode calcul énergie	E_{rc}^2 (J)	E_{pc}^2 (J)
M12055-1	38 284	2 085	6,8	6,8	3,3	flèche + 5 mm	2	34
						flèche + 10 mm	2	68
M12055-2	38 348	2 049	6,7	6,7	3,1	flèche + 5 mm	2	34
						flèche + 10 mm	2	67
M12055-3	38 039	2 072	6,5	6,5	3,1	flèche + 5 mm	1	33
						flèche + 10 mm	1	65
M12055-4	38 194	2 080	6,8	6,8	3,2	flèche + 5 mm	1	34
						flèche + 10 mm	1	68
moyenne		2071	6,7	6,7	3,2	flèche + 5 mm	1	34
écart-type		16	0,1	0,1	0,1	flèche + 10 mm	1	67
<u>Commentaires sur les modes de rupture :</u>								
Pas de remarques particulières.								

Tableau 6.2 : Résultats des essais de flexion sur dalles 60 x 60 x 5 cm (formulation n°2)

Formulation n° 2								
Chape + treillis 325 g/m ²								
Date fabrication : 02/04/12		Date essais : 09/05/12		Age : 37 jours				
N° essai	Masse (g)	Densité	Charge 1 ^{ère} fissuration (kN)	Charge rupture (kN)	Résistance (MPa)	Mode calcul énergie	E_{rc}^2 (J)	E_{pc}^2 (J)
M12055-5	38 554	2 142	7,9	7,9	3,9	flèche + 5 mm	4	39
						flèche + 10 mm	7	79
M12055-6	38 418	2 092	5,4	5,4	2,6	flèche + 5 mm	5	27
						flèche + 10 mm	8	54
M12055-7	38 732	2 069	6,8	6,8	3,1	flèche + 5 mm	7	34
						flèche + 10 mm	15	68
M12055-8	38 851	2 158	6,5	6,5	3,3	flèche + 5 mm	2	33
						flèche + 10 mm	3	65
moyenne		2115	6,6	6,6	3,2	flèche + 5 mm	5	33
écart-type		42	1,0	1,0	0,6	flèche + 10 mm	8	66
<u>Commentaires sur les modes de rupture :</u>								
Position du treillis : dans le premier cm à partir de la sous face (face tendue)								

RAPPORT D'ESSAIS
N°EEM 12 26034054
Tableau 6.3 : Résultats des essais de flexion sur dalles 60 x 60 x 5 cm (formulation n°3)

Formulation n° 3								
Chape + fibre Euro 310 N (dosage : 2 kg/m ³)								
Date fabrication : 02/04/12		Date essais : 10/05/12		Age : 38 jours				
N° essai	Masse (g)	Densité	Charge 1 ^{ère} fissuration (kN)	Charge rupture (kN)	Résistance (MPa)	Mode calcul énergie	E_{pc}^2 (J)	E_{pc}^2 (J)
M12055-13	36 716	2 040	6,2	6,2	3,1	flèche + 5 mm	5	31
						flèche + 10 mm	6	62
M12055-14	37 964	2 572	6,4	6,4	4,7	flèche + 5 mm	6	32
						flèche + 10 mm	7	64
M12055-15	37 229	2 110	6,9	6,9	3,6	flèche + 5 mm	7	34
						flèche + 10 mm	10	69
M12055-16	38 732	2 030	7,2	7,2	3,2	flèche + 5 mm	5	36
						flèche + 10 mm	7	72
moyenne		2188	6,7	6,7	3,7	flèche + 5 mm	6	33
						flèche + 10 mm	1	2
écart-type		259	0,5	0,5	0,8	flèche + 10 mm	7	67
							2	5

Commentaires sur les modes de rupture :
Répartition homogène des fibres dans l'épaisseur de l'échantillon.
Rupture par déchaussement des fibres.

Tableau 6.4 : Résultats des essais de flexion sur dalles 60 x 60 x 5 cm (formulation n°4)

Formulation n° 4								
Chape + fibre Euro 310 N (dosage : 1,0 kg/m ³)								
Date fabrication : 02/04/12		Date essais : 10/05/12		Age : 38 jours				
N° essai	Masse (g)	Densité	Charge 1 ^{ère} fissuration (kN)	Charge rupture (kN)	Résistance (MPa)	Mode calcul énergie	E_{pc}^2 (J)	E_{pc}^2 (J)
M12055-9	37 694	2 094	7,3	7,3	3,6	flèche + 5 mm	5	36
						flèche + 10 mm	5	73
M12055-10	37 914	2 106	6,5	6,5	3,3	flèche + 5 mm	3	33
						flèche + 10 mm	3	65
M12055-11	38 340	2 130	7,6	7,6	3,8	flèche + 5 mm	2	38
						flèche + 10 mm	2	76
M12055-12	38 245	2 083	6,7	6,7	3,2	flèche + 5 mm	8	34
						flèche + 10 mm	14	67
moyenne		2103	7,0	7,0	3,5	flèche + 5 mm	5	35
						flèche + 10 mm	3	3
écart-type		20	0,5	0,5	0,3	flèche + 10 mm	6	70
							5	5

Commentaires sur les modes de rupture :
Répartition homogène des fibres dans l'épaisseur de l'échantillon.
Rupture par déchaussement des fibres.

7. SYNTHÈSE

Le tableau 7.1 ci-dessous synthétise l'ensemble des résultats d'essais.

Tableau 7.1 : Synthèse des essais de flexion sur dalles sur les différentes formulations testées de chape renforcées ou non

Formulation n°		Résistance (MPa)	E_{rc}^2 (J)		E_{pc}^2 (J)	
			Flèche + 5mm	Flèche + 10mm	Flèche + 5mm	Flèche + 10mm
Formulation 1 (référence - non renforcée)	Moyenne	3,2	1	1	34	67
	<i>Ecart type</i>	0,1	1	1	1	1
Formulation 2 (chape + Treillis 325 g/m ²)	Moyenne	3,2	5	8	33	66
	<i>Ecart type</i>	0,6	2	5	5	10
Formulation 3 (chape + fibre euro 310 N à 2,0 kg/m ³)	Moyenne	3,7	6	7	33	67
	<i>Ecart type</i>	0,8	1	2	2	5
Formulation 4 (chape + fibre euro 310 N à 1,0 kg/m ³)	Moyenne	3,5	5	6	35	70
	<i>Ecart type</i>	0,3	3	5	3	5

FIN DE RAPPORT

ANNEXE

Fiches d'essais

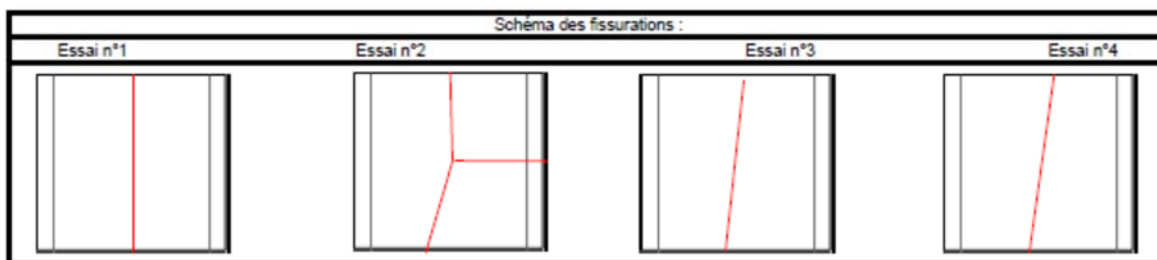
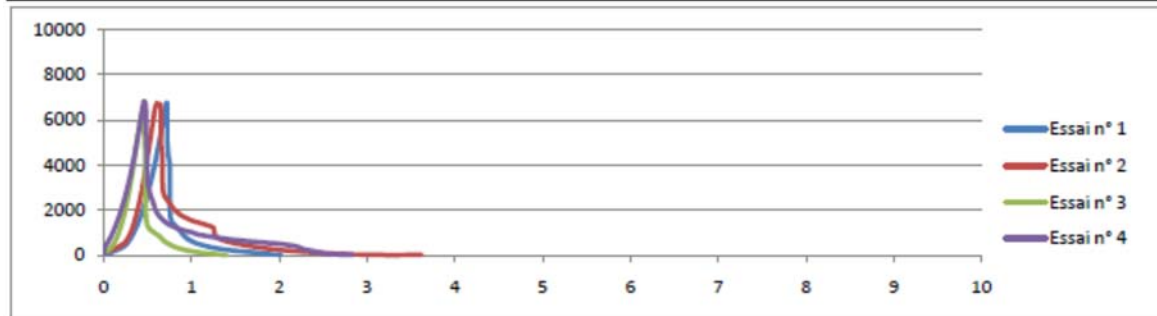
Demandeur : BAUMHUETER
N° Ordre : 26034054

Type d'Eprouvettes : dallettes 60 cm x 60 cm x 5 cm
Type de chape utilisée : Chape
Type de renforcement : néant
Dosage du renforcement : néant
Référence client : néant
Type d'essai : flexion 3 points (BEFIM)

Date de Fabrication : 02/04/2012
Date des Essais : 09/05/2012
Age des Eprouvettes : 37 jours
Conservation : 20°C et 65% Hr
Capteur de force : cstb 10-386
Capteur déplacement : psi 80-052

RESULTATS DES ESSAIS

N°	Poids échantillon (g)	Epaisseur mesurée (cm)	Densité	charge à la 1 ^{ère} fissuration (kN)	charge maximale atteinte (kN)	Résistance flexion MPa	Mode calcul énergie	Energie calculée E ² _{pc} (J)	Energie théorique E ² _{pc} (J)
M12055-1	38 284	5,1	2 085	6,8	6,8	3,3	flèche + 5 mm	2	34
							flèche + 10 mm	2	68
M12055-2	38 348	5,2	2 049	6,7	6,7	3,1	flèche + 5 mm	2	34
							flèche + 10 mm	2	67
M12055-3	38 039	5,1	2 072	6,5	6,5	3,1	flèche + 5 mm	1	33
							flèche + 10 mm	1	65
M12055-4	38 194	5,1	2 080	6,8	6,8	3,2	flèche + 5 mm	1	34
							flèche + 10 mm	1	68
Moyenne			2071	6,7	6,7	3,2	flèche + 5 mm	1	34
							flèche + 10 mm	1	67
écart-type			16	0,1	0,1	0,1	flèche + 10 mm	1	1



Le technicien chargé des essais

O. JOUSSE

L'ingénieur Responsable des essais

François BOUTIN

Demandeur : BAUMHUETER
N° Ordre : 26034054

Type d'Eprouvettes : dallettes 60 cm x 60 cm x 5 cm
Type de chape utilisée : Chape
Type de renforcement : treillis 325 g/m²
Dosage du renforcement : néant
Référence client : néant
Type d'essai : flexion 3 points (BEFIM)

Date de Fabrication : 02/04/2012
Date des Essais : 09/05/2012
Age des Eprouvettes : 37 jours
Conservation : 20°C et 65% Hr
Capteur de force : cstb 10-386
Capteur déplacement : psi 80-052

RESULTATS DES ESSAIS

N°	Poids échantillon (g)	Epaisseur mesurée (cm)	Densité	charge à la 1 ^{ère} fissuration (kN)	charge maximale atteinte (kN)	Résistance flexion MPa	Mode calcul énergie	Energie calculée E ² _{ro} (J)	Energie théorique E ² _{pc} (J)
M12055-5	38 554	5,0	2 142	7,9	7,9	3,9	flèche + 5 mm	4	39
							flèche + 10 mm	7	79
M12055-6	38 418	5,1	2 092	5,4	5,4	2,6	flèche + 5 mm	5	27
							flèche + 10 mm	8	54
M12055-7	38 732	5,2	2 069	6,8	6,8	3,1	flèche + 5 mm	7	34
							flèche + 10 mm	15	68
M12055-8	38 851	5,0	2 158	6,5	6,5	3,3	flèche + 5 mm	2	33
							flèche + 10 mm	3	65
Moyenne			2115	6,6	6,6	3,2	flèche + 5 mm	5	33
écart-type			42	1,0	1,0	0,6	flèche + 5 mm	2	5
							flèche + 10 mm	8	66
							flèche + 10 mm	5	10

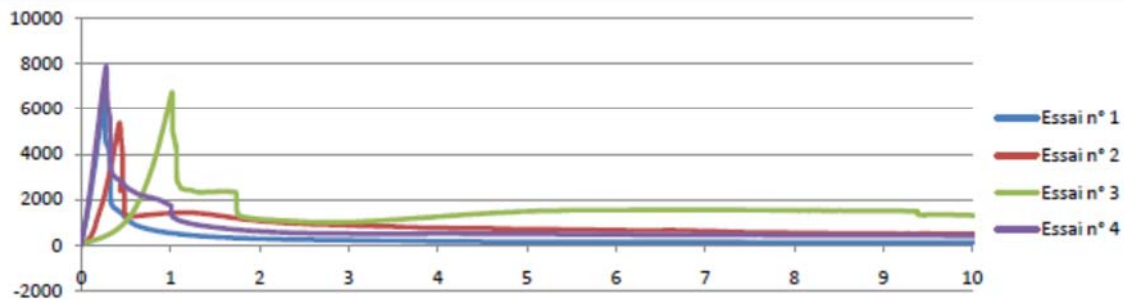
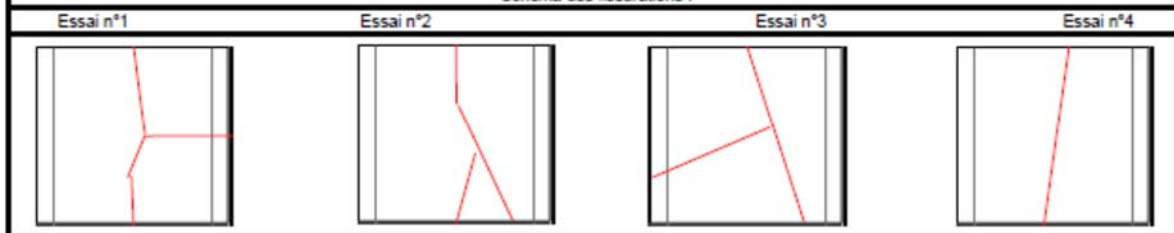


Photo : illustration des zones de rupture



Schéma des fissurations :



Le technicien chargé des essais

O. JOUSSE

L'ingénieur Responsable des essais

François BOUTIN

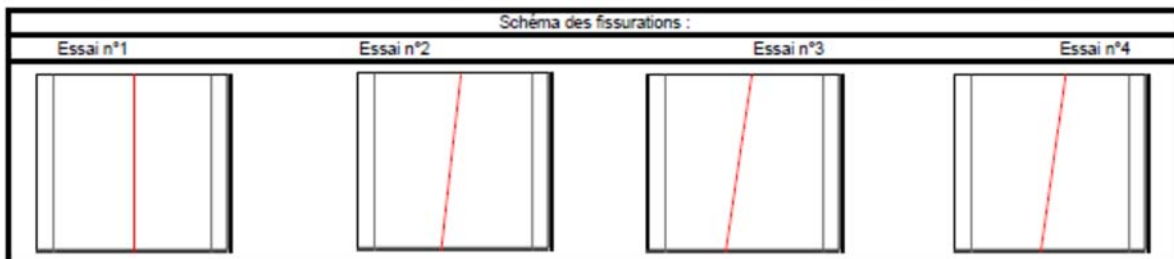
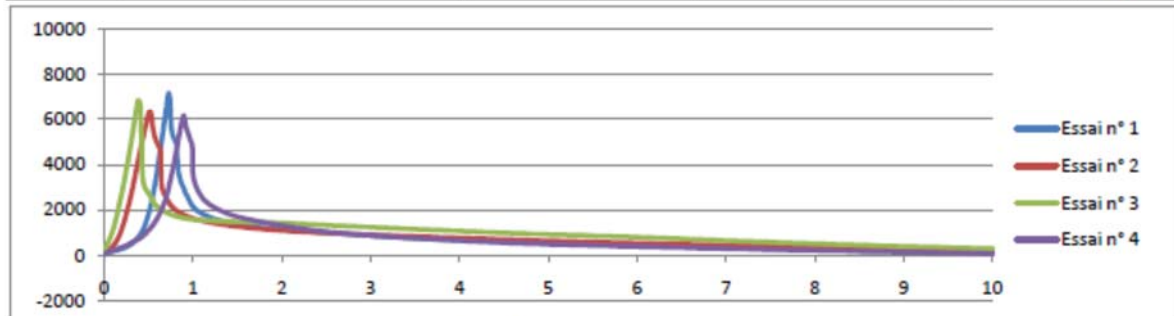
Demandeur : BAUMHUETER
N° Ordre : 26034054

Type d'Eprouvettes : dalles 60 cm x 60 cm x 5 cm
Type de chape utilisée : Chape
Type de renforcement : Fibres Euro 310 N
Dosage du renforcement : 2 kg/m³
Référence client : néant
Type d'essai : flexion 3 points (BEFIM)

Date de Fabrication : 02/04/2012
Date des Essais : 10/05/2012
Age des Eprouvettes : 38 jours
Conservation : 20°C et 65%HR
Capteur de force : cstb 10-386
Capteur déplacement : psi 80-052

RESULTATS DES ESSAIS

N°	Poids échantillon (g)	Epaisseur mesurée (cm)	Densité	charge à la 1 ^{ère} fissuration (kN)	charge maximale atteinte (kN)	Résistance flexion MPa	Mode calcul énergie	Energie calculée E ² _{ic} (J)	Energie théorique E ² _{pc} (J)
M12055-13	36 716	5,0	2 040	6,2	6,2	3,1	flèche + 5 mm flèche + 10 mm	5 6	31 62
M12055-14	37 984	4,1	2 572	6,4	6,4	4,7	flèche + 5 mm flèche + 10 mm	6 7	32 64
M12055-15	37 229	4,9	2 110	6,9	6,9	3,6	flèche + 5 mm flèche + 10 mm	7 10	34 69
M12055-16	38 732	5,3	2 030	7,2	7,2	3,2	flèche + 5 mm flèche + 10 mm	5 7	36 72
Moyenne			2188	6,7	6,7	3,7	flèche + 5 mm	6	33
écart-type			259	0,5	0,5	0,8	flèche + 10 mm	1 7 2	2 67 5



Le technicien chargé des essais

[Signature]
O. JOUSSE

L'ingénieur Responsable des essais

[Signature]
François BOUTIN

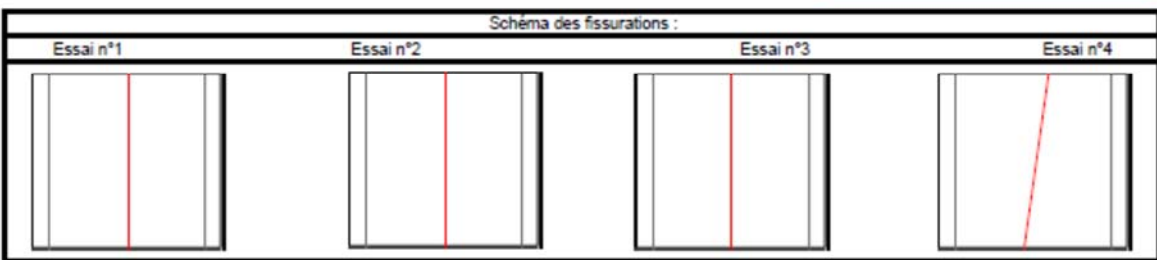
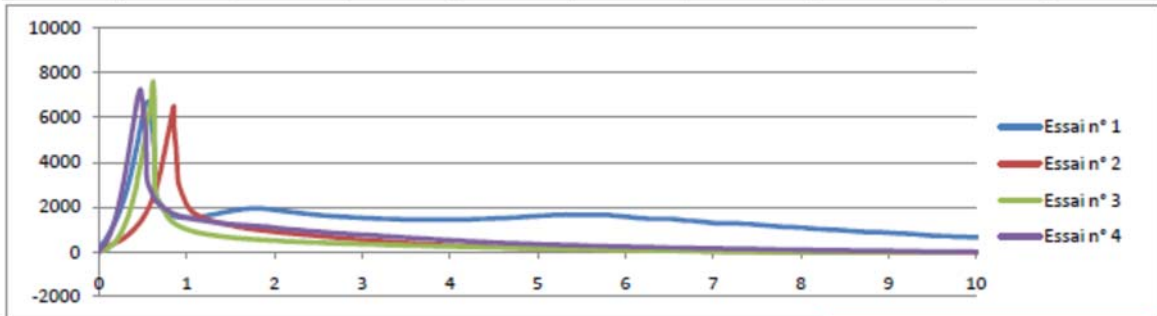
Demandeur : BAUMHUETER
N° Ordre : 28034054

Type d'Eprouvettes : dallettes 60 cm x 60 cm x 5 cm
Type de chape utilisée : Chape
Type de renforcement : Fibres Euro 310 N
Dosage du renforcement : 1,0 kg/m³
Référence client : néant
Type d'essai : flexion 3 points (BEFIM)

Date de Fabrication : 02/04/2012
Date des Essais : 10/05/2012
Age des Eprouvettes : 38 jours
Conservation : 20°C et 65%HR
Capteur de force : cstb 10-386
Capteur déplacement : psl 80-052

RESULTATS DES ESSAIS

N°	Poids échantillon (g)	Epaisseur mesurée (cm)	Densité	charge à la 1 ^{ère} fissuration (kN)	charge maximale atteinte (kN)	Résistance flexion MPa	Mode calcul énergie	Energie calculée E ² _{rc} (J)	Energie théorique E ² _{pc} (J)
M12055-9	37 694	5,0	2 094	7,3	7,3	3,6	flèche + 5 mm	5	36
							flèche + 10 mm	5	73
M12055-10	37 914	5,0	2 106	6,5	6,5	3,3	flèche + 5 mm	3	33
							flèche + 10 mm	3	65
M12055-11	38 340	5,0	2 130	7,6	7,6	3,8	flèche + 5 mm	2	38
							flèche + 10 mm	2	76
M12055-12	38 245	5,1	2 083	6,7	6,7	3,2	flèche + 5 mm	8	34
							flèche + 10 mm	14	67
Moyenne			2103	7,0	7,0	3,5	flèche + 5 mm	5	35
écart-type			20	0,5	0,5	0,3	flèche + 5 mm	3	3
							flèche + 10 mm	6	70
								5	5



Le technicien chargé des essais
[Signature]
O. JOUSSE

L'ingénieur Responsable des essais
[Signature]
François BOUTIN

Baustofftechnologie EMS GmbH



Brockstr. 151 - 33378 Rheda-Wiedenbrück Müssinger Str. 1-3 - 48231 Warendorf Godolzheimer Str. - 37671 Hötter Zur Mühle 13 - 34414 Warburg E-mail: labo@bt-ems.de
Tel: 0 52 42 / 9 31 15 00 Fax 0 52 42 / 9 31 15 20 Tel: 0 25 81 / 83 76 20 Fax 0 25 81 / 83 76 76 Tel: 0 52 71 / 30 55 Fax 0 52 71 / 3 57 83 Tel: 0 56 42 / 61 65 Fax 0 56 42 / 98 72 35 Internet: www.bt-ems.de

Test Certificate -

No. 18 / 13234

1st issue

Tests on screeds

Applicant : Company
baumhueter extrusion GmbH
Lüternweg 186
33378 Rheda - Wiedenbrück

Test order : Analysis of shrinkage crack developments at the time of
early shrinkage.

Test material : Screed without fibres and without inlays
Screed with steel wire mesh inlays
Screed with 1 kg/m³ PB EUROFIBER REF 310
Screed with 2 kg/m³ PB EUROFIBER REF 310

Application date : 5st April 2018

Test date : 16th – 21nd April 2018

The test certificate has 5 pages of text. Supplied in triplicate.
The duplication and publication of the test certificate in full or in an abbreviated form, or its use for advertising requires our prior written approval.

I. GENERAL

On 05th April 2018 Mr Andre Bäumer from the company *baumhuetter extrusion GmbH* contracted the company *Baustofftechnologie EMS GmbH* to analyse shrinkage crack developments at the time of early shrinkage in screeds with and without synthetic fibres and on screed with steel wire mesh inlays.

For this purpose, the company *baumhuetter extrusion GmbH* supplied cement CEM II/B-M 32,5 R CP2, 1 bag of fibres of the type 'PB EUROFIBER REF 310' and 1 roll of steel wire mesh (325 g/m²) to the testing office.

The compositions of the screed are listed in Section II, the test results in Section IV.

II. CONCRETE COMPOSITION

0 – screed : 350 kg/m³ CEM II/B-M 32.5 R CP2
1.535 kg/m³ Sand 0 – 2 mm
315 kg/m³ Water

Screed with steel wire mesh inlay:

0 – screed
plus steel wire mesh inlay (325 g/m²)

Fibre concrete :
0 - concrete
plus 1.0 kg/m³ 'PB EUROFIBER REF 310'

Fibre concrete :
0 - concrete
plus 2.0 kg/m³ 'PB EUROFIBER REF 310'

III. MIXING the concrete in the lab's compulsory mixer

Aggregates + water + fibres	60 seconds
After adding cement	180 seconds
Total mixing time for all mixes	240 seconds

IV. TESTS AND TEST RESULTS

Tests:

Flow diameter DIN EN 12350-5

Fresh screed gross density DIN EN 12350-6

TABLE 1 Fresh screed tests

Screed	Fibres	Fibre quantity [g/m ³]	Flow diameter [mm]	Fresh screed gross density [kg/dm ³]
0 - screed	None	0	590	2,200
Screed with steel wire mesh	None	0	590	2,200
Fibre screed	PB EUROFIBER REF 310	1.000	570	2,200
Fibre screed	PB EUROFIBER REF 310	2.000	550	2,200

Identifying the cracks

Test design

Dimensions of test specimens 600 x 600 x 50 mm.

The screed produced in the compulsory mixer was poured, compacted by means of tapping and then smoothed off so it was flush with the edge of the mould.

Immediately after this the test plates were covered with a transparent wind tunnel in which a ventilator generated an even wind of 3.5 m/s.

Wind was applied for more than 24 hours

Then the visible cracks were measured.

CRACKS

1.) 0-screed

TABLE 2 Cracks 0-screed

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
1	1 x 500 x 0,8	500	400
2	1 x 600 x 1,8	600	1.080
3	1 x 600 x 1,7	600	1.020
4	1 x 550 x 1,0	550	550
5	1 x 600 x 1,3	600	780
6	1 x 450 x 0,8	450	360
Total		3.300	4.190

2.) Screed with steel wire mesh

TABLE 3 Screed with steel wire mesh

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
7	None	0	0
8	1 x 170 x 1,8	170	306
9	1 x 250 x 1,9	250	475
10	None	0	0
11	1 x 120 x 0,2	120	24
12	1 x 100 x 0,2	100	20
Total		640	825

3.) Screed with 1 kg/m³ PB EUROFIBER REF 310

TABLE 4 Fibre screed 1 kg/m³

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
13	None	0	0
14	2 x 100 x 0,4	200	80
15	None	0	0
16	1 x 120 x 0,4 2 x 80 x 0,3	280	96
17	4 x 80 x 0,4	320	138
18	None	0	0
Total		800	314

4.) Screed with 2 kg/m³ PB EUROFIBER REF 310

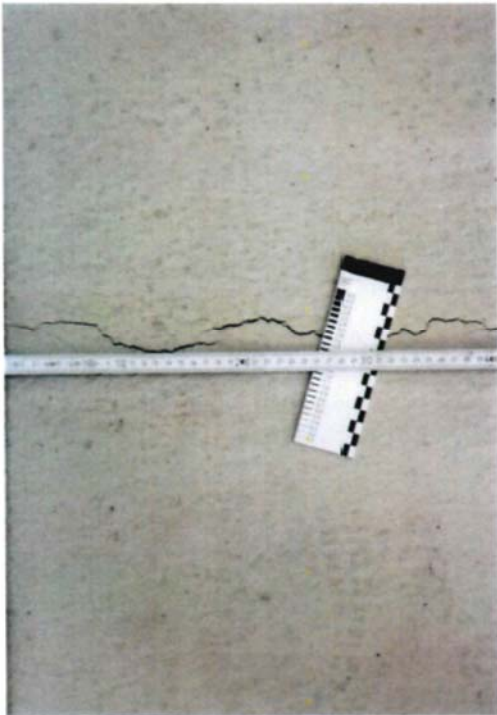
TABLE 5 Fibre screed 2 kg/m³

Plate no.	Cracks quantity, length [mm], width [mm]	Total crack length [mm]	Crack surface [mm ²] length [mm] x width [mm]
19	None	0	0
20	None	0	0
21	None	0	0
22	None	0	0
23	None	0	0
24	None	0	0
Total	None	0	0

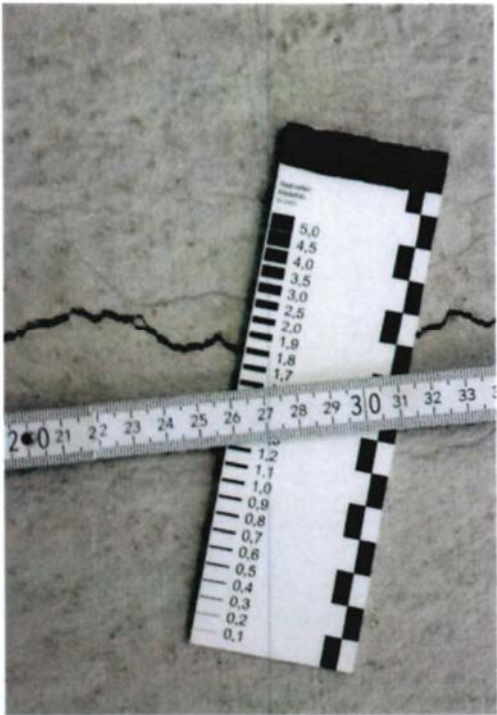
Rheda - Wiedenbrück, 20nd July 2018

Baustofftechnologie
EMS GmbH

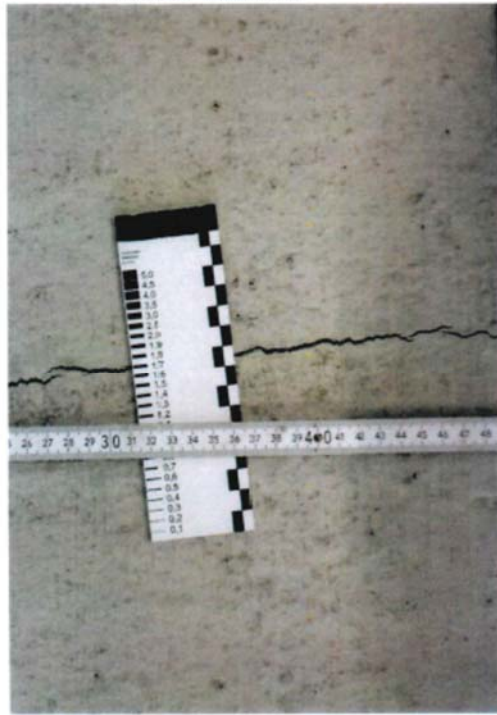

M. Höjger VDB



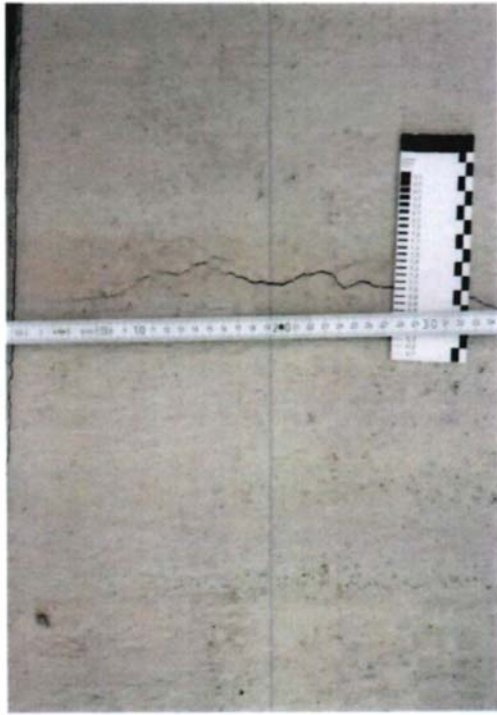
0-screed Plate no. 2



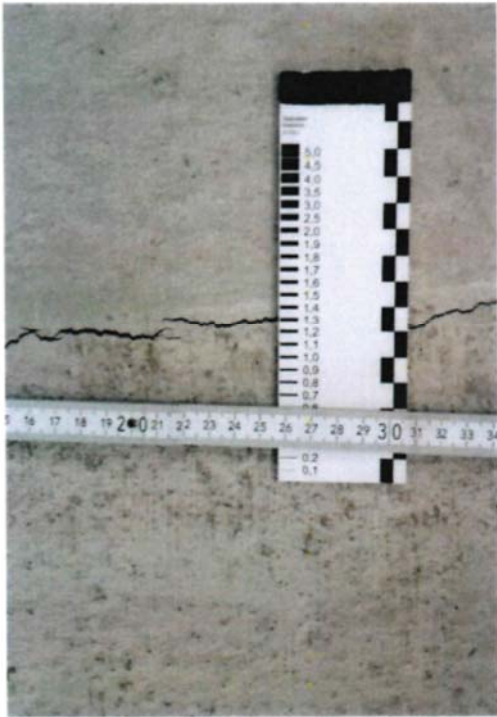
0-screed Plate no. 2



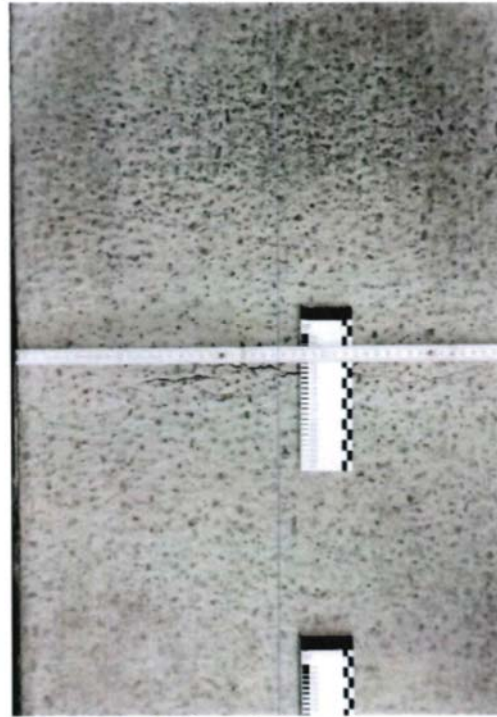
0-screed Plate no. 3



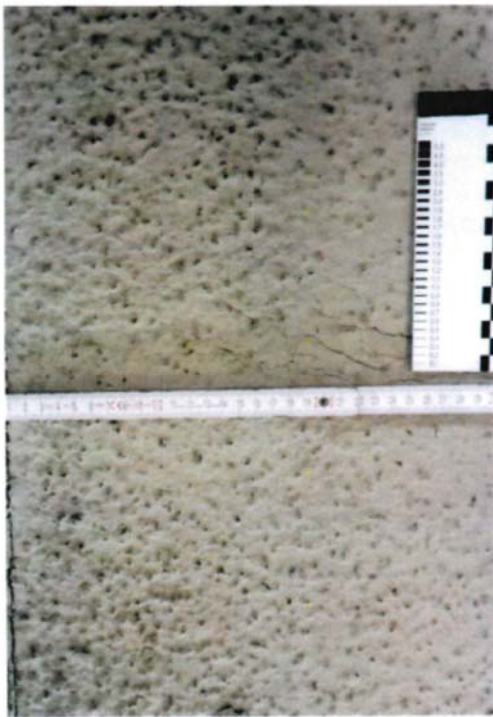
0-screed Plate no. 4



0-screed Plate no. 5



Screed with steel wire mesh



Screed with 1 kg/m³ PB EUROFIBER REF 310