

EVALUATION TECHNIQUE DE PRODUITS ET MATERIAUX
N° 17/0043 du 19 septembre 2017
concernant les fibres
« STRUX® 90/40 et STRUX 75/32® »



Titulaire : Société GCP Produits de construction SAS
ZA Les Foulletons
FR-39140 Larnaud
Tél. : 03 84 48 48 60
Fax : 03 84 48 48 61
Internet : www.gcpat.com

Cette Evaluation Technique comporte 15 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 fibres STRUX 90/40 et STRUX 75/32 sont des fibres à base de polymère haute performance (mélange polypropylène/polyéthylène).

Elles sont destinées à se substituer à la mise en œuvre d'un treillis soudé de 650 g/m² dans un mortier ou un béton.

EVALUATION TECHNIQUE

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

En termes de durabilité, les essais de vieillissement effectués dans les conditions du document de l'IBCO « Acceptance criteria for concrete with synthetic fibers – AC 32 – April 1999 » ont démontré qu'après trois ans, les fibres ne sont pas abimées et conservent leurs caractéristiques.

Les résultats d'essais de flexion synthétisés en annexes 2 à 5 en fin de Dossier Technique ont montré une équivalence de comportement mécanique en flexion et compression entre un béton contenant les fibres STRUX 90/40 ou STRUX 75/32 et un béton contenant un treillis soudé de masse surfacique 650 g/m².

CONTROLES

La fabrication des fibres fait l'objet de contrôles décrits au paragraphe 3.2 du Dossier Technique.

Les fibres sont sous marquage CE suivant la norme NF EN 14 889-2. Les essais de contrôle de fabrication sont réalisés conformément au marquage CE.

CONCLUSIONS

Les éléments du Dossier Technique n'ont pas fait apparaître d'incompatibilité de nature à mettre en cause la capacité des fibres STRUX 90/40 et STRUX 75/32 dosées à 1,8 kg/m³ de béton à se substituer à un treillis soudé de 650 g/m² dans un mortier ou un béton. Elles leur apportent les mêmes propriétés mécaniques en flexion que l'introduction de ce treillis.

Validité jusqu'au : 30 septembre 2022

Direction Enveloppe, Isolation et Sols
Le Directeur

Michel COSSAVELLA

DOSSIER TECHNIQUE ETABLI PAR LE DEMANDEUR

A. DESCRIPTION

1. Principe

Les fibres polypropylènes STRUX® 90/40, et STRUX 75/32® de la Société GCP, dosées à raison de 1,8 kg/m³ de béton, apportent au béton et au mortier les mêmes propriétés mécaniques en flexion que l'introduction d'un treillis soudé de 650 g/m².

Les fibres STRUX 90/40 et STRUX 75/32® sont compatibles avec des mortiers de chapes fluides ou avec un béton de consistance S5, ou béton autoplaçant de type SF1 / SF2 ou SF3, selon la norme NF EN 206-1, fabriqué avec du ciment en centrale de production (centrale à béton prêt à l'emploi).

2. Caractéristiques des fibres STRUX®

La fibre STRUX® est une fibre à base de polymère haute performance (mélange polypropylène/polyéthylène) destinée au renforcement des bétons.

Les principales caractéristiques des fibres STRUX® sont les suivantes :

- largeur : 1,4 mm
- épaisseur : 110 µm
- densité : 0,92
- point de fusion 160°C,
- point d'inflammation : 590°C
- résistance à la traction : 620 MPa
- module d'élasticité 9,5 GPa
- Fibre STRUX 90/40 : longueur 40 mm
- Fibre STRUX 75/32 : longueur 32 mm

La dénomination commerciale 90/40 correspond à la longueur de 40 mm et au rapport longueur sur diamètre équivalent égal à 90.

La dénomination commerciale 75/32 correspond à la longueur de 32 mm et au rapport longueur sur diamètre équivalent égal à 75.

La société GCP sous-traite la fabrication de la fibre en imposant ses spécifications techniques (dimensions et caractéristiques mécaniques).

3. Fabrication et contrôle de production des fibres STRUX®

3.1 Procédé de fabrication

Le principe de fabrication de la fibre STRUX® est identique à celui de toutes les autres fibres polypropylène. La résine de polypropylène est fondue, extrudée à travers une filière, puis, durant la phase liquide, passée à travers un système filtrant qui élimine toutes les impuretés.

Cette filière est conçue pour obtenir des feuilles minces. Cette feuille est ensuite solidifiée dans un bain froid, puis passée dans une section tranchante qui découpe la feuille en sections de largeur préétablie.

Après fendage, les bandes sont passées dans une série de rouleaux qui les étirent. Cette opération a pour effet d'orienter les molécules de polypropylène et de conférer au produit la plupart des caractéristiques physiques attendues.

Les bandes passent ensuite dans une machine de coupe où elles sont débitées en fibres de longueur déterminée, puis ensachées.

3.2 Contrôle de la qualité

Les fibres STRUX® disposent du marquage CE, conformément à la norme européenne NF EN 14 889-2, Classe II.

Les essais de contrôle de fabrication sont donc réalisés conformément au marquage CE, et portent donc sur les paramètres suivants : longueur, épaisseur, diamètre équivalent, résistance à la traction et module d'élasticité.

3.3 Durabilité

Des essais de vieillissement ont été conduits dans les conditions prévues par le document américain de l'ICBO « Acceptance criteria for concrete with synthetic fibers – AC 32 - April 1999 » (Critères d'acceptation pour les bétons de fibres synthétiques – AC 32 – Avril 1999).

Le principe de ce test est de déterminer la résistance des fibres STRUX lorsque celles-ci sont au contact de l'environnement humide et alcalin que représente le béton. L'essai consiste à fabriquer un béton contenant des fibres STRUX, le couler en éprouvette, le laisser vieillir 3 ans puis extraire précautionneusement les fibres. Le mode opératoire est le suivant :

- Casse des éprouvettes béton à l'aide d'une presse
- Récupération des morceaux de béton de large taille ou des fibres qui sont présentes et non étirées
- Extraction de ces fibres
- Nettoyage de ces fibres dans un bain d'acide chlorhydrique à 25% pendant 1 heure
- Lavage des fibres à l'eau puis séchage à 40°C pendant 1 heure

La structure des sections de ces fibres est ensuite étudiée au microscope électronique à balayage, et comparée avec des fibres restées uniquement dans un béton frais, ainsi que dans un béton âgé de 3 jours.

Les résultats de ces essais ont démontré qu'après 3 ans, les fibres ne sont pas abimées et gardent leurs caractéristiques. La durabilité des chapes fluides renforcées avec fibres STRUX® peut être considérée comme équivalente à celle des dalles et chapes fluides traditionnelles.

Des photos des fibres après quelques minutes, 3 jours et 3 ans de tests sont données à titre indicatif en annexe 1.

3.4 Performances et dosages

La capacité de la fibre STRUX 90/40 à remplacer un treillis soudé de 650 g/m² a été prouvée par la caractérisation mécanique des formulations de dalle à base de micro béton renforcée par des fibres STRUX 90/40 dosées à raison de 1,8 kg/m³, comparées à celles d'une formulation identique non fibrée et à celles comportant un treillis de 325 et 650 g/m².

Ces essais, réalisés par le CSTB en 2014, ont été réalisés conformément au 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.*

Il consiste à réaliser des essais en flexion 3 points sur des dalles de micro béton de dimensions 60 x 60 x 5 cm, puis à comparer l'énergie calculée sous la courbe effort flèche obtenue lors de ces essais de flexion.

Le béton utilisé a pour caractéristiques :

- Type : micro béton
- D max 10 mm
- Fluidité : SF2
- Classe de résistance : C 25/30
- Résistance en flexion sur dalle 60 x 60 x 10 : entre 4 et 5 MPa en moyenne

Une synthèse de ces résultats est donnée en annexe 2.

Les résultats détaillés sont donnés dans le rapport n° EEM 13-26045662-B du CSTB.

L'équivalence de performance entre la STRUX 90/40 et la STRUX 75/32 a été déterminée par des essais réalisés en 2016 par le laboratoire SIGMA BETON, sur des dalles de béton de dimensions 60 x 60 x 10 cm réalisés selon les spécifications techniques du Groupe Spécialisé n°3 en date du 25 Mars 2014.

Les essais mécaniques comparatifs sur dalles de béton renforcées avec 1,8 kg/m³, 2,3 kg/m³ de fibre STRUX® 75/32 et 2,3 kg de fibres STRUX® 90/40 démontrent que les performances de STRUX® 75/32 sont du même niveau entre 1,8 et 2,3 kg/m³ et équivalente à 2,3 kg/m³ de STRUX 90/40.

Le béton utilisé a pour caractéristiques :

- Type : béton
- D max 22 mm
- Fluidité : S4
- Classe de résistance : C 25/30 mini visé / obtenu 40 MPa
- Résistance en flexion sur dalle 60 x 60 x 10 : en moyenne 4 MPa

Une synthèse de ces résultats est donnée en annexe 3.

Les résultats détaillés sont donnés dans les rapports SIGMA BETONS.

Le rapport CSTB n° 26069799 : Détermination de la contrainte limite à l'ELS au centre et au bord des panneaux pour les fibres STRUX 75/32 aux dosages de 1,8 - 2 - 2,3 - 3 et 4 kg/m³ et pour la fibre STRUX 90/40 au dosage de 2.3 kg/m³ à partir des résultats d'essais de type BEFIM et suivant la jurisprudence 2015 du Groupe Spécialisé n°3, confirme l'équivalence.

Le béton utilisé a pour caractéristiques :

- Type : béton
- D max 22 mm
- Fluidité : S4
- Classe de résistance : C 25/30 mini visé / obtenu 40 MPa
- Résistance en flexion sur dalle 60 x 60 x 10 : entre 4 MPa

La synthèse des résultats de ce rapport est donnée en annexe 4.

L'ensemble de ces éléments confirme que le dosage de 1,8 kg/m³ est donc adapté pour les deux fibres STRUX 90/40 et 75/32, pour les charges de service correspondant aux chapes fluides ciment pour plancher chauffant, en remplacement du treillis de 650 g/m².

3.5 Conditionnement et précautions de conservation

Les fibres STRUX® 90/40 sont conditionnées en sacs délitables de 2,3 kg.

Les fibres STRUX® 75/32 sont conditionnées en sacs délitables de 1,8 kg.

Elles ne font l'objet d'aucune réglementation sur le transport et le stockage.

Les sacs étant délitables, il est conseillé de les conserver à l'abri de la pluie.

3.6 Dispersion des fibres STRUX® dans le béton ou le mortier

Les fibres STRUX® sont étudiées pour être facilement dispersables dans le béton ou le mortier. Néanmoins, certaines dispositions permettent d'optimiser la dispersion des fibres.

- Cas d'une incorporation directe dans le malaxeur :

Suivant les performances des malaxeurs, le temps de malaxage standard peut nécessiter des ajustements afin de parfaitement mélanger la fibre. Afin d'éviter les agglomérats de fibres, il est recommandé de prolonger le malaxage dans le camion toupie d'au moins 5 minutes à vitesse rapide avant vidange.

- Cas d'une incorporation directe dans le camion toupie vide :

De par leur conditionnement en sacs délitables, les fibres peuvent également être ajoutées directement dans le camion toupie vide. Il est alors recommandé de procéder à un malaxage à vitesse rapide durant le chargement de la totalité du béton contenu dans le malaxeur dans le camion toupie, puis, sur le chantier avant vidange du camion, de procéder à un malaxage de 5 minutes à vitesse rapide.

Du fait de leur densité et de leur nombre, il n'est pas possible de rajouter l'ensemble des sacs de fibres dans le camion toupie déjà chargé de béton ou de mortier.

Lors de leur incorporation, 1,8 kg/m³ de fibres STRUX® entraîne une perte de maniabilité, et une consommation des fines en modifiant la surface spécifique de la dalle ou chape. Un ajustement des dosages de superplastifiant haut réducteur d'eau est nécessaire.

- L'introduction des fibres sur le tapis convoyeur de granulats en même temps que les granulats ne nécessite pas de dispositions particulières.

B. RESULTATS EXPERIMENTAUX

- Rapport GRACE : Concrete compatibility of STRUX 90/40 synthetic macro fibers (2005).
- Rapport d'essais CSTB N° EEM 13 26045662/B concernant les essais mécaniques comparatifs sur dalles de micro-béton renforcées avec la fibre synthétique STRUX 90/40 - Essais complémentaires (2014).
- Rapports d'essais SIGMA BETON : « Essais de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalle 60x60x10 cm selon spécifications techniques du Groupe Spécialisé n°3 en date du 25 Mars 2014 (2017 pour STRUX 75/32 à 1,8 / 2 / 2,3 / 3 et 4 kg/m³ et STRUX 90/40 à 2,3 kg/m³).
- Rapport d'essai CSTB N° affaire : 26069799 : « Détermination de la contrainte limite à l'ELS au centre et au bord des panneaux pour les fibres STRUX 75/32 aux dosages de 1,8 / 2 / 2,3 / 3 et 4 kg/m³ et pour la fibre STRUX 90/40 au dosage de 2.3 kg/m³ à partir des résultats d'essais de type BEFIM et suivant la jurisprudence 2015 du Groupe Spécialisé n°3.

C. REFERENCES

- La fibre STRUX® 90/40 est titulaire de plusieurs DTA, et était titulaire d'un DTA spécifiquement lié à ce type d'utilisation : DTA 13/14-1253 : « STRUX 90/40- fibres pour dalles en béton » qui a permis la réalisation de nombreuses références.
- Autres références en STRUX 75/32® :

| fournisseur BPE | | Betons VICAT | Betons VICAT | Betons VICAT | Betons VICAT | GUERIN BETONS |
|-----------------|---------------------|--|--|--|-------------------------------|--|
| Applicateur | Nom | CHAPE EXPERT | CHAPE EXPERT | CHAPE EXPERT | MASSON Philippe | CARRELAGE DU LAYON |
| | Adresse | 4 Allée du Clos Bazin 78 124 MAREIL SUR MAULDRE | 4 Allée du Clos Bazin 78 124 MAREIL SUR MAULDRE | 4 Allée du Clos Bazin 78 124 MAREIL SUR MAULDRE | 42 MONTAGNY | "Le Boisneau" 49 540 UBIGNE SUR LAYON |
| Chantier | Date de réalisation | 14/03/2017 | 15/03/2017 | 30/05/2017 | 13/02/2017 | 25/07/2017 |
| | Type d'ouvrage | | maison individuelle | maison individuelle | maison individuelle | maison individuelle |
| | Adresse | 139 BD DE LA MARNE 77 130 ST MAUR DES FOSSES | 12 CHEMIN DE BAZANCOURT 94 830 CORNEILLE EN VEXIN | 21 GRANDE RUE SENTE DES BEAUREGARDS TRIEL 78 150 TRIEL SUR SEINE | 42 ST HAON LE VIEUX | 4 rue du pont levis 49380 THOUARCE |
| | Type de pose | plancher chauffant eau chaude | plancher chauffant eau chaude | plancher chauffant eau chaude | plancher chauffant eau chaude | plancher chauffant eau chaude |
| | Epaisseur (cm) | 5cm 1er etage et 7cm 2ième | 5 cm | 6 cm | 5 cm | 6 cm |
| | Surface (m²) | 100 | 50 | 100 | 140 | 60 |

ANNEXE 1

Tests de durabilité suivant ICBO

« *Acceptance criteria for concrete with synthetic fibers – AC 32 - April 1999* »

(Critères d'acceptation pour les bétons de fibres synthétiques – AC 32 – Avril 1999)

Photos des fibres STRUX :



Photo 1 : fibre STRUX vierge, avant introduction dans béton

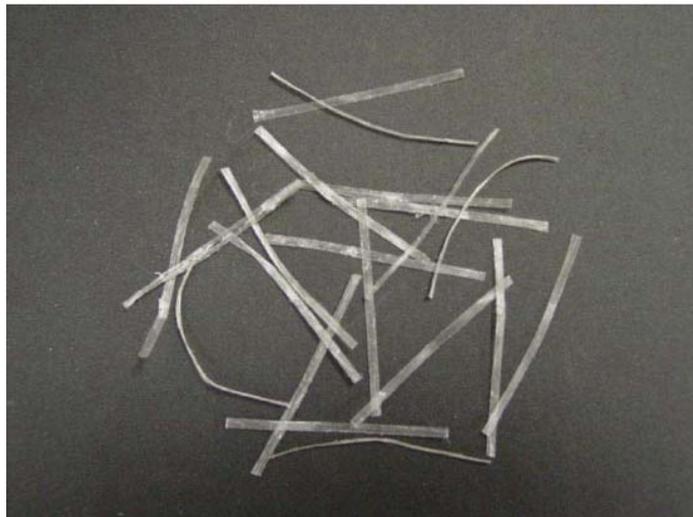


Photo 2 : fibre STRUX extraite d'un béton frais, et lavée

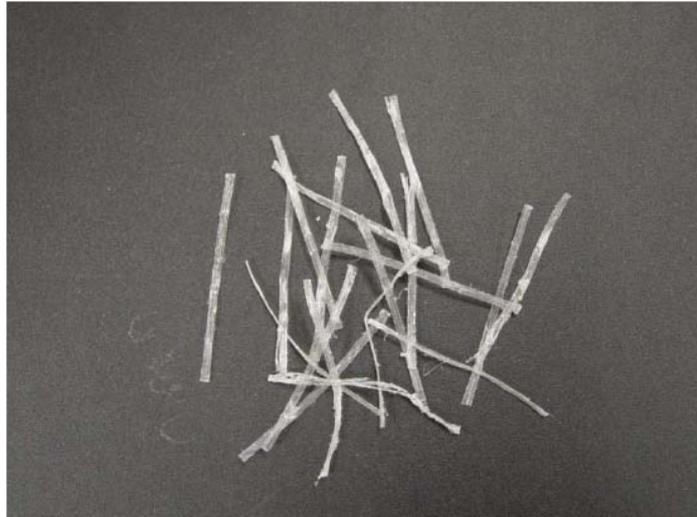


Photo 3 : fibre STRUX extraite d'un béton âgé de 3 jours, et lavée



Photo 4 : fibre STRUX extraite d'un béton âgé de 3 ans, et lavée

ANNEXE 2

Extrait du rapport CSTB n°EEM 13-26045662

La synthèse des essais est consignée dans le tableau 1.

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 δ_p et $\delta_p + 5$ mm ou $\delta_p + 10$ mm, δ_p 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.

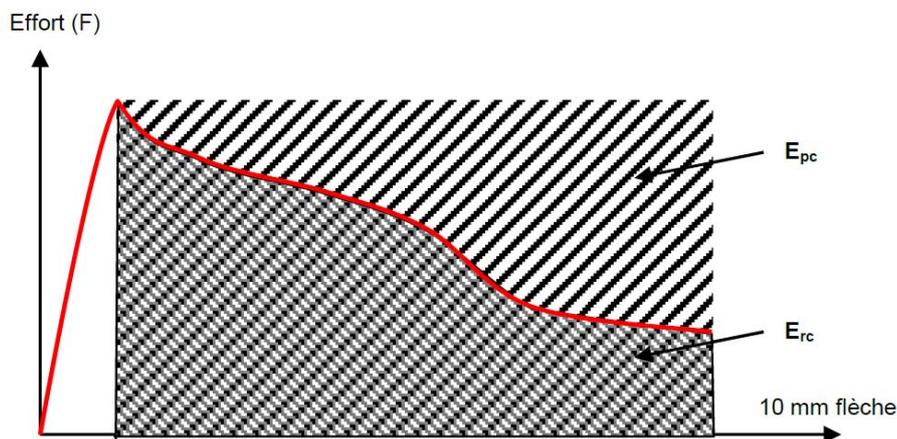


Tableau 1 : Synthèse des résultats comparatifs de flexion sur dalles de 60 x 60 x 5 cm :

| Formulation | Charge 1 ^{ère} fissuration (kN) | Charge rupture (kN) | Résistance (MPa) | Mode calcul énergie | E_{rc}^2 (J) | E_{pc}^2 (J) |
|--|--|---------------------|------------------|---------------------|----------------|----------------|
| Formulation n° 1 : micro-béton non renforcée (référence) | 11,0 | 11,0 | 5,1 | flèche + 5 mm | 0 | 55 |
| | | | | flèche + 10 mm | 0 | 110 |
| Formulation n° 2 : micro-béton + treillis 325 g/m ² (position 1 cm du fond de moule (face tendue)) | 10,7 | 10,7 | 4,8 | flèche + 5 mm | 5 | 54 |
| | | | | flèche + 10 mm | 6 | 107 |
| Formulation n° 3 : micro-béton + treillis 650 g/m ² (position 1cm du fond de moule (face tendue)) | 11,1 | 11,7 | 5,2 | flèche + 5 mm | 7 | 56 |
| | | | | flèche + 10 mm | 11 | 111 |
| Formulation n° 4 : micro-béton + fibre STRUX 90/40 (dosage : 1.8 kg/m ³) | 11,7 | 11,7 | 5,5 | flèche + 5 mm | 14 | 59 |
| | | | | flèche + 10 mm | 25 | 117 |
| Formulation n° 5 : micro-béton + fibre STRUX 90/40 (dosage : 2.3 kg/m ³) | 11,8 | 11,8 | 5,3 | flèche + 5 mm | 12 | 59 |
| | | | | flèche + 10 mm | 22 | 118 |
| Formulation n° 6 : (essais complémentaires) micro-béton + treillis 650 g/m ² (position 1cm du fond de moule (face tendue)) | 10,2 | 11,0 | 4,6 | flèche + 5 mm | 17 | 51 |
| | | | | flèche + 10 mm | 29 | 102 |
| Formulation n° 7 : (essais complémentaires) micro-béton + fibre STRUX 90/40 (dosage : 2.3 kg/m ³) | 11,0 | 10,2 | 5,0 | flèche + 5 mm | 13 | 55 |
| | | | | flèche + 10 mm | 21 | 110 |

ANNEXE 3

Extrait du rapport SIGMA BETONS



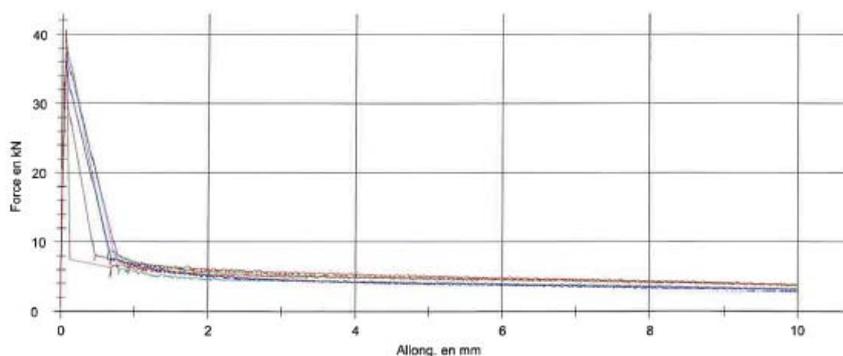
RAPPORT D'ESSAIS:
RESISTANCE EN FLEXION 3 POINTS PLAQUES 60*60*10 cm
Selon Recommandations BEFIM

CENTRE TECHNIQUE
4 RUE ARISTIDE BERGÉS - B.P. 36
F-38081 L'ISLE D'ABEAU CEDEX
TÉL. +33 (0)4 74 27 58 80
FAX +33 (0)4 74 27 58 95
www.sigma-beton.fr

N° Série : 17B0012A a 28J

| Objet: | | Echantillon et essais: | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Date | : 07/02/2017 | Dimensions éprouvettes: | Plaques 60*60*10 cm |
| Donneur d'ordre: | GRACE | Date de confection | : 10/01/2017 |
| N° Série | : 17B0012A a 28J | Lieu de confection | : Laboratoire IDA |
| N° de référence: | A02/16/11236 | Conservation | : AMBIANTE |
| Type de béton | : BPS C25/30 | Echéance | : 28 Jours |
| Type de fibres | : STRUX 75/32 dosé à 1.8 Kg | | |

Graphique de séries:



Résultats:

| Nr | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 33,3 | 4,16 | 0,02 |
| 2 | 39,3 | 4,92 | 0,05 |
| 3 | 35,5 | 4,44 | 0,05 |
| 4 | 38,1 | 4,76 | 0,06 |
| 5 | 37,6 | 4,70 | 0,07 |
| 6 | 40,7 | 5,09 | 0,05 |

Statistiques:

| Série n = 6 | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| x | 37,4 | 4,68 | 0,05 |
| s | 2,7 | 0,33 | 0,02 |
| v | 7,11 | 7,11 | 32,29 |

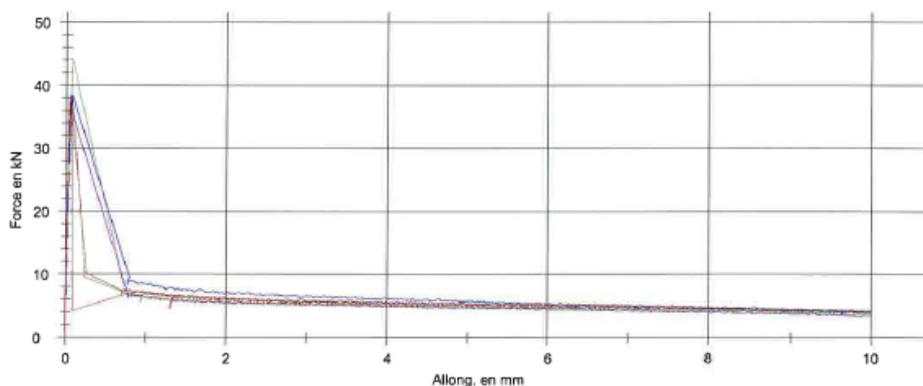
| Réf. Dalle: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Charge (kN) | | | | | | |
| Maxi: | 57,9 | 56,1 | 59 | 61,3 | 56,4 | 59,3 |
| 3 mm: | 20,6 | 25,5 | 23,7 | 21,3 | 37,2 | 31,2 |
| 5 mm: | 20,6 | 21,6 | 20,9 | 20,1 | 28,1 | 26,7 |
| 10 mm: | 15,8 | 16,5 | 14 | 16,5 | 22,5 | 17,5 |
| Energie (Joule) | | | | | | |
| 3 mm: | 72 | 91 | 90 | 82 | 100 | 106 |
| 5 mm: | 113 | 138 | 134 | 123 | 163 | 163 |
| 10 mm: | 206 | 234 | 223 | 216 | 288 | 270 |

RAPPORT D'ESSAIS:
RESISTANCE EN FLEXION 3 POINTS PLAQUES 60*60*10 cm
Selon Recommandations BEFIM

N° Série : 17B0025A A 28 jours

| Objet: | Echantillon et essais: |
|---|---|
| Date : 13/02/2017 | Dimensions éprouvettes: Plaques 60*60*10 cm |
| Donneur d'ordre: GRACE | Date de confection : 16/01/17 |
| N° Série : 17B0025A A 28 jours | Lieu de Confection : Laboratoire IDA |
| N° de référence: A02/16/11236 | Conservation : AMBIANTE |
| Type de béton : C25/30 ST 190+/-30 mm | Echéance : 28 Jours |
| Type de fibres : STRUX 75/32 dosé à 2.3kg | |

Graphique de séries:



Résultats:

| Nr | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 37,9 | 4,74 | 0,06 |
| 2 | 38,3 | 4,79 | 0,06 |
| 3 | 38,3 | 4,79 | 0,07 |
| 4 | 44,1 | 5,51 | 0,07 |
| 5 | 38,4 | 4,81 | 0,05 |
| 6 | 37,1 | 4,64 | 0,05 |

Statistiques:

| Série n = 6 | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| x | 39,0 | 4,88 | 0,06 |
| s | 2,5 | 0,32 | 0,01 |
| v | 6,48 | 6,48 | 15,13 |

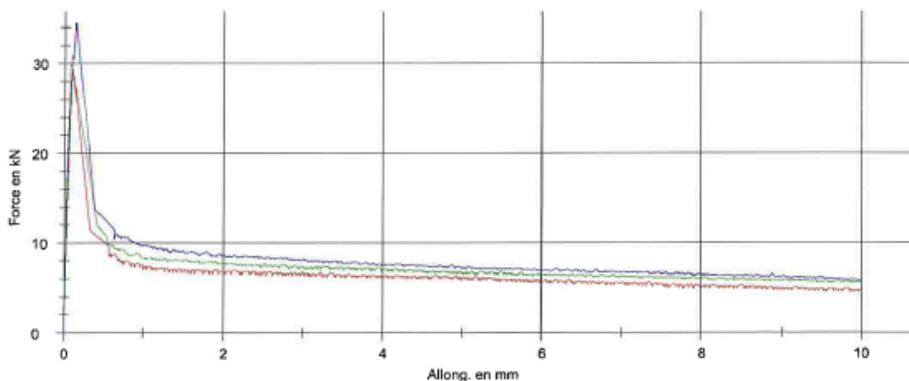
| Réf. Dalle: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Charge (kN) | | | | | | |
| Maxi : | 57 | 47,7 | 46 | 52,6 | 59,2 | 45,5 |
| 3 mm : | 26,5 | 21,9 | 27,3 | 20,6 | 20,2 | 16,7 |
| 5 mm : | 23,1 | 19,9 | 24,7 | 18,2 | 18,8 | 15,5 |
| 10 mm : | 14,9 | 13,9 | 17,5 | 13,0 | 14,8 | 13,6 |
| Energie (Joule) | | | | | | |
| 3 mm : | 93 | 75 | 81 | 79 | 73 | 69 |
| 5 mm : | 143 | 117 | 133 | 118 | 112 | 101 |
| Maxi : | 236 | 203 | 238 | 196 | 196 | 174 |

RAPPORT D'ESSAIS:
RESISTANCE EN FLEXION 3 POINTS PLAQUES 60*60*10 cm
Selon Recommandations BEFIM

N° Série : 17B0058A A 28 jours

| Objet: | | Echantillon et essais: | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Date | : 20/02/2017 | Dimensions éprouvettes: | Plaques 60*60*10 cm |
| Donneur d'ordre: | GRACE | Date de confection | : 23/01/2017 |
| N° Série | : 17B0058A A 28 jours | Lieu de Confection | : Laboratoire IDA |
| N° de référence: | A02/16/11236 | Conservation | : AMBIANTE |
| Type de béton | : C25/30 ST 190+/-30 mm | Echéance | : 28 Jours |
| Type de fibres | : STRUX 90/40 A 2.3Kg | | |

Graphique de séries:



Résultats:

| Nr | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 29,4 | 3,67 | 0,09 |
| 2 | 29,9 | 3,74 | 0,08 |
| 3 | 34,5 | 4,31 | 0,13 |
| 4 | 30,0 | 3,76 | 0,10 |
| 5 | 32,4 | 4,05 | 0,10 |
| 6 | 32,4 | 4,05 | 0,11 |

Statistiques:

| Série n = 6 | F _{max} kN | σ _m MPa | ε _m mm |
|----------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| x | 31,4 | 3,93 | 0,10 |
| s | 2,0 | 0,25 | 0,02 |
| v | 6,30 | 6,30 | 17,54 |

| Réf. Dalle: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Charge (kN) | | | | | | |
| Maxi : | 38,4 | 40,5 | 49,6 | 41,1 | 40,9 | 49,6 |
| 3 mm : | 20,6 | 21,7 | 22,9 | 22,6 | 17,7 | 22,5 |
| 5 mm : | 21,7 | 18,4 | 21,6 | 22,0 | 16,9 | 21,1 |
| 10 mm : | 20,8 | 15,6 | 17,3 | 20,6 | 16,0 | 15,3 |
| Energie (Joule) | | | | | | |
| 3 mm : | 62 | 70 | 76 | 72 | 60 | 73 |
| 5 mm : | 104 | 110 | 120 | 116 | 94 | 117 |
| Maxi : | 212 | 193 | 218 | 222 | 176 | 208 |

ANNEXE 4
Extrait du rapport CSTB n° 26069799

Détermination de la contrainte limite à l'ELS au centre et au bord des panneaux pour les fibres STRUX 75/32 aux dosages de 1,8 / 2 / 2,3 / 3 et 4 kg/m³ et pour la fibre STRUX 90/40 au dosage de 2,3 kg/m³ à partir des résultats d'essais de type BEFIM et suivant la jurisprudence 2015 du Groupe Spécialisé n°3

Tableau 2 : Résultats obtenus pour la fibre STRUX 75/32 (contrainte ELS au centre du dallage, contrainte ELS au bord du dallage)

| STRUX 75/32 | 1.8 kg/m ³ | 2 kg/m ³ | 2.3 kg/m ³ | 3 kg/m ³ | 4 kg/m ³ |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| (Valeurs valables pour un béton non armé de classe de résistance C30/37) | K ₁ =1.35 | K ₁ =1.4 | K ₁ =1.4 | K ₁ =1.3 | K ₁ =1.2 |
| | σ _{1tc} =3.2MPa | σ _{1tc} =3.1MPa | σ _{1tc} =3.1MPa | σ _{1tc} =3.3MPa | σ _{1tc} =3.5MPa |
| | K ₂ =1.6 | K ₂ =1.6 | K ₂ =1.6 | K ₂ =1.5 | K ₂ =1.5 |
| | σ _{2tc} =2.7MPa | σ _{2tc} =2.7MPa | σ _{2tc} =2.7MPa | σ _{2tc} =2.8MPa | σ _{2tc} =2.8MPa |

Tableau 3 : Résultats obtenus pour la fibre STRUX 90/40 (contrainte ELS au centre du dallage, contrainte ELS au bord du dallage)

| | | | | | |
|--|---|---|--|---|---|
| STRUX 90/40 | — | — | 2.3 kg/m ³ | — | — |
| (Valeurs valables pour un béton non armé de classe de résistance C30/37) | — | — | K ₁ =1.3 σ _{1tc} =3.3MPa | — | — |
| | — | — | K ₂ =1.55 σ _{2tc} =2.8MPa | — | — |