

Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3/15-825**

Annule et remplace l'Avis Technique 3/09-617
et ses Modificatifs 3/09-617*01 Mod, 3/09-617*02 Mod et 3/09-617*03 Mod

*Dallages en béton renforcé
de fibres métalliques, à
usage industriel.*

*Pavements for industrial
uses, out of reinforced
metal fibre concrete.*

Dallages en béton de fibres métalliques BEKAERT France SAS

Relevant de la norme	NF EN 14889-1
----------------------	---------------

Titulaire : BEKAERT France SAS
Zone Industrielle n°3
Rue de Kemmel
59280 Armentières
Tel : 01.40.96.26.37
Fax : 01.40.96.26.39
Internet : <http://www.bekaert.com/building>

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

Groupe Spécialisé n° 3
Structures, planchers et autres composants structuraux

Vu pour enregistrement le 20 janvier 2016

Le Groupe Spécialisé N° 3 "Structures, planchers et autres composants structuraux" de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques, a examiné, le 13 octobre 2015 le procédé de réalisation de dallages en béton renforcé de fibres métalliques, à usage industriel ou assimilés et à usage autre qu'industriel ou assimilés, procédé présenté par la société BEKAERT France SAS. Il a formulé sur ce procédé l'Avis Technique ci-après qui annule et remplace l'Avis Technique 3/09-617 et ses Modificatifs 3/09-617*01Mod, 3/09-617*02Mod et 3/09-617*03Mod.

1. Définition succincte

1.1 Description succincte

Les dallages en béton renforcé de fibres métalliques avec ou sans joints, répondent au concept habituel des dallages, ouvrages plans de grande surface et coulés sur place en faible épaisseur, à même un sol préparé qui sert d'appui support à réaction répartie sur l'ensemble de la sous-face des ouvrages. Le fonctionnement mécanique est donc celui d'une plaque sur appui élastique réparti.

La particularité des dallages industriels en béton renforcé de fibres BEKAERT porte sur :

- Leur réalisation à partir d'un béton particulier du fait de la présence de fibres métalliques produites par BEKAERT France SAS ;
- De plus, le procédé sans joints consiste en un dallage sans joints de retrait autres que les arrêts de coulage, imposant une mise en œuvre particulière.
- Les fibres utilisées dans le cadre du présent Avis Technique sont les fibres 3D 45/50 BL et les fibres 3D 65/60BG.

Elles sont fabriquées à partir de fil d'acier tréfilé. Les dimensions et formes géométriques des fibres sont précisées dans le Dossier Technique établi par le demandeur, annexé au présent Avis. Les performances mécaniques et les possibilités d'adhérence au béton ont été optimisées en vue de conférer au béton du dallage des propriétés mécaniques particulières en termes de ductilité, de maîtrise de la fissuration et de performances mécaniques.

Les dosages retenus, la composition du béton et la rhéologie particulière des bétons frais ainsi obtenus font de ces bétons une technique particulière d'utilisation des bétons dont l'application en dallage est ici examinée.

Les dallages visés peuvent éventuellement bénéficier d'une couche d'usure, destinée à une meilleure maîtrise des effets de poussierage et d'usure de la surface.

1.2 Mise sur le marché

Les fibres acier visées dans le présent Avis sont soumis, pour leur mise sur le marché, aux dispositions de l'arrêté du 20 juillet 2007 portant application à certains produits pour bétons, mortiers et coulis du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction.

1.3 Identification

Les fibres 3D 45/50BL et 3D 65/60BG sont commercialisées en France par la Société BEKAERT France SAS.

Les fibres sont livrées en cartons de 20kg ou en big bags de 800 kg(45/50) ou 1100 kg (65/60). Chaque carton rappelle la référence des fibres et leur provenance. Les fibres sont incorporées au béton en centrale ou sur chantier.

Ces produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par la norme européenne NF EN 14889-1.

2. AVIS

2.1 Domaine d'emploi accepté

Les dallages visés dans le cadre du présent Avis sont les dallages industriels ou assimilés et les dallages autres qu'industriels ou assimilés, construits en France européenne, entrant dans le domaine d'application du DTU 13.3 (NF P 11-213). Ces dallages n'ont pas d'autre rôle que celui de répartir sur le sol les charges qui leur sont appliquées directement.

Les dosages minimums sont :

- 25 et 30 kg/m³ pour dallages avec treillis de conjugaison des joints ;
- 35 kg/m³ pour dallages sans treillis ;
- 40 kg/m³ pour dallages sans treillis et sans joints de retrait autre que les arrêts de coulage.

Les dallages additionnés de fibres sont assimilés aux dallages non armés conformément au DTU 13.3 (NF P 11-213 parties 1 et 2).

En particulier, ne sont pas visés au titre du présent Avis :

- les dallages faisant office de tirant ou de buton au sein de l'infrastructure,
- les dallages supportant des éléments de structure descendant les charges de superstructure (murs porteurs ou poteaux),
- les dallages destinés à recevoir un revêtement adhérent au sens du DTU 13.3 (NF P 11 213).
- Les dallages comportant des inserts ou canalisations éventuels (câbles, canalisations pour fluides caloporteurs ou non, etc.)
- Les dallages supportant des charges uniformément réparties supérieures à 80 kN/m² ou un ensemble de charges concentrées fixes ou mobiles créant, sur le polygone enveloppant les centres d'application de chaque charge, à une distance de 4 fois l'épaisseur du dallage, une charge moyenne supérieure à 80 kN/m².

Les seules charges à caractère non statique admises sont les charges roulantes dues aux véhicules ou engins de manutention. Est exclu en particulier du présent Avis Technique le cas des machines vibrantes pour lesquelles des dispositions particulières (massifs locaux) sont habituellement prévues.

L'utilisation prévue suppose que l'agressivité chimique ambiante peut être considérée comme normale. Le présent Avis ne porte pas sur les dallages en situation d'agression chimique intense, telle que celles liées à la nature chimique de certains produits qui seraient hautement agressifs, ou celles résultant de l'usage de sels de déverglaçage pour les zones en extérieur.

Le dallage avec joints peut être utilisé en atmosphère intérieure et en atmosphère extérieure des bâtiments.

Le dallage sans joints ne peut être utilisé qu'en atmosphère intérieure des bâtiments.

Les utilisations autres que celles prévues au présent domaine d'emploi sortent du champ du présent Avis.

2.2 Appréciation sur le procédé

2.2.1 Aptitude à l'emploi

Les dallages visés par le présent Avis Technique doivent être constitués d'un béton satisfaisant simultanément aux spécifications du paragraphe 4.3 du DTU 13.3 (NF P 11-213 partie 1 ou 2 selon l'usage industriel ou autre) et aux trois exigences suivantes :

- La classe minimale du béton est C30/37
- La résistance minimale au fendage est de 3 MPa
- Le béton est conforme à la norme NF EN 206/CN et le dosage minimal en ciment est de 300 kg/m³.
- La valeur de E/C maximale est 0,55.

Les dallages avec et sans joints répondant à la description figurant dans le Dossier Technique et entrant dans le domaine d'emploi accepté présentent une aptitude à l'emploi satisfaisante dans la mesure où leur conception et leur réalisation respectent les prescriptions du Cahier des Prescriptions Techniques Particulières du présent Avis.

Données environnementales et sanitaires

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

2.2.2 Durabilité / entretien

La durabilité des dallages avec et sans joints est satisfaisante pour les emplois prévus dans le domaine d'emploi accepté. Cependant, en raison des risques inévitables de fissurations, la mise en œuvre des dallages sans joints nécessite un entretien particulier durant la vie de l'ouvrage (colmatage, rebouchage, etc.).

2.2.3 Mise en œuvre

La mise en œuvre des dallages avec et sans joints répondant à la description figurant dans le Dossier Technique doit être effectuée par des entreprises qualifiées et spécialisées dans la réalisation de dallages industriels.

Pour ce qui est des dallages sans joints de retrait, et compte tenu des précautions particulières que leur mise en œuvre nécessite, un monito-

rat du titulaire de l'Avis auprès des entreprises spécialisées est indispensable. Ce monitorat est destiné à faire connaître aux dites entreprises les conditions spécifiques à cette mise en œuvre et à tirer parti de l'expérience des difficultés éventuelles rencontrées sur le terrain. Ce monitorat doit porter à minima sur les points cités au paragraphe I) « dispositions spéciales pour le procédé non pourvu de joint de retrait » du Chapitre 4 du dossier technique établi par le demandeur.

Les dispositions particulières de mise en œuvre, applicables dans tous les cas, sont indiquées au paragraphe 2.3 qui suit.

2.3 Cahier des prescriptions techniques particulières

2.3.1 Conception des ouvrages

La mise en charge du dallage conduit à des rotations anélastiques locales au droit des micro-fissures comme dans tous les ouvrages en béton armé ou non, soumis à une flexion-traction. La maîtrise de ces comportements anélastiques exige de limiter le niveau de sollicitation pour la satisfaction des besoins des exploitants en matière de bon comportement de la surface du dallage vis à vis des risques de fissuration.

Les prescriptions qui suivent sont issues de justifications basées sur des résultats d'essais fournis par le demandeur. Ces prescriptions visent à obtenir des dallages dont le degré de fissuration, ainsi que l'ouverture attendue des fissures, soient compatibles avec leur aptitude à l'emploi dans le domaine d'emploi accepté.

Ces prescriptions sont scindées en trois catégories selon qu'elles sont générales, c'est-à-dire qu'elles s'appliquent aux procédés avec et sans joints ou qu'elles sont dédiées exclusivement à l'un ou l'autre.

• Prescriptions générales :

- La décision validant une solution dallage est prise par le Maître d'Œuvre, en fonction des éléments dont il dispose en phase conception.
- Les dispositions particulières relatives aux quatre points suivants sont à adopter en stricte conformité avec le DTU 13.3 (NF P 11-213 partie 1 ou 2 selon l'usage industriel ou autre) :
 - La décision validant une solution dallage,
 - les actions à prendre en compte pour le calcul des sollicitations et des déformations,
 - les informations nécessaires à obtenir du Maître d'Œuvre, avant tout dimensionnement,
 - les valeurs minimales à observer pour les performances du sol d'assise et de la couche de forme, ainsi que les modes de traitement éventuels,
- L'épaisseur nominale du dallage est au minimum de 15 cm pour les dallages à usage industriel et au minimum de 13 cm pour les dallages à usage autre qu'industriel, avec les tolérances indiquées au paragraphe 8.1 du DTU 13.3 (NF P 11-213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre).
- Le calcul des sollicitations agissantes, des contraintes et des déformations du dallage est effectué conformément à l'annexe C du DTU 13.3 (NF P 11-213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre).
- Dans le cas où le dallage est posé sur isolant, il y a lieu de tenir compte des caractéristiques équivalentes de l'ensemble sol+forme+isolant, selon le DTU 13.3.
- Les dallages doivent comporter des armatures de renforts (en barres) dans toutes les zones qui constituent des points singuliers (exemples : pourtours de poteaux, angles, regards, etc.). Un plan des renforts doit être annexé à la note de calculs.
- Les dallages de grande dimension doivent être mis en œuvre en employant des techniques adaptées au coulage en grande largeur.
- Les dallages additionnés de fibres sont assimilés aux dallages non armés conformément au DTU 13.3 (NF P 11-213 parties 1 et 2). Ils peuvent comporter des armatures. Lorsque les calculs de dimensionnement du dallage les prennent en compte, leur pourcentage minimal et les dispositions constructives doivent être ceux fixés au §5.5.2.1 du DTU 13.3 (NF P 11-213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre). Dans ce cas, les justifications sont conduites sur la résistance du béton seul.
- L'épaisseur du dallage à exécuter sera celle issue du dimensionnement, arrondie au centimètre supérieur.

• Prescriptions particulières au procédé avec joints :

- La disposition des joints et le rapport des côtés pour les panneaux doivent respecter les prescriptions données au paragraphe 5.6.6 du DTU 13.3 (NF P 11-213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre).
- Les joints de retrait sont à effectuer sur une profondeur égale au tiers de l'épaisseur totale du dallage, avec une tolérance de plus ou moins 10 mm.

- Dans le cas où le dosage en fibres est inférieur à 35 kg/m³, il est nécessaire de prévoir un treillis soudé généralisé représentant 0,06% de la section de béton dans chaque direction, le diamètre minimal des aciers est de 6 mm et l'espacement maximal est de 20 cm. Ce treillis généralisé n'est pas obligatoire si le dosage en fibres est supérieur ou égal à 35 kg/m³, seuls les renforts aux points singuliers sont à prévoir.

- Il est permis de négliger les sollicitations dues au retrait lorsque le dallage avec joints est réalisé sur une couche de sable dont l'épaisseur varie entre 10 et 20 mm.

• Prescriptions particulières au procédé sans joints® :

- Les dalles sans joints intermédiaires ne doivent pas dépasser 1600 m². Le rapport des côtés doit être compris entre 0,7 et 1,5. Les arrêts de coulage qui délimitent ces panneaux sont sujets à des ouvertures plus grandes et requièrent plus de soins. Ils doivent pouvoir fonctionner dans les deux sens de façon horizontale tout en s'opposant aux mouvements verticaux.

- Le dallage sans joints doit être réalisé en une seule opération de coulage, en continu, avec un béton provenant d'une seule centrale. Si ces conditions ne peuvent pas être réunies, un arrêt de coulage doit être prévu. Ce point est à examiner précisément en amont, dès la phase conception.

- Le retrait est à prendre en compte dans le dimensionnement conformément à l'annexe C, paragraphe 4.1.1, du DTU 13.3 partie 1 (NF P 11 213-1) que l'usage soit industriel ou autre car la partie 2 du DTU 13.3 ne traite pas ce point. Ce retrait peut soit se matérialiser sous la forme de micro-fissures réparties, soit par l'ouverture importante des arrêts de coulage ou par un compromis des deux. Ceci dépend de l'épaisseur du dallage, du chargement, des conditions d'exploitation et de façon importante, des dimensions en plan et du coefficient de glissement, le dallage devant pouvoir se déplacer avec un minimum de retenue par rapport à la forme. A cet égard, le dallage sans joints doit être réalisé obligatoirement sur une couche de sable dont l'épaisseur varie entre 10 et 20 mm. La couche de sable pourra éventuellement être recouverte d'un film de polyéthylène percé (une nappe exclusivement). Pour les halls frigorifiques avec isolant sous dallage, la couche de glissement sera assurée par un film de polyéthylène non percé de 200 µm (une nappe exclusivement) disposé sur l'isolant. Pour le calcul du retrait, la dimension en plan à prendre en compte est la plus grande dimension délimitée par les arrêts de coulage et le coefficient de frottement dallage-forme à considérer est de 0,5 correspondant à la présence de la couche de sable.

- Le dallage sans joints est plus adapté aux bâtiments larges et ouverts qui ont un minimum d'intrusions comme les poteaux. Cependant, il faut s'attendre à des fissures. Pour les prévenir au mieux, les dispositions de renforts aux points singuliers devront respecter le plan de principe donné en annexe au Dossier Technique établi par le demandeur.

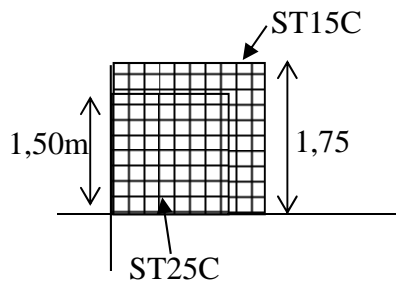
- Le dosage en fibres métalliques est d'au moins 40 kg/m³ pour le dallage sans joints.

- La conception sans joints de retrait élimine en principe les cas de bord et de coin, compte tenu de la grande dimension des panneaux, permettant ainsi de disposer les charges de rayonnages, qui le plus souvent deviennent dimensionnantes, à une distance suffisante du joint. Cependant, si ceci n'est pas faisable ou en cas de charges roulantes importantes pouvant influencer le dimensionnement et dans l'hypothèse qu'on ne puisse pas exclure le chargement au bord et/ou au coin, le(s) cas de charge adéquat(s) doit (doivent) être pris en compte (confer DTU 13.3). Il est alors loisible si besoin, dans les coins exclusivement, de procéder à un renforcement ponctuel par treillis soudés. Cette disposition n'est pas permise en bord. Les treillis soudés seront calés en nappe haute, en respectant un enrobage de 3 cm minimum, dans chaque angle formé par les intersections des arrêts de coulage. Le dimensionnement des armatures sera effectué conformément aux règles BAEL par un calcul à l'état limite de service en condition de fissuration peu préjudiciable, sans prendre en compte la présence des fibres mais sans qu'il soit nécessaire en retour de respecter un pourcentage minimal d'armature. Si la section déterminée est supérieure à 1,42 cm² (ST15C), la section nécessaire doit être obtenue par l'ajout d'un deuxième treillis placé sous le ST15C. La section d'armature calculée sera mise en œuvre sur une surface carrée de longueur d'arête égale à la longueur de soulèvement du coin (confer annexe C du DTU 13.3) augmentée de la longueur d'ancrage. Lorsque deux treillis sont nécessaires, le ST15C sera mis en œuvre sur une surface carrée de longueur d'arête supérieure d'une longueur d'ancrage à celle définie ci-dessus. Cette disposition vise à limiter le risque de fissures aux abouts des treillis par diminution progressive de la section.

Exemple : pour une longueur de soulèvement Lsa = 1,15m et une section d'armature nécessaire A = 3,56cm²/ml, on disposera un treillis ST15C sur un treillis ST25C (section totale 3,99cm²/ml). Les dimensions minimales des renforts seront :

$$LST25Cmin = 1,15 + 0,28 = 1,43m$$

$$LST15Cmin = LST25C + 0,24m$$



- Pour les dallages sans joint, il est rappelé qu'en l'absence de renforts supérieurs dans les angles, le calepinage est conditionné par la disposition des charges.

2.32 Fabrication

Le contrôle de fabrication des fibres doit être effectué conformément aux dispositions indiquées dans le Dossier Technique. Toute modification envisagée dans la nature des contrôles ou des organismes qui sont impliqués dans son exercice doit être signalée au Rapporteur du Groupe Spécialisé N°3.

2.33 Mise en œuvre

La fabrication des bétons, l'incorporation des fibres, la mise en œuvre du béton frais et les différents contrôles d'exécution correspondants doivent être conformes aux spécifications indiquées dans le Dossier Technique établi par le Demandeur et annexé au présent Avis Technique.

En plus des contrôles prévus dans le Dossier Technique Etabli par le Demandeur, il convient de réaliser un contrôle en compression et un contrôle en traction par fendage du béton blanc.

Conclusions

Appréciation globale

L'utilisation des procédés de dallages BEKAERT avec et sans joints dans le domaine d'emploi accepté est appréciée favorablement.

Validité

Jusqu'au 31/10/2020

*Pour le Groupe Spécialisé n°3
Le Président*

3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe Spécialisé n°3 attire l'attention des utilisateurs de l'Avis sur les précautions particulières à prendre pour la réalisation des dallages non pourvus de joints de retrait et sur le haut niveau de technicité qu'ils requièrent de la part des entreprises spécialisées les mettant en œuvre. C'est là la raison pour laquelle le paragraphe 2.23 du présent Avis Technique rappelle, dans ce cas, la nécessité d'un monitorat du titulaire de l'Avis auprès des entreprises spécialisées utilisant cette technique.

Le Groupe Spécialisé n°3 a estimé que la méthode de caractérisation des bétons fibrés indiquée en Annexe 3 du Cahier du CSTB n°3416 ne pouvait pas s'appliquer telle quelle car elle aboutissait souvent à des comportements de type écrouissant alors que le comportement attendu de ce type de béton est plutôt adoucissant. Par conséquent, le document intitulé « Complément pour les essais de caractérisation des BFM » a été entériné par le Groupe le 25 mars 2014, l'objectif étant de définir un béton de référence (résistance en traction par flexion de la matrice béton constante et formule béton homogène et stable en fonction du dosage en fibre).

Les contraintes figurant en Annexe de l'Avis sont obtenues sur la base des essais réalisés suivant la méthode citée ci-dessus et obéissent aux

règles suivantes, en remplacement de celles définies en Annexe 3 du Cahier du CSTB n°3416 (dite méthode BEFIM) :

- Les énergies utilisées pour le calcul des coefficients de sécurité K1 et K2 sont les moyennes des énergies réelles individuelles et des énergies plastiques individuelles, le pic de première fissuration étant le premier maximum local de la courbe d'essais. Les coefficients K1 et K2 sont plafonnés à 0,8, si les valeurs obtenues par le calcul ci-dessus y sont inférieures.
- Le f_{tm} utilisé est celui obtenu à partir des essais de résistance à la traction par flexion sur prismes en béton blanc.

Le Rapporteur du Groupe Spécialisé n°3

Annexe valeurs d'utilisation

La validité de l'Avis Technique est assujettie au respect des valeurs contenues dans la présente annexe, qui en est partie intégrante.

Les contraintes limites à ne pas dépasser, à l'ELS, du béton de dallage renforcé de fibres métalliques BEKAERT France SAS sont données dans les deux tableaux qui suivent, en fonction du dosage en fibres. Les contraintes limites de dimensionnement données dans ces tableaux valent pour un béton non armé de classe de résistance C 30/37.

Tableau 1

Valeur de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, au centre des panneaux délimités par tous types de joints σ_{1tc}^1		
Dosage	Fibre 3D 45/50BL	Fibre 3D 65/60BG
25 kg/m ³	4.3	ND
30 kg/m ³	4.3	4.8
35 kg/m ³	4.4	4.8
40 kg/m ³	4.4	5.1
45 kg/m ³	4.4	5.1

Tableau 2

Valeur de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, en bords et coins des panneaux délimités par tous types de joints σ_{2tc}^2		
Dosage	Fibre 3D 45/50BL	Fibre 3D 65/60BG
25 kg/m ³	2.8	ND
30 kg/m ³	2.8	3.1
35 kg/m ³	3.0	3.1
40 kg/m ³	3.0	3.3
45 kg/m ³	3.2	3.3

Pour le cas d'utilisation d'un béton de classe de résistance C35/45 il y a lieu de multiplier les valeurs des tableaux précédents par le coefficient correspondant dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3

CLASSE DE RESISTANCE	RESISTANCE CARACTERISTIQUE EN TRACTION PAR FENDAGE	COEFFICIENT MULTIPLICATIF
C30/37	3 MPa	1,00
C35/45	3 MPa	1,11

ND : non déterminé

Dossier Technique

établi par le demandeur

A. Description et domaine d'emploi

1. Définition des procédés

1.1. Dallage

Procédé pour la réalisation de dallages à usage industriel ou assimilés et à usage autre qu'industriel ou assimilés, pourvus ou non de joints de retrait, à partir d'un béton prêt à l'emploi renforcé de fibres métalliques.

1.2. Fibres utilisées.

Les fibres utilisées dans le cadre du présent Avis Technique sont :

- les fibres 3D 45/50BL, fibres libres non encollées. Elles sont fabriquées dans les usines BEKAERT de MOEN en Belgique, HORTOLANDIA au Brésil, PETROVICE en République Tchèque, SHANGHAI en Chine.
- les fibres 3D 65/60BG, fibres encollées en plaquettes pour assurer une répartition homogène dans le béton et faciliter leur introduction. Elles sont fabriquées dans les usines BEKAERT de MOEN en Belgique, HORTOLANDIA au Brésil, PETROVICE en République Tchèque, SHANGHAI en Chine.

Les fibres sont fabriquées à partir de fil acier non allié destiné au tréfilage et au laminage à froid selon les normes NF EN ISO 16120-1 et NF EN ISO 16120-2 - (Indices classement A 35-051-1 et A 35-051-2).

Les spécifications relatives aux fibres sont annexées au présent Dossier Technique.

2. Domaine d'emploi proposé

Le dallage en BRFM (Béton Renforcé de Fibres Métalliques) BEKAERT est employé en remplacement du dallage traditionnel en béton non armé, auquel il est assimilé, visé par le DTU 13.3 : NF P 11-213-1 / Dallages à usage industriel ou assimilés et NF P 11-213-2 / Dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés.

Le procédé BEKAERT pourvu de joints de retrait s'applique aux dallages intérieurs et extérieurs.

Le procédé BEKAERT non pourvu de joints de retrait s'applique exclusivement aux dallages intérieurs.

Pour les deux procédés (avec ou sans joints), l'épaisseur nominale du dallage est au minimum de 15 cm pour les dallages à usage industriel ou assimilés (DTU 13.3 partie 1) et au minimum de 13 cm pour les dallages à usage autre qu'industriel ou assimilés (DTU 13.3 partie 2).

Les dallages fonctionnant en dalle portée sur une structure de fondation où la forme joue le rôle de coffrage ne font pas partie du domaine du présent dossier technique.

Les prescriptions de ce dossier technique ne s'appliquent qu'à des dallages désolidarisés des éléments de structure (Longrines, poteaux, murs fondés, massifs de machines, etc.....)

Les tirants parasismiques reliant les poteaux de la structure ne peuvent pas être inclus dans le dallage. Le concepteur doit prévoir ces tirants sous le dallage et non solidaires de ce dernier.

3. Classe du béton

Pour les deux procédés, la classe minimale du béton est C30/37 avec une valeur de E/C maximale de 0,55. Le dosage en ciment doit dans tous les cas être supérieur à 300 kg/m³.

4. Spécifications de conception et de mise en œuvre des dallages

La mise en œuvre du dallage est interdite sur support gelé. Sauf dispositions particulières, la température ambiante ne doit pas être inférieure à 3°C. Le déversement du béton à pied d'œuvre peut s'effectuer directement par le camion malaxeur ou par pompage. L'emploi d'un béton fluidifié permet une mise en place sans vibration. Seuls les points singuliers renforcés par des treillis soudés à mailles serrées, les arrêts de coulage et les dispositifs avec pattes d'ancrages (passages de portes ; quais...) nécessitent une vibration à

l'aiguille pour garantir un bon ancrage de ces différents dispositifs de construction. L'utilisation d'une règle vibrante permet d'avoir un meilleur compactage du béton et de limiter les fibres en surface.

a) Ciments utilisables pour le procédé pourvu de joints de retrait

CEM I, CEM II/A ou CEM III/A exclusivement.

b) Ciments utilisables pour le procédé non pourvu de joints de retrait

- CEM I 42,5 N
- CEM I 42,5 PM
- CEM II/A-S 42,5 N
- CEM II/A-P 42,5 N
- CEM II/A-V 42,5 N
- CEM III/A 42,5 N
- CEM III/B 42,5 N

Le choix final du ciment à utiliser doit le cas échéant tenir compte des conditions météorologiques (température de bétonnage, risque de gel,...) en cours lors de la réalisation du chantier.

c) Eau de gâchage

L'aptitude générale à l'emploi est établie pour l'eau de gâchage conformément à la NF EN 1008

Le rapport E/C maximum admis est de 0,55.

Pour les dallages extérieurs (uniquement les dallages pourvus de joints de retrait), le rapport E/C doit être adapté selon la classe d'exposition visée.

Aucun rajout d'eau sur chantier n'est autorisé.

d) Adjuvants

Les adjuvants utilisés seront conformes aux spécifications de la norme EN 934-2.

L'ajout de superfluidifiant permet d'augmenter l'ouvrabilité jusqu'au niveau nécessaire requis pour le transport et la pose. L'ouvrabilité est également conditionnée par les tolérances de niveau et de planéité de la surface finie.

Le dosage en superfluidifiant sera conforme aux prescriptions du fabricant. En cas d'utilisation de plusieurs adjuvants, les compatibilités entre les différents produits devront être vérifiées.

L'ajout de superfluidifiant pourra être fait en centrale ou sur chantier.

e) Fibres d'acier

Les deux procédés visés comportent l'emploi de béton renforcé de fibres d'acier en fil tréfilé à haute résistance munies de dispositifs d'ancrage au béton par crochets.

Les fibres 3D 45/50BL sont fabriquées et soumises à une procédure gestion de la qualité avec suivi par organisme externe. La fabrication bénéficie du label ISO 9001.

L'incorporation des fibres peut être faite en centrale à béton ou en camion malaxeur. Dans la première situation, pour garantir une bonne homogénéité du béton de fibres métalliques, les fibres sont introduites dans le malaxeur en même temps que les agrégats. Le temps de malaxage n'est en principe pas modifié. Lorsqu'il est fait usage d'un fluidifiant en complément sur le chantier, celui-ci est introduit dans le camion malaxeur. Cette opération est exécutée à pleine vitesse de rotation de la toupe (12 tours / minute minimum). Dans la deuxième situation, Le camion malaxeur transporte sur le chantier un béton non fibré. La fluidification se fait au moins une minute avant l'introduction des fibres à pleine vitesse de rotation de la toupe (12 tours / minute minimum). Les fibres sont ensuite déversées dans la toupe à raison de 3 sacs maximum (soit 60 Kg) par minute. L'emploi d'une bande transporteur mobile peut simplifier leur incorporation tout en s'assurant d'une bonne répartition. Pendant l'opération la toupe tourne à pleine vitesse et le malaxage est maintenu pendant 4 minutes après incorporation des fibres.

Lors de la mise en œuvre, les oursins éventuels doivent être éliminés et en aucun cas intégrés dans le dallage. Le contrôle du dosage en fibres tel que décrit ci-dessus doit être appliqué en priorité aux touppes présentant des oursins.

Le contrôle de la bonne répartition des fibres devra être effectué (cf paragraphe 6.1 – point 6 du présent dossier technique).

f) Joints de reprise et de construction (ou arrêts de coulage)

Dans toutes les zones où la circulation de véhicules ou d'engins est possible, ces joints sont toujours protégés et renforcés.

A cette fin, on utilise un double profil à emboîtement mâle et femelle limitant le déplacement vertical relatif des deux dalles tout en ne s'opposant pas aux déplacements de retrait même au croisement de ces joints.

Ces profils sont réalisés en tôle lourde d'une épaisseur minimale de 4 mm. Les dispositions pratiques à adopter pour ces profils doivent être conformes à celles décrites au paragraphe 5.2 du guide CSTB-BEFIM.

La pose se passe avant que le bétonnage ne commence, les parties mâle et femelle étant pré-assemblées par des attaches qui cèdent pendant le durcissement sous les tractions de retrait. Le compactage à l'aiguille vibrante n'étant généralement pas souhaitable lors de la mise en œuvre de béton renforcé de fibres pour éviter toute ségrégation, ce compactage est pourtant requis le long des arrêts de coulage afin de garantir une liaison fiable entre béton et profilé.

Les phases de bétonnage limitées par des arrêts de coulage ne dépasseront pas les 1600 m², surface maximale réalisable dans de bonnes conditions durant une journée et permettant l'approvisionnement intégral à partir d'une seule centrale BPE. Le panneau ainsi réalisé sera de préférence carré, en cas de forme rectangulaire, le rapport longueur/largeur ne dépassera pas la valeur de 1,5.

g) Joints de retrait (BEFIM 5.2.2.4)

Les joints de retrait seront sciés sur le tiers de l'épaisseur totale du dallage. Il est loisible de ne pas tenir compte des sollicitations dues au retrait lorsque d'une part le dallage est réalisé sur une couche de sable dont l'épaisseur varie entre 10 et 20 mm et d'autre part les dimensions maximales des mailles n'excèdent pas les valeurs données au paragraphe 5.6.6 du DTU 13.3 partie 1 ou 2 selon l'usage (industriel ou autre).

Le sciage doit être effectué au plus tôt, dans un délai compatible avec les conditions de température et d'hygrométrie de l'ambiance pour que le béton ait atteint un durcissement suffisant pour être découpé sans épaufure. Lorsque le bétonnage a eu lieu par temps froid, il faut tenir compte d'un retard de durcissement éventuel.

h) Renforts ponctuels (BEFIM 5.2.2.5)

Tous les points sensibles du dallage, à partir desquels peut partir une fissure (coins rentrants, chambre de visite, poteaux, massifs...), doivent recevoir un renfort local par armatures traditionnelles de béton armé, ou treillis soudé. Le renfort local doit être placé dans le tiers supérieur du dallage et de sorte à bloquer les fissures dès leur naissance.

Dans le cas du procédé de dallage pourvu de joints de retrait on peut également avoir recours au sciage d'un joint de retrait supplémentaire. Il faut toutefois noter que ce joint risque de se détériorer en cas de circulations répétées.

Dans tous les cas, on veillera à ce que le sciage ne sectionne pas les armatures en barres (TS généralisé ou renforts) éventuellement disposées dans le dallage.

i) Couche de glissement

Lorsqu'une couche de sable assurant le glissement est requise, il est conseillé d'humidifier cette couche pour éviter une dessiccation trop rapide de la face inférieure du dallage.

j) Finition

Toutes les techniques de finition avec ou sans couche d'usure employées pour les dallages traditionnels sont utilisables pour les dallages en béton BEKAERT

- Brut de règle
- Surfagé par talochage manuel ou mécanique.
- Avec ou sans ajout de durcisseur par saupoudrage et lissage.
- Avec ou sans revêtement de surface par coulis avec lissage.
- Finition peau de mouton
- Finition balayée

Suivant la qualité de finition, il peut subsister quelques fibres en surface sans que cela ne perturbe ou diminue en aucun cas les performances du BRFM.

k) Cure

Après finition du dallage, une cure du béton est indispensable afin de retarder et de limiter le retrait du béton ainsi qu'un séchage trop rapide à la surface. La cure est réalisée selon la prescription du paragraphe 7.3.4 du DTU 13.3 partie 1 ou 2 selon l'usage (industriel ou autre). Elle peut se faire par pulvérisation d'un produit de cure de qualité ou par la mise en place d'une feuille en plastique. L'entreprise de dallage veillera à ce que ladite feuille ne soit enlevée ni par des courants d'air, ni par d'autres intervenants sur chantier durant le temps de curage requis et repris ci-après.

Durée minimale de la cure en jours				
Évolution du durcissement du béton	Température (T) de la surface en °C			
	5 ≤ T < 10	10 ≤ T < 15	15 ≤ T < 25	T ≥ 25
Moyenne	12	8	4	4
Lente	20	14	8	2

l) Dispositions spéciales pour le procédé non pourvu de joints de retrait

Ce procédé nécessite une attention particulière par rapport aux dallages à joints sciés, compte tenu des contraintes de retrait complémentaire engendrées par la dimension des panneaux.

Pour ces raisons l'ensemble des exigences définies ci-dessous doit être respecté pour garantir le bon fonctionnement de ce type de dallage :

- La longueur maximale des panneaux doit être inférieure à 40 m.
- Les dispositions de protection et de renforcement du paragraphe f ci-dessus s'appliquent que les arrêts de coulage soient circulés ou non. En particulier, les panneaux sont reliés entre eux par des arrêts de coulage munis d'un système de transfert de charge autorisant les mouvements bidirectionnels dans leur plan
- Aucune liaison des panneaux avec des zones de quai (à isoler au moyen d'un arrêt de coulage), longrines, massifs... n'est permise
- Les angles rentrants importants doivent être évités
- Le bâtiment doit être protégé des courants d'air
- Le bâtiment doit être hors d'eau
- La tolérance de nivellement de la plate-forme est limitée à + - 10 mm maximum
- La composition du béton doit être étudiée avec le BPE pour que la prise et le retrait soient maîtrisés : éviter les agrégats de faible diamètre : si possible D_{max} > 22,4 mm, sans jamais descendre en dessous de 20 mm et viser une évolution de la résistance du béton « moyenne ou lente » (Selon le tableau 12 – article 7.2 de la norme NF EN 206/CN)
- Une valeur de E/C proche de 0,52 doit être visée dans la mesure du possible
- La fourniture du béton doit être régulière pour éviter toute reprise de bétonnage
- Les points singuliers doivent être renforcés (cf paragraphe h) au moyen de barres posées sur nappe de treillis supérieure : Exemple : ST25C calé + 3 barres de diamètre 12 mm ou 5 barres de diamètre 10 mm
- Aucun point dur ne doit être présent sous le dallage : tout élément de structure dont le tassement est inférieur à celui du dallage
- La hauteur de la mousse ou du polystyrène de désolidarisation doit être au moins égale à l'épaisseur du dallage + 20 mm
- L'épaisseur de la mousse ou du polystyrène de désolidarisation doit être au moins égale à 5 mm en périphérie et 20 mm autour des poteaux
- Les poteaux métalliques doivent être refermés au moyen de tôles (inclure DEP, contreventements...)
- Pour améliorer la cure présentée au paragraphe k, il peut être envisagé une mise sous eau pendant au moins 14 jours pour les cas où le tableau du paragraphe k conduirait à retenir une période plus courte.

5. Principes de dimensionnement

5.1. Généralités

De manière traditionnelle, le calcul des tassements et contraintes du dallage est effectué conformément à l'annexe C du DTU 13.3 partie 1 ou 2 selon l'usage (industriel ou autre).

5.2. Contraintes de calcul à l'état limite de service

Les contraintes dues aux sollicitations développées à l'ELS doivent demeurer inférieures aux valeurs des tableaux donnés en annexe de l'Avis Technique.

Les valeurs y sont données en fonction du dosage en fibres.

6. Contrôles

Outre les contrôles généraux relatifs à la bonne mise en œuvre de tout dallage, l'entreprise procède ou fait procéder à un contrôle spécifique du béton fibré par des essais sur chantier ou en laboratoire.

6.1. Contrôles de fabrication des fibres

- Vérification du fil machine

Un nouveau type de fil ou un nouveau fournisseur n'est approuvé qu'après une évaluation complète. Le fil machine est l'objet d'un contrôle régulier dans le laboratoire métallographique de BEKAERT.

- Contrôle de production

Par l'opérateur :

Fil : diamètre, géométrie (circulaire) 1 / bobine

Fibres : longueur, encollage 3/équipe

Par le technicien :

File machine : diamètre, résistance à la traction, torsion 1/10 bobines

Fibres: encollage 1/jour ; géométrie/forme 1/semaine

Par le laboratoire :

1 échantillon par semaine et par ligne pour chaque usine :

- géométrie+propriétés mécaniques
- encollage, temps de séparation

6.2. Contrôles spécifiques sur chantier

- 1- La vitesse de rotation de la toupie pendant l'introduction : environ 12 tours / minute
- 2- Le nombre de sacs par toupie en fonction de son volume et du dosage prescrit
- 3- La vitesse d'introduction des fibres : 3 sacs par minute soit 60 kg par minute
- 4- Le temps de malaxage après introduction : 4 à 5 minutes à 12 tours / minute

Note : Dans le cas d'une introduction en centrale les 4 premiers points ne sont pas à vérifier.

5- L'ouvrabilité S doit être vérifiée par l'utilisateur au cône d'Abrams (ou Slump-Test) suivant la norme EN 12350-2, sur le béton, avant l'addition des fibres et du fluidifiant. La mesure doit être faite sur les 3 premières toupies puis toutes les 5 toupies. Le béton doit être vibré au moyen d'une règle vibrante ou d'une poutre vibrante, mécanique ou hydraulique, ou bien être de consistance fluide (affaissement au cône d'Abrams supérieur ou égal à 160 mm, désignation S4 selon NF EN 206/CN) obtenue par utilisation de superplastifiant, et en aucun cas par ajout d'eau.

6- L'homogénéité du dosage en fibres

- Pour les dallages à usage industriel ou assimilé (partie 1) < 1000 m² et pour tous les dallages à usage autre qu'industriel ou assimilé (partie 2), le contrôle de l'homogénéité peut se faire de manière visuelle.
- Pour les dallages à usage industriel ou assimilé (partie 1) ≥ 1000 m², deux possibilités sont proposées à l'entreprise :
 - Sous réserve d'une traçabilité des 5 points de contrôles cités précédemment, ou du point 5 seulement lors d'une introduction en centrale, l'entreprise est exempte des contrôles d'homogénéité, ces contrôles étant suffisant pour garantir une bonne homogénéité du dosage
 - Dans le cas contraire, des prélèvements de quantité unitaire au moins égale à 6 litres sont effectués sur les premières livraisons et ensuite au moins toutes les 10 toupies. Les fibres sont séparées du béton, pesées et le résultat est consigné sur la fiche d'autocontrôle de l'entreprise.

Les écarts vis-à-vis du dosage prescrit ne doivent pas excéder :

- + - 10 % pour la valeur moyenne,
- + - 20 % pour chacun des prélèvements.

6.3. Contrôles spécifiques en laboratoire

- Fibres introduites sur chantier sous la responsabilité de l'entreprise de dallage :
- Contrôle de la classe de résistance en compression du béton non fibré.
- Fibres introduites en centrale sous la responsabilité du BPE, deux cas sont possibles en fonction du choix de l'entrepreneur de dallage :
 - 1) Commande d'un BPS (Béton à Propriétés Spécifiées)

La classe de résistance est garantie par le BPE : les contrôles conformes aux spécifications de la norme NF EN 206/CN sont suffisants.

2) Commande d'un BCP (Béton à Composition Prescrite)

Contrôle de la classe de résistance en compression du béton non fibré.

Les performances des BFM (Béton de fibre métallique) devront être communiquées à la fois en valeurs moyennes et en valeurs caractéristiques.

6.4. Contrôle qualité BEKAERT

La société BEKAERT se réserve le droit de contrôler à tout moment le respect des prescriptions de cet avis technique et des dimensionnements réalisés.

Si ces prescriptions n'étaient pas respectées la société BEKAERT communiquera à l'entreprise une fiche de non-conformité.

7. Réalisation et dispositions diverses

Pour diriger toutes ses opérations d'exécution, l'entreprise spécialisée désigne par chantier un seul responsable qui est conducteur du chantier à temps plein. Le conducteur est tenu de rédiger ou de compléter lors de chaque intervention toutes les fiches de contrôle prévues en annexe 1 du document CSTB-BEFIM. Avant de démarrer les travaux, une liste explicite avec croquis respectivement un plan repérant tous les points à risque (regards, caniveaux, poteaux, autres points fixes, descentes d'eau pluviales, tuyaux ensevelis, génie civils spécifiques,...) est à dresser. Cette liste ou plan doit également indiquer la solution retenue pour éviter des problèmes futurs.

La liste des entreprises agréées pour la réalisation du procédé de dallage sans joint est disponible auprès du titulaire.

B. Références normatives

Le présent document fait référence à différentes publications et normes. Dans la mesure où différents sujets ne sont pas traités dans le présent Avis Technique, les publications et normes suivantes s'appliquent aux dallages avec ou sans joints de retrait et ceci dans l'ordre de priorité donné :

1. Document CSTB-BEFIM : Conception et réalisation des dallages en Béton de Fibres Métalliques, Juillet-Août 2002
2. Conception et réalisation des dallages en béton de fibres métalliques – complément pour les essais de caractérisation des BFM entériné par le GS3 le 25 mars 2014
3. Méthode AFREM : Méthode de caractérisation des BFM, Décembre 1995
4. Règles BAEL, Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et construction en béton armé suivant la méthode des états limites
5. DTU 13.3 – Dallages : Conception, calcul et exécution ; Parties 1 et 2
6. Annales de l'ITBTP N° 528 : Application du calcul à la rupture à une dalle carrée en béton de fibres métalliques en flexion, Novembre 1994

C. Résultats expérimentaux

- SIGMABETON (Janvier 2015) - Essai de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 mars 2014 – Caractérisation fibres 3D 45/50 BL – Dosage à 20kg/m³
- SIGMABETON (Janvier 2015) - Essai de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 mars 2014 – Caractérisation fibres 3D 45/50 BL – Dosage à 35kg/m³
- SIGMABETON (Janvier 2015) - Essai de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 mars 2014 – Caractérisation fibres 3D 45/50 BL – Dosage à 45kg/m³
- SIGMABETON (Janvier 2015) - Essai de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 mars 2014 – Caractérisation fibres 3D 65/60 BG – Dosage à 30kg/m³
- SIGMABETON (Janvier 2015) - Essai de flexion 3 points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 mars 2014 – Caractérisation fibres 3D 65/60 BG – Dosage à 40kg/m³

D. Références

- Plateforme logistique BOUSSARD – 60000 m2 – Saint Martin de Crau (13) – Décembre 2012
- Plateforme logistique SMOBY – 33000 m2 – Moirans en Montagne (39) – Septembre 2013
- Entrepôt logistique de stockage de vin VIDELLOT BORDEAU – 16000 m2 – Martignas sur Jalles (33) – Janvier 2014
- Bâtiment de fret EUROAIRPORT – 20000 m2 – Bâle Mulhouse – Juin 2014

Annexes au Dossier Technique



Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 45/50BL

Les fibres DRAMIX® DRAMIX 3D 45/50BL sont fabriquées à partir de fil d'acier non allié destiné au tréfilage et au laminage à froid selon les normes NF EN 10016-1 et NF EN 10016-2 d'août 1995.

Les caractéristiques détaillées concernant ces fibres sont précisées par les spécifications BEKAERT AS-10-01 et AS-10-06, déposées au CSTB.

La fibre comporte à chacune de ses extrémités un façonnage en forme de baionnette appelé « crochet » destiné à favoriser son ancrage dans le béton.

Les principales caractéristiques dimensionnelles et physiques sont les suivantes :

- Longueur de la fibre : 50 mm (+/- 3 mm)
- diamètre du fil : $d_{\text{moyen}} = 1,05 \text{ mm} (\pm 0,02 \text{ mm})$
- Facteur d'élanement : $48 = L/d = 50/1,05$
- longueur des extrémités des crochets : $1,5 \leq l \leq 4 \text{ mm}$
- angle du crochet : $\alpha \geq 20 \text{ degrés}$
- résistance à la traction du fil : $R_m > 1\,000 \text{ N/mm}^2$
- Revêtement : fil clair non revêtu (Bright)

Les tolérances sur les caractéristiques dimensionnelles sont conformes à la norme EN 14889 :

Caractéristique	Symbole	Écart de la valeur par rapport à la valeur déclarée	Écart de la valeur moyenne par rapport à la valeur déclarée
Longueur et longueur développée	l, l_d (si applicable)	$\pm 10 \%$	$\pm 5 \%$
Diamètre (équivalent)	d	$\pm 10 \%$	$\pm 5 \%$
Rapport longueur/diamètre	λ	$\pm 15 \%$	$\pm 7,5 \%$

Les fibres Dramix® sont exclusivement produites dans les usines BEKAERT. La fabrication est certifiée ISO 9001 soumise à un contrôle interne décrit dans le Manuel Qualité de BEKAERT.

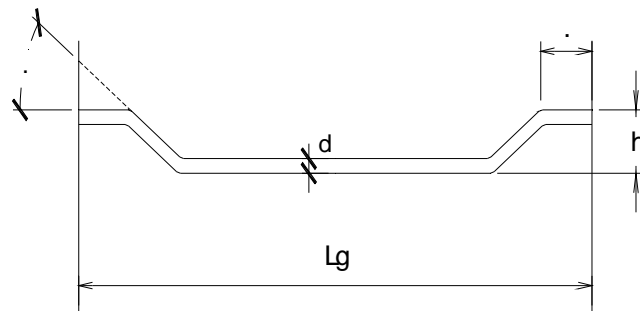
Identification de la fibre - *Nomenclature* 3D 45/50BL

Type d'ancrage : **3D** = fibre avec 2 crochets

Conditionnement : **L** = fibres libres

Revêtement : **B** = fil clair non revêtu (Bright)

Résistance à la traction du fil : Normale (>1000 N/mm² acier bas carbone)



Conditionnement : fibres en sacs de 20kg ou big-bags de 800kg.

La tolérance sur le conditionnement est définie de la manière suivante :

$P_{\text{conditionnement}}$ (kg) : +/- 1% sur conditionnement isolé
 +/- 0,5% sur P_{moyen} de 20 unités de conditionnement.

Spécifications relatives à la fibre Dramix 3D 65/60BG

Les fibres DRAMIX 3D 65/60BG sont fabriquées à partir de fil d'acier non allié destiné au tréfilage et au laminage à froid selon les normes NF EN 10016-1 et NF EN 10016-2 d'août 1995.

Les caractéristiques détaillées concernant ces fibres sont précisées par les spécifications BEKAERT AS-10-01 et AS-10-06, déposées au CSTB.

La fibre comporte à chacune de ses extrémités un façonnage en forme de baionnette appelé « crochet » destiné à favoriser son ancrage dans le béton.

Les principales caractéristiques dimensionnelles et physiques sont les suivantes :

- Longueur de la fibre : 60 mm (+/- 3 mm)
- diamètre du fil : d moyen = 0,9 mm ($\pm 0,02$ mm)
- Facteur d'élanement : $65 = L/d = 60/0,9$
- longueur des extrémités des crochets : $1,5 \leq l \leq 4$ mm
- angle du crochet : $\alpha \geq 20$ degrés
- résistance à la traction du fil : $R_m > 1\ 000$ N/mm²

Les tolérances sur les caractéristiques dimensionnelles sont conformes à la norme EN 14889 :

Caractéristique	Symbole	Écart de la valeur par rapport à la valeur déclarée	Écart de la valeur moyenne par rapport à la valeur déclarée
Longueur et longueur développée	l, l_d (si applicable)	$\pm 10\ %$	$\pm 5\ %$
Diamètre (équivalent)	d	$\pm 10\ %$	$\pm 5\ %$
Rapport longueur/diamètre	λ	$\pm 15\ %$	$\pm 7,5\ %$

Les fibres Dramix® sont exclusivement produites dans les usines BEKAERT. La fabrication est certifiée ISO 9001 soumise à un contrôle interne décrit dans le Manuel Qualité de BEKAERT.

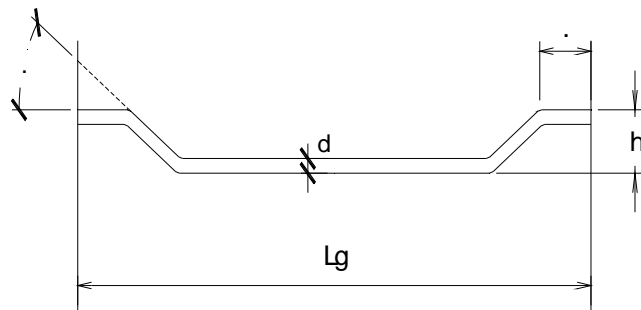
Identification de la fibre - *Nomenclature* 3D 65/60BG

Type d'ancrage : **3D** = fibre avec 2 crochets

Conditionnement : **G** = fibres encollées

Revêtement : **B** = fil clair non revêtu (Bright)

Résistance à la traction du fil : Normale (>1000 N/mm² acier bas carbone)



Conditionnement : fibres en sacs de 20kg ou big-bags de 1100kg.

La tolérance sur le conditionnement est définie de la manière suivante :

$P_{\text{conditionnement}}$ (kg) : +/- 1% sur conditionnement isolé
 +/- 0,5% sur P_{moyen} de 20 unités de conditionnement.

Exemple de renforts complémentaires au droit d'un poteau métallique pour le procédé de dallage non pourvu de joints de retrait :

1 Treillis soudé de diamètre 7 mm mailles de 150*150 mm type ST25C (1/3 de panneau :

2.40m *2.00m) calé en partie supérieure du dallage, plus 3 barres HA12 ou 5 barres HA10 à chacun des angles, posées perpendiculairement à la bissectrice de l'angle sur le treillis calé.

