DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

3.3/21-1036_V6

Valide du **23 juin 2023**

au **28 février 2030**

Sur le procédé

Dallages en béton de fibres métalliques BEKAERT France SAS

Famille de produit/Procédé : Dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques avec et/ou sans joints de retrait

Titulaire(s) : Société BEKAERT FRANCE SAS

AVANT-PROPOS

Les avis techniques et les documents techniques d'application, désignés ci-après indifféremment par Avis Techniques, sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction **des éléments d'appréciation sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés** dont la constitution ou l'emploi ne relève pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.

Le présent document qui en résulte doit être pris comme tel et n'est donc **pas un document de conformité ou à la réglementation ou à un référentiel d'une « marque de qualité »**. Sa validité est décidée indépendamment de celle des pièces justificatives du dossier technique (en particulier les éventuelles attestations réglementaires).

L'Avis Technique est une démarche volontaire du demandeur, qui ne change en rien la répartition des responsabilités des acteurs de la construction. Indépendamment de l'existence ou non de cet Avis Technique, pour chaque ouvrage, les acteurs doivent fournir ou demander, en fonction de leurs rôles, les justificatifs requis.

L'Avis Technique s'adressant à des acteurs réputés connaître les règles de l'art, il n'a pas vocation à contenir d'autres informations que celles relevant du caractère non traditionnel de la technique. Ainsi, pour les aspects du procédé conformes à des règles de l'art reconnues de mise en œuvre ou de dimensionnement, un renvoi à ces règles suffit.

Groupe Spécialisé n° 3.3 - Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

COMMISSION CHARGÉE DE FORMULER LES AVIS TECHNIQUES

Secrétariat : CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - email : secretariat.at@cstb.fr

www.ccfat.fr

Les Avis Techniques sont publiés par le Secrétariat des Avis Techniques, assuré par le CSTB ; Les versions authentifiées sont disponibles gratuitement sur le site Internet du CSTB (http://www.cstb.fr)

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V6	Cette révision intègre les modifications suivantes : - Ajout de nouveaux ciments pour les procédés avec et sans joints sciés ; - Mise à jour suivant la nouvelle trame des Avis Technique.	PAYET Loïc	BERNARDIN-EZRAN Roseline
V2	Modificatif d'office : mise en cohérence des Avis Techniques de la famille avec le NF DTU 13.3 et modification de la limitation du rapport du grand côté sur le petit côté de la dalle qui doit être compris entre 1 et 1,4.	PAYET Loïc	BERNARDIN-EZRAN Roseline

Descripteur :

Procédé pour la réalisation en France métropolitaine 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.

Les dosages minimums sont :

- 25 et 30 kg/m^3 pour dallages avec treillis de conjugaison des joints ;
- 35 kg/m^3 pour dallages sans treillis ;
- 40 et 45 kg/m^3 pour dallages sans treillis et sans joints de retrait autre que les arrêts de coulage.

Les fibres utilisées dans le cadre du présent DTA sont fabriquées par le groupe NV Bekaert :

- Les fibres 3D 45/50 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 65/60 BG, fibres encollées en plaquettes pour assurer une répartition homogène dans le béton et faciliter leur introduction ;
- Les fibres 3D 65/60 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 55/60 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 55/60 BG, fibres encollées sous forme de plaquettes.

Elles sont fabriquées dans les usines de BEKAERT Petrovice s.r.o (république Tchèque), BEKAERT Lipetsk Limited (Russie), BEKAERT Mukand Wire Industries Pvt. Ltd. (Inde), BEKAERT Applied Material Technology Shanghai Co., Ltd. (Chine), PT. BEKAERT Indonesia (Indonésie), BEKAERT Izmit (Turquie).

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 5
1.1. Domaine d'emploi accepté 5
1.1.1. Zone géographique 5
1.1.2. Ouvrages visés 5
1.2. Appréciation 5
1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé 5
1.2.2. Durabilité 6
1.2.3. Impacts environnementaux 6
1.2.4. Aspects sanitaires 6
1.2.5. Mise en œuvre 6
1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 6
1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé 7
2. Dossier Technique 8
2.1. Mode de commercialisation 8
2.1.1. Données commerciales 8
2.2. Description 8
2.2.1. Principe 8
2.3. Dispositions de conception 8
2.3.1. Spécifications générales de conception 8
2.3.2. Fibres utilisées 10
2.3.3. Béton 10
2.3.4. Principe de dimensionnement 11
2.3.5. Dispositions spécifiques pour les dallages sans joints 11
2.4. Dispositions de mise en œuvre 11
2.4.1. Béton fibré 11
2.4.2. Mise en œuvre du béton fibré en place 11
2.4.3. Joints de reprise et de construction (ou arrêts de coulage) 12
2.4.4. Joints de retrait 12
2.4.5. Renforts ponctuels 12
2.4.6. Couche de glissement 12
2.4.7. Finition 12
2.4.8. Cure 12
2.4.9. Dispositions spéciales pour procédé non pourvu de joints de retrait 13
2.5. Mise en œuvre et dispositions diverses 13
2.6. Traitement en fin de vie 13
2.7. Assistance technique 14
2.8. Contrôles de fabrication du béton fibré 14
2.8.1. Contrôles de fabrication des fibres en usine 14
2.8.2. Contrôles spécifiques du béton fibré 14
2.8.3. Contrôles spécifiques en laboratoire du béton fibré 15
2.9. Mention des justificatifs 15
2.9.1. Résultats expérimentaux 15
2.9.2. Références chantiers 15
2.10. Annexes du Dossier Technique - Schémas de mise en œuvre 16
2.10.1. Annexe 1 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 45/50 BL 16
2.10.2. Annexe 2 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 65/60 BG et 3D 65/60 BL 17
2.10.3. Annexe 3 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 55/60 BL et 3D 55/60 BG 17

2.10.4. Annexe 4 - Exemple de renforts complémentaires au droit d'un poteau métallique pour le procédé de dallage non pourvu de joints de retrait..... 20
2.10.5. Annexe 5 - Exemple de fiches de contrôle 20

1. Avis du Groupe Spécialisé

Le procédé décrit au chapitre 2 « Dossier Technique » ci-après a été examiné par le Groupe Spécialisé qui a conclu favorablement à son aptitude à l'emploi dans les conditions définies ci-après :

1.1. Domaine d'emploi accepté

1.1.1. Zone géographique

Ce Document Technique d'Application (DTA) a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1.2. Ouvrages visés

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 métropolitaine, entrant dans le domaine d'application du NF DTU 13.3 P1-1-1. 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/m^3 pour dallages avec treillis de conjugaison des joints ;
- 35 kg/m^3 pour dallages sans treillis ;
- 40 et 45 kg/m^3 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 NF DTU 13.3 P1-1-1.

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 ou les dallages pour lesquels une limitation de fissure est demandée au sens du NF DTU 13.3 ;
- 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 DTA 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.

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.

1.2. Appréciation

1.2.1. Aptitude à l'emploi du procédé

Les dallages visés par le présent Avis Technique doivent être constitués d'un béton satisfaisant simultanément aux spécifications du paragraphe 5.1 du NF DTU 13.3 P1-2 et aux 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+A2/CN et le dosage minimal en ciment est de 300 kg/m^3 ;
- La valeur de E/C maximale est 0,55 pour les dallages sans joints et doit être conforme au §5.1 (f) du NF DTU 13.3 P1-2 pour les dallages avec joints.

1.2.2. Durabilité

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.).

1.2.3. Impacts environnementaux

Le procédé ne dispose d'aucune Déclaration Environnementale et ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière. Il est rappelé que les DE n'entrent pas dans le champ d'examen d'aptitude à l'emploi du procédé.

1.2.4. Aspects sanitaires

Le présent Avis est formulé au regard de l'engagement écrit du titulaire de respecter la réglementation, et notamment l'ensemble des obligations réglementaires relatives aux produits pouvant contenir des substances dangereuses, pour leur fabrication, leur intégration dans les ouvrages du domaine d'emploi accepté et l'exploitation de ceux-ci. Le contrôle des informations et déclarations délivrées en application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent Avis conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.5. 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 monitorat 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 2.4 du Dossier Technique.

Les dispositions particulières de mise en œuvre, applicables dans tous les cas, sont indiquées au paragraphe 2.4 du dossier technique.

1.3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Annuellement, le rapport d'étude géotechnique, les contrôles en compression et un contrôle en traction par fendage du béton blanc et les fiches d'autocontrôles de chaque chantier réalisé doivent être communiqués par BEKAERT France au CSTB.

Le Groupe Spécialisé n°3.3 précise que les valeurs de dimensionnement à prendre en compte sont les valeurs données en annexe du présent Avis pour les dosages et les fibres précisés.

Le Groupe Spécialisé n°3.3 attire l'attention des utilisateurs du DTA 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 1.2.5. du présent DTA rappelle, dans ce cas, la nécessité d'un monitorat du titulaire du DTA auprès des entreprises spécialisées utilisant cette technique.

Le Groupe Spécialisé n°3.3 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 replacement de celles définies en Annexe 3 du Cahier du CSTB n°3416 :

- 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 ftm utilisé est de 4,3 MPa, confirmé par les essais de résistance à la traction par flexion sur prismes en béton blanc.

1.4. Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé

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.

Valeurs de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, au centre des panneaux délimités par tous types de joints σ^1_{tc}			
Dosages	Fibre 3D 45/50 BL	Fibre 3D 65/60 BG et 3D 65/60 BL	Fibre 3D 55/60 BL et 3D 55/60 BG
25 kg/m^3	4,3	ND	4,4
30 kg/m³	4,3	5,2	4,4
35 kg/m³	4,5	5,2	5,0
40 kg/m³	4,5	5,4	5,0
45 kg/m³	4,6	5,4	5,0

Tableau 1

Valeurs de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, en bords et coins des panneaux délimités par tous types de joints σ^2_{tc}			
Dosages	Fibre 3D 45/50 BL	Fibre 3D 65/60BG et 3D 65/60 BL	Fibre 3D 55/60 BL et 3D 55/60 BG
25 kg/m^3	2,8	ND	3,0
30 kg/m³	2,8	3,2	3,0
35 kg/m³	3,0	3,2	3,2
40 kg/m³	3,0	3,4	3,2
45 kg/m³	3,2	3,4	3,2

Tableau 2

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 :

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

Tableau 3

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Mode de commercialisation

2.1.1. Données commerciales

2.1.1.1. Coordonnées

Titulaire : BEKAERT France SAS
Zone Industrielle n°3
Rue de Kemmel
59280 ARMENTIERES
Tel. : 03 20 10 15 98
Email : germain.auray@bekaert.com
Internet : http://www.bekaert.com/building

2.1.1.2. Identification des produits

Les fibres 3D 45/50 BL, 3D 65/60 BG, 3D 65/60 BL, 3D 55/60 BG et 3D 55/60 BL sont commercialisées en France par la Société BEKAERT France SAS.

Les fibres sont livrées en sacs de 20 kg ou en big-bags de 800 kg ou 1100 kg. Chaque sac 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.

2.1.1.3. Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, fibres acier visées dans le présent Avis font l'objet d'une déclaration des performances (DdP) établie par le fabricant sur la base de la norme NF EN 14889-1. Les produits conformes à cette DdP sont identifiés par le marquage CE.

2.2. Description

2.2.1. Principe

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 en fil tréfilé à haute résistance munies de dispositifs d'ancrage au béton par crochets.

2.3. Dispositions de conception

2.3.1. Spécifications générales de conception

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 la NF DTU 13.3 P1-1-1 :
    - 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 NF DTU 13.3 P1-1-1 ;
- Le calcul des sollicitations agissantes, des contraintes et des déformations du dallage est effectué conformément à l'annexe C du NF DTU 13.3 P1-1-1 ;
- 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 la NF DTU 13.3 ;
- Les dallages doivent comporter des armatures de renforts 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 NF DTU 13.3 P1-1-1. 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 NF DTU 13.3 P1-1-1. 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 :

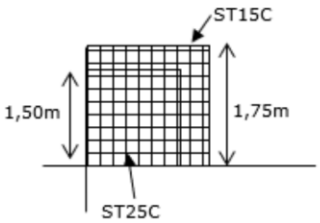
- La disposition des joints et le rapport des côtés pour les panneaux doivent respecter les prescriptions données au paragraphe 5.6.6 du NF DTU 13.3 P1-1-1 ;
- Les joints de retrait sont à effectuer sur une profondeur égale au tiers de l'épaisseur totale du dallage, avec une tolérance de plus ou moins 10 mm ;
- Dans le cas où le dosage en fibres est inférieur à 35 kg/m^3, 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/m^3, 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 suivant le paragraphe 6.1 du NF DTU 13.3 P1-1-1.

Prescriptions particulières au procédé sans joints - dosage de fibres minimum à 40 kg/m^3 :

- Les dallages sans joints intermédiaires ne doivent pas dépasser 1600 m². Le rapport du grand côté sur le petit côté doit être compris entre 1 et 1,4. 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 ;
- La longueur maximale des panneaux doit être inférieure ou égale à 40 m ;
- 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 NF DTU 13.3 partie 1-1-1. 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 5 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 150 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 ;
- Le dosage en fibres métalliques est d'au moins 40 kg/m^3 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 NF 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 NF EN 1992 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 (cf. annexe C du NF DTU 13.3 P1-1-1) 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 = 1,15 m et une section d'armature nécessaire A = 3,56 cm²/ml, on disposera un treillis ST15C sur un treillis ST25C (section totale 3,99 cm²/ml). Les dimensions minimales des renforts seront :

- LST25Cmin = 1,15 + 0,28 = 1,43 m
- LST15Cmin = LST25C + 0,24 m



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.

2.3.2. Fibres utilisées

2.3.2.1. Spécifications

Les fibres utilisées dans le cadre du présent DTA sont fabriquées par le groupe NV Bekaert :

- Les fibres 3D 45/50 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 65/60 BG, fibres encollées en plaquettes pour assurer une répartition homogène dans le béton et faciliter leur introduction ;
- Les fibres 3D 65/60 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 55/60 BL, fibres libres non encollées ;
- Les fibres 3D 55/60 BG, fibres encollées sous forme de plaquettes.

Elles sont fabriquées dans les usines de BEKAERT Petrovice s.r.o (république Tchèque), BEKAERT Lipetsk Limited (Russie), BEKAERT Mukand Wire Industries Pvt. Ltd. (Inde), BEKAERT Applied Material Technology Shanghai Co., Ltd. (Chine), PT. BEKAERT Indonesia (Indonésie), BEKAERT Izmit (Turquie).

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.

L'ensemble des caractéristiques des fibres 3D 45/50BL, 3D 65/60 BL et BG, 3D 55/60 BL et BG figure en annexe du 2.10.1 au 2.10.3.

Les fibres sont livrées en sacs de 20 kg ou en big-bags de 800 kg ou 1100 kg. Chaque sac rappelle la référence des fibres et leur provenance.

2.3.3. Béton

Le béton sera conforme à la norme NF EN 206+A2/CN.

Pour les deux procédés, la classe minimale du béton est C30/37 avec une valeur de E/C maximale de 0,55 pour les dallages sans joints et conforme au §5.1 (f) du NF DTU 13.3 P1-2 pour les dallages avec joints. Le dosage en ciment doit dans tous les cas être supérieur ou égal à 300 kg/m^3.

2.3.3.1. Ciments

Ciments utilisables pour le procédé pourvu de joints de retrait :

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

Ciments utilisables pour le procédé non pourvu de joints de retrait :

- CEM I 42,5 N ;
- CEM I 42,5 R ;
- 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 II A LL 42,5 R ;
- CEM II A LL 42,5 N ;
- CEM II A LL 52,5 N ;
- CEM II B S 42,5 N ;
- CEM II B M 52,5 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.

Les ciments utilisés doivent être conformes à la série de normes NF EN 197-X.

2.3.3.2. 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 sans joints et conforme au §5.1 (f) du NF DTU 13.3 P1-2 pour les dallages avec joints.

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.

2.3.3.3. Adjuvants

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

L'ajout de superplastifiant 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 superplastifiant 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 super fluidifiant pourra être fait en centrale ou sur chantier.

2.3.4. Principe de dimensionnement

2.3.4.1. Généralités

De manière traditionnelle, le calcul des tassements et contraintes du dallage est effectué conformément à l'annexe C du NF DTU 13.3 P1-1-1.

2.3.4.2. 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 du présent Avis Technique.

2.3.5. Dispositions spécifiques pour les dallages sans joints

Le dimensionnement des bords et des angles est à examiner en périphérie des surfaces pouvant aller jusqu'à 1600 m².

2.4. Dispositions de mise en œuvre

2.4.1. Béton fibré

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 toupie (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 toupie (12 tours / minute minimum). Les fibres sont ensuite déversées dans la toupie à raison de 3 sacs maximum (soit 60 kg) par minute. L'emploi d'une bande transporteuse mobile peut simplifier leur incorporation tout en s'assurant d'une bonne répartition. Pendant l'opération la toupie 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 toupies présentant des oursins.

Le contrôle de la bonne répartition des fibres devra être effectué (cf. paragraphe 2.8.2. – point 6).

2.4.2. Mise en œuvre du béton fibré en place

Les dallages en béton renforcés de fibres métalliques sont coulés sur place à même un sol préparé qui sert d'appui support. La mise en œuvre du dallage est interdite sur support gelé. La température ambiante doit être conforme au §7.3.2 du NF DTU 13.3 P1-1-1.

La plateforme doit être réceptionnée contradictoirement avec l'entreprise titulaire de ce lot, avec un délai nécessaire à une reprise éventuelle. La tolérance de niveau du support est de +/- 10 mm.

Le déversement du béton à pied d'œuvre peut s'effectuer directement par le camion malaxeur ou par pompage. La consistance du béton sera conforme aux indications du 2.8.2. du présent document. 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.

Dans le cas où la surface du béton reste brute, la présence de fibres à la surface est inévitable et pourrait causer une corrosion occasionnelle. Cependant, ce phénomène n'est pas nuisible pour la résistance du béton.

Les finitions traditionnelles (couche d'usure, revêtements) ne nécessitent aucune précaution particulière par rapport à la technique « dallage non-fibré », et doivent être conformes aux NF DTU 13.3 P1-1-1 et au §7 du NF DTU 13.3 P1-2.

2.4.3. 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 afin de protéger les bords des joints dans les zones de circulation.

Les profils doivent s'opposer au pianotage, réduire l'ouverture et protéger les bords des épaufrures et dégradations dues aux effets dynamiques de la circulation.

Le joint, toute hauteur, conséquence de la méthode de construction, doit faire l'objet d'une attention toute particulière, notamment sous l'effet du retrait.

Il existe plusieurs méthodes qui sont choisies en fonction des caractéristiques de transfert de charge demandé et de la pérennité recherchée. Exemples : Les joints goujonnés avec des barres de diamètres d'au moins h/10 et d'un espacement compris entre 1,5 et 2,5 h (h étant l'épaisseur du dallage) ; les joints de type « oméga » ou à transfert de charge par exemple.

La pose se passe avant que le bétonnage ne commence, les parties mâle et femelle étant préassemblées 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.

2.4.4. Joints de retrait

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 5 et 20 mm et d'autre part les dimensions maximales des mailles n'excèdent pas les valeurs données au paragraphe 5.6.6 du NF DTU 13.3 P1-1-1.

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 épaufrure. Lorsque le bétonnage a eu lieu par temps froid, il faut tenir compte d'un retard de durcissement éventuel.

2.4.5. Renforts ponctuels

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.

2.4.6. Couche de glissement

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

2.4.7. 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 ;
- Surfacé par talochage manuel ou mécanique ;
- Avec ou sans ajout de durcisseur par saupoudrage et lissage ;
- Avec ou sans ajout de 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 ne diminue en aucun cas les performances du BRFM.

2.4.8. 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 7.3.5 du NF DTU 13.3 P1-1-1. Elle peut se faire par pulvérisation d'un produit de cure ou par la mise en place d'une feuille en polyéthylène. 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

2.4.9. Dispositions spéciales pour 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 :

- Les dalles sans joints intermédiaires ne doivent pas dépasser 1600m². Le rapport du grand côté sur le petit côté doit être compris entre 1 et 1,4. 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 ;
- La longueur maximale des panneaux doit être inférieure ou égale à 40 m ;
- Les dispositions de protection et de renforcement du paragraphe 2.4.3 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 granulats de faible diamètre (si possible Dmax > 22,4 mm, sans jamais descendre en dessous de 20mm) 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+A2/CN) ;
- Une valeur de E/C de 0,55 maximum pour les dallages sans joints et doit être conforme au §5.1 (f) du NF DTU 13.3 P1-2 pour les dallages avec joints ;
- La fourniture du béton doit être régulière pour éviter toute reprise de bétonnage ;
- Les points singuliers doivent être renforcés (cf. paragraphe 2.4.5) 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 2.4.8, il peut être envisagé une mise sous eau pendant au moins 14 jours pour les cas où le tableau du paragraphe 2.4.8 conduirait à retenir une période plus courte.

2.5. Mise en œuvre 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 2.10.5. Annexe 5 du document. 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 civiles 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.

2.6. Traitement en fin de vie

Pour les dosages et prescriptions décrites dans le présent avis technique, il n'y a aucune différence concernant le traitement de fin de vie sur des dallages industriels avec et sans fibre. Il n'y a donc pas de spécification supplémentaire à prendre par rapport à un dallage industriel en béton classique.

2.7. Assistance technique

La société BEKAERT n'effectue pas la mise en œuvre des dallages. Elle peut cependant mettre à la disposition du client une assistance technique (à distance et/ou sur chantier), depuis la conception des ouvrages jusqu'à leur mise en œuvre, et plus particulièrement sur les points suivants :

- Méthode et organisation de l'approvisionnement en fibre ;
- Conseil et étude de la faisabilité du projet.

2.8. Contrôles de fabrication du béton fibré

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.

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 ce Dossier Technique.

En plus des contrôles prévus ci-dessous, il convient de réaliser un contrôle en compression et un contrôle en traction par fendage du béton blanc.

2.8.1. Contrôles de fabrication des fibres en usine

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

Contrôles réalisés :

- 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.

2.8.2. Contrôles spécifiques du béton fibré

Un contrôle de la résistance au fendage et en compression sur béton blanc doit systématiquement être réalisé.

En cas d'incorporation des fibres dans le camion malaxeur :

1. La vitesse de rotation de la toupie pendant l'introduction : environ 12 tours / minute ;
2. Le nombre de cartons par toupie en fonction de son volume et du dosage prescrit ;
3. La vitesse d'introduction des fibres : 3 cartons 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 (Slump) suivant la norme EN 12350-2, sur le béton, après l'addition des fibres et du fluidifiant, La classe de consistance sera S4 minimum selon la norme NF EN 206+A2/CN § 4.2.1, obtenue par utilisation de super plastifiant, et en aucun cas par ajout d'eau :

Affaissement, essai selon l'EN 12350-2 après ajout de fibres + fluidifiant	Classe de consistance minimale
Mise en œuvre mécanique	S4
Mise en œuvre manuelle	S4

6. L'homogénéité du dosage en fibres :

- Pour les dallages < 1000 m², le contrôle de l'homogénéité peut se faire de manière visuelle.
- Pour les dallages ≥ 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 est à effectuer sur le premier camion malaxeur et ensuite au moins tous les dix camions ou au moins trois échantillons prélevés sur trois camions différents. Les fibres sont séparées du béton, séchées et 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.

2.8.3. Contrôles spécifiques en laboratoire du béton fibré

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 :

- 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+A2/CN sont suffisants ;
- 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.

2.9. Mention des justificatifs

2.9.1. Résultats expérimentaux

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. NF DTU 13.3 P1-1-1 et P1-2 ;
5. 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.

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 45/50BL – Dosage à 20kg/m^3 ;
- 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 45/50BL – Dosage à 35kg/m^3 ;
- 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 45/50BL Dosage à 45 kg/m^3 .
- LTDS - CENTRALE LYON - ENISE (Janvier 2022) - 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 45/50BL – Dosage à 40kg/m^3 ;
- 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 65/60BG – Dosage à 30kg/m^3 ;
- 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 65/60BG – Dosage à 40kg/m^3 ;
- SIGMABETON (Août 2016) - 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 55/60BL – Dosage à 25kg/m^3 ;
- SIGMABETON (Août 2016) - 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 55/60BL – Dosage à 35kg/m^3 ;
- SIGMABETON (Août 2016) - 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 55/60BL – Dosage à 40kg/m^3.

2.9.2. Références chantiers

- Entrepôt Alderan - 32400 m² - Fontenoy sur Moselle – juin 2020
- Entrepôt Chanel – 80 tonnes - Vémars – Aout 2020
- Plateforme logistique Delta 3 – 280 tonnes – Dourges – juillet 2020

- Plateforme logistique EURO Information – 16000 m² - Wittelsheim - février 2020
- Plateforme logistique BF2 Rheinpark – 20000 m² - Reichstett – juin 2020
- 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 VIDELOT BORDEAU – 16000 m² – Martignas sur Jalles (33) – Janvier 2014 ;
- Bâtiment de fret EUROAIRPORT – 20000 m² – Bâle Mulhouse – Juin 2014 ;
- Bâtiment logistique DECATHLON – 30000m² – Wittenheim – 2012 (Fibres Dramix 3D 55/60BL) ;
- Bâtiment logistique LA POSTE – 32000m² – Bois d'Arcy (78) – 2009 (Fibres Dramix 3D 55/60BL) ;
- Bâtiment industriel LEROY MERLIN – 56000m² – Valence – 2010 (Fibres Dramix 3D 55/60BL) ;
- Bâtiment logistique L'OREAL – 40000m² – Roye (80) – 2010 (Fibres Dramix 3D 55/60BL) ;
- Plateforme logistique – 10 000 m² - ENTZHEIM (67960) – 2021 (Dramix 3D 55/60BL);
- Extension d'un bâtiment de stockage – 3200 m² - CONNANTRE (51230) – 2021 (Dramix 3D 55/60BL).

2.10. Annexes du Dossier Technique- Schémas de mise en œuvre

2.10.1. Annexe 1 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 45/50 BL

Les fibres DRAMIX® 3D 45/50 BL 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 baïonnette 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 moyen = 1,05 mm ($\pm$ 0,02 mm) ;
- Facteur d'élancement : 48 = L/d = 50/1,05 ;
- 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 : Rm > 1 000 N/mm²;
- 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)	± 10 %	± 5 %
Diamètre (équivalent)	d	± 10 %	± 5 %
Rapport longueur/diamètre	λ	± 15 %	± 7,5 %

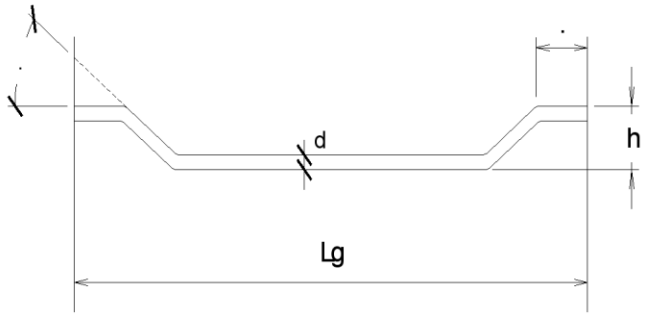
Les fibres Dramix® sont exclusivement produites dans les usines BEKAERT. La fabrication est certifiée ISO 9001 soumise à un contrôle interne décrit dans le Manuel Qualité de BEKAERT.

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

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 20 kg ou big-bags de 800 kg ;

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

Pconditionnement (kg) : +/- 1% sur conditionnement isolé

+/- 0,5% sur Pmoyen de 20 unités de conditionnement.

2.10.2. Annexe 2 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 65/60 BG et 3D 65/60 BL

Les fibres DRAMIX 3D 65/60 BG et 3D 65/60 BL 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 baïonnette 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'élancement : 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 : Rm > 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)	± 10 %	± 5 %
Diamètre (équivalent)	d	± 10 %	± 5 %
Rapport longueur/diamètre	λ	± 15 %	± 7,5 %

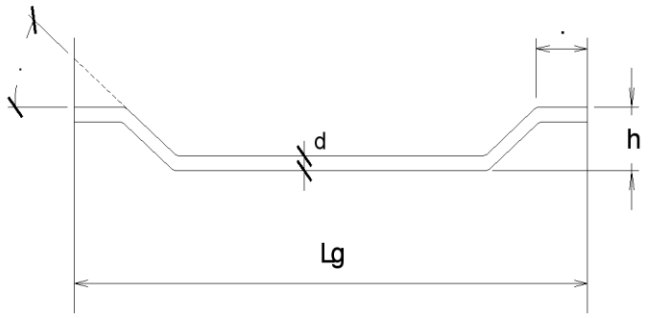
Les fibres DRAMIX® sont exclusivement produites dans les usines BEKAERT. La fabrication est certifiée ISO 9001 soumise à un contrôle interne décrit dans le Manuel Qualité de BEKAERT.

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

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

Conditionnement : G = fibres encollées – 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 20 kg ou big-bags de 1100 kg.

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

Pconditionnement (kg) : +/- 1% sur conditionnement isolé

+/- 0,5% sur Pmoyen de 20 unités de conditionnement.

2.10.3. Annexe 3 - Spécifications relatives à la fibre DRAMIX 3D 55/60 BL et 3D 55/60 BG

Les fibres DRAMIX® 3D 55/60 BL et BG 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 baïonnette 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 = 1,05 mm ($\pm$ 0,02 mm) ;

- Facteur d'élancement : 57 = ℓ/d = 60/1,05 ;
- Longueur des extrémités des crochets : 1,5 ≤ / ≤ 4 mm ;
- Angle du crochet : α ≥ 20 degrés ;
- Résistance à la traction du fil : rm > 1 000 n/mm² ;
- 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)	± 10 %	± 5 %
Diamètre (équivalent)	d	± 10 %	± 5 %
Rapport longueur/diamètre	λ	± 15 %	± 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.

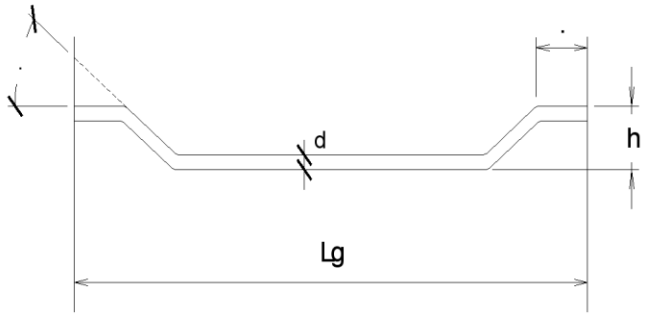
Identification de la fibre - Nomenclature 3D 55/60 BL ou BG

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

Conditionnement : **L** = fibres libres

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 20 kg ou big-bags de 800 kg ou 1100 kg.

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

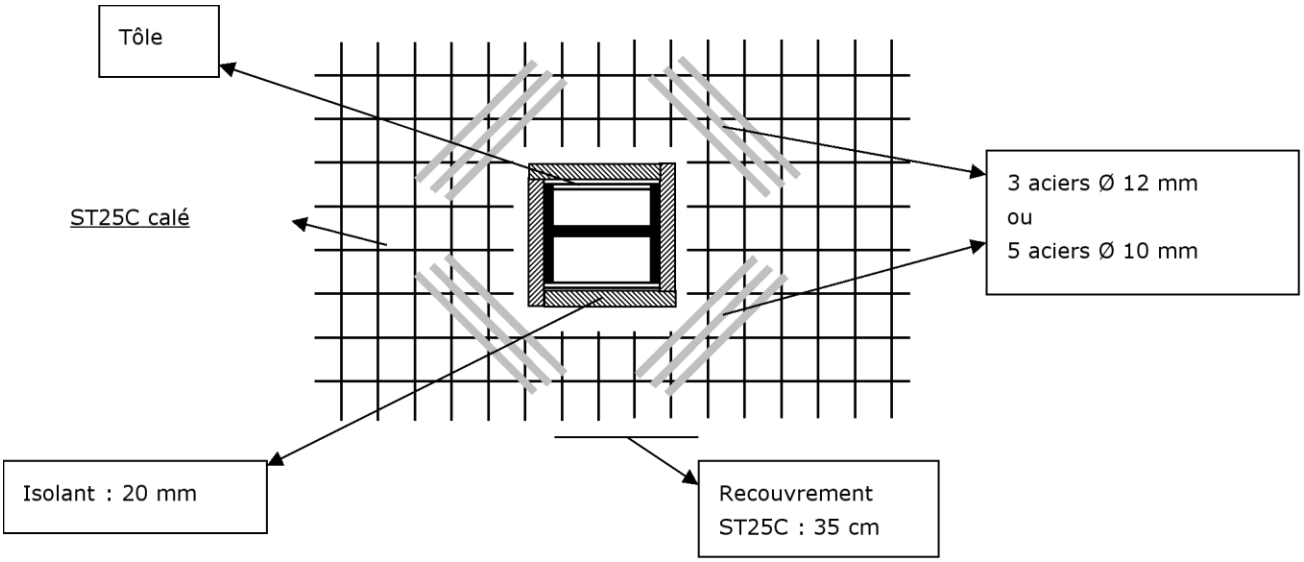
Pconditionnement (kg) : +/- 1% sur conditionnement isolé

+/- 0,5% sur Pmoyen de 20 unités de conditionnement.

2.10.4. Annexe 4 - 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 150x150 mm type ST25C (1/3 de panneau :

2,40m x 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.



2.10.5. Annexe 5 - Exemple de fiches de contrôle

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Référence _____

Lot n°_____

Chantier :

Adresse :

Code postal : Ville :

Bâtiment(s) :

Maître d'ouvrage		
Maître d'œuvre		
Bureau d'étude		
Contrôleur technique		
Entreprise		

Ce dossier contient :

Fiche P « planification	
Fiche F « contrôle de la forme »	
Fiche B « béton de fibres »	
Modèle de fiche d'auto contrôle	
Modèle de fiche de non-conformité	
Plan des joints	
Plan d'assurance qualité (PAQ)	

Rédaction

Rédigé par	
Le	
Entreprise	
Téléphone	
Télécopie	
GSM	

Révisions

Indice	Modifié le	Par

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Référence_____

Lot n°_____

Maître d'œuvre	Bureau d'étude
Adresse	Adresse
Cachet et signature	Cachet et signature
Nom du signataire	Nom du signataire
En qualité de	En qualité de
Gros œuvre	Ent. dallage
Adresse	Adresse
Cachet et signature	Cachet et signature
Nom du signataire	Nom du signataire
En qualité de	En qualité de

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Modèle F

Contrôle de la forme Référence_____

Chantier :

Bâtiments >				Information
Nature de la forme				
Epaisseur du dallage				> 15 cm
EV2/EV1				EV2/EV1≤2,2
EV2				EV2 ≥ 50 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties ≤ 20 kN/m², ou des charges concentrées fixes ≤ 20 kN, ou des charges concentrées mobiles ≤ 20 kN/roue EV2 ≥ 70 MPa pour les charges d'exploitation avec des charges réparties > 20 kN/m², ou des charges concentrées fixes > 20 kN, ou des charges concentrées mobiles > 20 kN/roue
Tassement prévisible				< 3 cm
Point haut de la forme				
Point bas de la forme				
Référence du plan du relevé				
Localisation du niv. 0,00				
Points singuliers : quais, liaisons				
Poteaux, voiles				
Massifs, regards, fosses				
Trame du relevé altimétrique				10 x 10 m
Trame des essais de plaque				
Date de réception				
Corrections nécessaires ?				
Date des corrections				
Report du relevé sur plan				
Réception contradictoire après corrections				
CONFORME				

Dispositions particulières	

Relevé contradictoire

VRD – Terrassement	Ent. Dallage	Maître d'œuvre

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Modèle B

Fabrication du béton de fibres Référence_____

Chantier :

Béton blanc					
Centrale BPE		**Nom de la centrale**			
Centrale chantier		**Responsabilité qualité**			
Temps de transport		Quantité journalière		Quantité horaire	
Référence du béton					
Performance traction/flexion (essai par fendage)				**MPa**	
Adjuvants			Lieu de l'ajout	Par	

Type	O/N	Référence	Dosage	Centrale	Chantier	Mixte	BPE	Ent. dallage
Super plastifiant								
Entraîneur d'air								
Antigel								

Fibres		Document d'évaluation			
Marque		**Type**		**Dosage**	

Introduction des fibres					
Par BPE		Avec les granulats		Sur le site BPE	
Par ent. dallage		Dans le camion-malaxeur		Sur le chantier	

Moyen							
Manuel		Injection		Tapis		Autre	

Informations			Mise en place du béton de fibres	
Vitesse d'introduction		kg/mn	Camion malaxeur	
Vitesse de rotation		t/mn	Pompe	
Temps de malaxage		mn	Autre	

Auto contrôle							
Cônes :		Premiers camions-malaxeurs et ensuite 1 camion-malaxeur sur					
Homogénéité : premier camion-malaxeur et 1 sur		Camions-malaxeurs		Cylindre :		par jour, dont	
Méthode	Séparateur magnétique				Essai(s) brésilien à 7 jours		
	Lavage				Essai(s) brésilien à 28 jours		
	Visuelle						

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Modèle P

Planification Référence_____

Chantier :

J	Actions	Date prévisionnelle hors W.E.	Date réelle	Observations
J+28	Délai de mise en service			
J+8	Utilisation restreinte (30% de la charge)			
J	1er jour de coulage			
J-1	Préparation du coulage			
J-2	Nettoyage et reprofilage si nécessaire			
J-3	Contrôle de la forme			
J-5	Hors d'air			
J-7	Résultat des essais de convenance ou confirmation de la valeur de T/F du béton blanc			Vérifier la conformité avec la note de calcul
J-10	Hors d'eau			
J-23	Notes de calcul complètes, plan des joints, plan du relevé de forme			
J-24	Réception de la forme par le VRD, remise des documents pour contrôle par le dallagiste			
J-35	Essai de convenance du béton si nécessaire			
J-38	Concertation BPE/Entreprise de dallage/Maître d'œuvre			
J-40	Commande du dallage à l'entreprise spécialisée en béton de fibres métalliques			
J-45	Etablissement du dernier devis conforme aux spécifications techniques du Maître d'œuvre selon les informations du Maître d'ouvrage			
J-60	Obtention, par le Maître d'œuvre, des hypothèses de chargement et d'exploitation du dallage. Obtention du rapport de l'étude du sol qui supportera le dallage et éventuellement la forme.			

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Modèle A

Autocontrôle béton

Chantier :

Localisation					Date	
N° de bon	Heure de fabrication	Quantité	Slump	Heure du début de coulage	Heure de fin de coulage	Observations

Recommandations Techniques Dallages en BFM

Modèle NC

Non conformité

Chantier :

Entreprise : _____

Fiche n°		Date	

<u>Localisation des éléments contrôlés</u> :		
<u>Description de la non conformité</u> :		
<u>Actions correctives envisagées (solution définitive à un problème)</u> :		
<u>Observations du Maître d'ouvrage</u> :		
L'entreprise	**Le Maître d'ouvrage**	**Le Maître d'œuvre**