# Document Technique d'Application

Référence Avis Technique **3.3/15-826_V4**

**Annule et remplace l'Avis Technique 3/15-826_V3**

*Dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques avec et/ou sans joints de retrait*

*Industrial foundation slab in metallic fibre-reinforced concrete with or without contraction joints*

# Dallages en béton de fibres métalliques, à usage industriel ArcelorMittal Bissen S.A.

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

**Titulaire :** ArcelorMittal Bissen S.A.
BP 16
Li-7703 Bissen
Tél. : +352 83 57 72-1
Fax : +352 83 56 98
Site internet : www.arcelormittal.com

**Groupe Spécialisé n° 3.3**

Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure

Publié le 11 juillet 2019

Commission chargée de formuler des Avis Techniques et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

Secrétariat de la commission des Avis Techniques
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : 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)

© CSTB 2019

**Le Groupe Spécialisé N° 3.3 « Structures tridimensionnelles, ouvrages de fondation et d'infrastructure » de la Commission chargée de formuler les Avis Techniques a examiné, le 11 avril 2019 la demande de modification éditoriale sur le procédé de « Dallages en béton de fibres métalliques, à usage industriel ArcelorMittal Bissen S.A. », présenté par la société ArcelorMittal Bissen S.A. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. Cet Avis annule et remplace l'Avis 3.3/15-826_V3. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.**

# 1. Définition succincte

## 1.1 Description succincte

Les dallages en béton renforcé de fibres métalliques TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™, 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 TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ porte sur :

- Leur réalisation à partir d'un béton particulier du fait de la présence de fibres métalliques produites par ARCELOR MITTAL ;
- 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 types de fibres utilisées dans le cadre de ce présent Avis Technique sont :

- la fibre HE 1/50,
- la fibre HE 1/60
- la fibre HT 1/60,
- la fibre HFE 90/60.

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 poussiérage et d'usure de la surface.

## 1.2 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les fibres HE 1/50, HE 1/60, HT 1/60 et HFE 90/60 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.

## 1.3 Identification

Les fibres utilisées sont commercialisées en France par la Société ArcelorMittal Wire Solutions S.A.

Les fibres sont livrées en cartons de 25kg ou en big bags de 500 kg. Chaque carton rappelle la référence des fibres et leur provenance. Ces produits sont assortis du marquage CE accompagné des informations prévues par la norme européenne NF EN 14889-1.

Les fibres sont incorporées au béton en centrale ou sur chantier.

# 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 parties 1 et 2). 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 ;
- 35kg/m3 pour dallages sans treillis ; 40kg/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 80kN/m² ou un ensemble des 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 80kN/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 TAB-FIBER™ (avec joints) peut être utilisé en atmosphère intérieure et en atmosphère extérieure des bâtiments.

Le dallage TAB-FLOOR™ (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

### 2.21 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'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 exigences suivantes :

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

Les dallages TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ 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 Techniques du présent Avis.

#### Données environnementales et sanitaires

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.

#### 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 applicationdes 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.

### 2.22 Durabilité / entretien

La durabilité des dallages TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ 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 TAB-FLOOR™ nécessite un entretien particulier durant la vie de l'ouvrage (colmatage, rebouchage, etc.).

### 2.23 Mise en œuvre

La mise en œuvre des dallages TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ 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 TAB-FLOOR™, 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 profit de l'expérience des difficultés éventuelles rencontrées sur le terrain. Ce monitorat doit porter a minima sur les points traitant de le mise en œuvre des dallages TAB-FLOOR™ 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 Prescriptions techniques

### 2.31 Conception des ouvrages

La mise en charge du dallage conduit à des rotations anélastiques locales au droit des microfissures 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 15cm pour les dallages à usage industriel et au minimum de 13cm 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 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 TAB-FIBER™ (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 10mm.
- Dans le cas où le dosage en fibres est inférieur à 35kg/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 6mm et l'espacement maximal est de 20cm. Ce treillis généralisé n'est pas obligatoire si le dosage en fibres est supérieur ou égal à 35kg/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 suivant le paragraphe 6.2 du DTU 13.3 (NF P 11-213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre.

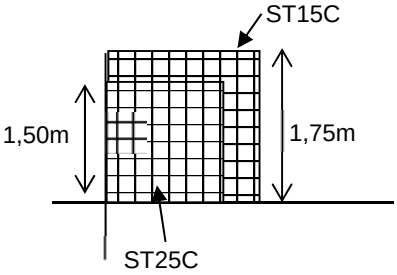
**Prescriptions particulières au procédé sans joints TAB-FLOOR™ (sans joints) :**

- Les dalles sans joints intermédiaires ne doivent pas dépasser 1600m². 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 TAB-FLOOR™ 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 200μm (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 les plans de principe donnés en annexe au Dossier Technique établi par le demandeur.
- Le dosage en fibres métalliques est d'au moins 40kg/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 3cm 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 1,42cm² (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.

La vérification de la conformité du dallage aux prescriptions de conception, notamment concernant les tolérances d'épaisseur et les mesures d'épaisseur devra être réalisée suivant le paragraphe 8.1 du DTU13.3 (NF P 11 213-1 ou NF P 11-213-2 selon l'usage industriel ou autre).

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 du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 2.1) est appréciée favorablement.

### Validité

A compter de la date de publication présente en première page et jusqu'au 31/10/2020.

*Pour le Groupe Spécialisé n° 3.3*
*Le Président*

## 3. Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Lors de la séance du 13 février 2018 le Groupe a souhaité préciser que les valeurs de dimensionnement à prendre en compte sont les valeurs données en annexe du présent Avis pour le dosage et la fibre précisés.

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 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 qu'elle 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 (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 de 4,3MPa, confirmé par les essais de résistance à la traction par flexion sur prismes en béton blanc.

Lors de la séance du 11 avril 2019, le Groupe a souhaité préciser que seule la modification de la dénomination commerciale de la fibre HE+ 1/60 devenue HT 1/60 a fait l'objet de la révision de l'Avis Technique.

*Le Rapporteur du Groupe Spécialisé*
*n° 3.3*

# 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 ArcelorMittal Bissen S.A. sont données dans les deux tableaux qui suivent, en fonction du type de fibres et du dosage. Les contraintes limites de dimensionnement données dans ces tableaux valent pour un béton non arme 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 $\sigma^1_{tc}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dosage et type de fibre | HE 1/50 | HE 1/60 | HT 1/60 | HFE 90/60 |
| 25 kg/m³ | 4.3 | ND | ND | ND |
| 30 kg/m³ | 4.3 | ND | ND | ND |
| 35 kg/m³ | 4.3 | 4.8 | 5.4 | ND |
| 40 kg/m³ | 4.3 | 5.4 | 5.4 | 5.4 |

***Tableau 2***

| Valeur de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, en bords et coins des panneaux délimités par tous types de joints $\sigma^2_{tc}$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dosage et type de fibre | HE 1/50 | HE 1/60 | HT 1/60 | HFE 90/60 |
| 25 kg/m³ | 2.9 | ND | ND | ND |
| 30 kg/m³ | 2.9 | ND | ND | ND |
| 35 kg/m³ | 3.0 | 3.2 | 3.1 | ND |
| 40 kg/m³ | 3.1 | 3.2 | 3.4 | 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 résistance | Résistance caractéristique en traction par fendage | Coefficient multiplicatif |
|---|---|---|
| C30/37 | 3 MPa | 1,00 |
| C35/45 | 3 MPa | 1,11 |

ND : non déterminé

# A. Description

## 1. Définition des procédés TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™

### 1.1 Dallage TAB-FIBER™

Le procédé TAB-FIBER™ est destiné à la réalisation de dallages, pour sols industriels, en béton renforcé de fibres métalliques, pourvus de joints de retrait.

### 1.2 Dallage TAB-FLOOR™

Le procédé TAB-FLOOR™ est destiné à la réalisation de dallages, pour sols industriels en béton dépourvus de joints de retrait sciés.

### 1.3 Fibres utilisées.

Les types de fibres utilisés dans le cadre de ce présent Avis Technique sont :

- La fibre HE 1/50,
- La fibre HE 1/60
- La fibre HT 1/60,
- La fibre HFE 90/60.

Elles sont fabriquées dans les usines ArcelorMittal de Bissen (Luxembourg), Sheffield (Grande Bretagne) et Sycow (Pologne)

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) ARCELOR 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 TAB-FIBER™ (avec joints) s'applique aux dallages intérieurs et extérieurs. Le procédé TAB-FLOOR™ (sans joints) s'applique exclusivement aux dallages intérieurs.

Pour les deux procédés (avec ou sans joints), l'épaisseur nominale du dallage est au minimum de 15cm pour les dallages à usage industriel ou assimilés (DTU 13.3 partie 1) et au minimum de 13cm 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. 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 ou égal à 300kg/m³.

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

## 4. Spécifications de mise en œuvre des dallages TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™.

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 de consistance S4 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 TAB-FIBER™

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

b) Ciments utilisables pour TAB-FLOOR™

- 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.

d) 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 TAB-FIBER™), le rapport E/C doit être adapté selon la classe d'exposition visée.

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

e) Adjuvants

Les adjuvants utilisés seront conformes aux spécifications de la norme EN 934-2. L'ajout de super fluidifiant 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 super fluidifiant 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.

f) 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 ou par aplatissement/crochets.

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.

Deux types de fibres d'acier produites par ArcelorMittal Wire Solutions sont préconisés :

- Fibres à ancrage par crochets HE 1/50, HE 1/60 et HT 1/60, selon spécifications en annexe du présent Dossier Technique.
- Fibres à ancrage par crochets à bouts aplatis HFE 90/60, selon spécifications en annexe du présent Dossier Technique.
- 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).

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.

g) Feuille de matière synthétique (polyéthylène)

Elle est déconseillée sans perçage dans les procédés décrits au présent dossier. Seule une forme de la qualité requise (compactage, portance et tolérance de niveau) mais de nature pulvérulente pouvant absorber l'eau de gâchage du béton en justifie l'emploi. ArcelorMittal Bissen S.A. recommande de bétonner directement sur la forme humide. Néanmoins, il est insisté sur le fait d'humidifier la forme par arrosage de façon raisonnable, sans la noyer, ni la détériorer avec un jet d'eau direct et trop puissant.

Rappelons aussi que la mécanisation du transport et de l'épandage du béton permettant de réduire la quantité d'eau, est généralement gênée par cette feuille tendant à former des plis rentrants, en créant de cette façon une sorte de joints sciés venant du bas.

Rappelons encore qu'une forme ne présentant pas la qualité mécanique requise devra impérativement être retravaillée.

h) 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 ou triple 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 4mm. 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 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.

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

i) Joints de retrait (uniquement TAB-FIBER™) (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 du retrait lorsque les dimensions maximales des mailles n'excèdent pas les valeurs données au paragraphe 5.6.6 du DTU 13.3 partie 1.

Pour des dallages extérieurs, soumis aux intempéries, les distances entre joints du DTU 13.3 partie 3 s'appliquent.

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

j) 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. Des solutions types sont reprises en annexe du présent Dossier Technique. 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 d'un dallage TAB-FIBER™ 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.

k) Finition

Toutes les techniques de finition avec ou sans couche d'usure employées pour les dallages traditionnels sont utilisables pour les dallages TAB-FIBER™ et TAB-Floor™. Suivant le type de finition et le soin apporté, il peut subsister quelques fibres en surface sans que cela ne perturbe ou ne diminue en aucun cas les performances du BRFM.

i) 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 (NF P 11 213-1). Elle peut se faire 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 |

# 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 (NF P 11 213-1).

## 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.

Les valeurs y sont données en fonction du type de fibre et du dosage en fibres.

## 5.3 Disposition spéciale TAB-FLOOR™

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

# 6. Mise en œuvre du béton en place

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.

La plate-forme doit être réceptionnée contradictoirement avec l'entreprise titulaire de ce lot, avec un délai nécessaire à une reprise éventuelle.

Il est important de respecter la tolérance de niveau du support de +/- 10mm.

Le déversement du béton 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 renforcent par des treillis soudés à mailles serrées, les joints de construction 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 fibre », et doivent être conformes à la norme NF P11-213 paragraphes 5.1.3.3, 5.1.3.4, 5.5 et 7.4 pour la réalisation.

# 7. Contrôles

Les essais de contrôle (ainsi que de caractérisation et de convenance) selon la méthode AFREM (Décembre 1995) sont ceux qui sont décrits en annexe 3 du document CSTB-BEFIM.

## 7.1 Mesure du dosage en fibres

Pour la mesure du dosage en fibres sur béton frais, la méthode AFREM préconise le prélèvement de 5 litres de béton frais. Ce volume s'est avéré trop petit en pratique et conduit, même pour un béton correctement malaxé et montrant une distribution « uniforme » des fibres, à des variations importantes. ArcelorMittal Bissen S.A. préconise la procédure de contrôle ci-après :

- Cadence :
  - au moins 1 fois par jour.
  - au moins 1 fois par 500m³.
- Méthode :
  - 3 x 10 litres de béton.
  - prélèvement sur 3 toupies différentes.

- Résultat :
  - chaque prélèvement doit être à ± 20% du dosage théorique.
  - la moyenne ne doit pas être inférieure de plus de 10% au dosage théorique.

Un contrôle visuel par toupie complètera le contrôle du dosage et de la répartition des fibres.

### 7.2 Ouvrabilité

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/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 minimum |
|---|---|
| mise en œuvre mécanique | S4 |
| mise en œuvre manuelle | S4 |

## 8. Réalisation et dispositions diverses

### 8.1 Réalisation

La réalisation du dallage suivant les procédés TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ est encadrée par un système de gestion de la qualité au sein de l'entreprise spécialisée. Ce système fait partie intégrante des spécifications du procédé.

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 civiles spécifiques…) est à dresser. Cette liste ou plan doit également indiquer la solution retenue pour éviter des problèmes futurs.

### 8.2 Conditions de mise en œuvre diverses

Afin d'améliorer les conditions d'exécution et la qualité, ArcelorMittal Bissen S.A. recommande aux entreprises spécialisées de mécaniser au maximum la mise en œuvre des deux procédés et spécialement du procédé TAB-FLOOR™.

# B. 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 selon les procédés TAB-FIBER™ et TAB-FLOOR™ 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. DTU 13.3 – Dallages : Conception, calcul et exécution ; Partie 1 et 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 HE 1-50 – Dosage à 25kg/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 HE 1-50 – 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 HE 1-50 – 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 HE 1-50 – Dosage à 40kg/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 HE +1-60 – 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 HE +1-60 – Dosage à 40kg/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 HFE 90-60 – Dosage à 40kg/m3
- SIGMABETON (Juin 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 HE 1-60 – Dosage à 35kg/m3
- SIGMABETON (Juin 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 HE 1-60 – Dosage à 40kg/m$^3$

# C. Références

### C1. Données Environnementales[1]

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE). Il ne peut donc revendiquer aucune performance environnementale particulière.

Les données issues des DE ont notamment pour objet de servir au calcul des impacts environnementaux des ouvrages dans lesquels les produits (ou procédés) visés sont susceptibles d'être intégrés.

### C2. Autres références

Depuis 2008 plus de 200 chantiers de dallages renforcés de fibres ont été réalisés.

Exemples de réalisations (entre 2012 et 2016) :

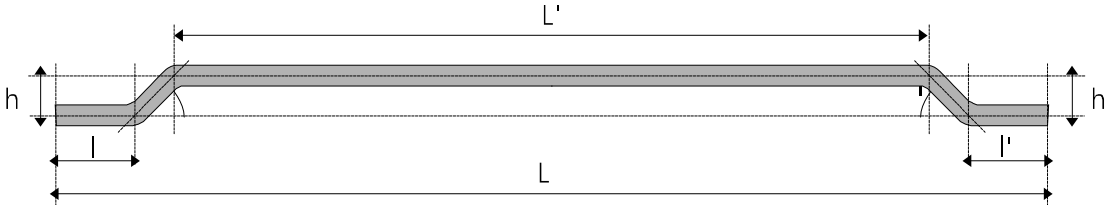
- Fibre HE1/50
  - Carrefour Parcolog Cholet 50000m2 -18 cm /40 kg/m$^3$
  - Idec Moncel les Luneville +/- 55000 m2-18 cm/40 kgs
  - ABCD Goodman St Gilles +/-70000 m2 -18 et 20 cm /40 kg/m$^3$
  - Idec Intermarché Bourges +/-45000 m2-18/40 kg/m$^3$
- Fibre HT1/60
  - FM NG Concept Entraigues sur la Sorgue +/-10000 m2- 19 cm 40 kg/m$^3$
  - GSE GT Logistic Montauban +/-10000 m2- 16 cm /40 kg/m$^3$
  - FM NG Concept Fauverney +/- 5000 m2 -19/40 kg/m$^3$

[1] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

# Partie Tableaux et figures

***Spécifications relatives à la fibre HE 1/50***

***Désignation :*** ***HE 1/50***




**Classification :**

- Groupe : I (fil tréfilé à froid)
- Type d'ancrage : à crochets
-

**Géométrie :**

- Diamètre de la fibre d : 1 mm ± 0,04 mm
- Longueur nominale de la fibre L : 50 mm + 2 / - 3 mm
- Rapport L/d : 50 (Cat. 2)
- Longueur des extrémités l et l' : 1,5 - 4 mm
- Amplitude h et h' : 1,8 mm + 1 / - 0 mm
- Angle de pliage $\alpha$ et $\alpha'$ : 45° (min. 30°)
- Flèche de la fibre : max. 5% de L'
- Angle de torsion de la fibre : < 30°
- Nombre de fibres par kg : 3150 fibres
- Longueur du réseau : 1575 m / 10 kg

**Caractéristiques physico-chimiques :**

- Résistance à la traction typique du fil : 1100 N/mm2
- Résistance à la traction typique de la fibre : 1080 N/mm2 (Classe B)
- Composition chimique : Catégorie B
- Résistance à la corrosion : Acier clair

**Conditionnement :**

- Boîtes en carton recyclables
- Contenu / Boîte : 25 kg
- Boîtes / Palette : 48
- Poids / Palette : 1200 kg
- Fibres rangées parallèlement dans la boîte
- Palettes soudées dans une feuille de plastique rétractée ou emballées dans une feuille HI-STRETCH
- Également livrable en Big Bag de 500 kg

# HE 1/60

## Dimensions

| | |
|---|---|
| Diamètre de la fibre (d) | 1.00 mm (± 0.04 mm) |
| Longueur de la fibre (L) | 60.0 mm (+2/-3 mm) |
| Longueur des extrémités (l et l') | 1 – 4 |
| Amplitude (h et h') | 1.80 mm (+1/-0 mm) |
| Angle de pliage (α et α') | 45° (min. 30°) |
| Rapport (L/d) | 60 |
| Flèche de la fibre | max. 5% de L' |
| Angle de torsion de la fibre | < 30° |
| Nombre de fibres par kg | 2600 |
| Longueur des fibres par 10 kg | 1575 m |

## Conditionnement

| | |
|---|---|
| Boîtes en carton recyclable | |
| Contenu/boîte | 25 kg |
| Boîtes/palette | 48 |
| Poids/palette | 1200 kg |
| Fibres rangées parallèlement dans la boîte | |
| Palettes soudées dans une feuille de plastique rétractée ou emballées dans une feuille hi-stretch | |
| Également livrable en Big Bag de 500 kg | |

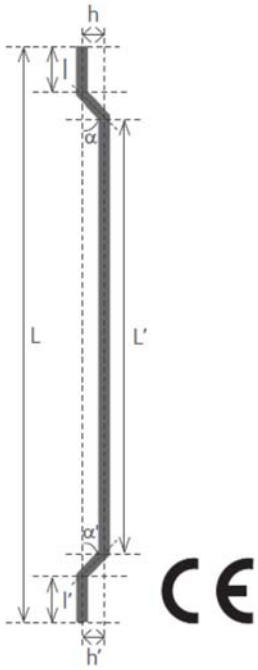
## Divers

**La fibre décrite est conforme aux standards suivants :**

- EN 14889-1 type 1 (fibres en fil d'acier tréfilé à froid)
- ASTM A820/A820M-04 type 1 (fibres en fil d'acier tréfilé à froid)

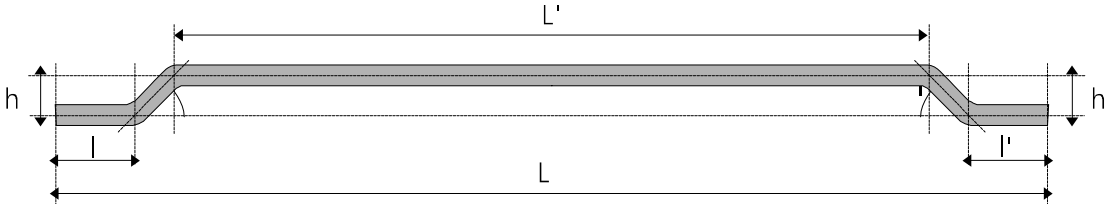
## Caractéristiques physiques

- Résistance à la traction typique du fil : 1150 N/mm²



***Spécifications relatives à la fibre HT 1/60***

***Désignation : HT 1/60***




**Classification :**

- Groupe : I (fil tréfilé à froid)
- Type d'ancrage : à crochets
-

**Géométrie :**

- Diamètre de la fibre d : 1 mm ± 0,04 mm
- Longueur nominale de la fibre L : 60 mm + 2 / - 3 mm
- Rapport L/d : 60 (Cat. 2)
- Longueur des extrémités l et l': 1,5 - 4 mm
- Amplitude h et h' : 1,8 mm + 1 / - 0 mm
- Angle de pliage $\alpha$ et $\alpha'$ : 45° (min. 30°)
- Flèche de la fibre : max. 5% de L'
- Angle de torsion de la fibre : < 30°
- Nombre de fibres par kg : 2625 fibres
- Longueur du réseau : 1575 m / 10 kg

**Caractéristiques physico-chimiques :**

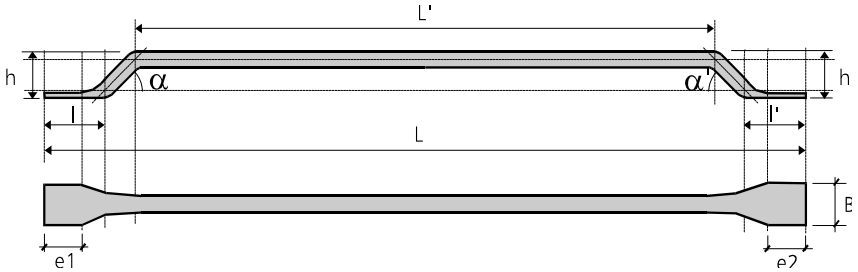
- Résistance à la traction typique du fil : 1450 N/mm2
- Résistance à la traction typique de la fibre : 1430 N/mm2 (Classe B)
- Composition chimique : Catégorie B
- Résistance à la corrosion : Acier clair

**Conditionnement :**

- Boîtes en carton recyclables
- Contenu / Boîte : 25 kg
- Boîtes / Palette : 48
- Poids / Palette : 1200 kg
- Fibres rangées parallèlement dans la boîte
- Palettes soudées dans une feuille de plastique rétractée ou emballées dans une feuille HI-STRETCH

***Spécifications relatives à la fibre HFE 90/60***

***Désignation :*** ***HFE 90/60***




**Classification :**

- Groupe : I (fil tréfilé à froid)
- Type d'ancrage : double (crochets + bouts aplatis)

**Géométrie :**

- Diamètre de la fibre d : 0,90 mm ± 0,04 mm
- Longueur nominale de la fibre L : 60 mm + 2 / - 3 mm
- Rapport L/d : 67 (Cat. 1)
- Longueur des extrémités l et l' : 2 - 4 mm
- Amplitude h et h' : 1,8 mm + 1 / - 0 mm
- Largeur B : ≥ 1,8 mm
- Longueur e1 : l – 1 mm
- Longueur e2 : l' – 1 mm
- Angle de pliage α et α' : 45° (min. 30°)
- Flèche de la fibre : max. 5% de L'
- Angle de torsion de la fibre : < 30°
- Nombre de fibres par kg : 3240 fibres
- Longueur du réseau : 1944 m / 10 kg

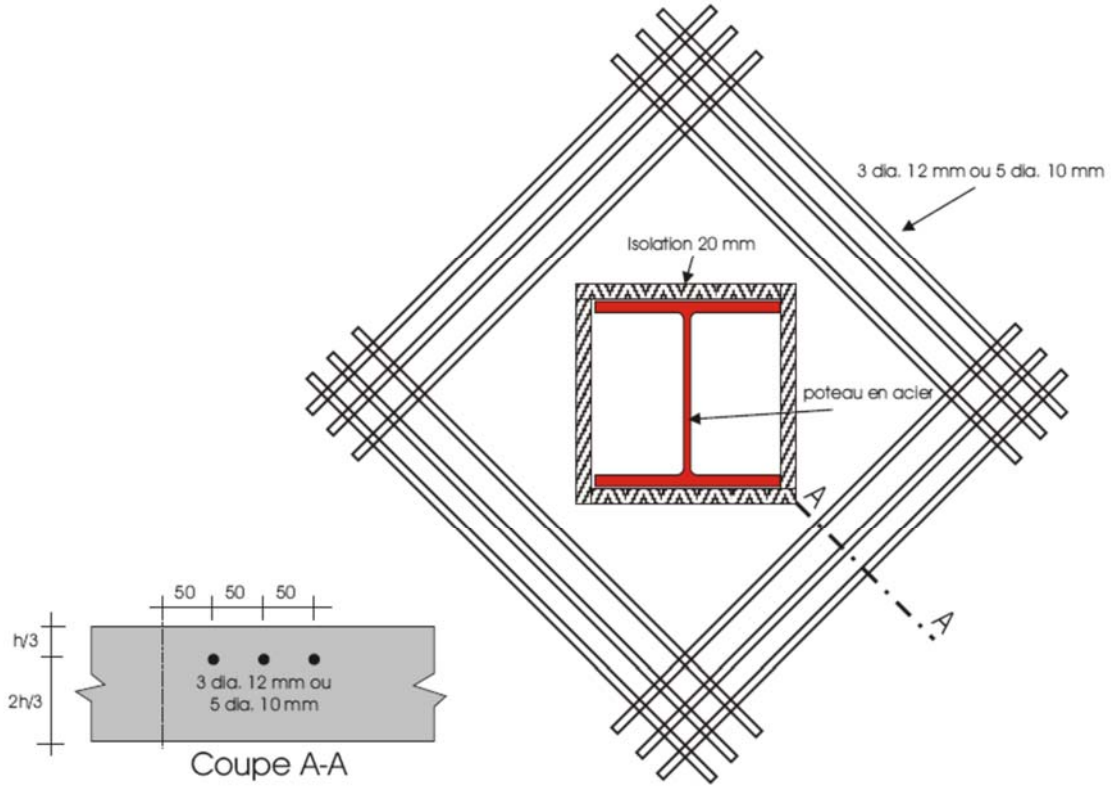
**Caractéristiques physico-chimiques :**

- Résistance à la traction typique du fil : 1100 N/mm$^2$
- Résistance à la traction typique de la fibre : 1080 N/mm$^2$ (Classe B)
- Composition chimique : Catégorie B
- Résistance à la corrosion : Acier clair
- 

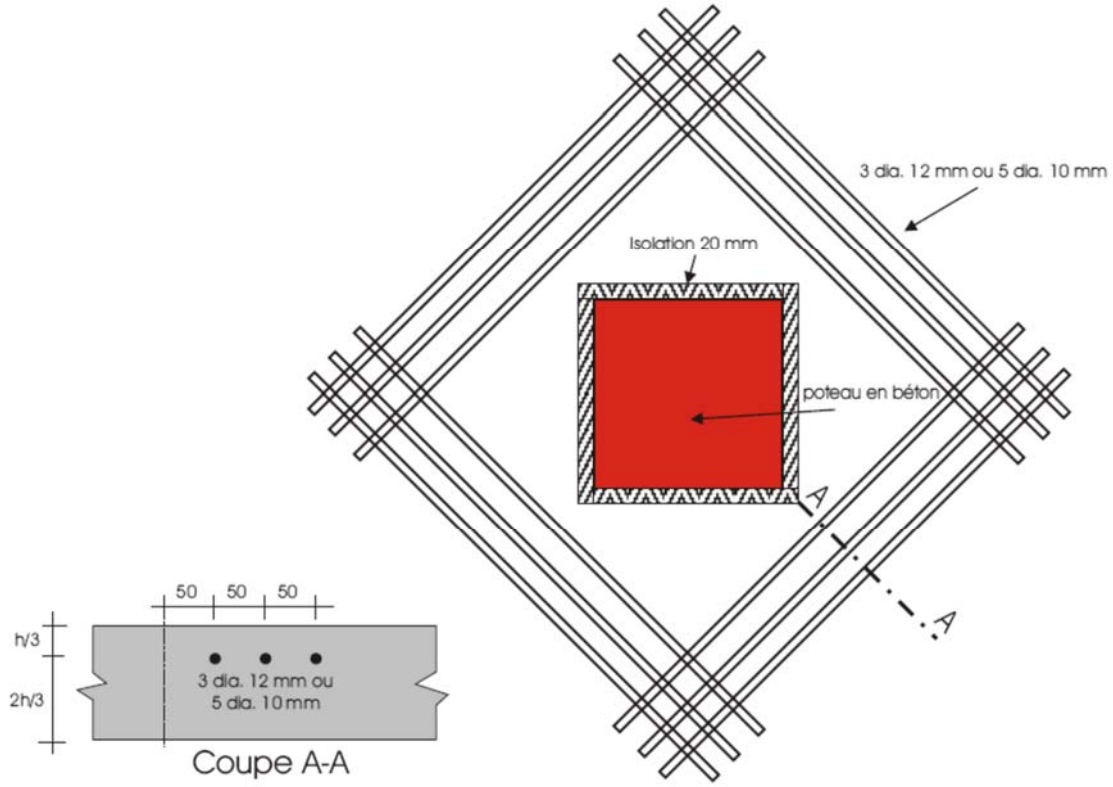
**Conditionnement :**

- Boîtes en carton recyclables
- Contenu / Boîte : 25 kg
- Boîtes / Palette : 48
- Poids / Palette : 1200 kg
- Fibres rangées parallèlement dans la boîte
- Palettes soudées dans une feuille de plastique rétractée ou emballées dans une feuille HI-STRETCH

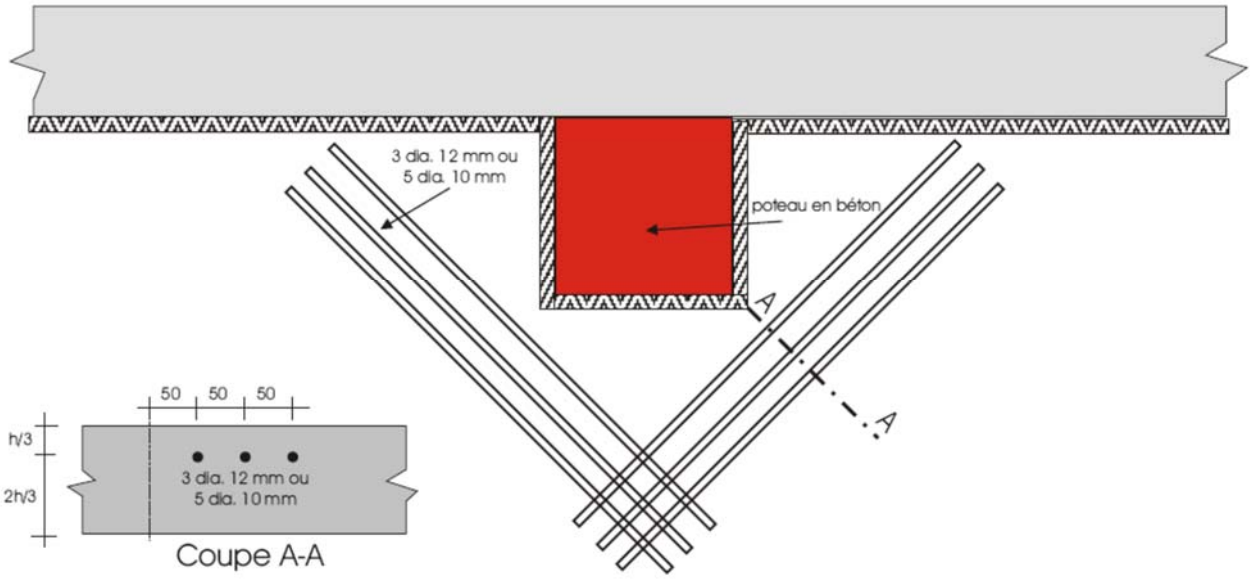
***Renforcement autour d'un poteau métallique.***



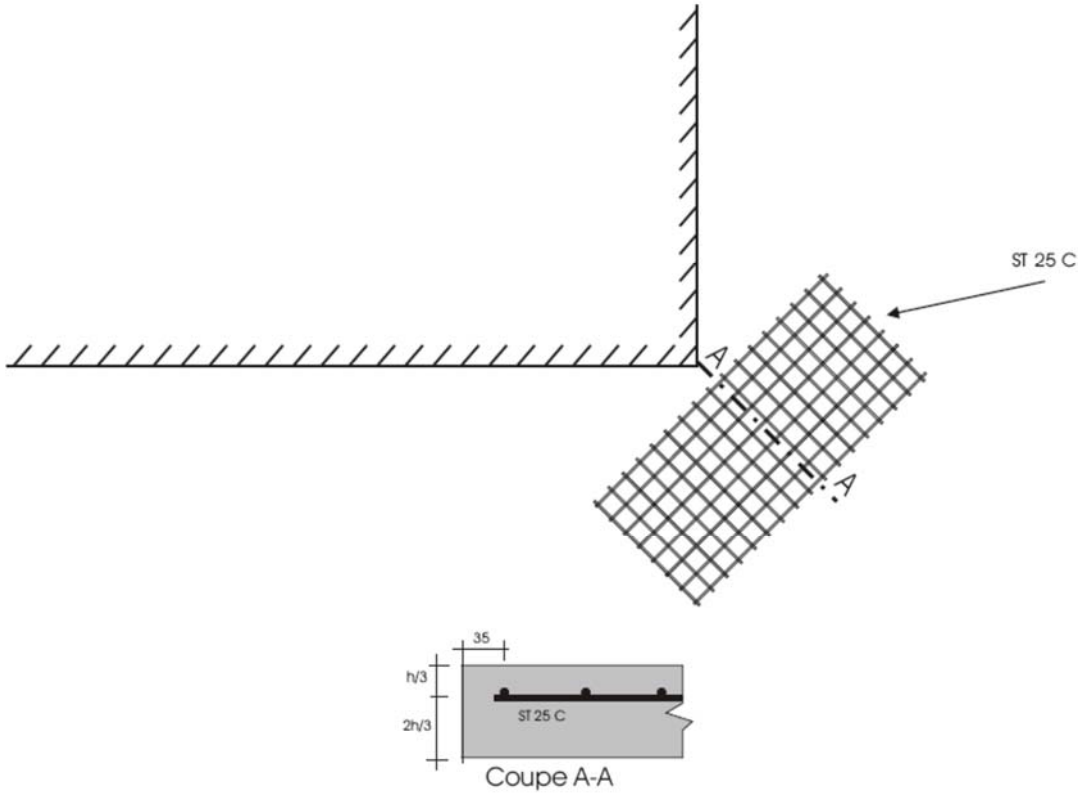

***Renforcement autour d'un poteau en béton***



***Renforcement autour d'un poteau de rive.***



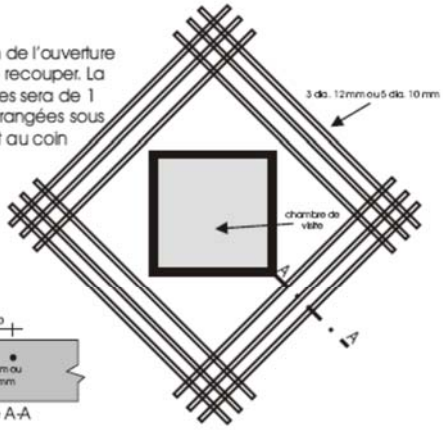

***Renforcement au voisinage d'un angle rentrant.***

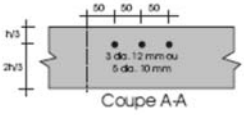


***Renforcement autour d'une chambre de visite.***

## Variante 1

En fonction de la dimension de l'ouverture les barres ne doivent pas se recouper. La longueur minimale des barres sera de 1 mètre et les barres seront arrangées sous un angle de 45° par rapport au coin rentrant

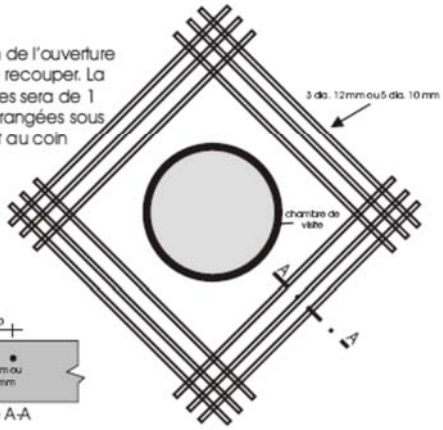


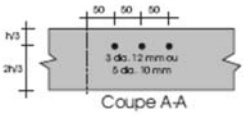




Coupe A-A

## Variante 2

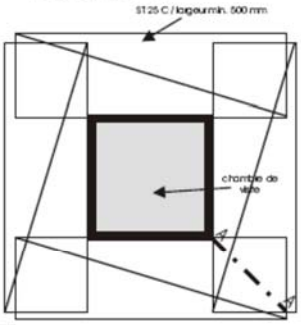
En fonction de la dimension de l'ouverture les barres ne doivent pas se recouper. La longueur minimale des barres sera de 1 mètre et les barres seront arrangées sous un angle de 45° par rapport au coin rentrant

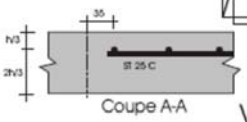



Coupe A-A

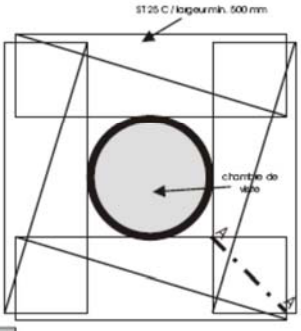
## Variante 3

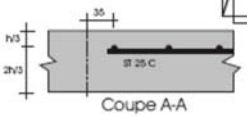



Coupe A-A

## Variante 4




Coupe A-A