DTA
DOCUMENT TECHNIQUE D'APPLICATION

3.3/20-1025_V3

Relevant de la Norme

NF EN 14889-1

Valide du **05 février 2023**

au **31 octobre 2023**

Sur le procédé

Dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques KRAMPE HAREX

Titulaire : **Société KrampeHarex GmbH&Co. KG**
Pferdekamp 6–8 · D-59075 Hamm
Internet www.krampeharex.com

Distributeur exclusif : **Société SIFLOOR**
ZI Molina Sud - 8 rue Marc Seguin BP 30 310
42 350 LA TALAUDIERE
Tél : +334 77 80 46 40
Fax : +334 77 90 22 51
Email : contact@sifloor.com

Descripteur :

Le dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques KRAMPE HAREX est un dallage avec ou sans joint, qui répond 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 Krampe Harex porte sur :

- Leur réalisation à partir d'un béton particulier du fait de la présence de fibres métalliques produites par Krampe Harex aux dosages de 25, 35 et 40 kg/m^3 ;
- Le procédé sans joints au dosage de 40 kg/m^3 consiste en un dallage sans joints de retrait autres que les arrêts de coulage, imposant une mise en œuvre particulière.

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 fibres utilisées dans le cadre du présent DTA sont les fibres DE 60 / 1.0 aux dosages de 25, 35 et 40 kg/m^3.

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

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

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)

AVANT-PROPOS

Les Avis Techniques et les Documents Techniques d'Application sont destinés à mettre à disposition des acteurs de la construction des éléments d'appréciation sur la façon de concevoir et de construire des ouvrages au moyen de produits ou procédés de construction dont la constitution ou l'emploi ne relèvent pas des savoir-faire et pratiques traditionnels.
Au terme d'une évaluation collective, l'avis technique de la commission se prononce sur l'aptitude à l'emploi des produits ou procédés relativement aux exigences réglementaires et d'usage auxquelles l'ouvrage à construire doit normalement satisfaire.

Versions du document

Version	Description	Rapporteur	Président
V2	Prise en compte des dernières jurisprudences de la famille notamment : - La limitation du rapport du grand côté sur le petit côté de la dalle qui doit être compris entre 1 et 1,3	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZRAN
V3	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.	Loïc PAYET	Roseline BERNARDIN-EZRAN

Table des matières

1. Avis du Groupe Spécialisé 4
1.1 Définition succincte 4
1.1.1 Description succincte 4
1.1.2 Mise sur le marché 4
1.1.3 Identification 4
1.2 Avis....4
1.2.1 Domaine d'emploi accepté....4
1.2.2 Appréciation sur le procédé 5
1.2.3 Prescriptions Techniques 5
1.3 Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé 7
1.4 Annexes de l'Avis du Groupe Spécialisé – Valeurs d'utilisation 8
2. Dossier Technique....9
2.1. Données commerciales 9
2.1.1. Coordonnées 9
2.2. Description du procédé 9
2.3. Spécifications de conception – Description des matériaux entrant dans la composition du dallage 9
2.3.1. Fibre utilisée....9
2.3.2. Béton....9
2.4. Principes de dimensionnement....10
2.4.1. Généralités....10
2.4.2. Contraintes de calcul à l'état limite de service 10
2.4.3. Dispositions spécifiques pour les dallages sans joints 10
2.5. Spécification de mise en œuvre des dallages 10
2.5.1. Béton fibré 10
2.5.2. Mise en œuvre du béton fibré en place....10
2.5.3. Arrêts de coulage et joints....11
2.5.4. Renforts ponctuels (annexe 2) 11
2.5.5. Couche de glissement 11
2.5.6. Finition 11
2.5.7. Cure 12
2.5.8. Dispositions spéciales pour procédé non pourvu de joints de retrait 12
2.6. Contrôles de fabrication du béton fibré 12
2.6.1. Contrôles spécifiques 12
2.6.2. Contrôles spécifiques en laboratoire....13
2.7. Mise en œuvre et dispositions diverses 13
2.8. Assistance technique 13
2.9. Rôle des intervenants 13
2.10. Résultats expérimentaux....14
2.11. Références 14
2.11.1. Données Environnementales 14
2.11.2. Autres références 14
2.12. Annexe 1 : Fiche technique de la fibre DE 60/1,0 N 15
2.13. Annexe 2 : Exemple de renforts complémentaires au droit d'un poteau métallique pour le procédé de dallage non pourvu de joint de retrait : 16
2.14. Annexe 3 : PLAN ASSURANCE QUALITE DALLAGES SANS JOINTS SCIES KRAMPE HAREX....17

1. Avis du Groupe Spécialisé

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 08 décembre 2022, le procédé de **Dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques KRAMPE HAREX,**, présenté par la Société KrampeHarex GmbH&Co. KG. Il a formulé, sur ce procédé, le Document Technique d'Application ci-après. L'avis a été formulé pour les utilisations en France métropolitaine.

1.1 Définition succincte

1.1.1 Description succincte

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

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

- Leur réalisation à partir d'un béton particulier du fait de la présence de fibres métalliques produites par Krampe Harex aux dosages de 25, 35 et 40 kg/m^3 ;
- Le procédé sans joints au dosage de 40 kg/m^3 consiste en un dallage sans joints de retrait autres que les arrêts de coulage, imposant une mise en œuvre particulière.

Les fibres utilisées dans le cadre du présent Avis Technique sont les fibres DE 60 / 1.0 N.

Elles sont fabriquées à partir de fil d'acier tréfilé. Les dimensions et formes géométriques des fibres sont précisées dans le Dossier Technique, 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 maitrise 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 maitrise des effets de poussiérage et d'usure de la surface.

1.1.2 Mise sur le marché

En application du Règlement (UE) n° 305/2011, les fibres d'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.

1.1.3 Identification

Les fibres DE 60/1,0 N sont commercialisées en France par la Société Krampe Harex GmbH&Co. KG via son distributeur exclusif, la société Sifloor.

Les fibres sont livrées en cartons ou sacs de 20 kg ou en big bags (de 500 kg ou de 1 000 kg). Chaque carton rappelle la référence des fibres et leur provenance. Les fibres sont incorporées au béton en centrale ou sur chantier.

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

1.2 Avis

1.2.1 Domaine d'emploi accepté

Les dallages visés dans le cadre du présent Document Technique d'Application, 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 kg/m^3 pour dallages avec treillis de conjugaison des joints ;
- 35 kg/m^3 pour dallages sans treillis ;
- 40 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 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 80 kN/m².

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

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

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

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

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

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

1.2.2 Appréciation sur le procédé

1.2.2.1 Satisfaction aux lois et règlements en vigueur et autres qualités d'aptitude à l'emploi

Les dallages visés par le présent DTA 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 au fendage minimale du béton est de 3 MPa ;
- Le dosage minimal en ciment selon la norme NF EN 206+A2/CN est de 300 kg/m³ ;
- 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.

Les dallages 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

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 application des réglementations en vigueur n'entre pas dans le champ du présent Avis. Le titulaire du présent DTA conserve l'entière responsabilité de ces informations et déclarations.

1.2.2.2 Durabilité - Entretien

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

1.2.2.3 Fabrication et contrôle

Cet avis est formulé en prenant en compte les contrôles et mode de vérification de fabrication décrits dans le Dossier Technique.

1.2.2.4 Mise en œuvre

La mise en œuvre des dallages 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 profit de l'expérience des difficultés éventuelles rencontrées sur le terrain. Ce monitorat doit porter à minima sur les points traitant de la mise en œuvre des dallages du paragraphe 2.4 du Dossier Technique, ainsi que du respect des prescriptions du Plan d'Assurance Qualité joint en Annexe 3.

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

1.2.3 Prescriptions Techniques

1.2.3.1 Conditions de conception

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 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 le 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 est réalisé suivant le paragraphe 6.1 du NF DTU 13.3 P1-1-1

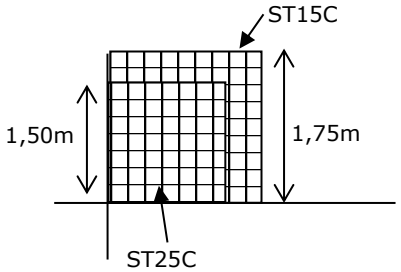
Prescriptions particulières au procédé sans joints

- Les dalles 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.
- 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 de 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 P1-1-1. Ce retrait peut soit se matérialiser sous la forme de microfissures 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 (confer 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.

1.2.3.2 Conditions de 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°3.3.

1.2.3.3 Conditions de 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 et annexé au présent DTA.

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 NF DTU 13.3 P1-1-1.

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

Appréciation globale

L'utilisation du procédé dans le domaine d'emploi accepté (cf. paragraphe 1.2.1) est appréciée favorablement.

1.3 Remarques complémentaires du Groupe Spécialisé

Le Groupe précise que les valeurs de dimensionnement à prendre en compte sont les valeurs données en annexe 1.4 du présent Avis pour les dosages et la fibre 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 la raison pour laquelle le paragraphe 1.2.2.4 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 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 au 1.4 ci-après sont obtenues sur la base des essais réalisés suivant la méthode citée ci-dessus et obéissent aux règles suivantes, en remplacement de celles définies en Annexe 3 du Cahier du CSTB n°3416:

- 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 4,3 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 – Valeurs d'utilisation

La validité du Document Technique d'Application 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 Krampe Harex 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 armé de classe de résistance C30/37.

Tableau 1

Valeur de la contrainte limite à l'ELS, en MPa, au centre des panneaux délimités par tous types de joints σ^1_{tc}	
Dosage et type de fibre	Fibre DE 60 / 1.0 N
25 kg/m³	4,8
35 kg/m³	5,4
40 kg/m³	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 σ^2_{tc}	
Dosage et type de fibre	Fibre DE 60 / 1.0 N
25 kg/m³	3,0
35 kg/m³	3,2
40 kg/m³	3,2

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 :

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

2. Dossier Technique

Issu du dossier établi par le titulaire

2.1. Données commerciales

2.1.1. Coordonnées

Titulaire : Société KrampeHarex GmbH&Co. KG
Pferdekamp 6–8 · D-59075 Hamm
Internet www.krampeharex.com

2.2. Description du procédé

Le procédé de dallage industriel en béton renforcé de fibres métalliques KRAMPE HAREX est destiné à la réalisation de dallages industriels avec ou sans joints de retrait, à partir d'un béton prêt à l'emploi renforcé de fibres métalliques KRAMPE HAREX DE 60/1.0 N.

2.3. Spécifications de conception – Description des matériaux entrant dans la composition du dallage

2.3.1. Fibre utilisée

2.3.1.1. Spécifications

La fibre utilisée dans le cadre du présent Avis Technique est la fibre DE 60/1.0 N.

Elle est fabriquée dans les usines Krampe Harex : soit à Ham (Allemagne), soit à Zdar nad Sazavou (République Tchèque).

La fabrication bénéficie du label DIN EN ISO 9001 :2015.

Les spécifications relatives à la fibre sont annexées au présent Dossier Technique.

Elle est commercialisée en France par la Société Krampe Harex GmbH&Co. KG via son distributeur exclusif, la société Sifloor.

Les fibres sont livrées en cartons de 20 kg ou en big bags (de 500 kg ou de 1 000 kg). Chaque carton rappelle la référence des fibres et leur provenance. Les fibres sont incorporées au béton en centrale ou sur chantier.

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

La fibre est composée d'acier en fil tréfilé à haute résistance munie de dispositifs d'ancrage au béton par crochets.

2.3.1.2. Contrôles de fabrication des fibres en usine

Contrôle matière première :

- Vérification du fil machine ;
- Un nouveau type de fil / un nouveau fournisseur n'est approuvé qu'après avoir subi une évaluation complète ;
- Le fil machine fait l'objet d'un contrôle qualité régulier au sein des usines Krampe Harex.

Contrôles lors de la production :

En interne et dans le cadre de la norme NF EN 14889-1:2006 :

- Géométrie, forme : une fois par semaine par ligne de production ;
- Dimensions et tolérances de fabrication : une fois par semaine par ligne de production ;
- Résistance à la traction : toutes les 10 tonnes produites ;
- Ductilité : toutes les 10 tonnes produites.

Contrôles et gestion du suivi de la qualité :

- En interne par i. A. Jochen Gerding en tant qu'ingénieur responsable qualité ;
- En externe par l'institut MPA/NRW dans le cadre de la DIN EN ISO 9001:2015.

Contrôle externe :

- Certificat CE délivré par l'IBMP/MPA dans le cadre de la EN 14889-1:2006.

2.3.2. Béton

Le béton sera conforme à la norme NF EN 206+A2/CN « Béton - Spécification, performances, production et conformité – Complément national à la norme NF EN 206 ».

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/m³.

2.3.2.1. Ciments

Les ciments utilisables sont :

- Pour le procédé pourvu de joints de retrait :
  - CEM I, CEM II/A ou CEM III/A exclusivement.
- Pour le procédé non pourvu de joints de retrait :
  - CEM I 42,5 N ;
  - CEM I 42,5 PM ;
  - CEM II/A-S 42,5 N ;
  - CEM II/A-P 42,5 N ;
  - CEM II/A-V 42,5 N ;
  - CEM III/A 42,5 N ;
  - CEM III/B 42,5 N.

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

2.3.2.2. 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 doit être 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.

2.3.2.3. Adjuvants

Les adjuvants utilisés seront conformes aux spécifications de la norme NF 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.

2.4. Principes de dimensionnement

2.4.1. 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.

2.4.2. 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.

2.4.3. 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 1600m².

2.5. Spécification de mise en œuvre des dallages

2.5.1. Béton fibré

L'incorporation des fibres peut se faire soit en centrale à béton, soit dans le camion malaxeur.

Dans le premier cas, afin de s'assurer d'une bonne homogénéité du BRFM, les fibres devront être introduites en même temps que les granulats (agrégats et sable), en principe sans modification du temps de malaxage initialement prévu. Si un fluidifiant/superplastifiant est utilisé en complément sur le chantier, il doit être introduit dans le camion malaxeur tournant à pleine vitesse (12 tours / minute minimum).

Dans le second cas, le béton non fibré a été transporté sur le chantier par le camion malaxeur. En cas d'usage de plastifiant/superplastifiant, ceux-ci devront être intégrés avant l'incorporation des fibres, à pleine vitesse de rotation de la toupie (12 tours/minute). L'introduction des fibres devra se faire de manière progressive à raison de trois cartons (soit 60 kg) maximum par minute puis en respectant un temps de malaxage à pleine vitesse supérieur à 4 minutes après incorporation des fibres.

Lors de la mise en œuvre, les éventuels nids de fibres doivent être éliminés et en aucun cas intégrés dans le dallage, la répartition homogène des fibres étant contrôlée conformément aux spécifications du paragraphe 2.5.1.

2.5.2. 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 §2.5.1 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.

2.5.3. Arrêts de coulage et joints

Ils doivent faire l'objet d'un calepinage et les dispositifs de chargement du dallage doivent permettre les déformations globales thermiques et de retrait du dallage et le fonctionnement des joints. Le remplissage des joints, l'espacement entre les joints et la conjugaison des panneaux adjacents sont réalisés conformément au NF DTU 13.3 P1-1-1 paragraphes 5.6 et 7.3.6. Cependant la conjugaison des panneaux adjacents par treillis soudé général n'est pas indispensable pour un dosage en fibre supérieur ou égale à 35 kg/m³ (à condition de mettre en place des renforts supplémentaires aux points singuliers). On retrouve principalement des joints de construction (arrêts de coulage), des joints de dilatation, des joints d'isolement et des joints de retrait.

2.5.3.1. Arrêts de coulage

Les arrêts de coulage ou joints de construction devront être conformes au NF DTU 13.3 P1-1-1 paragraphe 5.6.1.

La pose se passe avant que le bétonnage ne commence, les parties mâle et femelle étant préassemblées par des attaches qui devront céder 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 rapport du grand côté sur le petit côté doit être compris entre 1 et 1,4. La distance maximale entre joints n'excédera pas 40 mètres.

2.5.3.2. 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.

2.5.4. Renforts ponctuels (annexe 2)

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.

2.5.5. 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.

2.5.6. Finition

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

- 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.

2.5.7. 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

2.5.8. 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 :

- La longueur maximale des panneaux doit être inférieure 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 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 2.4.4) 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 10 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 2.4.7, il peut être envisagé une mise sous eau pendant au moins 14 jours pour les cas où le tableau du paragraphe 2.4.7 conduirait à retenir une période plus courte.

2.6. 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.

2.6.1. Contrôles spécifiques

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.

2.6.2. Contrôles spécifiques en laboratoire

Fibres introduites sur chantier sous la responsabilité de l'entreprise de dallage :

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

Fibres introduites en centrale sous la responsabilité du BPE, deux cas sont possibles en fonction du choix de l'entrepreneur de dallage :

- 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.

2.7. Mise en œuvre et dispositions diverses

Pour diriger toutes ses opérations d'exécution, l'entreprise qualifiée et spécialisée dans la réalisation de dallages désigne, par chantier, un seul responsable qui est conducteur de travaux à temps plein. Le conducteur est tenu de rédiger ou de compléter lors de chaque intervention toutes les fiches de contrôle prévues en annexe 3 du présent DTA. 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.

Dans le cas de réalisation du dallage sans joint Krampe Harex, celui-ci doit être encadré par un plan d'Assurance Qualité reproduit en Annexe 3 du présent Document Technique.

2.8. Assistance technique

La société Sifloor fournira l'assistance technique concernant le respect et le suivi de l'ensemble des points énoncés dans le présent Avis Technique et ses annexes.

Elle dispensera les formations théoriques et techniques pour la réalisation des dallages renforcés de fibres métalliques Krampe Harex, ainsi que la formation pour la mise en place et le suivi du plan d'assurance qualité encadrant le dallage sans joint.

2.9. Rôle des intervenants

Conception :

Le maitre d'ouvrage ou son représentant valide la solution en dallage en béton renforcé de fibres métalliques Krampe Harex proposée par l'entreprise qualifiée et spécialisée dans la réalisation de dallages. Le calcul (suivant 2.3) des tassements et des contraintes à l'ELS du dallage est effectué par toute société qualifiée conformément à l'annexe C du NF DTU 13.3 P1-1-1 et en fonction des hypothèses d'exploitation données par le maitre d'ouvrage ou son représentant.

Fabrication du béton fibré :

La fabrication du Béton Renforcé de Fibres Métalliques Krampe Harex est assurée soit en centrale à béton par le fournisseur de BPE, soit sur site par l'entreprise qualifiée et spécialisée dans la réalisation de dallages (cf. 2.4.1) à partir d'un béton conforme à la norme NF EN 206+A2/ CN (cf. §2.2.2) en respectant les contrôles de fabrication du béton fibré tels que décrits au §2.5.

Mise en œuvre du béton fibré en place :

La mise en œuvre est exclusivement réalisée par des entreprises qualifiées et spécialisées dans la réalisation de dallages et devra être assurée conformément à l'ensemble des points énoncés au 2.4.

2.10. 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 suivant :

1. Document CSTB BEFIM : Conception et réalisation des dallages en Béton de Fibres Métalliques, Juillet-Aout 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'IBTP N°528 : Application du calcul à la rupture à une dalle carré en béton de fibres métalliques en flexion, Novembre 1994

Résultats expérimentaux :

- SIGMABETON (Novembre 2019) – Essais de flexion trois points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10 cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 Mars 2014 – Caractérisation fibres DE 60 /1.0 N – Dosage à 25 kg/m^3.
- SIGMABETON (Novembre 2019) – Essais de flexion trois points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10 cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 Mars 2014 – Caractérisation fibres DE 60 /1.0 N – Dosage à 35 kg/m^3.
- SIGMABETON (Novembre 2019) – Essais de flexion trois points et de poinçonnement sur dalles 60*60*10 cm selon spécifications techniques du GS3 en date du 25 Mars 2014 – Caractérisation fibres DE 60 /1.0 N – Dosage à 40 kg/m^3.

2.11. Références

2.11.1. Données Environnementales[1]

Le procédé ne fait pas l'objet d'une Déclaration Environnementale (DE) vérifiée par tierce partie. 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.

2.11.2. Autres références

- Plateforme Logistique et de stockage Sci Bea – 8500 m² – Dallage sans joint additionné de fibre DE 60 / 1.0 N Janvier 2020 – Noisy le Grand ;
- Bâtiment de stockage SCI Actis 2 – 500 m² – Dallage avec joint additionné de fibre DE 60 / 1.0 N Février 2020 – Bischeim ;
- Bâtiment stockage et activité Sci Stela / Loxam – 2500 m² – Dallage sans joint additionné de fibre DE 60 / 1.0 N Mai 2020 – Neuville sur Oise ;
- Bâtiment industriel LYONNE 02 – 450 m² – Dallage avec joints additionné de fibre DE 60 / 1.0 N Juin 2020 – Beaumont les Valence.

1.1.1. [1] Non examiné par le Groupe Spécialisé dans le cadre de cet avis.

Annexes du Dossier Technique

2.12. Annexe 1 : Fiche technique de la fibre DE 60/1,0 N

KRAMPE HAREX®
KNOW WHY.

Fiche technique | Fibre DE 60/1,0 N

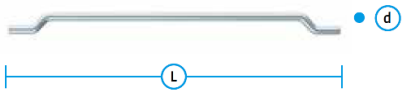
Version 05/2020

FIBRE TREFILEE
AVEC CROCHETS

1 Type de fibre 3 longueur 5 Spécification du matériau

DE 60/1,0 N

2 Forme de fibre 4 Diamètre



GÉOMÉTRIE

1 **Type de fibre**	fibre tréfilée
2 **Forme**	à extrémités crochues
3 **Longueur (L)**	60 mm ± 10%
4 **Diamètre (d)**	1,00 mm ± 10%
Section	ronde
Rapport de forme (L/d)	60

RÉSEAU DE FIBRES

Nombre de fibres	2.700 fibres/kg
Dosage minimum (EN 14889-1)	20 kg/m³

PROPRIÉTÉS MATÉRIELLES

5 **Spécifications des matériaux**	Résistance à la traction normale
Matériau	acier
Numéro d'article	1.0313
Résistance à la traction	1.100 N/mm²
Module d'élasticité	210.000 N/mm²

CERTIFICATIONS & APPROBATIONS SYSTÈME

Normes (DIN)	EN 14889-1
Certifications (DIN)	EN ISO 9001:2015, EN ISO 50001

Sujet à changement sans préavis. Toutes les spécifications ne sont qu'une description générale de nos produits. Pour des informations détaillées, veuillez demander nos brochures produits.

INFO

Les fibres Krampe Harex® sont une Solution alternative aux méthodes de renforcement conventionnelles:
› **Sols industriels**
› **Applications de tunneling**
› **Éléments préfabriqués en béton**
› **Applications dans les bâtiments résidentiels**
› ...

En relation avec notre offre **Service+**, nous déterminons le type de fibre adapté, le dosage optimal et la résistance du béton nécessaire. Vous trouverez de plus amples informations sur notre site Web **krampeharex.com**.

PACKAGING

Bags 20 kg
Boxes* 20 kg
Big Bag 0,5 t ou 1 t

STORAGE

Keep Dry

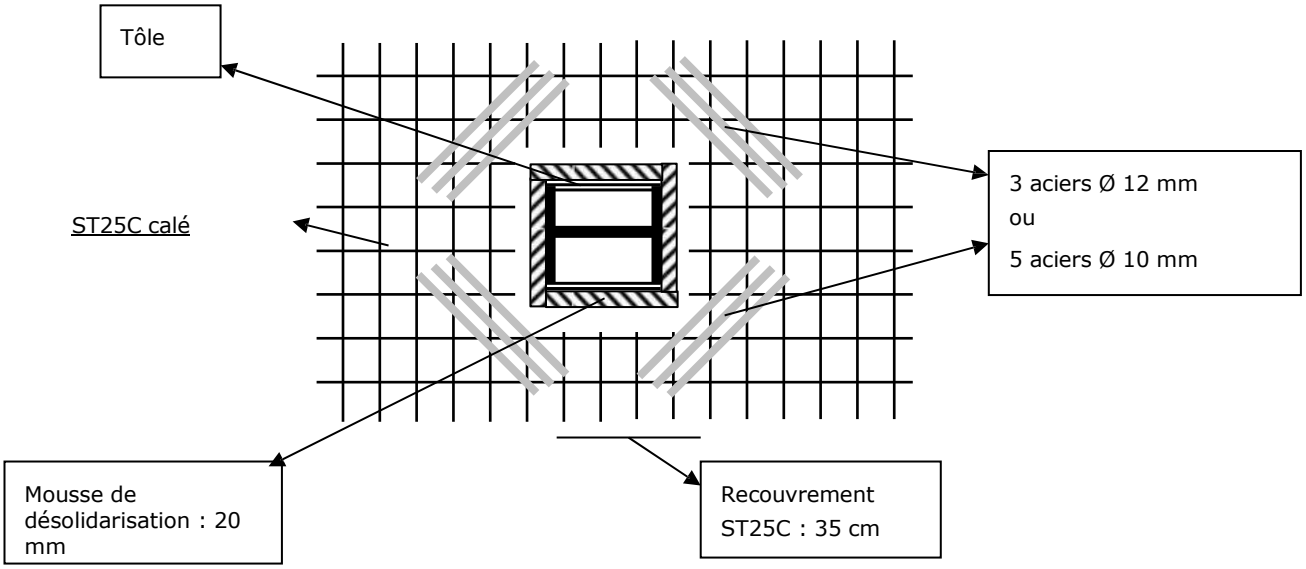
* Les fibres sont linéarisées magnétiquement.

KrampeHarex GmbH & Co. KG **Strahlmittel und Fasern** · Abrasives and fibres **Address** Pferdekamp 6–8 · D-59075 Hamm
Fon +49 (0)2381 - 977 977 **Fax** +49 (0)2381 - 977 955 **Internet** www.krampeharex.com **E-mail** info@krampeharex.com

Power supply 100 % green power

2.13. Annexe 2 : Exemple de renforts complémentaires au droit d'un poteau métallique pour le procédé de dallage non pourvu de joint de retrait :

Treillis soudé de diamètre 7 mm mailles de 150 x 150 mm type ST25C (1/3 de panneau 2,40 x 2,00 m) 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.



2.14. Annexe 3 : PLAN ASSURANCE QUALITE DALLAGES SANS JOINTS SCIES KRAMPE HAREX

DALLAGES RENFORCES DE FIBRES METALLIQUES KRAMPE HAREX DE 60 / 1,0 N

Suivant Document Technique d'Application du CSTB et le NF DTU 13.3

Préparation - Mise en œuvre - Contrôles

CONTRÔLES	OUI	NON	COMMENTAIRES
1. CONTRÔLES AVANT COULAGE			
- Sol pris en compte dans les calculs du dallage			Epaisseurs et modules de déformation Es validés par le géotechnicien ou l'entreprise de confortement éventuel du sol
- Note de calculs de la zone 1 N° :			
- Note de calculs de la zone 2 et suivantes éventuelles N° :			
- Plan conforme à la note de calcul détaillée			Notamment dimension des panneaux, distances entre charges et joints de construction ...
- Béton conforme à la note de calcul			Résistance caractéristique en compression du béton en MPa
2. RECEPTION DE L'ENVELOPPE			
Le bâtiment est étanche à l'eau pour la surface concernée ou l'on coule			
Aucun courant d'air significatif susceptible de provoquer une dessiccation trop rapide du béton pour la surface concernée de coulage			
3. RECEPTION DU SUPPORT			
- ASPECT DU SUPPORT (Contrôle visuel)			
Le support parait homogène sur toute sa surface			
Pas de points ou de zones durs			
Pas de zones de plus faible portance			
- COUCHE DE GLISSEMENT (OBLIGATOIRE)			
Couche de glissement constituée par une fine couche de sable (saupoudrage) avec un matériel adapté			
			Toute épaisseur supérieure à 10 mm est déconseillée (omiérage)
Sable avec film polyéthylène			S'assurer de son bon positionnement pour éviter les plis ou relèvement des bords
Couche de glissement fermée au moyen d'un cylindre			
Couche de glissement humidifiée en l'absence d'un film polyéthylène			
Couche de glissement réalisée au moyen d'une autre solution dûment justifiée (précisez)			
- PORTANCE DE LA COUCHE DE FORME			
1. Contrôle LCPC du compactage			Nombre d'essais conseillés : 1 par 500 m² avec un minimum de 3 sauf spécifications particulières des DPM

						sans jamais être inférieur aux exigences du NF DTU 13.3 : (3 essais min. + 1 par 1000 m²)		
Nombre d'essais :								
EV2 minimum (MPa) =		avec EV2/EV1 =				EV2 à obtenir ≥		MPa
EV2 maximum (MPa) =		avec EV2/EV1 =				EV2/EV1 à obtenir ≤		
- Test de circulation d'un camion d'au moins 30 T								
La circulation en tout point de la surface, y compris le long des poteaux, des rives, des quais et sur tranchées, ne fait apparaitre aucun omiérage, ni matelassage								
- NIVELLEMENT DU SUPPORT						Niveau de référence :		
						Situé (une référence par cellule) :		
Epaisseur nominale requise du dallage :			cm					
Il n'y a pas d'irrégularités brusques du support (marches, trous, rainures)								
Etablissement d'un plan de relevés de niveaux selon un maillage de +/- 6.00 m x 6.00 m ; celui-ci démontre le respect du niveau théorique du support avec une tolérance de + 1 cm / - 1 cm						Le relevé altimétrique conseillée du support doit être effectué selon un maillage de +/- 6.00 m x 6.00 m sauf spécifications particulières des DPM sans jamais être supérieur à un maillage de 10.00 m x 10.00 m selon le NF DTU 13.3. La tolérance du niveau théorique du support est + 1 cm / - 1 cm selon le NF DTU 13.3 sauf spécifications plus sévères des DPM		
Le contrôle contradictoire du support a été effectué par les entreprises de VRD et de dallage + le représentant de la Maitrise d'œuvre ou le Contrôleur externe missionné par celle-ci						Le relevé altimétrique du support doit être écrit et conservé		
- Niveaux :								
Niveau théorique du support	=		cm			Tenir compte de la couche de glissement de 10 mm d'épaisseur pour le niveau théorique de la couche de forme		
Minimum :								
Maximum :								
Moyen :								
4. TRAVAUX PREPARATOIRES								
- PLOTS OU TÔLES DE DESOLIDARISATION AUX POTEAUX METALLIQUES ET/ OU DEP								
Les éventuels plots ou tôles de désolidarisation prévus autour des poteaux métalliques, des DEP, des contreventements, du spinklage, … sont bien réalisés suivant plan (dimension et niveaux)								
- Aucun ancrage des panneaux avec des zones de quai, longrines, massifs, dallage existant...						Les dallages sans joints sciés doivent être impérativement désolidarisés		

						des zones de quai par un joint de construction bidirectionnel
- POSE ET PROTECTION DES TAMPONS						
Les parois du regard sont arasées au niveau fini du support Le cadre est posé sur coffrage : Le coffrage est fixé <u>à l'intérieur</u> du "trou"						Principe à respecter pour conserver l'épaisseur du dallage au droit des regards et pour éviter que ceux-ci soient des points fixes. <u>Schéma de principe avec coupe disponible sur demande</u>
- JOINTS D'ISOLEMENT						
Mousse de polyéthylène ou autre matériau compressible						
Epaisseur minimale :						
Contre parois =	10	mm				
Autour des poteaux =	20	mm				
Continus à la périphérie des dallages						
Cette mousse repose en tout point sur la couche de forme						Mousse bien positionnée pour éviter tout contact entre le dallage et le poteau
Mousse autocollante ou fixée avec un système adéquat						
- ARMATURES DE RENFORT						
Armatures placées aux points singuliers selon plans						
Armatures calées en partie supérieure et barres de renforts ligaturées						
- JOINTS DE CONSTRUCTION :						
Munis d'un système de transfert de charge autorisant les mouvements bidirectionnels horizontaux :						Toutes les intersections des joints de construction doivent être traitées avec des pièces spécifiques prévues par le fabricant de joint.
Marque & type :						
Hauteur des coffrages =			mm			Hauteur = épaisseur du dallage - 20 mm
Toutes les vis et écrous métalliques de maintien durant le transport sont enlevés avant coulage.						
Joints placés suivant plan de calepinage						
Niveau des joints contrôlé						
Piquets de maintien des joints coupés au ras de la plate-forme ou enlevés avant les coulages des phases adjacentes.						
Le béton d'une phase antérieure passé sous le coffrage ne déborde pas de plus de 30 mm de l'aplomb de cet arrêt de coulage :						
- DALLAGES LIAISONNES AUX QUAIS, SEUILS OU OUVRAGES SIMILAIRES (DALLE DE TRANSITION)						
Dallage renforcé de TS et <u>désolidarisé</u> du dallage SANS JOINT SCIES au moyen d'un joint de construction bidirectionnel :						
<u>5. CONTROLES AVANT LE BETONNAGE</u>						

COMPOSITION DU BETON							L'objectif global visé de la formule béton est de travailler avec le minimum de sable et de ciment, un rapport E/C adapté et tout en ayant suffisamment de pâte pour un bon ancrage des fibres.
Type de ciment :							
Nombre de centrales :							Une seule centrale par phase ou zone de coulage, sauf dans le cas où la formule et la provenance des granulats et du ciment est identique
Classe de résistance du béton :							
Type de granulats :							
Teneur en ciment :			kg/m^3				
Ciment issu de la liste préconisée par le CSTB dans l'Avis Technique							
Fuseau granulométrique du squelette inerte continu							
La courbe donnée par le BPE est proche du fuseau ciblé							
Module de Finesse : MF < 3							Module de Finesse MF donné par le BPE
Rapport Eau efficace / Ciment (E/C) ≤ 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 rapport E/C ou Eau efficace / liant équivalent est déterminant : 0,55 selon EN 206+A2/CN 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, mais n'est pas une valeur cible - L'objectif est de garantir un minimum de retrait tout en gardant une hydratation suffisante pour incorporer la couche d'usure.
- TYPE DE FIBRE							
			DE 60/1,0 N				
Dosage fibres métalliques :		40 Kg / m^3					Etablir un tableau du nombre de cartons de 20 kg à introduire dans la toupie en fonction du volume de celle-ci
- TEMPERATURE DE MISE EN ŒUVRE							
La température ambiante à l'endroit du coulage est de min. 3°C (selon NF DTU 13.3)							
<u>6. CONTROLES PENDANT LE BETONNAGE</u>							
PRESENCE D'UN LABORATOIRE SUR SITE							Organisme extérieur conseillée pour réaliser les contrôles sur le béton
- MISE EN PLACE DU BETON							
Déversement direct à la goulotte							
A la pompe							
- RECEPTION DU BETON SUR SITE							
Durée entre fabrication et mise en œuvre :							Durée maximale conseillée : 1H00
Les bons de livraison correspondent aux indications du point 5 (composition du béton)							
Les bons de pesée montrent bien le respect du rapport E efficace / C :							

Nombre de contrôles :									
A la réception, les affaissements au cône d'Abrams sont compris									
entre :		et		mm					
Valeur minimum =						mm			
Valeur maximum =						mm			
Nombre de contrôle au cône d'Abrams :									Au minimum, mesure sur les 3 premières toupies puis toutes les 5 toupies
- INCORPORATION DU FLUDIFIANT SUR SITE									Utilisation d'un doseur automatique ou à minima d'un seau gradué
Marque / Type :									
Dosage à respecter selon fiche technique du fabricant :									
entre		et		litres / m^3					
Dosages :				litres / m^3					
- INCORPORATION DES FIBRES									
Type de fibres :	DE 60 / 1 ,0 N								
Quantité de fibres incorporée : 40 kg/m^3 conforme à la quantité prévue									
1. Incorporation des fibres sur site en camion malaxeur :									
<u>Tableau du nombre de sacs à introduire donné à l'opérateur</u>									
Incorporation par bande transporteuse									Méthode permettant d'introduire les fibres de manière progressive
Incorporation directe dans la goulotte (déconseillée)									
Autre moyen : Machine, doseur, skip… (A préciser)									
Vitesse de rotation de la toupie pendant l'introduction = 12 tours / minute									Très important afin de garantir un mélange homogène
Contrôle nombre de sacs par toupie en fonction de son volume et du dosage prescrit :									
Vitesse d'introduction des fibres (maxi 60 kg/ minute)									
Temps de malaxage à pleine vitesse = 4 minutes minimum									
2. Incorporation des fibres en centrale									Fibres introduites dans le malaxeur en même temps que les agrégats
3. Contrôle du béton avant coulage									
Contrôles au cône d'Abrams après fluidification et introduction fibres :									
Nombre de contrôles au cône d'Abrams :									
Valeur minimum =					mm				
Valeur maximum =					mm				
- RESPECT DES SEQUENCES OPERATIONNELLES									
<u>Les séquences suivantes sont respectées :</u>									

Dans le cas d'une couche de glissement ne résistant pas à la giration des toupies, "recylindrage" au fur et à mesure du coulage :					
Mise en place manuelle du béton					
Nivellement du béton à la règle avec utilisation d'une règle vibrante flottante					
Mise en place mécanique du béton (Laser Screed)					
Vibration du béton le long des joints de construction, des guides de bétonnage, des quais et au droit de tout renfort.					
Finition avec épandage manuel du durcisseur					
Finition avec épandage mécanique du durcisseur					
Les renforts ponctuels sont bien restés en place après le passage des machines					
Surfaçage à la taloche mécanique (talochage)					
Mise en place de la couche d'usure immédiatement après talochage :					
Polissage à la taloche mécanique					
Pulvérisation d('un produit de cure					Pulvérisation le plus tôt possible et de préférence à l'avancement de la finition
Marque /type :					
Dosage :		litres / m^3			
Protection par film polyéthylène arrosé ou géotextile mouillée					
Cure par mise sous eau					
- EPAISSEUR DU DALLAGE SATISFAISANTE					
Epaisseur minimale prévue :		m			
Epaisseur moyenne déduite des bons de livraison du béton					
	m^3 /	m² =	m		
- PRELEVEMENT D'EPROUVETTES : CYLINDRE 16 x 32					
6 éprouvettes prélevées par phase et par centrale :					
- VERIFICATION DU DOSAGE EN FIBRES : cf 2.5.1 du DTED					
par comptage des sacs incorporés dans les toupies					
par pesage après délavage ou utilisation d'un noyau magnétique					
	Nombre de prélèvements :				
	Valeur maxi :				
	Valeur mini :				
	Valeur moyenne :				
7. APRES LE BETONNAGE					
- LIBERATION DES SOUDURES					

Les soudures éventuelles entre plats de protection des joints de construction ont bien été enlevées par meulage				
- ANALYSE DES RESULTATS D'ESSAIS EN COMPRESSION SUR BETON DURCI				
Essais d'écrasement sur cylindres réalisés				
à :	jours			
Résistance minimale en MPa :				
Résistance maximale en MPa :				
Résistance moyenne en MPa :				
Résistance caractéristique en MPa :				
Résistance caractéristique à obtenir à 28 jours en MPa :				