

# Abaque des Structures

*Tableau analytique des systèmes de  
renforcement de structure et de réhabilitation  
sismique avec des matériaux composites  
renforcés de fibres à matrice  
polymère FRP*



PRODUITS CHIMIQUES POUR LE BÂTIMENT

[draco-resines.fr](http://draco-resines.fr)

Troisième édition

# LES NOUVELLES FRONTIÈRES DU SECTEUR DE LA CONSTRUCTION

[draco-resines.fr](http://draco-resines.fr)



**LIGNE BÉTON**  
Additifs et systèmes pour le béton



**LIGNE IMPERMÉABILISATION**  
Systèmes pour l'imperméabilisation des structures



**LIGNE SOLS**  
Produits et systèmes pour les sols industriels



**LIGNE RESTAURATION ET PROTECTION**  
Solutions pour la restauration des structures



**LIGNE UNDERGROUND ET TUNNELLING**  
Solutions pour les fondations spéciales et tunnels



**LIGNE ASSAINISSEMENT  
ET CONSTRUCTION BIO-ÉCOLOGIQUE**  
Assainissement, isolation et confort de vie



# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	<b>P. 04</b>
Les avantages et les applications de la technologie FRP	
<b>1. BÉTON ARMÉ</b>	<b>P. 08</b>
Description générale des problèmes typiques des éléments de structure en béton armé	
1.1 POUTRE EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en flexion avec du tissu en fibre de carbone	P. 10
1.2 POUTRE EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en flexion avec des bandes en fibre de carbone	P. 12
1.3 POUTRE EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en cisaillement avec du tissu en fibre de carbone	P. 14
1.4 POUTRE EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en flexion et rétablissement de la contrainte par pré-tension	P. 16
1.5 PLANCHER EN BRIQUE DE CIMENT - Renforcement en flexion avec des bandes en fibre de carbone	P. 18
1.6 PILIER EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en compression par confinement avec des tissus en fibre de carbone	P. 20
1.7 PILIER EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en compression-flexion et cisaillement avec des bandes et des tissus en fibre de carbone	P. 22
1.8 NŒUD POUTRE-PILIER - Renforcement du nœud par confinement avec des tissus en fibre de carbone	P. 24
1.9 CLOISONS EN BÉTON ARMÉ - Renforcement en cisaillement avec des tissus et des bandes en fibre de carbone	P. 26
1.10 REMPLISSAGES ET PLANCHERS - Renforcement, mise en sécurité et amélioration du comportement sismique	P. 28
<b>2. MAÇONNERIE</b>	<b>P. 30</b>
Description générale des problèmes typiques des éléments de structure en maçonnerie	
2.1 PILIER EN MAÇONNERIE - Renforcement en compression par confinement avec des tissus en fibre de carbone	P. 32
2.2 PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES - Renforcement par frettage avec des tissus en carbone	P. 34
2.3 PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES - Renforcement vertical en flexion	P. 36
2.4 PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES - Renforcement horizontal en flexion	P. 38
2.5 RACCORDEMENT MURS EN MAÇONNERIE ORTHOGONAUX	P. 40
2.6 MURS SOUMIS AU CISAILLEMENT - Renforcement en cisaillement	P. 42
2.7 ARCS - Renforcement à l'intrados/extrados	P. 44
2.8 VOÛTES EN BERCEAU - Renforcement à l'intrados/extrados	P. 46
2.9 VOÛTES À CROISILLON - Renforcement à l'intrados/extrados	P. 48
2.10 COUPOLES - Renforcement à l'intrados/extrados	P. 50
2.11 ANCRAGES	P. 52
<b>3. BOIS</b>	<b>P. 54</b>
Description générale des problèmes typiques des éléments de structure en maçonnerie	
3.1 POUTRE EN BOIS - Renforcement en flexion avec du tissu en fibre de carbone	P. 56
3.2 POUTRE EN BOIS - Renforcement en flexion avec des bandes en fibre de carbone	P. 58
<b>4. ÉLÉMENTS DU CACHIER DES CHARGES</b>	<b>P. 61</b>
4.0 Opérations préliminaires	
4.0.1 Préparation du support en béton armé	P. 62
4.0.2 Préparation du support en maçonnerie	P. 63
4.1 Renforcement d'éléments de structure avec des tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C	P. 64
4.2 Renforcement d'éléments de structure avec des bandes pultrudées en fibre de carbone ARMOSHIELD CFK	P. 68
4.3 Renforcement d'éléments de structure avec des tissus et des bandes pultrudées en fibre de carbone	P. 70
4.4 Renforcement de structure et consolidation de structures en bois avec des tissus en fibre de carbone	P. 74
4.5 Renforcement de structure et consolidation de structures en bois avec des bandes en fibre de carbone	P. 76
4.6 Renforcement d'éléments de structure avec des tissus en fibre de carbone en utilisant des connecteurs en aramide ARMOGRIP	P. 78
4.7 Renforcement d'éléments de structure avec des tissus en fibre de carbone en utilisant des connecteurs en aramide combinés aux barres de carbone ARMOSHIELD BC	P. 80
4.8 Renforcement d'éléments de structure par pré-tension de bandes en fibre de carbone ARMOSHIELD CFK	P. 82
4.9 Renforcement et réhabilitation parasismique de remplissages en maçonnerie et de planchers avec des systèmes contre le renversement et l'effondrement	P. 84
<b>5. PRODUITS ARMO</b>	<b>P. 88</b>
<b>6. APPENDICE</b>	<b>P. 92</b>

# LA TECHNOLOGIE FRP

## FRP ET MATÉRIAUX COMPOSITES :

Légèreté et résistance au service de la requalification des bâtiments

“*Les matériaux renforcés de fibres continues à matrice polymère (FRP) dont il est question dans le présent document sont des matériaux composites, hétérogènes et anisotropes qui présentent un comportement élastique linéaire jusqu'à la rupture. Ils sont largement utilisés dans la consolidation et le renforcement des ouvrages civils. Les avantages des FRP sont multiples : légèreté, propriétés mécaniques élevées, résistance à la corrosion.*”

La citation précédente, tirée de l'avant-propos du document technique CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014, résume très synthétiquement les caractéristiques des matériaux utilisés pour les renforcements de structure avec la technologie FRP, en présentant brièvement les caractéristiques morphologiques et mécaniques et les applications. Cependant, pour le professionnel qui entre pour la première fois dans ce monde, il n'est souvent pas immédiat d'associer son problème structurel à une solution de renforcement avec des matériaux FRP car le CNR cité ci-dessus n'est pas une discussion didactique mais, justement, un document technique avec des instructions de calcul dédiées à ceux qui connaissent déjà les applications possibles de cette technologie, bien qu'un chapitre entier décrive les caractéristiques des matériaux qui composent le système de renforcement.

### Les matériaux composites FRP : qu'est-ce que c'est et à quoi servent-ils ?

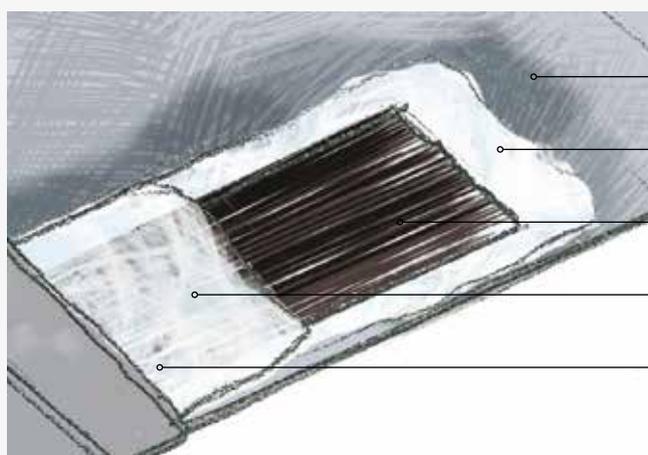
Les matériaux composites, d'abord utilisés comme matériaux de structure dans les secteurs aéronautique et aérospatial, se sont progressivement répandus dans d'autres secteurs à partir du milieu du siècle dernier, trouvant un usage dans les secteurs sportif, naval et civil. Depuis la fin des années 70, les matériaux composites sont utilisés dans la construction civile.

**Mais de quoi sont constitués les matériaux composites FRP ?** Les matériaux composites FRP (Fiber Reinforced Polymer) sont des fibres continues réalisées avec des matériaux adéquats, plongées dans une matrice polymère qui les réunit et les fixe à la structure à renforcer. La fibre supporte les contraintes tandis que la matrice protège les fibres de renforcement et leur transmet la charge externe. Les fibres les plus utilisées pour la production de matériaux composites sont les fibres en **carbone, aramide, verre et basalte**.



## Pourquoi ils sont aussi efficaces

Les matériaux composites FRP fonctionnent exclusivement lorsqu'ils sont sollicités en traction, et sont extrêmement résistants : **la fibre de carbone, par exemple, a une résistance à la traction 10 fois supérieure à l'acier**. La possibilité d'orienter les fibres de renforcement et leur pourcentage dans les directions réelles des contraintes, permet la création de matériaux composites caractérisés par un rapport poids/performance très élevé et des réalisations inimaginables avec les matériaux traditionnels. Mais pour obtenir un renforcement efficace, il ne suffit pas d'utiliser des fibres à haute résistance : il est aussi essentiel de garantir une bonne adhérence entre le support et l'élément de renforcement pour une transmission correcte des tensions. L'adhérence est obtenue par **l'utilisation de résines structurales appliquées en couches très fines sur la surface des fibres et sur le support** préalablement traité avec un promoteur d'adhérence.



Promoteur d'adhérence

**ARMOPRIMER 100**

Première couche pour collage et imprégnation

**ARMOFIX**

Renforcement FRP

**ARMOSHIELD-C**

Deuxième couche d'imprégnation

**ARMOFIX**

Saupoudrage de quartz pour favoriser l'application du revêtement

**Les avantages** les plus connus de la technologie FRP sont la **légèreté de l'intervention, la facilité de pose et la plus grande capacité de portance** obtenue avec des **interventions de dimensions pratiquement nulles** par rapport aux dimensions de l'élément de structure à renforcer, à savoir qui n'en modifient pas l'aspect final. Particulièrement intéressante l'utilisation dans le **domaine parasismique**, puisqu'il est possible d'**augmenter la résistance et la ductilité des structures sans augmenter les masses**, et de maintenir ainsi inchangé le comportement sismique conformément à la législation.

## AVANTAGES

- ✓ ils n'entraînent pas de charges ultérieures sur la structure
- ✓ ils sont rapides à appliquer
- ✓ ils peuvent être appliqués sans interrompre les activités dans les zones situées en-dessous ou au-dessus de l'intervention
- ✓ intervention finie pratiquement invisible qui n'altère pas l'aspect esthétique de la structure
- ✓ ils ne modifient pas la géométrie de l'élément renforcé
- ✓ durabilité élevée
- ✓ faible réaction aux produits chimiques
- ✓ moindres coûts de gestion du chantier
- ✓ intervention réversible

# LA TECHNOLOGIE FRP

## Les produits sont-ils équivalents ?

Non, l'Arrêté Ministériel italien 14/01/2008 (NTC) exige que les matériaux de construction soient munis du marquage CE. Bien que l'élément de renforcement FRP ne puisse pas être qualifié de matériau de construction au sens strict du terme et qu'il n'existe pas encore de normes harmonisées rendant obligatoire le marquage CE, les produits devraient être certifiés par des essais en laboratoire (qui doit posséder une autorisation ministérielle) et les certificats de conformité devraient ensuite être produits après des contrôles de production. Depuis le mois de juillet 2016, les produits doivent être qualifiés selon les directives émises le 09/07/2015. De plus, le CNR DT 200 exige la certification du système :



*Le tissu et la colle utilisés doivent être fabriqués par la même entreprise car **c'est le binôme tissu-colle qui sera testé en phase de certification***

## Leur utilisation dans le bâtiment

Les matériaux composites FRP sont essentiellement utilisés dans toutes les parties de structures endommagées par les tensions présentes ; ils servent à **renforcer du point de vue structurel** des éléments et parties de structures porteuses en **béton armé - maçonnerie - bois - acier** où la **capacité de portance est compromise** à cause de :

- matériaux constitutifs dégradés qui peuvent entraîner la diminution de la section résistante et des résistances mécaniques inférieures ;
- changement d'utilisation prévue qui entraîne une surcharge non prévue des éléments porteurs ;
- défaillances structurelles, impacts forts, incendies ou tremblements de terre.

**Les renforcements FRP sont essentiellement utilisés dans les secteurs de :**

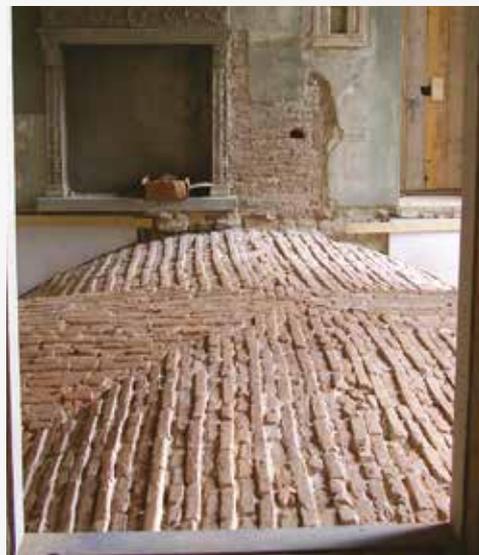
- **construction civile / industrielle** : remise en état et renforcement des structures en béton armé, maçonnerie et bois pour répondre à la législation en vigueur (augmentation des charges de service) et remise en état des structures dégradées ;
- **réhabilitation sismique** : augmentation de la résistance et de la ductilité des structures en béton armé, réalisation de raccords entre les éléments mâles de maçonnerie, frettages et contreventements des bâtiments, conformément aux exigences des normes techniques de construction (A.M. 14-01-2008) ;
- **ponts et viaducs** : renforcement en flexion et cisaillement des poutres et tabliers de ponts, pour la requalification fonctionnelle et/ou l'adaptation à une nouvelle catégorie. Norme de référence : CNR DT 200 R1/2013 dans la version du 15/05/2014.

De plus, l'ajout de FRP modifie considérablement l'état de tension de la structure ; c'est pourquoi il est important de souligner que **les matériaux FRP sont des éléments de structure à part entière, et doivent être dimensionnés et vérifiés par un technicien agréé** (habituellement un ingénieur, de préférence un ingénieur de structure).

## **TABLEAU ANALYTIQUE DES SYSTÈMES DE RENFORCEMENT DE STRUCTURE :**

Le guide complet de la consolidation et de la réhabilitation parasismique avec des matériaux composites pour le concepteur

Ce dossier a pour but de fournir au concepteur de structure un outil simple à utiliser qui l'oriente dans le monde de la technologie FRP. Ont été analysées et classées sous forme de fiches les principales problématiques liées au renforcement et les solutions correspondantes qui rendent cette technologie particulièrement avantageuse. Les fiches ont été subdivisées en 3 catégories selon le matériau de support : béton armé, maçonnerie et bois. Le dossier présente aussi les éléments du cahier des charges et les descriptions synthétiques des produits employés.



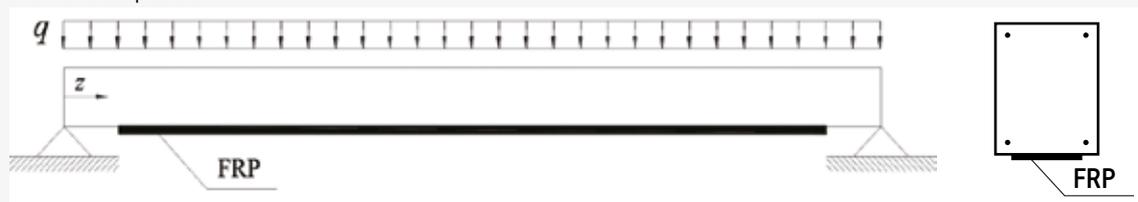
## BÉTON ARMÉ

Ce chapitre décrit les problématiques les plus fréquentes liées aux structures en béton armé. Les interventions décrites peuvent représenter une restauration des conditions antérieures à la dégradation ou un renforcement réel suite à une modification des besoins d'utilisation de la structure ou à la nécessité de procéder à des ajustements réglementaires.

LES PRINCIPAUX EXEMPLES D'APPLICATION POUR LE RENFORCEMENT DES ÉLÉMENTS DE STRUCTURE EN BÉTON ARMÉ ET BÉTON PRÉCONTRAIT SONT PRÉSENTÉS CI-DESSOUS.

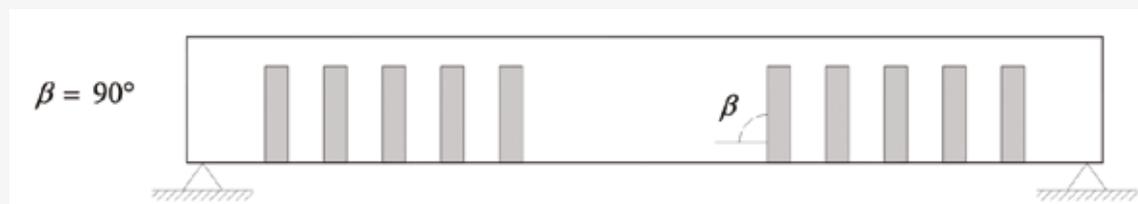
### 1) RENFORCEMENT EN FLEXION • Réf. fiche 1.1 - 1.2

Le renforcement en flexion avec des matériaux composites FRP se fait en appliquant une ou plusieurs bandes, ou une ou plusieurs couches de tissu, sur le bord tendu de l'élément à renforcer. L'utilisation des bandes est préférable à celle des tissus car elle permet d'obtenir une plus grande zone résistante avec une plus petite quantité de matériau à égalité de surface imprégnée, grâce notamment à un coefficient de sécurité plus élevé que celui des tissus. En général, l'utilisation des bandes est particulièrement indiquée pour les poutres en béton armé et béton armé précontraint et pour les tabliers. La figure ci-après présente le schéma d'une poutre sur deux appuis renforcée à l'intrados où le moment est positif.

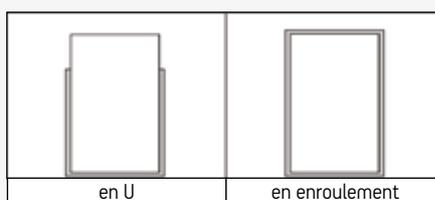


### 2) RENFORCEMENT EN CISAILLEMENT • Réf. fiche 1.3

Le renforcement en cisaillement avec des matériaux composites se fait en appliquant des bandes de tissu, sur une ou plusieurs couches, sur la surface externe de l'élément à renforcer. Les bandes peuvent être appliquées de manière non continue, avec des espaces vides entre les bandes, ou de manière continue, les unes à côté des autres. Dans ce dernier cas, le renforcement présente l'aspect d'une feuille. L'application peut se faire comme indiqué sur la figure.



La disposition des fibres sur le contour de la section peut être comme suit :



**3) PRÉ-TENSION** • Réf. fiche 1.4

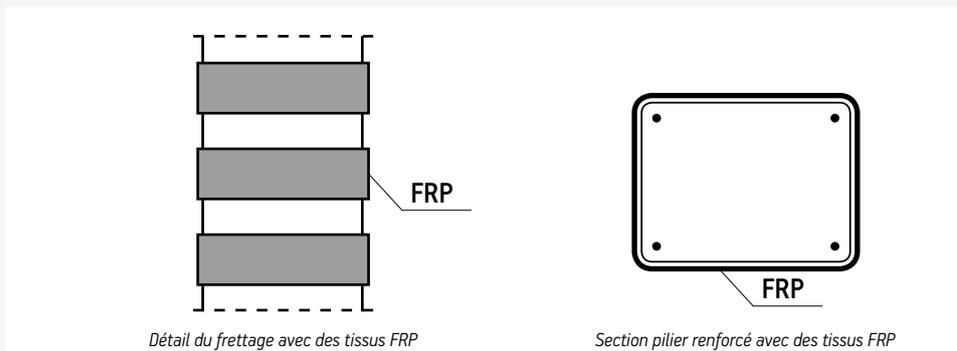
Pour les structures et ouvrages tels que ponts, viaducs et tabliers soumis à de fortes contraintes et fatigue, la technique de pré-tension des bandes en fibre de carbone est une solution possible car une petite quantité de zone résistante des bandes peut répondre aux exigences de charge élevées avec une amélioration générale de l'efficacité de l'utilisation du carbone d'un point de vue technique et économique.

Dans les poutres renforcées avec cette technologie, on observe une augmentation notable de la résistance à la flexion et une diminution de la flèche médiane avec une augmentation de la rigidité, une forte amélioration de la ductilité et une amélioration plus générale de l'état de service. Ci-après quelques photos des phases d'application.



**4) CONFINEMENT DES PILIERS** • Réf. fiche 1.6 - 1.7

Le confinement d'éléments en béton armé peut être réalisé avec des tissus de FRP déposés par enroulement sur le périmètre de manière à constituer une gaine externe continue (recouvrement) ou discontinue (frettage). Il augmente la résistance ultime pour les éléments soumis à des contraintes normales au niveau du centre ou avec une petite excentricité.

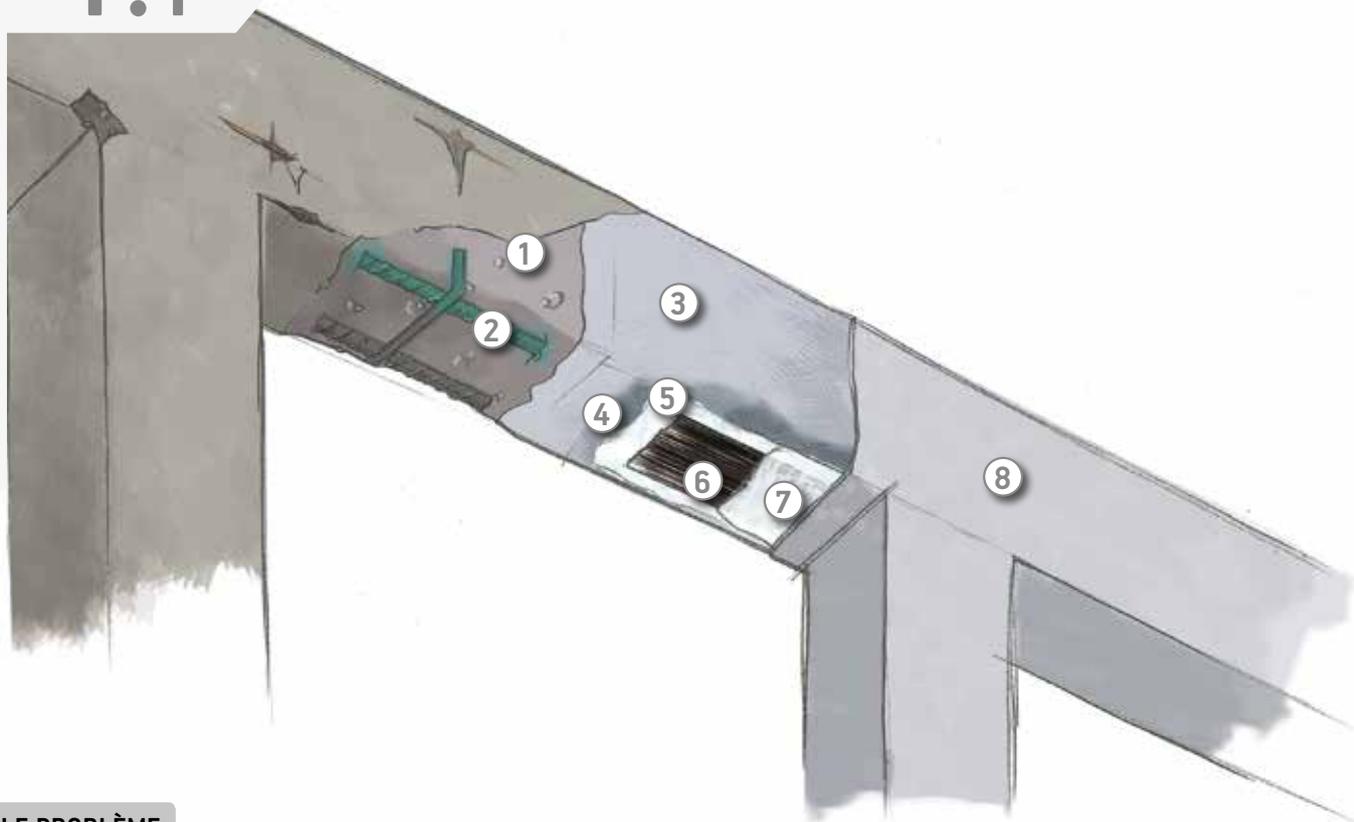


*Ce qui est décrit dans les fiches suivantes suppose une préparation correcte du support, afin d'obtenir la meilleure surface de collage possible et la durabilité maximale de l'intervention, en éliminant toutes les causes possibles de détérioration de la structure faisant l'objet de l'intervention.*

# POUTRE EN BÉTON ARMÉ

BÉTON ARMÉ

1.1



## ? LE PROBLÈME

La poutre présente des problèmes au niveau de l'armature longitudinale en flexion suite à un changement des conditions de charge ou à une dégradation des matériaux entraînant une réduction des performances initiales.

## 👍 LA SOLUTION

L'armature longitudinale peut être renforcée avec des tissus unidirectionnels en fibre de carbone, les fibres étant placées parallèlement à l'axe de la poutre et collées directement à l'intrados restauré de la poutre.

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Réparer le support en béton avant d'appliquer le renfort composite. Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit à nu, puis traiter la barre d'armature avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande en fibre unidirectionnelle **ARMOSHIELD C-SHEET**. Bien presser avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** pour faire sortir tout l'air et faire pénétrer la colle à l'intérieur des fibres pour une première imprégnation.

Procéder à l'imprégnation définitive avec la même colle **ARMOFIX MTX** appliquée sur la fibre puis presser avec le rouleau métallique. Veiller à ce que toutes les fibres du tissu soient parfaitement imprégnées. En cas d'application de plusieurs couches, poser le tissu sur la colle encore fraîche et procéder à l'imprégnation comme décrit précédemment. Sur la dernière couche, lorsque la colle d'imprégnation est encore fraîche, saupoudrer du sable au quartz pour favoriser l'adhérence de l'enduit.

- ▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support 4.0.1 p. 62  
- Élément du cahier des charges tissus 4.1 p. 64

# RENFORCEMENT EN FLEXION AVEC DU TISSU EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Élimination du béton détérioré et nettoyage des fers
- 2 Traitement des fers d'armature avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction de la section avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Application du primaire ARMOPRIMER 100
- 5 Application de la résine époxy ARMOFIX MTX
- 6 Tissu unidirectionnel en carbone ARMOSHIELD C-SHEET
- 7 Imprégnation avec la résine époxy ARMOFIX MTX
- 8 Rlissage de protection ou enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Les tissus à grammage élevé sont difficiles à imprégner : pour une meilleure application et un résultat plus sûr, il est parfois préférable de poser plusieurs couches de grammage plus faible.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Application des tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD-C à l'intrados de la poutre*



*Finition de protection avec de l'enduit ou un autre revêtement en ciment ou résine*



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

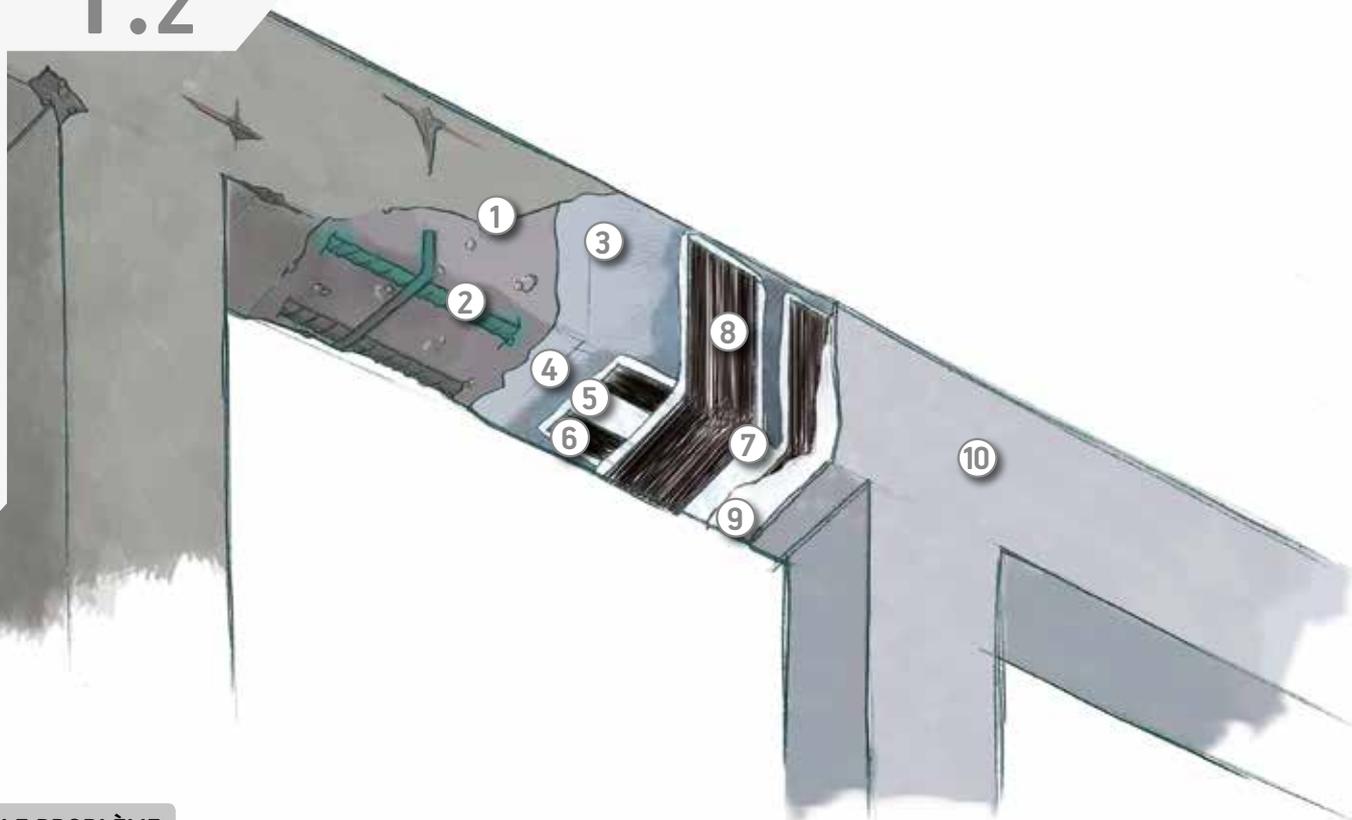
Essai de délaminage	chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Résistance prévue en flexion de l'élément renforcé avec FRP	chap. 4.2.2.3
Rinforzo a presso-flessione	chap. 4.2.2.4
Verifica delle tensioni agli SLE	chap. 4.2.3.2

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# POUTRE EN BÉTON ARMÉ

BÉTON ARMÉ

1.2



## ? LE PROBLÈME

La poutre présente des problèmes au niveau de l'armature longitudinale en flexion suite à un changement des conditions de charge ou à une dégradation des matériaux entraînant une réduction des performances initiales.

## 👍 LA SOLUTION

L'armature longitudinale peut être renforcée avec des bandes pultrudées en fibre de carbone, les fibres étant placées parallèlement à l'axe de la poutre et collées directement à l'intrados restauré de la poutre. Cette intervention est particulièrement avantageuse lorsque la quantité de renfort devient importante et que la surface du béton est déjà très régulière (poutres préfabriquées).

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Réparer le support en béton avant d'appliquer le renfort composite. Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2. Les opérations de remise en état d'épaisseur millimétrique peuvent être réalisées en lissant directement avec le produit ARMOFIX MTL.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les bandes en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande **ARMOSHIELD CFK** découpée sur mesure. Passer avec un rouleau en caoutchouc dur pour faire sortir tout l'air.

Nettoyer préalablement la bande avec le solvant **ARMOCLEANER** sur les deux faces de manière à éliminer les résidus d'usinage. En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis poser la deuxième couche en pressant avec un rouleau pour faire sortir tout l'air ; pour améliorer l'ancrage des bandes, réaliser des bandages transversaux en « U » avec les tissus **ARMOSHIELD-C SHEET** imprégnés de résine époxy **ARMOFIX MTX**. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, étaler une fine couche de colle et saupoudrer du sable au quartz sur la colle encore fraîche.

▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES	- Préparation du support	4.0.1	p. 62
	- Élément du cahier des charges bandes	4.2	p. 68

# RENFORCEMENT EN FLEXION AVEC DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Élimination du béton détérioré et nettoyage des fers
- 2 Traitement des fers d'armature avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction de la section avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Application du primaire ARMOPRIMER 100
- 5 Application de la résine époxy ARMOFIX MTL
- 6 Bandes en carbone pour le renforcement en flexion ARMOSHIELD CFK
- 7 Application de la résine époxy ARMOFIX MTX
- 8 Bandages transversaux avec ARMOSHIELD C-SHEET
- 9 Imprégnation avec la résine époxy ARMOFIX MTX
- 10 Lissage de protection ou enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Pour améliorer l'ancrage des bandes, il est toujours utile de prévoir des bandages transversaux en « U » réalisés avec du tissu aux extrémités et au milieu.*



### DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Application au rouleau du primaire époxy promoteur d'adhérence ARMOPRIMER 100



**PHASE 2** Application de la colle époxy ARMOFIX MTL spécifique pour l'application des bandes



**PHASE 3** Pose des bandes ARMOSHIELD CFK sur la couche de résine fraîche



**PHASE 4** Application de la colle ARMOFIX MTX sur les bandes jusqu'à les recouvrir totalement



### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

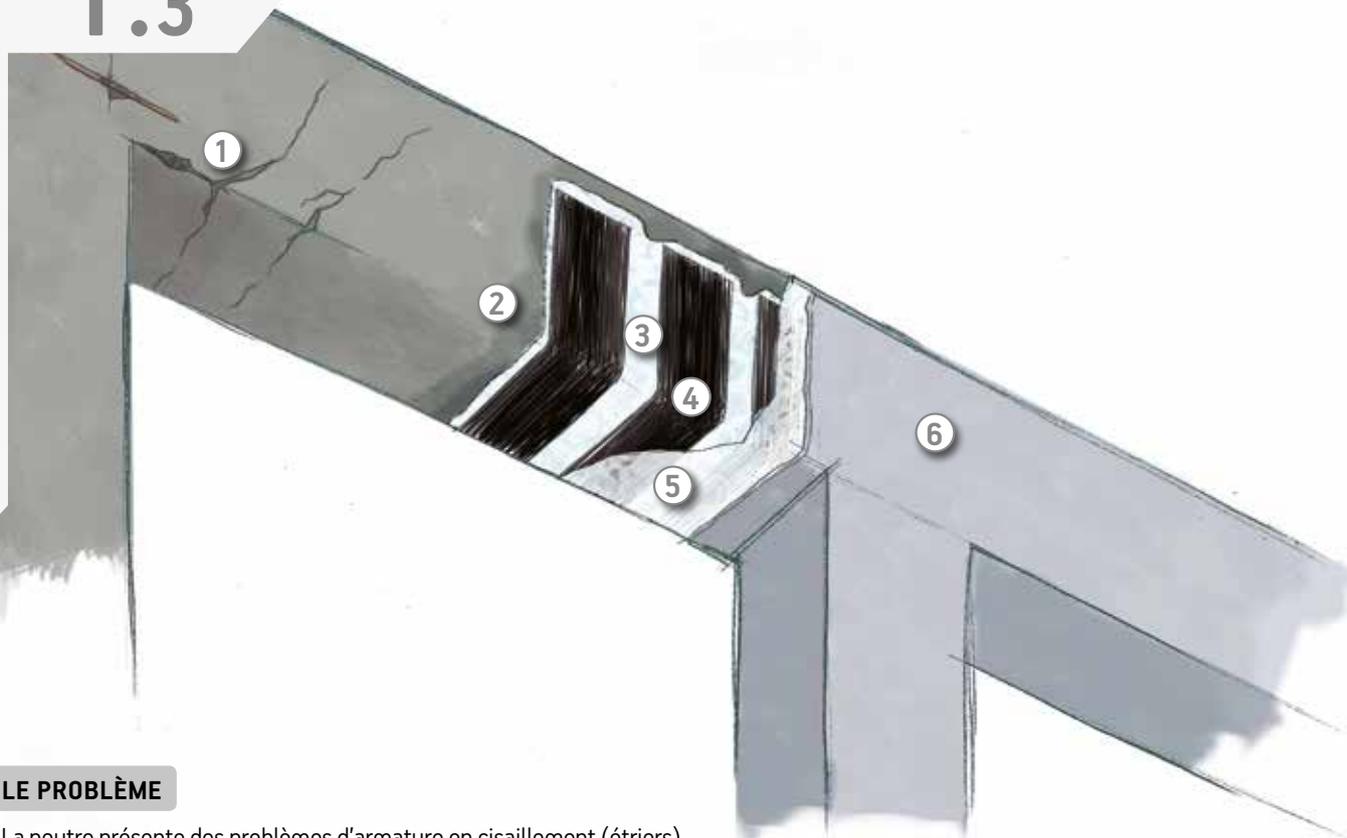
Essai de délaminage	chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Résistance prévue en flexion de l'élément renforcé avec FRP	chap. 4.2.2.3
Renforcement en compression-flexion	chap. 4.2.2.4
Vérification des tensions aux ELS	chap. 4.2.3.2

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# POUTRE EN BÉTON ARMÉ

BÉTON ARMÉ

1.3



## ? LE PROBLÈME

La poutre présente des problèmes d'armature en cisaillement (étriers) suite à un changement des conditions de charge ou à une dégradation des matériaux entraînant une réduction des performances initiales.

## 👍 LA SOLUTION

La fixation par étriers peut être renforcée avec des tissus unidirectionnels en fibre de carbone, les fibres étant placées perpendiculairement à l'axe de la poutre et collées directement sur la surface réparée de la poutre, avec une forme en U ou un frettage complet.

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état le support en béton avant d'appliquer le renfort composite. Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2, en veillant à arrondir les arêtes avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de fibre unidirectionnelle **ARMOSHIELD C-SHEET**.

Bien presser avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** pour faire sortir tout l'air et faire pénétrer la colle à l'intérieur des fibres pour une première imprégnation. Procéder à l'imprégnation définitive avec la même colle **ARMOFIX MTX** appliquée sur la fibre puis presser avec le rouleau métallique. Veiller à ce que toutes les fibres du tissu soient parfaitement imprégnées. En cas d'application de plusieurs couches, poser une autre couche de tissu sur la colle encore fraîche et procéder à l'imprégnation comme décrit précédemment. Sur la dernière couche, lorsque la colle d'imprégnation est encore fraîche, saupoudrer du sable ou quartz pour favoriser l'adhérence de l'enduit.

▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES	- Préparation du support	4.0.1	p. 62
	- Élément du cahier des charges tissus	4.1	p. 64

# RENFORCEMENT EN CISAILLEMENT AVEC DU TISSU EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Fissuration due à un problème d'armature en cisaillement et à une dégradation
- 2 Applicazione del primer ARMOPRIMER 100
- 3 Application de la résine époxy ARMOFIX MTX
- 4 Pose du tissu unidirectionnel en carbone pour le renforcement en cisaillement ARMOSHIELD C-SHEET
- 5 Imprégnation avec la résine époxy ARMOFIX MTX et saupoudrage de sable au quartz
- 6 Lissage de protection ou enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*L'arrondi des arêtes améliore la pose, empêche la cassure des fibres et augmente l'efficacité de l'intervention.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Élimination du revêtement existant, arrondi des arêtes et nettoyage des surfaces*



*Application des tissus ARMOSHIELD C-SHEET sur la couche de résine ARMOFIX MTX*



*Vue d'ensemble - Les tissus sont appliqués près des appuis*



*Application de la couche de protection de finition*



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de délaminage

chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4

Résistance prévue en cisaillement

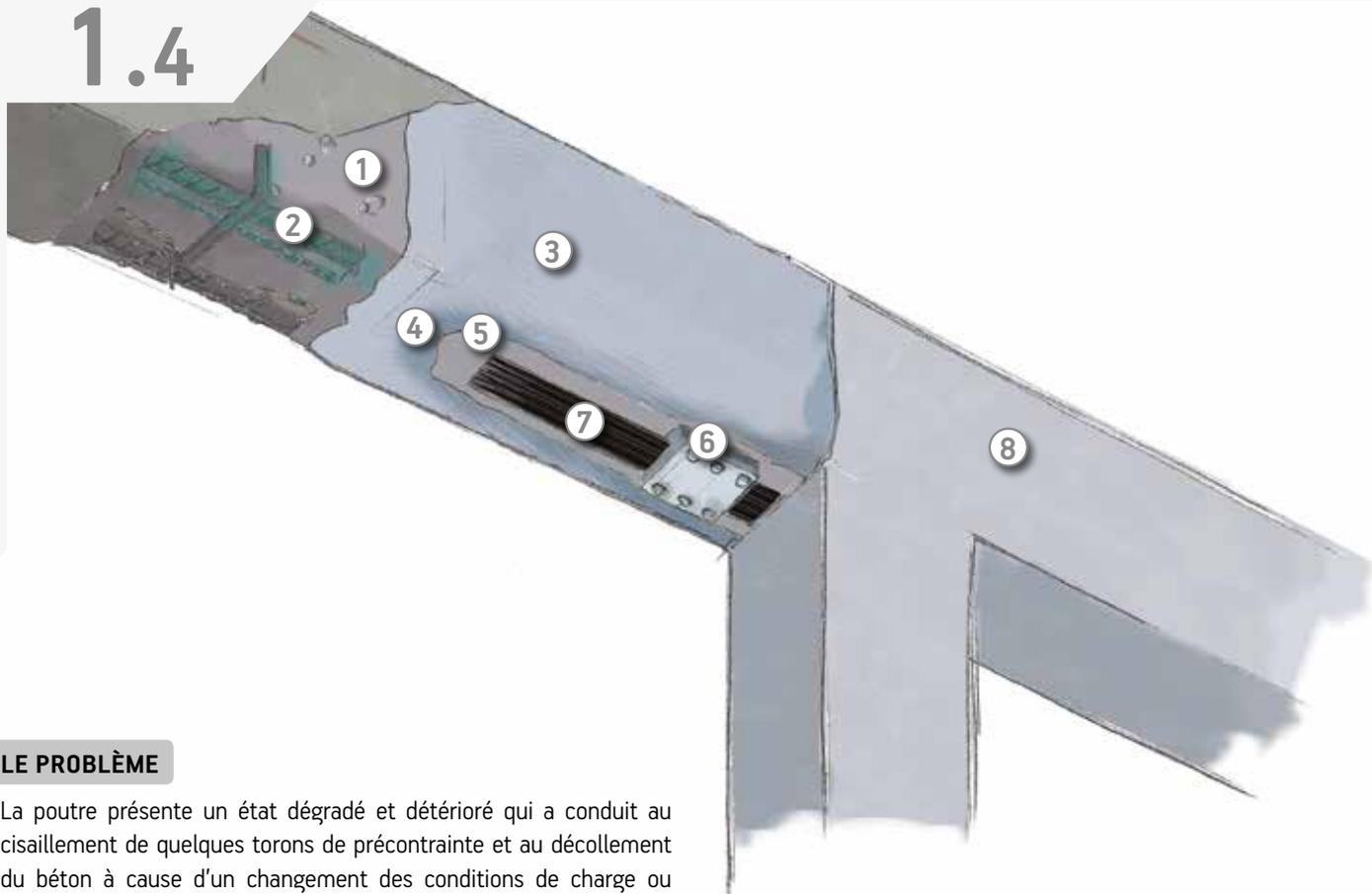
chap. 4.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# POUTRE EN BÉTON ARMÉ

BÉTON ARMÉ

1.4



## ? LE PROBLÈME

La poutre présente un état dégradé et détérioré qui a conduit au cisaillement de quelques torons de précontrainte et au décollement du béton à cause d'un changement des conditions de charge ou à une dégradation des matériaux, entraînant une réduction des performances initiales et de la capacité de portance.

## 👍 LA SOLUTION

Utilisation à l'intrados des poutres de bandes pultrudées en fibre de carbone pré-tendues de manière à rétablir la précontrainte perdue à cause du cisaillement des torons.

## 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant en cas de supports faibles FLUECO 80 T2, et rectifier la surface. Pour des sections supérieures à 3-4 cm, utiliser le mortier fibré FLUECO 175 T CR FR. Il faudra ensuite réaliser des trous pour insérer les chevilles de fixation en acier, préparer les plaques d'ancrage et les plaques en forme de coin.

## ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton reconstruite et dépolvoisée, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support. Positionner la bande **ARMOSHIELD CFK**, découpée sur mesure et nettoyée sur les deux faces avec le solvant **ARMOCLEANER**, sur le côté fixe et fixer à la plaque d'ancrage avec de la résine et des chevilles serrées correctement ; puis fixer les plaques en forme de coin pour ancrer la bande et contrer la phase de tirage. Poser la bande sur toute la longueur de la poutre et coller avec la colle spécifique **ARMOFIX MTL**. Positionner les plaques en forme de coin mobiles et le vérin hydraulique, appliquer la tension prévue et bloquer mécaniquement le vérin. Enfin passer avec un rouleau en caoutchouc dur pour garantir l'adhérence au support. Environ 24 heures après la pose de la bande, enlever le vérin et les plaques en forme de coin des deux côtés de la poutre. Pour permettre la pose de l'enduit, appliquer une mince couche de colle et saupoudrer du sable au quartz sur la colle encore fraîche.

- ▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support 4.0.1 p. 62  
- Élément du cahier des charges pré-tension 4.8 p. 82

# RENFORCEMENT EN FLEXION ET RÉTABLISSEMENT DE LA PRÉCONTRAINTE PAR PRÉ-TENSION DES BANDES EN CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Élimination du béton détérioré et nettoyage des fers
- 2 Traitement des fers d'armature avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction de la section avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Application du primaire ARMOPRIMER 100
- 5 Application de la résine époxy ARMOFIX MTL
- 6 Application des plaques
- 7 Insertion des bandes, fixation d'une extrémité puis mise en tension de la bande
- 8 Lissage de protection ou enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Le rapport entre la déformation et la tension dans la bande est linéaire jusqu'à la rupture ; pour connaître la tension à laquelle elle est pré-tendue, il suffit donc d'en mesurer l'allongement.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Réalisation des trous pour la fixation des plaques et application du primaire ARMOPRIMER 100



**PHASE 2** Fixation de la plaque



**PHASE 3** Application de la bande ARMOFIX MTL sur la longueur de la poutre



**PHASE 4** Pré-tension de la bande avec vérin hydraulique



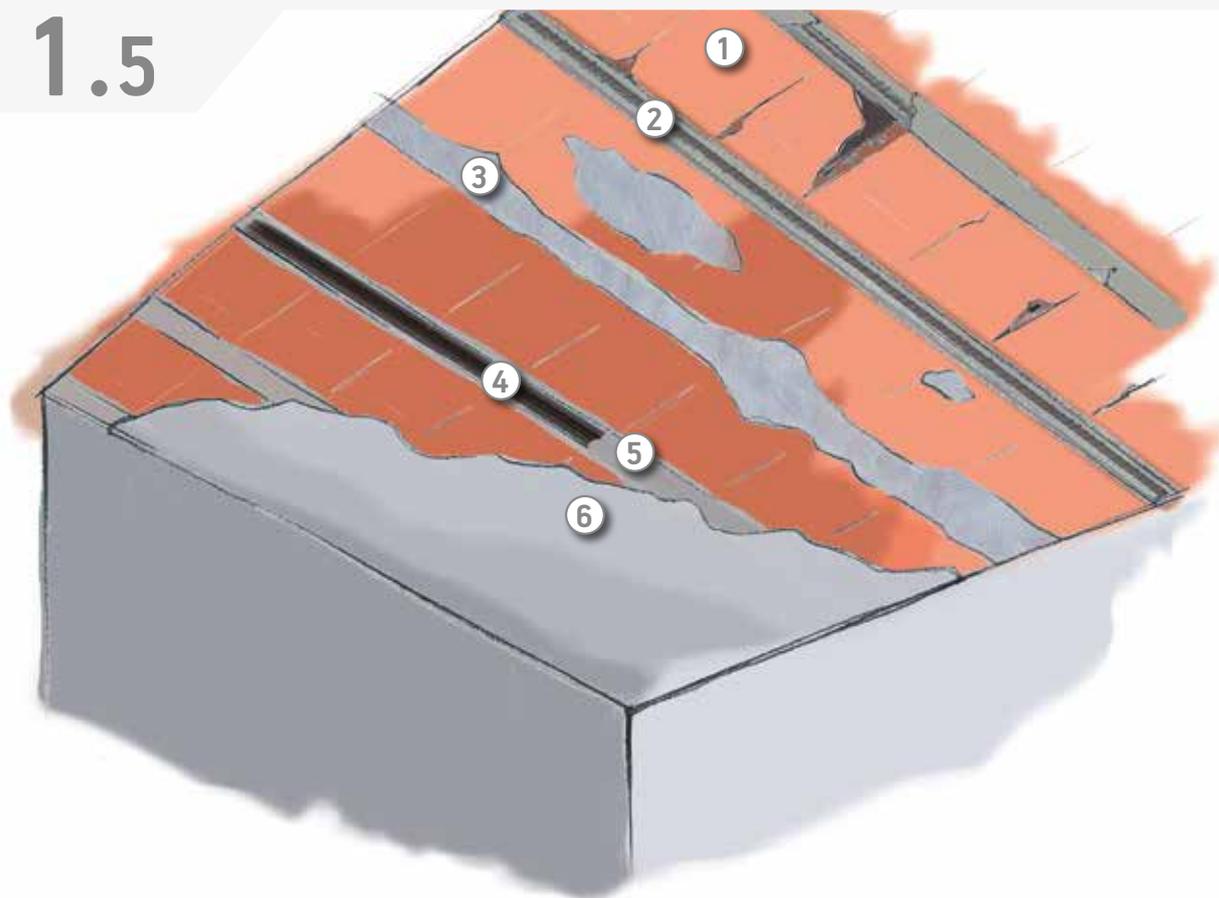
### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de délaminage	chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Résistance prévue en flexion de l'élément renforcé avec FRP	chap. 4.2.2.3 - chap. 4.6.1.1 pour les éléments précontraints
Renforcement en compression-flexion	chap. 4.2.2.4
Vérification des tensions aux ELS	chap. 4.2.3.2 - chap. 4.6.1.2 pour les éléments précontraints

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/II/CNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/II/CNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# PLANCHER EN BRIQUE DE CIMENT

1.5



## ? LE PROBLÈME

Le plancher présente des problèmes au niveau de l'armature longitudinale en flexion à cause d'un changement des conditions de charge (changement d'utilisation) ou à une dégradation des matériaux (due à l'humidité, au feu, etc.).

## 👍 LA SOLUTION

L'armature longitudinale peut être renforcée avec des bandes pultrudées en fibre de carbone, les fibres étant placées parallèlement à l'axe du joint de sol et collées directement à l'intrados restauré de chaque joint de sol constituant le plancher. Cette opération nécessite la démolition du fond en brique car le renfort doit être fixé directement à l'élément résistant.

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Éliminer au préalable les situations dégradées du plancher. Éliminer le fond en brique jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton du joint de sol et le fond à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les bandes en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande **ARMOSHIELD CFK** découpée sur mesure. Passer avec un rouleau pour faire sortir tout l'air. Nettoyer préalablement la bande avec le solvant **ARMOCLEANER** sur les deux faces de manière à éliminer les résidus d'usinage. En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche, en veillant à bien presser avec le rouleau pour faire sortir tout l'air. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, étaler une fine couche de colle et saupoudrer du sable au quartz sur la colle encore fraîche.

▶	ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES	- Préparation du support	4.0.1	P. 62
		- Élément du cahier des charges bandes	4.2	P. 68

# RENFORCEMENT EN FLEXION AVEC DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Plancher en brique de ciment dégradé
- 2 Démolition du fond et traitement de passivation des fers avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction du joint de sol avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Collage de bandes en fibre de carbone
- 5 Application de la colle époxy ARMOFIX MTL
- 6 Finition avec l'enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Vous pouvez contenir la rupture des éléments d'allègement en brique avec le système anti-effondrement (fiche 1.10 p. 28).*



### DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Démolition du fond en brique, traitement des fers et reconstruction avec du mortier fibré



**PHASE 2** Application de la résine époxy ARMOFIX MTL pour le collage des bandes



**PHASE 3** Application des bandes ARMOSHIELD CFK sur la couche de résine encore fraîche

### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de délaminage	chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4
Résistance prévue en flexion de l'élément renforcé avec FRP	chap. 4.2.2.3
Renforcement en compression-flexion	chap. 4.2.2.4
Vérification des tensions aux ELS	chap. 4.2.3.2

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormalizzazioneCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormalizzazioneCertificazione/DT200_R1.html)

# PILIER EN BÉTON ARMÉ

## 1.6

### ? LE PROBLÈME

Le pilier simplement comprimé présente une résistance du béton plus faible que prévu, ou bien il faut augmenter la résistance à la compression du béton pour augmenter la ductilité de la section.

### 👍 LA SOLUTION

L'application sur le pilier de bandes de tissu unidirectionnel permet d'augmenter la résistance à la compression du béton. L'augmentation de la résistance à la compression peut être obtenue selon la géométrie de la section, le matériau de base et la disposition des frettes, et entraîne une augmentation de la déformation ultime en compression du béton, en d'autres termes, elle en augmente la ductilité.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état le support en béton avant d'appliquer le renfort composite. Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2. Arrondir les arêtes du pilier avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnelle **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure en la superposant d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau. En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour pouvoir poser l'enduit ou une autre protection en ciment ou résine, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.



▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support  
- Élément du cahier des charges tissus

4.0.1 p. 62  
4.1 p. 64

# RENFORCEMENT EN COMPRESSION PAR CONFINEMENT AVEC DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Élimination du béton détérioré et nettoyage des fers
- 2 Traitement des fers d'armature avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Résine époxy de collage ARMOFIX MTX
- 5 Frettage avec les tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET
- 6 Résine époxy d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 7 Enduit de finition ou résine de protection

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Plus le grammage du tissu utilisé est élevé, plus les arêtes devront être arrondies pour éviter tout décollement durant la pose.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Reconstruction volumétrique du pilier avec un mortier fibré de la ligne FLUECO et arrondi des arêtes*



*Pose du tissu ARMOSHIELD C-SHEET et imprégnation avec la résine époxy ARMOFIX MTX*



*Vue d'ensemble - Piliers en béton armé enveloppés du tissu en fibre de carbone ARMOSHIELD C-SHEET*



### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Résistance prévue à la compression au centre ou avec une petite excentricité de l'élément confiné	chap. 4.5.2
Ductilité d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion et confinés avec FRP	chap. 4.5.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# PILIER EN BÉTON ARMÉ

## 1.7

### ? LE PROBLÈME

Le pilier présente des problèmes au niveau de l'armature longitudinale en flexion, de la fixation par étriers en cisaillement, et nécessite une augmentation de la capacité de portance par compression.

### 👍 LA SOLUTION

L'armature longitudinale peut être renforcée avec des bandes pultrudées en fibre de carbone, placées parallèlement à l'axe du pilier et ancrées dans les nœuds au moyen de connecteurs en aramide, tandis que la résistance au cisaillement et à la compression peut être adaptée avec des frettes en fibre unidirectionnelle disposées à une distance appropriée ou avec un frettage complet.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever les parties de béton en phase de décollement jusqu'à ce que la barre d'armature soit mise à nu, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2. Arrondir les arêtes avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les bandes en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser les bandes **ARMOSHIELD CFK** et presser à la main ou avec un rouleau en caoutchouc dur pour faire sortir tout l'air. Nettoyer préalablement les bandes avec le solvant **ARMOCLEANER**.

Après la pose des bandes, appliquer la colle **ARMOFIX MTX** pour régulariser la surface et poser le tissu unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET**, qu'il faudra ensuite imprégner avec la même colle **ARMOFIX MTX**. En cas d'application de plusieurs couches, poser le tissu sur la colle encore fraîche et procéder à l'imprégnation comme décrit précédemment. Saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz pour favoriser l'adhérence de l'enduit.



- ▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES**
- Préparation du support
  - Élément du cahier des charges tissus
  - Élément du cahier des charges bandes

- 4.0.1 p. 62
- 4.1 p. 64
- 4.2 p. 68

# RENFORCEMENT EN COMPRESSION-FLEXION ET CISAILLEMENT AVEC DES BANDES ET DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Élimination du béton détérioré et nettoyage des fers
- 2 Traitement des fers d'armature avec DRACOSTEEL
- 3 Reconstruction avec le mortier fibré FLUECO
- 4 Application de la colle époxy ARMOFIX MTL
- 5 Bandes de renforcement en flexion ARMOSHIELD CFK
- 6 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 7 Frettage avec les tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET
- 8 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 9 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Vous pouvez consolider les parties cassées ou fissurées par des injections avec EPOX INIEZIONE RM2.*



### DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** *Enlèvement du revêtement existant, nettoyage, arrondi des arêtes et application du primaire*



**PHASE 2** *Application de la colle époxy ARMOFIX MTL et des bandes ARMOSHIELD CFK*



**PHASE 3** *Pose des tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET sur la résine ARMOFIX MTX et imprégnation*



**PHASE 4** *Frettage complet du pilier*

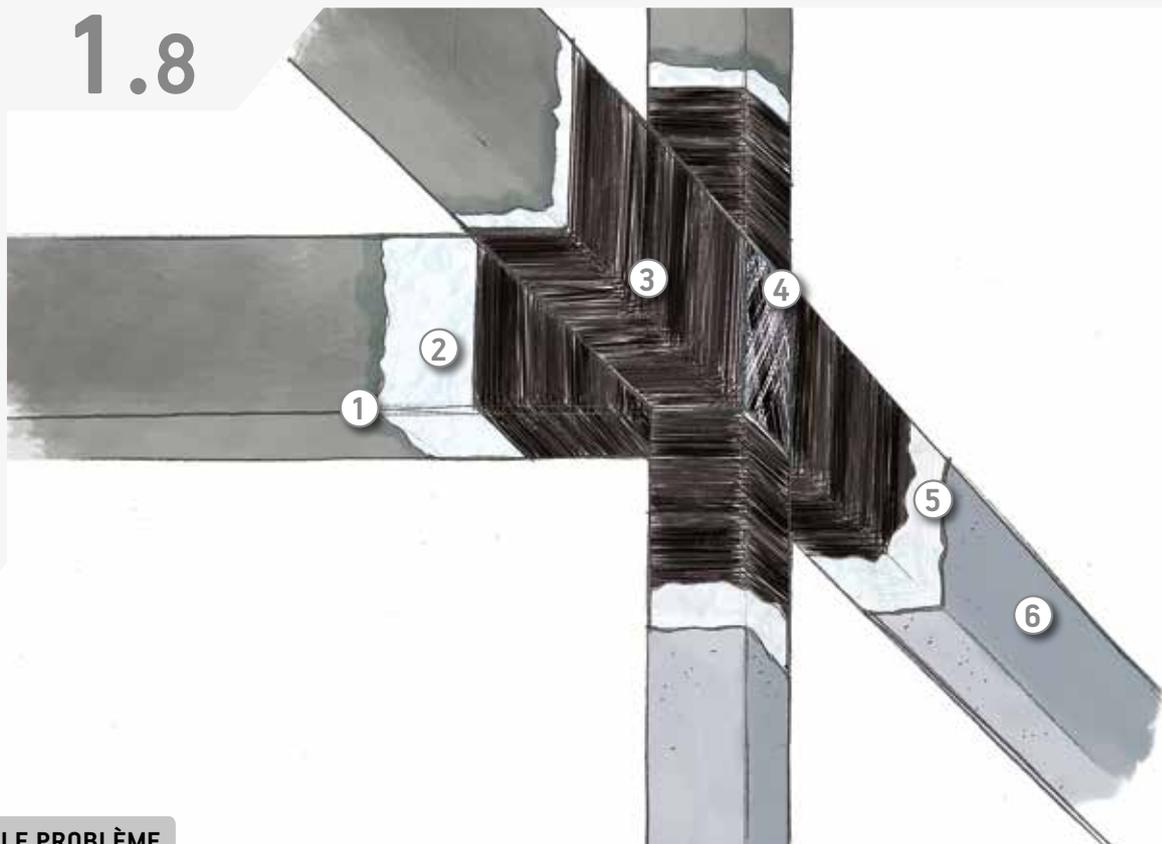
### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 REV. 15/05/2014

Renforcement en compression-flexion	chap. 4.2.2.4
Résistance prévue au cisaillement	chap. 4.3.3
Résistance prévue à la compression au centre ou avec une petite excentricité de l'élément confiné	chap. 4.5.2
Ductilité des éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion et confinés avec FRP	chap. 4.5.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# NŒUD POUTRE-PILIER

1.8



## ? LE PROBLÈME

Il faut augmenter les résistances au cisaillement de la poutre et du pilier au point de convergence, pour rétablir la hiérarchie des résistances entre les éléments.

## 👍 LA SOLUTION

En enveloppant la poutre en cisaillement et en frettant le pilier avec des bandes de tissu unidirectionnel, on peut augmenter la résistance au cisaillement de la poutre et du pilier ainsi que la ductilité du béton du pilier. On améliore ainsi la capacité dissipative du nœud par rapport à l'activité sismique. Pour renforcer le nœud, coller une feuille de tissu quadriaixial ARMOSHIELD C-QUADRAX, avec un prolongement approprié sur les âmes de poutre et pilier et les retours.

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état le support en béton avant d'appliquer le renfort composite. Enlever les parties de béton en phase de décollement pour mettre à nu la barre d'armature, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2. Arrondir les arêtes de la poutre et du pilier avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la feuille de tissu quadriaixial et les bandes de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpées sur mesure pour la réalisation du renforcement en cisaillement pour les poutres et le frettage des piliers, avec une superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau. En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

- ▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support 4.0.1 p. 62  
- Élément du cahier des charges tissus 4.1 p. 64

# RENFORCEMENT DU NŒUD PAR CONFINEMENT AVEC DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Application du primaire ARMOPRIMER 100
- 2 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 3 Frettage avec les tissus unidirectionnels ou quadriaxiaux ARMOSHIELD C
- 4 Placage avec les tissus quadriaxiaux ARMOSHIELD C-QUARDAX
- 5 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 6 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Vous pouvez protéger, décorer et recouvrir avec la peinture acrylique élastique ACRIFLEX*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Nœud poutre-pilier avant l'intervention



**PHASE 2** Frettage du pilier avec les tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C



**PHASE 3** Frettage de la poutre



**PHASE 4** Intervention de confinement terminée

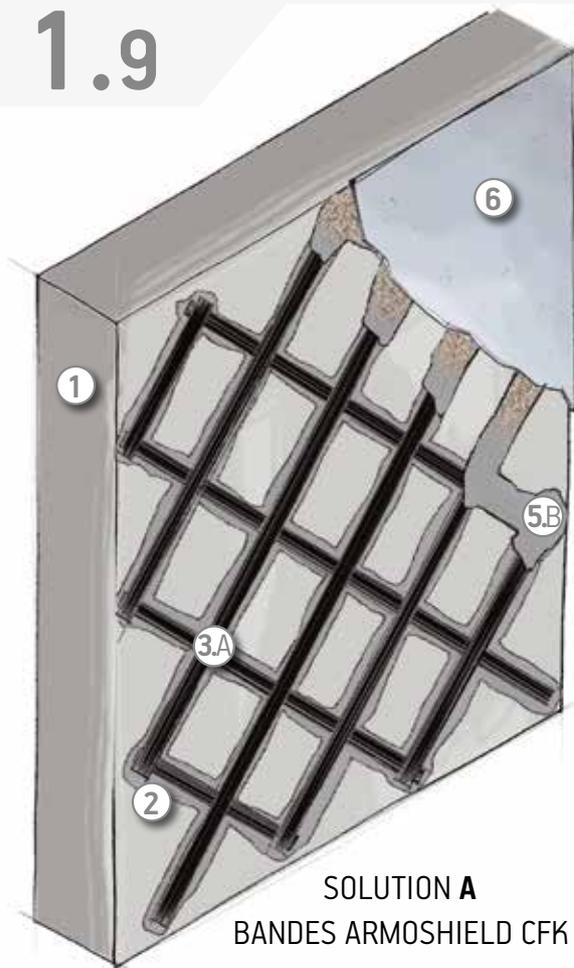
## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200/2004 (rév. 07/10/2008)

Résistance prévue au cisaillement	chap. 4.3.3
Résistance prévue à la compression au centre ou avec une petite excentricité de l'élément confiné	chap. 4.5.2
Ductilité des éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion et confinés avec FRP	chap. 4.5.3
Augmentation de la capacité de déformation locale des éléments	chap. 4.7.2.3.1

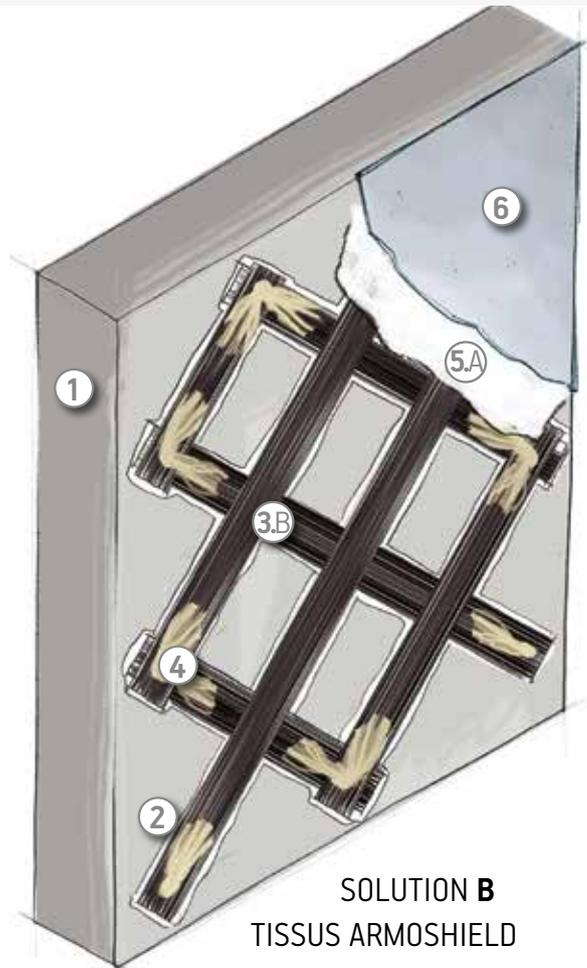
TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# CLOISONS EN BÉTON ARMÉ

1.9



SOLUTION A  
BANDES ARMOSHIELD CFK



SOLUTION B  
TISSUS ARMOSHIELD

## ? LE PROBLÈME

On souhaite améliorer le comportement en cisaillement des cloisons en béton armé par l'amélioration ou l'adaptation des cloisons à l'activité sismique conformément à la législation.

## 👍 LA SOLUTION

On crée un contreventement en forme de croix de Saint-André avec des bandes unidirectionnelles de fibre de carbone posées sur les deux faces du panneau, reliées entre elles par des connecteurs passants à double mèche de fibres aux intersections.

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever les parties de béton en phase de décollement pour mettre à nu la barre d'armature, puis traiter avec le produit de passivation DRACOSTEEL. Reconstruire la section de béton à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, le cas échéant bicomposant FLUECO 80 T2.

## ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de béton réparée et reconstruite, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis appliquer la bande de fibre unidirectionnelle **ARMOSHIELD C-SHEET**.

Bien presser avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** pour faire sortir tout l'air et faire pénétrer la colle à l'intérieur des fibres pour une première imprégnation. Procéder à l'imprégnation définitive avec la même colle **ARMOFIX MTX** appliquée sur la fibre puis presser avec le rouleau métallique. Veiller à ce que toutes les fibres du tissu soient parfaitement imprégnées. En cas d'application de plusieurs couches, poser le tissu sur la colle encore fraîche et imprégner comme décrit précédemment. Sur la dernière couche, lorsque la colle d'imprégnation est encore fraîche, saupoudrer du sable au quartz pour favoriser l'adhérence de l'enduit.

▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES	- Préparation du support	4.0.1	p. 62
	- Élément du cahier des charges tissus	4.1	p. 64
	- Élément du cahier des charges bandes	4.2	p. 68

# RENFORCEMENT EN CISAILLEMENT AVEC DES TISSUS ET DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Cloison en béton armé
- 2 Résine de collage ARMOFIX MTL
- 3.A Renforcement avec les bandes ARMOSHIELD CFK sur les deux côtés
- 3.B Tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C-SHEET sur les deux côtés du mur
- 4 Double mèche de fibres en aramide ARMOGRIP
- 5.A Résine ARMOFIX MTX
- 5.B Résine ARMOFIX MTL
- 6 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*L'intervention doit de préférence être réalisée sur les deux faces du mur pour éviter les asymétries qui peuvent entraîner des effets secondaires.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Contreventements avec des tissus unidirectionnels en fibre de carbone ARMOSHIELD C*



*Contreventements avec des bandes pultrudées en fibre de carbone ARMOSHIELD CFK*



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200/2004 (rév. 07/10/2008)

Essai de délaminage

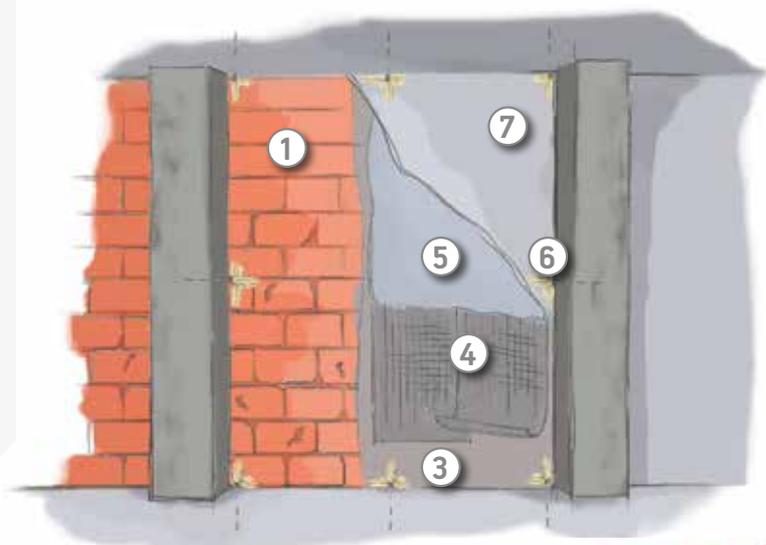
chap. 4.1.2 - 4.1.3 - 4.1.4

Le schéma de calcul ne figure pas dans le document CNR ; toutefois, il est possible de schématiser le système avec le schéma tirant-bielle, en contrôlant le délaminage et les tensions d'interface.

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

## REPLISSAGES ET PLANCHERS

1.10



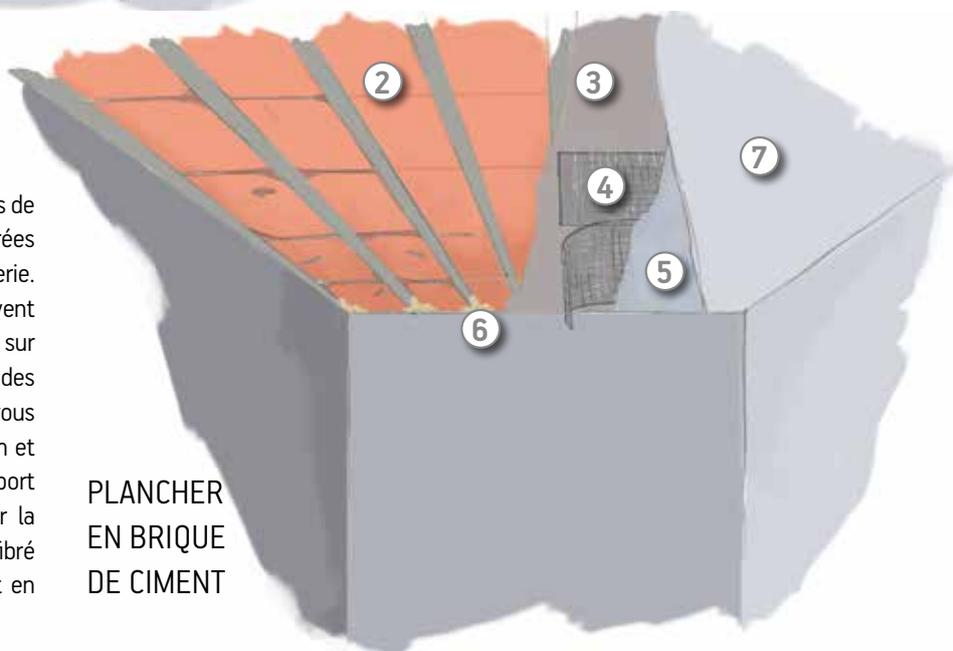
PANNEAU NON STRUCTUREL

## ? LE PROBLÈME

On craint la formation d'un mécanisme consistant en la rupture et le renversement des remplissages en maçonnerie et la chute d'éléments d'allègement en brique du plancher.

## 👍 LA SOLUTION

Amélioration du comportement sismique des remplissages en maçonnerie et planchers grâce à un système contre le renversement qui prévient les fissures et limite les risques d'effondrement et de renversement.

PLANCHER  
EN BRIQUE  
DE CIMENT

## ● OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Éliminer les résidus d'enduit, les traitements de surface précédents et les parties détériorées ou en phase de décollement de la maçonnerie. Tous les 2 mètres environ, des trous doivent être percés à l'intrados du plancher ou sur le périmètre du panneau pour loger des connecteurs en fibre d'aramide. Les trous doivent avoir un diamètre d'environ 20 mm et une profondeur de 10 cm (distance par rapport à la maçonnerie d'environ 1,5 cm). Lisser la surface à l'aide du mortier structural fibré FLUECO 40T, éventuellement bicomposant en cas de supports faibles FLUECO 80 T2.

## ✔ APPLICATION DU RENFORT

**Positionnement et ancrage du connecteur** : couper le connecteur à la longueur nécessaire. Préparer la résine **ARMOFIX MTX** et injecter le produit avec une cartouche à l'intérieur du trou en remplissant le trou à moitié, introduire le connecteur **ARMOGRIP** à l'intérieur du trou puis imprégner et remplir la cavité du connecteur sur toute sa longueur avec **ARMOFIX MTX**. **Application du renfort** : sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **ARMOTECH MONO** pour régulariser la surface et fournir un support homogène, dont l'épaisseur moyenne sera d'environ 3 mm selon l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la première couche de mortier, poser le treillis en fibre de basalte **ARMONET B 250** découpé sur mesure, réaliser les éventuelles « reprises » par chevauchement d'au moins 10 cm. Appliquer ensuite une autre couche d'environ 3 mm de **ARMOTECH MONO** sur le mortier non complètement durci et sur le treillis, en le recouvrant de manière uniforme. En cas d'application de plusieurs couches, répéter la procédure en opérant toujours frais sur frais. **Ancrage du connecteur** : une fois la dernière couche de mortier **ARMOTECH MONO** durcie, procéder à l'ancrage de la partie terminale du connecteur : la portion de connecteur non imprégnée qui sort du trou (mèche de fibres) devra être ouverte en éventail et fixée à la surface autour du trou par imprégnation de résine. Appliquer d'abord la colle **ARMOFIX MTX** sur la surface à coller puis sur les fibres écartées. Recouvrir la mèche de fibres avec une couche de mortier **ARMOTECH MONO**.

▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES - Préparation du support

4.0.2 p. 63

- Élément du cahier des charges système contre le renversement et l'effondrement 4.9 p. 84

# RENFORCEMENT CONTRE LE RENVERSEMENT, L'EFFONDREMENT ET AMÉLIORATION DU COMPORTEMENT SISMIQUE

## LÉGENDE

- 1 Remplissage en maçonnerie
- 2 Plancher
- 3 Première couche de mortier ARMOTECH MONO
- 4 Treillis en fibre de basalte ARMONET B 250
- 5 Lissage final avec mortier ARMOTECH MONO
- 6 Connecteurs en aramide ARMOGRIP
- 7 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Dans les remplissages en maçonnerie, le renfort doit être appliqué sur les deux côtés.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Application du treillis entre deux couches de mortier ARMOTECH MONO*



*Intervention de renforcement contre le renversement terminée*

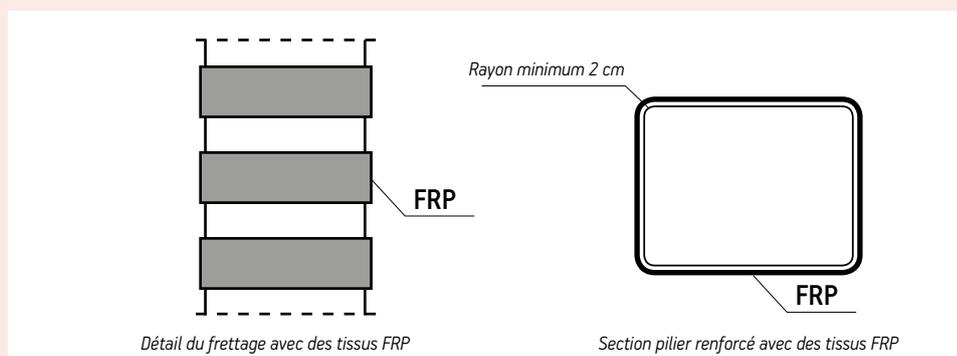
TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

Ce chapitre décrit les problématiques les plus fréquentes liées au renforcement des structures en maçonnerie. On étudiera les renforts appliqués pour l'amélioration des phénomènes locaux (renversement, flexion, etc.) et l'amélioration de la résistance résultant des évaluations globales (renforcement en flexion, cisaillement, frettage, etc.). Il faut rappeler l'importance de l'analyse globale du bâtiment faisant l'objet de l'intervention, de manière à ne pas créer de déséquilibres de comportement structurel, surtout vis-à-vis de l'activité sismique, en agissant sur les rigidités et les résistances des différents éléments de structure.

LES PRINCIPALES INTERVENTIONS DE RENFORCEMENT DES MAÇONNERIES SONT SCHÉMATISÉES CI-DESSOUS :

### 1) CONFINEMENT DES PILIERS • Réf. fiche 2.1

Le confinement des colonnes et piliers en maçonnerie peut être réalisé, comme pour les éléments en béton armé, avec des tissus FRP déposés par enroulement sur le périmètre de façon à constituer une gaine externe continue (recouvrement) ou discontinue (frettage). Il augmente la résistance ultime pour les éléments soumis à des contraintes normales au niveau du centre ou avec une petite excentricité.



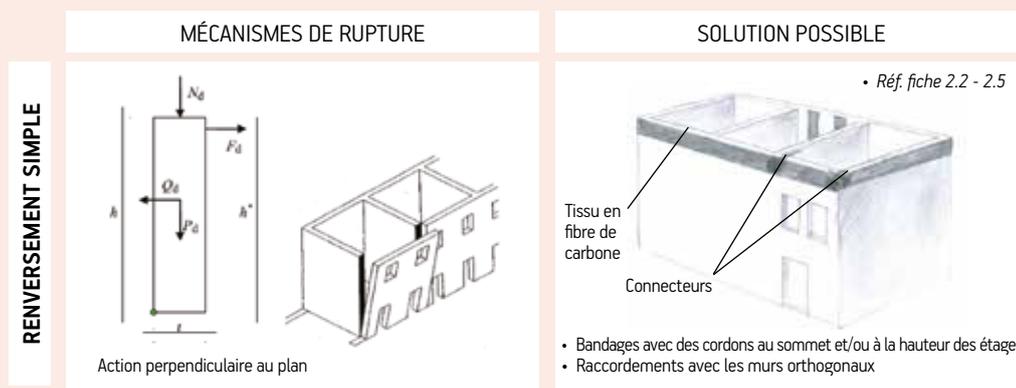
### 2) PANNEAUX DE MAÇONNERIE

Les panneaux de maçonnerie peuvent être renforcés avec des polymères renforcés de fibres pour en augmenter la capacité de portance ou la ductilité vis-à-vis d'actions **hors du plan du panneau**.

Les causes peuvent être : le séisme, l'absence de raccords avec des murs orthogonaux, la présence de structures de poussée comme les arcs ou les voûtes ou l'absence de verticalité du panneau de maçonnerie.

Elles se manifestent selon les possibles mécanismes de rupture :

- par **renversement simple**
- par **flexion verticale**
- par **flexion horizontale**



	MÉCANISMES DE RUPTURE	SOLUTION POSSIBLE
FLEXION VERTICALE		<p>• Réf. fiche 2.3 - 2.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application de tissu dans la zone tendue</li> <li>• Raccordements avec les murs orthogonaux</li> </ul>
FLEXION HORIZONTALE		<p>• Réf. fiche 2.4 - 2.5</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandages avec des cordons au sommet et/ou à la hauteur des étages</li> <li>• Raccordements avec les murs orthogonaux</li> <li>• Application de tissu dans la zone tendue</li> </ul>

En pratique, on observe le plus souvent des **mécanismes mixtes**, à savoir qui dérivent de la combinaison de mécanismes de rupture indiqués ci-dessus.

### 3) RENFORCEMENT EN CISAILEMENT

Les panneaux de maçonnerie peuvent être renforcés avec des matériaux composites à matrice polymère pour en augmenter la capacité de portance ou la ductilité vis-à-vis d'actions **dans le plan du panneau**, habituellement dues au séisme, à l'absence de raccords avec des murs orthogonaux ou à la présence de structures de poussée.

	MÉCANISMES DE RUPTURE	SOLUTION POSSIBLE
CISAILEMENT	<p>Action parallèle au plan</p>	<p>• Réf. fiche 2.5 - 2.6</p> <p>Système de contreventements de confinement des forces de cisaillement et de bandages verticaux pour réduire les contraintes de compression et flexion.</p>

### 4) ARCS ET VOÛTES • Réf. fiche 2.7 - 2.8 - 2.9 - 2.10

Le renforcement des voûtes et des arcs en maçonnerie est réalisé lorsque les éléments de structure perdent leur fonctionnalité en raison de la formation de charnières qui activent les mécanismes de rupture. Les causes sont à attribuer à la faible résistance à la traction de la maçonnerie qui, soumise à des charges excessives et aux tremblements de terre, génère en elle des états de tension qui se traduisent par des fissures et plus tard par la rotation des impostes. **Le renfort FRP empêche la formation des charnières et absorbe les forces de traction générées à l'intérieur de la structure.** L'application des renforts en fibre de carbone se fait à **l'intrados**, à **l'extrados** ou sur **les deux côtés**, selon les exigences statiques et/ou d'application.

Les renforts sont ensuite appliqués dans les directions des états de traction. Le type et le schéma de renforcement précis sont déterminés avec la modélisation aux éléments finis, mais l'expérience, l'expérimentation en grandeur réelle et la théorie de la science de la construction permettent de déterminer des schémas indicatifs de conception décrits dans les fiches ci-après.

*Tout ce qui est décrit dans les fiches suivantes, comme indiqué dans la section sur le béton armé, suppose une préparation correcte du support, afin d'obtenir un support de base apte à garantir une application correcte du système de renforcement, l'efficacité et la durée de l'intervention effectuée. Les interventions décrites ont généralement le caractère d'un réel renforcement en raison d'un changement des besoins d'utilisation de la structure ou de la nécessité d'y apporter des ajustements réglementaires.*

# PILIER EN MAÇONNERIE

## 2.1

### ? LE PROBLÈME

Le pilier simplement comprimé a une résistance à la compression inférieure aux exigences de conception, ou bien il est nécessaire d'augmenter la déformation ultime, par exemple en cas de charges accrues sur la structure ou d'élargissement.

### 👍 LA SOLUTION

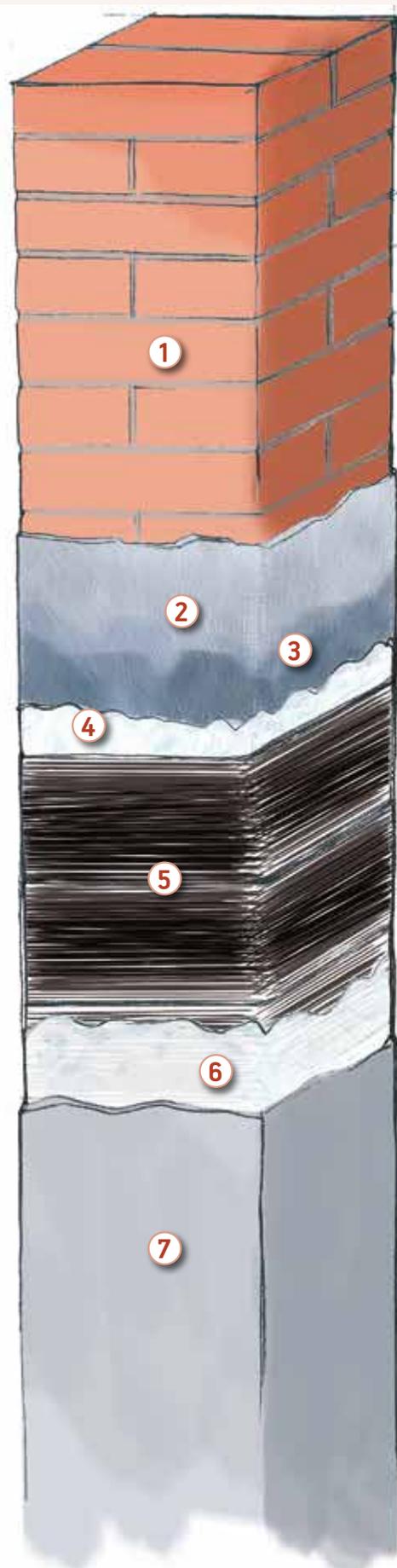
En appliquant sur le pilier des bandes de tissu unidirectionnel, on peut augmenter la résistance à la compression de la maçonnerie. L'augmentation de la résistance à la compression dépend de la géométrie de la section, du matériau de base et de l'agencement des frettes, et détermine aussi une augmentation de la déformation ultime en compression de la maçonnerie, en d'autres termes, elle augmente sa ductilité.

### ○ OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état le pilier en réalisant le cas échéant des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres. Réaliser ensuite les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier FLUECO 40T ou FLUECO 80T2. La section de maçonnerie doit être compacte et régulière. Arrondir les arêtes du pilier avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

### ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et fournir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure, en la superposant d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau. En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.



# RENFORCEMENT EN COMPRESSION PAR CONFINEMENT AVEC DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

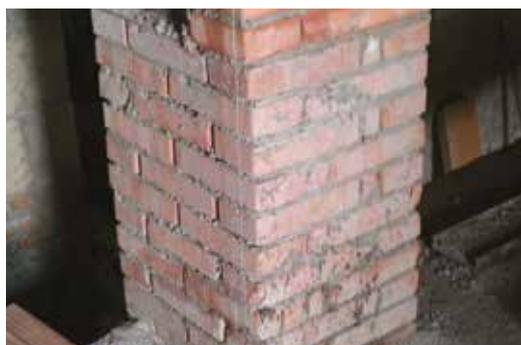
- 1 Pilier en maçonnerie
- 2 Lissage final avec mortier fibré FLUECO
- 3 Primaire ARMOPRIMER 100
- 4 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 5 Fibre unidirectionnelle en carbone ARMOSHIELD C-SHEET
- 6 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 7 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Sur des piliers à section carrée ou rectangulaire, on peut améliorer le comportement en compression notamment avec l'utilisation de barres ARMOSHIELD BC placées horizontalement, avec et sans gainage.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Pilier comprimé en maçonnerie avant l'intervention*



*Frettage du pilier avec les tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C*



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

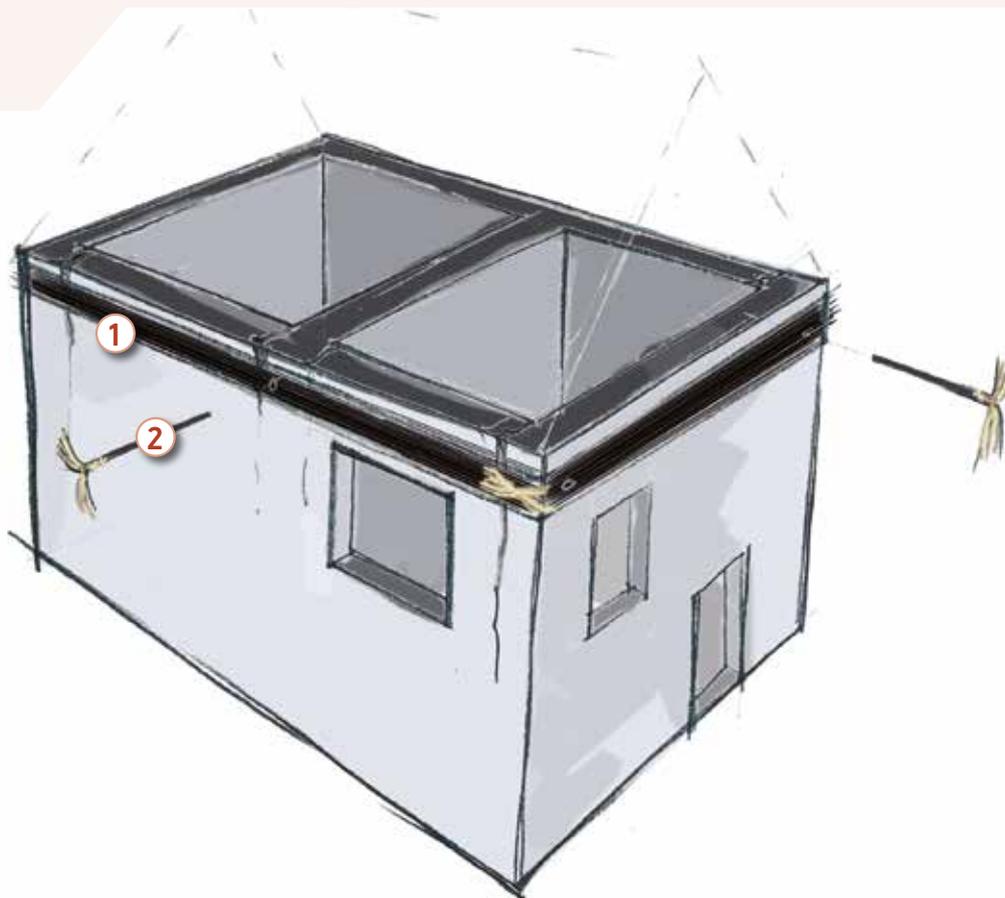
Résistance prévue à la compression  
au centre de l'élément confiné

chap. 5.6.1

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ILCNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ILCNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES

## 2.2



### ? LE PROBLÈME

On craint la formation d'un mécanisme consistant en le renversement du panneau de maçonnerie par rapport à une charnière cylindrique à la base du panneau de maçonnerie.

### 👍 LA SOLUTION

Gainage au sommet avec retour et ancrage sur les murs orthogonaux. Variante avec maximisation des avantages : frettage complet de l'ouvrage de maçonnerie.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état la maçonnerie en éliminant les situations dégradées, le cas échéant par des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres. Réaliser ensuite les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier FLUECO 40T ou FLUECO 80T2. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie. Arrondir les arêtes du bâtiment avec un rayon de courbure d'au moins 20 mm.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

Pour réaliser d'autres couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en passant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

### ▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES - Préparation du support

4.0.2 p. 63

- Élément du cahier des charges tissus

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT PAR FRETTAGE AVEC DES TISSUS EN CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Frettage avec les tissus ARMOSHIELD C-SHEET posés sur des couloirs en mortier avec le mortier FLUECO
- 2 Connecteurs en aramide ARMOGRIP

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*L'intervention FRP peut être optimisée par une intervention préventive de remise en état de la maçonnerie. Découvrez les produits ARMOLIME sur le site DRACO-resines.fr*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Frettage avec des bandes unidirectionnelles : détail de l'angle arrondi*



*Détail du frettage*



*Vue d'ensemble de l'intervention : frettage réalisé au sommet et au niveau du plancher*

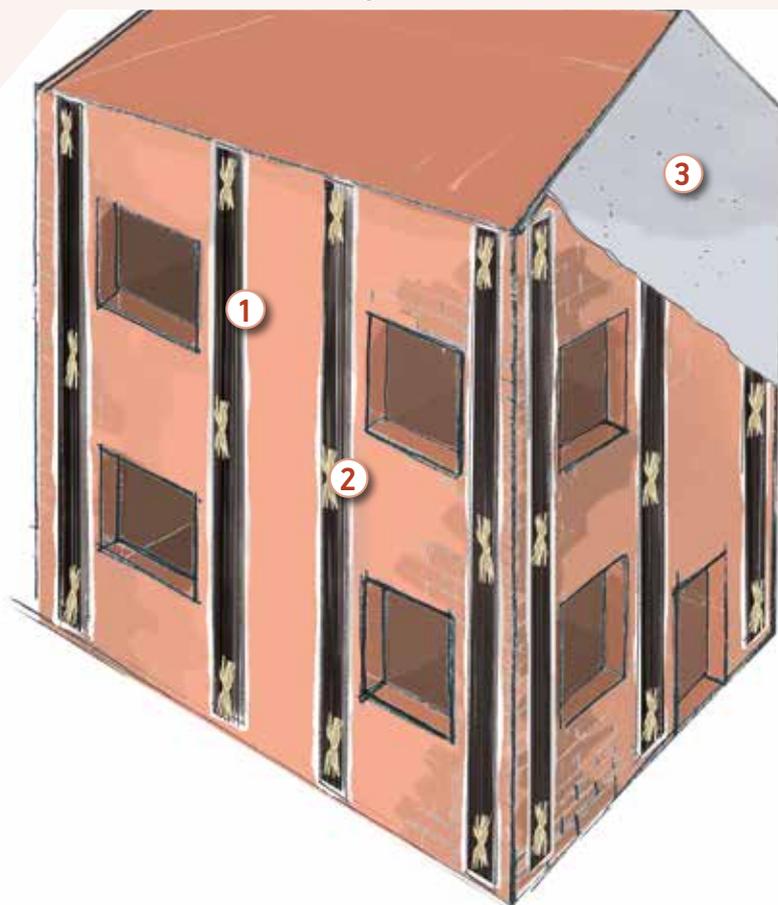
## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de renversement simple	chap. 5.4.1.1.1
Essai de compression-flexion dans le plan du panneau	chap. 5.4.1.2.1
Essai de cisaillement dans le plan du panneau	chap. 5.4.1.2.2
Essai de délaminage (si nécessaire)	chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES

## 2.3



### ? LE PROBLÈME

Pour un panneau de maçonnerie bien fixé à la base et au sommet, soumis à des actions horizontales, il y a un risque de rupture dû aux contraintes de flexion qui s'y produisent. La rupture se produit par la formation de trois charnières : l'une à la base, l'autre au sommet et la troisième à une certaine hauteur du panneau.

### 👍 LA SOLUTION

L'application de bandes de matériau composite FRP avec des fibres verticales sur les parois du panneau crée une « maçonnerie renforcée de fibres » dans laquelle les forces de compression associées à la flexion sont absorbées par la maçonnerie et celles de traction par le renfort FRP.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever l'enduit présent pour mettre à nu la maçonnerie. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application d'autres couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

### ▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES - Préparation du support

4.0.2 p. 63

### - Élément du cahier des charges tissus

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT VERTICAL EN FLEXION

## LÉGENDE

- 1 Tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C-SHEET posés sur des couloirs en mortier FLUECO
- 2 Connecteurs en aramide ARMOGRIP scellés
- 3 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

Vérifier toujours l'hypothèse de planchers rigides dans le plan.



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



Préparation des couloirs destinés à loger les tissés (\*)



Pose des tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C sur les couloirs de mortier et insertion des connecteurs ARMOGRIP

(\*) Dans ce cas, on a choisi d'associer le renforcement vertical (fiche 2.3) et horizontal (fiche 2.4)



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de flexion de la bande de maçonnerie verticale

chap. 5.4.1.1.2

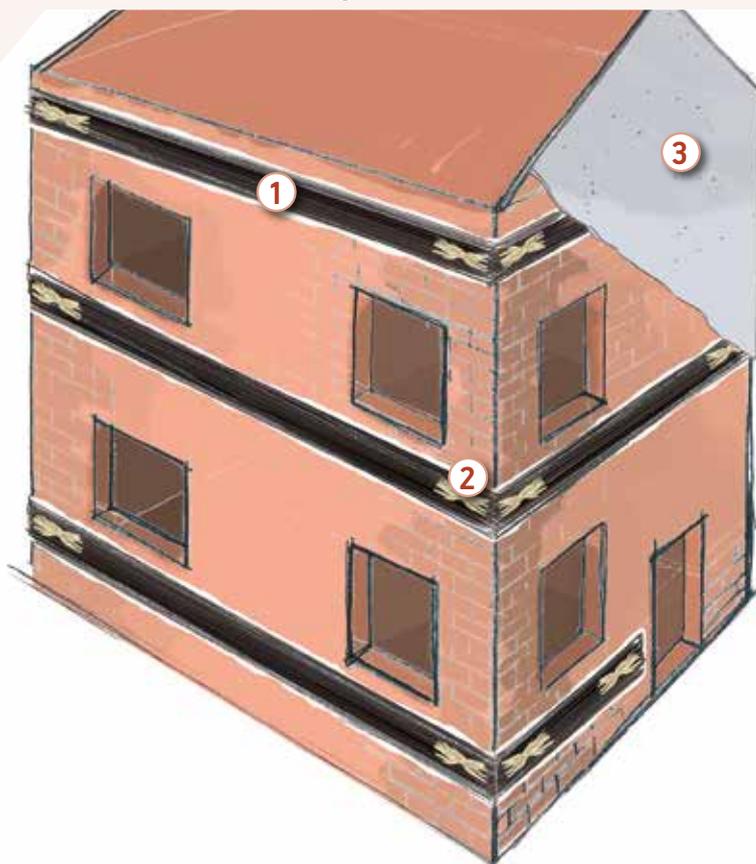
Essai de délaminage (si nécessaire)

chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormalizzazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormalizzazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# PANNEAUX DE MAÇONNERIE EXTERNES

## 2.4



### ? LE PROBLÈME

Pour un panneau de maçonnerie bien fixé à la base, en présence de murs latéraux exerçant ou non une action de contrefort, en présence d'actions horizontales, la bande horizontale supérieure du mur se comporte comme une poutre de maçonnerie, et peut s'effondrer à cause du dépassement de la charge supportable par le schéma en arc ou de la formation d'un mécanisme à 3 charnières.

### 👍 LA SOLUTION

L'application des matériaux composites permet de contrecarrer ce mécanisme, en conférant une résistance à la flexion à la bande de hauteur unitaire placée au sommet du panneau, transformée en poutre de maçonnerie renforcée de fibres.

### ○ OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever l'enduit présent pour mettre à nu la maçonnerie. Remettre en état la maçonnerie en éliminant les situations dégradées, le cas échéant avec des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres. Réaliser les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier fibré à faible module ARMOTECH MONO.

### ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

### ▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES - Préparation du support

4.0.2 p. 63

### - Élément du cahier des charges tissus

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT HORIZONTAL EN FLEXION

## LÉGENDE

- 1 Tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C-SHEET posés sur des couloirs en mortier FLUECO
- 2 Connecteurs en aramide ARMOGRIP
- 3 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Le phénomène est plus marqué sur la bande sous toiture en raison des poutres en bois souvent de poussée. Tenir compte de leur action !*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



Réalisation des couloirs destinés à loger les tissus (\*)



Frettage avec les tissus unidirectionnels en fibre de carbone ARMOSHIELD C (\*)



Frettage avec les tissus unidirectionnels en fibre de carbone ARMOSHIELD C



Détail du saupoudrage final avec du sable au quartz pour favoriser la pose de l'enduit

(\*) Dans ce cas, on a choisi d'associer le renforcement vertical (fiche 2.3) et horizontal (fiche 2.4)



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de flexion de la bande de maçonnerie horizontale

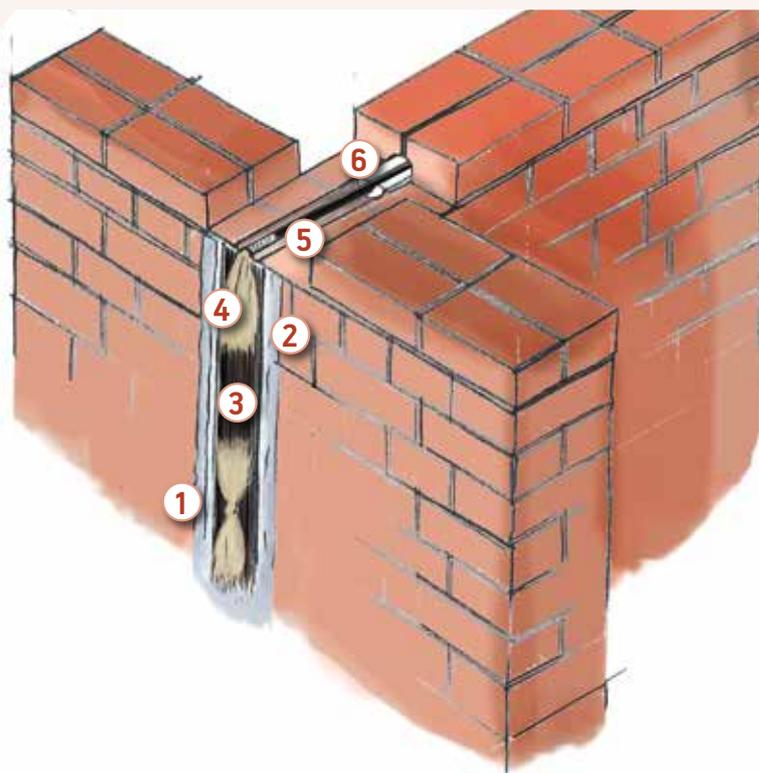
chap. 5.4.1.1.3

Essai de délaminage (si nécessaire)

chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

## RACCORDEMENT DES MURS



### ? LE PROBLÈME

Les murs orthogonaux tous deux résistants aux actions horizontales sont mal imbriqués, ce qui se traduit par un très mauvais comportement sismique du bâtiment.

### 👍 LA SOLUTION

L'application de barres en fibre de carbone et de bandes verticales FRP permet un ancrage continu entre les maçonneries raccordées.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie. Percer des trous d'un diamètre et d'une longueur appropriés pour introduire les barres. Éliminer toute trace de poussière dans les trous.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer sur le tissu posé avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz. Avant d'appliquer la dernière couche, verser ou injecter à l'intérieur du trou la colle **ARMOFIX MT** ou **ARMOFIX MTX**, en remplissant le trou aux trois quarts environ. Ensuite insérer la barre : retourner et disposer en éventail la partie terminale du connecteur en aramide non imprégnée qui sort du trou (mèche), puis la fixer à la surface entourant le trou par imprégnation de résine. Appliquer la colle d'abord sur la surface à coller, puis sur les fibres écartées. Pour protéger le connecteur, appliquer sur la couche de résine encore fraîche une portion du tissu en fibre de carbone, en appliquant le cycle de gainage avec du tissu en fibre de carbone.

▶	<b>ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES</b>	- Préparation du support	4.0.2	p. 63
		- Élément du cahier des charges tissus	4.1	p. 64
		- Élément du cahier des charges connecteurs	4.7	p. 80

# MURS EN MAÇONNERIE ORTHOGONAUX



## LÉGENDE

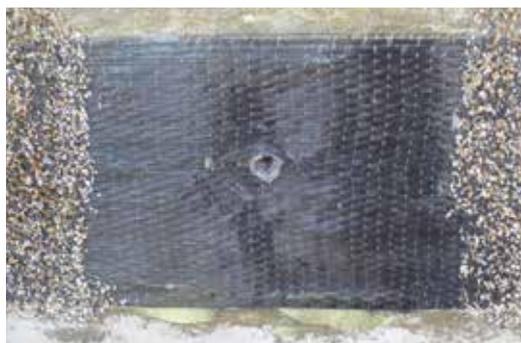
- 1 Couloir en mortier fibré
- 2 Résine de collage et imprégnation
- 3 Tissu en fibre de carbone ARMOSHIELD C
- 4 Connecteur en aramide ARMOGRIP BC
- 5 Barre en carbone ARMOSHIELD BC
- 6 Résine de collage ARMOFIX MTX/MT

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Souvent le raccordement entre des murs orthogonaux et la présence de planchers rigides dans le plan permettent d'améliorer considérablement les performances sismiques d'un bâtiment en maçonnerie.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** *Au niveau des trous, bien écarter les fibres du tissu en carbone*



**PHASE 2** *Introduction du connecteur en aramide ARMOGRIP BC à l'intérieur du trou rempli de résine ARMOFIX MTX*



**PHASE 3** *Ouverture en éventail et fixation de la mèche avec la résine époxy ARMOFIX MTX*



**PHASE 4** *Portion de tissu en fibre de carbone ARMOSHIELD C appliqué sur la mèche pour protéger le connecteur*



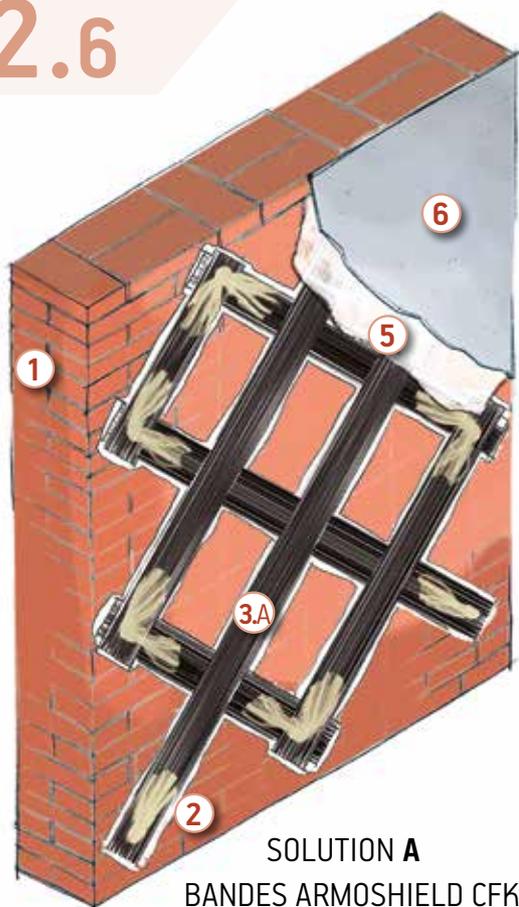
### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort :

il n'existe pas de normes de référence spécifiques pour le dimensionnement des connecteurs FRP bien que le CNR DT 200/2004 les mentionne au chap. 5.1.3. Toutefois, il est possible de se référer aux résistances caractéristiques déclarées par les fabricants et au calcul indicatif de la longueur d'ancrage selon l'ETAG 001 (en tenant compte du fait qu'elle a été étudiée pour des barres en acier ancrées par ancrage chimique).

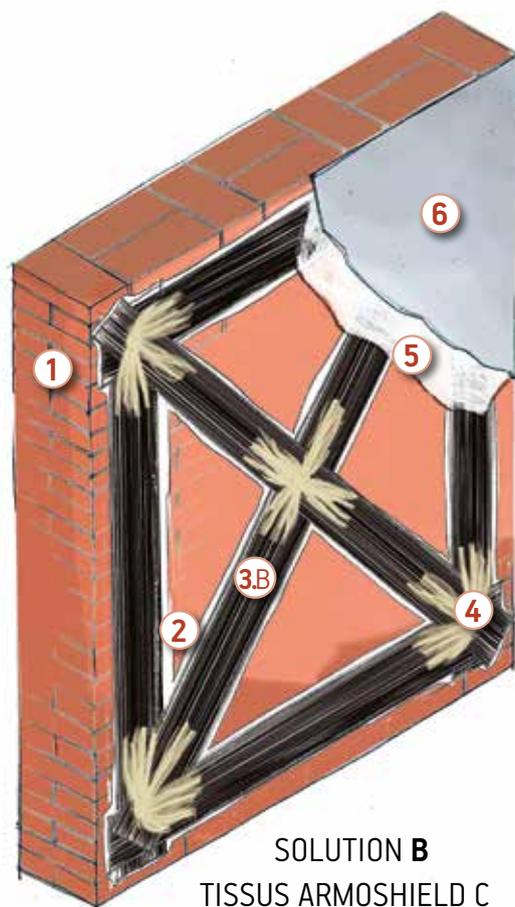
TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# MURS SOUMIS AU CISAILLEMENT

## 2.6



SOLUTION A  
BANDES ARMOSHIELD CFK



SOLUTION B  
TISSUS ARMOSHIELD C

### ? LE PROBLÈME

On souhaite renforcer un panneau de maçonnerie contre l'action de cisaillement.

### 👍 LA SOLUTION

On peut appliquer des bandes sur les deux faces externes du panneau afin de créer un système capable d'activer un comportement spécifique en fonction du schéma de treillis.

### ○ OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie.

### ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

▶	<b>ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES</b> - Préparation du support	4.0.2	p. 63
	- Élément du cahier des charges tissus	4.1	p. 64
	- Élément du cahier des charges connecteurs	4.7	p. 80

# RENFORCEMENT EN CISAILLEMENT

## LÉGENDE

- 1 Mur en maçonnerie
- 2 Résine de collage ARMOFIX MTX/MTL
- 3.A Renforcement avec les bandes ARMOSHIELD CFK sur les deux côtés
- 3.B Tissu en fibre de carbone ARMOSHIELD C-SHEET sur les deux côtés
- 4 Double mèche en aramide ARMOGRIP scellée avec ARMOFIX MTX
- 5 Enduit

## SAVIEZ-VOUS QUE...

Des bandes de renforcement en cisaillement disposées à l'horizontale augmentent la résistance du mur. Disposées en diagonale, elles en augmentent aussi la rigidité car elles font office de contrevent. Toujours effectuer sur le mur des essais en compression-flexion.



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



Application des tissus sur les couloirs de mortier



Mur renforcé sur les deux côtés avec les tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD C positionnés selon le schéma du projet



Raccordements avec double connecteur en aramide ARMOGRIP



Saupoudrage avec du sable au quartz pour favoriser la pose de l'enduit



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de cisaillement dans le plan du panneau

chap. 5.4.1.2.2

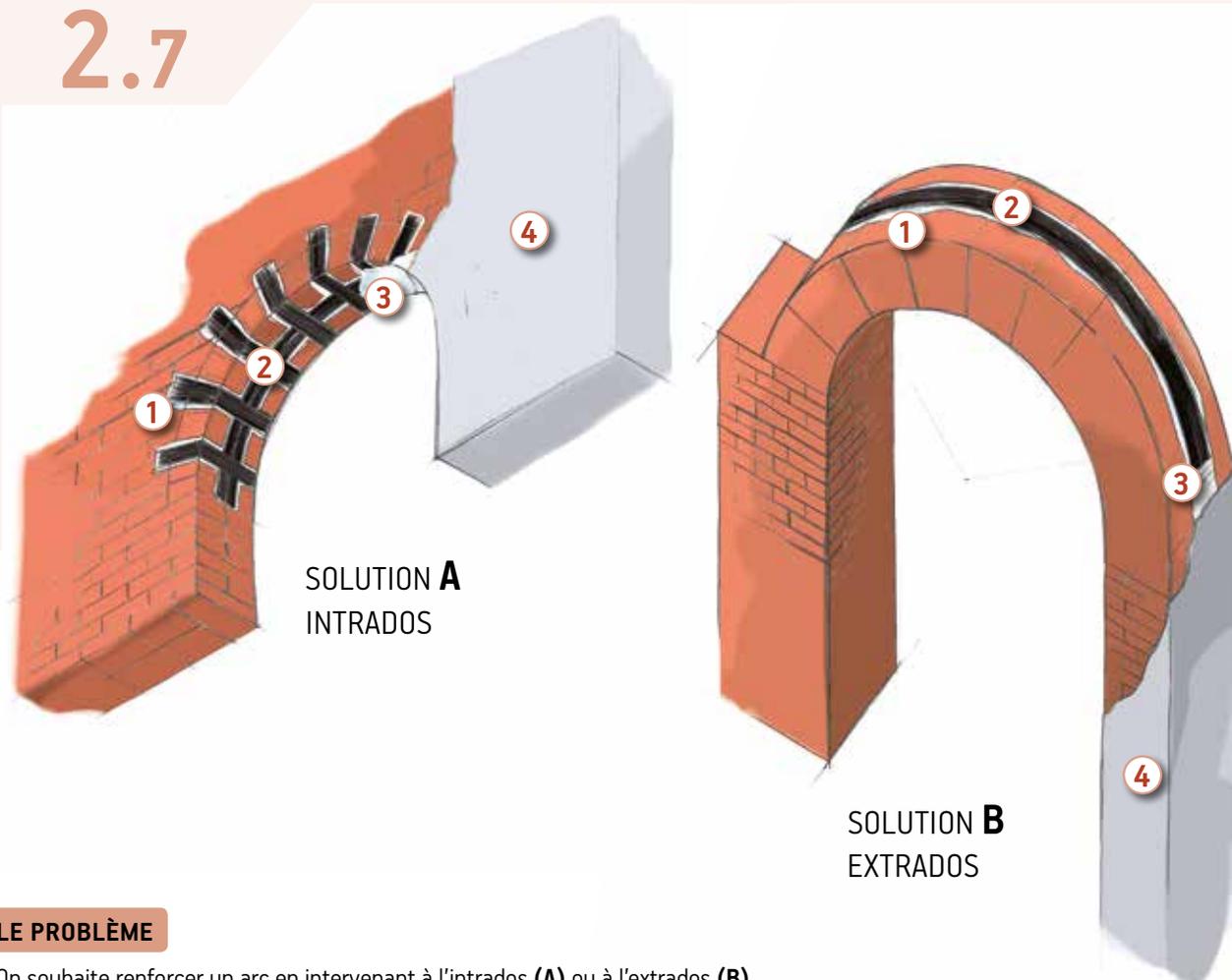
Essai de délaminage

chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# ARCS

## 2.7



### ? LE PROBLÈME

On souhaite renforcer un arc en intervenant à l'intrados (A) ou à l'extrados (B).

### 👍 LA SOLUTION

On peut appliquer des bandes à l'intrados, correctement ancrées, pour augmenter l'excentricité admissible de la résultante de compression dans l'épaisseur de l'arc et augmenter les charges conduisant à la formation des charnières plastiques qui provoquent le mécanisme de rupture.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Éliminer les situations dégradées de la maçonnerie. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTL** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

▶	ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES	- Préparation du support	4.0.2	p. 63
		- Élément du cahier des charges tissus	4.1	p. 64

# RENFORCEMENT À L'INTRADOS/EXTRADOS

## LÉGENDE

- 1 Colle pour les tissus ARMOFIX MTX
- 2 Tissu unidirectionnel ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 4 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*L'intervention à l'extrados est sans nul doute meilleure, mais l'intervention à l'intrados n'est pas une solution de repli et peut conduire à des améliorations nettes du comportement à la rupture de l'arc.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Arc avant l'intervention : élimination totale des enduits ou revêtements existants*



*Application des tissus ARMOSHIELD C-SHEET à l'intrados et bandes fixées avec les connecteurs en aramide ARMOGRIP*



*Détail des frettages en « U » et connecteurs en aramide ARMOGRIP*



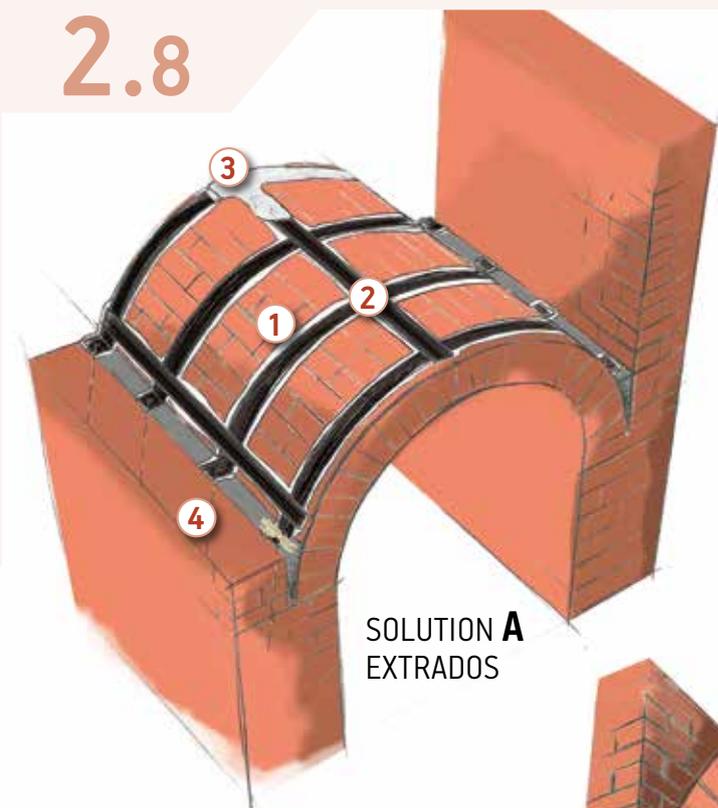
## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai du schéma à arc	chap. 5.5.1.1
Essai du schéma à portique	chap. 5.5.1.2
Essai de flexion	chap. 5.4.1.1.2
Essai de cisaillement	chap. 5.4.1.2.2
Essai de délaminage	chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/ICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# VOÛTES EN BERCEAU

## 2.8



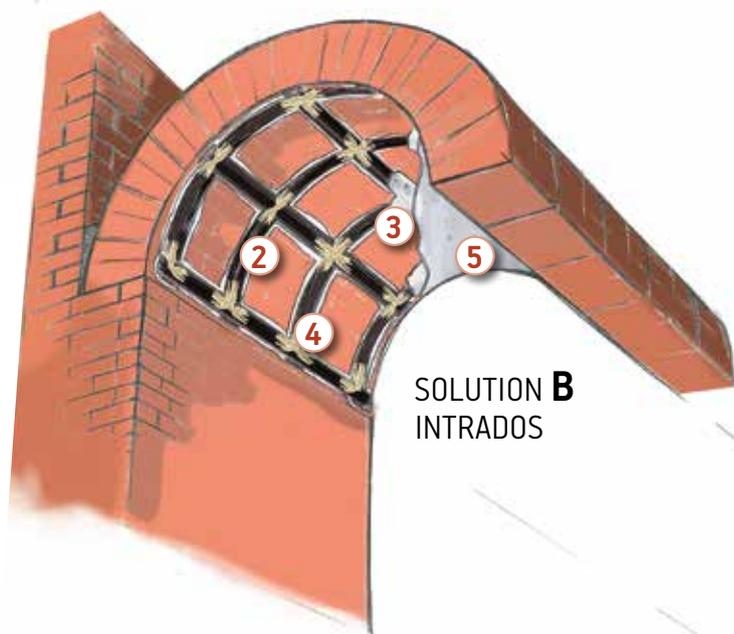
**SOLUTION A**  
EXTRADOS

### ? LE PROBLÈME

On souhaite renforcer une voûte en berceau en intervenant à l'extrados (A) ou à l'intrados (B).

### 👍 LA SOLUTION

On peut appliquer des bandes à l'extrados ou à l'intrados, auquel cas il faudra les ancrer mécaniquement avec des connecteurs, pour augmenter l'excentricité admissible de la résultante de compression dans l'épaisseur de la voûte, et augmenter les charges conduisant à la formation de la charnière plastique.



**SOLUTION B**  
INTRADOS

### ○ OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état la maçonnerie, en réalisant le cas échéant des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres.

Réaliser les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier fibré à faible module ARMOTECH MONO. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie. En cas d'intervention à l'extrados, avant d'éliminer le remplissage de la voûte, s'assurer qu'elle est correctement soutenue.

### ✔ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure ; toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support  
- Élément du cahier des charges tissus

4.0.2 p. 63

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT À L'INTRADOS/EXTRADOS

## LÉGENDE

- 1 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 2 Tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 4 Connecteurs en aramide en carbone + barres ARMOGRIP BC
- 5 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

Raccorder les voûtes aux maçonneries seulement aux endroits où le raccordement n'empêche pas la déformation normale de la voûte, habituellement dans les points d'appui de la structure.



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



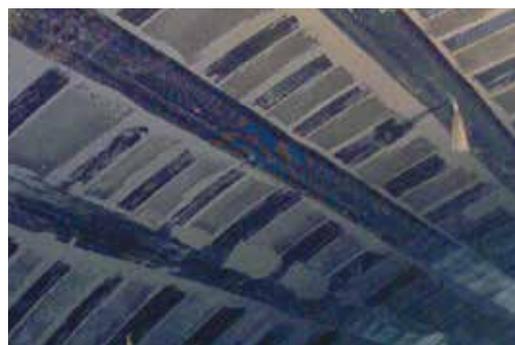
Voûte en berceau avant l'intervention : élimination du revêtement de surface



Détail du raccordement de la voûte à la maçonnerie



Exemple d'application à l'extrados



Exemple d'application à l'intrados

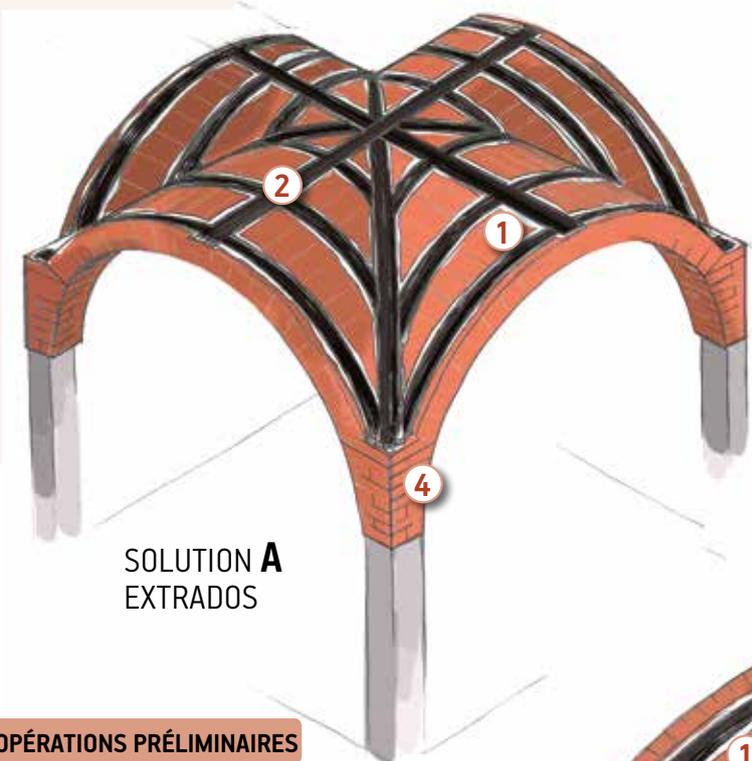
## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Voûtes à simple courbure - voûtes en berceau	chap. 5.5.2
Essai de flexion	chap. 5.4.1.1.2
Essai de cisaillement	chap. 5.4.1.2.2
Essai de délaminage	chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# VOÛTES À CROISILLON

## 2.9

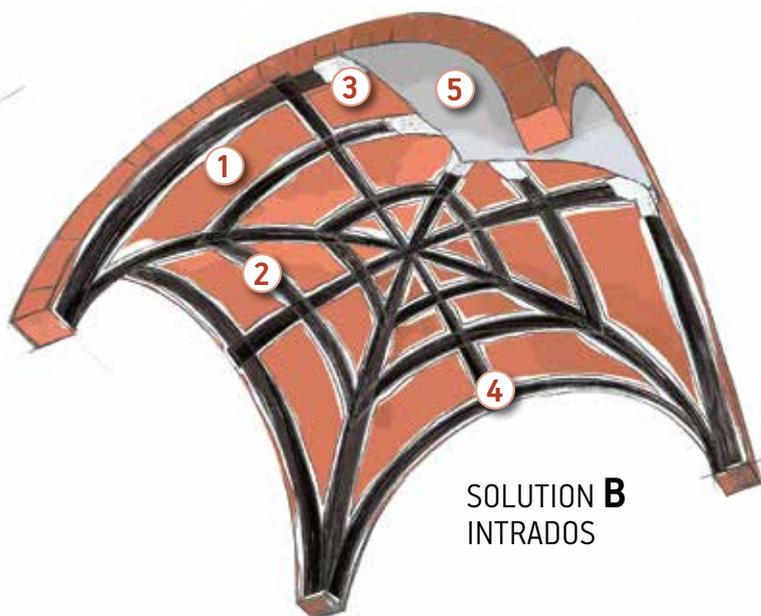


SOLUTION A  
EXTRADOS

### OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état la maçonnerie en réalisant le cas échéant des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres.

Réaliser les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier fibré à faible module ARMOTECH MONO. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie. En cas d'intervention à l'extrados, avant d'éliminer le remplissage de la voûte, s'assurer qu'elle est correctement soutenue.



SOLUTION B  
INTRADOS

### ? LE PROBLÈME

On souhaite renforcer une voûte à croisillon en intervenant à l'extrados (A) ou à l'intrados (B).

### 👍 LA SOLUTION

On peut appliquer des bandes à l'extrados ou à l'intrados, auquel cas il faudra les ancrer mécaniquement avec des connecteurs, pour augmenter l'excentricité admissible de la résultante de compression dans l'épaisseur de la voûte et augmenter les charges qui conduisent à la formation de la charnière plastique.

### ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

### ▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES

- Préparation du support
- Élément du cahier des charges tissus

4.0.2 p. 63

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT À L'INTRADOS/EXTRADOS

## LÉGENDE

- 1 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 2 Tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 4 Connecteurs en aramide en carbone + barres ARMOGRIP BC
- 5 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*La construction du couloir en mortier garantit la réversibilité de l'intervention : c'est la raison pour laquelle les FRP font partie intégrante des lignes directrices pour l'application au patrimoine culturel historique.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Voûte à croissillon avant l'intervention et après le nettoyage*



*Détail des points de raccordement de la voûte à la maçonnerie*



*Application de la résine de collage*



*Vue d'ensemble du renforcement appliqué à l'extrados et en phase de finalisation*



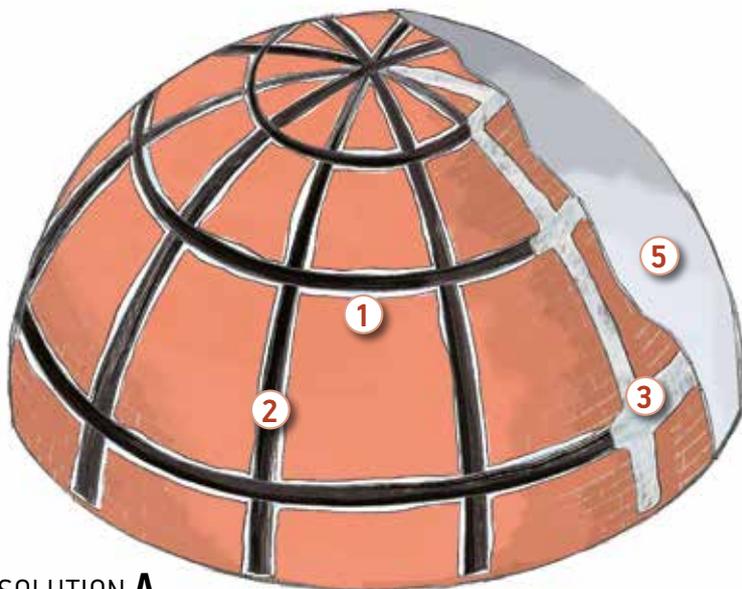
## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Voûtes à simple courbure	chap. 5.5.2
Essai de flexion	chap. 5.4.1.1.2
Essai de cisaillement	chap. 5.4.1.2.2
Essai de délaminage	chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# COUPOLES

## 2.10



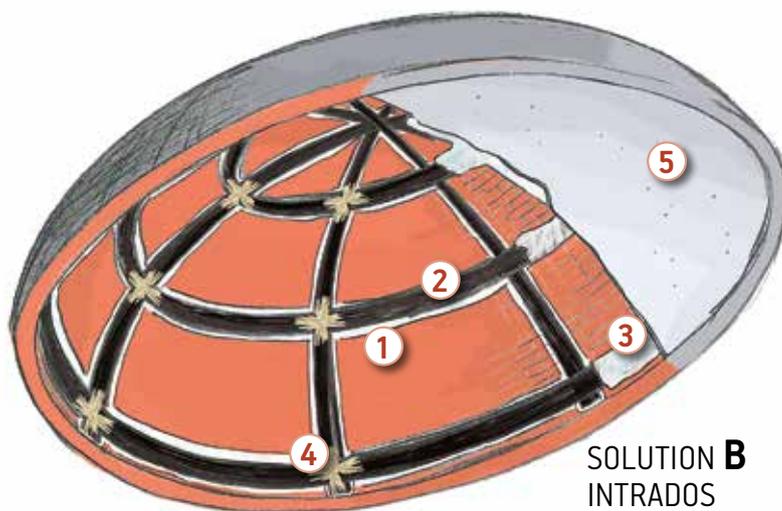
**SOLUTION A**  
EXTRADOS

### ? LE PROBLÈME

On souhaite renforcer une coupole ou une voûte en voile en intervenant à l'extrados (A) ou à l'intrados (B).

### 👍 LA SOLUTION

On peut appliquer des bandes à l'extrados ou à l'intrados, auquel cas il faudra les ancrer mécaniquement avec des connecteurs, pour augmenter l'excentricité admissible de la résultante de compression dans l'épaisseur de la voûte et augmenter les charges qui conduisent à la formation de la charnière plastique.



**SOLUTION B**  
INTRADOS

### ○ OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Remettre en état la maçonnerie en réalisant le cas échéant des interventions de réfection des joints et/ou injections de coulis avec éventuelle insertion de barres. Réaliser les bandes sur lesquelles sera appliqué le renfort avec le mortier fibré à faible module ARMOTECH MONO. Réaliser des couloirs en mortier fibré pour loger les bandes en fibre de carbone d'épaisseur variable selon l'irrégularité de la maçonnerie. En cas d'intervention à l'extrados, avant d'éliminer le remplissage de la voûte, s'assurer qu'elle est correctement soutenue.

### ✓ APPLICATION DU RENFORT

Sur la section de maçonnerie réparée, appliquer une couche de mortier **FLUECO 40T** ou **FLUECO 80T2** pour régulariser la surface et offrir au renfort FRP un support homogène, dont l'épaisseur dépendra de l'irrégularité de la maçonnerie. Sur la base de mortier, étaler au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, appliquer la colle spécifique pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de carbone unidirectionnel **ARMOSHIELD C-SHEET** découpée sur mesure. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 20 cm dans le sens des fibres. Passer avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** sur le tissu posé pour faire sortir tout l'air et commencer l'imprégnation des fibres. Puis appliquer une autre couche de **ARMOFIX MTX** sur le tissu de manière à compléter l'imprégnation toujours à l'aide du rouleau.

En cas d'application de plusieurs couches, étaler une autre couche de colle **ARMOFIX MTX** sur la bande posée, puis appliquer la deuxième couche en pressant bien avec le rouleau pour faire sortir tout l'air et imprégner parfaitement les fibres. Sur la dernière couche, pour permettre la pose de l'enduit, il suffit de saupoudrer sur la colle encore fraîche du sable au quartz.

### ▶ ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES

- Préparation du support
- Élément du cahier des charges tissus

4.0.2 p. 63

4.1 p. 64

# RENFORCEMENT À L'INTRADOS/EXTRADOS

## LÉGENDE

- 1 Résine de collage ARMOFIX MTX
- 2 Tissus unidirectionnels ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Résine d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 4 Connecteurs en aramide en carbone ARMOGRIP BC
- 5 Enduit de finition

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Vous pouvez refaire les joints de la maçonnerie et réparer les cassures-fissures avec le mortier à base de chaux naturelle ARMOLIME TA.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



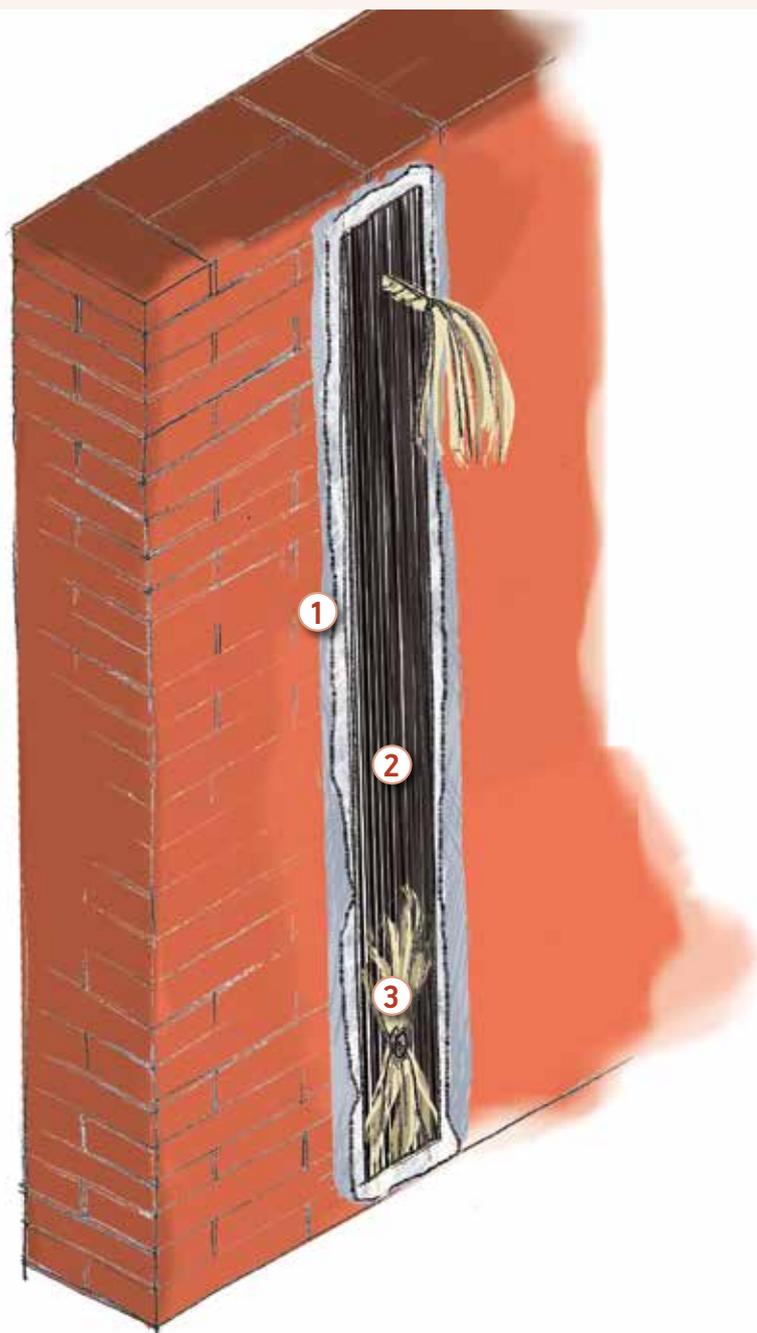
Application des tissus ARMOSHIELD sur les couloirs de mortier



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Voûtes à double courbure - coupôles	chap. 5.5.3
Voûtes à double courbure sur plan carré	chap. 5.5.4
Verifica a flessione	chap. 5.4.1.1.2
Verifica a taglio	chap. 5.4.1.2.2
Verifica a delaminazione	chap. 5.3.2 - 5.3.3

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)



### ? LE PROBLÈME

La longueur d'ancrage des fibres est plus grande que l'espace disponible ; il y a des creux qui peuvent provoquer le décollement du renfort en traction.

### 👍 LA SOLUTION

On peut ancrer le renfort FRP (tissu ou bande) avec des scellements en matériau fibreux (aramide ou carbone) afin de garantir la continuité du transfert des contraintes et l'homogénéité du matériau même au-delà de la partie terminale du renfort, ou pour réaliser un ancrage intermédiaire mécanique.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Pratiquer un trou d'une longueur et d'un diamètre appropriés en fonction du connecteur ou de la barre revêtue de fibre de carbone à installer. Éliminer tout résidu de poussière dû au perçage.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Injecter à l'aide d'une cartouche la colle **ARMOFIX MT** ou **MTX** à l'intérieur du trou en le remplissant à moitié, insérer le connecteur **ARMOGRIP** à l'intérieur du trou et procéder à l'imprégnation et au remplissage de la cavité du connecteur sur toute sa longueur avec **ARMOFIX MT** ou **MTX**. Retourner et disposer en éventail la partie terminale du connecteur en aramide non imprégnée qui sort du trou (mèche), puis la fixer à la surface entourant le trou par imprégnation de résine. Appliquer la colle d'abord sur la surface à coller, puis sur les fibres écartées. Pour protéger le connecteur, appliquer sur la couche de résine encore fraîche une portion du tissu en fibre de carbone, en appliquant le cycle de gainage avec du tissu en fibre de carbone.

▶ **ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES** - Préparation du support  
- Élément du cahier des charges tissus

4.0.2 p. 63

4.1 p. 64

## LÉGENDE

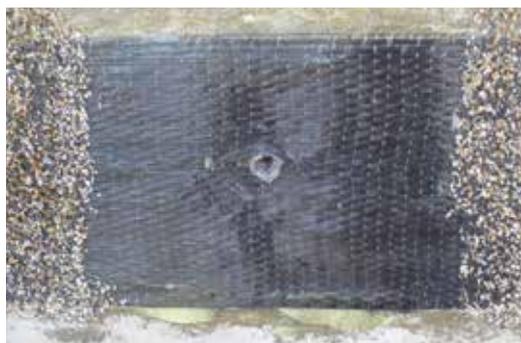
- 1 Couloir en mortier fibré FLUECO et résine de collage ARMOFIX MTX
- 2 Tissu unidirectionnel ARMOSHIELD C-SHEET
- 3 Connecteurs en aramide en carbone ARMOGRIP BC

## SAVIEZ-VOUS QUE...

L'ancrage est utile dans tous les cas de possibles actions perpendiculaires à la surface de pose, qui ont tendance à provoquer le décollement de la fibre, par exemple pour la pose en creux (intrados d'éléments courbes).



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Écarter les fibres au niveau des trous



**PHASE 2** Insertion du connecteur en aramide ARMOGRIP BC



**PHASE 3** Ouverture et fixation de la mèche avec ARMOFIX MTX



**PHASE 4** Portion de tissu en fibre de carbone appliqué sur la mèche pour protéger le connecteur



### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort :

il n'existe pas de normes de référence spécifiques pour le dimensionnement des connecteurs FRP bien que le CNR DT 200/2004 les mentionne au chap. 5.1.3. Toutefois, il est possible de se référer aux résistances caractéristiques déclarées par les fabricants et au calcul indicatif de la longueur d'ancrage selon l'ETAG 001 (en tenant compte du fait qu'elle a été étudiée pour des barres en acier ancrées par ancrage chimique).

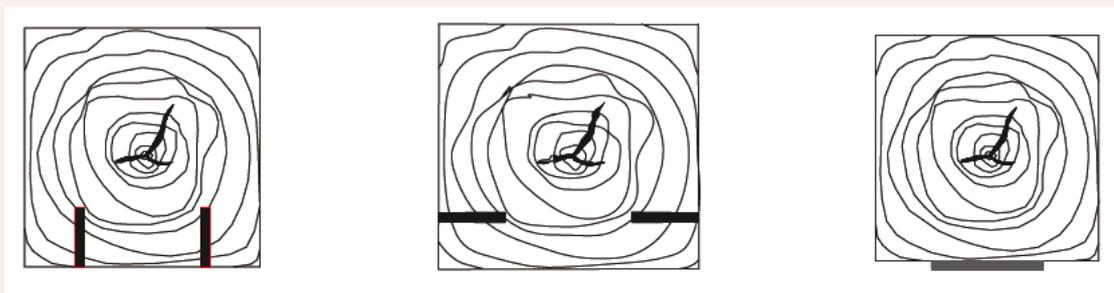
TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

Ce chapitre décrit les problématiques les plus fréquentes liées au renforcement de structure des éléments porteurs en bois. On examinera donc les renforts FRP appliqués pour améliorer la résistance des éléments de structure soumis aux contraintes de flexion. Le bois est un matériau naturel, non homogène, qui peut présenter une grande variabilité dans la typologie et la diffusion des défauts qui distinguent chaque élément. C'est la raison pour laquelle, dans l'exécution et la conception des renforcements de structure des éléments en bois, il est fondamental de réaliser une analyse précise de la composante bois, par le biais d'études et de tests appropriés, pour établir l'état de fait de l'élément et déterminer l'intervention correcte à effectuer en fonction du problème spécifique rencontré. Plus l'évaluation préliminaire de l'état de fait sera précise, plus les résultats des analyses de conception du renforcement seront précis.

Le but du renforcement FRP de structures en bois est de conférer une plus grande résistance et rigidité aux éléments de structure, surtout à l'intérieur des structures existantes, car ce système permet la préservation de l'existant avec le minimum d'intrusion. L'utilisation des matériaux composites à matrice polymère est particulièrement indiquée dans les structures décorées et dans la conservation du patrimoine culturel. Les domaines d'application sont multiples, le principal étant le renforcement d'éléments en bois soumis aux contraintes de flexion.

#### Typologies de renforcements en flexion • Réf. fiche 3.1 - 3.2

Sont illustrés ci-dessous quelques types de renforcement dans la zone tendue d'éléments en bois avec les bandes ou les tissus les plus couramment utilisés :



Étant donné que la coupe est extrêmement réduite (quelques millimètres), l'intervention finale est presque invisible et donc adaptée pour les plafonds historiques décorés.

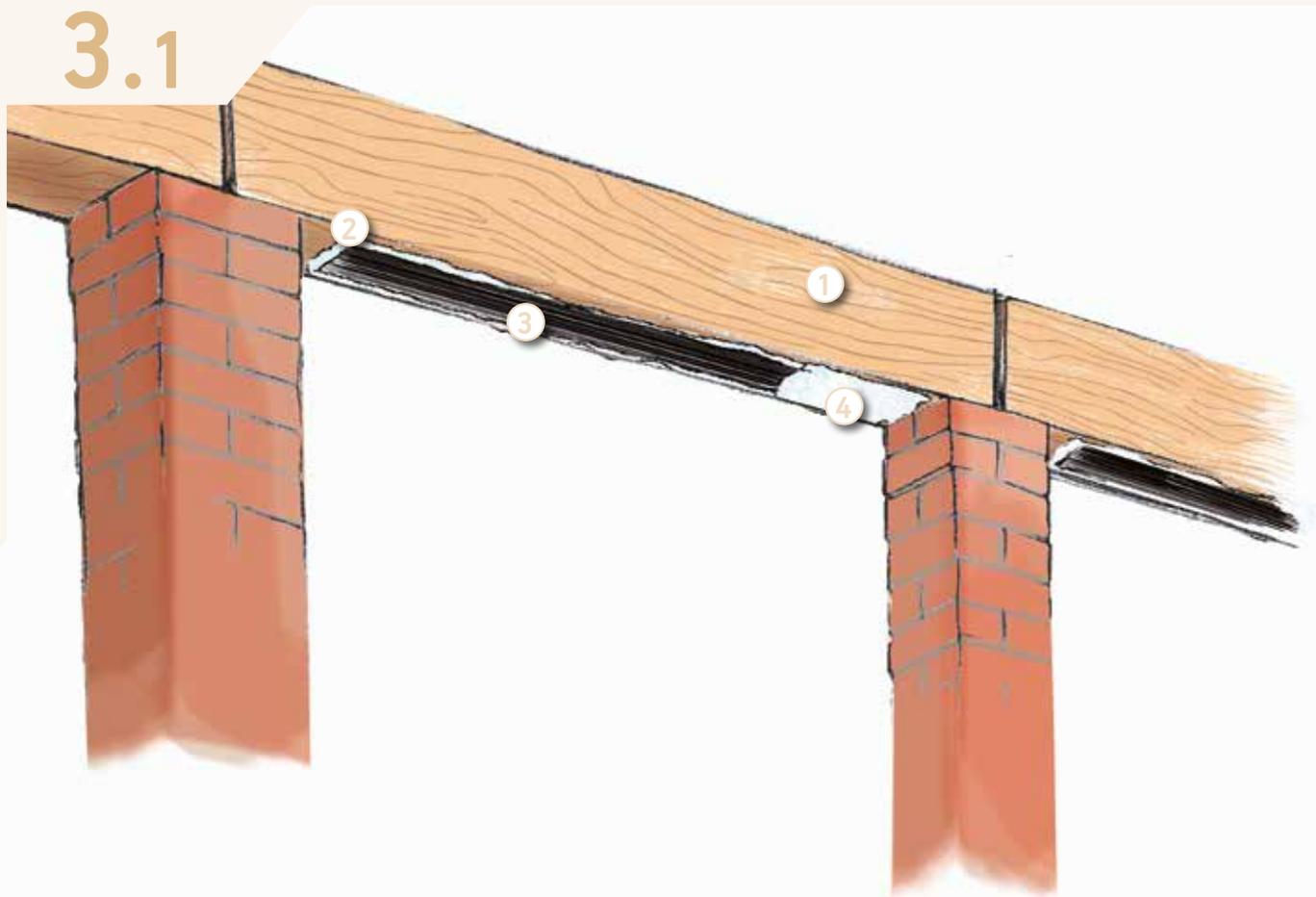
Enfin, une attention particulière doit être accordée aux conditions environnementales dans lesquelles la structure fonctionne, car le matériau en bois est sensible aux conditions d'humidité, qui provoquent des dilatations et des contractions dans le matériau de base avec un risque de décollement du renfort ou, inversement, des états de contrainte dommageables dus aux dilatations/contractions bloquées par le renfort. Dans ce cas également, préparer correctement la surface de collage avant d'appliquer la colle, afin de garantir une transmission correcte de la tension : la surface doit être propre, exempte de poussière, de peinture et d'éléments gras ou huileux.

BOIS



# POUTRE EN BOIS

## 3.1



### ? LE PROBLÈME

La poutre en bois présente un problème de flexion dû à la modification des conditions de charge ou à la dégradation des performances initiales des matériaux.

### 👍 LA SOLUTION

On peut renforcer la poutre dans la zone tendue au moyen de tissus unidirectionnels en fibre de carbone, les fibres étant placées parallèlement à l'axe de la poutre et collées directement à l'intrados de la poutre.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Enlever toutes les peintures et traitements éventuellement présents à l'intrados de la poutre, vérifier la régularité et la planéité de l'intrados, remplir les fissures longitudinales avec de la colle élastique qui n'empêche pas les mouvements saisonniers du bois.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

À l'intrados de la poutre en bois nettoyée, appliquer au pinceau une couche de primaire **ARMOPRIMER 100** pour la préparation du support ; dans les 2 heures qui suivent, étaler la colle pour les tissus en fibre de carbone **ARMOFIX MTX** puis poser la bande de fibre unidirectionnelle **ARMOSHIELD C-SHEET**. Bien presser avec le rouleau métallique denté **ARMOROLLER** pour faire sortir tout l'air et faire pénétrer la colle à l'intérieur des fibres pour une première imprégnation. Réaliser l'imprégnation définitive en appliquant la colle **ARMOFIX MTX** sur la fibre, puis presser avec le rouleau métallique. Veiller à ce que toutes les fibres du tissu soient parfaitement imprégnées. En cas d'application de plusieurs couches, poser le tissu sur la colle encore fraîche et imprégner comme décrit précédemment. Sur la dernière couche, lorsque la colle d'imprégnation est encore fraîche, saupoudrer du sable au quartz pour favoriser l'adhérence de l'enduit.

# RENFORCEMENT EN FLEXION AVEC DU TISSU EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Poutre en bois
- 2 Résine de collage et d'imprégnation ARMOFIX MTX
- 3 Tissu en fibre de carbone ARMOSHIELD C
- 4 Résine et poudre de sable au quartz

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*L'intervention est facile et rapide, idéale sous les toitures. Il est important de la protéger contre les rayons UV.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



*Application des tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD-C SHEET à l'intrados de la poutre*



### Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

Essai de flexion des ELU

chap. 6.4

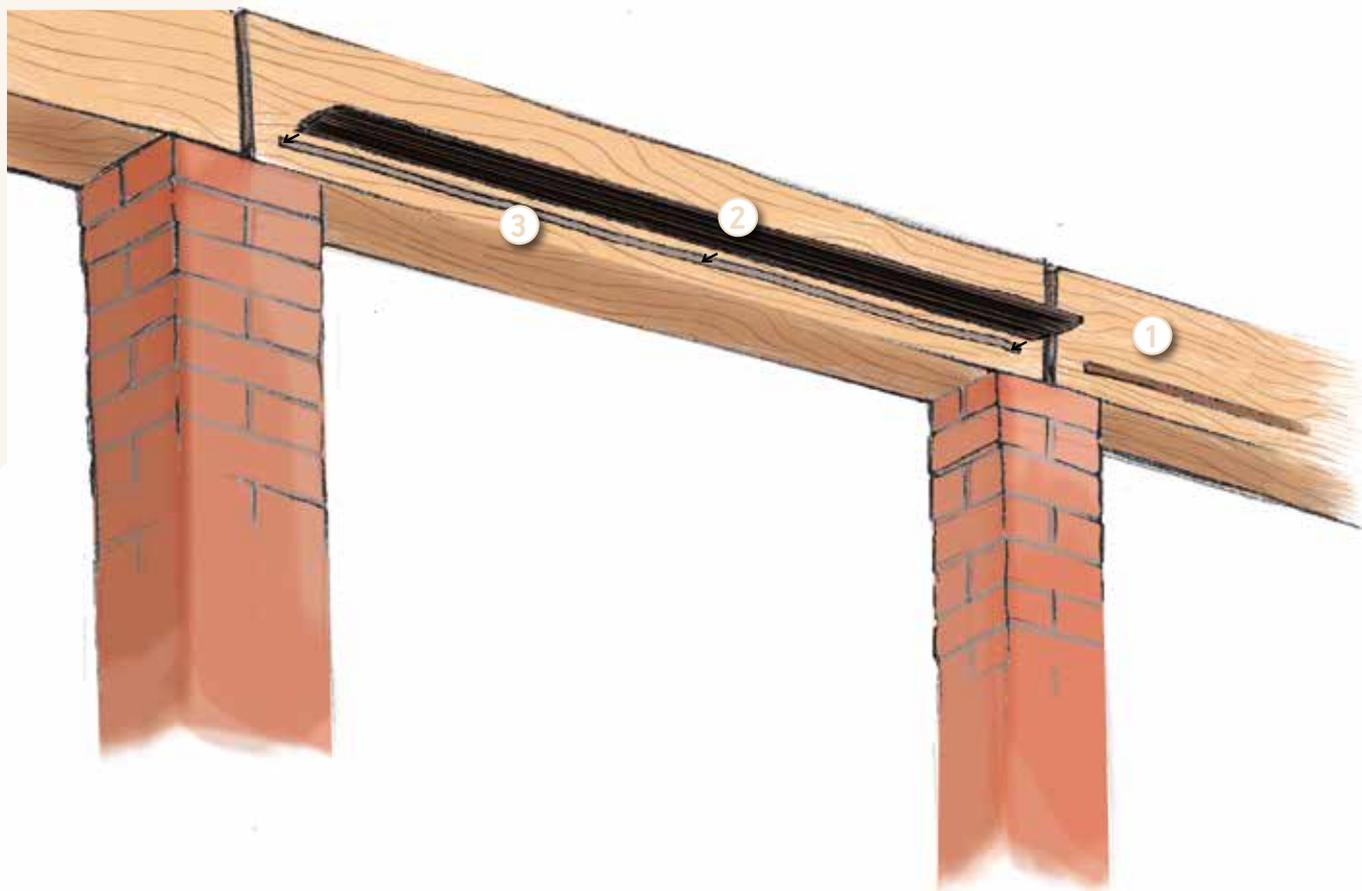
Vérification des tensions aux ELS

chap. 4.2.3.2 (CNR DT 200 R1/2013 rév. 15/05/2014)

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormazioneeCertificazione/DT200_R1.html)

# POUTRE EN BOIS

## 3.2



### ? LE PROBLÈME

La poutre en bois présente un problème de flexion dû à la modification des conditions de charge ou à la dégradation des performances initiales des matériaux.

### 👍 LA SOLUTION

La poutre peut être renforcée dans une zone tendue au moyen de bandes pultrudées en fibre de carbone, avec des fibres placées parallèlement à l'axe de la poutre, et insérées dans des fentes sur les murs latéraux ou à l'intrados. Cette intervention est particulièrement utile lorsqu'elle ne doit pas être visible ou lorsqu'il y a des poutres décorées.

### 🕒 OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Effectuer les fraisages avec une épaisseur et une profondeur appropriées pour l'insertion de la bande et de la colle, sur le mur vertical ou à l'intrados de la poutre, et les nettoyer soigneusement. Poser du ruban adhésif sur les bords de la fente pour protéger le bois.

### ✅ APPLICATION DU RENFORT

Injecter dans la fente le primaire **ARMOPRIMER 100** et dans les 2 heures qui suivent injecter la colle **ARMFIX MTX** de manière à remplir environ les trois quarts de la fente. Insérer la bande en la poussant jusqu'au fond de la fente puis éliminer la colle en trop. Colmater la fente avec la résine de collage mélangée avec la sciure produite durant le fraisage, ou fermer avec un listel découpé sur mesure (dans ce cas, prévoir un fraisage d'une profondeur supérieure de quelques millimètres).

# RENFORCEMENT EN FLEXION AVEC DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE

## LÉGENDE

- 1 Poutre en bois
- 2 Bande en fibre de carbone ARMOSHIELD C
- 3 Fraisage rempli de résine de collage

## SAVIEZ-VOUS QUE...

*Pour une meilleure utilisation du carbone, si les conditions du chantier le permettent, on peut donner une contre-flèche aux poutres en bois avant d'insérer la bande, de manière à faire travailler le renfort en présence de charges permanentes.*



## DU CHANTIER : DES IMAGES ILLUSTRANT LES APPLICATIONS



**PHASE 1** Réalisation de la fente pour loger la bande



**PHASE 2** Injection de la colle ARMOFIX MTX



**PHASE 3** Insertion de la bande ARMOSHIELD CFK



## Normes de référence pour le dimensionnement du renfort : CNR DT 200 R1/2013 RÉV. 15/05/2014

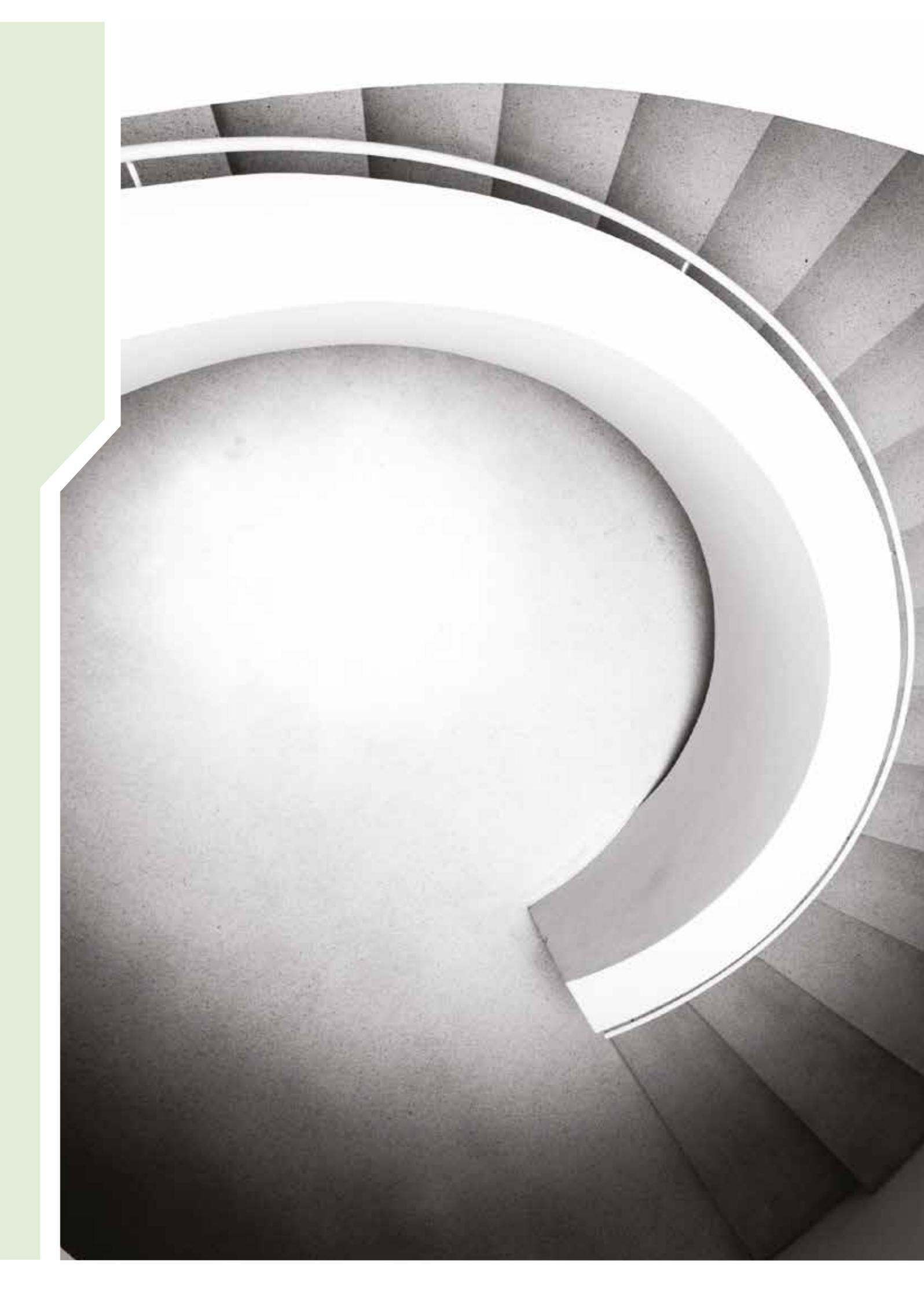
Essai de flexion aux ELU

chap. 6.4

Vérification des tensions aux ELS

chap. 4.2.3.2 (CNR DT 200 R1/2013 rév. 15/05/2014)

TÉLÉCHARGER LA NORME : [http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormalizzazioneeCertificazione/DT200\\_R1.html](http://www.cnr.it/sitocnr/IIICNR/Attivita/NormalizzazioneeCertificazione/DT200_R1.html)





# ÉLÉMENTS DU CAHIER DES CHARGES

## 4.0.1

## OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique de structures en béton armé et confinement d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton, en utilisant des tissus et des bandes en fibre de carbone à haute résistance et des matériaux composites à matrice polymère (FRP)**

---

## PRÉPARATION DU SUPPORT EN BÉTON ARMÉ

**NETTOYAGE ET PRÉPARATION DU SUPPORT** - Bien nettoyer le support en enlevant toutes les parties incohérentes de béton endommagées ou en phase de décollement, par burinage ou lavage à l'eau, en prenant soin de ne pas endommager les structures. Éliminer les taches, efflorescences ou imprégnations et toute intervention de réparation précédente en cas de dommage ou dégradation irréparable.

La surface doit être rugueuse et le béton sain et compact pour favoriser l'adhérence entre la résine et le support.

Procéder au sablage ou au broyage des fers d'armature mis à nu, en enlevant toutes les parties incohérentes comme les éclats de rouille ou les fragments de matériau, jusqu'à mettre à nu le métal blanc de la surface. La scarification du support par hydrodémolition nettoie efficacement les fers, le sablage n'est donc pas nécessaire.

**PROTECTION DES FERS D'ARMATURE** - Après le nettoyage, protéger les fers d'armature en appliquant le traitement ré-alcalinisant inhibiteur de corrosion **DRACOSTEEL** au pinceau en deux couches.

**INTERVENTION DE RÉPARATION** - Nettoyer la surface avec de l'air comprimé ou avec un nettoyeur à jet d'eau haute pression pour pouvoir éliminer les résidus de nettoyage de la chape cellulaire en béton, et mouiller la surface avec de l'eau sous pression jusqu'à saturation. L'excès d'eau doit évaporer complètement et la surface doit être sèche avant l'intervention.

Réparation de structure du béton par :

**FLUECO 40 T**: Mortier thixotrope fibré à haute résistance et retrait compensé de classe R4, idéal pour la réparation de structure dans des environnements agressifs. Épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche sans treillis soudé.

Mélanger le mortier en ajoutant de l'eau selon le dosage indiqué dans la fiche technique jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène et sans grumeaux. Pour préparer de petites quantités de produit, utiliser un récipient approprié en respectant le dosage recommandé. Dans ce cas, utiliser un agitateur mécanique à vitesse lente pour réduire les bulles d'air.

**APPLICATION** - Appliquer le mortier à la truelle ou au pistolet sur des surfaces propres, rendues rugueuses avec une rugosité d'environ 5 mm et saturées d'eau comme indiqué au paragraphe précédent. Pour les revêtements d'une épaisseur supérieure à l'épaisseur indiquée, placer un treillis soudé aux dimensions adéquates et indiquées par le concepteur. Pour contrer les microfissurations dues au retrait plastique, il est conseillé de lisser le mortier une fois durci avec une taloche munie d'une éponge humide.

**DURCISSEMENT** - Afin d'assurer un durcissement correct du produit même dans des climats secs ou sur des surfaces trop exposées au vent ou au soleil, il est recommandé de protéger les surfaces contre une évaporation rapide de l'eau de gâchage, en maintenant les surfaces mouillées (durcissement humide) ou en utilisant la membrane de durcissement **PROBETON CURING N**.

## OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique de structures en maçonnerie et confinement d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion, en utilisant des tissus et bandes en fibre de carbone à haute résistance et des matériaux composites à matrice polymère (FRP)**

---

### PRÉPARATION DU SUPPORT EN MAÇONNERIE

**NETTOYAGE ET PRÉPARATION DU SUPPORT** - Nettoyer soigneusement le support en éliminant toutes les parties incohérentes endommagées ou en phase de décollement. Brosser et dépoussiérer la surface, éliminer les taches, efflorescences ou imprégnations et les résidus d'enduit ou les interventions de réparation précédentes si elles sont endommagées ou détériorées de manière irréparable.

**INTERVENTIONS DE RESTAURATION** - En présence de maçonneries inégales et en fonction de l'état de détérioration, des interventions de consolidation et de restauration de la continuité interne des éléments à réaliser avant les renforcements seront prévues.

**1) Fissures et micro-cassures qui interrompent la continuité de la maçonnerie** : imperméabilisation par injections de mortier ou résine.

Réalisation des trous d'injection au niveau des joints de mortier, de préférence inclinés. Le diamètre, la profondeur et la distance entre les trous seront définis en phase de projet. Positionnement des injecteurs et fixation avec du mortier, colmatage des fissures et joints avec du mortier à prise rapide. Injection à basse pression de mortier ou résine.

**2) Cassures importantes dans les structures soumises à de fortes contraintes de compression** : renforcement de la maçonnerie avec des barres.

Réalisation des trous pour loger les barres et injection à basse pression de coulis de scellement type **DRACOFLOW** de DRACO Italiana S.p.A. Tout écoulement de coulis doit être arrêté par application du liant à prise rapide **HYDROPLUG** de DRACO Italiana S.p.A. Insertion des barres en acier à adhérence améliorée et remplissage du trou avec le coulis de scellement **DRACOFLOW** de DRACO Italiana S.p.A. jusqu'à saturation. Imperméabilisation finale du trou avec **FLUECO BLITZ** de DRACO Italiana S.p.A.

**3) Maçonneries en forme de sac ou discontinues** : injections en masse de mélanges de liants jusqu'à saturation des cavités.

**4) Éléments en pierre ou en brique instables à cause de joints du rideau de maçonnerie dégradés** : réfection des joints.

Nettoyage des joints et application de mortier de maçonnerie respirant pour le jointolement et la réfection de maçonneries type **ARMOLIME TA** de DRACO Italiana S.p.A. Remplir complètement tous les vides et comprimer le mortier dans le joint (réfection) pour faire pénétrer le mélange uniformément.

**5) Lorsque la continuité de la maçonnerie est sérieusement compromise, il faut envisager la remise en état par la technique « coudre/découdre »** ou dans les cas extrêmes une reconstruction partielle des murs.

#### RÉALISATION DES COULOIRS POUR LOGER LES TISSUS

Pose de mortier thixotrope structurel bicomposant fibré à faible module d'élasticité type **FLUECO 80 T2** de DRACO Italiana S.p.A. ou du mortier thixotrope structurel fibré à haute résistance **FLUECO 40 T** de DRACO Italiana S.p.A. pour la réalisation des couloirs destinés à loger les tissus **ARMOSHIELD C**.

**DURCISSEMENT** - Afin d'assurer un durcissement correct du produit même dans des climats secs ou sur des surfaces trop exposées au vent ou au soleil, il est recommandé de protéger les surfaces contre une évaporation rapide de l'eau de gâchage, en maintenant les surfaces mouillées (durcissement humide) ou en utilisant la membrane de durcissement **PROBETON CURING N**.

## 4.1

## RENFORCEMENT D'ÉLÉMENTS DE STRUCTURE AVEC DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique de structures et confinement d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton et au cisaillement, en utilisant des tissus unidirectionnels - bidirectionnels - quadriaux en fibre de carbone à haute résistance et à haut ou très haut module d'élasticité**

---

### ARMOSHIELD C

Fourniture et pose de tissu unidirectionnel à haute planéité en fibre de carbone et matériaux composites FRP à haute densité, haut module d'élasticité et hautes résistances mécaniques type **ARMOSHIELD C - SHEET/B/QUADRAX** de DRACO Italiana S.p.A. pour la consolidation, la réhabilitation statique des structures et le confinement d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton et maçonnerie sans augmentation de charge. Placer les tissus en respectant la procédure décrite ci-après :

#### OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES :

- Arrondi des arêtes avec un rayon de courbure  $\geq 2$  cm.
- Préparation du support : élimination du coulis de ciment superficiel et de toutes les parties endommagées, taches, efflorescences, saleté et poussière comme indiqué ci-dessus.
- Régularisation du support : élimination des éléments de protection des profilés et remplissage des cavités dans la zone de collage.

#### POSE :

**1)** Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou au rouleau sur un support sec.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte :  $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10):  $300 \text{ mPa}\cdot\text{s}$
- Adhérence au béton (après 7 jours à  $+23^\circ\text{C}$ ):  $> 3 \text{ MPa}$  (rupture du support)

**Consommation** :  $200\div 300 \text{ g/m}^2$  par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

**2)** Lissage du support et application à la spatule sur la surface sèche et propre de la résine structurelle époxy bicomposante thixotrope type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. Le lissage est nécessaire en présence de surfaces irrégulières ou non planes avec une différence de niveau  $> 5 \text{ mm}$ . Effectuer le lissage après le temps de sec au toucher du primaire et en tout état de cause dans les 16 heures suivantes, en utilisant la colle époxy **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. appliquée à la spatule ou à la taloche.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	METODO DI PROVA
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	$25 \times 10^{-6} / K$	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage: 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

**3)** Application du tissu en fibre de carbone type **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche et imprégnation avec le rouleau denté **ARMOROLLER** de DRACO Italiana S.p.A. Application de la deuxième couche de colle après environ 1 heure. Les dimensions et le type de tissu à utiliser seront déterminés en fonction des prescriptions du projet ; sur la base du type d'intervention, on pourra choisir parmi plusieurs grammages et largeurs.

Les versions de tissu en fibre de carbone disponibles sont :

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tissu unidirectionnel - grammage 300 ou 600 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20, 40 et 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tissu bidirectionnel - grammage 320 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20 et 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tissu quadriaxial - grammage 380 g/m<sup>2</sup> - largeur de 31,5 - 42 cm.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

# 4.1

Les tissus en fibre de carbone devront présenter les caractéristiques ci-après :

**- ARMOSHIELD C - SHEET**

*Tissu unidirectionnel en fibre de carbone à haute planéité et résistance pour les renforcements de structure*

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - SHEET				
Module d'élasticité (GPa)	240		390	
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	300	600	300	600
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,164	0,328	0,165	0,33
Résistance à la traction (MPa)	> 4900	> 4900	4410	4410
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	164	328	165	330
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	> 800	>1600	> 700	>1400
Allongement à la rupture (%)	2,1		1,2	
Hauteurs disponibles (cm)	10-20-40-60			
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du support)			

**- ARMOSHIELD C - B**

*Tissu bidirectionnel en fibre de carbone à haute résistance pour les renforcements de structure*

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - B	
Module d'élasticité (GPa)	250
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	320
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,164
Résistance à la traction (MPa)	4980
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	163,6
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	804,12
Allongement à la rupture (%)	2
Hauteurs disponibles (cm)	10-20-50
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du béton)

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

## - ARMOSHIELD C - QUADRAX

*Tissu quadriaixial en fibre de carbone à haute résistance pour les renforcements de structure*

CARATTERISTICHE TESSUTO ARMOSHIELD C - QUADRAX		
Module d'élasticité (GPa)	235	240
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	380	760
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,052	0,105
Résistance à la traction (MPa)	> 4900	> 4900
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	51,9	105,5
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	> 260	> 500
Allongement à la rupture (%)	2,1	2
Hauteurs disponibles (cm)	31,5-42	31,75-62,5
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du béton)	> 3 (rupture du béton)

4) Application d'un revêtement de protection sur les zones de renforcement ou saupoudrage de quartz en cas d'application d'un enduit final. Appliquer le revêtement lorsque les systèmes époxy ont complètement durci (1-2 jours selon la température).

## 4.2

## RENFORCEMENT D'ÉLÉMENTS DE STRUCTURE AVEC DES BANDES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion, en utilisant des bandes pultrudées en fibre de carbone à haute résistance**

### ARMOSHIELD CFK LAMELLE

Fourniture et pose de bandes pultrudées en fibre de carbone pré-imprégnées avec de la résine époxy à haute densité et hautes résistances mécaniques type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. pour la consolidation, la réhabilitation statique et le placage d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton et maçonnerie sans augmentation de charge. Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

#### OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES :

- Préparation du support : élimination du coulis de ciment superficiel et de toutes les parties endommagées, taches, efflorescences, saleté et poussière comme indiqué ci-dessus.
- Régularisation du support : élimination des éléments de protection des profilés et remplissage des cavités dans la zone de collage.

#### POSE:

Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

**1)** Coupe des bandes de la longueur nécessaire conformément aux prescriptions du projet. Enlever le film de protection éventuellement présent ou nettoyer les deux côtés de la bande avec **ARMOCLEANER CFK**.

**2)** Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou au rouleau sur un support sec.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana SpA devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C): > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

**3)** Lissage du support et application à la spatule de la résine structurelle époxy bicomposante type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A.

Le lissage est nécessaire en présence de surfaces irrégulières ou non planes avec une différence de niveau > 5 mm. Effectuer le lissage après le temps de sec au toucher du primaire et en tout état de cause dans les 16 heures suivantes, en utilisant la colle époxy pour le collage des bandes **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. appliquée à la spatule ou à la taloche. Appliquer à la spatule une première couche de résine de collage type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. sur la surface sèche et propre et sur le côté de la bande à coller sur le support, dans des épaisseurs de 1 à 3 mm.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour le collage des bandes pultrudées type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	90 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	>50 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	19,4 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	120 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	6500 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	67°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	$18 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,04%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 150 g/m par mm d'épaisseur. Épaisseur conseillée 1 - 3 mm

Collage des bandes :

- 150-200 g/m pour collage bande de 5 cm
- 240-320 g/m pour collage bande de 8 cm
- 300-400 g/m pour collage bande de 10 cm
- 360-480 g/m pour collage bande de 12 cm

**3)** Application des bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche, en exerçant une légère pression sur toute la longueur, à la main ou avec un rouleau en caoutchouc dur, pour éliminer les bulles d'air. Élimination de la colle en excès sur les côtés de la bande.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

Les bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques ci-après :

CARACTÉRISTIQUES										
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1,6									
Teneur en fibres (%)	68%									
Module d'élasticité en traction (GPa)	160					210				
Épaisseur (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Largeur (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Section résistante (mm <sup>2</sup> )	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Résistance à la traction (MPa)	> 2400									
Allongement à la rupture (%)	1,36%					0,95%				

**4)** Application d'un revêtement de protection sur les zones de renforcement ou saupoudrage de quartz en cas d'application d'un enduit ou revêtement final. Appliquer le revêtement lorsque les systèmes époxy ont complètement durci (1-2 jours selon la température).

## 4.3

RENFORCEMENT D'ÉLÉMENTS DE STRUCTURE AVEC DES  
TISSUS ET DES BANDES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique d'éléments soumis à des contraintes de flexion, de compression-flexion et au cisaillement, en utilisant des bandes pultrudées et des tissus en fibre de carbone à haute résistance**

---

Fourniture et pose de bandes pultrudées en fibre de carbone pré-impregnées avec de la résine époxy à haute densité et hautes résistances mécaniques type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. et de tissus en fibre de carbone à haute résistance type **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. pour la consolidation, la réhabilitation statique et le placage d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton et maçonnerie sans augmentation de charge. Placer les bandes et les tissus en respectant la procédure décrite ci-après :

**OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES :**

- Préparation du support : élimination du coulis de ciment superficiel et de toutes les parties endommagées, taches, efflorescences, saleté et poussière comme indiqué ci-dessus.
- Régularisation du support : élimination des éléments de protection des profilés et remplissage des cavités dans la zone de collage.

**POSE :**

**1)** Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou au rouleau sur un support sec.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C): > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

**2)** Lissage du support et application à la spatule de la résine structurelle époxy bicomposante type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A.

Le lissage est nécessaire en présence de surfaces irrégulières ou non planes avec une différence de niveau > 5 mm. Effectuer le lissage après le temps de sec au toucher du primaire et en tout état de cause dans les 16 heures suivantes, en utilisant la colle époxy **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. appliquée à la spatule ou à la taloche. Appliquer à la spatule une première couche de résine de collage type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. sur la surface sèche et propre et sur le côté de la bande à coller sur le support, dans des épaisseurs de 1 à 3 mm.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour le collage des bandes pultrudées type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	90 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	55 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	19,4 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	120 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	6500 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	67°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	$18 \times 10^{-6}/K$	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,04%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 150 g/m par mm d'épaisseur. Épaisseur conseillée 1-3 mm

Collage des bandes :

- 150-200 g/m pour collage bande de 5 cm
- 240-320 g/m pour collage bande de 8 cm
- 300-400 g/m pour collage bande de 10 cm
- 360-480 g/m pour collage bande de 12 cm

**3)** Application des bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche, en exerçant une légère pression sur toute la longueur, à la main ou avec un rouleau en caoutchouc dur, pour éliminer les bulles d'air. Élimination de la colle en excès sur les côtés de la bande.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

Les bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques ci-après :

CARACTÉRISTIQUES										
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1,6									
Teneur de fibres (%)	68%									
Module d'élasticité en traction (GPa)	160					210				
Épaisseur (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Largeur (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Section résistante (mm <sup>2</sup> )	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Résistance à la traction (MPa)	> 2400					> 2400				
Allongement à la rupture (%)	1,36%					0,95%				

## 4.3

5) Application à la spatule sur la surface sèche et propre de la résine structurale époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. pour la pose des tissus. Appliquer la colle sur les bandes et sur les surfaces identifiées par le concepteur.

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	$25 \times 10^{-6} / K$	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

#### Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

6) Application du tissu en fibre de carbone type **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche et imprégnation avec le rouleau denté **ARMOROLLER** de DRACO Italiana S.p.A. Application de la deuxième couche de colle après environ 1 heure. Les dimensions et le type de tissu à utiliser seront déterminés en fonction des prescriptions du projet ; sur la base du type d'intervention, on pourra choisir parmi plusieurs grammages et largeurs.

Les versions de tissu en fibre de carbone disponibles sont :

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tissu unidirectionnel - grammage 300 ou 600 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20, 40 et 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tissu bidirectionnel - grammage 320 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20 et 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tissu quadriaxial - grammage 380 g/m<sup>2</sup> - largeur de 31,5 - 42 cm.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

Les tissus en fibre de carbone devront présenter les caractéristiques ci-après :

## - ARMOSHIELD C - SHEET

*Tissu unidirectionnel en fibre de carbone à haute planéité et résistance pour les renforcements de structure*

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - SHEET				
Module d'élasticité (GPa)	240		390	
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	300	600	300	600
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,164	0,328	0,165	0,33
Résistance à la traction (MPa)	> 4900	> 4900	4410	4410
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	164	328	165	330
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	> 800	>1600	> 700	>1400
Allongement à la rupture (%)	2,1		1,2	
Hauteurs disponibles (cm)	10-20-40-60			
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du support)			

## - ARMOSHIELD C - B

*Tissu bidirectionnel en fibre de carbone à haute résistance pour les renforcements de structure*

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - B	
Module d'élasticité (GPa)	250
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	320
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,164
Résistance à la traction (MPa)	4980
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	163,6
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	804,12
Allongement à la rupture (%)	2
Hauteurs disponibles (cm)	10-20-50
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du béton)

## - ARMOSHIELD C - QUADRAX

*Tissu quadriaial en fibre de carbone à haute résistance pour les renforcements de structure*

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - QUADRAX		
Module d'élasticité (GPa)	235	240
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	380	760
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,052	0,105
Résistance à la traction (MPa)	> 4900	> 4900
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	51,9	105,5
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	> 260	> 500
Allongement à la rupture(%)	2,1	2
Hauteurs disponibles (cm)	31,5-42	31,75-62,5
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du béton)	> 3 (rupture du béton)

7) Application d'un revêtement de protection sur les zones de renforcement ou saupoudrage de quartz en cas d'application d'un enduit final. Appliquer le revêtement lorsque les systèmes époxy ont complètement durci (1-2 jours selon la température).

## RENFORCEMENT DE STRUCTURE ET CONSOLIDATION DE STRUCTURES EN BOIS AVEC DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE

**Renforcement de structure d'éléments en bois soumis à des contraintes de flexion en utilisant des tissus en fibre de carbone à haute résistance et des matériaux composites à matrice polymère (FRP)**

### PRÉPARATION DU SUPPORT

**NETTOYAGE ET PRÉPARATION DU SUPPORT** - Nettoyer soigneusement le support en éliminant toutes les parties incohérentes endommagées ou en phase de décollement. Nettoyer et dépeussier la surface, éliminer les taches et les résidus d'enduit, peintures ou interventions de réparation précédentes si elles sont endommagées ou détériorées de manière irréparable.

En cas d'application externe, vérifier également la planéité de la surface de pose et, le cas échéant, la régulariser par rabotage ; éliminer les peintures ou traitements de surface éventuellement présents sur la surface de pose du renfort à l'aide d'un disque abrasif.

Colmater les fissures longitudinales avec un matériau adhésif suffisamment élastique pour ne pas empêcher les mouvements saisonniers naturels du bois, tout en assurant l'adhérence nécessaire du renfort sur le support.

#### POSE:

Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

- 1) Coupe des bandes de la longueur nécessaire conformément aux prescriptions du projet. Enlever le film de protection éventuellement présent ou nettoyer les deux côtés de la bande avec **ARMOCLEANER CFK** de DRACO Italiana S.p.A.
- 2) Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou au rouleau sur un support sec.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte :  $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C):  $> 3 \text{ MPa}$  (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

- 3) Application à la spatule sur la surface sèche et propre de la résine structurelle époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. Le lissage est nécessaire en présence de surfaces irrégulières ou non planes avec une différence de niveau  $> 5 \text{ mm}$ . Effectuer le lissage après le temps de sec au toucher du primaire et en tout état de cause dans les 16 heures suivantes, en utilisant la colle époxy **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. appliquée à la spatule ou à la taloche.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	$25 \times 10^{-6} / K$	UNI EN1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

**3)** Application du tissu en fibre de carbone type **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche et imprégnation avec le rouleau denté **ARMOROLLER** de DRACO Italiana S.p.A. Application de la deuxième couche de colle après environ 1 heure. Les dimensions et le type de tissu à utiliser seront déterminés en fonction des prescriptions du projet ; sur la base du type d'intervention, on pourra choisir parmi plusieurs grammages et largeurs.

- **ARMOSHIELD C-SHEET** - tissu unidirectionnel - grammage 300 ou 600 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20, 40 et 60 cm.
- **ARMOSHIELD C-B** - tissu bidirectionnel - grammage 320 g/m<sup>2</sup> - largeur de 10, 20 et 50 cm.
- **ARMOSHIELD C-QUADRAX** - tissu quadriaxial - grammage 380 g/m<sup>2</sup> - largeur de 31,5 - 42 cm.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

Les tissus en fibre de carbone devront présenter les caractéristiques ci-après :

## - ARMOSHIELD C - SHEET

**Tissu unidirectionnel en fibre de carbone à haute planéité et résistance pour les renforcements de structure**

CARACTÉRISTIQUES TISSU ARMOSHIELD C - SHEET				
Module d'élasticité (GPa)	240		390	
Grammage (g/m <sup>2</sup> )	300	600	300	600
Épaisseur équivalente de tissu sec (mm)	0,164	0,328	0,165	0,33
Résistance à la traction (MPa)	> 4900	> 4900	4410	4410
Zone résistante par unité de largeur (mm <sup>2</sup> /m)	164	328	165	330
Charge maximale par unité de largeur (kN/m)	> 800	>1600	> 700	>1400
Allongement à la rupture (%)	2,1		1,2	
Hauteurs disponibles (cm)	10-20-40-60			
Adhérence au béton (MPa)	> 3 (rupture du support)			

## RENFORCEMENT DE STRUCTURE ET CONSOLIDATION DE STRUCTURES EN BOIS AVEC DES BANDES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE

### Renforcement de structure d'éléments en bois soumis à des contraintes de flexion en utilisant des bandes en fibre de carbone à haute résistance et des matériaux composites à matrice polymère (FRP)

Fourniture et pose de bandes pultrudées en fibre de carbone pré-imprégnées avec de la résine époxy à haute densité et hautes résistances mécaniques type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. pour la consolidation d'éléments en bois soumis à des contraintes de flexion sans augmentation de charge.

### PRÉPARATION DU SUPPORT

**NETTOYAGE ET PRÉPARATION DU SUPPORT** - Nettoyer soigneusement le support en éliminant toutes les parties incohérentes endommagées ou en phase de décollement. Nettoyer et dépoussiérer la surface, éliminer les taches et les résidus d'enduit, peintures ou interventions de réparation précédentes si elles sont endommagées ou détériorées de manière irréparable.

**En cas d'application externe** : vérifier également la planéité de la surface de pose et, le cas échéant, la régulariser par rabotage ; éliminer les peintures ou traitements de surface éventuellement présents sur la surface de pose du renfort à l'aide d'un disque abrasif. Colmater les fissures longitudinales avec un matériau adhésif suffisamment élastique pour ne pas empêcher les mouvements saisonniers naturels du bois, tout en assurant l'adhérence nécessaire du renfort sur le support.

**Pour toute intervention avec des bandes logées dans une fente** : fraisage de la poutre en effectuant une coupe longitudinale d'une épaisseur et d'une profondeur appropriées aux dimensions de la bande (largeur environ 2 mm ; profondeur 30 - 45 mm). Les caractéristiques de la bande à utiliser devront être déterminées en phase de projet. Puis bien nettoyer la fente en éliminant toute trace de poussière et résidu avec un aspirateur ou une brosse. Le nettoyage doit être effectué à sec. Protéger la surface entourant la fente en vue de l'application de la colle, en positionnant le ruban adhésif sur le contour de la fente.

#### POSE :

Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

1) Coupe des bandes de la longueur nécessaire conformément aux prescriptions du projet. Enlever le film de protection éventuellement présent ou nettoyer les deux côtés de la bande avec **ARMOCLEANER CFK** de DRACO Italiana S.p.A.

2) Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau sur un support sec ou par injection en cas d'insertion de la bande dans une fente.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C): > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200-300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

3) Application de la résine structurale époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A.

En cas d'application externe, étaler à la spatule une première couche de résine de collage type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. sur la surface sèche et propre et sur le côté de la bande à coller sur le support, dans des épaisseurs de 1 à 3 mm ; pour les interventions avec des bandes logées dans des fentes, injecter la résine **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. en remplissant aux 3/4.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour le collage des bandes pultrudées type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	25x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

**4)** Application des bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. sur la couche de résine encore fraîche, en exerçant une légère pression sur toute la longueur, à la main ou avec un rouleau en caoutchouc dur, pour éliminer les bulles d'air. Élimination de la colle en excès sur les côtés de la bande. En cas de bandes logées dans des fentes, introduire les bandes et éliminer la colle en trop. Colmater la fente avec la résine de collage mélangée à la sciure produite durant le fraisage ou fermer avec un listel découpé sur mesure.

- Une ou plusieurs couches superposées pourront être appliquées en fonction des caractéristiques du projet, en répétant le cycle d'application décrit ci-dessus.

Les bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques ci-après :

CARACTÉRISTIQUES										
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1,6									
Teneur en fibres (%)	68%									
Module d'élasticité en traction (GPa)	160					210				
Épaisseur (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Largeur (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Section résistante (mm <sup>2</sup> )	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Résistance à la traction (MPa)	> 2400					> 2400				
Allongement à la rupture (%)	1,36%					0,95%				

**5)** Application d'un revêtement de protection sur les zones de renforcement ou saupoudrage de quartz en cas d'application d'un enduit final. Appliquer le revêtement lorsque les systèmes époxy ont complètement durci (1-2 jours selon la température).

## ANCRAGE DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE AVEC DES CONNECTEURS EN ARAMIDE

**Ancrage des renforcements de structure exécutés avec des tissus en fibre de carbone en utilisant des connecteurs en aramide**

### ARMOGRIP

Fourniture et pose de dispositifs d'ancrage composés de filaments de fibre en aramide à haute résistance disposés en bandes tressées afin de former une tresse creuse pour le raccordement des renforts réalisés avec les tissus en carbone de la ligne ARMOSHIELD C.

#### PRÉPARATION DES TROUS

Réalisation des trous d'un diamètre compris entre 14 et 18 mm et d'une profondeur minimale de 12 cm selon la taille du connecteur à utiliser. Les dimensions réelles seront évaluées en fonction de la taille et du type du support, et indiquées par le concepteur. Arrondi des arêtes du profil externe du trou (rayon minimum 1 cm) et aspiration des résidus de poussière et matériau en phase de décollement.

#### APPLICATION DU PRIMAIRE :

1) Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou avec un goupillon à l'intérieur des trous. En présence de supports très absorbants, on peut appliquer une deuxième couche de produit.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10) : 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à + 23 °C) : > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

#### POSE :

2) Remplir le trou à moitié en injectant à l'aide d'une cartouche de la résine époxy fluide bicomposante type **ARMOFIX MT** de DRACO Italiana S.p.A. pour les applications à l'horizontale ou de la résine structurelle époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. pour les applications à la verticale ; insérer le connecteur en aramide **ARMOGRIP** de DRACO Italiana S.p.A. à l'intérieur du trou.

Imprégner et remplir la cavité du connecteur sur toute sa longueur avec **ARMOFIX MT** ou **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. Retourner la partie terminale du connecteur en aramide non imprégnée qui sort du trou (mèche), la disposer en éventail et la fixer à la surface autour du trou par imprégnation de la résine utilisée.

Appliquer sur la couche de résine encore fraîche un morceau de tissu en fibre de carbone **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. de dimensions appropriées pour couvrir totalement la mèche.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MT** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4):

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	0,5%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+84°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	60 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	19,4 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	60 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	84°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	26x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,04%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ par mm d'épaisseur.

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	25x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

- Si une finition est prévue, appliquer sur la résine encore fraîche du sable de quartz.

Les connecteurs **ARMOGRIP** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques de performance ci-après :

CONNECTEURS ARMOGRIP	
Diamètre	12 mm
Résistance à la traction de la fibre	2900 MPa
Module d'élasticité	120 GPa
Allongement à la rupture	2,5 %
Résistance à la traction du connecteur	56 kN
Section fibre	0,239 cm <sup>2</sup>
FORMATS DISPONIBLES	
Mèche de 20 cm	A10F20 (longueur connecteur 10 cm) A20F20 (longueur connecteur 20 cm) A30F20 (longueur connecteur 30 cm)
Mèche de 30 cm	A50F30 (longueur connecteur 50 cm)

## ANCRAGE DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE AVEC DES CONNECTEURS EN ARAMIDE COMBINÉS À DES BARRES EN FIBRE DE CARBONE

**Ancrage et raccordement d'éléments de structure avec des tissus en fibre de carbone en utilisant des connecteurs en aramide combinés aux barres en carbone**

### ARMOGRIP BC

Fourniture et pose de dispositifs d'ancrage composés de filaments de fibre en aramide à haute résistance disposés en bandes tressées afin de former une tresse creuse combinées aux barres pultrudées pour le raccordement des renforcements effectués avec les tissus en carbone de la ligne **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A.

#### PRÉPARATION DES TROUS

Réalisation des trous d'un diamètre compris entre 14 et 18 mm et d'une profondeur minimale de 12 cm selon la taille du connecteur à utiliser. Les dimensions réelles seront évaluées en fonction de la taille et du type du support, et indiquées par le concepteur. Arrondi des arêtes du profil externe du trou (rayon minimum 1 cm) et aspiration des résidus de poussière et matériau en phase de décollement.

#### APPLICATION DU PRIMAIRE :

1) Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou avec un goupillon à l'intérieur des trous. En présence de supports très absorbants, on peut appliquer une deuxième couche de produit.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C): > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

#### POSE:

2) Remplir le trou à moitié en injectant à l'aide d'une cartouche de la résine époxy fluide bicomposante type **ARMOFIX MT** de DRACO Italiana S.p.A. pour les applications à l'horizontale ou de la résine structurale époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. pour les applications à la verticale ; insérer le connecteur en aramide combiné à la barre en carbone à l'intérieur du trou. Retourner la partie terminale du connecteur en aramide non imprégnée qui sort du trou (mèche), la disposer en éventail et la fixer à la surface autour du trou par imprégnation de la résine utilisée. Appliquer sur la couche de résine encore fraîche un morceau de tissu en fibre de carbone **ARMOSHIELD C** de DRACO Italiana S.p.A. de dimensions appropriées pour couvrir totalement la mèche.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MT** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4):

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	0,5%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+84°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	60 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	19,4 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	60'	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	84°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	26x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,04%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ par mm d'épaisseur.

La colle époxy pour l'imprégnation des tissus type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40'	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	25x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

- Si une finition est prévue, appliquer sur la résine encore fraîche du sable de quartz.

Les connecteurs **ARMOGRIP BC** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques de performance ci-après :

CONNECTEURS ARMOGRIP BC	
Diamètres disponibles	10-12 mm
Barre interne	Ø8mm
Résistance à la traction de la fibre	2900 MPa
Module d'élasticité	120 GPa
Module d'élasticité	120 GPa
FORMATS DISPONIBLES	
Mèche de 20 cm	A10F20 (longueur connecteur 10 cm) A20F20 (longueur connecteur 20 cm) A30F20 (longueur connecteur 30 cm)

## RENFORCEMENT D'ÉLÉMENTS DE STRUCTURE AVEC DES BANDES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE PRÉ-TENDUES

**Renforcement de structure et réhabilitation parasismique en flexion de poutres et tabliers de ponts et viaducs, par pré-tension de bandes en carbone**

### PRÉ-TENSION LAMES ARMOSHIELD CFK

Fourniture et pose de bandes pré-tendues en fibre de carbone pultrudées pré-imprégnées avec de la résine époxy à haute densité et hautes résistances mécaniques type **ARMOSHIELD CFK LAMELLE** de DRACO Italiana S.p.A. pour la consolidation, la réhabilitation statique et le placage d'éléments soumis à des contraintes de compression et compression-flexion en béton sans augmentation de charge. Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

#### OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES :

- Préparation du support : élimination du coulis de ciment superficiel et de toutes les parties endommagées, taches, efflorescences, saleté et poussière.
- Régularisation du support : élimination des éléments de protection des profilés et remplissage des cavités dans la zone de collage.

Le support en béton doit avoir une résistance à l'arrachement d'au moins  $1,5 \text{ N/mm}^2$  et une planéité avec un écart maximum de 5 mm sur une longueur de 2 m. Ne pas mettre à nu le béton pour loger les vérins hydrauliques.

#### POSE :

Placer les bandes en respectant la procédure décrite ci-après :

**1)** Coupe des bandes de la longueur nécessaire conformément aux prescriptions du projet. Enlever le film de protection éventuellement présent ou nettoyer les deux côtés de la bande avec **ARMOCLEANER CFK** de DRACO Italiana S.p.A.

**2)** Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou au rouleau sur un support sec.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte :  $1,1 \text{ g/cm}^3$
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10) : 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à + 23 °C) :  $> 3 \text{ MPa}$  (rupture du support)

**3)** Application à la spatule de la résine structurelle époxy bicomposante type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. Le lissage est nécessaire en présence de surfaces irrégulières ou non planes avec des différences de niveau  $> 5 \text{ mm}$ . Effectuer le lissage après le temps de sec au toucher du primaire et en tout état de cause dans les 16 heures suivantes, en utilisant la colle époxy pour le collage des bandes **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. appliquée à la spatule ou à la taloche. Appliquer à la spatule une première couche de résine de collage type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. sur la surface sèche et propre et sur le côté de la bande à coller sur le support, dans des épaisseurs de 1 à 3 mm.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour le collage des bandes pultrudées type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performances indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PRESTAZIONE	METODO DI PROVA
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	67°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	90 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	92 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	6100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	19,4 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	120 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	6500 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	67°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	18x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,04%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 150 g/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur. Épaisseur conseillée 1 - 3 mm

Collage des bandes :

- 150-200 g/m pour collage bande de 5 cm
- 240-320 g/m pour collage bande de 8 cm
- 300-400 g/m pour collage bande de 10 cm
- 360-480 g/m pour collage bande de 12 cm

**4)** Positionnement des plaques et application des bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK**. Le système de pré-tension des bandes **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. constitué de plaques en acier percées traitées contre la corrosion, est posé sur la poutre à consolider à l'aide de résines époxy spéciales type **ARMOFIX MTL** de DRACO Italiana S.p.A.

- Positionnement des plaques de base conformément au projet, fixation au support avec des chevilles et application des bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. sur la plaque et sur la couche de résine encore fraîche. Ancrage de la bande en positionnant les plaques en forme de coin mobiles pour le blocage durant la phase de tirage.

Application de la bande sur toute la longueur de la poutre en exerçant une légère pression sur toute la bande.

Les bandes pultrudées en fibre de carbone type **ARMOSHIELD CFK** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques ci-après :

CARACTÉRISTIQUES										
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	1,6									
Teneur en fibres (%)	68									
Module d'élasticité en traction (GPa)	160					210				
Épaisseur (mm)	1,2 (2pp)			1,4			1,4			
Largeur (mm)	50	80	100	50	80	100	50	80	100	120
Section résistante (mm <sup>2</sup> )	60	96	120	70	112	140	70	112	140	168
Résistance à la traction (MPa)	> 2400					> 2400				
Allongement à la rupture (%)	1,36					0,95				

**5)** Traction de la bande conformément au projet avec des vérins hydrauliques couplés aux plaques en forme de coin mobiles. Le système de pré-tension, composé de plaques en forme de coin et de vérins, est enlevé 24/48 heures après l'application en fonction de la température extérieure, qui doit être supérieure à 10 °C. Des systèmes de préchauffage du système d'adhérence et de la zone d'intervention pourront se révéler nécessaires.

Appliquer une fine couche de colle sur toute la longueur de la bande et saupoudrer du sable de quartz sur la colle encore fraîche.

## RENFORCEMENT D'ÉLÉMENTS NON STRUCTURELS AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES À MATRICE EN CIMENT ET CONNECTEURS EN ARAMIDE

**Renforcement et réhabilitation parasismique de remplissages en maçonnerie non porteurs, de panneaux et de planchers, en utilisant des systèmes contre le renversement et l'effondrement composés de mortier monocomposant et de treillis bidirectionnel en fibre de basalte, ancrés avec des connecteurs en aramide**

Fourniture et pose de mortier monocomposant à haute ductilité enrichi de chaux type **ARMOTECH MONO** de DRACO Italiana S.p.A. et treillis bidirectionnel en fibre de basalte type **ARMONET B 250** de DRACO Italiana S.p.A. pour le renforcement léger et l'amélioration du comportement sismique de remplissages en maçonnerie, panneaux et planchers.

Placer le système en respectant la procédure décrite ci-après :

### OPÉRATIONS PRÉLIMINAIRES :

- Préparation du support : élimination du coulis de ciment superficiel et de toutes les parties endommagées, taches, efflorescences, saleté et poussière comme indiqué ci-dessus.
- Régularisation du support : élimination des éléments de protection des profilés et remplissage des cavités dans la zone de collage.
- Régularisation de la surface par application du mortier structural fibré **FLUECO 40T** de DRACO Italiana S.p.A., le cas échéant bicomposant pour les supports faibles **FLUECO 80 T2** de DRACO Italiana S.p.A.

Fourniture et pose de dispositifs d'ancrage composés de filaments de fibre en aramide à haute résistance **ARMOGRIP** de DRACO Italiana S.p.A. pour l'ancrage du renfort.

### PRÉPARATION DES TROUS

- Realizzazione dei fori ogni 2 metri circa all'intradosso del solaio o sul perimetro del pannello per l'alloggiamento di connettori in fibra di aramide **ARMOGRIP** di DRACO Italiana S.p.A. I fori dovranno avere diametro di circa 20 mm e profondità di 10 cm (distanza dalla muratura 1,5 cm circa). Arrotondamento degli spigoli del profilo esterno del foro (raggio minimo 1 cm), e aspirazione di residui di polvere e materiale in fase di distacco.

### PRIMERIZZAZIONE

1) Application de primaire époxy type **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. au pinceau ou avec un écouvillon à l'intérieur des trous. En présence de supports très absorbants, on peut appliquer une deuxième couche de produit.

Le primaire époxy **ARMOPRIMER 100** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique de la pâte : 1,1 g/cm<sup>3</sup>
- Viscosité Brookfield (rotor 1 - tours 10): 300 mPa·s
- Adhérence au béton (après 7 jours à +23°C): > 3 MPa (rupture du support)

**Consommation** : 200÷300 g/m<sup>2</sup> par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.

### APPLICATION :

2) Remplir le trou à moitié en injectant avec une cartouche la résine structurale époxy bicomposante type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A.; insérer le connecteur en aramide **ARMOGRIP** de DRACO Italiana S.p.A. à l'intérieur du trou. Imprégner et remplir la cavité du connecteur sur toute sa longueur avec la résine utilisée.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

La colle époxy pour le collage des bandes pultrudées type **ARMOFIX MTX** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance indiquées ci-après (conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-4) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Teneur en cendres par calcination directe	2%	UNI EN ISO 3451-1
TGA DSC (analyse thermogravimétrique)	+83°C	UNI EN ISO 11358
Durée de vie en pot	40 minutes	UNI EN ISO 9514
Résistance à la compression	90 MPa	UNI EN 12190
Module d'élasticité en flexion	3100 MPa	UNI EN ISO 178
Résistance au cisaillement	20,3 MPa	UNI EN 12188
Temps ouvert	40 minutes	UNI EN 12189
Module d'élasticité en compression	3200 MPa	UNI EN 13412
Température de transition vitreuse	83°C	UNI EN 12614
Coefficient de dilatation thermique	25x10 <sup>-6</sup> /K	UNI EN 1770
Retrait une fois le produit durci	0,03%	UNI EN 12617-1
Aptitude à l'injection	Fissure béton	UNI EN 12618-2
Adhérence à la flexion	Rupture cohésive béton	UNI EN 12636
Durabilité en cisaillement après exposition à l'humidité et à la chaleur	Rupture béton	UNI EN 13733

## Consommations :

Lissage : 1,4 - 1,6 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur

Collage et imprégnation des tissus - Épaisseur moyenne totale environ 1 mm :

1,1 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 300 g/m<sup>2</sup> - 1,5 kg/m<sup>2</sup> environ pour une couche de tissu de 600 g/m<sup>2</sup>.

Les connecteurs **ARMOGRIP** de DRACO Italiana S.p.A. devront présenter les caractéristiques de performance ci-après :

CONNECTEURS ARMOGRIP	
Diamètre	12 mm
Résistance à la traction de la fibre	2900 MPa
Module d'élasticité	120 GPa
Allongement à la rupture	2,5 %
Résistance à la traction du connecteur	56 kN
Section fibre	0,239 cm <sup>2</sup>
FORMATS DISPONIBLES	
Mèche de 20 cm	A10F20 (longueur connecteur 10 cm)
	A20F20 (longueur connecteur 20 cm)
	A30F20 (longueur connecteur 30 cm)
Mèche de 30 cm	A50F30 (longueur connecteur 50 cm)

## APPLICATION DU RENFORT

**3)** Fourniture et pose de mortier monocomposant enrichi de chaux, composé d'agrégats sélectionnés et d'additifs spéciaux, caractérisé par une haute ductilité et des résistances mécaniques compatibles avec la maçonnerie type **ARMOTECH MONO** de DRACO Italiana S.p.A. pour le renforcement léger et l'amélioration du comportement sismique des remplissages et planchers. Nettoyer soigneusement le support en éliminant toutes les parties incohérentes endommagées ou en phase de décollement. Appliquer le mortier à la spatule sur le support propre et saturé avec de l'eau en réalisant une épaisseur comprise entre 3 et 4 mm par couche.

**Consommation :** 1,6 kg/m<sup>2</sup> environ par mm d'épaisseur.

## 4.9

**Le mortier monocomposant enrichi de chaux type ARMOTECH MONO de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance ci-après**

(conformément aux exigences minimales de la norme EN 1504-3 pour les mortiers de classe R2 et de la norme EN 998-2) :

CARACTÉRISTIQUES	PERFORMANCE	MÉTHODE D'ESSAI
Résistance à la compression (MPa)	22 MPa a 28gg	EN 12190
Résistance à la flexion (MPa)	6 MPa a 28gg	EN 196/1
Module d'élasticité en compression (GPa)	12 GPa	EN 13412
Adhérence sur béton (support type MC 0,40 rapport eau/ciment = 0,40) selon EN 1766	> 1,5 MPa	EN 1542
Absorption capillaire (kg/m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup> )	0,31	EN 13057
Compatibilité thermique (mesurée comme adhérence selon EN 1542 (MPa) sur béton MC 0,4 UNI EN 1766 - Cycles de gel et dégel avec sels de déglacage	> 0,8 MPa	EN 13687/1
Réaction au feu	A2	EN 13501-1
Résistance à la compression à 28 jours (MPa)	Classe M20	EN 1015-11
Adhérence	0,15 MPa	EN 1052-3
Absorption d'eau	< 0,2 kg/m <sup>2</sup> ·h <sup>0,5</sup>	EN 1015-18
Perméabilité à la vapeur d'eau	μ 5/20	EN 1745:2002, tableau A.12
Masse volumique	1780 kg/m <sup>3</sup>	EN 1015-10
Conductivité thermique	0,45 W/mK	EN 1745:2002, tableau A.12

**4)** Appliquer le treillis en fibre de basalte **ARMONET B 250** de DRACO Italiana S.p.A. découpé sur mesure sur la première couche de mortier encore frais. Toute « reprise » devra être réalisée par simple superposition d'au moins 10 cm.

Emballages : rouleaux de 1x50 m.

# CONSOLIDATION DE STRUCTURE ET RÉHABILITATION SISMIQUE AVEC DES MATÉRIAUX COMPOSITES FRP

Le treillis en fibre de basalte type **ARMONET B 250** de DRACO Italiana S.p.A. devra présenter les caractéristiques de performance ci-après :

CARACTÉRISTIQUES	
Aspect	Treillis bidirectionnel équilibré à 0/90 ° en fibre de basalte avec trame imprégnée - résistant aux alcalis
Poids du treillis par unité de surface	environ 250 g/m <sup>2</sup>
Zone résistante par unité de largeur	axe 0° - 32,38 mm <sup>2</sup> /m axe 90° - 35,95 mm <sup>2</sup> /m
Charge maximale par unité de largeur	axe 0° - 78 kN/m axe 90° - 86 kN/m
Dimensions maille (entraxe)	mm 10 x 10
Résistance à la traction de la fibre	2418 MPa
Module d'élasticité de la fibre	87 GPa
Allongement à la rupture de la fibre	3,5%

**5)** Appliquer une autre couche d'environ 3 mm de **ARMOTECH MONO** de DRACO Italiana S.p.A. sur le mortier non complètement durci : recouvrir uniformément et complètement le treillis. En cas d'application de plusieurs couches, répéter la procédure en opérant toujours frais sur frais.

**6) Ancrage du connecteur :** retourner et disposer en éventail la partie terminale du connecteur en aramide non imprégnée qui sort du trou (mèche) et la fixer à la surface entourant le trou par imprégnation de résine.

# ARMO: SYSTÈMES FRP POUR LA CONSOLIDATION ET LE RENFORCEMENT DES STRUCTURES

Gamme complète de matériaux pour la récupération et le renforcement de structures en béton armé, béton armé contraint, maçonnerie, bois, acier

## TISSUS ET BANDES EN FIBRE DE CARBONE

### ARMOSHIELD C-SHEET

**TISSU UNIDIRECTIONNEL EN FIBRE DE CARBONE À HAUTE PLANÉITÉ ET RÉSISTANCE POUR LES RENFORCEMENTS DE STRUCTURE**

ARMOSHIELD C - SHEET est un tissu unidirectionnel à haute planéité en fibre de carbone et matériaux composites FRP à haute densité, à haut module d'élasticité et avec des résistances mécaniques élevées, destiné à être utilisé en combinaison avec les résines spécifiques ARMOFIX pour la consolidation et l'adaptation statique des structures sans augmentation de charge. Les tissus ARMOSHIELD C - SHEET sont des bandes fabriquées à partir de fibres de carbone de haute qualité, disposées de manière unidirectionnelle et parfaitement étirées, et sont particulièrement adaptés pour le confinement de structures soumises à des contraintes de flexion et de compression telles que piliers, colonnes, et pour le renforcement de poutres en cisaillement.

#### CARACTÉRISTIQUES

Module d'élasticité (GPa): 240-390  
Grammage ( $g/m^2$ ): 300-600  
Hauteurs disponibles (cm): 10-20-40-60

#### EMBALLAGES

Rouleau de 50 m



### ARMOSHIELD C-B

**TISSU BIDIRECTIONNEL EN FIBRE DE CARBONE À HAUTE RÉSISTANCE POUR LA CONSOLIDATION ET LE RENFORCEMENT DE STRUCTURE**

ARMOSHIELD C - B est un tissu bidirectionnel en fibre de carbone et matériaux composites FRP à haute densité, à haut module d'élasticité et avec des résistances mécaniques élevées à la traction, destiné à être utilisé en combinaison avec les résines spécifiques ARMOFIX pour la consolidation et l'adaptation statique des structures. ARMOSHIELD C - B augmente la résistance, la capacité de portance et la ductilité de la structure sans augmentation de charge, et est particulièrement indiqué pour la réparation de la section résistante en cisaillement ou lorsqu'une intégration des armatures longitudinales s'avère nécessaire.

#### CARACTÉRISTIQUES

Module d'élasticité (GPa): 250  
Grammage ( $g/m^2$ ): 320  
Hauteurs disponibles (cm): 10-20-50

#### EMBALLAGES

Rouleau de 50 m



### ARMOSHIELD C-QUADRAX

**TISSU QUADRIAXIAL EN FIBRE DE CARBONE À HAUTE RÉSISTANCE ET HAUT MODULE D'ÉLASTICITÉ POUR LES RENFORCEMENTS DE STRUCTURE**

ARMOSHIELD C - QUADRAX est un tissu quadriaxial en fibre de carbone et matériaux composites FRP à haute densité, à haut module d'élasticité et avec des résistances mécaniques élevées à la traction, destiné à être utilisé en combinaison avec les résines spécifiques ARMOFIX pour la consolidation et l'adaptation statique des structures. ARMOSHIELD C - QUADRAX augmente la résistance, la capacité de portance et la ductilité de la structure sans augmentation de charge, et est particulièrement indiqué pour la réparation de structures discontinues ou lorsqu'il n'est pas possible de déterminer avec précision la progression des contraintes de traction.

#### CARACTÉRISTIQUES

Module d'élasticité (GPa): 235 - 240  
Grammage ( $g/m^2$ ): 380 - 760  
Hauteurs disponibles (cm):  
• 31,5-42 ( $380 g/m^2$  - 235 GPa)  
• 31,75-62,5 ( $760 g/m^2$  - 240 GPa)

#### EMBALLAGES

Rouleau de 50 m



### ARMOSHIELD CFK

**BANDES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE UNIDIRECTIONNELLE À HAUTE RÉSISTANCE POUR LES RENFORCEMENTS ET LES PLACAGES SUR DES OUVRAGES EN BÉTON, ACIER ET BOIS**

Ligne de bandes pultrudées en fibre de carbone pour le renforcement des ouvrages en béton armé, béton précontraint, acier et bois, à utiliser en combinaison avec les résines spécifiques ARMOFIX MTL et avec les bandes ARMOSHIELD C. Les bandes ARMOSHIELD CFK sont idéales pour le renforcement, le cas échéant avec pré-tension et, grâce à leur poids limité et aux performances améliorées, elles remplacent les systèmes de placage traditionnels en acier (béton plaqué) avec des épaisseurs de 1 à 3 mm environ.

#### CARACTÉRISTIQUES

Module d'élasticité (GPa): 160-210  
Grammage ( $g/m^2$ ): 1,2-1,4  
Hauteurs disponibles (cm): 5-8-10-12

#### EMBALLAGES

Rouleau de 50 m



# CONNECTEURS, BARRES ET SYSTÈMES D'ANCRAGE EN POLYMÈRES RENFORCÉS DE FIBRES

## ARMOGRIP

### CONNECTEURS EN ARAMIDE POUR L'ANCRAGE DE STRUCTURE DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE ARMOSHIELD

Dispositifs d'ancrage en fibres d'aramide disposées en bandes tressées avec un ressort interne pour améliorer le raccordement et rendre collaborants les renforts réalisés avec les tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD.

#### CARACTÉRISTIQUES

Mèche de 20 cm - Ø 12 mm  
Longueurs connecteur (cm): 10-20-30-50

#### EMBALLAGES



## ARMOGRIP BC

### CONNECTEUR EN ARAMIDE COMBINÉ À LA BARRE EN CARBONE ARMOSHIELD BC POUR L'ANCRAGE DES RENFORTS DE STRUCTURE

Dispositifs d'ancrage en fibres d'aramide disposées en bandes tressées en combinaison avec les barres pultrudées ARMOSHIELD BC pour les rendre collaborantes avec les renforts réalisés avec les tissus ARMOSHIELD C.

#### CARACTÉRISTIQUES

Mèche de 20 cm - Ø 12 mm  
Barre interne Ø 8 mm  
Longueurs connecteur (cm): 10-20-30

#### EMBALLAGES



## ARMOGRIP MONO

### CORDE UNIDIRECTIONNELLE EN FIBRE D'ARAMIDE POUR LES RACCORDEMENTS DE STRUCTURE

Les cordes en fibres d'aramide ARMOGRIP MONO sont idéales pour réaliser des ancrages et des raccordements dans les systèmes de renforcement avec les bandes de la ligne ARMOSHIELD. Disponibles dans les diamètres de 6, 8, 10 et 12 mm, elles s'appliquent par simple imprégnation avec ARMOFIX MTX.

#### CARACTÉRISTIQUES

Diamètres disponibles : Ø 6-8-10-12 mm

#### EMBALLAGES

Rouleau de 10 m



## ARMOGRIP TB

### GAINE TRESSÉE CREUSE EN FIBRE D'ARAMIDE POUR L'ANCRAGE DE STRUCTURE DES BANDES EN FIBRE DE CARBONE ARMOSHIELD

Dispositifs d'ancrage en fibres d'aramide disposées en bandes tressées avec un tube interne en plastique pour améliorer le raccordement et rendre collaborants les renforts réalisés avec les tissus en fibre de carbone ARMOSHIELD.

#### CARACTÉRISTIQUES

Diamètres disponibles : Ø 12 mm

#### EMBALLAGES

Rouleau de 100 m



## ARMOSHIELD BC

### BARRES PULTRUDÉES EN FIBRE DE CARBONE À HAUTE RÉSISTANCE POUR LES RENFORCEMENTS ET LES AGRAFAGES SUR LA MAÇONNERIE ET LES STRUCTURES EN BÉTON

Barres pultrudées en fibre de carbone à haute résistance pour le renforcement d'ouvrages en béton armé, béton précontraint, maçonnerie, pierre et matériaux naturels. Les barres ARMOSHIELD BC peuvent être utilisées en combinaison avec les tissus ARMOSHIELD C et avec les mèches de fibres d'aramide ARMOGRIP TB pour améliorer les raccordements et les ancrages des tissus en fibre de carbone avec le support renforcé.

#### CARACTÉRISTIQUES

Diamètres disponibles :  
Ø 8-10-12-14-16 mm

#### EMBALLAGES

Tubes en PVC contenant  
19-24 barres de 3 mètres



## ARMONET B 250

### TREILLIS EN FIBRE DE BASALTE RÉSISTANT AUX ALCALIS, POUR LE RENFORCEMENT DE STRUCTURE D'ÉLÉMENTS PORTEURS EN BÉTON ET MAÇONNERIE

ARMONET B 250 est un treillis en fibre de basalte imprégnée, résistant aux alcalis, spécifiquement conçu pour le renforcement de structure à utiliser comme armature de renforcement en combinaison avec les mortiers FLUECO ou ARMOTECH MONO. ARMONET B 250 améliore la répartition des tensions, contribuant à l'augmentation de la ductilité et de la résistance mécanique des structures soumises à une intervention de renforcement et à une réhabilitation parasismique.

#### CARACTÉRISTIQUES

Maille : 10x10 mm  
Poids spécifique : ca. 250 g/m<sup>2</sup>

#### EMBALLAGES

Rouleau 1x50 m (50 m<sup>2</sup>)



# ARMO: SYSTÈMES FRP POUR LA CONSOLIDATION ET LE RENFORCEMENT DES STRUCTURES

## CONSOLIDANTS ET PRIMAIRES À BASE ÉPOXY

### ARMOPRIMER 100

**PRIMAIRE ÉPOXY BICOMPOSANT EXEMPT DE SOLVANTS, À FAIBLE IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

ARMOPRIMER 100 est une formulation liquide à base de résines époxy présentant une haute capacité de consolidation, qui pénètre en profondeur en consolidant la surface de supports poreux en béton et en maçonnerie, et en favorisant l'adhérence du cycle de collage des bandes en fibre de carbone ARMOSHIELD. En présence de supports particulièrement absorbants/poreux, utiliser la version en phase solvante PRIMER ES40.

#### EMBALLAGES

Petits barils de 1 kg + 0,5 kg = (A+B) **1,5 kg**  
 Petits barils de 6 kg + 3 kg = (A+B) **9 kg**  
 Petits barils de 12 kg + 6 kg = (A+B) **18 kg**

#### CONSUMMATION

200 ÷ 300 g/m<sup>2</sup>  
 par couche, selon la porosité et les irrégularités du support.



## COLLES ET RÉSINES STRUCTURELLES SPÉCIFIQUES POUR LES SYSTÈMES COMPOSITES ARMOSHIELD

### ARMOFIX MTL

**RÉSINE ÉPOXY BICOMPOSANTE POUR LES COLLAGES STRUCTURAUX DE BANDES EN FIBRE DE CARBONE ARMOSHIELD CFK**

ARMOFIX MTL est une colle bicomposante à base de résines époxy, d'agrégats sélectionnés à grain fin et d'agents thixotropes, formulée pour être utilisée comme colle pour le collage des bandes pultrudées en fibre de carbone ARMOSHIELD CFK. ARMOFIX MTL offre une adhérence élevée sur tous les matériaux de construction et peut être utilisée pour les collages et renforcements de structure.

#### EMBALLAGES

Petits barils de 2,5 kg + 2,5 kg = (A+B) **5 kg**  
 Petits barils de 5 kg + 5 kg = (A+B) **10 kg**

#### CONSUMMATION

Pour appliquer 1 m<sup>2</sup> de bandes ARMOSHIELD CFK, il est conseillé d'utiliser environ 1,5 kg de ARMOFIX MTL par mm d'épaisseur



### ARMOFIX MTX

**RÉSINE ÉPOXY BICOMPOSANTE THIXOTROPE POUR LE COLLAGE STRUCTURAL DE TISSUS EN FIBRE DE CARBONE ARMOSHIELD**

ARMOFIX MTX est une colle structurale bicomposante pour l'imprégnation et le collage des bandes en fibre de carbone ARMOSHIELD C. Grâce à sa « formule GEL » exclusive, ARMOFIX MTX garantit une imprégnation facile et parfaite du tissu et une excellente adhérence sur tout support.

#### EMBALLAGES

Petits barils de 4 kg + 1 kg = (A+B) **5 kg**  
 Petits barils de 8 kg + 2 kg = (A+B) **10 kg**

#### CONSUMMATION

1,1 ÷ 1,5 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur



### ARMOFIX MT

**RÉSINE ÉPOXY FLUIDE BICOMPOSANTE SPÉCIFIQUE POUR L'IMPRÉGNATION DES TISSUS ARMOSHIELD C À IMMERSION, LE SCÈLEMENT DES BARRES ARMOSHIELD BC ET L'APPLICATION DES CONNECTEURS ARMOGRIP À L'HORIZONTALE**

ARMOFIX MT est une colle bicomposante fluide à base de résines époxy, spécialement formulée pour être utilisée comme colle et mastic. ARMOFIX MT est exempt de solvants, diluants et plastifiants. Le produit présente une forte adhérence à tous les matériaux de construction et permet les collages structuraux, les scellements et les réparations dans les cavités. Le durcissement de ARMOFIX MT se produit sans phénomènes de retrait, même en présence d'humidité.

#### EMBALLAGES

Petits barils de 6 kg + 2,4 kg = (A+B) **8,4 kg**  
 Petits barils de 11 kg + 4,4 kg = (A+B) **15,4 kg**

#### CONSUMMATION

ca. 1,1 kg/m<sup>2</sup> par mm d'épaisseur



## MORTIERS DE CIMENT FIBRÉS

### ARMOTECH MONO

#### MORTIER THIXOTROPE FIBRÉ À HAUTE DUCTILITÉ À BASE DE CHAUX

ARMOTECH MONO est un mortier à résistance et pouvoir adhésif élevés à base de liants et de réactifs pouzzolaniques pour la réparation et le renforcement de maçonneries et de voûtes en brique, pierre ou tuf. Compatible avec les matériaux qui constituent les maçonneries antiques et idéal pour la récupération de bâtiments historiques, ARMOTECH MONO peut être utilisé en combinaison avec des treillis en fibre de verre résistant aux alcalis ARMONET 350 ou en fibre de basalte ARMONET B250 pour le renforcement avec des barres des maçonneries, même lorsque celles-ci subissent des mouvements. L'utilisation combinée avec le treillis permet une répartition uniforme des tensions dues aux mouvements de la structure, afin d'éviter des décollements, des fissurations et des ruptures fragiles.

### FLUECO 80 T2

#### MORTIER THIXOTROPE BICOMPOSANT FIBRÉ À FAIBLE MODULE D'ÉLASTICITÉ ET RETRAIT COMPENSÉ

*Idéal pour les réparations de structure dans des environnements agressifs et déformations sous charge. Épaisseurs jusqu'à 3 cm par couche*

FLUECO 80 T2 est un mortier bicomposant fibré, constitué d'un pré-mélange à base de ciment devant être hydraté avec un latex synthétique spécifique, pour obtenir des pâtes thixotropes à retrait compensé. FLUECO 80 T2 développe des résistances mécaniques initiales et finales élevées, possède un faible module d'élasticité, est imperméable et durable, même dans des environnements agressifs, et garantit une grande adhérence à l'acier et au béton. Il ne contient ni parties métalliques ni chlorures, et sa stabilité n'est pas due à la formation d'air ou de gaz.

### FLUECO 40 T

#### MORTIER NANOPOLYMÈRE THIXOTROPE FIBRÉ À HAUTE RÉSISTANCE ET RETRAIT COMPENSÉ POUR LA RESTAURATION DE STRUCTURE

*Facile à utiliser pour des épaisseurs jusqu'à 5 cm par couche sans treillis soudé*

FLUECO 40 T est un mortier polymère fibré à base de ciment, monocomposant, à mélanger avec de l'eau pour obtenir des pâtes thixotropes, non séparables, à retrait compensé. FLUECO 40 T développe des résistances mécaniques initiales et finales élevées. Il est imperméable, durable, même dans des environnements agressifs, et garantit une grande adhérence. Il ne contient ni parties métalliques ni chlorures. FLUECO 40 T résiste aux attaques chimiques et environnementales et répond à toutes les classes d'exposition prévues par la norme UNI 11104.

## PRODUITS ASSOCIÉS

### ARMOROLLER

#### ROULEAU MÉTALLIQUE SPÉCIFIQUE POUR L'APPLICATION DES TISSUS EN FIBRE DE CARBONE ARMOSHIELD C

Les rainures transversales favorisent l'imprégnation de la trame des tissus avec les résines spéciales ARMOFIX.

### ARMOCLEANER CFK

Diluant spécifique pour le nettoyage des bandes ARMOSHIELD CFK en vue d'éliminer les poussières de carbone et les résidus superficiels. Nettoyer les bandes sur les deux faces avec un chiffon avant de les coller.

#### EMBALLAGES

Sac de 25 kg

#### CONSOMMATION

16 kg/m<sup>2</sup> environ par cm d'épaisseur



#### EMBALLAGES

Sac de 25 kg + bidon de 5 kg = (A+B) 30 kg

#### CONSOMMATION

21,5 kg/m<sup>2</sup> environ par cm d'épaisseur



#### EMBALLAGES

Sac de 25 kg

#### CONSOMMATION

17,4 kg/m<sup>2</sup> environ par cm d'épaisseur



#### EMBALLAGES

Rouleau métallique denté



#### EMBALLAGES

Bouteille de 1 litre



## TABLEAUX SYNOPTIQUES DES PRODUITS ET LEUR UTILISATION

Produit	Nom	Type	Résine imprégnation/ collage/mortier	Support
<b>TISSUS</b>	ARMOSHIELD C-SHEET	carbone - tissus unidirectionnels	ARMOFIX MTX	béton maçonnerie bois
	ARMOSHIELD C-B	carbone - tissus bidirectionnels	ARMOFIX MTX	
	ARMOSHIELD C-QUADRAX	carbone - tissus quadriaxiaux	ARMOFIX MTX	
<b>BANDES</b>	ARMOSHIELD CFK LAMELLE	carbone - bandes pultrudées unidirectionnelles	ARMOFIX MTL	béton maçonnerie bois acier
<b>CONNECTEURS</b>	ARMOGRIP/ARMOGRIP MONO	aramide	ARMOFIX MT - MTX	béton maçonnerie
<b>BARRES</b>	ARMOSHIELD BC	carbone	ARMOFIX MT - MTX	béton maçonnerie
<b>CONNECTEUR + BARRE</b>	ARMOGRIP BC	carbone/aramide	ARMOFIX MT - MTX	calcestruzzo muratura
<b>TREILLIS</b>	ARMONET B 250	basalto	ARMOTECH MONO	muratura

	Renforcement de structure					Amélioration de structure anti-renversement/effondrement		
<i>Tissus/trellis/ barres</i>	FLUECO 40T / FLUECO 80 T2	ARMOFIX MTX	ARMOFIX MTL	ARMOFIX MT	ARMOGRIP	ARMOTECH MONO	ARMOGRIP	ARMOFIX MTX
ARMOSHIELD C-SHEET	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD C-B	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD C-QUADRAX	✓	✓			✓			
ARMOSHIELD CFK LAMELLE	✓		✓					
ARMONET B 250						✓	✓	✓
ARMOSHIELD CB		✓		✓	✓			
<b>Supports</b>								
BÉTON ARMÉ	✓	✓	✓	✓				
MAÇONNERIE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
BOIS		✓	✓					





Suivez-nous sur :



PRODUITS CHIMIQUES POUR LE BÂTIMENT

**DRACO Italiana S.p.A**

Via Monte Grappa 11 D-E, 20067 Tribiano (MI) Tél. +39 0290632917- Fax. +39 0290631976 - info@draco-edilizia.it

**draco-resines.fr**