Info-flash du STRRES

LES COMPOSITES

Christian TOURNEUR

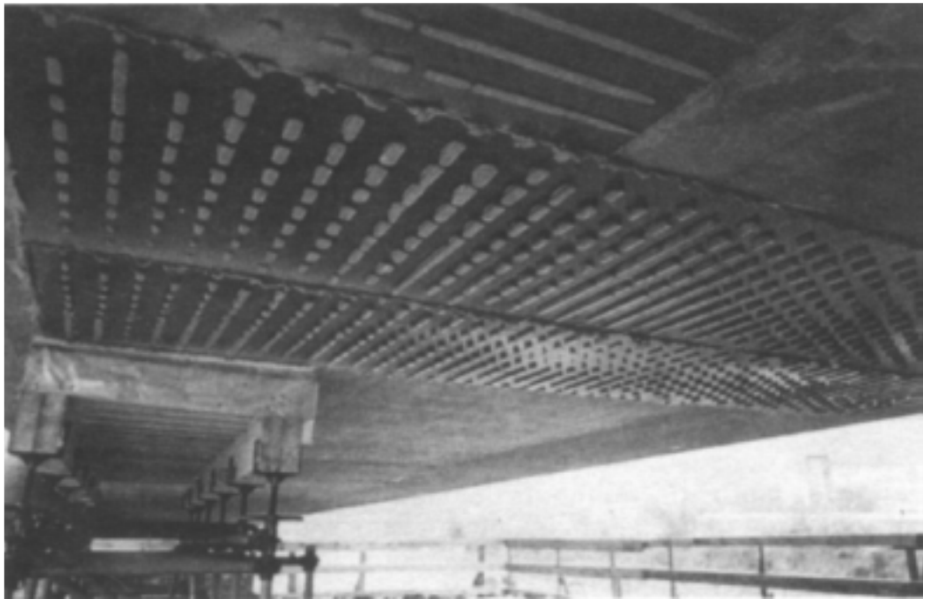
FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

petit-déjeuner Info-flash
le jeudi 27 octobre 2016
de 8h00 à 10h00

STRRES
NOTRE TALENT
DÉFIE LE TEMPS

Historique du renforcement du béton par armatures collées:
Le brevet de Monsieur L'HERMITE déposé en 1951
Procédé l'**Hermite** appliqué en France depuis 1965

Problèmes de corrosion en cas de manque d'entretien



Viaduc de TERRENOIR (Rhône Alpes) Freyssinet 1976

Pressions de serrage tôles perforées = 0,025 à 0,05daN/cm²

COMPOSITES

Historique du renforcement du béton par armatures collées:

Les composites prennent la relève à partir de 1992.

- Travaux R&D et brevets du professeur Urs MEYER à EMPA Suisse.

« renforcement du béton par profilés pultrudés de fibres de carbone collés »

- Travaux R&D et Brevets FREYSSINET INTERNATIONAL

« renforcement du béton par collage de tissus secs bidirectionnels »
« mèches de coutures et mèches d'ancrage »

Produit imputrescibles ➔ **pas de corrosion**
50 fois plus léger ➔ pas de pressage
10 fois plus résistant

Guide STRRES FABEM 7
Gratuit à télécharger sur le site
http://www.strres.org/

Qu’est ce qu’un composite ?

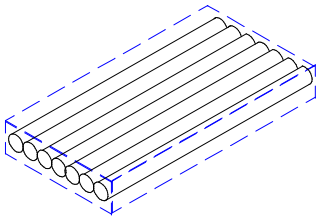
Matériau formé par plusieurs composants, le plus souvent des fibres maintenues par une matrice (résine ou autre).

Les caractéristiques mécaniques des composites dépendent:

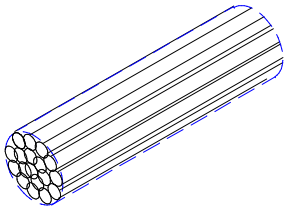
•Des fibres

•De la matrice

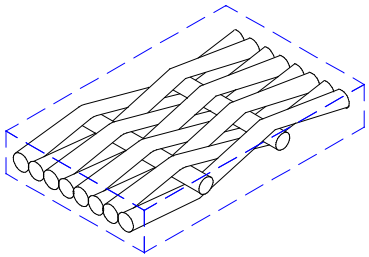
•Du taux d'imprégnation



Lames ➔ LFC



Profilés ➔ JFC



Tissus ➔ TFC - TFK

FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

Les fibres peuvent être assemblées par diverses matières (matrices) pour former des composites.

Parmi les champions :

Le GLARE (GLAss-REinforced")
Composite fibres de verre et aluminium

Matériau hybride dont les matériaux constitutifs compensent mutuellement leurs défauts

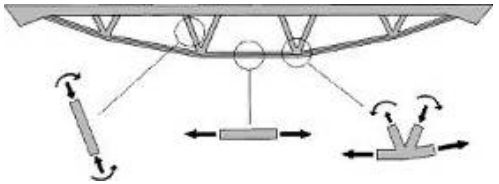
➔ Grande résistance à la charge et à l'impact.

Ce matériau a été adopté pour réaliser en partie le fuselage de l'airbus A 380 ,

A380 en vol au-dessus de Toulouse

Les matériaux modernes résistants :

Les supers bétons à agrégats actifs (BUHP) :
avec des résistances ultimes voisines de 250 Mpa



Les supers armatures à molécules organiques:

Carbone T 700 ➔résistance de traction ≈ 4000 Mpa

Carbone T 1000G ➔résistance de traction ≈ 6370 Mpa

Nanotubes de carbone ➔résistance de traction ≈ 63000 Mpa

Aramides Kévlar ® ➔ résistance de traction ≈ 3100 Mpa

Les supers armatures à structure minérale :

Fibre de verre E ➔résistance de traction ≈ 2800 Mpa

Fibre de Basalte ➔résistance de traction ≈ 3500 Mpa

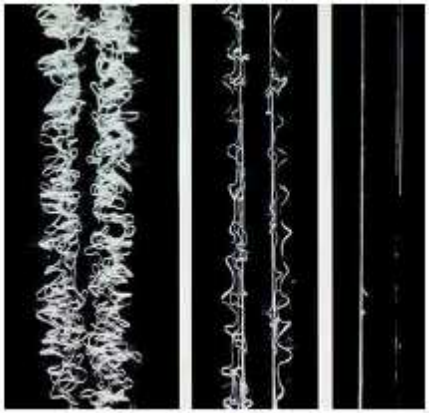
Présentations : Christian TOURNEUR

Des matériaux étonnants:

Le fil plus résistant dans la nature fait de protéines :

La soie d'araignée ➔ résistance de traction ≈ 1000 Mpa

Fibroïne



S'étendant de la soie, 1, 5 et 20 fois (7).

constructeur japonais Lexus
Source internet

Une protéine artificielle semblable est en cours de développement

Un fil de soie d'araignée de 6cm de diamètre pourrait arrêter un AIBUS A380 en plein vol.

Présentations : Christian TOURNEUR

Les matériaux végétaux:

Des matériaux dits biosourcés : issu de l'agriculture (100% dérivé de la biomasse)

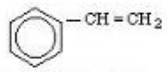
Lin, Chanvre, Coco, sisal, jute….. ➔ donnent des composites dont la résistance de traction est suffisante pour renforcer du béton armé,

Présentés comme champion dans l'analyse du cycle de vie,

Matrices :

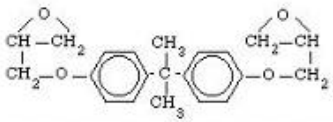
-Matrice organique

(Macromolécules organiques de synthèse ou biosourcées)



Monomère de type styrène

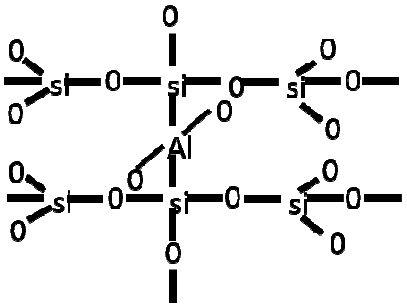
Une matrice organique est une substance naturelle ou synthétique contenant toujours du carbone, presque toujours de l'hydrogène, très souvent de l'oxygène et souvent de l'azote.



Diglycidyléther du Bisphénol A (Résine époxyde type DGEBA)

-Matrice minérale

Géopolymères :
Durcissement (prise) d'une résine géopolymère (GP) vers une polycondensation de Potassium Oligo-(sialate-siloxo) en réseau réticulé de Potassium Poly(sialate-siloxo).



Ciments :
***Pour mémoire:* les matrices cimentaires (pour des conditions particulières)**

Présentations : Christian TOURNEUR

FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

-Matrice bactérienne :

(colonisation par des organismes vivants)

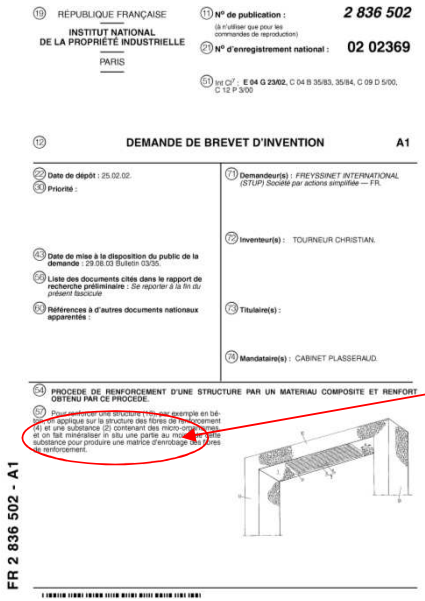
+

Colonisation du tissu par des bactéries pétrifiantes : + chaleur et nutriments

=

Matrice Pétrifiante résistante au feu

Brevet FREYSSINET



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 836 502
(21) N° d'enregistrement national : 02 02369

(51) Int Cl⁷ : E 04 G 23/02, C 04 B 35/83, 35/84, C 09 D 5/00, C 12 P 3/00

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

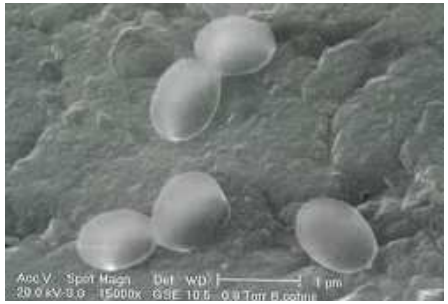
(22) Date de dépôt : 25.02.02.
(33) Priorité :
(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 29.08.03 Bulletin 03/35.
(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Se reporter à la fin du présent fascicule
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : FREYSSINET INTERNATIONAL (STUP) Société par actions simplifiée — FR.
(72) Inventeur(s) : TOURNEUR CHRISTIAN.
(73) Titulaire(s) :
(74) Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

(54) PROCEDE DE RENFORCEMENT D'UNE STRUCTURE PAR UN MATERIAU COMPOSITE ET RENFORT OBTENU PAR CE PROCEDE.

(57) Pour renforcer une structure (10), par exemple en béton, on applique sur la structure des fibres de renforcement (4) et une substance (2) contenant des micro-organismes, et on fait minéraliser in situ une partie au moins de cette substance pour produire une matrice d'enrobage des fibres de renforcement.

FR 2 836 502 - A1



(57) Pour renforcer une structure (10), par exemple en béton, on applique sur la structure des fibres de renforcement (4) et une substance (2) contenant des micro-organismes, et on fait minéraliser in situ une partie au moins de cette substance pour produire une matrice d'enrobage des fibres de renforcement.

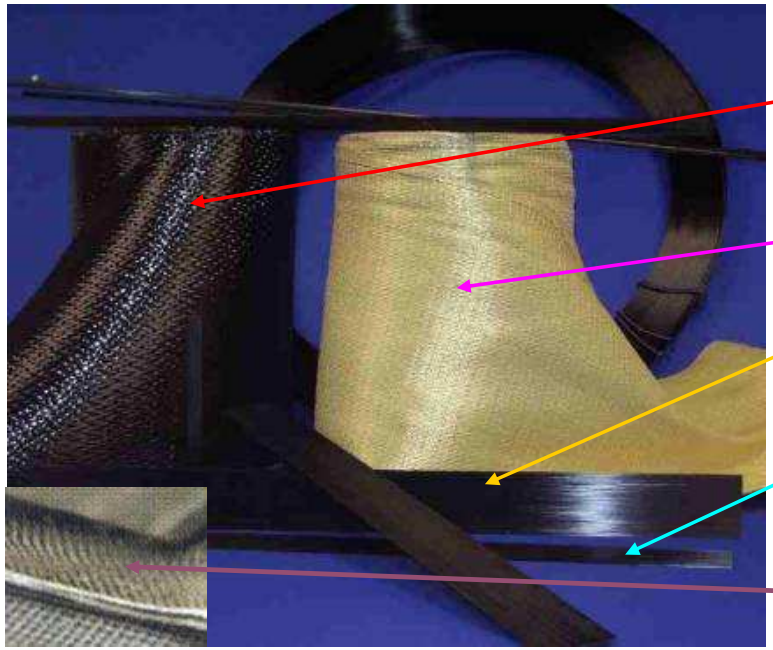
tian TOUR

Composite couramment utilisé dans la construction: Le carbone époxy

Sous forme :

- **De tissus**
- **De profilés**

- Produits (que choisir ?)



TFC : **Tissu Fibres Carbone**

TFK : **Tissu Fibres Kevlar**

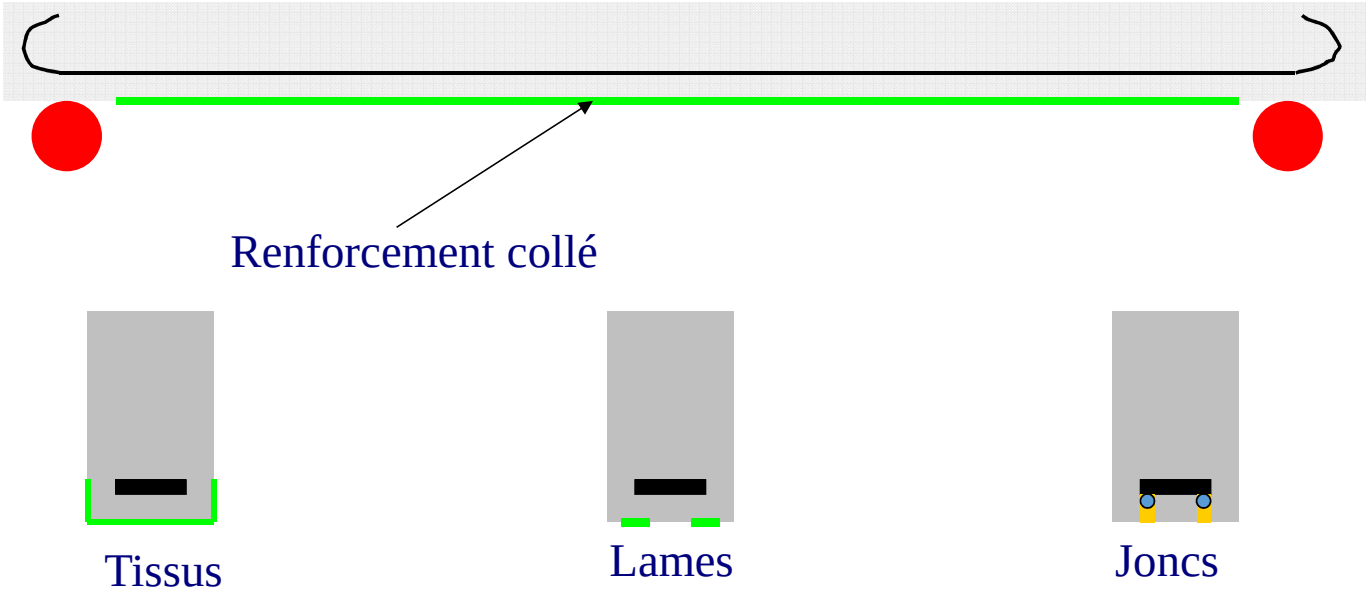
LFC : **Lame Fibres Carbone**

JFC : **Jonc Fibres carbone**

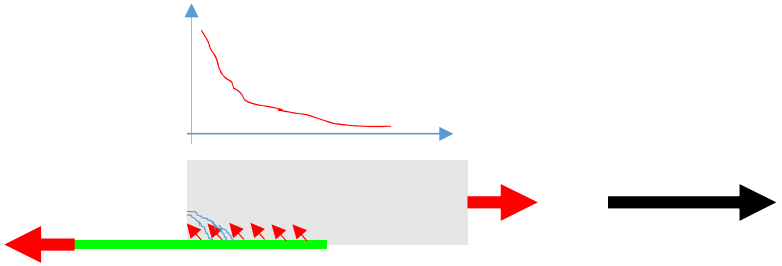
TFB : **Tissu Fibres basalte**

- Un formidable outil de réparation

Le principe: ajouter de la matière résistante dans les zones tendues par simple collage.

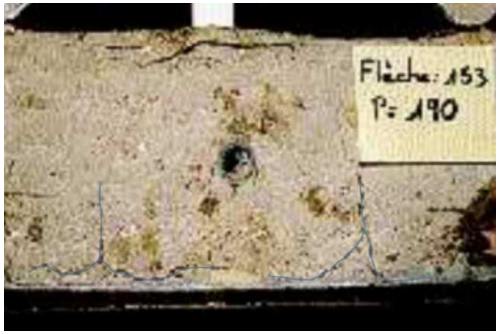


l'entraînement se fait par cisaillement



Longueur d'ancrage = 10cm

processus du délaminage



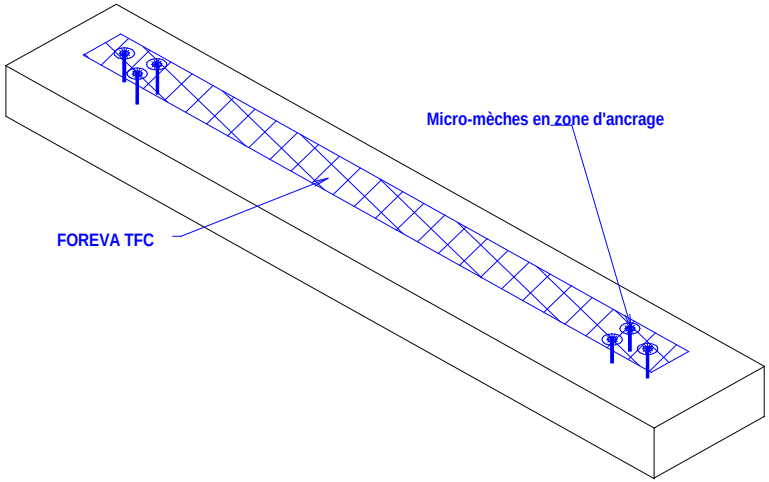
Trop de matière de renfort par rapport à la capacité d'ancrage

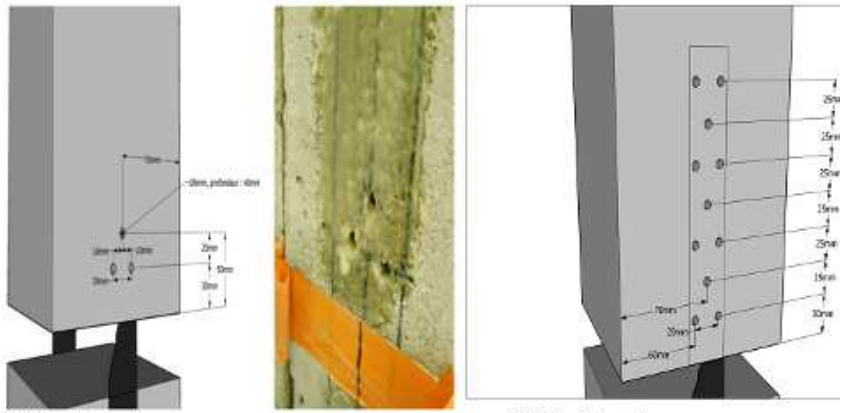
Amélioration de la capacité d'ancrage.

Pour exploiter au mieux la matière

La "Mini mesh" augmente la capacité du renfort composite

- Exemple de test de laboratoire





(a) Système 1 (b) Système 2

La capacité d'ancrage du composite = X4 avec "Mini mesh"

Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations

- Réparation du béton

Flexion:

Présentations : Christian TOURNEUR

FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

- Réparation du béton

Efforts tranchants:

Domaines d'utilisations

Canalisations : Robot de pose composite

FREY-C-WRAP Canalisations Patented process

Procédé FREYSSINET

Domaines d'utilisations **Séismes**

Pathologies courantes après séisme (conception + exécution)

Avis technique CSTB pour TFC séisme mise en application 04 novembre 2016
validité 31 mars 2021

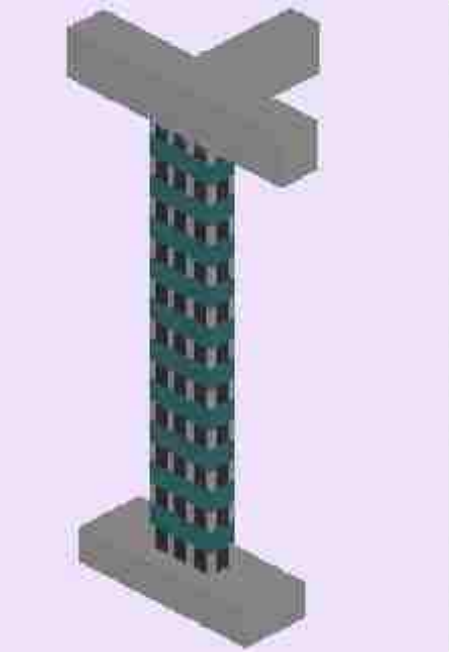
India / Bhuj-Gujarat,
26 January 2001 ANJAR

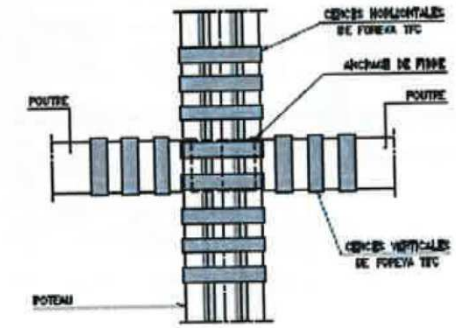
Présentations : Christian TOURNEUR

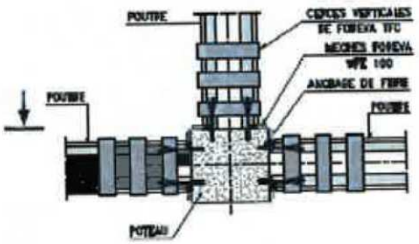
FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

- Réparation du béton

Confinements poteaux et nœuds:





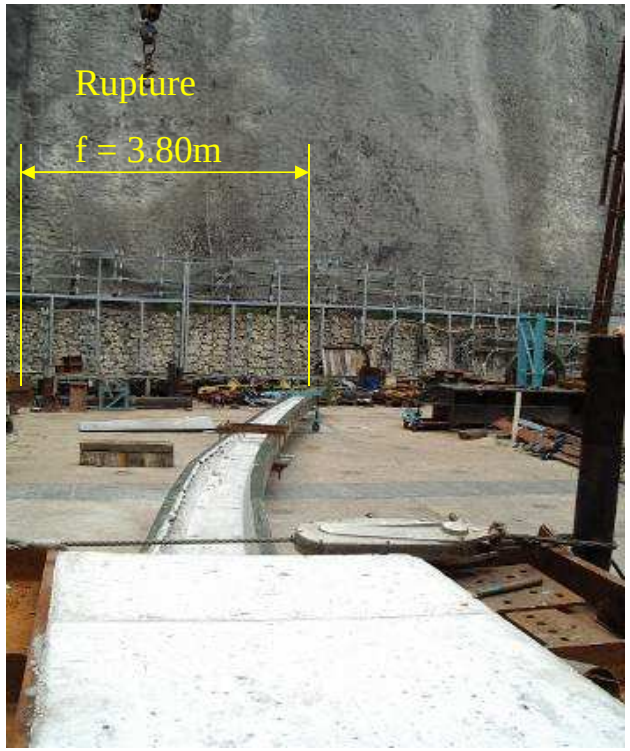


Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations

- Renforcement du béton

Poteaux électriques:



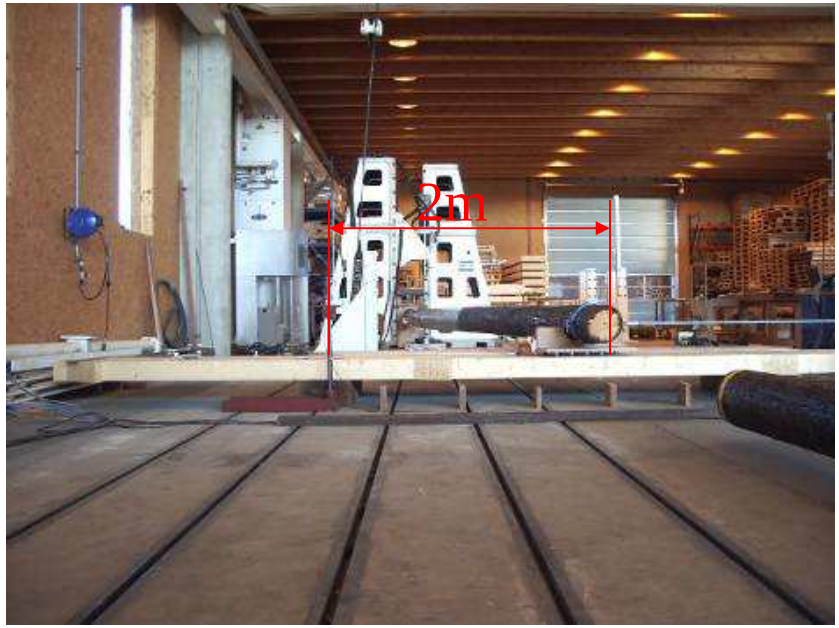
Doublement de la capacité

R&D Freyssinet/RTE suite à la tempête de 1999

Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations

- Réparation du bois



R&D Freyssinet/RTE suite à la tempête de 1999

Poteaux Bois:

Domaines d'utilisations

TFC

- Réparation du métal

R&D Freyssinet/TDF entretien pylônes

Profilés non soudables

R&D Freyssinet/SNCF fatigue ouvrage fer pudlé

Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations

- Réparation du métal
  (pièces de fonte)

Viaduc SNCF de la BOUBLE

Domaines d'utilisations

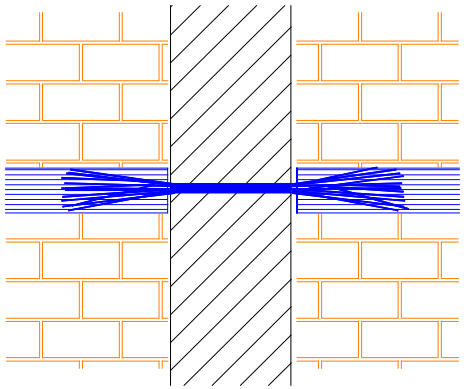
- Réparation de la maçonnerie

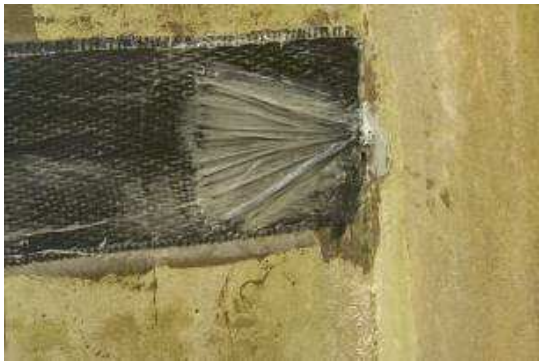
Agglomérés et briques :

Domaines d'utilisations

Continuité

- Mèches d'ancrage et de couture





Patented process

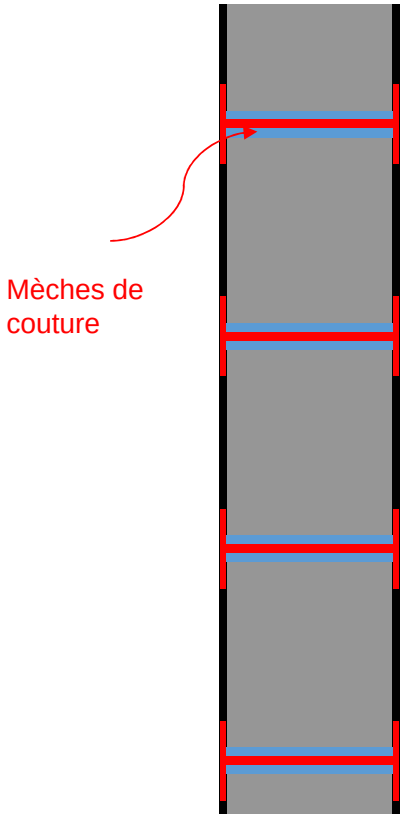
Brevet P 200802040

Les dispositions constructives doivent suivre la même logique que celle du béton armé,

Avis technique CSTB pour TFC séisme mise en application 04 novembre 2016 validité 31 mars 2021

Disposition constructive de renforcement avant séisme avec des composites

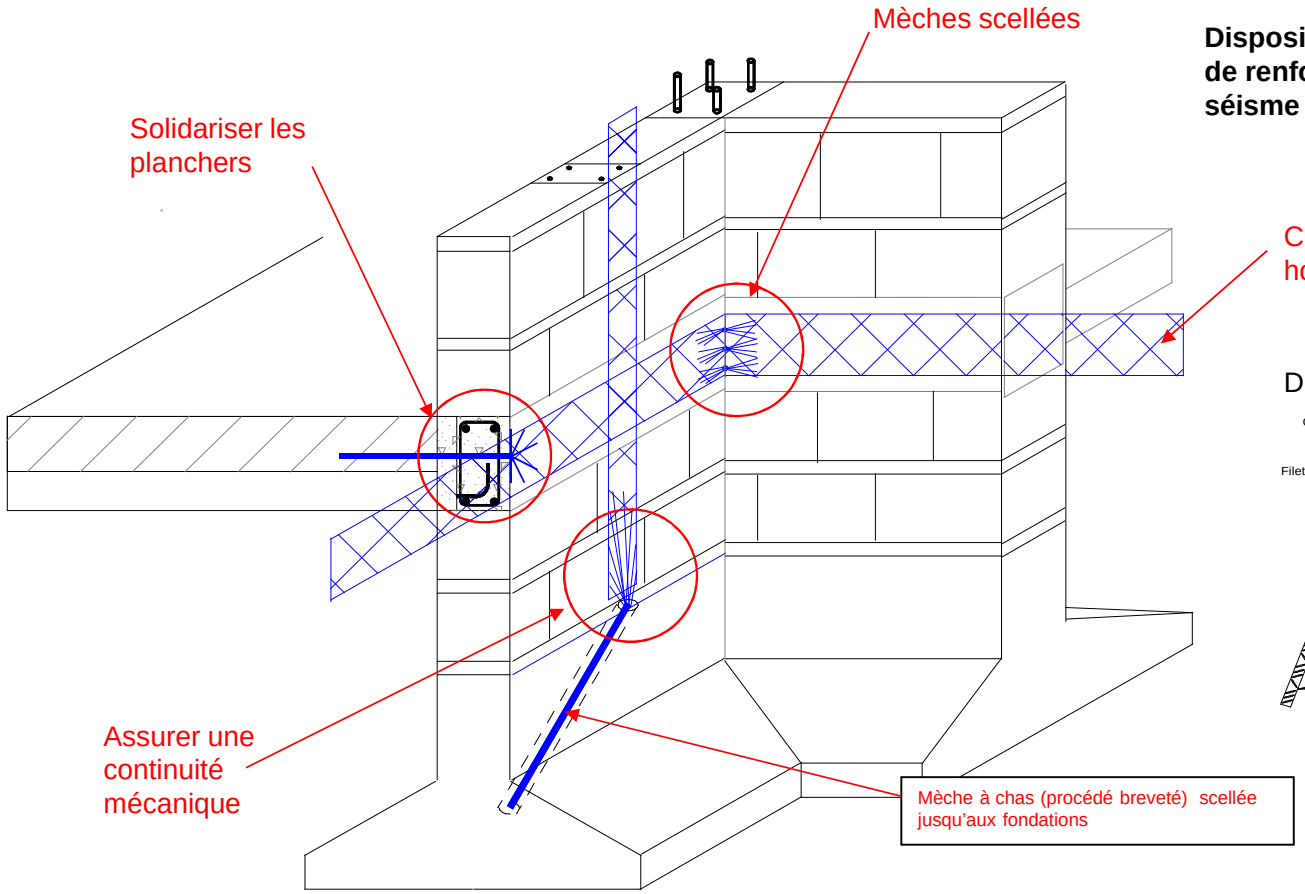
Pathologies courantes après séisme



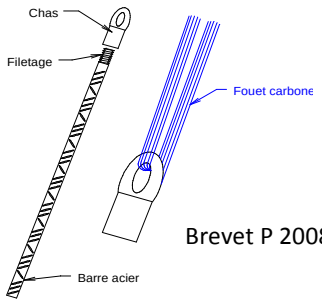
Pensez à assurer la continuité

RENFORCEMENTS PARASISMIQUES DE BÂTIMENT PAR CHAÎNAGES :
Cas des chaînages verticaux et horizontaux

Dispositions constructives de renforcements avant séisme



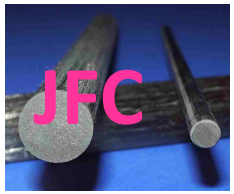
Détail mèche à chas



Brevet P 200802040

Domaines d'utilisations

Armatures scellées dans le béton



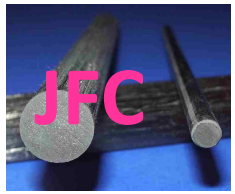
Pont Las Americas PANAMA Freyssinet 2016

Renforcements en carbone

- *64 000 m de Joncs carbone Ø 12 en engravure*
- *45 000m² de TFC sous le hourdis*

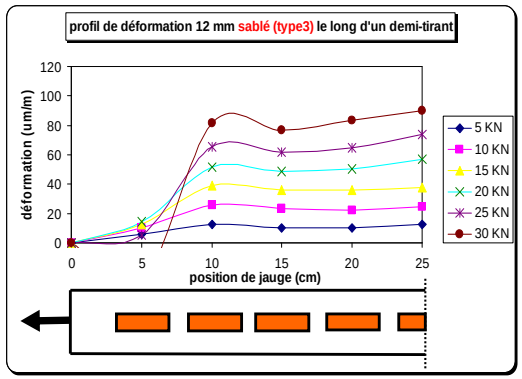
Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations



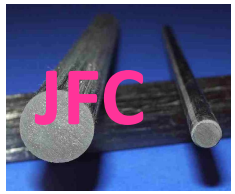
Renforcement des structures tubulaires

Pylône Polleti TDF Roquebrune Patented process



Présentations : Christian TOURNEUR

Domaines d'utilisations

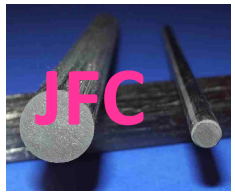


Haubans d'ouvrages

Passerelle de Laroin sur le Gave de Pau 2002 Patented process

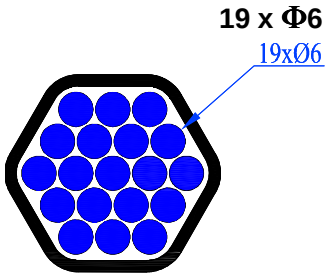
Présentations : Christian TOURNEUR

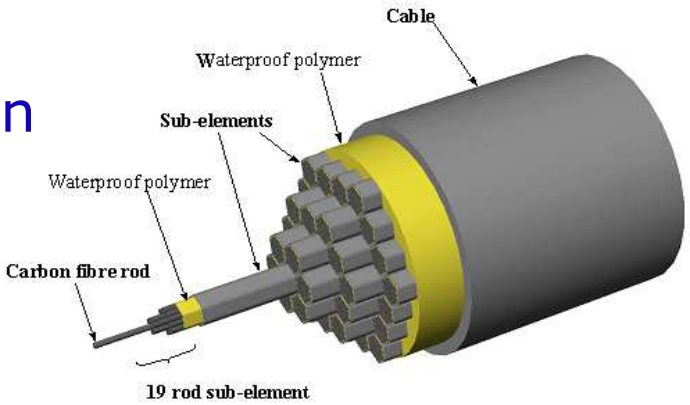
Domaines d'utilisations



3.5. FOREVA RFC®

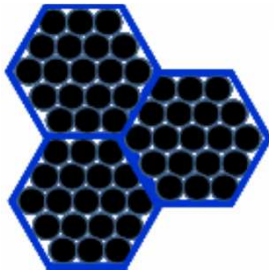
Offshore application





Pilot application (AKPO) : anchorage of a buoy
Cable 100m long (3 units)

Patented process



Présentations : Christian TOURNEUR

FREYSSINET
SUSTAINABLE TECHNOLOGY

Merci pour

votre attention