

**L'utilisation des
fibres métalliques amorphes
dans les
travaux de réhabilitation des
ouvrages souterrains visitables
dans le domaine de l'eau et l'assainissement**

FIBRAFLEX®


SAINT-GOBAIN
SEVA

Sommaire

■ Présentation du produit et de la technique

- Fibres Fibraflex
- Technique de mise en œuvre

■ Présentation de l'étude réalisée

- Enjeux
- Principales phases
- Principaux enseignements
- Prochaines étapes

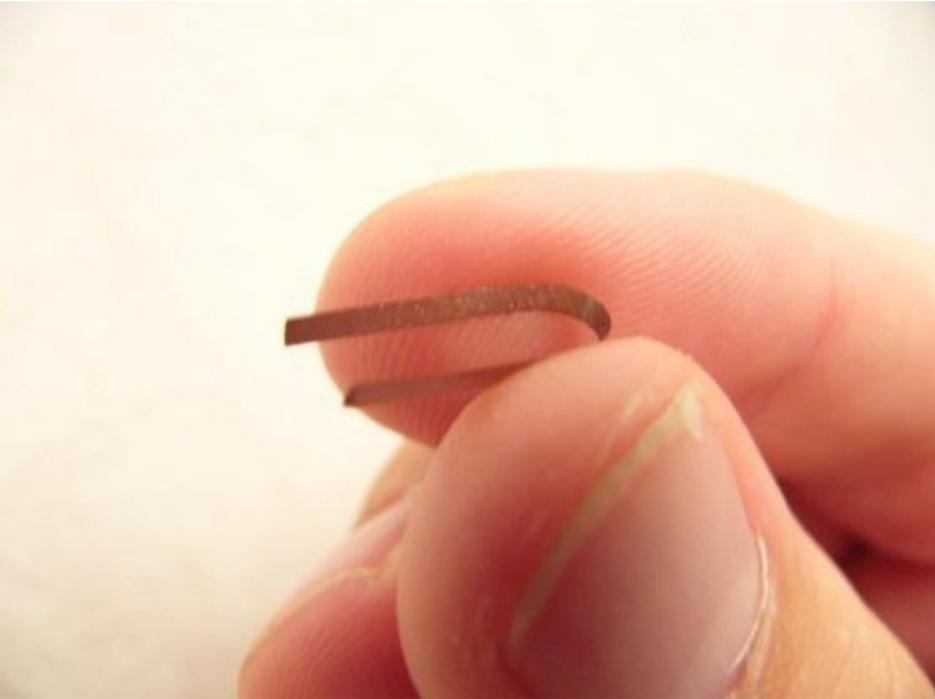
Fibres métalliques amorphes :

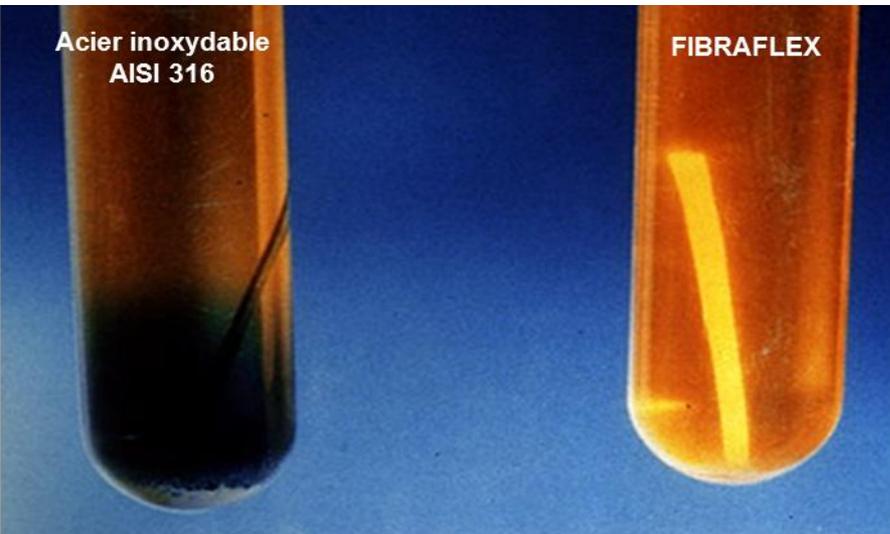
- ✓ Alliage de fer de Chrome transformé par Fonderie et Hypertrempe.
- ✓ Produites par Saint Gobain SEVA à Chalon sur Saône (F-71)



Fibres métalliques amorphes :

- ✓ Alliage de fer de Chrome transformé par Fonderie et Hypertrempe.
- ✓ Produites par Saint Gobain SEVA à Chalon sur Saône (F-71)
- ✓ Principales caractéristiques :
 - Flexibilité et finesse,
 - Résistance mécanique,





Essais de corrosion en milieu FeCl_3 6 % -
Aspect des échantillons après 24 heures à 35°C

Fibres métalliques amorphes :

- ✓ Alliage de fer de Chrome transformé par Fonderie et Hypertrempe.
- ✓ Produites par Saint Gobain SEVA à Chalon sur Saône (F-71)
- ✓ Principales caractéristiques :
 - Flexibilité et finesse,
 - Résistance mécanique,
 - Résistance à la corrosion,
 - Marquage CE...
- ✓ Dimensions (FF20L6) :
 - Longueur 20 mm
 - Largeur : 1,6 mm
 - Epaisseur : 29 microns
 - 150 000 fibres / Kg



Domaines d'emplois actuels

- ✓ Mortiers de réparation,



Domaines d'emplois actuels

- ✓ Mortiers de réparation,
- ✓ Mortiers de fixation,



Domaines d'emplois actuels

- ✓ Mortiers de réparation,
- ✓ Mortiers de fixation,
- ✓ Dallages et chapes,



Domaines d'emplois actuels

- ✓ Mortiers de réparation,
- ✓ Mortiers de fixation,
- ✓ Dallages et chapes,
- ✓ Préfabrication.

Technique de mise en œuvre pour la réhabilitation des réseaux hydrauliques souterrains visitables



Présentation de l'étude réalisée

Enjeux :

- Demande des maitres d'ouvrage : Notes de calcul justifiant de la capacité des matériaux employés pour la réhabilitation à reprendre les charges auxquelles est soumis l'ouvrage.

Présentation de l'étude réalisée

■ Enjeux :

- Demande des maitres d'ouvrage : Notes de calcul justifiant de la capacité des matériaux employés pour la réhabilitation à reprendre les charges auxquelles est soumis l'ouvrage.
- Caractériser le matériau et en déduire une « loi de comportement » permettant son intégration dans les modèles de calcul.

Ouvrage souterrain à réhabiliter : peut-on utiliser du mortier projeté, avec fibres métalliques amorphes ?

Hypothèses sur l'ouvrage :
- Forme
- Dimensions
- Caractéristiques des matériaux
- Caractéristiques du sol
- Charges appliquées

Caractéristiques du renfort :
- Type de mortier
- Type de fibres
- Dosage en fibres
- Epaisseur du renfort

Loi contrainte/ouverture de fissure $\sigma(w)$ représentative *

Calcul des diagrammes d'interaction

Calculs aux éléments finis

Torseurs effort normal/moment résistant N/M_{res} à l'ELS et à l'ELU

Torseurs effort normal/moment appliqué N/M à l'ELS et à l'ELU

Comparaison/décision :
 $M_{res} > M$?

Non

Oui

Utilisation du mortier fibré possible

* : Détails des étapes pour obtenir la loi contrainte/ouverture de fissure $\sigma(w)$ représentative du matériau sur l'autre page

Présentation de l'étude réalisée

Principales phases :

- 1/ Caractérisation des conditions de mise en œuvre et de « projectabilité ».
 - ▶ Projection de mortiers de réparation de type R2 et R3 respectivement adjuvantés de fibres à différents dosages (15, 25 et 35 Kg/m³)
 - ▶ Validation de la pompabilité
 - ▶ Projection sur paroi verticale pour valider épaisseurs de passes réalisables.



Présentation de l'étude réalisée

■ Principales phases :

- 2/ Caractérisation des mortiers frais
 - ▶ Densités,
 - ▶ Affaissements,
 - ▶ Teneurs en eau,
 - ▶ Teneurs en fibres (Comparaison teneur en fibre mesurée sur paroi / dosage théorique)



Présentation de l'étude réalisée

■ Principales phases :

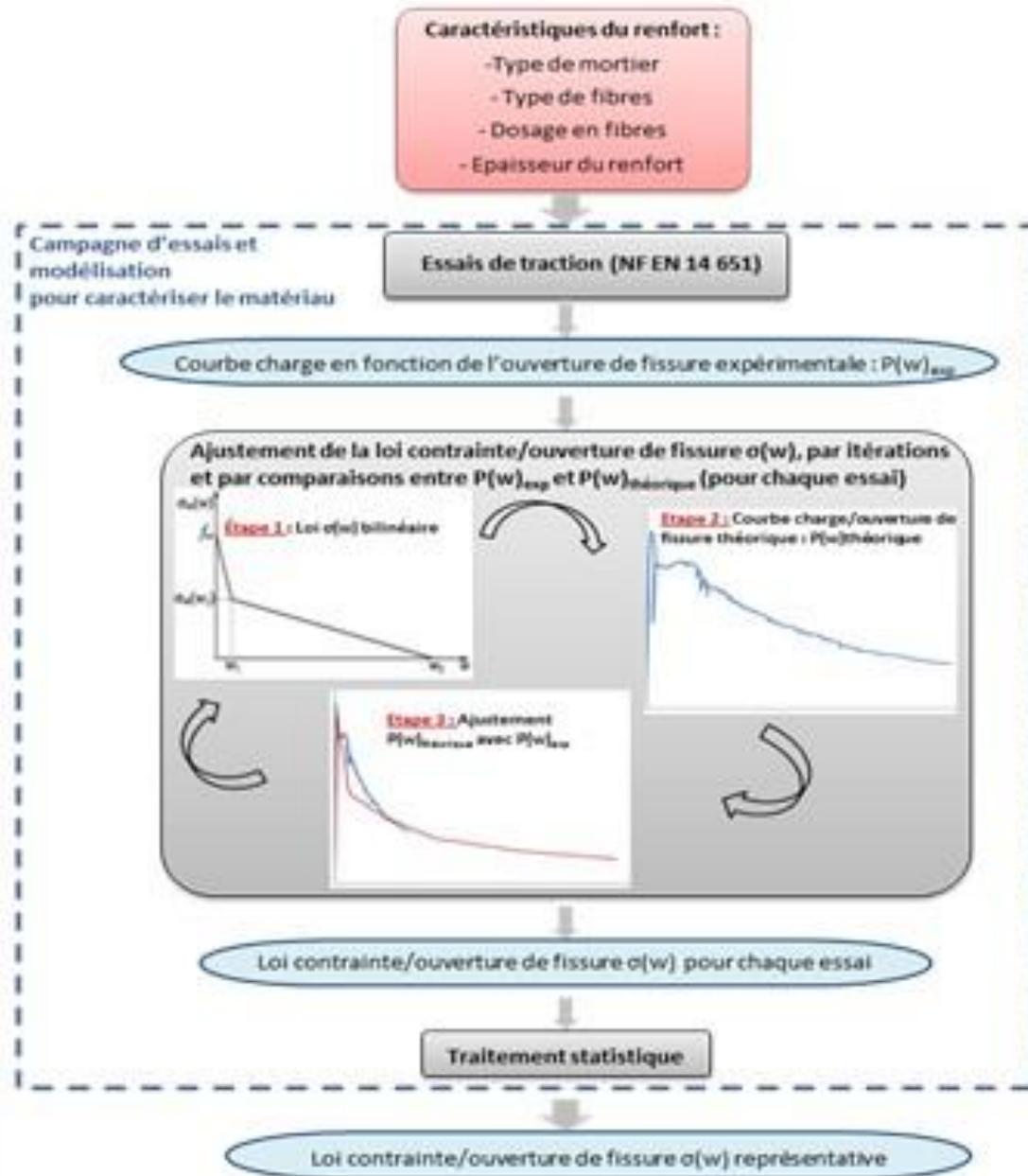
- 3/ Caractérisation des mortiers durcis
 - Densités,
 - Porosité accessible à l'eau,
 - Module,
 - Abrasion,
 - Résistance en compression,
 - Traction par adhérence,
 - Traction par flexion.



essais de traction par flexion – NF EN 14651

➔ Détermination de la loi de comportement du matériau.

Détails des étapes pour obtenir la loi contrainte/ouverture de fissure $\sigma(w)$ représentative du matériau
(Ce processus intermédiaire est nécessaire uniquement si la loi contrainte/ouverture de fissure $\sigma(w)$ du matériau choisi est inconnue)



Présentation de l'étude réalisée

■ Principales phases :

- 4/ Application de la loi de comportement élaborée à de multiples cas de charge différents.
 - ▶ Différents cas de charge
 - Charges gravitaires (permanentes) : poids propre de l'ouvrage et poids du sol encaissant
 - Mise en charge intérieure de l'ouvrage (1 m d'eau).
 - Surcharges routières.
 - ▶ Ouvrages circulaires et Ouvrages ovoïdes.
 - ▶ Chemisage mince (3 cm) et Chemisage épais (6 cm)
 - ▶ Mortier R2 et Mortier R3
- 5/ Combinaisons de calculs et comparaison des résultats avec chemisage armé :
 - ▶ $ELS = G + H_{int} + 1,2 B_c$
 - ▶ $ELU = 1,35 G + H_{int} + 1,5 \cdot 1.07 B_c$

Présentation de l'étude réalisée

■ Principales phases :

- 5/ Etude économique comparative
- 6/ Essais complémentaires
 - ▶ Valider les distances de pompage et la projectabilité aux dosages les plus élevés avec un autre mortier de type R2
 - ▶ Disposer de valeurs supplémentaires de résistance à la traction par flexion afin de fiabiliser la base statistique de la loi de comportement caractéristique du matériau.

Présentation de l'étude réalisée

■ Principaux enseignements:

- Conditions de mise en œuvre :
 - ▶ Pompabilité validée jusqu'à 85 ml pour dosage à 15 Kg/ m³ et 58 ml pour dosages jusqu'à 35 Kg / m³
 - ▶ Projectabilité et épaisseurs des passes validées.
 - ▶ Taux de perte en fibres maxi observé = 12% (comparaison valeur nominale / valeur sur paroi),

Présentation de l'étude réalisée

■ Principaux enseignements:

- Conditions de mise en œuvre :
 - Pompabilité validée jusqu'à 85 ml pour dosage à 15 Kg/ m³ et 58 ml pour dosages jusqu'à 35 Kg / m³
 - Projectabilité et épaisseurs des passes validées.
 - Taux de perte en fibres maxi observé = 12% (comparaison valeur nominale / valeur sur paroi),
- Performance mécanique de la solution : Appliquée aux multiples cas de charge étudiés, la loi de comportement établie lors de cette étude permet de confirmer la **capacité de la solution mortier fibré de Fibraflex à répondre dans 75% des cas de figure.**

Présentation de l'étude réalisée

■ Principaux enseignements:

- Conditions de mise en œuvre :
 - Pompabilité validée jusqu'à 85 ml pour dosage à 15 Kg/ m³ et 58 ml pour dosages jusqu'à 35 Kg / m³
 - Projectabilité et épaisseurs des passes validées.
 - Taux de perte en fibres maxi observé = 12% (comparaison valeur nominale / valeur sur paroi),
- Performance mécanique de la solution : Appliquée aux multiples cas de charge étudiés, la loi de comportement établie lors de cette étude permet de confirmer la **capacité de la solution mortier fibré de Fibraflex à répondre dans 75% des cas de figure.**
- L'étude économique comparative réalisée atteste des gains possibles suivants :
 - Délai du chantier : Gain total > 7%
 - Coût du chantier : Gain total > 10%.

Présentation de l'étude réalisée

Prochaines étapes :

- Mise en application sur chantier
 - ▶ Vérification de l'ensemble des enseignements
 - ▶ Analyse du cycle de vie de la solution
- Collecte des retours d'expérience
 - ▶ Confirmation de la durabilité de la solution

Merci de votre attention !

Florian BERNARD

Responsable commercial Fibres & Alliages

Tel : +33 (0) 3 85 47 25 88 Mob : +33 (0) 6 88 16 04 54.

Email : florian.bernardseva@saint-gobain.com

Saint-Gobain SEVA

43 Rue du Pont de Fer - BP 1076

71 105 Chalon-sur-Saône - France

FIBRAFLEX[®]

<http://www.fibraflex.com>