

## 7. Confinement des colonnes

Des tissus en matériaux à bas module d'élasticité, fibre de verre ou d'aramide, sont employés pour augmenter la ductilité d'un élément de structure. Comme le prix brut des fibres de verre est considérablement plus bas que celui des fibres d'aramide, les produits qui en sont dérivés sont naturellement plus courant à l'emploi. Les tissus en verre (G-Sheet S&P 90/10 E ou AR) sont eux principalement utilisés pour une protection contre les charges accidentelles.

L'amélioration de la ductilité de divers systèmes FRP a été démontrée par des essais pull-push. Deux types de confinement FRP ont été comparés à une colonne de référence:

- C-Sheet S&P 240 (module de 240'000 N/mm<sup>2</sup>) => 1.0 kg dans le sens de frettage
- G-Sheet S&P 90/10 (module 65'000 N/mm<sup>2</sup>) => 3.6 kg dans le sens de frettage

Comme le module d'élasticité des fibres de verre est environ 25% de celui des fibres de carbone, le grammage de la G-Sheet appliquée est quatre fois plus important pour avoir une base de comparaison.

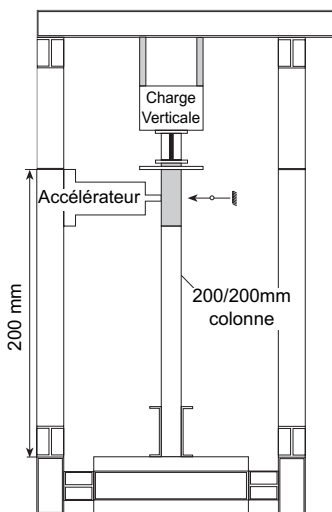


Image 27: Essai Pull-Push

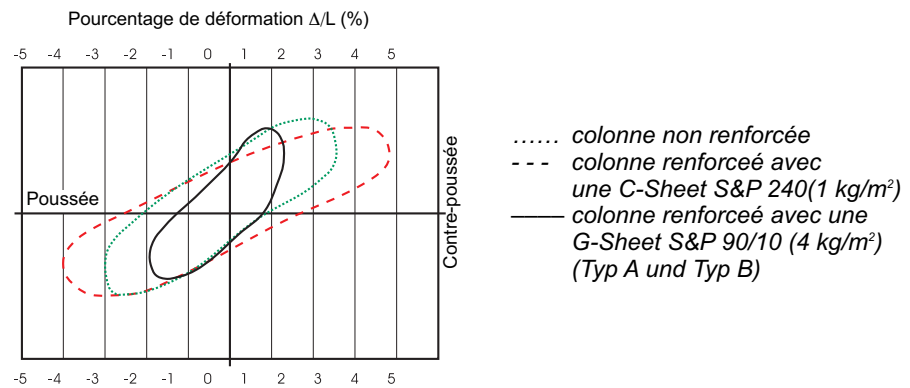


Image 28: Résultat d'un essai pull-push

Les résultats montrent clairement le comportement plus ductile d'une colonne frettée avec 4 kg de fibres de verre en comparaison à une colonne frettée avec 1 kg de fibre de carbone. C'est la raison pour laquelle les fibres de verre sont principalement utilisées pour le renforcement de structures dans une zone sismique (voir chapitre 11).

Le facteur de réduction pour le confinement par fibre de verre est plus élevé que pour la fibre de carbone. En pratique 7 kg de fibre de verre sont remplacés normalement par 1 kg de fibre de carbone.

Dans la campagne d'essai menée à l'Université Technique de Gent (B), des colonnes rondes de 2,0 m de hauteur et d'un diamètre de 400 mm ont été frettées avec des systèmes FRP différents.

- Systèmes FRP:
- C-Sheet S&P 240 (laminée)
  - C-Sheet S&P 640 (laminée)
  - Hybride carbone/verre (tissu)
  - Tissu en fibre de verre

Elles ont ensuite été chargées axialement afin de déterminer l'augmentation de résistance. Afin de préserver un accroissement identique de la résistance à la compression, les quantités suivantes de fibres ont été nécessaires dans le sens de frettage :

- C-Sheet S&P 240 (laminée) 1.0 kg de fibres
- C-Sheet S&P 640 (laminée) 1.6 kg de fibres
- Hybride carbone/verre (tissu) 2-3 kg de fibres
- Tissu en fibre de verre ~ 4.0 kg de fibres (3.6 kg sens de frettage, 0.4 kg verticalement)

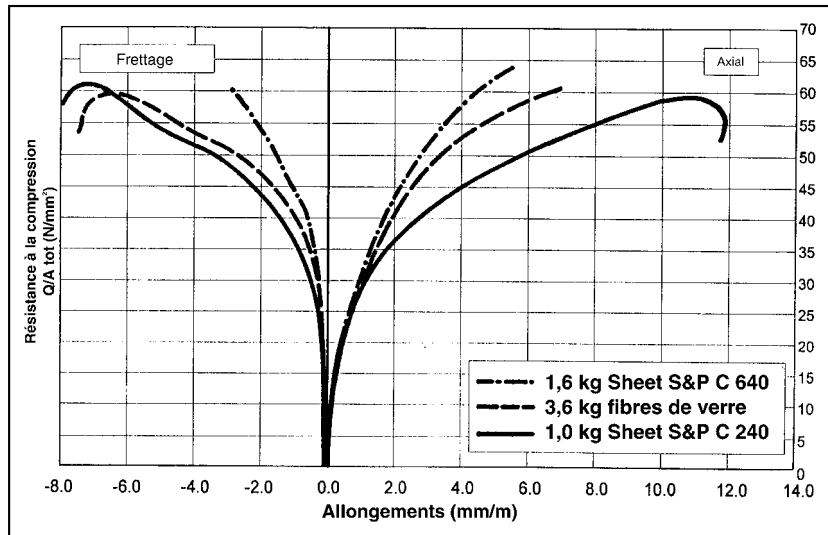


Image 29: Résultats d'essai de l'UT de Gent (B)

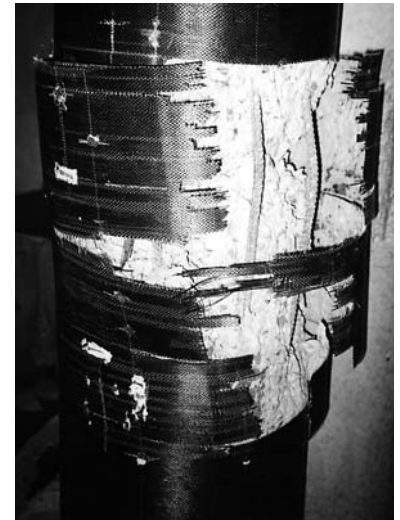


Image 30: Dommages après chargement

Un renforcement au moyen d'une C-Sheet S&P 240 est mieux adapté pour un confinement d'éléments comprimés. Des valeurs identiques sont atteintes avec un kilogramme de fibres de carbone 240 dans le sens de frettage qu'avec 3,6 kilogrammes de fibre de verre.

Colonne avec cinq couches de C-Sheet S&P 240 ( $5 \times 200 \text{ g/m}^2 = 1 \text{ kg/m}^2$  frettage)

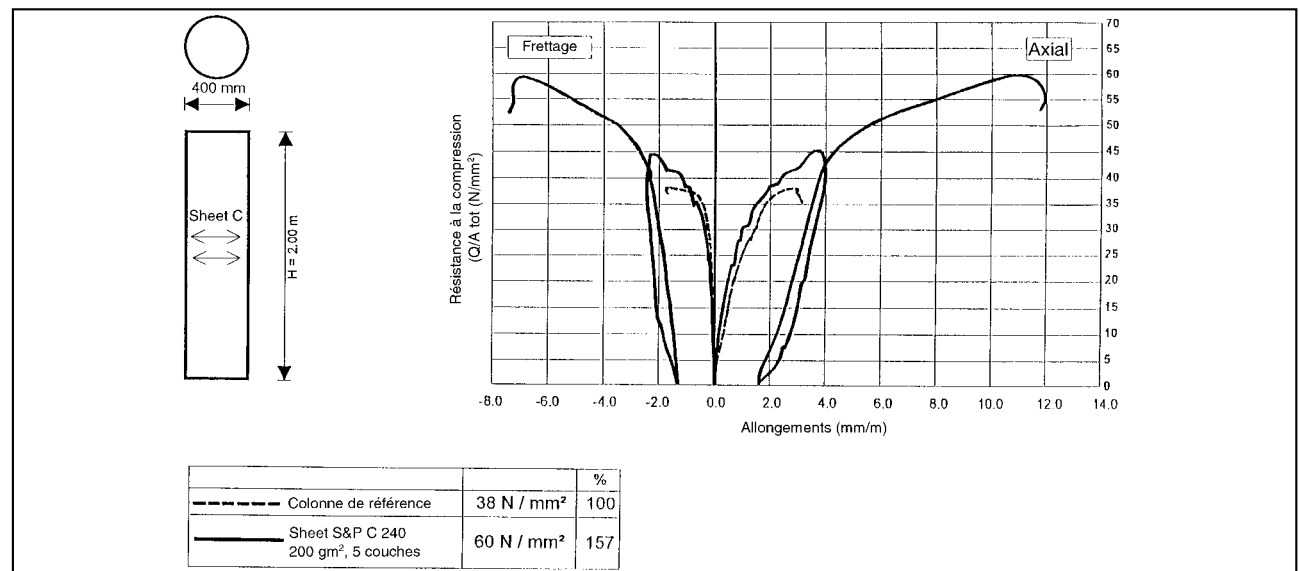


Image 31: Résultats d'essai de l'UT de Gent (B)

La résistance à la compression lors des recherches a été augmentée de 57% au moyen d'un confinement en FRP. À la ruine, la déformation verticale d'une colonne renforcée se monte à 11 mm/m. Une telle déformation n'est pas désirée en service, c'est pourquoi le confinement en fibre de carbone n'est appliqué que pour assurer une couverture de la sécurité structurale. Un degré de renforcement de 1,8 à 2 est ainsi réaliste.

Le dimensionnement statique des colonnes est fait par le logiciel FRP colonna.

S&P recommande l'utilisation des valeurs de recouvrement suivantes:

<b>C-Sheet S&amp;P</b>	<b>150 mm dans la direction des fibres</b>
<b>A-Sheet S&amp;P</b>	<b>120 mm dans la direction des fibres</b>
<b>G-Sheet S&amp;P</b>	<b>100 mm dans la direction des fibres</b>

## 7.1 Confinement précontraint de colonnes

Par la précontrainte de bandes d'aramide S&P (200 kN/m<sup>1</sup> colonne), la colonne est soumise à un effet de ceinturage, sans qu'une déformation verticale de la colonne ne soit nécessaire. Les fissures existantes dans la construction en béton sont diminuées grâce à l'effet de la précontrainte. Cet effet prévient aussi une rupture prématurée des angles de la colonne par éclatement. La précontrainte de bandes d'aramide S&P améliore l'aptitude à la déformation au service de colonnes rondes et rectangulaires.

Au moyen de la précontrainte il est possible d'atteindre de plus grands degrés de renforcement.

Les premiers résultats d'essais, effectués en collaboration avec l'EIA de Fribourg, confirment ce nouveau concept de dimensionnement.

Essais à la compression axiale de colonnes courtes non armées effectués à l'EIA de Fribourg.

Caractéristiques principales:

Dimensions = 20/20 cm  
 Hauteur = 65 cm  
 Rayon des chanfreins = 2.5 cm

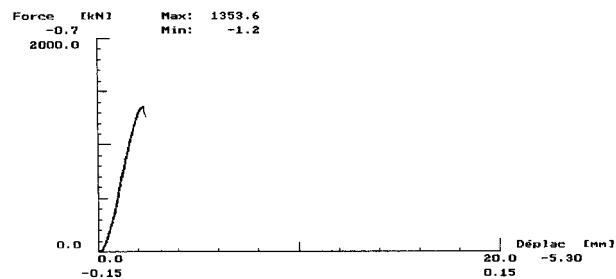


Image 32: **Colonne de référence non renforcée**  
Ruine 1353 kN

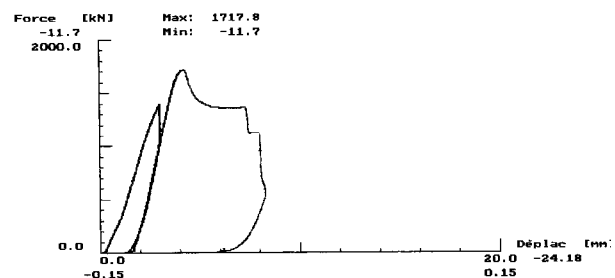


Image 33: **Colonne renforcée**  
(précontrainte de 200kN/m par bandes A de S&P sur la hauteur de la colonne)  
Ruine 1718 kN



Image 34: Essais effectués à l'EIA de Fribourg

### Interprétation des résultats:

La résistance à la compression d'une colonne courte non armée peut être augmentée de 27% sans grande déformation axiale. D'autres recherches seront effectuées dans le future pour établir un modèle de dimensionnement.