

# GENERALITE SUR LE BETON DE FIBRES

---

## 1- Introduction :

Depuis que le matériau béton existe, les ingénieurs ont toujours cherché à améliorer ses performances et combattre ses défauts. Le principal est sans doute sa fissurabilité et par voie de conséquence sa résistance en traction. En tant que matériau, il est lui-même source d'amorces de rupture. L'ajout d'éléments fibreux dans une matrice afin d'en modifier les propriétés physiques n'est nullement une technique nouvelle. Depuis longtemps on a songé à renforcer les matériaux de construction à l'aide de fibres afin d'accroître leur résistance mécanique et d'améliorer leur stabilité.

## 2- Définition

La technique du béton de fibres consiste au contraire à disposer au malaxage, en vrac, une certaine proportion de fibres formées d'une matière résistante à la traction, de façon à obtenir un matériau isotrope, et doué lui-même d'une certaine résistance. Le principe d'un tel matériau est d'ailleurs fort ancien, puisqu'on le retrouve dans le mortier, mélange de paille et d'argile, pendant des siècles, la plupart des habitations ont été construites.

## 3- Nature et propriétés des fibres

Des fibres de toute nature ont été expérimentées. Les plus répandues sont : l'acier, le verre, et certaines matières plastiques, nylon et polypropylène. Les qualités à attendre des fibres sont : la compatibilité chimique avec la pâte de ciment, et les caractéristiques mécaniques, du point de vue chimique, l'acier et les matières plastiques conviennent, mais le verre est attaqué par les alcalis contenus dans les ciments ; il faut donc employer, soit un ciment peu d'alcalis, soit un mélange de ciment et de cendre volante, celles-ci fixant les alcalis, soit des verres spéciaux, soit enfin des fibres de verre ordinaire enrobées de résine.

Le dosage des fibres dans le béton est variable suivant les expérimentateurs ; il est en général de 1 à 3% en volume, [7]. On trouve dans la nature beaucoup de fibres d'origine animale, végétale ou minérale. Les fibres artificielles, organiques ou minérales sont encore plus nombreuses.

### 3.1 Fibre de carbone :

Elles présentent des propriétés très intéressantes (résistance et rigidité très importantes) et sont chimiquement inertes, c'est-à-dire non attaquées par certains agents agressifs du ciment. Cependant leur prix est très élevé. Pour les applications courantes. Leur principal inconvénient est leur fragilité. A tel point qu'il semble impossible de les mélanger avec le béton dans un malaxeur.

### 3.2 fibres de verre :

Elles présentent des liaisons assez fortes avec la matrice (liaisons mécaniques et chimiques).. Malheureusement les caractéristiques mécaniques du béton armé de fibres de verre, diminuent rapidement avec le temps et ce à cause de l'action corrosive des alcalins contenus dans le ciment sur les fibres (problème de durabilité).

### 3.3 fibres polymère :

Le module de YOUNG de ces fibres est du même ordre de grandeur que celui de béton, ce qui limite inévitablement le rôle de reprise des efforts au travers des fissures qu'elles devraient jouer. L'adhérence fibre-béton est faible, du fait qu'il n'y a aucune liaison chimique possible entre les fibres et la matrice. Ces fibres résistent bien aux acides, sels et alcalins du béton, [8].

### 3.4 Fibres d'acier :

Elles sont les plus utilisées dans la fabrication des matériaux composites à matrice cimentée et c'est avec ce type de fibres que les recherches les plus importantes ont été entreprises jusqu'à présent. Elles se caractérisent par :

- une résistance à la traction élevée

- un module d'élasticité élevée
- une bonne résistance au feu

On distingue les fibres BERKAERT, les fibres EUROSTEEL, les fibres HAREX et les fibres de pont à Mousson.

#### 4- Caractéristiques de béton de fibre métallique

- **Conductibilité thermique et électrique**

La conductivité des fibres d'acier, allée à leur distribution aléatoire, contribue à une augmentation de la conductivité du béton.

- **Durabilité.**

Les essais de corrosion accélérée réalisées par DEHOUSE et MORSE [19] ont montré aucune différence au bout de 2 mois. On constate seulement une attaque superficielle qui n'affecte en rien le comportement général de béton de fibre métallique.

- **le retrait** Selon certains auteurs l'introduction de fibres dans un béton ne joue aucun rôle vis-à-vis du retrait, mais retarde l'apparition des premières fissures, et leur propagation. La présence des fibres exerce une légère influence sur le retrait libre, puisqu'elle ne le réduit que de 20%.

- **Résistance à la compression**

La présence des fibres améliore très peu la résistance à la compression du béton. On ne peut espérer qu'une amélioration de 10% pour  $V_f$  1/d de 100. D'autres auteurs donnent des résultats très variés et quelquefois annoncent une diminution de la résistance à la compression. On peut penser, dans ce dernier cas, que cette diminution est due à une mauvaise mise en œuvre, liée à une faible maniabilité, qui entraînent la formation de vides responsables des résistances plus faibles que celles du béton traditionnel.

- **Résistance à la traction et à la flexion**

Bien que l'augmentation de la résistance à la traction, qui peut atteindre 30% soit supérieure à celle de résistance à la compression, leur rapport continue à être négligeable.

L'essai de traction directe présente de sérieux inconvénients à cause de la fragilité du matériau, aussi lui préfère-t-on l'essai de flexion. Cet essai donne des résultats beaucoup plus encourageants, avec une amélioration de 100% à 200%. Toutefois, admettre une telle augmentation serait avoir une fausse idée, étant donné qu'on attribuerait alors à la résistance mécanique ce qui en réalité est dû à la déformabilité.

#### **.Coefficient de poisson**

Le module de poisson est le même dans la mesure ou le comportement élastique ne varie pas. Il se situe entre 0,15 et 0,20.

- **Le fluage.**

Le fluage est une déformation différée apparaissant sous efforts dans le temps. Certains auteurs ont montré que le fluage n'est pas modifié par l'introduction de fibres.

Dans l'étude réalisée par BONZEL et SCHMIDT [22] les résultats font apparaître une bonne concordance entre le fluage du béton courant et celui du béton renforcé de fibres.

**Tableau 1** : influence des fibres métalliques sur certaines propriétés mécaniques du béton  
(pour un pourcentage de fibres compris entre 2,5 et 1,5 %)

Propriétés mécaniques	La présence de fibres a-t-elle une influence ?	Observations
Résistance à la compression	Non	Les fibres n'ont qu'un effet peu important sur la résistance à la compression. Par contre le mode de rupture peut être totalement modifié d'une manière très favorable.
Résistance à la traction	oui	On obtient une légère augmentation.
Résistance à la flexion	oui	Une augmentation importante de la résistance à la flexion est obtenue les fibres apportent une plus grande ductilité dans le comportement en flexion et minimisent les ouvertures des fissures.
Résistance A la Fatigue	oui	La résistance en fatigue du béton de fibres en flexion est égale à 80 ou 90% de la résistance à la flexion statistique (et seulement 55% pour le béton traditionnel).
Résistance au Choc	oui	Une augmentation importante est obtenue. Les fibres accroissent de manière importante la dissipation d'énergie.
Module D'élasticité.	Non	—

### 5- Domaine d'utilisation

Les matériaux armés de fibres peuvent trouver certains domaines d'utilisation mettant à profit leurs propriétés de résistance améliorées en traction par flexion (permettant de fabriquer des pièces plus mince, des éléments ayant des formes complexes), ainsi que leur très bon comportement à l'action des chocs et à l'usure. A titre d'exemple nous citons :

- Voiles minces, plaques, panneaux minces de façade comportant des reliefs.
- Poutres creuses, tuyaux, réservoirs.
- Dalles, élément de clôtures, couvercles de regards d'assainissement, fosses, bordures de trottoirs.
- Encadrements de fenêtres.
- Traverses de chemin de fer.
- Silos.
- Aires et pistes d'aérodromes (plusieurs exemple aux Etats -Unis).
- Chapes de ponts, sols industriels.
- Sols de parking.
- Bordures et tuiles de grand format pour les couvertures.
- Béton léger armé de fibres.
- Elément de protection des quais maritimes.
- Bateaux a coques minces : certaines réalisation ont été faites soit avec des fibres d'acier, soit avec des fibres de polymères ou de verres spéciaux (comme un bateaux de sauvetage à Liverpool).