Bétons fibrés

Avril 2018

Les bétons fibrés : un vaste choix de solutions constructives

Un béton fibré est un matériau composite associant une matrice (le béton) et un renfort (les fibres). Les fibres ont pour rôle principal de maîtriser la fissuration et de reprendre les efforts au droit des fissures éventuelles. Elles confèrent au béton des performances et des propriétés liées à leur nature, leurs formes et à leurs caractéristiques mécaniques. Le spectre des utilisations des bétons fibrés est devenu extrêmement large. Les bétons fibrés enrichissent l'éventail des solutions constructives en béton, grâce au développement continu d'une gamme de fibres aux propriétés multiples.

Caractéristiques et propriétés des fibres

Un béton fibré est un béton dans lequel sont incorporées des fibres. A la différence des armatures traditionnelles, les fibres sont réparties dans la masse du béton, elles permettent de constituer un matériau qui présente un comportement homogène.

Les fibres présentent, selon leur nature, des caractéristiques spécifiques, tant géométriques que mécaniques, et un comportement contrainte-déformation très différent. La capacité de renforcement d'une fibre dépend en particulier de son ancrage, de sa résistance en traction et de son module d'Young.

Chacune a une influence particulière sur les lois de comportement mécanique du béton, ce qui se traduit par des applications adaptées et spécifiques. Le choix du type de fibres est donc fonction du domaine d'application et des performances souhaitées.

Les fibres ne sont utiles que si le béton est soumis à des tractions supérieures à sa propre résistance. Si des fissures apparaissent dans le béton, elles permettent de transmettre les efforts à travers les fissures.

Les méthodes spécifiques de dimensionnement (pour des applications structurelles : dalles, voussoirs, pieux…) et les techniques de mise en œuvre sont aujourd'hui parfaitement maîtrisées pour concevoir des structures à base de bétons fibrés parfaitement durables.

Des méthodes d'optimisation de leur formulation ont été spécialement développées. Les fibres présentent une très bonne compatibilité avec les divers constituants du béton y compris les adjuvants.

La structure du béton fibré et ses caractéristiques mécaniques in situ dépendent aussi de sa mise en œuvre (effets liés à l'écoulement ; orientation préférentielle des fibres parallèlement au sens de l'écoulement du béton et en fonction de la géométrie de la structure). Il est donc nécessaire pour la mise au point de la formulation et le dimensionnement des ouvrages de connaître la technique de mise en œuvre.

L'expertise acquise lors de nombreux travaux de recherche, d'essais de comportement des bétons fibrés et de multiples réalisations permet aujourd'hui de caractériser et spécifier les bétons fibrés adaptés aux performances requises pour chaque utilisation.

Les bétons à base de fibres peuvent être formulés pour être autoplaçants et pompables.

Les fibres les plus couramment utilisées sont :

- les fibres métalliques ;
- les fibres polypropylène ;
- les fibres de verre.

Leurs caractéristiques, propriétés, performances et domaines d'application privilégiés sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nota : ce document ne concerne pas les bétons fibrés à ultra hautes performances (bfup).

Caractéristiques et propriétés des fibres

Chaque fibre présente des caractéristiques et des propriétés spécifiques : dimensions (diamètre inférieur en général à 1 mm, longueur en général inférieure à 60 mm…), formes (lisses, crantées, ondulées, biondulées, à crochet…), résistances mécaniques (résistance à la traction), ce qui génère des performances mécaniques et des propriétés très variées.

Spécificités des fibres

Pour faciliter leur utilisation, les fibres doivent :

- être faciles à incorporer dans le béton et ne pas perturber le malaxage (leur dispersion dans le béton doit être rapide) ;
- se répartir de manière homogène lors du malaxage au sein du béton (pas d'agglomération de fibres) et lors du bétonnage.

Pour améliorer les performances des bétons, elles doivent :

- être flexibles sans être fragiles ;
- être relativement longues et fines ;
- présenter une grande surface spécifique ;
- offrir une bonne capacité de déformation ;
- assurer un bon ancrage dans le béton ;
- présenter une bonne adhérence avec la pâte de ciment.

2 types de fibres font l'objet de normes

- fibres métalliques : norme NF en 14889-1 ;
- fibres polymères : norme NF en 14889-2. Cette norme distingue les microfibres (diamètre inférieur à 0,3 mm) et les macrofibres (diamètre supérieur à 0,3 mm).

Les différents types de fibres

La gamme des fibres disponibles s'élargit régulièrement : fibres métalliques, fibres de verre, fibres polymères, fibres longues, courtes, flexibles, ondulées, inoxydables… et offre un vaste choix de caractéristiques, de performances et donc de domaines d'emploi.

Elle se décline en 3 grandes familles de fibres selon la nature des matériaux qui les composent :

Les fibres métalliques :

- acier ;
- inox ;
- alliage amorphe.

Les fibres organiques :

- polypropylène ;
- polyéthylène ;
- polyamide (nylon) ;
- acrylique ;
- polyester ;
- mélange polypropylène/polyéthylène ;
- aramide (kevlar) ;
- alcool polyvinylique.

Les fibres minérales :

- verre
- carbone.

Les fibres sont conditionnées en sacs ou en big bags.

Chaque famille de fibres présente des caractéristiques mécaniques et physiques et des propriétés spécifiques.

Rôle et atouts des fibres

Le rôle des fibres

Les fibres ont pour rôle principal de s'opposer à la propagation des microfissures.

Selon les fibres utilisées (forme et nature) et les ouvrages auxquels elles sont incorporées, ce rôle se traduit aussi par des améliorations relatives à :

- la cohésion du béton frais ;
- la facilité de moulage ou de mise en place dans lecoffrage ;
- la déformabilité avant rupture ;
- la résistance à la traction parflexion ;
- la ductilité et la résistance post-fissuration ;
- la limitation de la fissuration due auretrait ;
- la répartition homogène de la fissuration ;
- la résistance aux chocs ;
- la résistance à lafatigue ;
- la résistance à l'usure ;
- la résistance à l'abrasion ;
- la tenue au feu ;
- la capacité à absorber de l'énergie.

Bien sûr, toutes les fibres ne confèrent pas aux bétons l'ensemble de ses améliorations.

Les atouts des fibres

Grâce à leurs propriétés mécaniques, les fibres permettent de mieux mobiliser la résistance intrinsèque du béton, de réaliser des pièces minces de grandes dimensions et d'offrir au concepteur une plus grande liberté architecturale.

Elles confèrent aux bétons de nombreux atouts :

• la maîtrise de la fissuration ;

• une facilité et rapidité de mise en œuvre ;

• un renforcement multidirectionnel et homogène ;

• un remplacement partiel ou total des armatures traditionnelles.

Nota : certaines fibres confèrent au béton un comportement ductile.

Les bétons fibres intégrés dans la norme NF EN 206/CN

La nouvelle version de la norme NF en 206/CN du 19 décembre 2014 introduit de nombreux compléments, en particulier vis-à-vis des règles d'utilisation des bétons renforcés par des fibres.

Article 3.1 – termes et définitions

- article 3.1.2.13 – fibres polymères : éléments droits ou déformés de produit extrudé, orienté et coupé qui conviennent pour être mélangés de manière homogène dans le béton.
- article 3.1.1.17 – fibres d'acier : éléments droits ou déformés provenant de fil étiré à froid, de tôle découpée, d'extraits de coulée, de fil étiré à froid raboté ou de blocs d'acier fraisés. Les fibres doivent pouvoir être mélangées de manière homogène dans le béton.

Article 5.1 – exigences fondamentales relatives aux constituants

- article 5.1.7 – fibres.

  L'aptitude générale à l'emploi est établie pour :

  – les fibres d'acier conformes à l'en 14889-1 ;

  – les fibres polymères conformes à l'en 14889-2.

Article 5.2 – exigences fondamentales relatives à la composition du béton

- article 5.2.7 – utilisation des fibres.

  Les fibres conformes au type et à la quantité spécifiés doivent être ajoutées au mélange selon un mode opératoire qui garantit qu'elles sont distribuées uniformément dans l'ensemble de la **gâchée**.

  Les fibres d'acier conformes à l'en 14889-1 et revêtues de zinc ne doivent pas être utilisées dans le béton, sauf s'il est démontré que la formation d'hydrogène dans le béton a été rendue impossible.

Article 5.4 – exigences relatives au béton frais

- article 5.4.4 – teneur en fibres.

  Lorsque la teneur en fibres du béton frais doit être déterminée, elle doit être relevée, soit telle qu'enregistrée sur le document imprimé par l'enregistreur de gâchées, soit, lorsque l'enregistreur n'est pas utilisé, dans le registre de production, en relation avec les instructions de dosage.

Article 7.3 – bon de livraison pour le béton prêt à l'emploi

Le bon de livraison doit fournir les précisions suivantes : le type et la teneur en fibres ou la classe de performance du béton renforcé par des fibres si spécifiés.

Spécificité de la formulation

L'incorporation de fibres dans le béton doit faire l'objet d'une étude de formulation. L'étude consiste à rechercher le squelette granulaire qui conduit à la maniabilité optimale pour un type et un pourcentage de fibre donnés, en tenant compte de l'interaction entre les fibres et les **granulats**, et à déterminer, la nature, la taille et le dosage des fibres en fonction des caractéristiques et des performances requises.

L'introduction de fibres dans le béton modifie l'arrangement granulaire. Les fibres ont généralement tendance à rigidifier la **matrice** cimentaire. Cette diminution de l'ouvrabilité doit être compensée par l'utilisation de super plastifiants.

Nota : la maniabilité du béton dépend de la dimension des fibres et de leur dosage.

Des propriétés différentes selon l'âge du béton

Les fissures peuvent apparaître dans le béton à différentes échéances de l'utilisation des structures (des premiers instants après le coulage du béton, jusqu'à plusieurs décennies) et donc au sein d'un béton présentant des caractéristiques physiques (**compacité**) et mécaniques (résistance en **compression**, résistance en traction, module d'young…) évolutives et donc différentes.

Au jeune âge, le béton présente des caractéristiques mécaniques très faibles. En cas de fissuration, les efforts à reprendre par les fibres au droit des ouvertures sont faibles.

Après quelques jours, les propriétés physiques étant plus importantes, les efforts et les ouvertures à compenser sont d'autant plus importants.

Les propriétés physiques des fibres nécessaires pour reprendre les efforts générés par la fissuration sont donc différentes en fonction des échéances.

Domaines d'application des bétons fibres

Les bétons fibrés peuvent être utilisés pour une grande variété d'applications en bâtiment, en travaux routiers, en aménagements urbains et en génie civil :

- béton coulé en place : dallages agricoles, industriels et commerciaux, aires de stockage, chaussées et parkings aéronautiques, quais portuaires, radiers, planchers-dalles, chapes, planchers chauffants, dallages sans joint, dalles de fondation, dalles de répartition, semelles filantes, planchers, chapes flottantes et dallages de maisons individuelles, revêtement de tunnels et de galeries, parois moulées, pieux forés…
- béton préfabriqué : voussoirs préfabriqués, panneaux de façade minces, tuyaux, regards, cuves, réservoirs, fosses septiques, éléments architectoniques, panneaux de clôture…
- béton projeté (par voie mouillée ou par voie sèche) : soutènements provisoires ou définitifs d'ouvrages souterrains (galeries, cavités souterraines et tunnels), confortement de parois, réparations et renforcement d'ouvrages, revêtement de tunnels, parois clouées, stabilisation de talus et d'excavation…
- mortier (prêt à l'emploi) de réparation et de scellement.
- mortier fibré projeté : réhabilitation et renforcement d'ouvrages.

Le choix du type de fibres est fonction du domaine d'application et des performances souhaitées.

Fabrication et mise en œuvre

Les bétons fibrés peuvent être mis en œuvre par déversement à l'aide d'une benne, par **pompage** ou par projection sous forme de :

- béton coulé en place ;
- béton préfabriqué ;
- béton projeté.

L'incorporation des fibres dans le béton doit être particulièrement soignée, elle peut se faire :

- au malaxage (en centrale à béton bpe) avec intégration manuelle dans le malaxeur ou à l'aide de systèmes automatiques de dosage et d'introduction des fibres ;
- au moment du coulage (dans la toupie sur le chantier) ;
- lors de la projection (béton projeté).

Des précautions doivent être prises lors du malaxage pour éviter la formation « d'oursins » (agglomérations de fibres).

Une optimisation du mode d'introduction des fibres permet d'assurer une distribution uniforme des fibres dans le béton.

Le temps de malaxage doit être adapté en fonction du type de fibres et de son dosage.

Les bétons fibrés doivent être vibrés (sauf s'ils sont autoplaçants) et faire l'objet d'une **cure** adaptée à la formulation et aux conditions météorologiques.

Les fibres polypropylène

Ces fibres, obtenues par extrusion du polypropylène, se présentent en faisceaux.

Elles se caractérisent par leur faible densité. Elles sont particulièrement souples et insensibles chimiquement mais peu résistantes à la chaleur (température de fusion 160 °c).

La fabrication du béton avec des fibres polypropylène ne soulève aucune difficulté. La répartition des fibres est facile et ne nécessite pas de précaution particulière lors du malaxage.

Les fibres se répartissent de façon multidirectionnelle dans le béton.

Les fibres polypropylène permettent en particulier de mieux contrôler le retrait plastique du béton frais. Elles améliorent la maniabilité et la cohésion du béton et limitent son **ressuage**.

Ces fibres présentent des propriétés mécaniques relativement faibles (faible module d'young). Bien ancrées dans une matrice peu compacte, elles sont donc très réactives vis-à-vis de la fissuration du béton au jeune âge (faibles ouvertures de fissure, faibles efforts à reprendre, matrice peu compacte et module des fibres supérieur à celui du béton).

Efficace au jeune GE

Elles s'opposent donc efficacement à la propagation des fissures du béton au jeune âge.

Par contre, dès que le béton acquiert des résistances importantes, elles deviennent peu efficaces. Elles n'améliorent pas le comportement post-fissuration du béton (contrairement aux fibres métalliques) car leur **module d'élasticité** est trop faible par rapport à celui du **béton durci**.

De ces propriétés découlent les applications privilégiées des bétons de fibres polypropylène :

- dallages et aménagements urbains ;
- produits préfabriqués (parements) ;
- bétons projetés et mortiers projetés.

Atouts des fibres polypropylène pour les produits préfabriqués en béton

Les propriétés des fibres polypropylène sont intéressantes pour les pièces à démoulage immédiat (meilleurs comportement et stabilité du béton frais) et les éléments préfabriqués (meilleure résistance mécanique au jeune âge). Elles améliorent l'aspect et la précision des angles, des tranches ou des arêtes des pièces moulées. Elles rendent les bétons moins sensibles aux épaufrures lors du **décoffrage**. Elles permettent de réaliser des parements esthétiques, avec des motifs très précis.

Atouts des fibres polypropylène pour la tenue au feu des bétons

L'incorporation dans le béton de fibres polypropylène à des dosages de l'ordre de 1 à 3 kg/m3 permet d'améliorer la tenue au feu du béton en réduisant le risque d'écaillage.

Le béton est un matériau poreux qui renferme de l'eau dont une partie correspond à l'eau excédentaire nécessaire à son ouvrabilité à l'état frais.

En cas d'élévation importante de la température du béton, l'eau, restée prisonnière, se transforme en vapeur qui crée des contraintes internes pouvant entraîner un écaillage du béton en surface.

Les fibres polypropylène fondent lorsque la température du béton atteint 160 °c. Elles créent ainsi en fondant un réseau tridimensionnel constitué d'une multitude de petits capillaires connectés (réseaux de drains) répartis dans tout le volume de la structure.

Ce réseau va permettre, en fonctionnant comme des vases d'expansion, à la vapeur d'eau présente dans le béton sous pression de s'échapper, évitant ainsi les surpressions.

Ce phénomène constitue un moyen efficace, reconnu et validé pour limiter l'éclatement de surface d'un béton soumis à une élévation de température excessive lors d'un incendie.

Fibres polypropylène

- efficaces vis-à-vis de la fissuration au jeune âge ;
- peu efficaces vis-à-vis de la fissuration du béton durci ;
- très efficaces pour améliorer la tenue au feu des structures en béton.

Les fibres métalliques

Les fibres métalliques, obtenues à partir de fil d'acier tréfilé, sont utilisées pour améliorer le comportement mécanique d'un béton de structure (résistance au cisaillement, en traction, en flexion, au choc). Leur comportement s'apparente à celui des armatures dans le béton traditionnel.

Elles confèrent au béton une certaine ductilité (résistance à la post-fissuration) et une plus grande résistance à la rupture et à la fatigue.

Elles permettent de répartir de manière homogène la fissuration du béton avec des ouvertures de fissures très fines (les

fissures des ouvrages réalisés en béton de fibres métalliques sont plus fines que celles des ouvrages réalisés en **béton armé** traditionnel) et donc une meilleure redistribution et dispersion des efforts.

La maîtrise de la fissuration du béton permet de limiter la pénétration des agents agressifs. Il en résulte une plus grande durabilité des structures.

S'il n'y a pas de fissures, les fibres ne sont pas utiles du point de vue mécanique. En effet, les fibres n'interviennent que lorsque les fissures générées par les contraintes de traction se forment. Les fibres n'ont donc une utilité que si des fissures apparaissent dans le matériau, sous réserve que l'ancrage des fibres dans le béton soit parfaitement assuré.

Les fibres métalliques sont très efficaces vis-à-vis des fissures de faibles ouvertures et donc pour des structures pour lesquelles la fissuration se traduit par un grand nombre de fissures de faibles ouvertures.

Elles se substituent partiellement aux armatures traditionnelles et permettent de renforcer l'action des armatures traditionnelles en s'opposant à la propagation des microfissures. Dans certains cas, elles peuvent même remplacer complètement les armatures.

Nota : la longueur de la fibre doit être au moins égale à 2,5 fois le diamètre du plus gros granulat de la matrice.

Les recherches visant à améliorer l'adhérence des fibres au sein du béton ont permis de développer une grande variété de fibres capables, par leur forme ou leur état de surface, de mieux s'ancrer dans le béton :

- fibres ondulées, crantées, torsadées, droites, avec crochets aux extrémités, lisses, rugueuses ;
- fils, rubans ;
- fibres à extrémités aplaties, à têtes coniques…

Les bétons de fibres métalliques font l'objet d'une très bonne maîtrise technique résultant de plusieurs décennies d'utilisation (formulation, mise en œuvre, dimensionnement…).

Les résultats de très nombreux essais et recherches sur le comportement mécanique du béton renforcé de fibres métalliques permettent de caractériser et spécifier des performances et des exigences minimales à obtenir pour tout type d'application.

Des méthodes d'optimisation de la formulation des bétons fibrés de fibres métalliques permettent d'adapter la formulation à de très nombreux usages.

Du fait de leurs propriétés, les fibres métalliques trouvent un vaste domaine d'application, si l'on veut réduire les risques de fissuration, espacer les joints de retrait, augmenter la résistance en traction et aux chocs du béton et tirer parti de l'amélioration de la résistance en traction pour optimiser le dimensionnement des structures.

Les bétons de fibres métalliques sont utilisés dans les dallages et les sols industriels, pour la fabrication de voussoirs de tunnels, la confection de pieux ou pour réaliser des bétons projetés (pour la construction ou la réparation de revêtements de tunnels et de galeries et le confortement de parois de soutènement), pour la réalisation de nombreux produits préfabriqués ainsi que pour la confection de mortier de réparation ou de scellement.

Efficacité des fibres métalliques dans les bétons structurels

Les fibres métalliques créent un renforcement multidirectionnel et homogène du béton et améliorent son comportement en traction. Elles contribuent à la réduction de la largeur des fissures dans la matrice béton (limitation de l'ouverture des fissures et répartition de la microfissuration). Elles augmentent donc la **capacité portante** d'une structure soumise à des fissures de traction, mais elles n'ont pas d'effet sur la résistance en compression du béton.

Les fibres métalliques ont un module d'young élevé. Elles ne sont donc pas efficaces vis-à-vis de la fissuration d'un béton au jeune âge (faible ancrage des fibres dans la matrice béton peu compacte et de faible résistance qui sollicite peu les fibres). Par contre, lorsque le béton atteint des résistances importantes, les fibres métalliques apportent une réelle contribution.

Spécificité du comportement des bétons fibres avec des fibres métalliques

Les fibres métalliques agissent sur le comportement en traction du béton fibré.

Si l'on applique un effet de traction au béton fibré avec des fibres métalliques, il se comporte avant rupture selon 2 phases successives :

- les fibres et le béton agissent ensemble dans une phase élastique ;
- des microfissures se produisent, l'effort de traction est repris par les fibres qui transmettent les contraintes au droit des fissures, ce qui limite la propagation de la fissuration.

Toute fibre métallique qui traverse une fissure crée un « pont » entre les deux bords de la fissure. Ce pont va permettre le transfert de la contrainte ayant entraîné l'ouverture de la fissure. La fibre s'oppose ainsi à l'élargissement de la fissure, jouant le rôle de couture des microfissures et retardant l'apparition de macrofissures. Les fibres apportent ainsi des caractéristiques mécaniques post-fissuration au béton.

Les performances mécaniques des bétons de fibres métalliques augmentent avec :

- la performance mécanique et la compacité de la matrice béton : plus la matrice est compacte, plus la fibre est ancrée ;
- le dosage en fibres ;
- les propriétés intrinsèques des fibres (géométrie, forme, longueur, diamètre, rapport longueur sur diamètre…), le type de fibres (résistance à la traction…) et le type d'ancrage ;
- l'orientation des fibres au sein du béton par rapport au sens de fissuration ;
- l'efficacité des fibres et leur capacité à dissiper de l'énergie par plastification.

Plus le rapport longueur/diamètre est important, plus la surface spécifique est grande et donc plus la fibre est efficace (dissipation d'énergie par frottement) et les performances du béton fibré élevées.

Efficacité du béton de fibres métalliques pour les structures hyperstatiques

Le processus de fissuration du béton (ouverture et espacement des fissures) est fonction du degré d'hyperstaticité de la structure.

Le comportement en traction du béton de fibres métalliques est d'autant plus performant que la structure est hyperstatique. En effet, plus le degré d'hyperstaticité d'une structure est grand, plus la densité de microfissures est élevée et donc plus les fibres métalliques sont efficaces.

Orientation préférentielle des fibres

Les bétons fibrés présentent 2 spécificités :

- orientation préférentielle des fibres : le béton fibré est un fluide visqueux dans lequel les fibres sont en suspension. Elles s'orientent lors du bétonnage de manière préférentielle parallèlement au sens de l'écoulement du béton et aux parois ;

- hétérogénéité de la distribution spatiale des fibres dans le béton durci qui génère une hétérogénéité des caractéristiques du béton fibré.

L'orientation préférentielle dépend de :

- la dimension, la forme et la géométrie de la structure au regard de celles des fibres ;
- la technologie de mise en place du béton (benne, pompe…) ;
- la distance que doit accomplir le béton dans le coffrage pour le remplir.

Les fibres conservent définitivement cette orientation préférentielle lors de la prise et du**durcissement** du béton. Si elles sont parallèles aux directions de propagation des fissures, elles n'ont aucun effet. A l'inverse, elles ont un effet maximum si elles sont perpendiculaires aux fissures.

Plus le pourcentage de fibres bien orientées par rapport à l'orientation potentielle des fissures est grand, plus le béton de fibres métalliques est mécaniquement efficace.

Pour la formulation des bétons de fibres métalliques et le dimensionnement de la structure dans laquelle ils seront utilisés, il est nécessaire d'avoir une approche globale intégrant le choix du type de fibres en fonction de la structure et de la technique de mise en œuvre du béton adoptée afin d'intégrer le risque de dispersion.

Dimensionnement des structures en béton de fibres métalliques

De nombreuses méthodes de dimensionnement des bétons fibrés ont été développées ces dernières décennies. Des recommandations permettent de calculer des structures en béton de fibres métalliques ou des structures en béton mixte armatures-fibres métalliques.

Elles sont basées sur la connaissance du comportement contrainte-ouverture de fissure en traction directe du béton de fibres.

Il existe aussi des modèles de dimensionnement numériques utilisant des éléments finis qui prennent en compte le comportement non linéaire du béton et son comportement post-fissuration qui peuvent être utilisés pour des structures très hyperstatiques.

Nota : plusieurs bétons de fibres métalliques font l'objet d'avis techniques du CSTB pour des domaines d'application particuliers tels que les fondations, les semelles filantes et les dallages.

Maîtrise de la corrosion

La matrice béton assure la protection des fibres au sein du béton vis-à-vis de la corrosion d'autant plus durablement que sa compacité est élevée.

Une corrosion en surface des fibres peut apparaître (petites taches sombres) sans pénétration de la corrosion au sein du béton (les fibres n'étant pas en contact), et donc sans incidence sur le béton (le volume de corrosion éventuelle étant trop faible pour provoquer l'éclatement du béton).

La corrosion superficielle des fibres métalliques proches de la surface n'a donc aucune influence sur le comportement mécanique de la structure.

Complémentarité des fibres métalliques et des armatures traditionnelles

Les fibres métalliques jouant le même rôle que les armatures traditionnelles, elles peuvent les remplacer partiellement ou totalement.

Elles sont en particulier très intéressantes pour remplacer des armatures difficiles à mettre en œuvre dans un coffrage.

La synergie entre les fibres et les armatures permet d'améliorer la liaison béton-armatures. Le fonctionnement de la structure en fatigue avec des fissures d'ouvertures plus faibles et mieux réparties que celles d'une structure en béton armé traditionnel génère un meilleur comportement et une grande durée d'utilisation de l'ouvrage.

L'utilisation de béton de fibres métalliques en complément ou substitution d'armatures traditionnelles facilite le déroulement et l'organisation des chantiers et réduit le temps d'exécution.

Les fibres métalliques doivent être conformes à la norme NF en 14889-1

Elles font l'objet du marquage CE.

On distingue 2 catégories de fibres métalliques :

- fibres métalliques pour application structurelle : système d'attestation de niveau 1. Les fibres sont dimensionnées pour contribuer à augmenter la charge portante de la structure en béton ;
- fibres métalliques pour d'autres usages : système d'attestation de niveau 3.

Fibres métalliques

- peu efficaces vis-à-vis de la fissuration au jeune âge ;
- très efficaces vis-à-vis de la fissuration du béton durci.

Utilisations privilégiées des bétons de fibres métalliques

- structures fortement hyperstatiques.
- structures mixtes armatures-fibres.
- structures précontraintes.
- dallages industriels, pieux forés, bétons projetés.
- structures présentant des difficultés techniques :
- structures fortement armées ou dont les armatures sont difficiles à mettre en œuvre ;
- structures aux géométries complexes telles que des coques ;
- structures soumises à des sollicitations dynamiques ou des séismes.

Les fibres de verre

Les fibres de verre sont, grâce à leurs qualités mécaniques et leur rigidité, des renforts très efficaces du béton. Elles se dispersent facilement dans la matrice cimentaire, ce qui permet de réaliser des produits de formes très variées présentant des arêtes fines et des moulages précis.

En s'opposant à la propagation des microfissures dans le béton, elles améliorent la résistance en traction du béton et sa ductilité.

Elles ont une bonne résistance à la corrosion et aux attaques chimiques.

Elles présentent une excellente résistance au feu (jusqu'à 800 °c). Cette caractéristique et son coefficient de dilatation du même ordre que celui de la pâte de ciment confèrent aux bétons de fibres de verre une bonne résistance à des températures élevées. Il existe plusieurs types de fibres de verre (en général à base de verre alcali-résistant et conforme à la norme NF EN 15422) qui permettent, selon leurs caractéristiques intrinsèques et leur dosage, des applications variées.

Atouts des fibres de verre comme armatures de parois minces

En **préfabrication**, les domaines d'application des fibres de verre sont très vastes, en particulier pour la réalisation d'éléments de faible épaisseur, esthétiques et légers :

- panneaux de façade minces ;
- bardages et éléments décoratifs et architectoniques ;
- éléments divers : coffrets, coffrages, habillages ;
- produits d'assainissement : tuyaux, caniveaux ;
- mobiliers urbains.

Elles permettent de maîtriser en usine de préfabrication, les efforts lors de la manutention des éléments au jeune âge.

Nota : des applications courantes des bétons de fibres de verre sont les bétons dénommés ccv (composite ciment verre) ou, en anglais, GRC (glass reinforced cement).

Les fibres métalliques amorphes

Ces fibres métalliques sont constituées d'un alliage de fer et de chrome (obtenu par trempe rapide d'un jet de métal liquide qui permet de constituer une structure amorphe).

Elles offrent une résistance mécanique importante en traction (résistance en traction

1 700 MPA) et une très grande résistance à la corrosion.

Elles se présentent sous forme de rubans minces très fins, souples et flexibles (1 à 1,6 mm de largeur, 5 à 30 mm de longueur, 0,25 à 0,30 mm d'épaisseur). La surface spécifique élevée de chaque fibre favorise le renforcement du béton et la maîtrise de la fissuration.

Les dosages courants sont de l'ordre de 15 à 40 kg/m3 de béton.

Leurs domaines d'emploi et d'utilisation privilégiés sous forme de béton, de béton projeté et de mortier sont vastes :

- travaux de voirie : scellement d'éléments de voirie, de mobilier urbain ;
- travaux de dallages et de chapes ;
- produits préfabriqués ;
- ouvrages hydrauliques ;
- travaux souterrains.

Auteur

Patrick Guiraud

Retrouvez toutes nos publications sur les ciments et bétons sur infociments.fr

Consultez les derniers projets publiés
Accédez à toutes nos archives
Abonnez-vous et gérez vos préférences
Soumettez votre projet

Article imprimé le 26/11/2026 © infociments.fr