

25 janvier 2007 à Lyon

Les matériaux composites : Maintenance, réparation et renforcement

La délégation Rhône Alpes a organisé, le 25 janvier à l'INSA de Lyon, une conférence consacrée aux matériaux composites.

Rappel du programme

17h00 Accueil et Mot du président

Jacques MARTIN, Président de l'AFGC Rhône-Alpes.

17h30 Etat de l'art sur le développement des matériaux composites dans la construction

Patrice HAMELIN (UCBL/INSA - Laboratoire LGCIE)

18h15 Etude de cas : La réparation des ouvrages par matériaux composites

Louis DEMILECAMPS (GTM Construction)

Christian TOURNEUR (Freyssinet)

19h00 Recommandations AFGC concernant la réparation et le renforcement des structures en béton au moyen de matériaux composites

- Caractérisation des matériaux et qualification des procédés.
- Méthodes de calcul applicables aux poutres et poteaux.
- Mise en œuvre et contrôle.

Emmanuel FERRIER (UCBL/INSA - Laboratoire LGCIE)

Marc QUIERTANT (LCPC)

19h30 Les perspectives du groupe de travail vis-à-vis du contexte national et international

- Les orientations de travail du groupe.
- L'enjeu des composites dans le cadre du développement durable.
- L'implication vis-à-vis des pôles de compétitivité régionaux et des programmes de recherche Européen.

Patrice HAMELIN (UCBL/INSA - Laboratoire LGCIE)

20h00 Discussion

Jacques MARTIN (Président AFGC-RA)

20h30 Buffet préparé par le bureau des élèves de l'INSA (CAPGCU)

Le mot du président

Jacques Martin, président de l'AFGC Rhône-Alpes, a tout d'abord rappelé les différentes manifestations organisées en 2006 et a révélé le programme établi pour l'année 2007. Ces dates sont en ligne sur le site www.afgc-ra.info, géré par les élèves de l'ENTPE.

En 2006, 4 manifestations ont été mises en place et l'AFGC Rhône Alpes ambitionne d'atteindre le nombre de 6 en 2007.

La connaissance et le savoir ne se justifiant que si on les partage avec les autres (Sénèque), l'AFGC tient ainsi à mettre en relation les différents acteurs du génie civil au travers de visites et de conférences tout au long de l'année. Les matériaux composites sont un exemple de l'implication de

l'AFGC dans le développement et la promotion de nouvelles techniques dans le domaine du génie civil.

Etat de l'art sur le développement des matériaux composites dans la construction

Patrice HAMELIN

Le professeur Patrice Hamelin a, à titre d'ouverture de la conférence et afin de donner à chacun les moyens de comprendre les discussions, effectué une présentation des matériaux composites et de leurs diverses applications.

Un matériau composite est composé de fibres, d'une matrice polymère et d'une interface (zone de transition entre les fibres et la matrice). On rencontre trois matériaux différents pour ces fibres :

- Le verre
- Le carbone (le plus utilisé)
- L'aramide.

Celles-ci peuvent être agencées en tricotage, en tissage ou en tressage.

La matrice polymère peut être thermoplastique (ex : polypropylène, polychlorure vinyle, polyamide, polyester,...) ou thermosable (ex : époxydes, phénoliques,...). Son rôle s'articule autour de la protection des fibres et de leur traitement, des transferts de charges entre les fibres et la matrice, et de la continuité mécanique entre les couches du composite. Elle intervient également pour éviter la fatigue, l'endommagement et le fluage des fibres. L'influence de la matrice sur le comportement de la fibre n'est pas négligeable.

Les matériaux composites présentent des performances mécaniques du point de vue de la résistance, de l'élasticité, ... plus élevées que celles de l'acier. Leur faible poids propre, leur résistance à la corrosion, leurs nombreuses possibilités de formage et/ou de moulage, et même la possibilité pour certains d'être amagnétiques renforcent l'intérêt et la multiplicité des applications de ces matériaux. Ils sont enfin insensibles aux produits chimiques «mécaniques». Néanmoins ceux-ci ont un coût beaucoup plus élevé que l'acier.

L'utilisation des matériaux composites se décline dans la conception et/ou la réalisation d'ouvrages, tout ou partie, et ils servent également à renforcer ou protéger les ouvrages. On peut résumer leurs usages à la protection, la réparation, le renforcement et la maintenance.

On retrouve de nombreuses formes de structures en matériaux composites : des structures souples, dures, gonflables, certaines ressemblant à l'acier, des armatures, des éléments préfabriqués, des voûtes de tunnels, des câbles composites pour haubans,...

Les matrices minérales présentent un grand intérêt puisqu'elles assurent des conditions d'hygiène et de sécurité et qu'elles sont assez satisfaisantes sur un plan environnemental, répondant ainsi à des critères de développement durable.

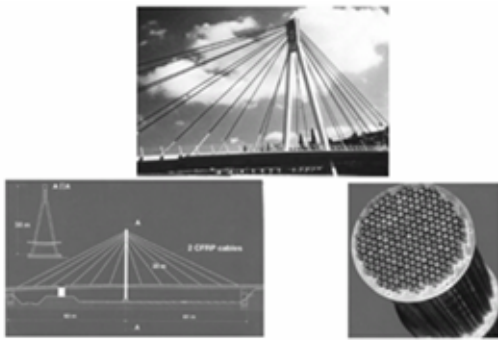


Figure 1 : Câbles composites pour ouvrages

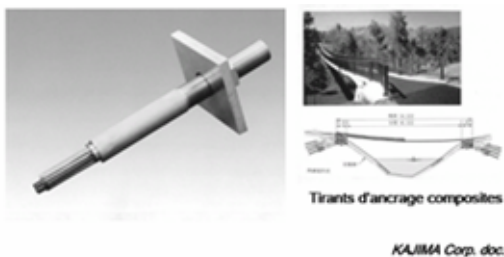


Figure 2 : Câbles composites pour ouvrages précontraints.

Etudes de cas : la réparation des ouvrages par matériaux composites

Intervention de Christian TOURNEUR

Les matériaux composites constituent un bon outil de réparation. Le principe est d'ajouter de la matière résistante dans les zones tendues par simples collages.

Ces matériaux se déclinent sous trois formes :

- Les tissus, qui s'adaptent aux défauts de planéité des surfaces
- Les lames, qui, par leur rigidité, mobilisent plus rapidement les efforts
- Les joints, également rigides, qui se posent en engravure ou en forage.

Les réparations possibles s'effectuent dans les domaines du métal, du béton, du bois, de la maçonnerie, ... avec du TFC ou TFK (Tissus en fibres de carbone ou Kevlar) ; avec des LFC (lames en fibres de carbone) pour reprendre du béton en flexion et avec des JFC (joints en fibres de carbone) pour les clouages, les assemblages, les renforcements, les scellements béton, les haubans d'ouvrages,...

Les caractéristiques du matériau composite dépendent des fibres, de la matrice mais aussi du taux d'imprégnation. Selon le type de réparation à effectuer, on privilégie telle ou telle fonction, ceci influençant aussi bien la nature des fibres, leurs agencements que leur mode d'élaboration.

Tout ouvrage ne peut pas être renforcé avec des matériaux composites. Seul un béton de bonne qualité originelle aura un intérêt à recevoir ce genre de réparation. Des contraintes liées à la largeur du collage s'ajoutent aux limites de ces matériaux (une zone de collage trop large devient inutile puisqu'elle fait alors travailler le matériau en flexion ce qui n'est pas son but).

Les matériaux composites présentent tout de même des performances très intéressantes : on peut augmenter la résistance d'un poteau électrique de 200%, et on peut réparer des ouvrages composés de toutes sortes de matériaux : du bois au métal en passant par le béton.

Intervention de Louis DEMILECAMPS

L'entreprise Vinci a participé à l'aménagement et à la réparation du Viaduc de Chasse sur Rhône, dont le maître d'ouvrage est ASF.

Comme pour tout ouvrage d'art, la contrainte essentielle était de maintenir la circulation pendant la phase de travaux. Le but de l'opération était de solidariser les deux viaducs au niveau du vide central. Vinci s'est alors tournée vers les matériaux composites pour réaliser ce chantier. Des variantes auraient été l'utilisation de béton projeté ou d'une précontrainte additionnelle.

Sur cet ouvrage, les matériaux composites sont utilisés pour la reprise des bétons dégradés, de l'écran acoustique et l'amélioration des évacuations.

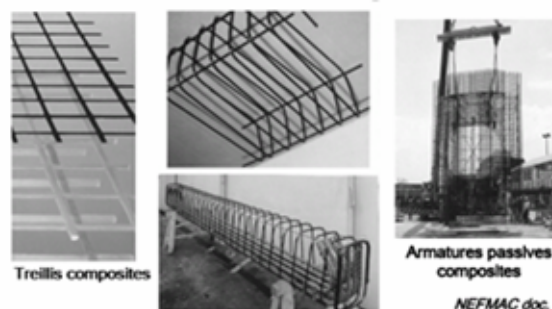


Figure 3 : Armatures composites

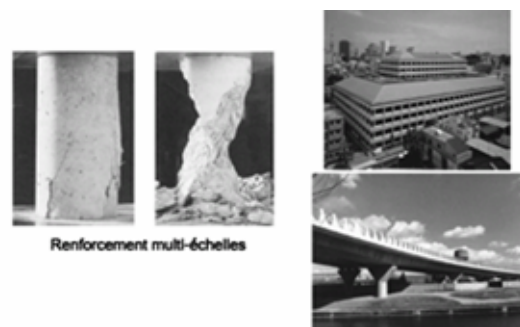


Figure 4 : Composites Fibres-Ciment.

Monsieur Demilecamps rappelle que le renforcement par composites collés est à la fois très efficace, très léger, commode à mettre en place grâce à sa souplesse et globalement économique étant données les performances qu'il apporte. Néanmoins celui-ci n'est fiable que si le produit est validé et mis en œuvre par du personnel

compétent (avec des conditions de sécurité à respecter). Il souligne également qu'on ne peut pas tout attendre.

Recommandations AFGC concernant la réparation et le renforcement des structures en béton au moyen de matériaux composites

Emmanuel FERRIER, Marc QUIERTANT

Depuis plusieurs années, l'AFGC établit avec le concours de l'Université Lyon 1, du LCPC, de l'INSA de Lyon, d'entreprises du BTP, de bureaux d'études, de chercheurs, un manuel de recommandations provisoires pour l'utilisation de matériaux composites en réparation et renforcement. Le groupe de travail dirigé par le professeur Patrice Hamelin s'est régulièrement réuni pour concevoir un « guide » de l'utilisation de tels matériaux. Il répertorie les différents types de matériaux, en faisant toujours référence à leur mode de fabrication (qui influe particulièrement sur leur performances) ; il expose les méthodes de calcul développées par des chercheurs (notamment Emmanuel Ferrier de l'Université Lyon 1 et Marc Quiertant du LCPC) et renseigne sur la mise en œuvre et le contrôle de l'utilisation des composites.

L'objectif d'un tel manuel est de pallier à un manque de réglementation « officielle » à ce sujet afin de promouvoir et faciliter l'utilisation de ces matériaux au

Les manifestations régionales

près des entreprises pour les inciter à les intégrer plus régulièrement dans leurs ouvrages ;



Figure 5 : collage de plats composites pultrudés.

Conclusion

Cette manifestation a permis à l'AFGC et au groupe de travail dirigé par le professeur Patrice Hamelin de présenter leurs travaux de recherche et plus particulièrement les conclusions du guide sur l'utilisation des matériaux composites publié par l'AFGC. La centaine de participants étaient ravis de cette conférence et remercie tous les acteurs de cette manifestation.

Compte-rendu rédigé par Jean-Baptiste BOUYER