

# Polymères renforcés de fibres (FRP)

## Identification et champs d'application

par **Patrice HAMELIN**

Ingénieur INSA génie civil

Docteur ès sciences

Professeur des universités (université de Lyon)

### Sources bibliographiques

- [1] HAMELIN (P.). – *Textiles composites for construction : cases of study and technological criteria bonded to their development. International conference on textile composite.* Lyon. Vol. 1, p. 1-7, Techtextil (1998).
- [2] BONNEL (P.) et HAMELIN (P.). – *Geometrical and numerical modeling of textile structural composites.* Computational mechanics. pp. 195-210. Elsevier editor (1994).
- [3] BIGAUD (D.) et HAMELIN (P.). – *A numerical procedure for elasticity and failure behaviour prediction of textile reinforced composites materials.* Journal of thermoplastic composite materials. Vol. 12, pp. 201-213 (1999).
- [4] BIGAUD (D.) et HAMELIN (P.). – *Mechanical properties prediction of textile reinforced composite materials using a multi-scale energetical approach.* Composite structures. Marshall Editor. Elsevier applied science. Vol. 38, N° 14, pp. 361-371 (1997).
- [5] HAMELIN (P.). – *State of the art and scientific problems for the development of high performance composite in construction.* 2<sup>nd</sup> International Conference on Carbon Composites. Arcachon – France (27-29 October 2009).
- [6] FRP. – *Reinforcement in RC structures.* Technical report. Bulletin N° 40. CEB Fib (Fédération Internationale de Béton). ISSN 1562-3610.
- [7] GUIGON (M.). – *Microstructures des fibres de carbone.* Thèse de doctorat. Université de Technologie de Compiègne (Novembre 1994).
- [8] TSU WEI CHOU. FRANK K KO. – *Textile structural composites.* R.B Pipes Editor. Elsevier Composites materials series. Vol. 3 (1989).
- [9] BIGAUD (D.) et HAMELIN (P.). – *From geometrical description to mechanical prediction. Application to woven fabric composites.* Sciences and engineering of composite materials. Vol. 7, N° 4, p. 291-298 (1998).
- [10] HAMELIN (P.). – *Contribution à l'étude du comportement rhéologique de liants viscoélastiques en vue de l'analyse du fluage de matériaux composites utilisés sous forme de structures du génie civil.* Thèse d'état. Université Lyon 1 (18 septembre 1979).
- [11] MAILLER (P.), NEMOZ (G.) et HAMELIN (P.). – *Long terme behaviour characterization of coated fabrics for architecture membrane under biaxial loading.* Journal of coated fabrics. Vol. 26, p. 323-333 (1997).
- [12] FERRIER (E.) et HAMELIN (P.). – *Long time concrete composite interface characterization for reliability prediction of RC beam strengthened with FRP.* Materials and structures. Rilem. Vol. 35, p. 564-572 (November 2002).
- [13] SCHWARTZ (M.). – *Composite materials.* Handbook second edition. Mc Grow-Hill New York (1992).
- [14] DOAN (C.) et HAMELIN (P.). – *Dynamic and impact behaviour of composites plates.* Composites structures. Editor Marshall. Elsevier applied science. Vol. 5, p. 347-364 (1989).
- [15] SI LARBI (A.), FERRIER (E.) et HAMELIN (P.). – *Flexural behaviour of multi reinforcing bars concrete beams promoting the use of FRHPC.* Composite structures. Vol. 74, Issue 2, p. 163-174 (July 2006).
- [16] BONTEMP (G.) et GIROUX (X.). – *Properties of long fiber reinforcement thermoplastic composites.* JEC Composite magazine. N° 33, p. 64-67 (June 2007).
- [17] LEE SUNG (W.) et HONG KEE (J.). – *FRP components for bridge superstructures : status and future prospect in Korea.* CICE 2008. 4<sup>th</sup> international conference on FRP composites in civil engineering. Switzerland. Zurich (24 July 2008).
- [18] PENG (F.) et YE (L.). – *Chinese perspective for FRP component for bridge superstructures.* CICE 2008. 4<sup>th</sup> international conference on FRP composites in civil engineering. Switzerland. Zurich (24 July 2008).
- [19] WU (Z.). – *FRP components for bridge superstructures : status and future prospects in Japan.* CICE 2008. 4<sup>th</sup> international conference on FRP composites in civil engineering. Switzerland. Zurich (24 July 2008).
- [20] USHAKOV (A.). – *FRP components for bridge superstructures : status and future prospects in Russia.* CICE 2008. 4<sup>th</sup> international conference on FRP composites in civil engineering. Switzerland. Zurich (24 July 2008).
- [21] KELLER (T.). – *FRP components for bridge superstructures status and future prospects in Switzerland.* 4<sup>th</sup> international conference on FRP composites in civil engineering. Switzerland. Zurich (24 July 2008).
- [22] MEIER (U.). – *Proposal for a carbon fiber reinforced composite bridge across the strait of Gibraltar at its narrowest site.* Proc. Inst. Mechanic Engineering. Vol. 201, pp. 184-189 (1996).
- [23] MEIER (U.) et MEIER (H.). – *CFRP use in cable support foot bridge.* Modern plastics, p. 87-89 (April 1996).
- [24] ZERMENO (E.) et HAMELIN (P.). – *Durability and reliability of pultruded composites cables used as external prestressing of structures subjected to flexural load.* Textile composite in building construction. Part 3. Edition Pluralls. p. 259-269 (July 1990).
- [25] ZERMENO (E.). – *Contribution à l'étude du comportement mécanique de câbles composites.* Application à la mise en précontrainte d'ouvrages du génie civil. Thèse de doctorat. Université Lyon 1 (20 mai 1998).
- [26] HAMELIN (P.). – *État de l'art sur l'utilisation des matériaux composites en génie civil et bilan des principaux freins à leur développement.* 16<sup>ème</sup> conférence technique du chapitre français SAMPE (22-23 Novembre 2007).
- [27] VARASTEHPOR (H.), FERRIER (E.) et HAMELIN (P.). – *Réparation des ouvrages béton armé-béton précontraint par plaçage de matériaux composites.* Annales du Bâtiment et des Travaux Publics. N° 3, p. 55-61 (Juin 1998).
- [28] MEIER (U.) et KAISER (H.). – *Strengthening of structures with CFRP laminates, advanced composites materials in civil engineering structures.* ASCE. p. 224-232 (1991).
- [29] NANNI (A.). – *Concrete repair with externally bonded FRP reinforcement.* Concrete international journal. p. 22-26 (1995).
- [30] NEALE (K.). – *New advances and challenges for FRP repair systems.* CICE 2006. 3<sup>rd</sup> international IIFC conference on FRP composites in civil engineering. USA (13-15 December 2006).
- [31] UEDA (T.). – *Future of FRP in far East.* CICE 2006. 3<sup>rd</sup> international IIFC conference on FRP composites in civil engineering. USA (13-15 December 2006).
- [32] GABOR (A.), FERRIER (E.), JACQUELIN (E.) et HAMELIN (P.). – *Analysis and modelling of in plane shear behaviour of hollow brick masonry panels.* Construction and Building Ma-

- terials. Elsevier. Vol. 20, Issue 5, p. 308-321 (June 2006).
- [33] FIRAS (A.M.). – *Technologie de renforcement des poutres en béton armé par l'insertion de joncs carbone*. Thèse de doctorat. INSA Toulouse (17 Décembre 2007).
- [34] *Essai portant sur l'adhérence des armatures du béton : Essai par traction*. Materials and Structures. pp. 3 (1970).
- [35] GAY (D.). – *Matériaux composites*. Édition Hermès. Collection matériaux. 672 pages.
- [36] MANERA (M.), MASSOT (J.) et MOREL (G.). – *Manuel de calcul des composites verre-résine*. Éditions Pluralis. ISSN 0751-0500.
- [37] MUFTI (A.), BANTHIA (N.), BENMOKRANE (B.), BOUFIZA (M.) et NEWHOOK (J.). – *Durability of GFRP composite rods*. Concrete international, p. 37-42 (2007).
- [38] ACI. – *Guide for the design and construction of concrete reinforced with FRP bars*. American Concrete Institute. Farmington Hills MI-USA. N° 440 1R-01.
- [39] BENMOKRANE (B.) et COUSIN (P.). – *GFRP durability study report*. ISIS Canada. 41 pages (2005).
- [40] UOMOTO (T.). – *Durability of FRP as reinforcement for concrete structures*. 3<sup>rd</sup> international conference on advance composite materials in bridge and structures. Canadian society for civil engineering. Ottawa, p. 1-17 (2000).
- [41] MALVAR (L.-J.). – *Durability of composites in reinforced concrete*. 1<sup>st</sup> international conference on durability of composites. Sherbrooke, p. 361-372 (1998).
- [42] MAROUANI (S.), CURTIL (L.) et HAMELIN (P.). – *Durability indicators for life time prediction of composite systems used for repairing existing structures*. 3<sup>rd</sup> International Conference on Durability & Field Applications of Fiber Reinforced Polymer « FRP » Composites for Construction (CDCC 2007). Quebec, Canada (22-24 May 2007).
- [43] MAROUANI (S.), CURTIL (L.) et HAMELIN (P.). – *Durabilité des matériaux composites mis en œuvre pour renforcer les ouvrages de génie civil*. Revue des composites et des matériaux avancés, N° 1/2008, Lavoisier (2008).
- [44] FERRY (J.-D.). – *Viscoélastic properties of polymers*. 2<sup>nd</sup> édition. John Wiley and Sons (1972).
- [45] HUET (C.). – *Cahiers groupe Français rhéologie*. 1/237 (1967).
- [46] FERRIER (E.). – *Comportement de l'interface composite-béton sous des sollicitations de fluage thermo-stimulé et en fatigue oligocyclique*. Application au calcul prévisionnel de la durabilité des poutres BA renforcées. Thèse de doctorat. Université Lyon 1 (14 décembre 1999).
- [47] SI LARBI (A.). – *Caractérisation et modélisation de l'état de contrainte dans un joint de colle*. Application au pont mixte acier-béton. Thèse de Doctorat (15 décembre 2005).
- [48] ALWIS (K.) et BURGOYNE (C.). – *Time-temperature superposition to determine the stress-rupture of aramide fibers*. Applied composite materials. 13 (4), p. 249-264.
- [49] WEBER (A.). – *Durability approach for GFRP rebars*. 3<sup>rd</sup> international IIFC conference on FRP composites in civil engineering. USA (13-15 December 2006).
- [50] FERRIER (E.) et HAMELIN (P.). – *Long time concrete composite interface characterization for reliability prediction of RC beam strengthened with FRP*. Materials and structures. Rilem. Vol. 35, p. 564-572 (Novembre 2002).
- [51] BYARS (E.), WALDRON (P.), DEIJE (V.), DEMIS (S.) et AEDDADIN (S.). – *Durability of FRP in concrete-cement specifications and a new approach*. International journal of material and product technology. 19 (1/2), p. 40-52.
- [52] RENAUD (C.) et GREENWOOD (M.). – *Effect of glass fibers and environment on long term durability of GFRP components*. 9<sup>th</sup> EFUC meeting. Wroclaw Poland (2005).
- [53] HAMELIN (P.) et FERRIER (E.). – *Recommandations Association Française de Génie Civil. Réparation et renforcement des structures en béton au moyen des matériaux composites*. SETRA : 15, rue de la Fontaine au Roi 75011 Paris. Édition 2007.

## À lire également dans nos bases

- [54] HAGEGE (R.). – *Fibres, fils et tissus textiles*. [A 3 980], Fibres à usages techniques.
- [55] GUILLON (D.). – *Fibres de verre de renforcement*. [A 2 110], Vol. AM5.
- [56] LUYCKX (J.). – *Fibres de carbone*. [A 2 210], Plastiques et composites.
- [57] LUYCKX (J.). – *Composites à fibres de carbone dans le génie civil*. [AM 5 620], Plastiques et composites.
- [58] PINZELLI (R.). – *Fibres aramides pour matériaux composites*. [AM 5], Plastiques et composites (1995).
- [59] *Plastiques et composites*. [AM 2 – AM 3], AM8V-2008-7, Plastiques et composites.
- [60] MAY (J.-F.). – *Viscoélasticité des polymères à l'état fondu*. Rhéométrie en régime dynamique. [A 3 617], Plastiques et composites.
- [61] HAMELIN (P.). – *Renforcement des ouvrages d'art par matériaux composites*. [AM 5 615], Plastiques et composites.
- [62] CHEVALIER (Y.). – *Comportement élastique et viscoélastique des composites*. [A 7 750].
- [63] CHEVALIER (Y.). – *Micromécanique des composites prévisions en élasticité, viscoélasticité et à la rupture*. [A 7 780], [A 7 781].
- [64] VERDU (J.). – *Action de l'eau sur les plastiques*. [AM 3 165].
- [65] PABIOT (J.). – *Essais thermomécaniques et rhéologique de l'état solide*. [A 3 511].

## Normes et standards

EUROCODE 2

BAEL

## Annuaire

### Constructeurs – Fournisseurs – Distributeurs (liste non exhaustive)

- **ApATeCh**  
<http://www.apatech.ru>
- **Cobrae**  
<http://www.cobrae.org>
- **Composites World**  
<http://www.composite-world.com>
- **Etandex**  
<http://www.etandex.fr>

- **FiReP**  
<http://www.firep.com>
- **Fortius**  
<http://www.fortius.be>
- **Freyssinet Group**  
<http://www.freyssinet.com>
- **Owens-Corning**  
<http://www.owens-corning.com>
- **Pultrall**  
<http://www.pultrall.com>

- **Ruredil Spa**  
<http://www.ruredil.it>
- **Schöck**  
<http://www.schoeck-combar.com>
- **Schappe Techniques**  
<http://www.schappe.com>
- **Sika**  
<http://www.sika.fr>
- **Sireg Spa**  
<http://www.sireg.net>
- **SQP Clever Reinforcement Company**  
<http://www.reinforcement.ch>
- **Technobasalt**

<http://www.technobasalt.com>

#### **Organismes – Fédérations – Associations (liste non exhaustive)**

- **Association Française de Génie Civil**  
<http://www.afgc.asso.fr>
- **FIB**  
<http://www.fib-international.org>

#### **Documentation – Formation – Séminaires (liste non exhaustive)**

Documentation technique, *Composite rebar for concrete structures*,  
V. Prod – Pultrall  
<http://www.pultrall.com>

## **Données statistiques et économiques**

L'industrie française des matériaux composites, Étude stratégique réalisée  
par Nodal consultant, Ministère de l'Économie des finances et de l'industrie,  
Révision du 14 mai 2006.