

**Réunion du GT Eco-matériaux  
LUNDI 21 septembre 2009 (9h30-12h et 13h30-17h)**

Lieu : Université de Picardie Jules Verne, Pôle scientifique St Leu (centre ville d'Amiens), Bâtiment des Minimes, Amphithéâtre Figlarz.

**Contacts :**

**E. Bretagne (MECAMAT, [estelle.molines@u-picardie.fr](mailto:estelle.molines@u-picardie.fr))  
& J.Bréard (AMAC, [breardjo@univ-lehavre.fr](mailto:breardjo@univ-lehavre.fr))**

**Thèmes transversaux**

- *From Lightness to Self-Construction.*  
Piergiorgio Rossi, Associated Professor, Environmental Design, Low Impact Architecture Department of Structures – Roma Tre University via Corrado Segre 6, 00146 Roma (Italy).
- *Vers des matériaux à renforts "à la carte" dans le cadre du développement durable.*  
E. Hervé-Luanco, Chercheur au Laboratoire d'ingénierie des Systèmes de Versailles (LISV), Département de Mécanique, Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines.
- *Introduction (légère) au comptage carbone.*  
E. Bretagne, Laboratoire des Technologies Innovantes (LTI) éq. Ingénierie des Matériaux et des Procédés (IMaP), Université de Picardie Jules Verne, I.U.T. de l'Aisne.

**Géopolymères, sédiments**

- *Etude de techniques de renforcement de matériaux géopolymères.*  
E. Prud'homme<sup>a</sup>, P. Michaud<sup>a</sup>, E. Joussein<sup>b</sup> et S. Rossignol<sup>a</sup>  
<sup>a</sup> Groupe d'Etude des Matériaux Hétérogènes (GEMH-ENSCI) Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle de Limoges.  
<sup>b</sup> GRESE, Limoges.
- *Utilisation de vase ou de tange fluviale pour la construction de barrières d'étanchéité dans les sols.*  
D. Rangeard, R. Jauberthie, INSA - LGCGM- EA 3913, RENNES.

**Bois et fibres végétales**

- *Biodégradation et endommagement dans les matériaux à base de bois.* (présentation reportée à une date ultérieure)  
P. Castéra, Directeur de l'Unité Sciences du Bois et des Biopolymères, Unité mixte INRA/CNRS/Université Bordeaux 1.
- *Valeurs Ajoutées du Lin dans les Matériaux Composites.*  
V. Placet, FEMTO ST, UMR 6174, Univ. Franche-Comté, M. Assarar, A. El Mahi, LAUM, UMR 6613, Univ. du Maine, C. Poilane, L. Momayez, Laboratoire de Recherche sur les Propriétés des Matériaux Nouveaux, IUT d'Alençon - Université de Caen Basse-Normandie.
- *Préformes en fibres de lin : potentiel pour les procédés par injection.*  
L. Bizet, C. Ré, J. Bréard, Laboratoire Ondes et Milieux Complexes, FRE 3102 CNRS- Université du Havre.

Piergiorgio Rossi  
*Department of Structures, Roma Tre University, Italy*  
<p.rossi@uniroma3.it>  
www.bassoimpatto.it

## From Lightness to Self-Construction

One of the first aims that today orient the investigation in the field of architecture and design is the development and diffusion of the building technologies with a low impact (and a low cost) to get rid of the pollution and improve the environmental quality. The less material and energy are used in the productive process the less pollution is generated. The weight of architecture represents an indicator, even if indirect, of the environmental impact. The structures based on tension, the valorisation of vegetal potential (the so-called bio-mass), the geometries of nature are the best tools to build a new equilibrium between human habitat and ecosystem.

A strategy of research and experimentation has progressively emerged through the self construction workshops organized by an international university network that have permitted to experiment new approaches in the valorisation of nature and transfer the innovation between researchers and students as well as local community that participate in. The same self construction can assume a humanitarian relevance when the experimental initiatives are localized in areas with a great social or economic inconvenience and offer answers to some primary living requirements.

Traditionally the research on the technological innovation moves in the perspective of the patent, optimized solution that can be offered as paradigm or prototype to the potential users. Without underestimating the credits of this method of work, the processes of diffusion and contamination of the techniques can produce some effects of accumulation or multiplication equally important even in absence of patents or models.

Keywords: *low impact, light structures, experimental technology*

Roma, 3rd August 2009



Groupe de Travail  
Écomatériaux, Amiens, 21/09/2009

Le développement durable est un développement qui "répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs". Afin de pérenniser les ressources de la terre, les matériaux sont appelés à avoir plusieurs vies et bon nombre d'entre eux sont réutilisés comme composants de matériaux plus complexes. Ils peuvent, en particulier, être utilisés comme renforts ou matrice de matériaux composites. Ces matériaux peuvent être conçus dès le départ pour des propriétés spécifiques.

Les modèles autocohérents généralisés forment un outil de prédiction du comportement de tels matériaux permettant d'effectuer un changement de l'échelle de la phase vers le matériau composite lui-même. Ils peuvent être utilisés pour prédire différents types de comportement :

- Comportement mécanique (élasticité, viscoélasticité, plasticité etc...)
- Propriétés de diffusion
- Propriétés des conduction (électrique, thermique)
- Couplage multi-physique (thermomécanique, hydrothermomécanique etc...)

Après avoir situé les les modèles autocohérents généralisés parmi les modèles d'homogénéisation, nous verrons à travers quelques exemples :

- Le rôle des renforts et des matrices
- L'apport de l'introduction d'interphase entre les renforts et la matrice
- Comment traiter les matériaux possédant des phases avec des gradients de propriétés
- Comment prendre en compte des déformations libres de contrainte pour traiter certains couplage multi-physiques
- L'importance de la prise en compte de la morphologie sur le comportement visco-élastique de tels matériaux.

Nous terminerons par une réflexion sur les limites de tels modèles, en particulier dans la prise en compte d'un effet des taille et de perturbation locale tel l'endommagement.

Eveline HERVE-LUANCO

Estelle Bretagne ([estelle.molines@u-picardie.fr](mailto:estelle.molines@u-picardie.fr))

Laboratoire des Technologies Innovantes (EA 3899) équipe Ingénierie des MATériaux et des Procédés, Université de Picardie Jules Verne, IUT de l'Aisne.

### Introduction (légère) au comptage carbone

Les questions d'environnement envahissent depuis quelques années les préoccupations et le champ médiatique de nos sociétés. La problématique du réchauffement du système climatique attire plus particulièrement l'attention des états, des entreprises et des particuliers.

En effet les gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère empêchent les rayonnements infrarouges d'être transmis vers l'espace. L'augmentation des gaz à effet de serre d'origine anthropique provoque donc un effet de serre additionnel qui modifie le système climatique de la planète.

Une des solutions pour limiter nos émissions est l'imposition de réglementations dédiées. Mis en place en 2005, le système européen d'échange de quotas de CO<sub>2</sub> concerne pour l'instant certains établissements industriels les plus générateurs de CO<sub>2</sub>. La taxe carbone qui entrera en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2010 s'appliquera aux énergies fossiles.

Dans ce contexte, la mise au point d'un indicateur permettant de quantifier les émissions de gaz à effet de serre est stratégique.

L'exposé oral s'articule autour des points suivants :

- la présentation du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique),
- la présentation rapide de l'effet de serre et des gaz à effet de serre,
- l'introduction de la notion de Global Warming Potential (GWP) ou Potentiel de Réchauffement Global (PRG),
- le cas de la France métropolitaine (Source CITEPA/Coralie/format SECTEN-mise à jour juin 2009),
- l'application aux produits manufacturés et aux analyses de cycle de vie.

L'objectif est surtout de sensibiliser à la notion de comptage carbone (*voir les références ci-dessous*) et à ses implications dans le domaine des matériaux.

Sites internet et références : (liste non exhaustive !)

- l'Institut de recherche en sciences de l'environnement (Institut Pierre Simon Laplace) :  
[webipsl.ipsl.jussieu.fr](http://webipsl.ipsl.jussieu.fr)
- le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) :  
[www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique) :  
[www.citepa.org](http://www.citepa.org)
- le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer :  
[www.developpement-durable.gouv.fr](http://www.developpement-durable.gouv.fr)
- l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) :  
[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)
- l'IFEN : Ce site présente l'information et les données sur l'environnement assemblées par le service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du Commissariat général au développement durable (CGDD).  
[www.ifen.fr](http://www.ifen.fr)
- *Chimie de l'environnement : Air, eau, sols, déchets* de Claus Bliefert & Robert Perraud, édition de boeck, nov. 2008 (ISBN 10 : 2804159450 et ISBN 13 : 9782804159450)
- *Eléments d'écologie, Écologie appliquée* de François Ramade (6<sup>ème</sup> édition, Dunod).

## Étude de techniques de renforcement de matériaux géopolymères

E. Prud'homme<sup>a</sup>, P. Michaud<sup>a</sup>, E. Joussein<sup>b</sup> et S. Rossignol<sup>a</sup>

*Groupe d'Etude des Matériaux Hétérogènes (GEMH-ENSCI) Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle de Limoges, 47-73 Avenue Albert Thomas, 87065 Limoges*  
[sylvie.rossignol@unilim.fr](mailto:sylvie.rossignol@unilim.fr)

<sup>b</sup> GRESE, 123 avenue Albert Thomas, 87060 Limoges

Avec la prise de conscience de la menace liée aux émissions de CO<sub>2</sub> au début des années 90, les bétons polymères inorganiques, également appelés géopolymères, sont apparus comme une alternative aux matériaux de construction tels que le ciment. En effet les émissions de CO<sub>2</sub> sont six fois moins importantes lors de leur fabrication que lors de celle d'un ciment traditionnel. Ces matériaux présentent également l'avantage d'être mis en forme et consolidés rapidement et simplement tout en présentant des caractéristiques mécaniques, thermiques et chimiques non négligeable. L'intégration de fibres végétales, de sable ou encore de co-produits de l'industrie chimique devrait permettre d'améliorer les propriétés thermiques et mécaniques des géopolymères.

L'étude réalisée concerne la synthèse de géomatériaux à base d'argile, d'un silicate alcalin et d'un hydroxyde alcalin. Un premier axe de l'étude s'intéresse au renforcement du matériau géopolymère en faisant varier différents paramètres intervenant dans les propriétés mécaniques, tels que le type d'ajouts introduits (fibres de chanvre, sciure de bois ou sable), le vieillissement du matériau, la température de calcination... Le second axe est consacré à la valorisation de co-produit de l'industrie chimique, telle que la fumée de silice. Des études antérieures avaient mis en évidence la possibilité de synthétiser in-situ une mousse de géopolymère à l'aide de fumée de silice. Ce matériau à caractère isolant présente des propriétés d'adhésion qui ont permis la réalisation de composite bois/mousse.

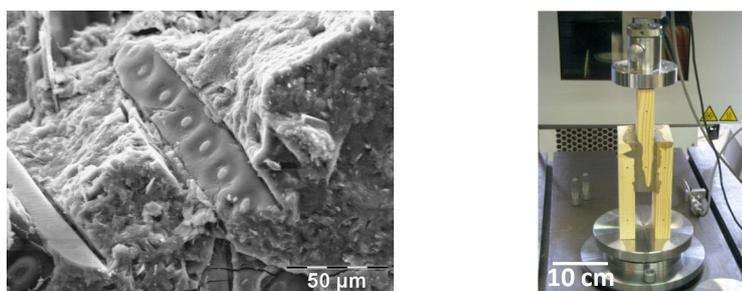


Figure 1 : (a) Observation MEB d'un géopolymère renforcé par de la sciure de bois et (b) essais mécaniques de cisaillement sur un composite bois/mousse

Les propriétés mécaniques des matériaux sont déterminées par essais de flexion 4 points, de compression et de cisaillement. Ces derniers sont réalisés à différents stades de vieillissement du matériau. Les propriétés physico-chimiques des matériaux sont déterminées par microscopie optique et microscopie électronique à balayage, par analyse thermique différentielle, thermo-gravimétrie et dilatométrie.