

## La technique du GREB répond-elle aux exigences de résistance mécanique européennes ?

Importée du Québec en 2001 par Vincent Brossmain pour la construction de l'extension de sa maison, la technique du GREB (Groupe de Recherches Ecologiques de la Baie) a depuis été choisie par de nombreux autoconstructeurs.

En effet, le processus de réalisation assez simple est entre autres caractérisé pas la double ossature bois et le mortier coulé formant des plaques maçonnées contreventantes (schéma 1). Fondées sur ce système ingénieux, les constructions apparaissent stables de manière "empirique", sans qu'aucune étude technique n'ait validé cet *a priori*.

Sa conception n'étant pas « habituelle », il nous a paru prioritaire, pour qu'elle passe du statut de technique d'autoconstruction à un statut de technique professionnelle, d'étudier dans quelles mesures ce type de construction répond à des critères plus objectifs et quantifiés, telles que les normes de résistance

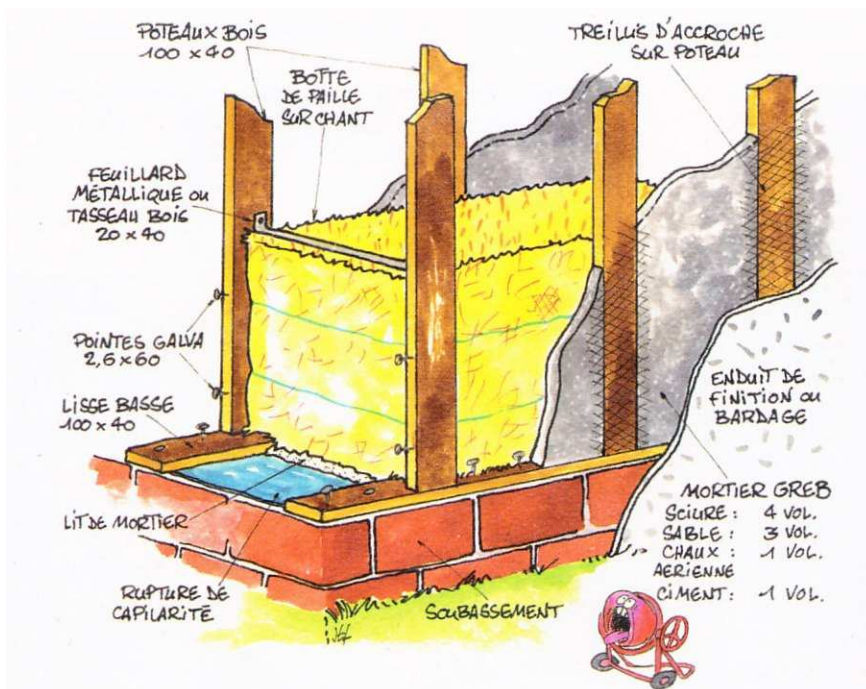
mécanique exigées pour les bâtiments<sup>1</sup>, pour la sécurité de leurs occupants. Afin d'être reconnue comme une technique viable et valable en Europe, cette technique doit de se conformer à certaines obligations.

Voyons ce qu'il ressort des premières étapes des recherches démarrées en Avril 2008, à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, menées par Céline La Rosa, dans le cadre de son travail de fin d'étude (TFE) sous la direction de Laurent Arnaud.

- Réalisation de 6 murs échantillons, d'éprouvettes et mesures

La résistance du mur semble reposer sur deux matériaux : le bois et le mortier<sup>2</sup>. Les éprouvettes du mortier ont été testées à 28, 36 et 48 jours.

Le comportement mécanique de ces deux matériaux a été caractérisé au moyen de plusieurs paramètres : Le module d'Young (rapport entre contrainte axiale répétée et déformation axiale du matériau : élasticité du matériau), le coefficient de Poisson (rapport entre déformation axiale et déformation radiale), résistance à la compression (contrainte maximale admissible par le matériau soumis à une charge axiale d'écrasement) - photo 1 & 2-, résistance à la flexion (contrainte maximale déformation d'un objet qui se traduit par une courbure).



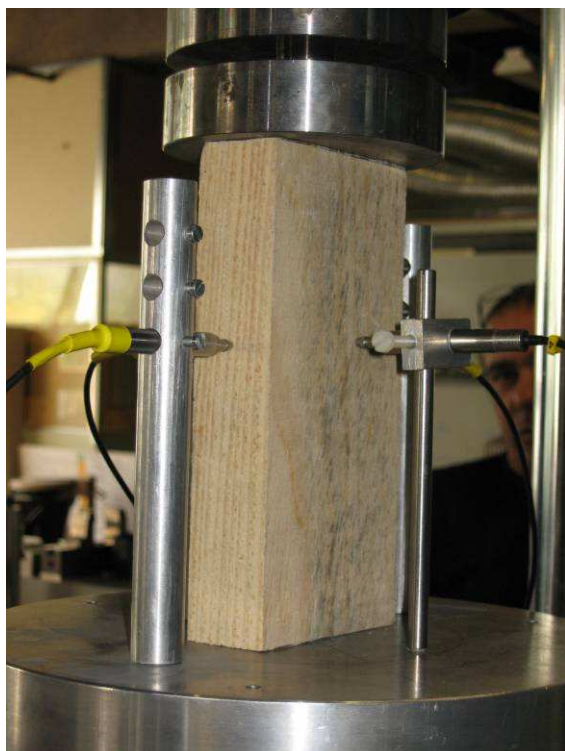
La technique du GREB dessinée dans « La Maison Ecologique »,  
LE magazine de la construction écologique

<sup>1</sup> Eurocodes

<sup>2</sup> Dosage : 4 volumes de sciure de bois, 3 de sable 0-4, 1 de chaux aérienne et 1 de ciment

Après expérimentation, « on retiendra les valeurs mécaniques caractéristiques et les limites de comportement élastique linéaire isotrope suivantes des matériaux<sup>3</sup> » :

Matériaux G.R.E.B	Densité (kg/m <sup>3</sup> )	Module d'Young (MPa)	Coef. De Poisson	Résistance à la compression (MPa)	$\sigma$ traction par flexion (MPa)	Contrainte à la limite élastique (MPa)	Déformation à la limite élastique
Bois	550	2655	0,48	28,38	24	20	0,007
Mortier	1230	382	0,15	0,745	1,4	0,52	0,003



Eprouvette de Bois en 10x4



Eprouvette de Mortier

#### ➤ Modélisation numérique

Grâce à ces données, les murs ont été modélisés avec le logiciel à élément fini Comsol qui lui-même a été configuré selon les critères définis dans les Eurocodes 0 et 1, afin de déterminer la sollicitation maximale applicable en compression sur l'élément de mur GREB avant sa rupture.

Le mur modélisé subit (virtuellement d'abord et sous presse ensuite) une descente de charge caractérisée par une charge répartie verticale de 33,18 kN (maison n+1 avec dalle béton 6 cm à l'étage et neige accidentelle) et une force transversale (vent latéral) de 4,8 kN.

#### ➤ Expérimentation

Une ossature nue, sans contreventement a été testée sous presse (photo3) avec des assemblages vissés identiques à ceux réalisés sur chantier réel, tandis que lors de la modélisation et en première approche, les « assemblages supposés parfaits » sont considérés comme encastres.

<sup>3</sup> Extrait du mémoire de Céline La Rosa



La comparaison des résultats théoriques (approche numérique) avec l'expérimentation (sous presse) nous indique qu'une ossature GREB nue « *résiste peu au cisaillement* », « *les assemblages bois se déforment au-delà de leur comportement élastique*<sup>4</sup> » mais à l'opposé la structure bois « *subit des déplacements (...) inférieurs aux déplacements attendus par la théorie (...). La structure bois résiste ainsi à la compression et au flambement* ». (photo 4)

Concernant les autres éléments qui composent le mur (feuillards, clous, mortier et paille), la modélisation numérique d'un mur complet permet de dire que « *les feuillards rigidifient la structure (...). Les efforts de cisaillement sont repris par la paille et en grande partie par les plaques de mortier. Les déplacements latéraux deviennent faibles (de l'ordre de 0.3mm). Enfin, les plaques de mortier reprennent les efforts verticaux appliqués à la structure bois.* »

L'étude liée au TFE étant arrivée à terme, ce sera la conclusion technique du mémoire. A la soutenance de ce mémoire, l'expérimentation sous presse

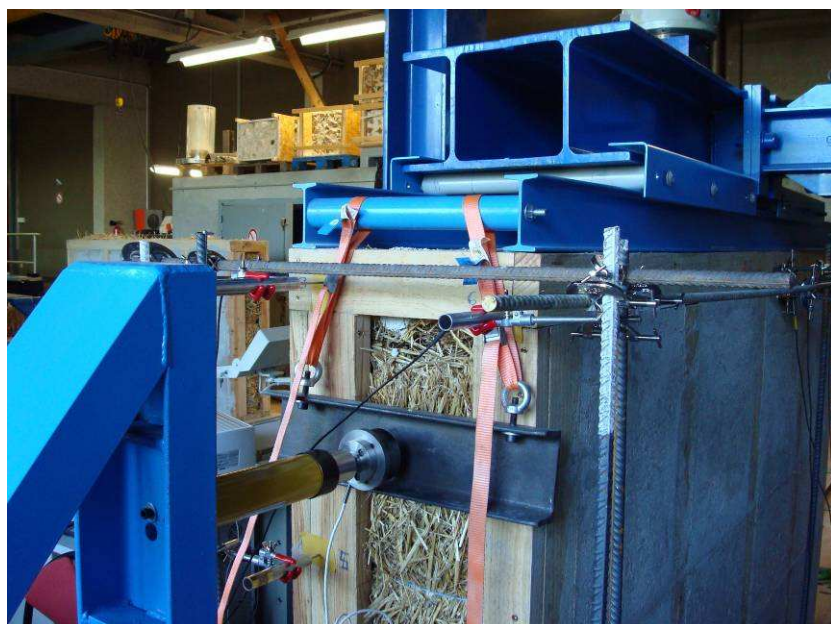


Vincent Brossamain & une ossature GREB

d'un mur complet a été réalisée (avec les mêmes contraintes) et a montré que le mur restait dans son domaine élastique dans les conditions d'expérimentation décrites précédemment. Ce test rassure ainsi sur la compatibilité entre un mur GREB et les obligations légales<sup>3</sup> de résistance mécanique, sans pour autant apporter toute la lumière sur l'interaction des différents éléments qui composent ce système constructif. La modélisation numérique se base sur des matériaux considérés avec des comportements élastiques linéaires

isotropes et « *il serait donc intéressant de confronter cette première approximation à une seconde qui tienne compte du caractère anisotrope des bottes de paille et de l'ossature bois* ». Cela est particulièrement important pour les liaisons entre éléments bois : les assemblages par vis montrent un comportement très rapidement plastique qu'il convient de prendre en compte pour plus de réalisme.

Céline La Rosa a poursuivi les essais a posteriori, sur le même mur, avec une charge de compression de 33 kN et un chargement latéral allant de 5 kN à 35 kN. Ceux-ci ont décrit une résistance au cisaillement très largement supérieure aux limites réglementaires<sup>5</sup>, les premières fissures (début de



Mur échantillon GREB sous presse

<sup>4</sup> Les déformations subies par le matériau ne modifient pas ses caractéristiques mécaniques.

<sup>5</sup> Eurocodes

plastification) apparaissent pour un chargement accidentel à 25 kN et se referment après déchargement (fin de poussée latérale). Ces fissures laissées sont négligeables selon les critères d'ouverture des fissures de l'EUROCODE 2-1 et permettent d'en tirer la conclusion que le mur garde un comportement homogène.

En France, les recherches se lancent et les autoconstructeurs continuent de se former et de construire, des professionnels commencent à proposer ce système constructif. Décembre 2008, en Belgique, l'ingénieur Froment a validé le projet de construction d'une maison individuelle avec la technique du GREB. Toutefois, si le système constructif du GREB n'a pas encore révélé tous ses secrets, nous pouvons considérer que construire en paille une maison individuelle avec cette technique est techniquement viable et valable.

Nous pouvons ainsi affirmer après ces recherches et ces expérimentations que la technique du GREB n'a pas aujourd'hui montré ses limites dans le cadre de la construction de maisons individuelles R, R+1, R+2 et se conforme parfaitement aux normes européennes de la construction... Reste à la France de rattraper son retard au niveau de la construction en paille et offrir à tous les professionnels la possibilité d'utiliser ce matériau de construction formidable, sans le faire passer par un circuit industriel, et ce dans un délai aussi bref que possible.

Jean-Baptiste THEVARD, le 18 Avril 2009



#### Références :

Brossamain V., Thévard JB : « *Construire en paille selon la technique du GREB* » Mars 2006 ed V Brossamain

La Rosa, C., 2008. *Contribution aux mesures mécaniques sur la construction paille selon la technique du GREB*. Mémoire TFE Ingénieur en Génie Civil

Déry P. « *Synthèse des expérimentations en architecture rurale au GREB* » 2004

#### Légendes illustrations :

Schéma 1 : « La technique du GREB »

Photo 1 : Eprouvette de mortier GREB en phase de test

Photo 2 : Eprouvette de bois (section 100x40) en phase de test

Photo 3 : Structure GREB nue prête pour les essais

Photo 4 : Mur complet en phase de test

Photo 5 : Bâtiment R+2 Technique du GREB



#### **APPROCHE-Paille**

ZECO des Acacias - 66 rue de la Bourie Rouge

45000 ORLEANS

Mail : [contact@approchepaille.fr](mailto:contact@approchepaille.fr) ou [franckleblond@approchepaille.fr](mailto:franckleblond@approchepaille.fr)

Tel : 06 76 30 99 18 Fax : 08 26 67 66 19

**Association de promotion de la construction en paille avec la technique du GREB**  
**Formation, accompagnement, recherche, sensibilisation, animation**