



## Stage Master 2 – premier semestre 2019

### Intitulé du sujet

Eco-construction : caractérisation acoustique de l'isolant terre-chanvre à l'échelle du bâtiment.

### Mots clés

Eco-matériaux, terre crue, chanvre, filières locales, circuits courts, transition énergétique.

### Contexte

La construction traditionnelle en France utilisait des agroressources, en voie sèche (sans liant) ou en voie humide (avec de la chaux ou de la terre crue). Ces matériaux ont progressivement été délaissés à partir de l'entre deux guerres, du fait de l'industrialisation progressive du secteur de la construction associée à l'avènement de l'ère du ciment.

Les fibres végétales ont progressivement été ré-explorées comme matériau de construction à partir des années 1980, la paille en premier, puis le chanvre à partir des années 1990. Les fibres ont alors été utilisées non seulement pour armer mécaniquement le mélange, à l'instar des utilisations traditionnelles en construction en terre crue (bauge, adobe), mais aussi pour alléger et donc renforcer les performances d'isolation thermique des matériaux. Les matériaux composites associant un liant (terre ou chaux) et des fibres naturelles (paille, chanvre, tournesol...) ont de bas impacts environnementaux tant pour la fabrication que pour la fin de vie, et permettent de construire des bâtiments à basse consommation énergétique.

De nombreux travaux de recherche ont ainsi été effectués sur les mélanges chaux-chanvre. L'utilisation de terre crue en remplacement de la chaux permet de réduire davantage l'impact environnemental de ces matériaux déjà très intéressants. La terre crue est l'un des matériaux de construction les plus anciens utilisés par l'Homme. Il est présent dans environ 15 % du bâti actuel en France sous différents modes constructifs (torchis, bauge, adobes...). Il est largement disponible localement pour un faible coût en énergie grise. A l'inverse de la chaux ou du ciment dont le mécanisme de durcissement est irréversible, les constructions en terre crue sont « réparables » à l'infini.

L'acoustique n'est généralement pas une priorité attendue pour un matériau, mais conditionne le confort des occupants. Près de 80% des personnes se sentent aujourd'hui concernées par les nuisances sonores. Le comportement des mélanges de liant – granulats végétaux est atypique par rapport aux matériaux plus classiques : la forme parallélépipédique des granulats confère une anisotropie au matériau, la distribution granulométrique suit une loi de distribution log normale étendue, et la microstructure se décompose en plusieurs échelles de porosité. L'étude acoustique des bétons de chanvre a montré l'importance du rôle des pores inter-particules par rapport aux autres pores de perméabilité plus réduite (pores intra-liant et pores intra-particules). Par ailleurs, une première étude a permis de mettre en évidence des comportements acoustiques très similaires entre mélanges chaux-chanvre et terre-chanvre.

Les performances en acoustique dépendent de deux types de phénomènes, ceux relatifs à la phase fluide (air) des matériaux poreux considérés, et ceux relatifs à la phase solide (squelette). Ainsi, même si la

connaissance de la dissipation dans la phase fluide, par effets visco-inertiels et thermiques est primordiale à l'échelle du « matériau » (éprouvette), elle ne suffit pas à une bonne connaissance des performances à l'échelle « paroi » (mur d'un bâtiment), voire l'échelle « système » pour un multicouche (mur enduit par exemple), où les phénomènes mécaniques prennent toute leur importance. Après une première étude à l'échelle matériau puis à l'échelle paroi, nous proposons la réalisation d'une campagne de mesure à l'échelle du bâtiment. Les mécanismes de dissipation mis en évidence aux échelles matériau et paroi permettront ainsi de mettre en lumière les possibles défauts de mise en œuvre sur site conduisant à des dégradations significatives des performances acoustiques à l'échelle des bâtiments.

## Objectif du stage

L'objectif de ce stage est de caractériser les performances des mélanges terre-chanvre *in situ*, sur des chantiers réels, et de comparer les résultats à des simulations numériques fonction de la paroi étudiée et s'appuyant sur les travaux expérimentaux précédents à l'échelle matériau et paroi.

## Cadre du stage

Ce stage sera réalisé en collaboration entre le Cerema de Strasbourg, Eco-Pertica et l'Entpe. Le stagiaire sera basé au Cerema à Strasbourg.

Le Cerema (Centre d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) est un établissement public administratif qui intervient notamment dans les domaines de l'habitat, des bâtiments durables, de l'environnement, de l'énergie et du climat. Son laboratoire à Strasbourg (une de ses 29 implantations) s'est en particulier spécialisée sur la caractérisation et la modélisation du comportement acoustique des matériaux biosourcés.

Eco-Pertica est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif située en Basse Normandie, qui :

- accompagne les particuliers, professionnels et collectivités dans des projets de construction et de rénovation écologique ;
- développe des filières locales d'éco-matériaux distribués en circuits court (chanvre et terre crue);
- mène des actions de recherche et développement pour mieux comprendre le comportement de ces éco-matériaux produits en filière locale et lever les freins liés à leur utilisation ;

L'Entpe est un établissement public qui forme des généralistes dans tous les champs de l'aménagement et du développement durable des territoires. La thématique des matériaux biosourcés est largement développée dans ses laboratoires, sous l'angle des propriétés acoustiques, hygrothermiques et mécaniques.

La durée du stage est de 5 à 6 mois, idéalement à partir de mars ou avril 2019, en temps plein (35 h/semaine). Le stage est à destination d'étudiants souhaitant effectuer un stage de M2 recherche, en lien avec l'acoustique et les écomatériaux. Des déplacements sont prévus pour réaliser des mesures sur site, notamment en Normandie. Ce sera l'occasion pour l'étudiant de monter en compétence en éco-construction, et il pourra participer à un chantier s'il le souhaite.

## Contacts

Cerema – Philippe Glé : [philippe.gle@cerema.fr](mailto:philippe.gle@cerema.fr)

Eco-Pertica - Arthur Hellouin de Menibus : [arthur.hdm@ecopertica.com](mailto:arthur.hdm@ecopertica.com)

Entpe – Emmanuel Gourdon : [emmanuel.gourdon@entpe.fr](mailto:emmanuel.gourdon@entpe.fr)