

PROJET DE THESE pour l'ANNEE 2019-2020

IMPORTANT : Les étudiants titulaires de Master ou équivalent doivent envoyer leur dossier complet au porteur du projet de thèse et au laboratoire indiqué, et pas à l'Ecole Doctorale

Date limite de dépôt par le laboratoire du dossier du candidat sélectionné, à l'Ecole Doctorale :
le, mardi 25 juin 2018, 13h heure de Guyane.

Discipline et Mention du Doctorat		Discipline :CHIMIE
Domaine scientifique principal		Génie civil
Domaines scientifiques secondaires		Sciences des matériaux
Unités de rattachement - Unités adossés à l'ED : UMR EcoFoG, UMR Espace-Dev, UMR QualiSud, UMSR LEEISA, EA EPaT, EA MINEA, IPG)		UMR ECOFOG
Autre Unité de rattachement de l'Université de Guyane (UG) ou convention en cours.		
Direction de la thèse	Directeur(s)	Maalouf Chadi (HDR) - Chadi.maalouf@univ-reims.fr
	Co-encadrant(s)	Nait-rabah Ouahcene (non HDR) - ouahcene.nait-rabah@univ-guyane.fr
Collaborations extérieures éventuelles envisagées (convention de codirection, - de cotutelle ; entreprise...)		
Connaissances et compétences requises chez l'étudiant		Matériaux biosourcés, transferts thermiques et hydriques, mécanique.
Titre de la thèse		Formulation et caractérisation des propriétés thermo-hydrromécaniques de béton de terre incorporant des fibres végétales tropicales
Résumé 1 (5-8 lignes, police Arial 10) : Présentation explicite du projet de thèse – Aspects scientifiques <i>Finalité, méthodologie et problématique, intérêt scientifique, caractère innovant</i>		Ce projet de thèse s'intéresse à la valorisation des fibres végétales dans du béton de terre. L'objectif est de mettre en place un matériau de construction local en exploitant les ressources disponibles. Le premier aspect de cette étude vise le recensement et la caractérisation des propriétés physiques et chimiques des fibres végétales disponibles en Guyane. Dans une deuxième partie, une réflexion sera menée sur la formulation du béton de terre incorporant ces fibres. Enfin le comportement thermo-hydro-mécanique du béton de terre formulé sera étudié.

	<p>La capacité du matériau à participer au confort thermique du bâtiment sera également mesurée en étudiant son comportement hygrothermique (conductivité thermique du matériau, isotherme de sorption/désorption, perméabilité à la vapeur d'eau et inertie hydrique).</p>
<p>Résumé 2 (5-8 lignes, police Arial 10) : Présentation des enjeux de la thèse <i>Adéquation avec la politique scientifique de l'Etablissement - Intérêt de cette thèse dans le cadre du développement régional</i></p>	<p>Ce projet vise à étudier les possibilités de valorisation des fibres végétales dans la construction des bâtiments. A travers l'étude de faisabilité de leur incorporation dans du béton de terre, le projet a pour double ambition de mettre en valeur la ressource locale qu'est la terre et de valoriser les déchets agricoles et forestiers. L'utilisation du nouveau matériau qui sera développé permettra la réduction du coût financier global des bâtiments ainsi que la réduction du coût énergétique par sa participation à l'amélioration du confort thermique. De plus, la mise au point d'une technologie de fabrication propre et accessible permettra de favoriser le développement économique local.</p>

Explicitation du Projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse

1°) Présentation des aspects scientifiques du projet de thèse et état de l'art

Contexte

La Guyane est un des départements français qui connaît une très forte croissance démographique, avec pour corollaire une forte demande dans le secteur du BTP (Bâtiment et Travaux Publics). Malheureusement, le territoire est fortement dépendant des importations en matière de matériaux de construction : ciment (clinker), tôles, isolants, etc. Il en résulte un coût très élevé des constructions et un impact négatif sur l'économie locale et l'environnement. D'où un enjeu majeur du territoire à faire émerger une offre de matériaux de construction locaux. Aujourd'hui, outre le bois d'oeuvre, ressource raisonnablement exploitée, l'émergence de la filière brique de terre compressée stabilisée constitue une nouvelle alternative à l'importation des matériaux de construction. Utilisée dans une logique durable, la terre crue reste une ressource abondante et locale facilement recyclable. Les matériaux en terre crue apportent une inertie et une régulation exceptionnelle de l'humidité. Cependant, la terre crue seule a un pouvoir structural et isolant réduit qui peut être compensé par l'utilisation de fibres végétales. Les fibres permettent également de limiter le retrait de la terre au séchage et de diminuer la densité du matériau. En Guyane, on dispose d'un grand nombre de fibres végétales soit à l'état naturel soit sous forme de déchets végétaux. On peut citer la paille de coco, le bambou, la bagasse, le manioc, la paille, etc. Ces matières végétales bénéficient de conditions climatiques propices à leur production en abondance et gagneraient à être valorisées dans la construction.

Cette thèse vise trois objectifs principaux :

- valoriser les déchets végétaux sous forme de fibres végétales dans la construction de bâtiments
- valoriser les matériaux locaux de construction à travers la formulation de béton de terre banché incorporant des fibres végétales
- proposer une technique simple et efficace de fabrication de béton de terre fibré pouvant être mise en place rapidement sur le territoire guyanais.

Etat de l'art

L'utilisation de la terre crue dans la construction des bâtiments est ancestrale. L'utilisation du matériau terre permet de réduire l'empreinte environnementale des bâtiments tout en améliorant leur confort thermique (*Binici et al., 2005, 2007*). La terre est un matériau local qui permet aux populations des régions chaudes de mieux faire face aux températures élevées. Elle est utilisée sous plusieurs formes : le pisé, l'adobe, le torchis et la BTC (*Röhlen et al., 2013*). Les performances de ces matériaux dépendent de la nature chimique et physique du sol. Plusieurs études ont également montré que la granulométrie du sol était un paramètre important dans l'atteinte des performances mécaniques des matériaux en terre (*Harries et al., 1995 ; Akinwumi et al., 2015*). La plus grande problématique de ces matériaux reste leur forte sensibilité au retrait et un risque de fissuration due au séchage élevé. Ces pathologies entraînent la diminution drastique de leurs performances mécaniques (*Röhlen et al., 2013*).

Plusieurs travaux (*Baley, 2005 ; Röhlen et al., 2013*) ont montré que l'utilisation des fibres végétales en tant que renfort dans les matériaux en terre permettait d'éviter la fissuration du mélange au séchage, et d'assurer ainsi la stabilité de la structure et la résistance aux intempéries. Par exemple les fibres de coco ont un fort coefficient d'absorption d'eau (*Rowel et al., 2000*) qui leur permettent de diminuer le gonflement du sol. De même, *Jamellodin et al., (2010)* ont montré que les fibres de palmier inter-verrouillent les particules de sol et les groupent dans une matrice unitaire, ce qui peut augmenter les propriétés mécaniques du sol. Enfin, d'autres études sur les fibres de paille ont permis d'observer une réduction du retrait et du temps de durcissement des matériaux en terre ainsi qu'une amélioration des résistances en compression et au cisaillement (*Abtahi et al., 2010*). D'autres types de fibres ont été étudiées dans la littérature (*Baley, 2005 ; Röhlen et al., 2013*).

S'il est démontré que l'ajout de fibres végétales dans les matériaux en terre accélère le séchage, diminue le retrait et le risque de fissuration, il diminue également la conductivité thermique de par la porosité des fibres (*Karaky et al., 2018 ; Niang et al., 2018*), ces résultats ne sont pas généralisables et dépendent fortement des matériaux en jeu. La nature de la fibre est un paramètre important sur lequel une étude approfondie doit être menée. De plus, la nature du sol influence également de manière considérable les performances du composite terre-fibres (*Chaib, 2017 ; Tuan, 2018*). Enfin, l'orientation des fibres et donc le mode de formulation du composite influence ses performances mécaniques.

Programme prévisionnel de la thèse (voir page 5)

2°) Présentation des objectifs et enjeux de la thèse (autant de pages de nécessaire, police Arial 10)

Adéquation avec la politique scientifique de l'UG - Intérêt de la recherche dans le cadre du développement régional.

Objectifs scientifiques

La thèse s'articule autour de trois axes principaux.

Axe 1 : Recensement des fibres végétales disponibles de façon pérenne en Guyane. Une étude

scientifique sera menée pour caractériser les propriétés physiques et chimiques des composants (fibres et terre) afin d'évaluer leur compatibilité du point de vue physico-chimique.

Axe 2 : Formulation. A partir de ces données, une réflexion sera menée sur la formulation du béton de terre fibré : comment assembler les deux matériaux, comment stabiliser le produit fini (vis-à-vis du retrait, de la résistance, de la durabilité) ?

Axe 3 : Comportement thermo-hydrromécanique du béton de terre fibré. Les comportements physique (masse volumique, porosité,...) et mécanique (résistance en compression, traction, flexion) du matériau fabriqué seront étudiés en fonction des paramètres de formulation : fibres (caractéristique géométriques des fibres, position dans le mélange, quantité), terre (composition chimique, granulométrique, limites de plasticité...), condition de conservation (température et humidité relative, durée,...)

On étudiera par ailleurs l'effet de ces paramètres sur la cinétique de séchage du béton de terre fibré. La capacité du matériau à participer au confort thermique du bâtiment sera mesurée en étudiant son comportement hygrothermique : (i) conductivité thermique du matériau, (ii) isotherme de sorption/désorption, (iii) perméabilité à la vapeur d'eau et inertie hydrique. Enfin dans la mesure du possible, un bâtiment témoin sera réalisé pour mesurer les performances du matériau in situ. Lien avec les orientations de l'UG

Ce projet vise à étudier les possibilités de valorisation des fibres végétales dans la construction des bâtiments. A travers l'étude de faisabilité de leur incorporation dans le béton de terre, le projet a pour double ambition de mettre en valeur la ressource locale qu'est la terre et de valoriser les déchets agricoles et forestiers. L'utilisation du nouveau matériau qui sera développé permettra la réduction du coût financier global des bâtiments ainsi que la réduction du coût énergétique par sa participation à l'amélioration du confort thermique. De plus, la mise au point d'une technologie de fabrication propre et accessible permettra de favoriser le développement économique local. Ces problématiques sont au coeur des défis que souhaite relever l'UG en développant une recherche porteuse d'innovation pour le développement du territoire et la production de nouvelles connaissances éclairant les changements globaux et leur impact.

Personnes ou entités ressources

- MDE Conseil, Laurent CLAUDOT
- AQUAA (Actions pour une Qualité Urbaine et Architecturale Amazonienne), association des architectes de Guyane
- Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) Guyane
- Groupe de Recherche En Sciences Pour l'Ingénieur (GRESPI) de l'Université de Reims Champagne-Ardenne

Références (5 à 10 références bibliographiques) :

- Abtahi, M., N. Okhovat, R. Pourhosseini, et S. M. Hejazi. (2010). Improvement of soil strength by natural fibers. Présenté à Research to Design in European Practice, Bratislava, Slovak Republic.
- Akinwumi, I., P. O. Awoyera, et O. O. Bello. (2015). Indigenous earth building construction technology in Ota, Nigeria. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 14, 206-212.
- Baley, C. (2005). Fibres naturelles de renfort pour matériaux composites. *Techniques de l'ingénieur AM6 (AM5130)* 1-12.
- Binici, H., O. Aksogan, et T. Shah. (2005). Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material. *Construction and Building Materials*, 19 : 313-318.
- Binici, H., O. Aksogan, M. Nuri Bodur, E. Akca, et S. Kapur. (2007). Thermal isolation and mechanical properties of fibre reinforced mud bricks as wall materials. *Construction and Building Materials*, 21:901-6.
- Chaib Hachem (2017). Contribution à l'Etude des Propriétés Thermo-Mécaniques des Briques en Terre Confectionnée par des Fibres Végétale Locale. (Cas de la ville de Ouargla). Thèse de Doctorat. Université KASDI MERBAH – OUARGLA
- Harries, R., B. Saxton, et K. Coventry. (1995). The geological and geotechnical properties of earth material from central Devon in relation to its suitability for building in 'cob'. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts* 8, 441-444.
- Jamellodin, Z., Z. Talib, R. Kolop, et N. Noor. (2010). The effect of oil palm fibre on strength behaviour of soil. Présenté à 3rd SANREM conf, kota kinabalu, Malaysia.
- Karaky, H., Maalouf, C., Bliard, C., Moussa, T., El Wakil, N., Lachi, M., Polidori, G. (2018). Hygrothermal and acoustical performance of starch-beet pulp composites for building thermal insulation. *Materials*, 11(9) doi:10.3390/ma11091622
- Niang, I., Maalouf, C., Moussa, T., Bliard, C., Samin, E., Thomachot-Schneider, C., Mai T.H., Gaye, S. (2018). Hygrothermal performance of various typha-clay composite. *Journal of Building Physics*, 42(3), 316-335. doi:10.1177/1744259118759677
- Röhlen, U., C. Ziegert, et A. Mochel. (2013). Construire en terre crue: construction, rénovation, finitions. Paris: Éd. "Le Moniteur.
- Rowell M, Han S, et Rowell S. (2000). Characterization and factors effecting fiber properties. *Natural Polymers and Agrofibers Composites* 115-34.
- Tuan Anh Phung (2018). Formulation et caractérisation d'un composite terre-fibres végétales : la bauge, Thèse de Doctorat, Université de Caen Normandie

Les étudiants candidats au sujet de thèse proposé doivent fournir aux porteurs du sujet et leur directeur de laboratoire les pièces suivantes :

Pièces à joindre au dossier :

- Copie d'une pièce d'identité
- Copie du diplôme Master (DEA ou équivalent)
- Copies des relevés de notes licence (L3) et master (M1 et M2)
- Une lettre de motivation du candidat
- CV complet
- Justificatif activité professionnelle si salarié(e)

 **LES DOSSIERS INCOMPLETS SERONT REFUSÉS**