



Proposition de sujet de post-doctorat - Institut Clément Ader – **18 mois**
Dans le cadre de l'ANR « BOOST » accepté dans l'appel à projet générique 2021

Titre : Du coupon à la structure : des essais expérimentaux pour comprendre le comportement du bois contreplaqué

Démarrage souhaité : 01/10/2022

Le projet « **BOOST** » acronyme de « **le BOis pOur les STRuctures des véhicules** » a été accepté par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) dans le cadre de l'AAPG 2021. Il s'agit d'un Projet de Recherche Collaboratif en collaboration entre l'ICA à Toulouse et le LABOMAP à Cluny. Le projet est résumé ci-après et **le post-doctorat (18 mois) proposé à l'ICA s'intègre dans les points 2 et 3 (italiques)**.

Le bois est une ressource locale, à très faible empreinte carbone et renouvelable. Largement utilisé dans l'aéronautique mais aussi en automobile en tant que structure travaillante dans le passé, son réemploi aujourd'hui devient un enjeu de la bioéconomie. Dans ce domaine, des travaux récents montrent que le bois est un matériau « crédible » pour la substitution de matériaux métalliques dans les structures de véhicules. En outre, il contribue à leur allègement. Les résultats antérieurs de l'Institut Clément Ader démontrent les très bonnes qualités mécaniques du bois contreplaqué associé à des peaux métalliques ou composites en statique, impact et crash. Le LaboMap a pour sa part développé une méthode d'identification optique de l'orientation des fibres de chaque pli déroulé composant le contreplaqué. L'objectif scientifique de l'ANR BOOST est triple :

- 1) Définir une stratégie de modélisation jusqu'à rupture des contreplaqués en utilisant l'expérience acquise avec le Discrete Ply Model (DPM) de l'ICA. Ce dernier fait partie des meilleurs modèles de la littérature et permet de modéliser la rupture des stratifiés carbone/époxy dans de nombreuses configurations. Le DPM possède une forte capacité d'intégration de la problématique des variabilités et des défauts avec une programmation spécifique élément par élément ce qui permettra d'intégrer une cartographie de défauts pli par pli (Thèse en cours).
- 2) ***Caractériser mécaniquement complètement les plis en 3D ainsi que le collage afin de déterminer les paramètres matériaux nécessaires au modèle composite (DPM)***. Pour valoriser au mieux la ressource locale tout en maîtrisant les coûts, ces matériaux devront être pris en compte avec leurs défauts comme la présence des nœuds, les variations locales d'orientation des fibres induite par ces derniers et les fissurations induites lors du procédé de déroulage. L'objectif sera donc de générer une cartographie des plis en incluant ces caractéristiques et un relevé densitométrique, révélateur des caractéristiques mécaniques locales. La constitution de ces cartographies de propriétés sera réalisée sur la



ligne de déroulage industriel du LaBoMaP pour démontrer la faisabilité du transfert de technologie (Thèse au LABOMAP).

- 3) *Caractériser le contreplaqué à l'échelle de détails structuraux et réaliser puis tester un démonstrateur de crash-box. En effet, dans la perspective de démontrer l'intérêt des structures bois pour les moyens de transports, il n'est pas possible de se limiter à la caractérisation matériau et à une stratégie de modélisation éprouvée au niveau du coupon seul. Comme pour la certification des structures aéronautiques, une démarche multi-niveau de type « pyramide des essais » semble pertinente. Aussi, il est primordial de connaître le comportement de jonctions boulonnées à base de contreplaqué : influence de l'orientation des plis, jonction contreplaqué/contreplaqué, contreplaqué/aluminium et contreplaqué/composites. Les jonctions boulonnées ont été choisies car elles sont utilisées dans de nombreux domaines et n'ont pratiquement pas été étudiées dans les contreplaqués. Pour des véhicules de transport, il est aussi important de démontrer leur survivabilité. Ce point sera réalisé par le design d'une crash-box base bois qui sera testée en statique et en dynamique*

L'organisme d'accueil : l'Institut Clément Ader

L'Institut Clément Ader est un institut de recherche sous tutelle de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, l'Université Paul Sabatier, l'Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE-SUPAERO) et l'École des Mines d'Albi-Carmaux.

Les activités de l'Institut Clément Ader sont dédiées à l'étude des structures, des systèmes et des procédés mécaniques. Les travaux se focalisent sur la modélisation du comportement, l'étude de la durabilité et l'instrumentation des produits étudiés. Les effectifs de l'ICA sont voisins de 220 personnes dont 86 Enseignants-Chercheurs et 106 doctorants. **L'institut possède la plus grande équipe de chercheurs française dans le domaine des structures composites** et jouit d'une renommée nationale et internationale dans le domaine. L'institut a tissé des liens très forts avec l'industrie (Airbus, Safran, ArianeGroup...), ce qui permet une application directe des recherches effectuées.

L'Institut est organisé en 4 groupes de recherche :

- Matériaux et Structures Composites (MSC)
- Surface, Usinage, Matériaux et Outillages (SUMO)
- Modélisation des Structures, des Systèmes et des Microsystèmes (MS2M)
- Métrologie, Identification, Contrôle et Surveillance (MICS)

Encadrement :

Le post-doctorant sera inscrit à l'ISAE de Toulouse et sera situé à l'Institut Clément Ader.

Encadrement : Joël Serra (ISAE Supaéro) – Rémi Curti (IUT Tarbes)



Profil de poste :

Le poste est ouvert à des docteurs en mécanique des structures et des composites ayant un gout prononcé pour les éco-matériaux. Ce post-doctorat implique un fort travail expérimental, afin de mener la mise au point, la réalisation ainsi que l'analyse de plusieurs campagnes expérimentales. Sont envisagés sur des coupons des essais de traction/compression uni-axiale sur contreplaqué sain, trouée habité ou non, des essais DCB et ENF ainsi que des essais d'impact basse vitesse. On pourra aussi évaluer la résistance en compression après impact sur des éprouvettes de taille structurale avec un banc multiaxial utilisé dans le projet VIRTUOSE.

Les compétences indispensables :

- Mécanique des matériaux composites
- Première réalisation d'essais expérimentaux

Les compétences souhaitables :

- Connaissance du matériau bois
- Expérience sur les liaisons boulonnées
- Programmation en Python

Envoyez vos questions et vos candidatures à

Joël Serra : joel.serra@isae-supaero.fr

Rémi Curti : REMI.CURTI@iut-tarbes.fr

Références :

- [1] R. Guélou, F. Eyma, A. Cantarel, S. Rivallant, and B. Castanié, 'Crashworthiness of poplar wood veneer tubes', *Int. J. Impact Eng.*, vol. 147, p. 103738, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.ijimpeng.2020.103738.
- [2] R. Guélou, F. Eyma, A. CANTAREL, S. Rivallant, and B. Castanié, 'Dynamic crushing of wood-based sandwich composite tubes', *Mech. Adv. Mater. Struct.*, pp. 1–21, Oct. 2021, doi: 10.1080/15376494.2021.1991533.
- [3] J. Susainathan, F. Eyma, E. De Luycker, A. Cantarel, C. Bouvet, and B. Castanie, 'Experimental investigation of compression and compression after impact of wood-based sandwich structures', *Compos. Struct.*, vol. 220, pp. 236–249, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.compstruct.2019.03.095.
- [4] P. Wei, X. Rao, B. J. Wang, and C. Dai, 'A MODIFIED THEORY OF COMPOSITE MECHANICS TO PREDICT TENSILE MODULUS OF RESINATED WOOD', *WOOD Res.*, vol. 60, p. 16, 2015.
- [5] L. Denaud, L. Bleron, M. Krebs, and R. Marchal, 'Influence of Veneer Lathe Checks on Flexural Properties of Laminated Veneer Lumber', *Skellefteå*, Jun. 2011, pp. 528–533.
- [6] <https://ica.cnrs.fr/boost/> - site internet du projet ANR BOOST
- [7] <https://websites.isae-supaero.fr/virtuose/team/>