



Offre de thèse : Développement de nouvelles structures reconfigurables à partir de biocomposites élaborés par impression 4D

Contexte

Force est de constater que la gestion de l'énergie et des ressources font parties des enjeux majeurs d'innovation pour demain. Actuellement, les trackers solaires sont des plateformes pilotées par des actionneurs électro-mécaniques afin d'adapter l'inclinaison du panneau solaire à la course du soleil. Bien que cette action puisse conduire à une meilleure efficacité, elle coûte de l'énergie et requiert une maintenance qui est préjudiciable en environnement extrême comme des zones difficiles d'accès. Par ailleurs, les tournesols, plantes bien connues, savent s'orienter face au soleil (héliotropisme) et sont une source d'inspiration pour les actionneurs de demain [1].

Le projet de thèse a pour objectif **de développer une nouvelle génération de structures reconfigurables pour application en tracker solaires à partir de biocomposites hygromorphes élaborés par impression 4D**. Les biocomposites hygromorphes développés par le porteur du projet depuis 2015 [2][3][4] sont des matériaux multifonctionnels (à la fois capteurs et actionneurs) inspirés de structures biologiques (Fig 1a) qui changent de forme de manière autonome (sans apport extérieur d'énergie) sous une variation d'humidité grâce à leur architecture sous forme en bilame (Fig 1b).

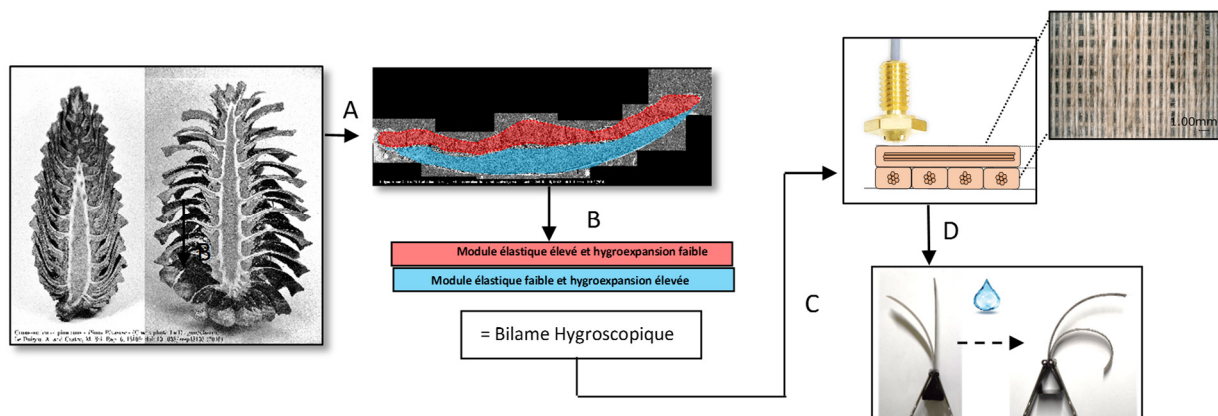


Figure 1(a) Représentation de la relation entre structure biologique, gestion des trajectoires d'impression et réalisation par impression 4D

Pour architecturer ces nouveaux matériaux, les technologies de fabrication additive comme l'impression 4D est à privilégier. Selon Tibbitts [5], il s'agit de la capacité de programmer des matériaux afin qu'ils changent de forme, de propriétés sous l'effet d'un stimulus. Ainsi, dans la mesure où les pièces imprimées disposent de fonction de capteurs et d'actionneurs, une partie de la chaîne de commande peut être supprimée réduisant ainsi leur défaillance.

Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse est de développer des **structures adaptatives réagissant aux variations d'humidité et de température en proposant une réponse directionnelle**. Leur conception s'inspire de structures biologiques héliotropes (e.g. Tournesol) et utilise les outils d'optimisation paramétrique/topologique, leur formulation se base sur l'usage de ressources renouvelables locales (biocomposites à partir de polymère et fibres végétales) alors que l'impression 4D est employée pour contrôler l'architecture pré-déterminée.

Déroulement de la thèse

Les travaux de thèse s'effectueront principalement à l'IRD (UBS-Lorient) au sein de l'équipe BIONICS (Biomimicry for innovative composite material : www.bionics-group.com) sous la direction d'Antoine le Duigou. L'étudiant sera co-encadré par Fabrizio Scarpa (Uni Bristol) et sera amené à séjourner ponctuellement au Bristol Composite Institute. L'étudiant disposera d'un cadre de travail optimal avec tous les outils de fabrication additives à disposition.

Compétences recherchées :

Pour ce projet de recherche nous recherchons un(e) étudiant(e) titulaire d'un Master 2 ou issu(e) d'une école d'ingénieurs dans le domaine des sciences des matériaux (polymères et composites) ou de la mécanique des matériaux. L'étudiant(e) devra être curieux (se), ouvert(e) aux différents aspects disciplinaires du projet (matériaux, mécanique, biologique, environnement), dynamique et prêt(e), à se déplacer ponctuellement en Angleterre. Des compétences en fabrication additive sont également requises tout comme un très bon niveau en anglais.

Le financement **est acquis** et contrat s'étend sur une période de 36 mois à partir de Septembre 2021

Pièces indispensables à fournir :

- Lettre de motivation (1 page maximum)
- Attestation du responsable de M2 /Ecole d'ingénieur mentionnant la moyenne de l'écrit, le rang, l'effectif de la promotion,
- Relevés de notes (licence, M1, diplôme d'ingénieur, diplômes étrangers)
- Relevé de notes du 1^{er} semestre de M2,
- Attestation provisoire de M2,
- Recommandations d'enseignants, d'enseignants-chercheurs, encadrants de stages,
- CV du candidat (1 page maximum)

Contacts :

Veuillez envoyer vos candidatures aux adresses suivantes :

Antoine.le-duigou@univ-ubs.fr

F.scarpa@bristol.ac.uk

Références :

- [1] JP. Vandenbrinka, Browna E, Harmerb S, Blackmana B. Turning heads: The biology of solar tracking in sunflower. *Plant Sci* 2014;224:20–6.
- [2] Le Duigou A, Castro M. Moisture-induced self-shaping flax-reinforced polypropylene biocomposite actuator. *Ind Crops Prod* 2015;71. doi:10.1016/j.indcrop.2015.03.077.
- [3] Le Duigou A, Requile S, Beaugrand J, Scarpa F, Castro M. Natural fibres actuators for smart bio-inspired hygromorph biocomposites. *Smart Mater Struct* 2017;26. doi:10.1088/1361-665X/aa9410.
- [4] Le Duigou A, Keryvin V, Beaugrand J, Pernes M, Scarpa F, Castro M. Humidity responsive actuation of bioinspired Hygromorph BioComposites (HBC) for adaptive structures. *Comp Part A Appl Sci Manuf* 2019;116:36–45.
- [5] Tibbits S. 4D Printing: Multi-Material Shape Change. *Arch Des* 2014;84:116–21. doi:<https://doi.org/10.1002/ad.1710>.