

## **Offre de thèse : matériaux biocomposites adaptatifs obtenus par machine learning et impression 4D**

### **Contexte :**

Dans le cadre de l'ANR REDESIGN4D (IRDL, INRAE et PIMM) et de l'essor de l'industrie du futur (soft robotique, robotique frugale...), nous développons de nouveaux matériaux architecturés adaptatifs à impact environnemental maîtrisé. Ils sont éco-conçus et produits à partir de ressources renouvelables et locales, en se basant sur le développement de concepts innovants comme l'impression 4D, de simulation numérique multi-physique et de machine learning. L'un des verrous demeure la complexité des relations entre performance et paramètres d'impression/slicing inhérent à toute démarche de fabrication additive.

### **Objectifs :**

- 1-La compréhension de la corrélation entre les paramètres du processus de fabrication additive et les propriétés hygromécaniques et de morphing (déplacement et effort générés) des matériaux imprimés via l'usage d'outils d'intelligence artificielle comme les réseaux de neurones artificiels.
- 2- Le développement d'un nouveau concept de biocomposites à architectures adaptative pour application dans divers secteurs (aéronautique, récifs artificiels, énergie, soft robotics, medical...)

### **Projet de recherche :**

La thèse sera co-encadrée par Antoine le Duigou (IRDL Lorient), Mickael Castro (IRDL Lorient) et Sofiane Guessasma (INRAE Nantes). Elle comprendra :

- Bibliographie (biocomposite, impression 3D/4D, matériau hygromorphe, machine learning...)
- Production des filaments à hautes performances
- Caractérisation des propriétés hygromécaniques (expansion, module élastique...) et de morphing (force de blocage, déplacement) en relation avec des combinaisons de paramètres du processus de fabrication
- Développement d'un outil d'aide à la décision par *deep machine learning* pour la sélection des paramètres de procédé et de tranchage en utilisant les réseaux de neurones et des approches d'apprentissage
- Conception, programmation, élaboration d'architectures adaptative
- Reporting et dissémination des résultats par des articles de journaux et communications dans des événements nationaux et internationaux ainsi que la participation aux réunions de consortium.

### **Compétences recherchées :**

Nous recherchons un(e) étudiant (e) titulaire d'un Master 2 ou équivalent avec de fortes compétences dans le domaine du génie mécanique (simulation et modélisation) et des sciences des matériaux (polymères et composites) et de la physique appliquée.

Le/La candidat(e) doit être curieux (se), ouvert(e) aux différents aspects disciplinaires du projet. Des compétences en fabrication additive sont également requises.

Le contrat s'étend sur une période de 36 mois avec une date de début en septembre/octobre.

### **Documents requis :**

- CV + lettre de motivation
- Certificat d'obtention du M2 ou du diplôme d'ingénieur mentionnant le classement et les notes
- Références pour recommandations (obligatoire)

### **Contacts :**

[Antoine.le-duigou@univ-ubs.fr](mailto:Antoine.le-duigou@univ-ubs.fr)

[Sofiane.guessasma@inrae.fr](mailto:Sofiane.guessasma@inrae.fr)

## **Thesis offer : Adaptative 4D printed biocomposite material obtained by machine learning**

### **Context :**

As part of the ANR REDESIGN4D (IRD L, INRAE and PIMM) and the rise of the industry of the future (soft robotics, frugal robotics, etc.), we are developing new adaptive architectural materials with controlled environmental impact. They are eco-designed and produced from renewable and local resources, based on the development of innovative concepts such as 4D printing, multi-physics digital simulation and machine learning. One of the obstacles remains the complexity of the relationships between performance and printing/slicing parameters inherent in any additive manufacturing process.

### **Objectives :**

- 1-Understanding the correlation between the parameters of the additive manufacturing process and the hygromechanical and morphing properties (displacement and force generated) of printed materials through the use of artificial intelligence tools such as artificial neural networks.
- 2- The development of a new concept of biocomposites with adaptive architectures for application in various sectors (aeronautics, artificial reefs, energy, soft robotics, medical, etc.)

### **Research project :**

The thesis will be co-supervised by Antoine le Duigou (IRD L Lorient), Mickael Castro (IRD L Lorient) and Sofiane Guessasma (INRAE Nantes). It will include:

- Bibliography (biocomposite, 3D/4D printing, hygromorphic material, machine learning, etc.)
- Production of high performance filaments
- Characterization of hygromechanical properties (expansion, elastic modulus, etc.) and morphing (blocking force, displacement) in relation to combinations of manufacturing process parameters
- Development of a decision support tool by deep machine learning for the selection of process and slicing parameters using neural networks and learning approaches
- Design, programming, development of adaptive architectures
- Reporting and dissemination of results through scientific articles and communications in national and international events as well as participation in consortium meetings.

### **Skills and knowledge :**

We are looking for a student holding a Master 2 or equivalent with strong skills in the field of mechanical engineering (simulation and modeling) and materials science (polymers and composites) and applied physics.

The candidate must be curious, open to the different disciplinary aspects of the project. Additive manufacturing skills are also required.

The contract runs for a period of 36 months with a start date in September/October.

### **Required documents :**

- CV + cover letter
- Certificate of obtaining the M2 or the engineering diploma mentioning the classification and the marks
- References for recommendations (mandatory)

### **Contacts :**

[Antoine.le-duigou@univ-ubs.fr](mailto:Antoine.le-duigou@univ-ubs.fr)

[Sofiane.guessasma@inrae.fr](mailto:Sofiane.guessasma@inrae.fr)