

## Proposition de stage

**Intitulé du sujet :** **Suivi de santé par émission acoustique : Développement de méthodes appropriées basées sur l'apprentissage machine**

**Encadrement :** **Emmanuel RAMASSO**, Maître de Conférences HDR ENSMM  
Institut FEMTO-ST – Départements Mécanique Appliquée / Automatique et Systèmes Micro-Mécatroniques  
26 chemin de l'Épitaphe – 25000 Besançon  
[emmanuel.ramasso@femto-st.fr](mailto:emmanuel.ramasso@femto-st.fr)  
03-81-66-69-49



**Nathalie GODIN**, Maître de Conférences HDR INSA de Lyon  
Laboratoire MATEIS  
Bât. Blaise Pascal, 1<sup>er</sup> étage, 7 avenue Jean Capelle 69621 Villeurbanne  
[nathalie.godin@insa-lyon.fr](mailto:nathalie.godin@insa-lyon.fr)  
03-72-43-80-73

**Vincent PLACET**, IR HDR Université Franche-Comté  
Institut FEMTO-ST – Département Mécanique Appliquée  
26 chemin de l'Épitaphe – 25000 BESANCON  
[vincent.placet@univ-fcomte.fr](mailto:vincent.placet@univ-fcomte.fr)  
03-81-66-60-55

**Durée** 5-6 mois

**Lieu** Majoritairement à l'Institut FEMTO-ST – Département Mécanique Appliquée, déplacements réguliers (pris en charge) à Lyon (INSA)

**Gratification** Environ 550 €/mois

### Contexte

Les matériaux composites deviennent incontournables pour la réalisation de pièces structurales à hautes performances pour les applications liées aux domaines de l'aéronautique et du transport. Cependant, les modèles d'endommagement disponibles à ce jour pour la prédiction du comportement de ces matériaux sous sollicitations mécaniques manquent de précision notamment du fait des défauts introduits lors du processus de fabrication.

Ces dernières années, les mondes académique et industriel se sont particulièrement penchés sur la technique de l'émission acoustique (EA) qui a montré d'étonnantes capacités pour l'évaluation non-destructive et en temps réel de pièces structurales. L'EA permet notamment de détecter des endommagements à la fois micro et macrostructuraux ce qui la rend particulièrement intéressante pour aider à améliorer la compréhension de l'initiation et de la propagation des endommagements et *in fine* palier le manque de précision des modèles physiques prédictifs et ainsi assurer un suivi de santé des structures en utilisation.

L'inconvénient de l'EA porte sur le traitement des informations massives et complexes acquises sur de multiples capteurs à des fréquences d'échantillonnage élevées (2-20 Mhz). Les méthodes traditionnellement utilisées pour déduire l'état d'endommagement d'un matériau à partir des signaux collectés nécessitent un ensemble d'opérations relativement coûteuses en temps de calcul et reposant sur des hypothèses limitant leur utilisation et la généralisation des résultats. Ce stage a pour objectif d'explorer et développer de nouvelles méthodes issues de l'apprentissage machine et de l'intelligence artificielle en vue d'exploiter au mieux les données d'EA pour améliorer la caractérisation et le suivi de santé de matériaux

et structures avec cette technique. Les données considérées seront issues de matériaux composites constitués de divers renforts (verre, carbone, biosourcés) utilisés dans le domaine de l'aéronautique et du transport.

Dans les grandes lignes, le stage pourra s'organiser ainsi :

Tâche 1 (M0+2 mois) :

Prise en main des systèmes d'acquisition disponibles dans les laboratoires

Prise en main des méthodes d'analyse de données standard.

Livrables :

Rapport de synthèse

Boîte à outils *open-source* pour l'analyse de données massives issues d'essais quasi-statiques et de fatigue (à partir de codes existants développés dans les laboratoires)

Développement d'un *benchmark*.

Tâche 2 (M0+5 mois) :

Etude d'une méthode d'apprentissage machine développée au laboratoire

Formalisation mathématique de l'approche

Comparaison aux méthodes standards

Livrable :

Synthèse des résultats

Démonstration d'une faisabilité pour la caractérisation et le suivi de santé en service.

Tâche 3 (tout au long du stage) :

Rédaction du rapport

Préparation à la soutenance par des présentations en réunions d'équipe

Le stage se déroulera majoritairement à Besançon (Dép. Mécanique Appliquée, proche du campus de la Bouloie). Des déplacements réguliers (pris en charge) seront à prévoir sur le site de l'INSA de Lyon.

Présentation des laboratoires : FEMTO-ST sur <http://www.femto-st.fr> et MATEIS sur <http://mateis.insa-lyon.fr>. Le stage est financé par un projet d'investissement d'avenir « labex ACTION » ([www.labex-action.fr](http://www.labex-action.fr)).

## Profil requis

- Etudiant(e) en master ou élève-ingénieur(e) avec une formation dans le domaine des **matériaux**.
- Compétences en programmation : connaissance de **Matlab** indispensable ; la connaissance du langage Java et/ou langage C serait un plus.
- Intérêt pour la **recherche** et le **développement** de solutions innovantes.
- Intérêt pour les méthodes de traitement du signal, le filtrage, les statistiques, l'instrumentation.
- Ouvert(e) d'esprit, motivé(e), sera amené(e) à travailler en équipe et prendra part à des réunions de projets où l'étudiant(e) y présentera l'avancement de ces travaux.
- Anglais lu, écrit.

## Modalités de candidature

Les candidat(e)s devront transmettre un **CV** et toute information jugée utile informant de la qualité de la **candidature** (notes, classements, recommandations ...) à [emmanuel.ramasso@femto-st.fr](mailto:emmanuel.ramasso@femto-st.fr).