



LABORATOIRE  
INTERDISCIPLINAIRE  
DES ENVIRONNEMENTS  
CONTINENTAUX



## SUJET DE STAGE MASTER 2 ANNEE 2020

**TITRE DU PROJET :** Développement d'une méthode de déconvolution pour le traitement quantitatif de données acquises par microscopie à force atomique (AFM).

**MOTS CLEFS :** Microscopie à Force Atomique (AFM), Résolution spatiale, Imagerie, Artefact, Pointe AFM, déconvolution.

**ENCADREMENT :**

- Audrey Beaussart  
Tél : 03 72 74 47 26  
e-mail : [audrey.beaussart@univ-lorraine.fr](mailto:audrey.beaussart@univ-lorraine.fr)
- Marc Offroy  
Tél : 03 72 74 47 06  
e-mail : [marc.offroy@univ-lorraine.fr](mailto:marc.offroy@univ-lorraine.fr)
- Angéline Razafitianamaharavo  
Tél : 03 72 74 47 11  
e-mail : [angelina.razafi@univ-lorraine](mailto:angelina.razafi@univ-lorraine)
- Jérôme Duval  
Tél : 03 72 74 47 20  
e-mail : [jerome.duval@univ-lorraine.fr](mailto:jerome.duval@univ-lorraine.fr)

**LIEU DU STAGE :** Université de Lorraine, CNRS, LIEC, UMR 7360, F-54000 Nancy, France.

**CONTEXTE :**

Depuis son invention en 1986, les applications de la microscopie à force atomique (AFM) n'ont cessé d'évoluer et de se diversifier, permettant de soulever un certain nombre de verrous -en particulier biologiques- *via* la visualisation, par exemple, de fines structures composant les surfaces cellulaires. A la différence de la microscopie électronique, l'AFM permet en effet d'analyser des bio-surfaces de manière non-invasive en conditions physiologiques. Cependant, les résultats obtenus par AFM sont susceptibles d'être biaisés par plusieurs artefacts liés au principe même de la mesure qui repose sur l'utilisation d'une sonde (pointe) de géométrie diverse et dont la taille caractéristique avoisine souvent les dimensions des structures à imager, générant ainsi des phénomènes de convolution qui diminuent la résolution latérale accessible par cette technique.

En plus d'être un outil d'imagerie, l'AFM utilisée en mode spectroscopie de forces offre la possibilité d'accéder à certaines propriétés mécaniques et physico-chimiques de l'échantillon. La cartographie des déterminants *e.g.* nanomécaniques cellulaires (module d'Young) ou encore la détection et la manipulation de biomolécules décorant les objets biologiques requièrent la prédéfinition d'un certain nombre de paramètres imposés par l'utilisateur de la machine, tels que la force d'appui maximum, la taille de pixel ou encore la vitesse d'indentation et de retrait de la pointe. Afin de réaliser une interprétation quantitative des résultats obtenus, il apparaît essentiel de comprendre précisément l'influence de chacun de ces paramètres sur les caractéristiques physico-chimiques obtenues par la mesure et de proposer des solutions du type traitement du signal (*e.g.* déconvolution) pour améliorer l'imagerie d'objets micrométriques et/ou nanométriques.

**DEVELOPPEMENT DU SUJET DE STAGE :**

Les objectifs de ce stage sont multiples. Dans un premier temps, le (la) candidat(e) définira un plan d'expérience dans le but d'identifier les paramètres instrumentaux influençant la résolution spatiale qu'il est possible d'obtenir avec l'instrument AFM. Ce premier travail s'effectuera sur des échantillons « idéaux » *i.e.* pour lesquels les tailles et espacements de motifs sont connus et qui ne subissent pas de déformations mécaniques sous l'effet de la pointe. En comparant les dimensions obtenues par imagerie AFM à la taille théorique des objets, il s'agira de proposer une méthode de déconvolution de pointe permettant de remonter à la morphologie réelle du substrat. Cet algorithme sera alors appliqué à des images d'échantillons biologiques réels de taille nanométrique afin d'appréhender au mieux leurs dimensions. Dans un deuxième temps, des cartographies nanomécaniques d'échantillons microbiologiques (*e.g.* bactéries et micro-algues) seront obtenues dans différentes conditions expérimentales afin d'évaluer l'influence du rapport signal sur bruit et d'optimiser les paramètres d'acquisition en spectroscopie de force. Ce stage, à l'interface entre physico-chimie, traitement du signal et microbiologie, permettra à l'étudiant(e) d'acquérir une expertise solide en imagerie et spectroscopie de force AFM, ce qui peut être un véritable atout pour une poursuite en thèse.

**Durée du stage :** 6 mois à partir du 01/01/2020

**Pour postuler,** envoyer une lettre de motivation, un CV et le relevé de notes de Master.

**COMPETENCES REQUISES :**

Le (la) candidat(e) devra avoir des compétences solides en mathématiques (notamment statistiques, calcul matriciel). Des connaissances en physico-chimie et quelques notions (même si seulement théoriques) en AFM seraient appréciées. Il (Elle) devra également avoir une certaine autonomie en programmation (MATLAB notamment) et un goût particulier pour l'expérimentation.