

# Implémentation d'un code Python pour l'analyse de la validité de courbes de force en microscopie à sonde locale basée sur des algorithmes de *Deep Learning*

Laboratoire de Physique des Nanomatériaux et Energie (LPNE)  
Institut Matériaux  
Université de Mons (UMONS)

Philippe LECLERE  
[philippe.leclere@umons.ac.be](mailto:philippe.leclere@umons.ac.be)

La connaissance des propriétés physiques et chimiques à la nanoéchelle des matériaux est essentielle afin de comprendre et d'ensuite prédire le comportement macroscopique de ceux-ci. Parmi les techniques de caractérisation expérimentale, les microscopies à sonde locale représentent une famille d'instruments de mesure de plus en plus pertinents. De manière à établir une cartographie quantitative de ces propriétés, il est important d'enregistrer, pour chaque pixel de l'image, l'évolution de la force en fonction de la distance séparant la pointe du microscope et l'échantillon analysé. Il s'agit des courbes de force.

Pour ce faire, nous aurons donc recours à des techniques récentes de microscopies à sonde locale (Peak Force Tapping, imAFM, Nano Dynamic Mechanical Analysis, ...) pour générer un ensemble de courbes de force sur une série de matériaux choisis comme modèles (films polymères, nanocomposites, hydrogels, ...). Les propriétés mécaniques (comme le module de rigidité, l'adhésion, la déformation, l'indentation) ou viscoélastiques (module de stockage, module de perte) sont ensuite obtenues grâce à l'utilisation de modèles théoriques décrivant le contact mécanique entre la pointe et l'échantillon. Les modèles existants (souvent complexes) sont généralement adaptés pour un type de matériau donné (polymère, céramique, ...).

Préalablement à cette analyse détaillée, il est primordial de s'assurer que toutes ces courbes de force sont pertinentes. Au départ des données initiales, des algorithmes d'apprentissage (basé sur le *deep learning*) seront mis en œuvre, afin de minimiser l'intervention de l'utilisateur, en « triant » au préalable les courbes de force sur base de critères objectifs.

Le stage proposé a pour but essentiel de produire un code (Python) qui permettra, via la création d'une interface graphique, le tri de nombreuses courbes de force. Le/la candidat.e devra posséder de bonnes connaissances en programmation (Python). Il/elle devra intégrer un ensemble de modules (déjà existants au laboratoire ou à créer) au sein du futur code. Il/elle interagira fortement avec les chercheurs qui effectueront les mesures expérimentales (obtention des courbes de force) qui serviront à la validation du code.