

Thomas De Muijlder, Philippe Leclère

Laboratoire de Physique des Nanomatériaux et Energie (LPNE)
Institut de Recherche en Sciences et Ingénierie des Matériaux
Université de Mons (UMONS)
B 7000 Mons, Belgique.

Il est désormais possible de caractériser à la nanoéchelle les propriétés mécaniques, électriques, chimiques, thermiques d'un échantillon et cela avec des temps de mesures de plus en plus courts. En effet, le développement des techniques de microscopie à sonde locale (*Scanning Probe Microscopy, SPM*) et, en particulier, les nombreux modes d'acquisition, nous donne accès à de très grandes quantités de données. Une fois acquises, vu leur nombre, ces données doivent être analysées et décrites à l'aide d'outils statistiques. Dans ce cadre, il existe de nombreuses méthodes statistiques que l'on rassemble dans l'Analyse Exploratoire de Données (AED).

Dans notre recherche, nous avons écrit un programme (codé en Python) facilitant l'usage d'une partie de ces méthodes. Nous nous sommes concentrés sur le regroupement de données non supervisées (*Data Clustering*) au moyen d'algorithmes de type *KMeans* ou *Gaussian Mixed Model (GMM)* afin d'identifier les différentes populations présentes dans des cartographies AFM. Le programme possède également plusieurs options de visualisation des données : histogrammes, boxplots et violinplots.

Le programme a été conçu de manière à proposer à l'utilisateur une procédure d'analyse simple et rapide permettant une détection multidimensionnelle des différentes zones des échantillons, et ce de manière indépendante de l'utilisateur. Pour en faciliter l'utilisation aux personnes non-familière à la programmation, nous avons ajouté au programme une interface graphique.

Le programme est actuellement utilisé pour l'analyse de nos données au sein du laboratoire sur différents types de matériaux (mélanges de polymères (Figure1), nanocomposites, nanodiélectriques, hydrogels, matériaux piézoélectriques, ou colles d'origine biologique [1]).

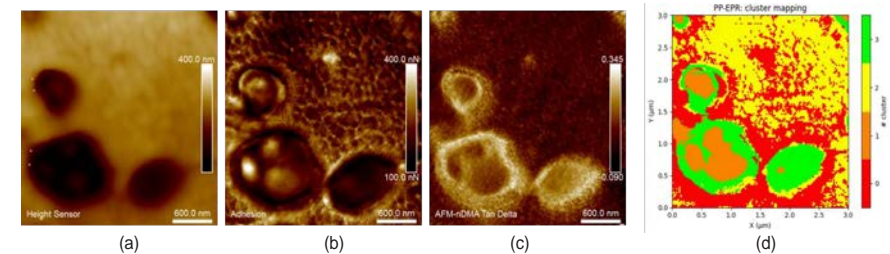


Figure 1 Images AFM en mode *Fast Force Volume nano Dynamic Mechanical Analysis (n-DMA)* d'un mélange de Polypropylène (PP) et d'Éthylène Propylène Rubber (EPR): (a) Topographie, (b) Adhésion, (c) $\tan \delta$ et (d) Résultats de l'analyse par *KMeans* (avec 4 clusters).

Références

- [1] Lefevre, M.; Tran, T. Q.; De Muijlder, T.; Pittenger, B.; Flammang, P.; Hennebert, E.; Leclère, Ph., *Front. Mech. Eng.* **2021**, *7*, 667491.