

# Techniques de mesures des propriétés piézoélectriques et flexoélectriques de matériaux par microscopie à sonde locale

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)

Dans les technologies modernes qui visent à collecter et transformer l'énergie mécanique en énergie électrique, les matériaux piézoélectriques et flexoélectriques jouent un rôle essentiel.

En physique de la matière condensée, la **flexoélectricité** est la propriété d'un matériau diélectrique par laquelle un gradient de déformation induit une polarisation électrique. Mathématiquement, la flexoélectricité est représentée par un tenseur de rang 4. La polarisation créée par effet flexoélectrique peut ainsi s'écrire avec des notations usuelles:

$$P_i = \mu_{ijkl} \frac{\partial \epsilon_{jk}}{\partial x_l}$$

De la même manière qu'il existe les effets piézoélectriques *directs* et *inverses*, il existe également un effet flexoélectrique inverse qui relie la contrainte à un gradient de champ électrique :

$$T_i = \mu_{ijkl} \frac{\partial E_{jk}}{\partial x_l} \text{Le}$$

Contrairement à la piézoélectricité, la flexoélectricité est permise par symétrie dans tous les matériaux. Le tenseur flexoélectrique le plus simple est celui d'un cristal cubique car il ne contient trois coefficients indépendants ( $\mu_{1111}$ ,  $\mu_{1122}$ ,  $\mu_{1212}$ ).

Le stage proposé a pour but essentiel d'établir, au travers d'une étude bibliographique, un inventaire critique des techniques expérimentales qui visent à mesurer les propriétés piézo- et flexoélectriques à la nanoéchelle des matériaux comme la *Piezoresponse Force Microscopy* (PFM) disponible au laboratoire.

## Référence :

[1] Thanh D. Nguyen, Sheng Mao, Yao-Wen Yeh, Prashant K. Purohit, and Michael C. McAlpine, *Nanoscale Flexoelectricity*, *Advanced Materials*, **25** (7) 2013, 946-974.