

Proposition de Thèse

Effet chimiomécanique dans les films de cristaux liquides chiraux : vers la réalisation d'une nano-pompe moléculaire

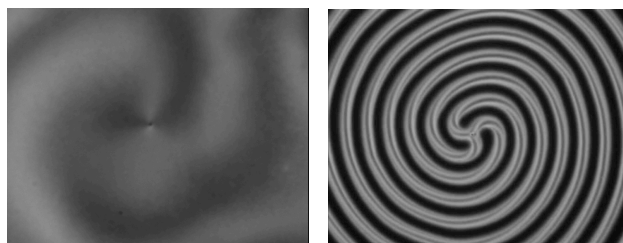
Laboratoire de physique ENS Lyon, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand*

Encadrants : Patrick Oswald, Alain Dequidt*

Contact : patrick.oswald@ens-lyon.fr

Il existe en thermodynamique des processus irréversibles de nombreux effets croisés qui satisfont au principe de réciprocité d'Onsager. Citons, par exemple, les effets thermoélectriques Seebeck et Peltier utilisés pour fabriquer des thermocouples et des éléments à effet Peltier.

Récemment, nous avons étudié un effet thermomécanique du même type. Il s'agit de l'effet Leslie dans les cristaux liquides cholestériques (nématiques chiraux torsadés). Dans ce cas, un gradient de température exerce un couple sur les molécules chirales, provoquant leur rotation continue [1]. Plusieurs expériences ont permis de mettre en évidence ce phénomène (photos ci-dessous).



Sous l'action d'un gradient thermique et du couple de Leslie qu'il induit, ces textures tournent à vitesse constante. A gauche, on voit les branches d'extinction d'une ligne de disinclinaison dans un échantillon planaire [2], à droite une spirale triple de doigts cholestériques [3].

Un groupe japonais a également mis en évidence récemment l'équivalent chimique de l'effet Leslie [4]. Dans leur expérience, des molécules chirales déposées en couche de Langmuir à la surface d'un mélange eau-glycérine se mettent à tourner lorsque les molécules d'eau diffusent au travers de la couche. Le même phénomène est observé lorsque des molécules (d'eau ou d'alcool méthylique, par exemple) diffusent au travers d'un film libre de cristal liquide ferroélectriques du type Smectique C* [5]. Dans ces phases, les molécules chirales s'arrangent dans des couches parallèles et forment une structure en hélice dans la direction normale aux couches.

Nous proposons de reprendre ces expériences et d'améliorer les mesures de vitesse de rotation en « nettoyant » les films et les monocouches de leurs défauts texturaux grâce à l'application d'un champ magnétique transitoire. Nous étudierons ensuite l'effet inverse. Plus précisément, les molécules chirales seront mises en rotation forcée à l'aide d'un champ magnétique tournant, entraînant une modification du flux de molécules au travers du film. En mesurant cet effet, nous vérifierons que chaque molécule chirale se comporte comme une nano-pompe dont le comportement sera étudié en fonction de sa chiralité intrinsèque et de la nature de la molécule diffusante. Nous proposons également de simuler ces phénomènes en dynamique moléculaire. Une collaboration avec J. Ignès-Mullol de l'université de Barcelone est envisagée sur les couches de Langmuir.

[1]A. Dequidt, G. Poy, P. Oswald, *Soft Matter*, **12** (2016) 7529 ; [2] ; P. Oswald, A. Dequidt, *EPL*, **83** (2008) 16005 ; [3] Ibid, *Phys. Rev. E*, **77** (2008) 051706 ; [4] Y. Tabe, H. Yokoyama, *Nature Mater.*, **2** (2003) 806 ; [5] K. Seki et al., *J. Phys. Cond. Mat.*, **23** (2011) 284114.