



Experiment title: **ORGANISATION DE NANO-PARTICULES METALLIQUES DANS UN FILM CRISTAL LIQUIDE SMECTIQUE**

Organization of metallic nano-particles in smectic liquid crystal films

Experiment number:

02-02/719

Beamline:

D2AM

Date of experiment:

from: 18-07-2008 to: 22-07-2008

Date of report:

21-11-2008

Shifts:

Local contact(s):

N. Boudet

Received at ESRF:

Names and affiliations of applicants (* indicates experimentalists):

LACAZE Emmanuelle* et **GOLDMANN Michel***, INSP, CNRS UMR7588, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, 140 rue de Lourmel, 75015 Paris, France

ALBA Michel*, LLB, CEA-CNRS UMR12, CEA-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

ZAPPONE Bruno*, LiCryL, Università della Calabria, 87036 Rende, Italie

BAROIS Philippe*, CRPP, CNRS UPR8641, Centre de Recherche Paul Pascal, 115 Avenue Schweitzer, 33600 Pessac, France

Report:

Dans le cadre d'une ANR intitulée « nano-particules et cristaux liquides », nous développons des systèmes de réseaux dans des films cristal liquide orientés par un substrat cristallin, contraints par des ancrages antagonistes, dont on veut contrôler la période et la structure interne, en particulier avec l'épaisseur comme paramètre externe. Nous travaillons avec le 8CB comme cristal liquide smectique et, en parallèle, avec deux substrats monocristallins, induisant tous deux un ancrage planaire aux molécules, le MoS₂ [1] et le mica [2]. L'idée consiste à utiliser les réseaux de « stries huileuses » qui sont le fruit de la relaxation aux contraintes d'ancrage antagoniste aux deux interfaces [3, 4], pour, dans un deuxième temps, y auto-organiser des nano-particules d'or ou d'argent.

Au cours de l'expérience effectuée sur D2AM en juillet 2008, nous nous sommes concentrés sur le système 8CB/mica, qui présente le grand intérêt d'orienter le réseau suivant une seule direction, déterminée par l'ancrage planaire des molécules (figure 1).

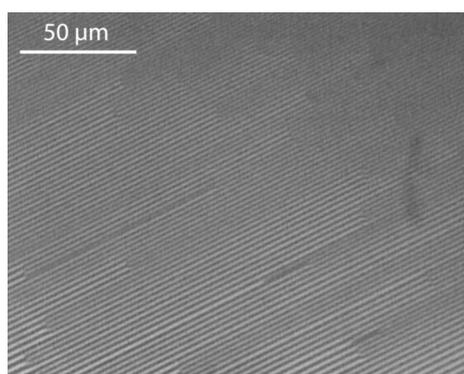


Fig. 1a : Image de microscopie optique de 8CB (500nm d'épaisseur) sur mica, avec une très bonne orientation des stries huileuses.

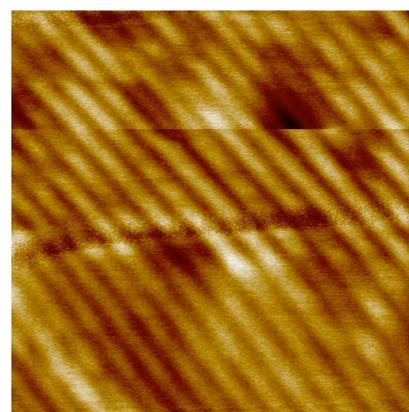


Fig. 1b : Image d'AFM (18μmx18μm) de la surface des stries huileuses, en rouleaux, comme le modèle le prévoit (voir fig. 2)

Nous avons tout d'abord établi qu'en film épais (épaisseur de l'ordre de 2 μm), la structure interne du cristal liquide correspond au modèle récemment développé à partir d'expériences de microscopie optique [4] qui décrit les stries huileuses comme des couches smectiques superposées en hémicylindres concentriques, les rouleaux (figure 1), et rend compte de la variation de taille des rouleaux en fonction de leur épaisseur, h (fig. 2). La présence de plans de courbure (flèche sur la figure 2b) est en particulier

responsable de la montée d'intensité aux grands angles α , de type $1/\cos \alpha$ (α est l'angle entre le vecteur de diffusion et le plan du substrat). En revanche des anomalies sont observées en diffraction pour des films inférieurs à 1 micron (Fig. 3a), avec un signal élevé pour les angles α intermédiaires (les couches smectiques dont l'orientation se situe autour de 45° par rapport au substrat) qui résulterait de la structure intime du joint de grain. On s'attend en effet à ce que la zone autour des désorientations maximales, proches de 90° , entre couches smectiques de part et d'autre du joint de grain, soit plus complexe que dans le modèle proposé. Il s'agit donc par la suite d'étudier des échantillons d'épaisseur variable et bien contrôlée, en utilisant la méthode de préparation développée par B. Zappone à partir des propriétés de mouillage du 8CB sur mica en phase nématique [4], que nous couplons actuellement à la microscopie à force atomique pour lier directement la période des rouleaux observée par microscopie optique à l'épaisseur du film.

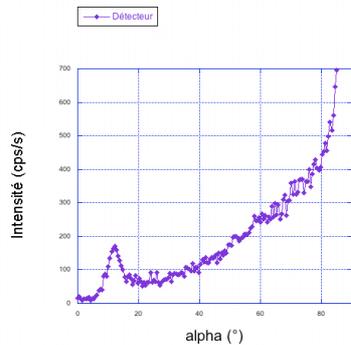


Fig. 2a : intensité diffractée (en cps/s) en fonction de l'angle α entre le vecteur de diffusion et le plan du substrat quand le vecteur d'onde varie depuis une orientation parallèle au substrat ($\alpha=0^\circ$) à une orientation perpendiculaire ($\alpha=90^\circ$), en film épais (de l'ordre de $2 \mu\text{m}$)

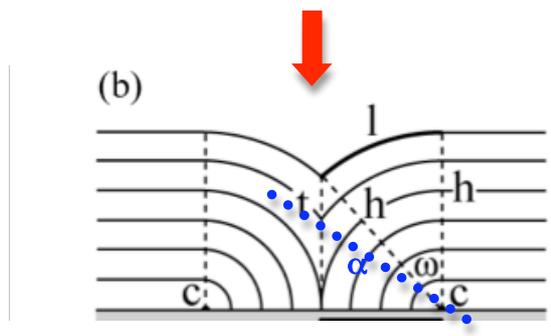


Fig. 2b : Modèle de « strie huileuse ». Les couches smectiques sont « vue de côté ». Un angle α est indiqué en bleu.

Par ailleurs, on observe par microscopie optique que l'humidité modifie les structures de stries huileuses, avec la mise en place de rouleaux de grande taille, au détriment des petits rouleaux, pour une même épaisseur. Nous avons montré que cette transformation est également mise en évidence par diffraction des rayons X, comme sur la figure 3, en film mince. Ces résultats démontrent qu'à grande humidité, le modèle [4] n'est plus valable, probablement parce que la géométrie des molécules imposée par le substrat de mica a évolué avec l'humidité. L'étude en fonction de l'humidité permettra donc de comprendre le lien entre géométrie d'ancrage et structure des stries huileuses, au-delà du cas modèle, d'ancrage strictement planaire [4].

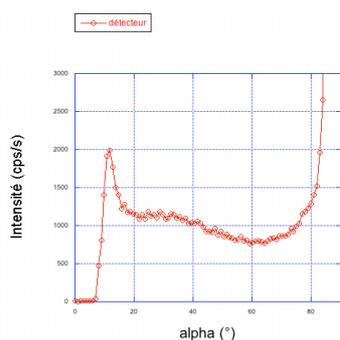


Fig. 3a : intensité diffractée (en cps/s) quand le vecteur d'onde varie depuis une orientation parallèle au substrat ($\alpha=0^\circ$) à une orientation perpendiculaire ($\alpha=90^\circ$), en film mince (inférieur à $1 \mu\text{m}$)

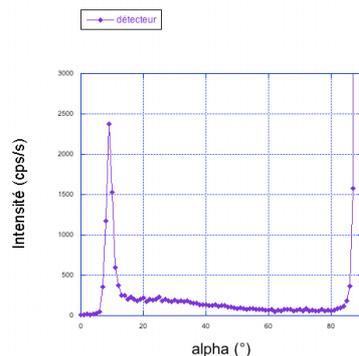


Fig. 3b : intensité diffractée (en cps/s) du film mince de la figure 3a, après exposition de 2h à l'humidité (environ 40%RH)

Références

- [1] E. Lacaze, J. P. Michel et al., Phys. Rev. E **69** (2004) 041705 [2] B. Zappone, Ph. Richetti, R. Barberi, R. Bartolino, and H. T. Nguyen, Phys. Rev. E **71** 041703 (2005). [3] J P. Michel, E. Lacaze et al., Phys. Rev. E **70** (2004) 011709 [4] B. Zappone et E. Lacaze, Phys. Rev. E (2008), sous presse.