



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 02 707

Beamline:

D2AM

Date of experiment:

from: 18-04-2007 to: 23-04-2007

Date of report:

07-10-2007

Shifts:

Local contact(s):

N. Boudet

Received at ESRF:

Names and affiliations of applicants (* indicates experimentalists):

LACAZE Emmanuelle* et **GOLDMANN Michel***, INSP, CNRS UMR-7588, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, 140 rue de Lourmel, 75015 Paris, France

ALBA Michel*, LLB, CEA-CNRS UMR-12, CEA-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France

SELLAME Houda*, LiCryL, Università della Calabria, 87036 Rende, Italie

Report:

Dans le cadre d'une ANR intitulée « nano-particules et cristaux liquides », nous développons des systèmes hybrides cristal liquide (CL) / nano-particules (NPs) métalliques, à partir de films smectiques de 8CB orientés par un substrat cristallin. Nous travaillons en parallèle sur deux substrats monocristallins, induisant tous deux un ancrage planaire aux molécules CL, 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], pour y auto-organiser des particules d'or ou d'argent.

Au cours de l'expérience effectuée sur D2AM en avril 2007, nous avons tout d'abord démontré que, en présence de NPs d'argent, la matrice CL se détériore beaucoup plus vite que sans NP, sous l'influence probable de l'échauffement des particules sous faisceau de rayons X. Nous avons donc décidé d'explorer de façon préférentielle les systèmes mixtes par AFM et spectrophotométrie UV-visible pour consacrer la diffraction des rayons X aux auto-organisations de cristaux liquides purs.

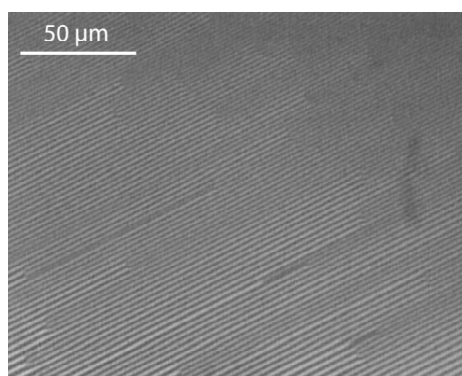


Fig. 1 : Image de microscopie optique de 8CB (500nm d'épaisseur) sur mica, avec une très bonne orientation des stries huileuses.

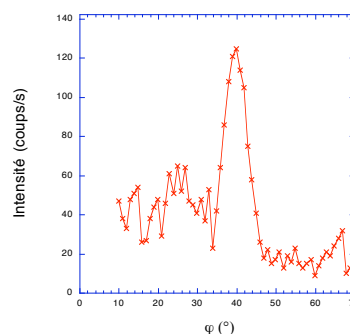


Fig. 2 : Intensité diffractée ($Q = 0.2\text{\AA}^{-1}$) en fonction de l'orientation azimuthale de l'échantillon.

Nous avons ensuite étudié la structure du réseau de stries huileuses sur mica, ce qui nous ouvre maintenant la possibilité d'utiliser une matrice CL organisatrice de NPs aux propriétés complémentaires de la matrice sur MoS₂. Le grand avantage du mica par rapport au MoS₂ est d'orienter le réseau suivant une seule direction déterminée par l'ancrage planaire des molécules, de telle sorte qu'on s'attend à pouvoir créer un réseau ordonné de NPs à très grande échelle, ce que ne permet pas un substrat de MoS₂ (ancrage dégénéré) [1]. Pour vérifier cette bonne définition d'ancrage sur mica, nous avons identifié les alignements correspondant à la présence de stries huileuses dans le film smectique par Microscopie optique (fig. 1) et mis en évidence la présence des couches smectiques à la même orientation, quasi-perpendiculaires au substrat, par un balayage en φ de l'échantillon (fig. 2).

Nous avons mis en évidence le rôle de l'humidité qui induit la mise en place d'une épaisseur seuil, en deçà de laquelle, il n'y a pas de rotation des couches. Ceci est lié à la modification de l'énergie d'ancrage sur le

substrat en présence d'humidité. Nous avons donc maintenant mis en place un capot sur notre four porte-échantillon qui permettra dans le futur de travailler sous vide ou sous atmosphère contrôlée (sèche ou à humidité contrôlée), pour permettre une étude du rôle de l'énergie d'ancrage sur les stries huileuses.

En travaillant sur film épais nous avons mis en évidence les caractéristiques suivantes :

- en films d'épaisseur intermédiaire (autour de $1\mu\text{m}$), les couches smectiques tournent de façon proche des films minces sur MoS_2 , c'est-à-dire en hémicylindre donnant une intensité de diffraction localisée sur un cercle de l'espace réciproque défini par l'ancrage planaire sur le substrat (fig. 3). Cependant la mosaïcité azimuthale (dans le plan de l'échantillon) est importante (8° /fig. 2), signe de la présence des défauts entre quarts de cylindre qui remplacent les plans de courbure (flèche rouge sur la fig. 3a). Afin de déterminer la structure de ces défauts, sur le modèle de notre étude des disinclinaisons sur MoS_2 [4], une étude de l'évolution en épaisseur de ces spectres est maintenant indispensable, en particulier une comparaison avec les films minces qui ne présentent pas de réseaux de défauts.

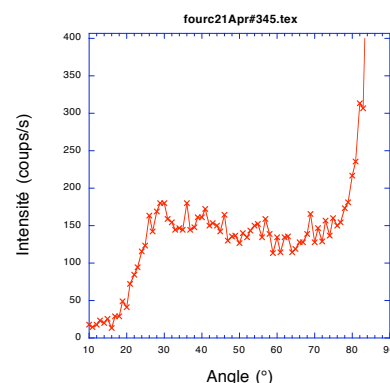
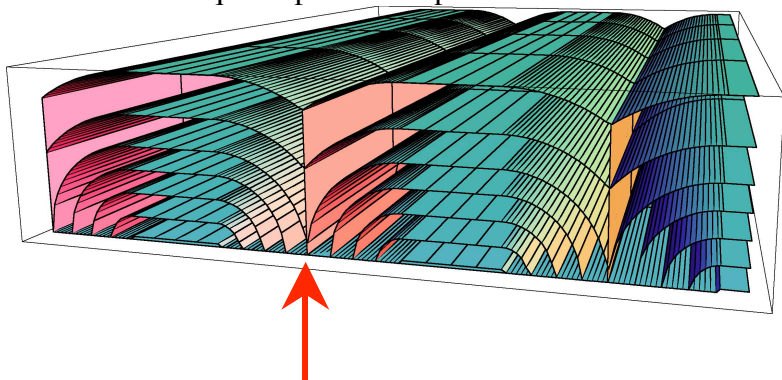


Fig. 3a : Schéma des stries huileuses associées à une rotation des couches en quart de cylindre, avec des plans de courbure entre quarts de cylindre (flèche).

Fig3b : cercle dans l'espace réciproque associé à la rotation des couches.

- en films épais (autour de $2\mu\text{m}$), nous avons mis en évidence la bifurcation entre réseaux de stries huileuses et réseaux de coniques focales (fig. 4 et 5) à partir d'un échantillon d'épaisseur intermédiaire, qui présentait les deux structures en même temps. Il s'agit maintenant de maîtriser parfaitement l'épaisseur des échantillons pour les étudier avant, pendant et après la bifurcation, en profitant de la nouvelle méthode de préparation développée par B. Zappone à partir des propriétés de mouillage du 8CB sur mica en phase nématique.

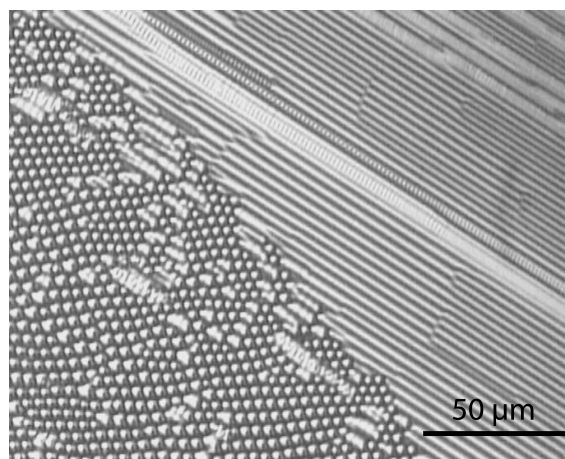
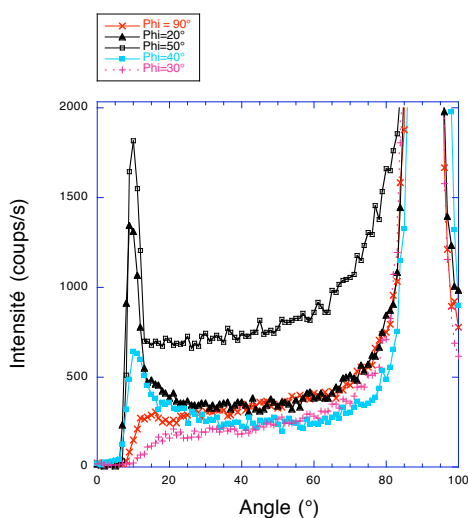


Fig. 4 : cercles dans l'espace réciproque, effectués à plusieurs orientations azimuthales, illustrant une rotation des couches hors de la géométrie cylindrique, associée à la présence des deux réseaux à la fois (stries huileuses et coniques focales).

Fig. 5 : Image de microscopie optique d'un film de 8CB sur mica de $2\mu\text{m}$ d'épaisseur mettant en évidence la bifurcation entre un réseau de stries huileuses et un réseau de coniques focales.

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] J.P. Michel, E. Lacaze, et al., Phys. Rev. Lett. **96** (2006) 027803.