



<b>Experiment title:</b> <b>DEFAUTS ASSOCIES AUX ORGANISATIONS EN STRIES HUILEUSES DE CRISTAL LIQUIDE SUR MICA</b>  <i>Oily streaks defects on mica</i>	<b>Experiment number:</b>  02-02/747
<b>Date of experiment:</b>  from: 13-05-2009 to: 19-05-2009	<b>Date of report:</b>  26-12-2009
<b>Local contact(s):</b>  N. Boudet	<i>Received at ESRF:</i>
<b>affiliations of applicants</b> (* indicates experimentalists): <b>Emmanuelle*, GOLDMANN Michel* et Habib ELAYEB*</b> , INSP, CNRS UMR-7588, Université Pierre et Marie Curie-Paris 6, 140 rue de Lourmel, 75015 Paris, France <b>Alba Michel*</b> , LLB, CEA-CNRS UMR-12, CEA-Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France <b>Bruno*</b> , LICRYL, Università della Calabria, 87036 Rende (CS), Italie <b>Philippe*</b> , CRPP, CNRS UMR-12, Centre de Recherche Paul Pascal, 115 Avenue Schweitzer, 33600 Pessac, France	

Nous développons des réseaux dans des films cristal liquide orientés par un substrat cristallin, contraints par des ancrages antagonistes, dont on veut comprendre et 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 MoS<sub>2</sub> [1] et le mica [2]. L'idée consiste à étudier les réseaux de « stries huileuses » qui sont le fruit de la relaxation aux contraintes d'ancrage antagoniste aux deux interfaces [3, 4], et, dans un deuxième temps, y auto-organiser des nano-particules d'or ou d'argent.

Au cours de l'expérience effectuée sur D2AM en mai 2009, 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 (fig. 1(a)).

Nous avons construit un modèle de stries (fig. 1(b)) où les couches smectiques sont enroulées en forme de cylindres concentriques autour de disinclinaisons et se rejoignent sur des joints de grain droits, verticaux et symétriques. Ce modèle rend compte de l'augmentation de la taille  $r$  des stries avec l'épaisseur  $h$  et prédit que l'angle  $\omega$  maximum de déviation de l'interface libre du smectique par rapport à l'horizontal augmente lorsque  $h$  diminue [2].

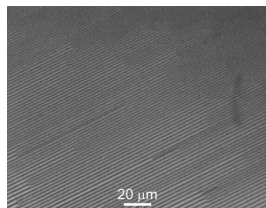


Fig. 1(a). Image de microscopie optique d'un film de smectique A 8CB sur mica

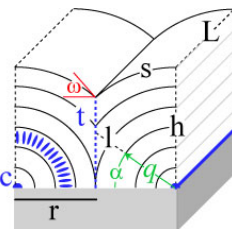


Fig. 1(b). Modèle de « strie huileuse ».  $t$  et  $c$  sont respectivement le joint de grain et les disinclinaisons;  $q$  est le vecteur de diffraction, perpendiculaire à  $c$ ;  $l$  est proportionnel au nombre de couches perpendiculaires à  $q$ ;  $\omega$  est la déviation de l'interface libre de l'horizontal.

Les mesures effectuées à l'ERSF en mai 2009 ont révélé une déviation significative du modèle proposé. La fig. 2(a) montre la géométrie adoptée pour les mesures: une goutte isolée de forme arrondie avec un diamètre plus petit que l'empreinte du faisceau et une épaisseur moyenne d'environ 5  $\mu\text{m}$ . On a aligné les stries huileuses parallèles au plan de diffraction pour que l'intensité diffractée par une strie soit proportionnelle au nombre de couches smectiques perpendiculaires au vecteur de diffraction  $q$  (fig. 1(b)). Après corrections géométriques [3], ceci nous permet d'obtenir les profils des joints de grain [1], c'est-à-dire la distribution de couches en fonction de leur orientation  $\alpha$ .

Lorsque la position du faisceau sur la goutte change, l'intensité diffracté  $I$  change d'un facteur  $I^*$  proportionnel à la longueur  $L$  des stries (fig. 1(b)), mais la forme des courbes normalisées  $I/I^*$  change très peu (fig. 2(a)), ce qui indique

d'une part une forme de goutte très aplatie, et d'autre part que le paramètre clé pour imposer la forme des joints de grain est l'épaisseur  $h$ . La fig. 2(a) montre la courbe maîtresse  $I/I^*$  au centre de la goutte (drop center) en fonction de l'inclinaison  $\alpha$  du vecteur de diffraction  $q$ . La même courbe est montrée en coordonnées polaires sur la fig. 2(b-gauche) et comparée aux courbes prévues par le modèle initial. De la même manière les bords de goutte (drop edge) sont présentées sur la figure 2(b-centre). Pour  $\alpha > 50^\circ$ , les courbes possèdent une courbure qui est en accord qualitatif avec le modèle: chaque strie produit un arc de cercle d'ouverture  $\omega$ . Cet angle varie beaucoup suivant la zone du bord de goutte (fig. 2(b-centre), ce qui confirme l'évolution de  $\omega$  qui diminue avec l'épaisseur [2]. En dehors des bords, une certaine polydispersité de  $\omega$  est mise en évidence par le fait que la courbe maîtresse présente une courbure moins en accord avec le modèle: elle correspond donc à un mélange d'arcs de cercle, en lien soit avec une certaine ondulation de la goutte, soit avec la présence des bords de goutte qui coupent le faisceau. Lorsque la goutte est très mince, la courbe s'approche d'un arc de cercle d'ouverture  $\omega$  quasiment égal à  $90^\circ$ .

En revanche, dans les deux cas, la courbe maîtresse pour les petits angles  $\alpha < 50^\circ$  est en désaccord complet avec un joint de grain droit, vertical et symétrique. La courbe expérimentale (fig. 2(b)- gauche et centre) représente un joint courbé avec une concavité vers la disinclinaison. Finalement l'évolution en épaisseur vers les films minces (épaisseur 1  $\mu\text{m}$ ) suggère une disparition totale du joint de grain (fig. 2(b-droite) au profit d'une structure du film en héli-cylindres simples, alors que le modèle prévoit la disparition complète des stries au profit d'une texture uniforme.

Pour comprendre ces résultats il est maintenant indispensable de comprendre l'origine des couches smectiques « manquantes » au niveau du joint de grain. Il y a différentes hypothèses: (a) elles sont composées de couches horizontales « cachées » dans le pic à  $\alpha = 90^\circ$  (composé de la réflectivité du film et du substrat ainsi que d'éventuelles zones de couches horizontales homogènes); (b) elles sont composées de couches verticales « cachées » dans la zone de réflexion interdite; (c) elles sont composées de couches dilatées dont le signal n'est plus au vecteur d'onde  $q$  caractéristique des couches smectiques [4].

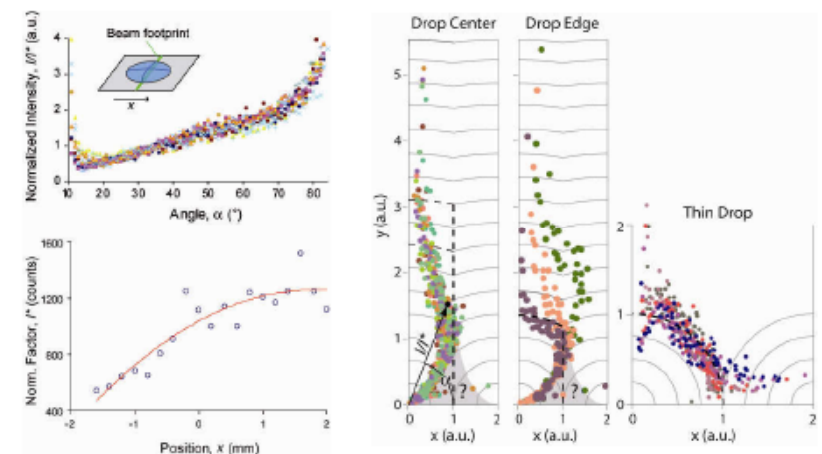


Fig. 2(a). En haut: intensité de diffraction en fonction de  $\alpha$  mesurée en différentes positions  $x$  de la goutte et normalisée par l'intégral  $I^*$  de l'intensité pour  $\alpha < 50^\circ$ . L'intervalle de balayage  $\Delta x = 4$  mm était comparable au diamètre de la goutte. En bas: facteur de normalisation en fonction de  $x$ .

Fig. 2(b). Diagrammes polaires. La longueur du vecteur est égale à l'intensité normalisée  $I/I^*$  mesurée pour l'angle  $\alpha$ , donc au nombre de couches smectiques perpendiculaires à  $q(\alpha)$  (voir fig. 1(b)). Dans le modèle (lignes en pointillé), la trajectoire de  $I/I^*$  avec  $\alpha$  décrit la droite verticale du joint de grain pour  $\alpha < \omega$  et un arc de cercle pour  $\alpha > \omega$ . Les couches ne sont pas orientées comme dans le modèle dans la zone grise de la figure, qui est bordée par un nouveau type de joint de grain

## Références

- [1] E. Lacaze, J. P. Michel et al., *Phys. Rev. E* **69** (2004) 041705
- [2] B. Zappone et E. Lacaze, *Phys. Rev. E* **78** (2008), 061704.
- [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.