

Réseaux auto-organisés de défauts topologiques dans des films de cristal liquide en phase smectique

S. P. Do¹, D. Coursault¹, B. Zappone², A. Coati³, A. Boulaoued¹, L. Pelliser¹, D. Limagne¹, N. Boudet⁴, B. H. Ibrahim⁵, A. de Martino⁵, M. Alba⁸, M. Goldmann^{1,7}, Y. Garreau^{2,8}, B. Gallas¹, E. Lacaze¹

¹ Institut des Nano-Sciences de Paris (INSP), UPMC Univ Paris 06, 4 place Jussieu, 75005 Paris, France

² Consiglio Nazionale delle Ricerche, CNR-NANOTEC, UOS LICRYL Cosenza, 87036 Rende (CS), Italy

³ Synchrotron Soleil, BP 48, L'Orme des Merisiers, 91192 Gif sur Yvette Cedex, France

⁴ Institut NEEL/CNRS-UJF, 25 rue des Martyrs, Grenoble, France

⁵ Laboratoire de Physique des Interfaces et Couches Minces (LPICM), CNRS UMR 7647, Ecole polytechnique, 91128, Palaiseau, France

⁶ Laboratoire Léon Brillouin UMR12 CNRS-CEA, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette Cedex, France

⁷ UFR Biomédicale des Saints-Pères, Université Paris Descartes, 45 rue des St Pères, 75006 Paris, France

⁸ Sorbonne-Paris-Cité, Matériaux et Phénomènes Quantiques (MPQ), Université Paris Diderot, UMR 7162 CNRS, Bâtiment Condorcet, Case 7021, 75205 Paris Cedex 13, France

Le 8CB est un cristal liquide qui adopte la phase smectique à température ambiante. Cette phase correspond à une organisation des molécules sous forme de couches, chaque molécule étant orientée perpendiculairement au plan de la couche. Cependant, lorsque l'on forme un film smectique sur un substrat (polymère frotté) à l'air, le cristal liquide se retrouve contraint d'adopter une structure en hémicylindre aplaties dû aux conditions imposées aux différentes interfaces. En effet, les molécules vont avoir tendance à être orientées parallèlement au substrat, tandis qu'elles ont tendance à s'orienter perpendiculairement à l'interface avec l'air. Ce phénomène conduit à la formation d'un réseau de défauts linéaires appelés « stries huileuses » (Figure 1).

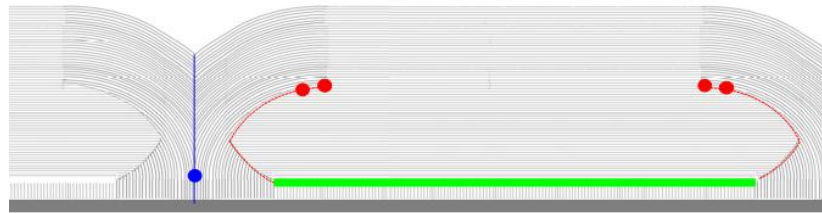


Figure 1 : Modèle complet de la structure interne des stries huileuses représentant un joint de grain vertical (bleu), les joints de grain tournant (rouge) et la zone fondue (vert)

En combinant la microscopie optique, la diffraction des rayons x au synchrotron et l'ellipsométrie, nous avons étudié la structure interne des stries huileuses dans des films d'épaisseur allant de 100 à 300 nm. Nous montrons que les stries huileuses peuvent être vues comme un réseau de défauts topologiques orientés¹. Les hémicylindres sont séparés par un joint de grain perpendiculaire au substrat et on y attend des lignes de dislocation (point bleu) de vecteurs de Burger variables suivant leur distance au substrat². De plus, près de l'axe de courbure des cylindres, nous avons mis en évidence la présence d'un joint de grain tournant, dont la forme permet d'expulser les lignes de dislocation à son sommet (points rouge). Nous avons également montré qu'une région de transition est créée entre les hémicylindres et la partie au voisinage du substrat où les couches smectiques sont perpendiculaires à celui-ci. Il s'agit probablement d'une zone fondue dans la phase nématique qui permet encore une fois d'éviter de former un nombre important de dislocations. Ces films smectiques contraints combinent donc la présence de dislocations et de rubans « nématiques » tous orientés par le substrat sous-jacent, permettant la création d'auto-organisations linéaires de nanoparticules pour de nouveaux types de propriétés optiques anisotropes^{3,4}.

1. Coursault D, Zappone B, Coati A., Boulaoued A, Pelliser L, Limagne D, Boudet N, Ibrahim B. H, de Martino A, Alba M, Goldmann M, Garreau Y, Gallas B, Lacaze E, *Self-organized arrays of dislocations in thin smectic liquid crystal films*, *SoftMatter* 12, 678, 2016

2. Williams C, Kléman M, *J. de Physique Colloques*, 36, C1-315-C1-320, 1975

3. Coursault D, Grand J, Zappone B, Ayeb H, Lévi G, Félidj N, Lacaze E, *Adv. Mater.*, 1-5, 2012

4. Pelliser L, Manceau M, Lethiec C, Coursault D, Vezzoli S, Leménager G, Coolen L, DeVittorio M, Pisanello F, Carbone L, Maitre A, Bramati A, Lacaze E, *Adv. Funct. Mater.*, 25, 1719-1726, 2015.