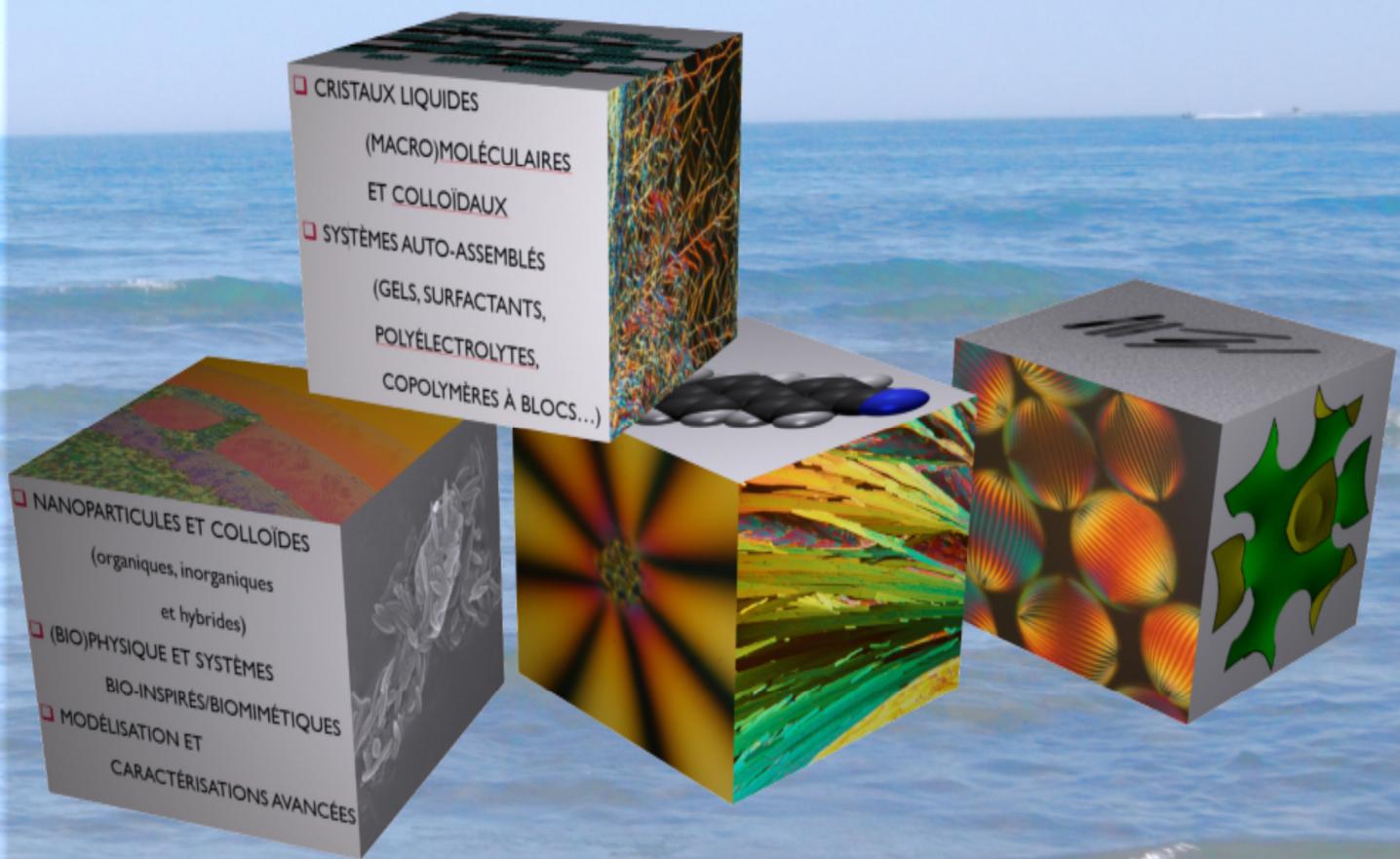


# CFCL 2019

Colloque Francophone  
sur les Cristaux Liquides

## 19<sup>ème</sup> Colloque sur les Systèmes Anisotropes Auto-Organisés

Sète, du 3 au 6 Septembre 2019



M U S E  
MONTPELLIER UNIVERSITÉ D'EXCELLENCE

iCGM  
Institut Charles Gerhardt Montpellier

LABORATOIRE  
CHARLES  
COULOMB  
MONTPELLIER



École Pratique  
des Hautes Études

PSL  
RESEARCH UNIVERSITY PARIS

cnrs



# Bienvenue à Sète !

Le comité d'Organisation de CFCL2019 vous accueille avec grand plaisir à Sète pour le 19<sup>ème</sup> Colloque sur les Systèmes Anisotropes Auto-organisés.

Cette manifestation, ancienne, est organisée pour la troisième fois par le site montpelliérain. Elle a fortement évolué depuis sa création en 1983 mais elle conserve quelques caractéristiques que nous avons souhaité promouvoir pour cette nouvelle édition. D'une part ce colloque offre une approche pluridisciplinaire sur ces nombreux systèmes où l'anisotropie joue un rôle fondamental. D'autre part, il permet à de nombreux étudiants d'ouvrir leurs perspectives tout en faisant leurs premières armes dans un environnement bienveillant.

Nous sommes confiants que cette édition, plongée dans la douceur des plages sétoises, donnera lieu à des fructueux échanges scientifiques entre chercheurs de générations et de disciplines différentes afin d'insuffler de nouvelles idées et permettre de futures voies de recherche originales.

Le Comité Organisateur

## Remerciements

Le comité d'organisation tient à remercier les différents organismes qui ont apporté leur soutien financier au 19<sup>ème</sup> Colloque sur les Systèmes Anisotropes Auto-Organisés, en particulier :

- L'Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE) qui fait partie de l'Université Paris Sciences et Lettres (PSL)
- L'Université de Montpellier (UM) et l'I-site MUSE
- Le Laboratoire Charles Coulomb (L2C)
- L'Institut Charles Gerhardt Montpellier (ICGM)



École Pratique  
des Hautes Études

PSL  
RESEARCH UNIVERSITY PARIS



ICGM  
Institut Charles Gerhardt Montpellier





# Les Comités

## Scientifique

- Etienne BRASSELET (LOMA, Bordeaux)
- Doru CONSTANTIN (LPS, Orsay)
- Bertrand DONNIO (IPCMS, Strasbourg)
- Emmanuelle LACAZE (INSP, Paris)
- Jordi IGNES-MULLOL (Université de Barcelone)
- Michel WONG-CHI-MAN (ICGM, Montpellier)
- Cécile ZAKRI (CRPP, Bordeaux)

## Organisateur

- Eric ANGLARET (L2C, Montpellier)
- Abir AOUINI (L2C, Montpellier)
- Jean-Louis BANTIGNIES (L2C, Montpellier)
- Emmanuel BELAMIE (ICGM, Montpellier)
- Christophe BLANC (L2C, Montpellier)
- Rozenn LE PARC (L2C, Montpellier)
- Gladys MASSIERA (L2C, Montpellier)
- Maurizio NOBILI (L2C, Montpellier)

## Chargée de communication

- Christelle EVE

## Un peu d'histoire : les éditions CFCL

La première manifestation CFCL s'est déroulée en 1983. Le colloque s'est ensuite tenu tous les deux ans. Né de la communauté "cristaux liquides" francophone, il s'est longtemps intitulé "Colloque Francophone sur les Cristaux Liquides". De nombreux résultats tant théoriques qu'expérimentaux provenant de cette thématique ont cependant essaimé avec bonheur dans des domaines de recherche de plus en plus variés. Depuis 2007 le colloque s'est étendu, au-delà de la thématique historique, à de nombreux thèmes de recherche où l'anisotropie des molécules, nanoparticules, objets divers... dans un environnement fluide joue un rôle majeur.

Edition	Année	Lieu
1ère	1983	Alpes d'Huez
2ème	1985	Le Touquet
3ème	1987	Arcachon
4ème	1989	Montpellier
5ème	1991	Strasbourg
6ème	1993	Châtenay-Malabry
7ème	1995	Sophia-Antipolis
8ème	1997	St-Valéry sur Somme
9ème	1999	Hammamet
10ème	2001	Toulouse
11ème	2003	Dunkerque
12ème	2005	Montpellier
13ème	2007	Bordeaux
14ème	2009	Orsay
15ème	2011	Rennes
16ème	2013	Strasbourg
17ème	2015	Autrans
18ème	2017	Lyon
19ème	2019	Sète



# Programme

## Mardi 03/09 :

- 13h30-15h00 **Accueil et enregistrement des participants**
- 15h00-15h20 **Ouverture du Colloque**
- 15h20-16h00 **I-1 Patrick Davidson : Les cristaux liquides colloïdaux**
- 16h00-16h20 **O-1 Karin El Rifaii : Effet de l'addition d'un polymère sur les phases cristalliques de suspensions aqueuses de nano-feuillets**
- 16h20-16h40 **O2 - Bruno Frka-Petesic : L'arrêt cinétique durant le séchage de suspensions de nanocristaux de cellulose se « reflète » dans l'anisotropie des propriétés optiques du film produit**
- 16h40-17h00 **O3 - Axel Fouques : Biomimetic photonic cellulose films**
- 17h00-17h20 **O4 - Michel Mitov : Réplique cholestérique d'une carapace de scarabée mosaiquée**
- 17h20-17h50 **Pause-Café**
- 17h50-18h10 **O5 - Redouane Douali : Charge transport mechanism in triphenylene core based homologous series of discotic mesogens and their applications in opto-electronics and photovoltaics**
- 18h10-18h30 **O6 - Dharmendra Pratap Singh : Charge transport behavior in triphenylene derivative discotic liquid crystals and their opto-electronic applications**
- 18h30-18h50 **O7-Kathleen Moineau-Chane Ching : Benzothiadiazole-based Molecules: Interdependence of Optical Properties and Aggregation**
- 20h00 **Cocktail de Bienvenue**

## Mercredi 04/09 :

- 09h00-09h40 **I2- Francesc Sagués : Active liquid crystals**
- 09h40-10h00 **O8 - Felix Bunel : Phase winding and topological flows in SmC\*films subjected to a vapor flux**
- 10h00-10h20 **O9 - Patrick Oswald : Lehmann Effect in Cholesteric and Nematic Liquid Crystals: A Review**
- 10h20-10h50 **Pause-Café**
- 10h50-11h10 **O10 - Haifa Jeridi : Nanoparticles self-organization in smectic oily streaks**
- 11h10-11h30 **O11 - Mohamed Amine Gharbi : Elastocapillary Interactions at Free-Standing Smectic Films**
- 11h30-11h50 **O12 - Amine Missaoui : Annihilation of Point Defect Pairs in Smectic free-standing Films**

- 11h50-14h00 **Pause-Déjeuner**
- 14h00-14h40 **I3 - Lise-Marie Lacroix** : *Nanobâtonnets et Nanofils métalliques : synthèse chimique et organisation*
- 14h40-15h00 **O13 - Jean Daniel Marty** : *Synthèse de nanoparticules de ZnO en milieu organisé: vers un contrôle de la croissance des nanoparticules*
- 15h00-15h20 **O14 - Philippe Fontaine** : *Synthèse de nanoparticules d'or par radiolyse induite par les rayons x autour d'auto-assemblages de copolymères*
- 15h20-15h40 **O15 - Florian Aubrit** : *Synthèse de filaments hybrides magnéto-plasmoniques et leur caractérisation par DLS dépolarisée (DDLS)*
- 15h40-16h00 **O16 - Etienne Duguet** : *Synthèse et assemblage de nanoparticules à patchs*
- 16h00-16h30 **Pause-Café**
- 16h30-17h10 **I4- Etienne Brasselet** : *Lumière sur les cristaux liquides*
- 17h10-19h00 **Séance Posters**
- 20h00 **Dîner**

## Jeudi 05/09 :

- 09h00-09h20 **O17 - Jean-Louis Bantignies** : *Nanohybrid silica: investigation of self-assembling properties and physical properties using multiscale approach and DFT calculations*
- 09h20-09h40 **O18 - Martin In** : *Comportement lyotrope de complexes de polyélectrolytes et leur rôle comme agents structurants de matériaux hybrides poreux*
- 09h40-10h00 **O19-Flavien Sciortino**: *Hybridsomes®: Innovative Multifunctional Nanocapsules from the Ouzo Effect*
- 10h00-10h20 **O20 - Gaelle Martin-Gassin** : *Structures et interfaces au sein de liquides en diffusion de second harmonique*
- 10h20-10h50 **Pause-Café**
- 10h50-11h30 **I5 - Anke Lindner** : *E-coli bacteria in interaction with flows and boundaries*
- 11h30-11h50 **O21 - Ahlem Habibi/Christophe Blanc** : *Passive and active microrheology of a lyotropic chromonic nematic liquid crystal disodium cromoglycate*
- 11h50-14h00 **Pause-Déjeuner**
- 14h00-14h40 **I6 – Eric Grelet** : *Défauts topologiques et cristaux liquides : de la structure des dislocations au transfert de chiralité dans les auto-assemblages*
- 14h00-20h00 **Libre et/ou Activités**
- 20h00 **Dîner Festif**

## Vendredi 06/09 :

- 09h00-09h20 **O22 - Amina Bouriche** : *La cinétique de dégradation thermique des mélanges polymères/cristaux liquides*
- 09h20-09h40 **O23 - Abir Aouini** : *Propriétés des mélanges binaires d'un nématique twist-bend (CB7CB) et de smectogènes*
- 09h40-10h00 **O24 - Yahia Boussoualem** : *Etude d'un nouveau cristal liquide à noyau coudé*
- 10h00-10h20 **O25 - Aurélien Billot** : *Conception de pillar[5]arenes nématiques*
- 10h20-10h50 **Pause-Café**
- 10h50-11h10 **O26 - Ana Barrera** : *Recycling and reuse of liquid crystals obtained from electronic waste DEEE*
- 11h10-11h30 **Table Ronde et Discussions**
- 11h30-11h50 **Clôture de CFCL2019**
- 12h00 **Déjeuner**



# Communications

## Invitées



# Les cristaux liquides colloïdaux

Patrick Davidson<sup>1,\*</sup>

\* patrick.davidson@u-psud.fr

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay, France

**Mots-clés : colloïdes, suspensions, nanoparticules**

L'appellation « cristaux liquides colloïdaux » s'applique aux suspensions de nanoparticules anisotropes qui s'organisent spontanément en mésophases dans un certain domaine de concentration. Bien que cette classe de cristaux liquides ait été découverte juste quelques dizaines d'années après les cristaux liquides thermotropes (Figure 1), elle a été relativement négligée jusque récemment.

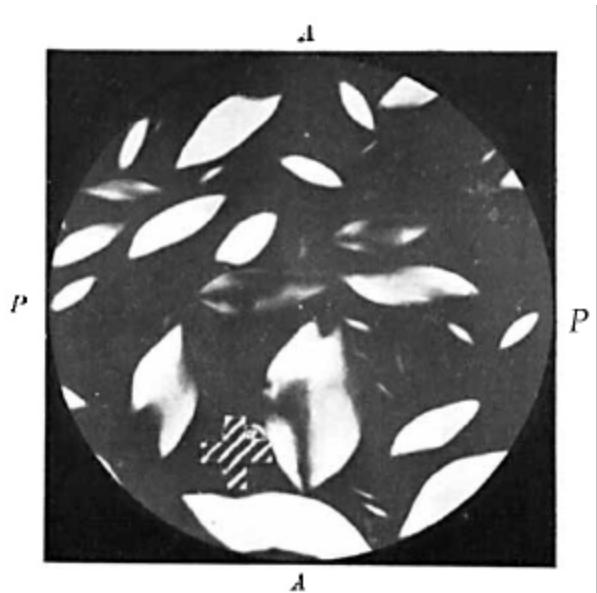


Figure 1: Observation en microscopie en lumière polarisée de gouttelettes de phase nématique (appelées « tactoïdes ») dans la phase isotrope d'une suspension de rubans de  $V_2O_5$  par Hans Zocher en 1925 [1].

Ce type de cristaux liquides regroupe néanmoins des exemples importants aussi bien dans les domaines biologique et organique que minéral, comme les suspensions d'ADN, de certains virus, du collagène, de la cellulose, de la chitine, du Kevlar, des nanotubes de carbone, des argiles ... Le regain d'intérêt pour les cristaux liquides colloïdaux provient de plusieurs raisons : ils constituent souvent de très bons systèmes pour tester les modèles de physique statistique, leurs échelles spatiale et temporelle permettent une observation plus aisée que celles des cristaux liquides usuels, et ils peuvent parfois combiner les propriétés typiques des minéraux, comme le magnétisme, avec celles des cristaux liquides. Cet exposé présentera un tour d'horizon (non exhaustif) de ces systèmes, non seulement dans une perspective historique, mais aussi en décrivant des observations originales plus récentes.

## Références:

- [1] H. Zocher, Z. anorg. allg. Chem. (1925), **147**, 91.

# I2

## Active liquid crystals

F. Sagués, B. Martínez-Prat, J. Hardoüin, J. Ignés-Mullol<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament de Ciència de Materials I Química Física

Universitat de Barcelona

### Abstract

Microtubule-based systems are viewed as minimal in vitro reconstitutions of the cytoskeleton. They are made active by mixing micron-size microtubules with kinesin proteins fueled with ATP. When this material is two-dimensionally interfaced with oil, it conforms nematic textures pervaded by topological defects and active flows.

As an Introduction, I will start by briefly reviewing the field of active systems, singularly those in relation to liquid crystals. In the central part of the talk I will present experimental results corresponding to different scenarios of the microtubule/kinesin active nematic system. First, I will introduce recent observations relative to the onset dynamics and full characterization of a turbulent-like regime, identifying the basic length scales involved in the instability mechanism [1,2,]. Later, a strategy of control of these active flows will be commented, based on preparing an interface between the active nematic and a passive smectic [3]. Finally, I will refer to situations of active nematics either constrained within channels or encapsulated in droplets dispersed in nematic liquid crystals [4].

### References

- [1] B. Martínez et al., Nature Physics 15:362, 2019
- [2] P. Guillamat et al. Nat. Comm. 8:564, 2017
- [3] P. Guillamat et al., PNAS 114, 5498, 2016
- [4] P. Guillamat et al., Sci. Adv. 4:eeao1470, 2018

# Nanobâtonnets et Nanofils métalliques : synthèse chimique et organisation

Lise-Marie Lacroix<sup>1,\*</sup>, Guillaume Viau<sup>1</sup>, Katerina Soulantica<sup>1</sup>, Pierre Roblin<sup>2</sup>, Sébastien Teychené<sup>2</sup>, Marianne Imperor-Cler<sup>3</sup>, Valeri Petkov<sup>4</sup>

\* lmlacroi@insa-toulouse.fr

<sup>1</sup> Université de Toulouse, LPCNO, UMR 5215 INSA-CNRS-UPS, 135 Avenue de Rangueil, Toulouse.

<sup>2</sup> Laboratoire de Génie Chimique, UMR 5503, 4 allée Emile Monso, Toulouse

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique de Solides, UMR 8502, Bat. 510, Université Paris-Sud, Orsay

<sup>4</sup> Department of Physics, Central Michigan University, Mt. Pleasant, Michigan 48858, United States

## Mots-clés : Synthèse polyol, Small X-Ray Scattering (SAXS) in-situ, Nanofils ultrafins

La synthèse en phase liquide de nanoparticules métalliques (MNPs) présentant une taille et une forme contrôlée a été depuis longtemps un challenge pour permettre le développement d'applications dans les domaines variés de la chimie, microélectronique ou encore de la biologie. Si des nanoparticules isotropes sont majoritairement obtenues (sphères, cubes), des particules anisotropes, comme des nanobâtonnets (NBs) ou des nanofils (NFs) peuvent être stabilisés en jouant sur les paramètres expérimentaux, et notamment sur les ligands.

Après une brève introduction sur la synthèse chimique de nanoparticules, nous nous intéresserons plus particulièrement à deux exemples (Figure 1) :

- Les NBs de cobalt, qui peuvent s'organiser spontanément durant la phase de croissance conduisant à l'établissement d'une phase de type smectique dans une synthèse organométallique [1]. Des NBs plus gros, préparés par voie polyol peuvent quant à eux être assemblés a posteriori pour donner des assemblées denses sous l'effet d'un champ magnétique homogène [2] ou présentant des gradients localisés (magnétophorèse) [3].

- Les NFs d'or ultrafins, qui présentent un diamètre de moins de 2nm et une longueur micrométrique [4]. Ces objets s'auto-organisent suivant une phase hexagonale 2D, qui présente un paramètre de maille anormalement grand (9.7nm) [5]. Cette distance peut être réduite en modifiant la chimie de surface des fils [6]. Nous présenterons également les premiers résultats SAXS obtenus lors de l'alignement des fils par diélectrophorèse et par nanoxérographie [6].

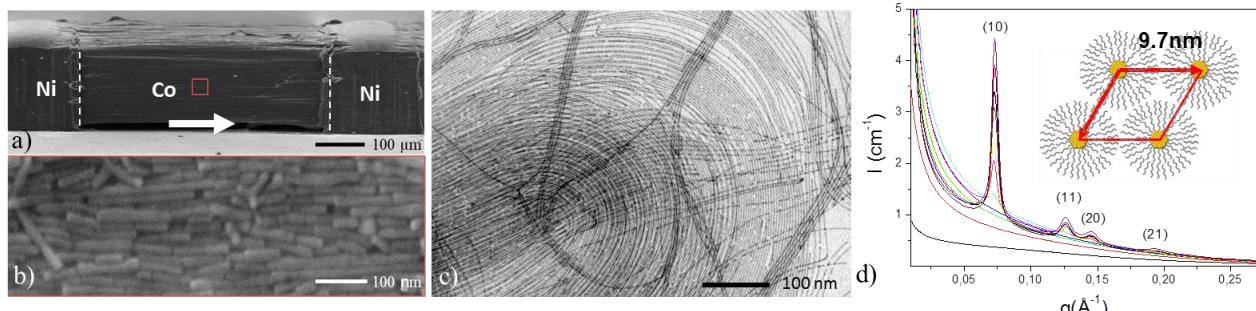


Figure 1: a-b) Images MEB d'une assemblée dense de NBs de cobalt obtenue par magnétophorèse entre des plots de Ni. La flèche indique la direction du champ magnétique appliqué. c) Image TEM de NFs d'or et d) diagramme SAXS caractérisant l'apparition d'une phase hexagonale 2D.

## Références:

- [1] B. Cormary et al., J. Am. Chem. Soc. 2016, **138**(37), 8422-8431.
- [2] E. Anagnostopoulou, Nanoscale 2016, **8**, 4020-4029
- [3] L.-M. Lacroix, G. Viau, P. Moritz, T. Leichlé, brevet FR1872920
- [4] J. A. Vargas et al. ACS Nano 2018, **12**(9), 9521-9531
- [5] A. Loubat et al. Langmuir 2014, **30**(14), 4005-4012
- [6] P. Moutet et al. Langmuir 2015, **31**(14), 4106-4112

# Lumière sur les cristaux liquides

Etienne Brasselet

[etienne.brasselet@u-bordeaux.fr](mailto:etienne.brasselet@u-bordeaux.fr)

*Univ. Bordeaux, CNRS, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, France*

**Mots-clés : Optique ; Cristaux liquides ; Interaction lumière-matière**

Les cristaux liquides sont bien connus du grand public comme une technologie pour l'affichage et que dont un grand nombre de ont un usage quotidien, que ce soit via écran de télévision, d'ordinateur ou de téléphone. Si les cristaux liquides et la lumière partagent notre vie, ils ont la leur en dehors de nos foyers. On les retrouve aussi dans l'industrie et en laboratoire dans de nombreux composants optiques participent aux progrès technologiques et facilitent le quotidien de nombreux chercheurs œuvrant dans divers domaines. Mais le lien de longue date entre les cristaux liquides et la lumière est plus que technologique, même si ce sont des matériaux qui se prêtent facilement à une démarche de valorisation. Dans cette présentation, un aperçu des services rendus par les cristaux liquides en interaction avec la lumière sera illustré à travers une série d'exemples non exhaustifs. Aussi, des travaux récents exploitant l'auto-organisation des cristaux liquides et leur potentiel en tant que systèmes modèles, notamment dès lors que la topologie est en jeu, seront discutés pour mettre en valeur des aspects moins populaires de l'optique de cristaux liquides.

# E-coli bacteria in interaction with flows and boundaries

Anke Lindner

\* anke.lindner@espci.fr

<sup>1</sup> PMMH-ESPCI, 10, rue Vauquelin, 75005 Paris

**Mots-clés : bacteria, fluid-structure interactions, microfluidics**

Active fluids consist of self-propelled particles (as bacteria or artificial microswimmers) and display properties that differ strongly from their passive counterparts. Unique physical phenomena, as enhanced Brownian diffusivity, viscosity reduction, active transport and mixing or the extraction of work from chaotic motion, result from the activity of the particles, locally injecting energy into the system. The presence of living and cooperative species may also induce collective motion and organization at the mesoscopic or macroscopic level impacting the constitutive relationships in the semi-dilute or dense regimes.

Individual bacteria transported in viscous flows, show complex interactions with flows and bounding surfaces resulting from their complex shape as well as their activity. Understanding these transport dynamics is crucial, as they impact soil contamination, transport in biological conducts or catheters, and constitute thus a serious health thread.

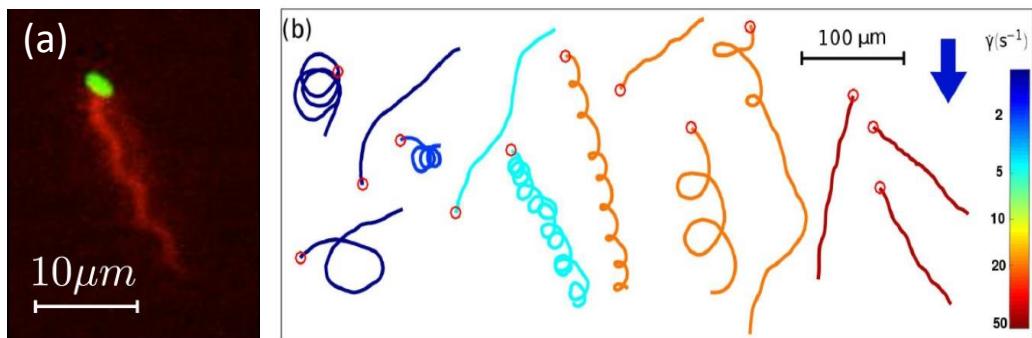


Figure 1: E-coli bacteria (G. Junot) (b) complex trajectories of E-coli bacteria under flow close to a surface (Mathijssen et al, 2019)

Here we investigate the trajectories of individual E-coli bacteria in confined geometries under flow, using microfluidic model systems in bulk flows [1] as well as close to surfaces [2,3] using a novel Langrangian 3D tracking method [4].

Combining experimental observations and modelling we elucidate the origin of upstream swimming [2], lateral drift or persistent transport along corners [3].

The understanding gained can be used to design channel geometries to guide bacteria towards specific locations or to prevent upstream contamination.

## Références:

- [1] Junot et al, EPL, 2019
- [2] Mathijssen et al. 2019, arXiv:1803.01743
- [3] Figueroa-Morales et al., Soft Matter, 2015,11, 6284-6293
- [4] Darnige et al. Review of Scientific Instruments 88, 055106 (2017)

# Défauts topologiques et cristaux liquides : de la structure des dislocations au transfert de chiralité dans les auto-assemblages

Eric Grelet<sup>1,\*</sup>

\* eric.grelet@crpp.cnrs.fr

<sup>1</sup> Centre de Recherche Paul-Pascal, CNRS & Université de Bordeaux, Pessac

**Mots-clés :** cristaux liquides colloïdaux, défauts topologiques, virus fd

Les défauts topologiques jouent un rôle majeur en matière condensée et plus particulièrement dans les cristaux liquides. Par exemple, ils peuvent à la fois stabiliser des mésophases géométriquement frustrées et contrôler l'organisation de nanoparticules au sein de matrices cristal-liquides. Dans cette présentation, nous utiliserons l'échelle colloïdale pour visualiser et analyser les dislocations présentes dans les structures lamellaires [1], en se focalisant sur le cœur du défaut [2]. Nous discuterons également le rôle des défauts topologiques dans l'expression de la chiralité des auto-assemblages [3].

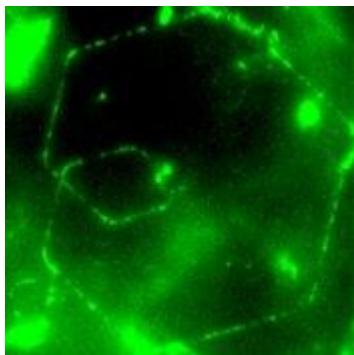


Figure 1: Auto-assemblage de virus fd en lamelle hexagonale présentant une dislocation vis.  
Observation en microscopie de fluorescence. Image : 140µm x 140µm.

## Références :

- [1] A. Repula, M. Oshima Menegon, C. Wu, P. van der Schoot, E. Grelet, Phys. Rev. Lett., 2019, **122**(12), 128008.
- [2] A. Repula, E. Grelet, Phys. Rev. Lett., 2018, **121**(9), 097801.
- [3] B. Sung, A. de la Cotte, E. Grelet, Nat. Commun., 2018, **9**, 1405.

Communications

Orales



# Effet de l'addition d'un polymère sur les phases cristal-liquides de suspensions aqueuses de nano-feuilletts

Karin El Rifaii<sup>1,\*</sup>, Claire Goldmann<sup>1</sup>, Doru Constantin<sup>1</sup>, Laurent Michot<sup>2</sup>, Jean-Christophe Gabriel<sup>3</sup>, Patrick Davidson<sup>1</sup>

\* karin.el-rifaii@u-psud.fr

<sup>1</sup> Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay, France

<sup>2</sup> Laboratoire Phenix, Université Pierre et Marie-Curie, Paris, France

<sup>3</sup> INAC, MEM, CEA, Grenoble, France

## Mots-clés : nano-feuilletts, polymères, diagrammes de phases

Les suspensions colloïdales de nano-feuilletts, comme les argiles et le graphène, présentent souvent des phases cristal-liquides.[1,2] Ainsi, les suspensions de feuilletts de  $H_3Sb_3P_2O_{14}$  présentent les phases lamellaire, nématische et isotrope.[3] La phase lamellaire a des reflets colorés car sa période d'une fraction de micron lui fait diffracter la lumière.

Dans le but d'éventuelles applications à des capteurs pour la surveillance de la qualité des eaux de surface [4], il serait utile de tenter de comprendre l'influence de l'addition d'un polymère hydrosoluble sur l'organisation de ces nano-feuilletts.

Nous avons donc examiné les effets d'un ajout de polyéthylène glycol (PEG) sur les phases cristal-liquides de feuilletts de  $H_3Sb_3P_2O_{14}$ . Le diagramme de phases de ces systèmes hybrides a été exploré en fonction des concentrations en nano-feuilletts,  $c_{H_3}$ , et en PEG,  $c_{PEG}$ , à l'aide d'observations d'échantillons en lumière naturelle et polarisée, de la microscopie optique et de la diffusion des rayons X aux petits angles.

Lors de l'ajout de PEG, nous avons constaté que (i) les phases cristal-liquides sont dans l'ensemble conservées bien qu'un peu déstabilisées par rapport à la phase isotrope ; (ii) la couleur des échantillons varie de manière spectaculaire lorsque  $c_{PEG}$  augmente (voir Figure 1), en accord avec les études par SAXS qui montrent que la période lamellaire diminue.



Figure 1: Série d'échantillons de concentrations en  $H_3Sb_3P_2O_{14}$  constante,  $c_{H_3} = 0.32$  wt%, et en PEG croissante de gauche à droite :  $c_{PEG} = 0, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2$  et  $5$  wt%. La phase lamellaire, en bas de chaque échantillon, a des reflets passant de l'orange au bleu lors de l'ajout de PEG.

L'ajout de pelotes de polymère hydrosoluble modifie donc l'équilibre des interactions répulsives et attractives qui détermine la période lamellaire des nano-feuilletts.

## Références:

- [1] E.Paineau et al, Liq. Cryst. Rev., 2013, **1**, 110-126.
- [2] C. Zamora-Ledezma et al., J. Phys. Chem. Lett. 2012, **3**, 2425-2430.
- [3] P.Davidson et al, PNAS, 2018, **115**, 6662-6667.
- [4] Projet ANR-17-CE04-0003-03 "ForWater"

# L'arrêt cinétique durant le séchage de suspensions de nanocristaux de cellulose se « reflète » dans l'anisotropie des propriétés optiques du film produit

Bruno Frka-Petescic<sup>1,\*</sup>, Gen Kamita<sup>1</sup>, Giulia Guidetti<sup>1</sup> et Silvia Vignolini<sup>1</sup>

\* bf284@cam.ac.uk

<sup>1</sup> Melville Laboratory for Polymer Synthesis, Department of Chemistry, University of Cambridge, Lensfield Road, Cambridge CB2 1EW, United Kingdom

**Mots-clés : nanocristaux de cellulose, cholestériques, séchage de suspensions**

Le séchage d'une suspension de nanocristaux de cellulose conduit souvent à des films colorés reflétant dans le visible, et suscitant un intérêt croissant depuis deux décennies pour leur abondance, biocompatibilité, flexibilité. Leur aspect s'explique par la formation d'une structure cholestérique en suspension, formée spontanément au dessus d'une concentration seuil, puis de sa compression verticale à mesure que l'évaporation du solvant (ici de l'eau) se poursuit.[1,2] En combinant modèle et observations, nous présentons ici comment les domaines cholestériques initialement présents sont affectés de différents degrés de distorsion, variant selon leur orientation initiale. Cette anisotropie se manifeste par un décalage vers le rouge des longueurs d'ondes réfléchies en conditions non-spéculaires. En quantifiant ce décalage, nous pouvons remonter à la composition de la suspension lorsque la compression est initiée, correspondant à l'instant où l'arrêt cinétique intervient. Plus généralement, notre modèle permet de rendre compte d'autres observations associées à cette compression anisotrope, à savoir la réorientation apparente des domaines, la distorsion de l'enroulement cholestérique et la génération de réflexions d'ordres supérieurs.[3]

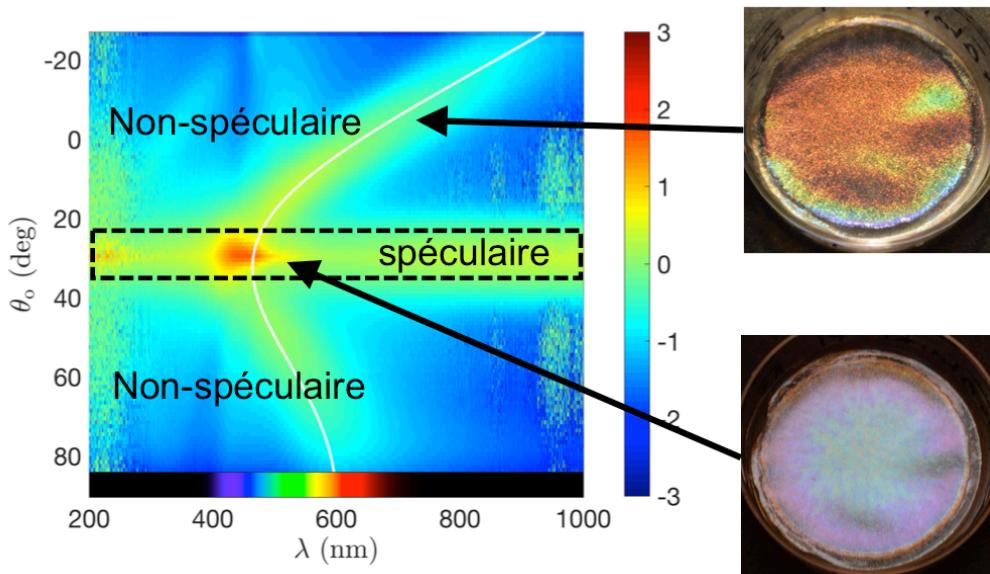


Figure 1: Spectroscopie optique résolue en angles mettant en évidence le décalage des longueurs d'ondes réfléchies en conditions non-spéculaires pour un angle d'incidence à  $-30^\circ$  (NB : code couleur en échelle logarithmique). Le modèle proposé est illustré par la courbe blanche.

## Références:

- [1] B. Frka-Petescic et al., Adv. Mater. 2017, **29**, 1701469.
- [2] R. M. Parker, B. Frka-Petescic et al., Adv. Mater. 2018, **30**, 1704477.
- [3] B. Frka-Petescic et al., Phys. Rev. Mater. 2019, **3**, 045601.

## Biomimetic photonic cellulose films

Axel Fouques<sup>1,2</sup>, Laurent Heux<sup>1</sup>, Bruno Frka-Petescic<sup>2</sup> and Silvia Vignolini<sup>2</sup>

Email : [axel.fouques@cermav.cnrs.fr](mailto:axel.fouques@cermav.cnrs.fr)

<sup>1</sup> CERMAV, Univ. Grenoble Alpes - CNRS UPR 5301, F-38000 Grenoble, France

<sup>2</sup> University of Cambridge - Melville Laboratory for Polymer Synthesis, Department of Chemistry  
Lensfield Road CB2 1EW Cambridge - UK

**Keywords : nanocellulose, photonics, polymer composites**

Cellulose nanocrystals (CNCs) are an excellent example of biosourced nanomaterials with a unique combination of mechanical and optical properties, and as recently shown, with unique polarization properties. These nanorods form a stable suspension in aqueous media and arrange into a cholesteric liquid crystalline phase above a critical concentration. Such behavior can be preserved in dry films, leading to the strong reflection of specific wavelength in the visible with a left circular polarization. Nevertheless, the films produced so far usually display a polydomain structure, whereby the orientation of the helix **h** is not controlled and leads to a pixelated and polychromatic aspect<sup>1</sup>.



Figure 1: a) Pixelated rainbow-like aspect of *Pollia Condensata*<sup>1</sup>. b) « Fingerprint pattern » of cholesteric cellulose nanocrystals in polarized optical microscopy. c) Cholesteric helices observed in scanning electron microscopy.

Although chemical and physical methods have both been used to control cellulose nanocrystals' optical response, the use of external fields, e.g., electric and magnetic, has been limited to only a few examples. Recently, our two groups (Vignolini and Heux) have demonstrated the possibility of using magnetic and electric fields to control the optical response of photonic cellulose-based structures.

During this oral presentation or poster, we will discuss how electric and magnetic fields can be engineered to generate various degrees of orientation of the cholesteric domains and how it can be used to shape a dynamic optical response of CNC suspensions/films<sup>2</sup>. Finally, we will show how the resulting properties can be transferred into a polymer composite.

### References :

- [1] S. Vignolini et al, PNAS 2012, **109**(39), 15712-15715
- [2] B. Frka-Petescic et al, Adv. Mater. 2017, **29**, 1606208

# Réplique cholestérique d'une carapace de scarabée mosaïquée

Adriana Scarangella<sup>1</sup>, Vanessa Soldan<sup>2</sup> et Michel Mitov<sup>1</sup>

mitov@cemes.fr

<sup>1</sup>CNRS, CEMES, Centre d'Elaboration de Matériaux et d'Etudes Structurales, Toulouse

<sup>2</sup>Centre de Biologie Intégrative, CBI-CNRS, Toulouse

**Mots-clés : cholestérique, biomimétisme, chiralité.**

L'organisation cholestérique de la chitine dans la carapace irisée de l'insecte le dote de signatures optiques uniques dont la réflexion sélective de la lumière et des couleurs et motifs dépendant de la polarisation et de l'angle d'observation [1,2]. Beaucoup d'insectes possèdent une carapace mosaïquée faite de stries, spots, patches ou pixels. Les propriétés physiques de ces variations géométriques sont mal connues et les fonctions biologiques sont souvent débattues. Avec sa carapace à deux bandes, le scarabée *Chrysina gloriosa* appartient à ce large groupe d'insectes. Du visible au proche IR, les cellules polygonales des bandes vertes se comportent comme des micro-miroirs à motif de réflexion dépendant de la longueur d'onde incidente et les bandes argentées comme des miroirs spéculaires large bande [3]. Dans cette étude, nous élaborons par voie physique une version synthétique de la carapace de *C. gloriosa* en tirant profit des propriétés d'auto-organisation et de vitrification d'oligomères cholestériques et de conditions d'ancre moléculaire différentes forcées en des sites spécifiques [4]. A l'issue du procédé, le film optique consiste en une monocouche structurée à 3D présentant une disruption périodique des couleurs de réflexion en même temps qu'une continuité de sa structure hélicoïdale interne. Une comparaison détaillée entre versions biologique et synthétique est présentée en étudiant les textures optiques, les spectres de transmission et réflexion et les structures transverses observées par microscopie électronique en transmission. Les domaines d'application concernent les tags optiques aux fonctions physiquement non clonables et non prédictibles pour la cryptographie. Nous présentons les premiers prototypes, avec des motifs dont la taille s'étend du millimètre au micromètre.



*Chrysina gloriosa* aux côtés d'un fragment biomimétique de sa carapace

## Références:

- [1] M. Mitov, Soft Matter, 2017, **13**, 4176-4209.
- [2] <https://news.cnrs.fr/articles/natures-liquid-crystals>
- [3] G. Agez, C. Bayon and M. Mitov, Acta Biomater., 2017, **48**, 357367.
- [4] Manuscrit en préparation.

# Charge transport mechanism in triphenylene core based homologous series of discotic mesogens and their applications in opto-electronics and photovoltaics

Asmita Shah<sup>1\*</sup>, D. P. Singh<sup>1</sup>, B. Duponchel<sup>2</sup>, F. Dubois<sup>1</sup>, A. Daoudi<sup>2</sup>, S. Kumar<sup>3</sup> and R. Douali<sup>1\*</sup>

\* email : asmita.shah@univ-littoral.fr, douali@univ-littoral.fr

<sup>1</sup> Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), Université du Littoral Côte d'Opale, 62228 Calais France.

<sup>2</sup> Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), Université du Littoral Côte d'Opale, 59140 Dunkerque, France.

<sup>3</sup> Raman Research Institute, Bengaluru- 560080 India.

## Keywords: Discotic Liquid Crystals, Hole mobility and photovoltaics

We investigate the mechanism of charge transport in triphenylene core based homologous series of discotic mesogens (HAT-n) by the time-of-flight method. HAT-5, HAT-6 and HAT-8 exhibit Col<sub>h</sub> phase whereas HAT-4 shows Col<sub>p</sub> phase [1]. For the investigated homologous series, we observed a single transit in the transient photocurrent curves corresponding to positive charge carriers having the mobility of order  $10^{-2}$  to  $10^{-4}$  cm<sup>2</sup>/Vs [2]. The hole mobility decreases with increasing number of carbon atoms in the alkyl chain. Furthermore, the conductivity measurements have also been done on these compounds to predict a correlation between the mobility and conductivity in the discotic mesophase. In the light of structure-property correlation, we have noticed that the hole mobility and conductivity vary with the nature of alkyl chain attached to the triphenylene core of discotic mesogen following to equation-  $(\mu, \sigma) \propto -K \exp(n)$ . This homologous series of material shows its potential applications in the opto-electronics and photovoltaics [3].

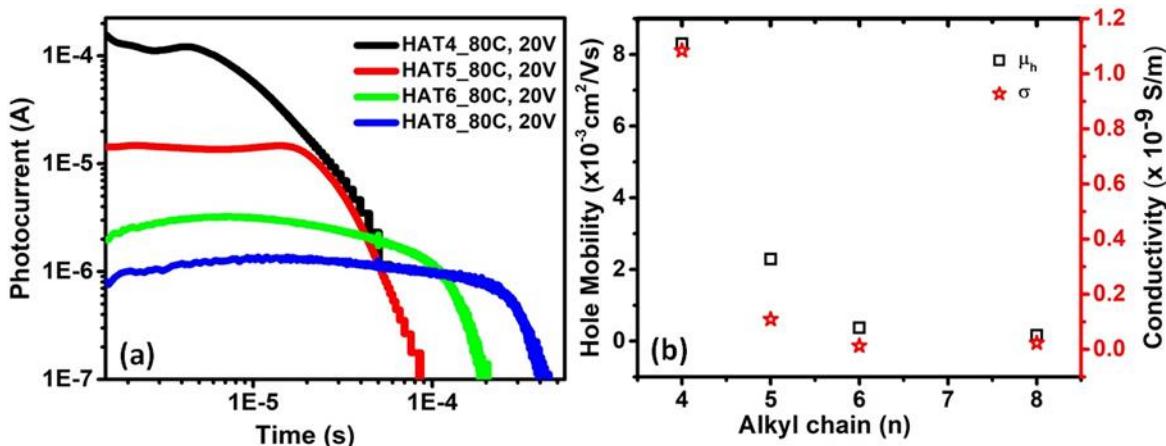


Figure 1: (a) Transient photocurrent curves for the homologous series (HAT-n) of discotic mesogens and (b) represents the variation of hole mobility and conductivity with the change in alkyl chain.

## Références:

- [1] H. K. Bisoyi, S. Kumar, Chem. Soc. Rev., 2011, **40**, 306-319.
- [2] H. Lino, J.-I. Hanna, Appl. Phys. Lett. 2005, **87**, 132102.
- [3] A. Gowda, L. Jacob, D.P. Singh, R. Douali, S. Kumar, ChemistrySelect 2018, **3**, 6551-6560.

# Charge transport behavior in triphenylene derivative discotic liquid crystals and their opto-electronic applications

D. P. Singh<sup>1</sup>, A. Shah<sup>1</sup>, I. Bala<sup>2</sup>, S. K. Pal<sup>2</sup>, F. Krasinski<sup>1</sup>, A. Gowda<sup>3</sup>, S. Kumar<sup>3</sup> and R. Douali<sup>1</sup>

\* email : dharmendra.singh@univ-littoral.fr

<sup>1</sup> Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), Université du Littoral Côte d'Opale, 62228 Calais France.

<sup>2</sup> Indian Institute of Science Education and Research (IISER) Mohali, 140306, India.

<sup>3</sup> Raman Research Institute, Bengaluru- 560080 India.

**Key words : Discotic Liquid Crystals, charge transport and opto-electronics**

Herein, we present the charge transport behavior of novel phenazine fused triphenylene and triphenylene-pentaalkynylbenzene dyads discotic liquid crystals (DLCs). Phenazine fused triphenylene DLC exhibits hexagonal columnar phase ( $\text{Col}_h$ ) whereas triphenylene-pentaalkynylbenzene dyads show rectangular columnar ( $\text{Col}_r$ ) phase [1,2]. Ambipolar charge transport behavior of the aforementioned compounds has been investigated by time-of-flight technique. Both the compounds yield the charge carrier mobility of order  $10^{-3}$  cm $^2$ /Vs. The hole mobility of phenazine fused triphenylene DLC increases with increasing temperature following to a power law-  $\mu(T) = CT^n$ , whereas triphenylene-pentaalkynylbenzene dyads DLC shows almost temperature independent electron and hole mobilities. Electronic and light-emitting applications of these compounds are also demonstrated within the scope of this investigation.

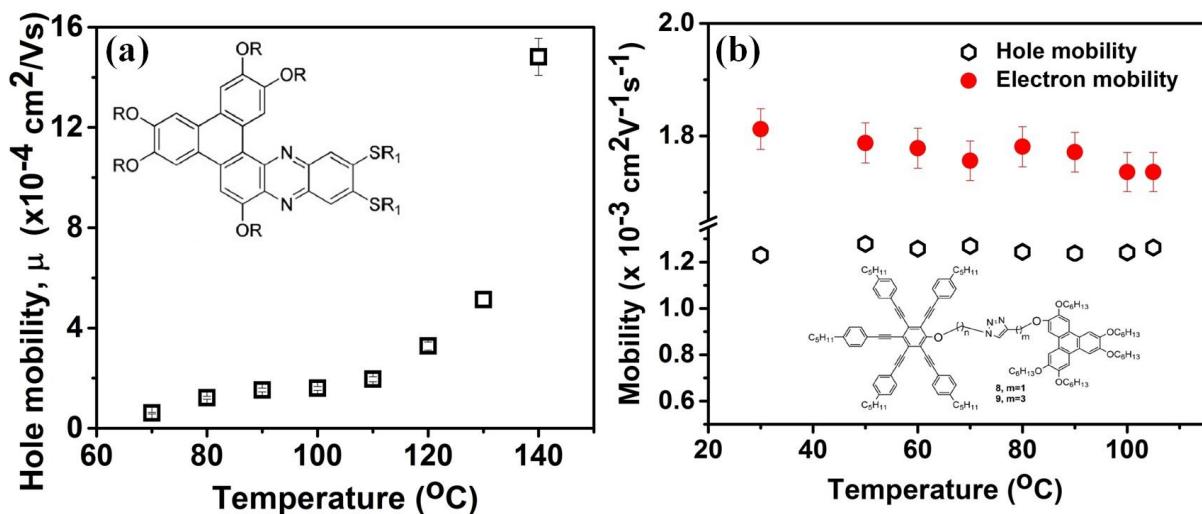


Figure 1: (a) Hole mobility of novel phenazine fused triphenylene (b) Electron and Hole mobilities of triphenylene-pentaalkynylbenzene dyads DLCs as a function of temperature.

## Références:

- [1] A. Gowda, L. Jacob, D.P. Singh, R. Douali, S. Kumar, ChemistrySelect, 2018, **3**, 6551-6560.
- [2] I. Bala, W-Y Yang, S.P. Gupta, J. De, R.A.K. Yadav, D.P. Singh, D.K. Dubey, J-H, Jou, R. Douali, S. K. Pal, J. Mater. Chem. C, 2019, **7**, 5724-5738.

# Benzothiadiazole-based Molecules: Interdependence of Optical Properties and Aggregation

Kathleen I. Moineau-Chane Ching<sup>1\*</sup>, Chunxiang Dall'Agnese<sup>1</sup>, Brunella Bardi<sup>2</sup>, et Francesca Terenziani<sup>2</sup>

\* kathleen.chane@lcc-toulouse.fr

<sup>1</sup> CNRS, LCC (*Laboratoire de Chimie de Coordination*), Toulouse, France

<sup>2</sup> Dept of Chemistry, Life Sciences & Environmental Sustainability, University of Parma, Italy

**Mots-clés:** organic semiconductors, aggregates; stimuli responsiveness

Semi-conducting organic molecules (SCOs) are very attractive for their advantages as low cost, low weight and their easy process on large flexible substrates [1]. It is well established that aggregation phenomena can affect them and dominate their electronic (transport) and optical behavior in solution or condensed phase (powder, nanoparticles or thin films) [2].

This study focusses on quadrupolar  $\pi$ -conjugated SCOs based on alternation of donor (D: dithienosilole, thiophene) and acceptor (A: benzothiadiazole, cyanoacetate) moieties. Linear or branched chains have been introduced on the center of the molecules (on the dithienosilole motif) and on the periphery (on the cyanoacetate moieties) [3].

The impact of the molecular structure (nature and number of D and A units, nature and place of the alkyl chains) on the intermolecular interactions in solution, nanoparticles and thin films will be presented. The spectroscopic properties of thin films and powders will be compared to those of solutions and nanoaggregates. We will see that the optical properties may depend on the aggregation state and that they can be tuned by means of thermal treatment (annealing) of the films and through mechanical treatment (grinding) of the powders, demonstrating that some of these materials are multistimuli responsive. Interestingly, the spectroscopic analysis reveals, for the smaller molecules, the partial formation of J-aggregates, both in films and powders, despite weak luminescence. This behavior is interpreted as due to the partial formation of poorly fluorescent red-shifted aggregates acting as a sink in an efficient excitation energy transfer process from J-aggregates.

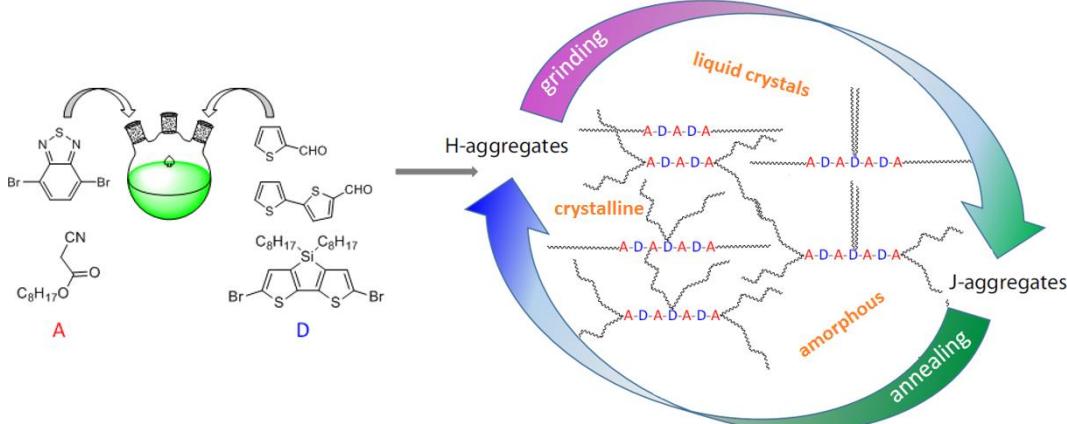


Figure 1: schematic representation of synthesis of molecules under study and of their aggregation states in pristine forms and under external stimuli

## Références:

- [1] C. J. Traverse, R. Pandey, M. C. Barr, and R. R. Lunt, Nat. Energy, 2017, **2**, 849–860.
- [2] N. Gospodinova, E. Tomsik, Prog. Polym. Sci., 2015, **43**, 33-47.
- [3] B. Bardi, C. Dall'Agnese, M. Tasse, S. Ladeira, A. Painelli, K. I. Moineau-Chane Ching, and F. Terenziani, ChemPhotoChem 2018, **2**, 1–12.

# Phase winding and topological flows in Smectic C\* films subjected to a vapor flux

F. Bunel\* and P. Oswald

\*felix.bunel@ens-lyon.fr

*Univ Lyon, ENS de Lyon, Univ Claude Bernard, CNRS, Laboratoire de Physique,  
F-69342 Lyon, France*

## Mots-clés : ferroelectric LC, chemomechanical coupling

It is well known that a flux of matter across a chiral medium can induce a collective rotation of the molecules. This phenomenon was already observed in chiral Langmuir monolayers [1] and in free-standing smectic C\* films [2]. However, this rotation is often associated with flows which have not been studied so far.

Here we report a systematic experimental study of these flows in circular smectic C\* films subjected to a flux of alcohol. We show that several solutions can be observed in the same film, depending on the position of the +1 defect imposed by the boundary conditions on the meniscus limiting the film.

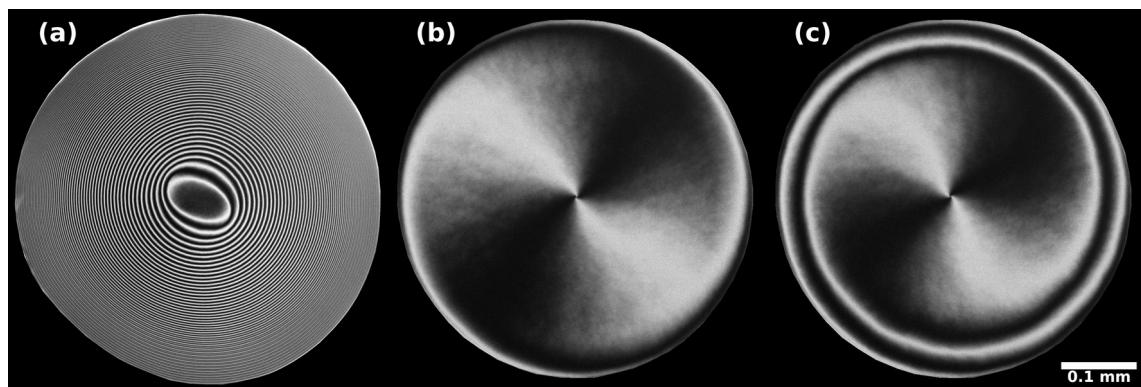


Figure 1: (a) Target pattern with the +1 defect located on the meniscus; (b-c) Patterns with the +1 defect in the center of the film.

If the +1 defect locates at the edge of the film, a typical target pattern forms at long times (Fig. 1a). In that case the phase winds until the chemomechanical torque equilibrates the elastic torque and the flows become negligible.

If the +1 defect sits in the center of the film, several stationary solutions which are partly unwound may be observed in the same film (Fig. 2b-c). For each of those solutions, the director profile and the velocity field have been measured.

These results are interpreted in the framework of the Leslie theory. In particular, we will give the first experimental values of the two chemomechanical and chemohydrodynamical coefficients involved in this theory.

## Références:

- [1] Y. Tabe, H. Yokoyama, *Nature Mat.*, 2003, **2**, 806-809.
- [2] K. Seki, K. Ueda, Y-I Okumura, Y. Tabe, *J. Phys. Condens. Matter*, 2011, **23**, 284114.

# Lehmann Effect in Cholesteric and Nematic Liquid Crystals: A Review

P. Oswald, A. Dequidt, G. Poy, J. Ignés-Mullol

\*patrick.oswald@ens-lyon.fr

*Univ Lyon, ENS de Lyon, Univ Claude Bernard, CNRS, Laboratoire de Physique,  
F-69342 Lyon, France*

## Mots-clés : Cholesteric droplet, thermomechanical Lehmann effect

The Lehmann effect is the rotation of cholesteric droplets submitted to a temperature gradient [1,2]. In cholesterics, all the droplets rotate in the same direction. This effect also exists in nematics, providing that the director field inside the droplets is twisted [3]. In that case, the two senses of rotation are observed because the droplets can be twisted to the right or to the left equivalently (fig.1). In practice, the droplets can either coexist with their isotropic liquid, or be dispersed in a different liquid. In the latter case, the Lehmann effect is only observed when the liquid crystal is partly miscible in the dispersing liquid [4].

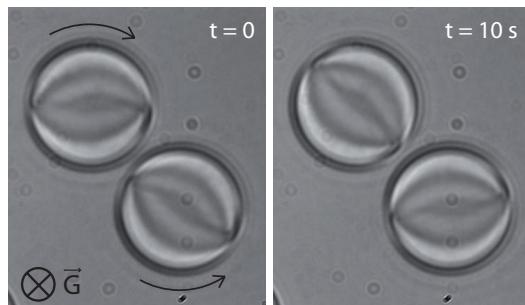


Figure 1: Two nematic droplets of a chromonic liquid crystal rotating in opposite directions.

After a rapid review of the main experimental results, I will present the different models proposed to explain the Lehmann effect. The first one is the classical Leslie, Akopyan and Zel'dovich thermomechanical model. I will show that this model is unable to explain the observations and must be abandoned [5]. The second model —based on a melting-recrystallization process— seems promising to explain the Lehmann effect when the droplets coexist with their own isotropic liquid [6]. The third model is a purely hydrodynamic model and is based on the existence of convective rolls induced by a Marangoni effect. This model is pertinent to explain the rotation of the droplets in emulsions [7].

## Références:

- [1] O. Lehmann, Ann. Phys., 1900, **307**, 649-705.
- [2] P. Oswald, A. Dequidt, Phys. Rev. Lett., 2008, **100**, 217802.
- [3] J. Ignés-Mullol, G. Poy, P. Oswald, Phys. Rev. Lett., 2016, **117**, 057801.
- [4] J. Yoshioka, F. Araoka, Nat. Commun., 2018, **9**, 432.
- [5] P. Oswald, Eur. Phys. J. E, 2012, **35**, 12010.
- [6] P. Oswald, G. Poy, Phys. Rev. E, 2018, **98**, 032704.
- [7] P. Oswald, J. Ignés-Mullol, A. Dequidt, Soft Matter, 2019, **15**, 2591-2604.

# Nanoparticles self-organization in smectic oily streaks

Syou-P'heng Do<sup>1</sup>, Haifa Jeridi<sup>1,\*</sup>, Amine Missaoui<sup>1</sup>, Delphine Coursault<sup>1</sup>, Alessandro Coati<sup>2</sup>, Yves Garreau<sup>2</sup>, Bruno Gallas<sup>1</sup>, Emmanuel Lhuillier<sup>1</sup>, Doru Constantin<sup>3</sup>, Brigitte Pansu<sup>3</sup>, David Babonneau<sup>4</sup>, Sébastien Royer<sup>1</sup>, Nicolas Goubet<sup>1</sup>, Michel Goldmann<sup>1</sup>, Bernard Corset<sup>1</sup> et  
Emmanuelle Lacaze<sup>1</sup>

\* hayfa.jeridi@insp.jussieu.fr

<sup>1</sup> Institut des Nanosciences de Paris, UMP 7588CNRS, Sorbonne Université, 75005, Paris, France.

<sup>2</sup> Synchrotron Soleil, BP 48, L'orme des Merisiers, 91192 Gif sur Yvette, France.

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique des solides, UMR 8502 CNRS, Université Paris11, 91405 Orsay, France.

<sup>4</sup> Institut P Prime, UPR 3346 CNRS, Université de Poitiers, 86962 Futuroscope Chasseneuil, France.

## Mots-clés : Cristaux liquides, nanoparticules, défauts topologiques.

The liquid crystal topological defects have proven to be appropriate templates for nanoparticles (NPs) assemblies into long-range anisotropic organizations [1,2]. In this work, we used arrays of linear smectic topological defects (dislocations) coexisting with 2D topological defects (central defect) which are oriented by the underlying (rubbed PVA) and form the so-called oily streaks (see Figure) [3]. Gold NPs and Quantum dots (which behave as single photon emitters) of size between 5nm and 7nm, are trapped in the dislocation cores leading to NPs chains parallel to each other at large scale [1,4]. For gold NPs, an electromagnetic coupling, only in the direction of chains is detected which drives the anisotropy of the optical response of surface plasmon resonance (LSPR) allowing for the extinction properties to be controlled by light polarization [1, 2].

We now study the role of NPs concentration and annealing procedure on the NPs organization in order to define new parameters allowing for the control of the induced optical properties of the composite topological defects/NPs. Combining Optical and fluorescence microscopy, spectrophotometry and GISAXS at Synchrotron facilities, we show that when the NPs concentration is high enough to completely fill the defect cores, hexagonal monolayers oriented along the oily streaks are formed. It corresponds to a sequential templating procedure between two kinds of topological defects, the 1D dislocations and the 2D central defects (see Figure), leading to two kinds of coexisting NPs organizations. Moreover, the orientation of the NPs organizations can be controlled also using a heat treatment via the smectic/nematic transition.

These results thus open the route for a new kind of control of NPs organizations, particularly rich when hierarchical structure of liquid crystal topological defects are used.

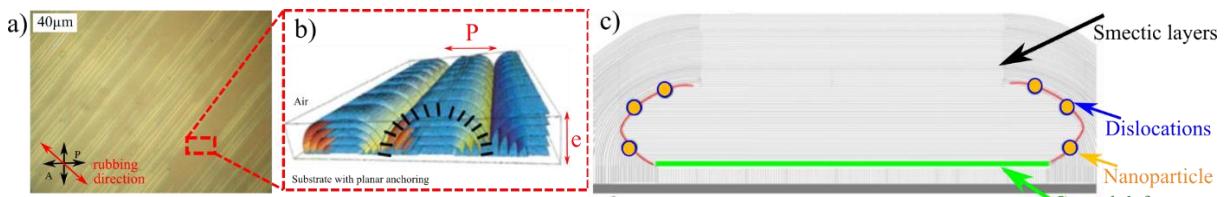


Figure: Smectic oily streaks. a) Top view: Optical microscopy image in reflection between crossed polarizers. b) 3D schematic of the oily streaks where smectic layers are arranged in flattened hemicylinders with the molecular orientation in black. c) Nanoparticles trapped in the defect cores of an oily streak.

## Références:

- [1] D. Coursault, and al., *ADV. Mater.*, 2012, 24, 1461-1465.
- [2] D. Coursault, and al., *ACS Nano*, 2015, 12, 11678-11689.
- [3] D. Coursault and al., *Soft Matter*, 2016, 12, 678-688.
- [4] L. Pelliser, and al., *Adv. Funct. Mater.*, 2015, 25, 1719-1726.

# Elastocapillary Interactions at Free-Standing Smectic Films

Mohamed Amine Gharbi<sup>1</sup>

\* mohamed.gharbi@umb.edu

<sup>1</sup> Department of Physics, University of Massachusetts Boston, USA

## Mots-clés : Focal Conic Domains, Elasticity, Self-assembly

The ability of liquid crystals (LCs) to organize particles into regular structures provides novel routes to control ordering transitions, with the possibility of building complex artificial structures for diverse applications. Since LCs are readily reconfigurable, they offer opportunities to make responsive devices including smart energy-efficient windows, responsive optical components, and sensors. Furthermore, colloidal particles at complex fluid interfaces and within films assemble to form ordered structures via interactions that include capillarity, elasticity, and other fields. Here we study microparticle interactions within free-standing smectic-A films, in which the elasticity arising from the director field distortion and capillary interactions arising from interface deformation compete to direct the assembly of particles. New colloidal assemblies and patterns, ranging from 1D chains to 2D aggregates, sensitive to the initial wetting conditions of particles at the smectic film, are reported [1]. This work paves the way to exploiting LC interfaces as a means to direct spontaneously formed, reconfigurable, and optically active materials.

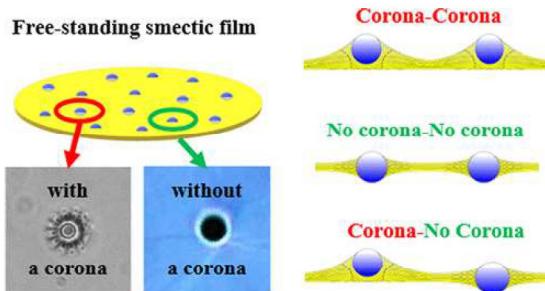


Figure 1: Assembly of Silica Particles at Smectic Free-Standing Films

## Références:

- [1] M.A. Gharbi, D.A. Beller, N. Sharifi Mood, R. Gupta, R.D. Kamien, S. Yang, and K.J. Stebe. Elastocapillary driven assembly of particles at free-standing smectic-A films. *Langmuir* 2018, **34**, 2006-2013.

# Annihilation of Point Defect Pairs in Smectic free-standing Films

Amine Missaoui<sup>1,2</sup>, Kirsten Harth,<sup>1,3</sup> Peter Salamon<sup>4</sup>, Emmanuelle Lacaze<sup>2</sup> and Ralf Stannarius,<sup>1</sup>

\* amine.missaoui@ovgu.de

<sup>1</sup> Otto von Guericke University Magdeburg, Inst. of Physics, ANP, Magdeburg, Germany

<sup>2</sup> Sorbonne Université, CNRS, Institut des Nano-Sciences de Paris (INSP), 4 pl Jussieu 75005 PARIS, France

<sup>3</sup> Physics of Fluids and Max Planck Center for Complex Fluid Dynamics, University of Twente, Enschede, The Netherlands.

<sup>4</sup> Wigner Institute for Solid State Physics, HAS, Budapest, Hungary

## Mots-clés : Free-standing Smectic Films

Liquid crystals (LC) are one of the most valuable systems for studying the coarsening dynamics of topological defects. Disclinations in LC, pointlike defects, can be created and observed easily. They are excellent models to study fundamental properties of defect interactions, which are relevant in a wide range of research fields like cosmology or particle physics and others. In contrast to experiments in nematic LCs, which are 3D and much more complex because of the confining cell plates, freely suspended smectic C films behave like quasi 2D polar nematics and are thus an ideal model system for studying quasi 2D systems.

One peculiarity in liquid crystals is the generation of flow by defect interactions. This reduces annihilation times and introduces an asymmetry between the motion of defects with positive and negative topological charges: the director reorientation drives a flow, which accelerates the motion of the positive defect [1].

We study defect annihilation in free-standing SmC films experimentally. In an earlier experiment, we investigated the motion of mutually repelling equal topological charges upon disintegration of a trapped cluster of such defects [2]. Here we prepare isolated pairs of defects with opposite topological charge and we analyse their annihilation dynamics (see Fig.1). These are strongly influenced by the orientation of the -1 defect with respect to the connecting axis. The disorientation induces an orbital motion, which drives the “dancing” of the defects during the approach.

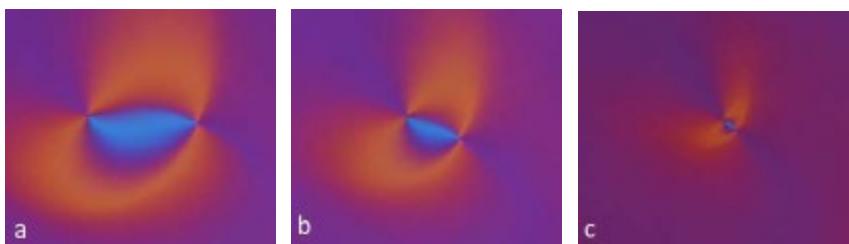


Figure 1: Isolated +1 and -1 topological defects in a free-standing smC film during approach and annihilation, time steps 42 s. Image sizes 475  $\mu\text{m} \times 400 \mu\text{m}$ .

## Références:

- [1] D. Svensek and S. Zumer, Phys. Rev. Lett. 90 155501 (2003)
- [2] R. Stannarius and K. Harth, Phys. Rev. Lett. 117 157801 (2016)

# Synthèse de nanoparticules de ZnO en milieu organisé : vers un contrôle de la croissance des nanoparticules.

J.-D. Marty,<sup>1</sup> Z. Zhao,<sup>1,2</sup> Z. Zheng,<sup>1,2</sup> C. Roux,<sup>1</sup> Y. Coppel,<sup>2</sup> M. L. Kahn<sup>2</sup> and C. Mingotaud<sup>1</sup>

\* marty@chimie.ups-tlse.fr

*1 Laboratoire IMRCP, CNRS UMR 5623, University of Toulouse, Toulouse, France*

*2 Laboratoire de Chimie de Coordination, CNRS UPR 8241, University of Toulouse, Toulouse, France*

## Mots-clés : ZnO, nanoparticules, organisation

Le contrôle de la taille, de la forme et/ou de la composition des nanomatériaux est l'une des préoccupations majeures dans le domaine des nanosciences. Ce contrôle peut par exemple être obtenu en utilisant des milieux organiques présentant une organisation spécifique (cristaux liquides lyotropes ou thermotropes...).[1,2] En se basant sur l'utilisation d'une voie de synthèse de particules de ZnO par une voie organométallique simple nous avons ainsi étudié la possibilité d'utiliser de tels milieux organisés pour contrôler la synthèse de nanoparticules.

Nous avons en particulier étudiés deux familles de systèmes :

- des molécules ramifiées présentant une organisation cristal-liquide thermotrope. Ces molécules peuvent être utilisées comme hôtes structuralement ordonnés pour la croissance anisotrope des NP de ZnO. Une corrélation directe entre les caractéristiques structurelles du polymère ramifié LC et la morphologie des nanostructures obtenues a été démontrée (Figure 1) [4,5] Ces nouveaux composites LC/NPs présentent à la fois des propriétés LC et des propriétés optiques issues du ZnO.[3,4]

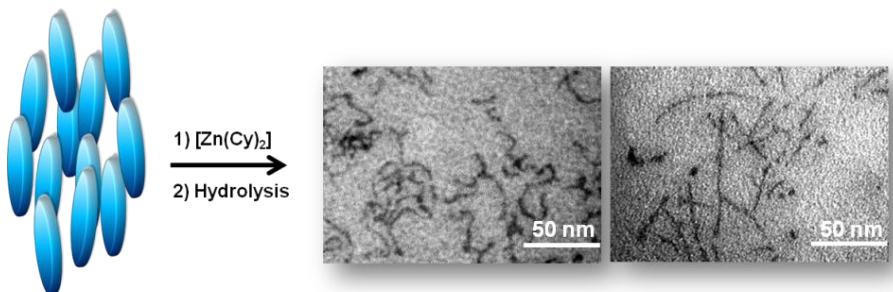


Figure 1: Croissance de particules anisotropes en milieu cristal liquide

- Des alkylamines qui par interaction avec le précurseur de zinc et en l'absence de solvant permettent une structuration du milieu avant hydrolyse évoluant dans le temps. Nous avons pu mettre en évidence une corrélation entre l'organisation du milieu et la structure et l'assemblage des particules obtenues après hydrolyse [5,6].

## Références:

- [1] S. Saliba, C. Mingotaud, M. L. Kahn, J.D. Marty Nanoscale, 2013, **5**, 6641–6661.
- [2] T. Hegmann, H. Qi, V. M. Marx, J. Inorg. Organomet. Polym Mater., 2007, **17**, 483.
- [3] S. Saliba, Y. Coppel, C. Mingotaud, J.-D. Marty and M. L. Kahn, Chem. Eur. J., 2012, **18**, 8084-8091.
- [4] S. Saliba, Y. Coppel, M.F. Achard, C. Mingotaud, J.-D. Marty and M. L. Kahn, Angew. Chem. Int. Ed, 2011, **50**, 12032-12035.
- [5] Z. Zheng, R. Butynska, C. Valverde Serrano, J.-D. Marty, C. Mingotaud and Myrtill L. Kahn Chem. Eur. J., 2016, **22**,
- [6] Z. Zhao, Y. Coppel, J. Fitremann, P. Fau, C. Roux, C. Lepetit, P. Lecante, J.-D. Marty, C. Mingotaud and M. L. Kahn Chem. Mater., 2018, **30**, 8959-8967

# Synthèse de nanoparticules d'or par radiolyse induite par les rayons x autour d'auto-assemblages de copolymères.

Philippe Fontaine<sup>1,\*</sup>, Louis Bondaz<sup>1,2</sup>, François Muller<sup>3</sup>, Fabrice Cousin<sup>4</sup>, Patrick Perrin<sup>5</sup>, Nadège Pantoustier<sup>4</sup>, Michel Goldmann<sup>2,1</sup>

\* email philippe.fontaine@synchrotron-soleil.fr

<sup>1</sup> Synchrotron SOLEIL, L'Orme des Merisiers, Saint-Aubin, BP48, Gif sur Yvette, France.

<sup>2</sup> Institut des NanoSciences de Paris, Sorbonne Universités, 4 place Jussieu, Paris, France

<sup>3</sup> ECE Paris, 37 quai de Grenelle, Paris

<sup>4</sup> Laboratoire Léon Brillouin, CEA Saclay, 91191 Gif sur Yvette Cedex, France

<sup>5</sup> SIMM, Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de la Ville de Paris (ESPCI), 10, Rue Vauquelin, F-75231 Cedex 05 Paris, France

## Mots-clés : copolymères, radiolyse, nanoparticules

Nous développons une technique de synthèse d'objets métalliques de taille nanométrique en utilisant la réduction d'ions autour de moules obtenus par auto-assemblage de tensioactifs en solution aqueuse. Les ions métalliques sont réduits par les radicaux formés lors de la radiolyse de l'eau induite par des rayons x ou  $\gamma$ . Les auto-assemblages chargés attirent les ions au voisinage et forcent ainsi l'agrégation des atomes réduits autour du moule. Nous avons utilisé cette technique pour former des couches métalliques [1,2], des colloïdes ou des nano-coques [3,4]. L'aspect dynamique des micelles de tensioactifs classiques est identifié comme la cause de la poly-dispersité des objets formés. Certains copolymères à blocs forment des micelles « gelées » grâce au bloc hydrophobe qui forme un cœur vitreux en dessous de sa  $T_g$ . Nous avons synthétisé un tel copolymère, le PS-PDMAEMA, qui forme des micelles gelées à température ambiante, mais aussi des couches de Langmuir à l'interface eau-air. Le bloc polyélectrolyte (PDMAEMA) porte des charges négatives en pH acide qui vont attirer les ions  $\text{AuCl}_4^-$ . Nous avons caractérisé par diffusion des neutrons les deux types de moules avec et sans sels d'or, et effectué des irradiations aux rayons x dans les deux géométries tout en suivant l'évolution des spectres de diffusions des rayons x. Nous avons démontré la formation de nano particules d'or dans les deux géométries (cf. figure 1) dont les formes et les tailles sont contrôlées par la concentration en sel et le temps d'irradiation.

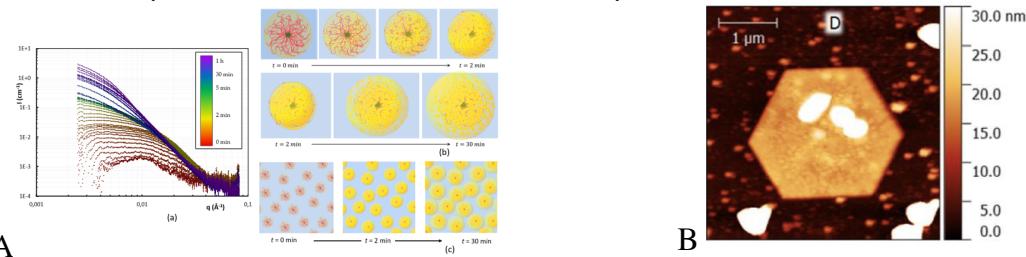


Figure 1: A : Spectres de diffusion des neutrons aux petits angles pendant l'irradiation des micelles de PS-PDMAEMA montrant la formation de nanoparticules d'or dans la couronne de la micelle. B : Image d'AFM d'une nano-plaque d'or formée par irradiation d'une couche à l'interface eau-air.

## Références:

- [1] F. Muller & al, Langmuir, 2004, **20**, 4791.
- [2] S. Mukherjee & al, Beilstein J. Nanotechnol., 2015, **6**, 2406-2411.
- [3] S. Remita & al, Nuclear Inst. and Meth. B, 2007, **263**, 436-440.
- [4] J. Attia & al, Langmuir, 2007, **23**, 9523–9526.

# Synthèse de filaments hybrides magnéto-plasmoniques et leur caractérisation par DLS dépolarisée (DDLS)

Florian AUBRIT<sup>1,2,\*</sup>, David JACOB<sup>1</sup>, et Olivier SANDRE<sup>2</sup>

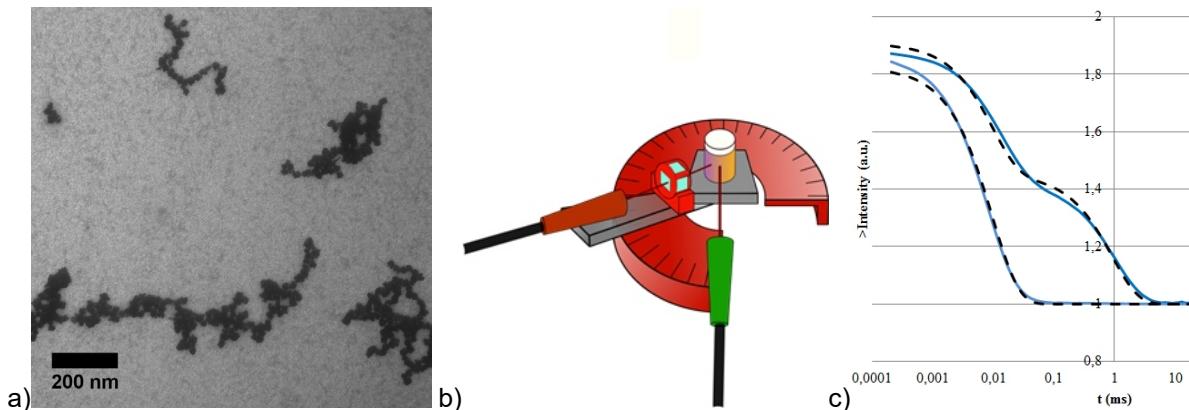
\* florian.aubrit@enscbp.fr ou florian.aubrit@florian.aubrit@cordouan-tech.com,  
david.jacob@cordouan-tech.com, olivier.sandre@enscbp.fr

<sup>1</sup> *Cordouan Technologies, Pessac, France ; <sup>2</sup> Laboratoire de Chimie des Polymères Organiques (LCPO), Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, Pessac, France*

**Mots-clés : DLS dépolarisée (DDLS), nano-filaments, systèmes colloïdaux hybrides**

Les nano-objets magnétiques de formes anisotropes présentent un grand intérêt, notamment pour appliquer des contraintes mécaniques fortes au sein de cellules biologiques[1,2]. Dans cette communication, nous présenterons un système auto-assemblé hybride, composé de nanoparticules (NPs) de métal noble (or, argent) et d'oxyde de fer, reliés entre elles grâce à une « colle » par complexation ionique entre un polyanion et un copolymère à blocs (bCP) double hydrophile, tel que le poly(éthylacrylate de triméthylammonium)-*b*-poly(acrylamide) (PTEA-*b*-PAM). Le procédé de formation de tels systèmes, tiré des travaux menés par Fresnais *et al*[3], repose sur la diminution de la force ionique dans le mélange par dialyse, tout en appliquant un champ magnétique afin de diriger l'assemblage de manière anisotrope. Parallèlement, le travail effectué à Cordouan Technologies sur la caractérisation des nanoparticules en suspension par diffusion dynamique de la lumière (DLS) a conduit au développement d'un prototype capable de caractériser des objets anisotropes (longueur et rapport d'aspect). Cet appareil a servi, dans le cadre d'une collaboration européenne incluant le LCPO, à caractériser les chaînes hybrides formées. Les propriétés à la fois magnétiques et plasmoniques des matériaux hybrides ont également été mises en évidence, soulignant l'aspect multifonctionnel de ces assemblages.

Nous tenons à remercier la contribution du projet FMF (appel 2017 M-era.Net), financé par l'U.E. et la région Nouvelle-Aquitaine.



**Figure 1:** a) Cliché TEM d'exemple de chaînes hybrides magnéto-plasmoniques formées par dialyse sous champ magnétique ; b) Schéma de principe du nouveau dispositif de DDLS multi-angles ; c) exemple d'auto-corrélogrammes en configurations HV et VV pour des nano-bâtonnets d'or.

## Références:

- [1] F. Mazuel, Small, 2017, **13**(31), 1701274.
- [2] Y. I. Golovin, Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2018, **82**(9), 1073-1078.
- [3] J. Fresnais, Advanced Materials, 2008, **20**(20), 3877-3881.

# Synthèse et assemblage de nanoparticules à patchs

Etienne Duguet<sup>1\*</sup>, Pierre-Etienne Rouet<sup>1,2</sup>, Weiya Li<sup>1,2</sup>, Hervé Palis<sup>1,2</sup>,  
Jérôme Majimel<sup>1</sup>, Jean-Paul Chapel<sup>2</sup> et Serge Ravaine<sup>2</sup>

\* etienne.duguet@u-bordeaux.fr

<sup>1</sup> ICMCB, UMR 5026, Univ. Bordeaux, CNRS, 33600 Pessac, France

<sup>2</sup> CRPP, UMR 5031, Univ. Bordeaux, CNRS, 33600 Pessac, France

## Mots-clés : Nanoparticules, patchs, assemblage

Les progrès constants des chimistes les amènent à contrôler de plus en plus finement la composition et la morphologie des nanoparticules pour les rendre toujours plus fonctionnelles et capables d'interagir entre elles. Cette maîtrise permet désormais d'envisager de reproduire à l'échelle colloïdale la diversité des structures atomiques avec les concepts de cristaux colloïdaux désormais étendus à ceux de molécules colloïdales et d'atomes colloïdaux [1].

Dans ce contexte, nous présenterons la synthèse de nanoparticules multipodiques faites d'un cœur de silice et d'un nombre contrôlé de nodules satellites en polystyrène selon une recette de polymérisation en émulsion ensemencée [2]. Nous verrons surtout comment ces objets, déjà originaux par eux-mêmes, peuvent être les précurseurs de nanoparticules à patchs, c'est-à-dire présentant en surface des discontinuités chimiques ou topologiques permettant de programmer des interactions dans des directions privilégiées [3]. Enfin, nous montrerons comment ces nano-objets peuvent s'assembler pour donner des structures anisotropes telles que des clusters chiraux [4] ou des chaînes de nanoparticules [5] (Fig. 1).

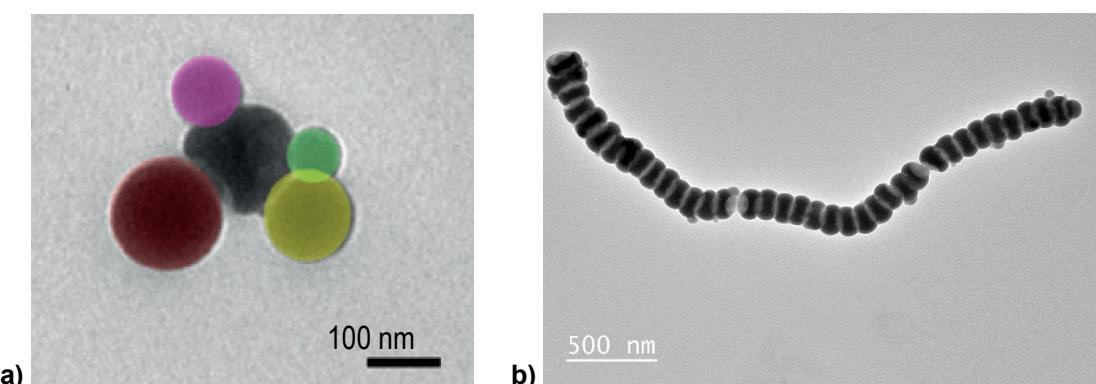


Figure 1: Images de microscopie électronique en transmission montrant a) un cluster chiral construit avec une nanoparticule centrale de silice portant quatre patchs sous la forme de cavités accueillant chacune une nanoparticule de silice de taille différente (image en fausses couleurs) et b) une chaîne de nanoparticules de silice reliées par leur patchs de polystyrène.

## Références:

- [1] S. Ravaine et E. Duguet, Curr. Opin. Colloid Interface Sci., **30**, 45-53 (2017).
- [2] A. Désert *et al.*, Nanoscale, **8**, 5454-5469 (2016).
- [3] C. Hubert *et al.*, Faraday Discuss., **181**, 139-146 (2015).
- [4] P.E. Rouet *et al.*, Angew. Chem., Int. Ed., **57**, 15754-15757 (2018).
- [5] W. Li *et al.*, article en préparation.

**Remerciements :** Agence Nationale de la Recherche (projet ENLARgER ANR-15-CE09-0010 et laboratoire d'excellence AMADEus ANR-10-LABX-42) et China Scholarship Council.

# Nanohybrid silica: investigation of self-assembling properties and physical properties using multiscale approach and DFT calculations.

J.-L. Bantignies<sup>1\*</sup>, R. Le Parc<sup>1</sup>, C. Blanc<sup>1</sup>, G. Creff<sup>1</sup>, V. Freitas<sup>1,4</sup>, A. Cojocariu<sup>2</sup>, M. Wong Chi Man<sup>2</sup>, P. Hermet<sup>2</sup>, J. Bartlett<sup>3</sup>, L.D. Carlos<sup>4</sup>, R. Ferreira<sup>4</sup>, X. Cattoën<sup>5</sup>

\*jean-louis.bantignies@umontpellier.fr

<sup>1</sup>Laboratoire Charles Coulomb (L2C), 34095 Montpellier, France

<sup>2</sup>Institut Charles Gerhardt Montpellier, UMR 5253 CNRS-UM-ENSCM, 34296 Montpellier, France

<sup>3</sup>Faculty of Science, Health, Education and Engineering, University of the Sunshine Coast, Maroochydore DC, QLD 4558 Australia

<sup>4</sup>Physics Department and CICECO Aveiro Institute of Materials, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

<sup>5</sup>Institut NEEL, CNRS, Université Grenoble-Alpes, 38042 Grenoble, France

## Nanohybrid, self-assembling, H bond

Over the past two decades significant efforts have been directed towards the elucidation of synthesis/structure/function correlations to guide the development of synthetic strategies for controlling the composition, size and shape of nanomaterials. In this context, organic–inorganic nanohybrids incorporating bridged silsesquioxanes have been of particular interest, due to their versatility and the structural control that can be achieved through independent modulation of the properties of the organic bridge and inorganic moieties. Such strategies have also been applied to the production of thin films on a variety of substrates, driven by the continuous need to develop new and enhanced materials with nanostructures engineered over multiple length scales for applications in electronics, optics, sensing, ferromagnetic, shape-selective membranes, etc.

In this communication, I will first present a fundamental study of the nanostructuring mechanisms of model hybrid silica. Our experimental investigation was performed using an *in operando* approach (vibrational spectroscopies under pressure, light diffusion, microscopy) coupled with DFT calculations. Parameters controlling the evolution of the system during sol-gel processing: supramolecular interactions, hydrolysis, polycondensation, and nucleation and growth of the hybrid solid in solution were investigated. The relation between structural properties and applications will be then highlighted<sup>[1-4]</sup>.

## References:

- [1] Langmuir 2013, **29**, 5581–5588
- [2] Physical Chemistry Chemical Physics, 2019 **21**, 3310-3317
- [3] Physical Chemistry Chemical Physics, 2016 **18**, 7946
- [4] ACS Appl. Mater. Interfaces 2015, 7(16), 8770 -8778

# Comportement lyotrope de complexes de polyélectrolytes et leur rôle comme agents structurants de matériaux hybrides poreux

Mélody Mathonnat<sup>1,2</sup>, Anthony Phimphachanh<sup>1,2</sup>, Philippe Dieudonné<sup>1</sup>, Martin In<sup>1\*</sup>  
Patrick Lacroix-Desmazes<sup>2</sup>, Nathalie Marcotte<sup>2</sup> et Corine Gérardin<sup>2</sup>

\*martin.in@umontpellier.fr

<sup>1</sup> L2C, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>2</sup> ICGM, Université de Montpellier, CNRS, ENSCM, Montpellier, France

Des complexes de polyélectrolytes sous forme micellaire sont des agents structurants nouveaux qui ouvrent la voie à une élaboration de matériaux mésoporeux à base de silice, plus respectueuse de l'environnement. La porosité du matériau final est révélée non plus par calcination comme il est d'usage avec des agents structurants amphiphiles, mais par simple élution dans l'eau, et les polyélectrolytes sont partiellement recyclés. La forme micellaire de complexe électrostatique est obtenue lorsque l'un au moins des polyélectrolytes est un copolymère à bloc double-hydrophile.

Des matériaux hybrides de structures variées lamellaires, hexagonaux ou cubiques, ont été obtenus soit en modulant la structure des copolymères utilisés, soit, et de manière surprenante, en ajustant simplement les conditions physico-chimiques du milieu réactionnel. Nous nous sommes donc intéressés au lien entre le comportement lyotrope des complexes de polyélectrolytes micellaires {PAA-b-PEO+oligoamine} et la structure des matériaux obtenus. La complexation électrostatique a été suivie par conductimétrie et potentiométrie. Les transitions de morphologie et la formation de phasse anisotropes ont été étudiées par diffusion de lumière et de rayons X, en particulier grâce aux lois de gonflement du pic de corrélation.

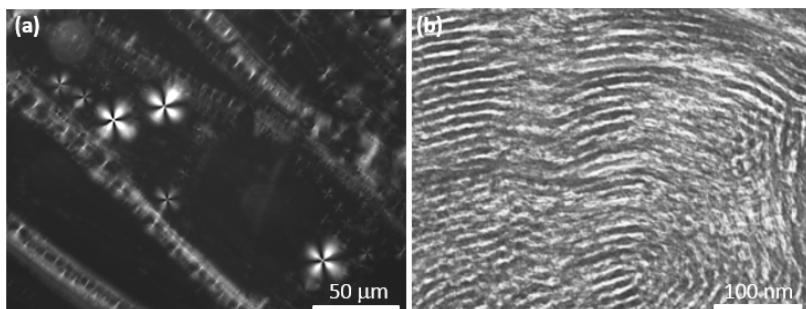


Figure 1: (a) Phase lamellaire de complexe {PAA-b-PEO+Néomycine}  $\Phi=0,30$  ;  
(b) Matériau hybride mésoporeux structuré.

Si nous avons mis parfois en évidence un comportement lyotrope de complexes électrostatique (Figure 1a), il n'est pas rare d'obtenir en présence de silice des matériaux structurés (figure 1b), même si le complexe électrostatique reste amorphe. Il apparaît donc que les complexes électrostatiques micellaires ont un comportement lyotrope moins riche en absence de silice mais aussi bien moins riche que leurs homologues amphiphiles. Une explication possible est liée à la forte compressibilité des micelles dont la couronne mais aussi le cœur sont gorgés d'eau ce qui permet à la compacité du système d'augmenter sans changement de morphologie.

# Hybridosomes®: Innovative Multifunctional Nanocapsules from the Ouzo Effect

Flavien Sciortino<sup>1,2\*</sup>, Clement Goubault<sup>1</sup>, Helene Jacobczyk<sup>1</sup>, Pierre-Antoine Eliat<sup>1</sup>, Marie-Berengere Troadec<sup>3</sup>, Cedric Gaillard<sup>4</sup>, Myrtil L Kahn<sup>5</sup>, Soizic Chevance<sup>1</sup>, Fabienne Gauffre<sup>1</sup>

\* SCIORTINO.Flavien@nims.go.jp

<sup>1</sup>Univ Rennes, CNRS, ISCR-UMR6226, SCANMat-UMS2001, 35000 Rennes, France.

<sup>2</sup>World Premier International (WPI) Research Center for Materials Nanoarchitectonics (MANA), National Institute for Materials Science (NIMS), 1-1 Namiki, Tsukuba 305-0044, Japan.

<sup>3</sup>UMR 1078 Génétique, Génomique fonctionnelle et Biotechnologies, Inserm, Université de Bretagne Occidentale, EFS, CHU Brest, Brest, France.

<sup>4</sup>INRA, La Giraudière, 44316 Nantes, France

<sup>5</sup>Laboratoire de Chimie de Coordination, UPR8241, CNRS, 205 rte de Narbonne, 31077 Toulouse, France.

## Mots-clés : Self-Assembly, Nanocapsules, Nanomedicine

We report on a new method to generate hollow capsules with a hybrid shell made of nanoparticles and polymers, which were coined "Hybridosomes".<sup>1</sup> The process is based on the formation of droplets in macroscopically miscible mixtures of water and an organic solvent containing a hydrophobic solute and nanoparticles, the so-called "ouzo effect". They have been widely characterized in liquid and dried state in term of structure, size tunability, shape, surface properties with routines techniques (TEM, SEM, DLS, Nanoparticle Tracking Analysis, UV-vis). For instance, these versatile nanocapsules can be prepared from iron oxide nanoparticles (IONP), gold nanoparticles (AuNP), Quantum Dots (QD) and their mixtures. As a nanocarrier we also demonstrated their ability to encapsulate an organic dye. The soft shell of Hybridosomes® was investigated for a single object by AFM nanoindentation and at the ensemble level using an osmotic compression technique.<sup>2</sup> Interestingly, the magnetic/fluorescent nanocapsules enable Magnetic Resonance Imaging contrast enhancement of tumors *in vivo*<sup>1</sup> and fluorescence imaging. Hybridosomes® therefore present a real potential for biomedical applications such as imaging and/or drug encapsulation, delivery and release.<sup>3</sup>

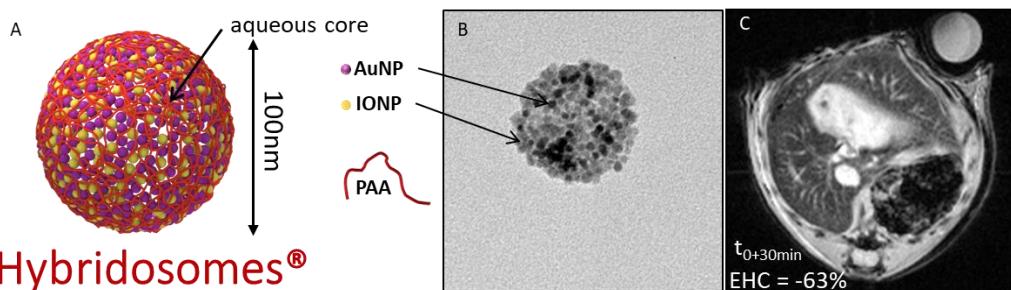


Figure 1: A: Schematic representation of Hybridosomes®, B: TEM micrograph of mixed IONP/AuNP@PAA Hybridosomes® and C: magnetic resonance image of mouse liver 30min after injection of IONP@PAA Hybridosomes®

## Références:

- [1] F. Sciortino et al., ChemNanoMat, 2016, **2**, 796-799.
- [2] F. Sciortino et al., Soft Matter, 2017, **13**, 4393-4400.
- [3] H. Jacobczyk et al., International Journal of Pharmaceutics, 2017, **532(2)**, 813-824.

# Structures et interfaces au sein de liquides en diffusion de second harmonique

Gaelle Martin-Gassin<sup>1,\*</sup>, Pierre-Marie Gassin<sup>1</sup>, Dominique chevalier<sup>2</sup>, Laetitia Palmade<sup>2</sup>, Ana Karina D'ambrosio<sup>2</sup>, Rozenn Leparc<sup>3</sup>

\* [gaelle.gassin@umontpellier.fr](mailto:gaelle.gassin@umontpellier.fr)

<sup>1</sup> Institut Charles Gerhardt, AIME, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5, France

<sup>2</sup> UMR IATE, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5, France

<sup>3</sup> Laboratoire Charles Coulomb, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 5, France

**Mots-clés : diffusion de second harmonique, interface, rupture de symétrie**

La diffusion de seconde harmonique (SHS) est une méthode d'optique non-linéaire particulièrement adaptée pour l'analyse locale des interfaces et des assemblages organisés en milieux liquide [1-3]. Exploitant les propriétés de symétries intrinsèques des objets émetteurs ainsi que leurs corrélations, la SHS permet de caractériser *in situ* et en temps réel les propriétés des structures électroniques des systèmes. L'organisation moléculaire et supramoléculaire, ainsi que les effets de confinement et de solvatation peuvent ainsi être sondé.

## Second harmonic Scattering SHS

- In situ measurement of real time transport
- Adsorption kinetic/Reaction rate
- Molecular Organisation/Orientation
- Solvation/Confinement effects

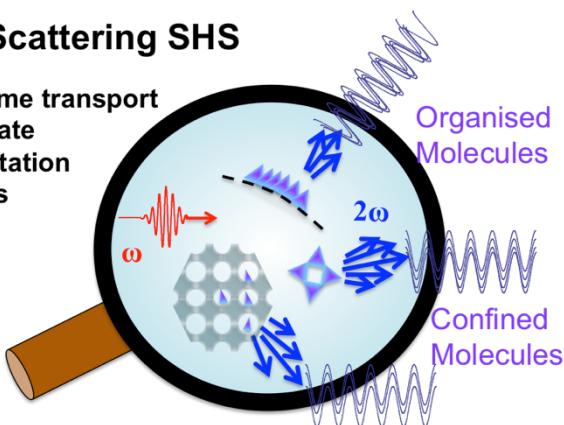


Figure 1: Principe de la diffusion de seconde harmonique

Après une introduction sur les bases de l'optique non linéaire et le processus de génération de second harmonique, les potentialités de cette technique seront illustrées par diverses études :

- structuration de mélanges eau/alcool
- effets spécifiques des ions sur l'organisation de l'eau interfaciale dans des argiles
- structuration de protéines végétales dans l'eau.

## Références:

- [1] S Roke, G Gonella - Nonlinear light scattering and spectroscopy of particles and droplets in liquids, Annual review of physical chemistry, 2012
- [2] P-M Gassin, S. Bellini, J. Zajac, and G. Martin-Gassin, The Journal of Physical Chemistry C, 2017 121 (27), 14566-14571
- [3] P-M Gassin, B. Prelot, B. Grégoire and G. Martin-Gassin, Langmuir, 2018 34 (10), 1021

# Passive and active microrheology of a lyotropic chromonic nematic liquid crystal disodium cromoglycate

Ahlem Habibi<sup>1,\*</sup>, Christophe Blanc<sup>2</sup>, Nadia Ben Mbarek<sup>1</sup> et Taoufik Soltani<sup>1</sup>

\* ahlembib1@gmail.com

<sup>1</sup> Laboratoire Physique de la Matière Molle et de la Modélisation Electromagnétique (LP3ME), Université de Tunis El Manar, Tunisie

<sup>2</sup> Laboratoire Charles Coulomb (L2C), Université de Montpellier, France

**Mots-clés : chromonic liquid crystal, microrheology techniques**

Particle tracking Microrheology (PTM) is an attractive experimental technique to measure the viscoelastic properties of complex fluids in a tiny volume. In the case of anisotropic materials such as liquid crystals, it should be however used cautiously. Here, we examined the case of the lyotropic chromonic liquid crystal disodium chromoglycate (DSCG). The unusual Brownian motions of microspheres in this system has attracted recent attention [1,2] suggesting a complex coupling between the fluctuations of the director and of the beads. Although it has been claimed that PTM could be used to extract the viscosities of the nematic phase [3], this effect may give rise to inconsistent microrheological measurements.

In order to explore these issues, we have experimentally studied the Brownian motion of particles in aligned samples (see figure 1.A), varying both the concentration of DSCG and the size of the probes. Effective viscoelastic properties have been extracted from these measurements and compared to the ones obtained by active microrheology based on optical tweezers. Our results explain why various viscoelastic behaviors have been previously reported for DSCG.

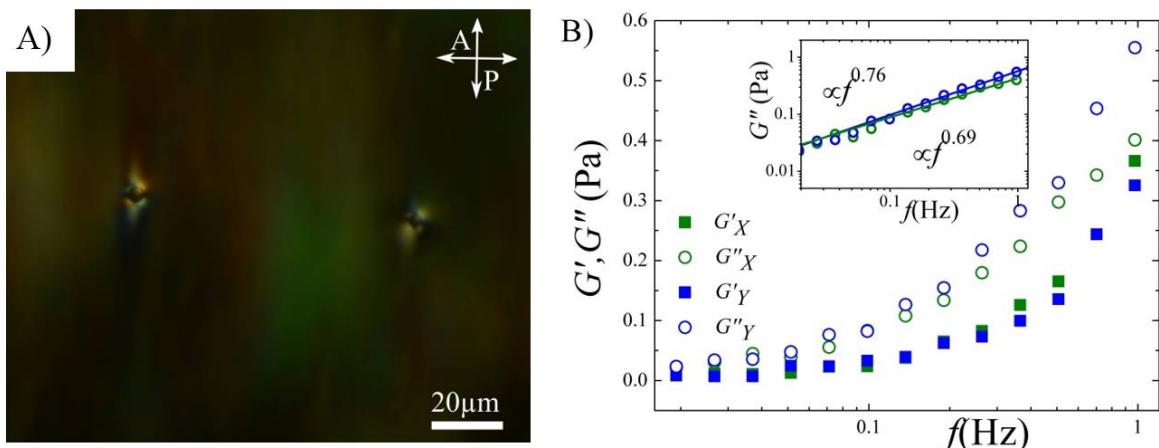


Figure 1: A Polarizing optical micrograph of two beads in a region previously aligned with a magnetic field. Polarizers are crossed and the director is along the polarizer. B. Frequency dependence of  $G'$  (solid symbols) and  $G''$  (open symbols) measured by active microrheology for a 12.41 wt% DSCG nematic solution in the parallel (green) and perpendicular direction (blue) using 6.2  $\mu\text{m}$  diameter microspheres.

## Références:

- [1] T. Turiv, I. Lazo, A. Brodin, B.I. Lev, V. Reiffenrath, V.G. Nazarenko, O.D. Lavrentovich, Science, 2013, **342**, 1351–1354.
- [2] A. Martinez, P.J. Collings, A.G. Yodh, Phys. Rev. Lett., 2018, **121**, 177801.
- [3] M. Gómez-González, J.C. del Álamo, Soft Matter, 2016, **12**, 5758–5779.

# La cinétique de dégradation thermique des mélanges polymères/cristaux liquides

Amina BOURICHE<sup>1,2\*</sup>, Lamia BEDJAOUI-ALACHAHER<sup>1</sup>, Ulrich MASCHKE<sup>2</sup>

\*a\_bouriche@yahoo.fr

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche sur les Macromolécules (LRM), Faculté des Sciences, Université Aboubakr Belkaïd, 13000 Tlemcen, Algérie,

<sup>2</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET (UMR CNRS N°8207), Bâtiment C6, Université Lille 1 - Sciences et Technologies, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France,

## Mots-clés : cristal liquide, analyse thermogravimétrie, cinétique de dégradation

La dégradation thermique des mélanges polymères /cristaux liquides est au centre des études d'analyse thermique depuis de nombreuses années [1-2]. La cinétique de dégradation thermique des mélanges polymères /cristaux liquides thermotropes sous azote et air a été systématiquement étudiée par l'analyse thermogravimétrique qui est l'une des méthodes les plus courantes dans l'étude des propriétés thermiques de ces composites.

Notre étude a été réalisée pour des mélanges de polymère linéaire de poly (acrylate de 2-éthylhexyle) (p-2EHA) de poids moléculaire Mw= 92000 g/mol et d'une polydispersité Mw/Mn=3, et avec un cristal liquide eutectique E7. Le diagramme de phase des mélanges p-2EHA/E7 a été déterminé par deux techniques différentes : le microscope à lumière optique polarisée (MOP) et l'analyse enthalpique différentielle (ADE). La cinétique de dégradation expérimentale a permis de déterminer les énergies d'activation [3] par trois méthodes isoconversionnelles: Tang, Flynn-Wall-Ozawa et Kissinger-Akahira-Sunose [4]. L'analyse thermogravimétrique (ATG) a été étudiée sous atmosphère inerte à différentes vitesses de chauffage de 5, 10, 20, 50, 100 et 200°C/ min. Les valeurs de l'énergie d'activation obtenues par les trois modèles cinétiques sont très proches très proches. Elles sont comprises entre 65 et 70 kJ/ mol. Les résultats expérimentaux ont montré que les valeurs des paramètres cinétiques sont en bon accord avec les méthodes isoconversionnelles, qui sont aussi valables pour décrire le procédé de dégradation de nos systèmes.

## Références :

- [1] K. Muraleedharan, J. Polym. Environ., 2014, **23** (1), 1-10.
- [2] P. Rantuch, Eur. J. Environ. Saf. Sci., 2014, **2**(1), 12-18.
- [3] M. J. Starink, J. Mater. Sci., 2007, **42** (2), 483-489.
- [4] B. Arda, A, Instrum. Sci. Technol., 2017, **45**(5), 558-576.

# Propriétés des mélanges binaires d'un nématicque twist-bend (CB7CB) et de smectogènes

\*A. Aouini<sup>1,2</sup>, C. Blanc<sup>2</sup>, I. Dozov<sup>3</sup>, E. Chauveau<sup>2</sup>, T. Phou<sup>2</sup>, P. Dieudonné<sup>2</sup>, D. Stoenescu<sup>1</sup>, M. Nobili<sup>2</sup>

\* aouini.abir@hotmail.com

<sup>1</sup>IMT-Atlantique, Brest, France

<sup>2</sup>Laboratoire Charles Coulomb, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>3</sup>Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay, France.

## Mots-clés : mélanges binaires, NTB et SmA

L'existence d'une phase « Nematic twist Bend » (NTB) a été prédite par I.Dozov dès 2001 [1] mais n'a été observée expérimentalement qu'en 2010 [2]. Cette phase est assez originale car elle présente optiquement des défauts de type coniques focales sans réel ordre translationnel observable en diffusion des rayons X. Généralement cette phase est présente à des températures élevées (au-dessus de 100°C) dans les corps purs. L'ajout d'un nématogène [comme le 4-Cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB)] à un composé NTB [tels que le 1,7-bis (4-cyanobiphényl-4-yl) heptane (CB7CB)] permet de diminuer fortement la plage d'existence de la phase NTB [3] tout en modifiant continûment les propriétés thermiques et diélectriques.

Dans ce travail, nous avons exploré les modifications dues à l'ajout au CB7CB de smectogènes, et en particulier du 4'-octyl-4-biphénylcarbonitrile (8CB). Le diagramme de phase de ce dernier mélange binaire présente des caractéristiques surprenantes. Malgré leur ressemblance macroscopique, les phases SmA et NTB semblent ainsi incompatibles et restent séparées par une phase nématische s'étendant à très basse température (-20 ° C) pour une fraction CB7CB de  $\phi_c \approx 20\%$ .

Nous avons par ailleurs caractérisé les propriétés optiques, thermiques, diélectriques et d'ancrage des phases N et NTB des mélanges. Les propriétés optiques sont très différentes de celles du CB7CB sur une large gamme de composition et de forts effets pré-transitionnels sont observables à l'approche de  $\phi_c \approx 20\%$ . Les propriétés d'ancrage (fig1) sont également significativement modifiées par l'ajout de 8CB au CB7CB ce qui facilite l'alignement homéotrope, très difficilement obtenu pour le CB7CB.

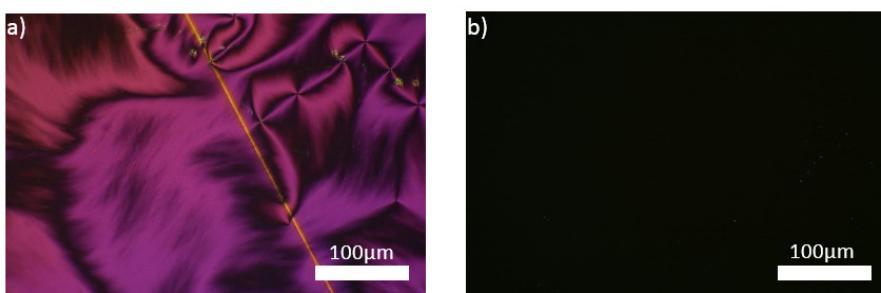


Figure 1: Textures de phases nématisches observées par microscopie optique entre polariseurs croisés dans une cellule à ancrage homéotrope (pour les cyanobiphényles) résultant en a) un ancrage planaire dégénéré pour le CB7CB. b) un ancrage homéotrope pour le mélange de 8CB/CB7CB de composition  $\phi \approx 40\%$ .

## Références:

- [1] I. Dozov, *Europhys. Lett.*, 2001, 56, 247–253.
- [2] V. P. Panov ,*PRL* 2010, 105, 167801.
- [3] N.Trbojevic and M. Nagaraj ,*PRE* 2017,96; 052703

## Etude d'un nouveau cristal liquide à noyau coudé

Yahia Boussoualem<sup>1\*</sup>, Irina Carlescu<sup>2</sup>, Kirill Kondratenko<sup>1</sup>, Nicolae Hurduc<sup>2</sup>, Catalina Ionica Ciobanu<sup>3</sup>, et Abdelylah Daoudi<sup>1</sup>

\* [yahia.Boussoualem@univ-littoral.fr](mailto:yahia.Boussoualem@univ-littoral.fr)

<sup>1</sup> Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), EA 4476 Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), 145 Av Maurice Schumann, 59140 Dunkerque.

<sup>2</sup> Department of Natural and Synthetic Polymers, Faculty of Chemical Engineering and Environmental Protection, "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Bd. D. Mangeron 71A, 700050 Iasi, Romania.

<sup>3</sup>Alexandru Ioan Cuza University, Faculty of Chemical, Research Department, 11 Carol I, 700506 Iasi, Romania

### Mots-clés : Cristaux liquides à noyau coudé, Chiralité et ferroélectricité.

Depuis la découverte de la chiralité et l'ordre polaire dans des molécules à courbure achirale, les cristaux liquides à cœur courbé (molécule banane) sont devenus des matériaux captivants présentant un intérêt pour la science des matériaux. En effet, leur importance réside non seulement dans la compréhension des principes fondamentaux de l'auto-assemblage dans la matière molle, mais aussi dans des applications pratiques telles que l'optique non linéaire [1], les capteurs [2] et les dispositifs électro-optiques à commutation rapide [3].

Notre travail s'inscrit dans ce cadre et concerne l'étude des propriétés ferroélectriques, et des relaxations diélectriques d'un nouveau cristal liquide photosensible à noyau courbé achiral (figure1) [4]. Ces études ont été réalisées en fonction de la température et avec et sans illumination UV. Les observations par microscopie optique montrent que ce cristal liquide présente deux phases dont les textures montrent la présence de stries de déchiralisation (figure2). Ces observations montrent la nature hélicoïdale des structures de ces deux phases. Ces résultats sont corrélés à l'étude électrique qui montre la présence dans la phase mésomorphe basse température d'un pic de courant de dépolarisation indiquant sa ferroélectricité [5]. La deuxième phase mésomorphe haute température semble être une phase anti-ferroélectrique compte tenu de l'observation de quatre pics de courant de dépolarisation synonyme de l'existence d'une double hélice (figure3). Ces observations ont été discutées et interprétées en tenant compte des mesures de la réponse diélectrique de ce nouveau matériau.

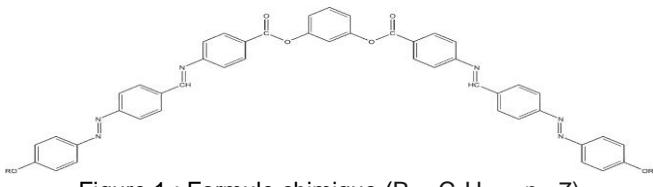


Figure 1 : Formule chimique (R= -C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub> n= 7)

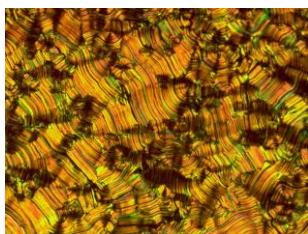


Figure 2 : Texture striée observée au microscope optique à 50°C

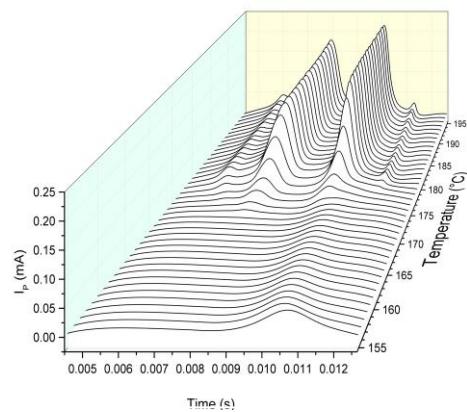


Figure 3 : Mesures du courant de dépolarisation en fonction de la température (champs appliqué : ±4V/μm, 80Hz)

### Références:

- [1] J. Etxebarria and M. Blanca Ros, *J. Mater. Chem.*, 2008, 18, 2919.
- [2] W. Iglesias, N. L. Abbott, E. K. Mann and A. J'akli, *ACS Appl. Mater. Inte.*, 2012, 4, 6884.
- [3] M. Nagaraj, Y. P. Panarin, J. K. Vij, C. Keith and C. Tschierske, *Appl. Phys. L.*, 2010, 97, 213505.
- [4] C.I. Ciobanu, I. Carlescu, G. Lisa, D. Scutaru, *Croat. Chem. Acta*, 2014, 87 (1), 7.
- [5] Y. Boussoualem, M. Ismail, and A. Daoudi. *Appl. Phys. L.*, 2015, 107, 112902.

# Conception de pillar[5]arenes nématiques

Aurélien Billot,<sup>1</sup> Ahmed Yassine Chadi,<sup>1</sup> Iwona Nierengarten,<sup>2</sup> Jean-François Nierengarten<sup>2</sup> et Robert Deschenaux<sup>1</sup>

\*aurelien.billot@unine.ch

<sup>1</sup>Institut de Chimie, Université de Neuchâtel, Avenue de Bellevaux 51, CH-2000 Neuchâtel, Suisse

<sup>2</sup>Laboratoire de Chimie des Matériaux Moléculaires, Université de Strasbourg et CNRS (UMR 7509), 25 rue Becquerel, 67087 Strasbourg Cedex 2, France

## Mots-clés : cristaux liquides, pillar[5]arene, chimie click

Les pillar[5]arenes constituent des candidats prometteurs pour l'élaboration de cristaux liquides. Ces composés ont la particularité d'avoir une structure tubulaire et symétrique pouvant servir d'édifice moléculaire fonctionnalisable ainsi qu'une cavité hydrophobe permettant la formation de complexes d'inclusion. En modifiant les extrémités de ce macrocycle, il est possible de modular les propriétés liquides-cristallines grâce au choix du mésogène greffé.<sup>[1][2]</sup>

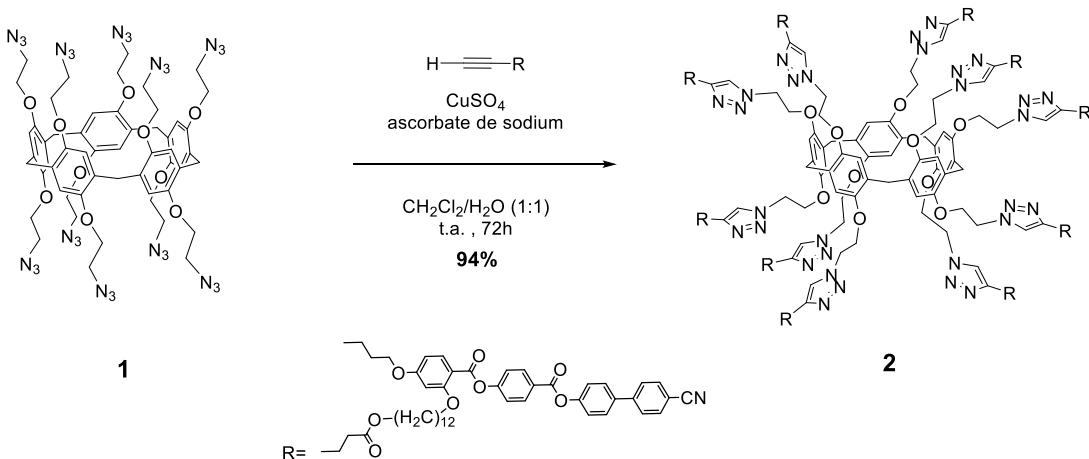


Figure 1. Synthèse du pillar[5]arene nématique **2**.

Dans le but de compléter la série des pillar[5]arenes cristaux liquides, le dérivé déca-azoture **1** a été fonctionnalisé en introduisant 10 unités cyanobiphényle ramifiées via une réaction de cycloaddition alcyne-azoture catalysée par le cuivre(I) pour obtenir le pillar[5]arene nématique **2**. Ses propriétés mésomorphes ont été étudiées par microscopie à lumière polarisée et calorimétrie à balayage différentiel.

Les propriétés liquides-cristallines de nos composés ont été associées aux propriétés supramoléculaires de notre élément structural central pour se diriger vers la conception de pillar[5]arene [2]rotaxanes liquides-cristallins.

## References:

- [1] Nierengarten, I., Guerra, S., Holler, M., Nierengarten, J.-F. & Deschenaux, R., Chem. Commun., 2012, **48**, 8072.
- [2] Nierengarten I. Guerra S., Ben Aziza H., Holler M., Abidi R., Barbern J., Deschenaux R., Nierengarten J.-F., Chem. Eur. J., 2016, **22**, 6185–6189.

# Recycling and reuse of liquid crystals obtained from electronic waste DEEE

Ana Barrera<sup>1</sup>, Zohra Bouberka<sup>1,2</sup>, Corinne Foissac<sup>3</sup>, Philippe Supiot<sup>3</sup>, Ulrich Maschke<sup>1,\*</sup>

\* ulrich.maschke@univ-lille.fr

<sup>1</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET (UMR CNRS N°8207), Bâtiment C6, Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

<sup>2</sup> Laboratoire Physico-Chimie des Matériaux-Catalyse et Environnement (LPCM-CE), Université des Sciences et de la Technologie d'Oran « USTO », BP 1505, El M'naouer, 31000 Oran, Algeria

<sup>3</sup> IEMN-P2M group, UMR 8520 (CNRS), Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

## Mots-clés : Liquid crystal, recycling, DEEE

For several decades, Liquid Crystal Displays (LCDs) have been widely used in televisions, laptops, mobile phones, and other devices. Nowadays, considerable quantities of LCDs arrive in their end-of-life phase, and are gathered as part of WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment), with a strong impact from economic and environmental points of view.

Disused LCDs are subjected to a disassembly process for the separation of various valuable components. This process consists first of all in an ordered dismantling including separate recycling of electronic boards, lightning tubes that can contain mercury, metals, polymers, and other valuable parts.

In view of their technological and economic interest, this investigation is focused particularly on recycling and recovery of LC molecules and indium-tin oxide (ITO) from end-of-life LCD panels. The corresponding process consists in exposure of opened LCD panels to an ultrasonically activated organic solvent bath for extraction of LC molecules. ITO was recovered using the same method employing an acidic solvent. The advantage of this extraction method lies in the speed of recovery of these materials without grinding glass regardless of the LCD dimensions. The separate dismantling and treatment of these materials leads to low contamination effects so that only few purification processes have to be performed to obtain high quality materials in high yield.

The obtained LCs were characterized essentially by spectroscopic and chromatographic techniques, namely Fourier Transform Infrared and UV-Visible spectroscopies, High Performance Liquid Chromatography (HPLC), as well as by Gas Chromatography coupled with Mass Spectroscopy. Investigations of other physico-chemical properties were carried out by polarized optical microscopy, differential scanning calorimetry, and thermogravimetrical analysis.

AFFICHES



# Recording optical polarization state handedness in chiral liquid crystals

Delphine Coursault\*, Charles Loussert, and Etienne Brasselet

\*[delphine.coursault@u-bordeaux.fr](mailto:delphine.coursault@u-bordeaux.fr)

*Univ. Bordeaux, CNRS, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, F-33400 Talence, France.*

## **Keywords:** chirality, topological defects, photon helicity

Cholesteric liquid crystals are chiral viscoelastic fluids that possess an intrinsic helicoidal orientational order. When they are frustrated between two homeotropic interfaces, their helix can be unwound. With a careful adjustment of the helicoidal pitch  $p \sim p_c$ , with  $p_c = 2eK_2/K_3$  the critical pitch, and  $K_2$  and  $K_3$  the twist and bend elastic constants, the frustrated cholesteric can host localized elastic excitations that are metastable. Also known as topological solitons these particle-like elastic excitations exhibit non-trivial topology, whose basic orientational structure has been unveiled in [1] while nowadays a wealth of distinct topological solitons have been identified [2], which can be generated by light. In the case of laser light illumination, we demonstrate, that we are able to record the handedness of the polarization state into the created structure. This opens new routes for soft memory engineering based on the spin-controlled structuring of chiral matter.

## **References:**

- [1] S. Pirkl, P. Ribière, and P. Oswald, Liq. Cryst. 1993, **13**, 413-425.
- [2] P. J. Ackerman and I. I. Smalyukh, Phys. Rev. X, 2017 **7**, 011006.

# Dynamic coupling of localized liquid crystal structures with topological defects

Nina Kravets<sup>1,\*</sup> and Etienne Brasselet<sup>1</sup>

\* nina.kravets@u-bordeaux.fr

<sup>1</sup> Univ. Bordeaux, CNRS, LOMA, UMR 5798, F-33400 France

**Key words : liquid crystals, dynamic structures, topological defects.**

Liquid crystals are widely studied in the framework of uniform collective molecular reorientation in presence of electric fields. Well-known applications based on the latter effects are displays and spatial light modulators. In addition, liquid crystals can self-organize into non-uniform structures, and in particular topological defects, whose application potential remains has started to be explored, for instance in photonics and sensing.

Recently, Lavrentovich and coworkers unveiled the spontaneous generation and dynamics of three-dimensional localized structures in nematic liquid crystal films prepared with homogeneous planar alignment under the action of a spatially uniform quasi-static electric field [1]. Such structures are topologically equivalent to unperturbed director field and exhibit shape-invariant one-dimensional propagation—a behavior that has no static analog. A rich set of dynamical events (nucleation, collision, annihilation) have been reported, which has motivated us to explore experimentally such a system when the uniform background constraint is released.

Here we report on our preliminary results in presence of topological defects, and in particular, we demonstrate the occurrence of novel spatio-temporal phenomena.

## Reference:

- [1] B.-X. Li, V. Borshch, R.-L. Xiao, S. Paladugu, T. Turiv, S. V. Shiyanovskii and O. D. Lavrentovich, Nature Communications, 2018, **9**, 2912.

# Matériaux hybrides « nanoparticules ZnO – cristaux liquides » pour applications aux cellules photovoltaïques

M. Halaby-Macary<sup>1,2</sup>, F. Krasinski<sup>1</sup>, B. Duponchel<sup>1</sup>, N. Abboud<sup>2</sup>, R. Douali<sup>1</sup>, D. Zaouk<sup>2</sup>, C. Legrand<sup>1</sup>

\* redouane.douali@univ-littoral.fr

<sup>1</sup> Université du Littoral-Côte d'Opale, Avenue F. Buisson, CS80699, 62228 Calais Cedex

<sup>2</sup> Laboratoire de Physique Appliquée (LPA), Faculté des Sciences 2, Université libanaise, Campus

## Mots-clés : oxyde ZnO, cristal liquide, mobilité

Ce travail est consacré à l'étude de nouveaux matériaux hybrides « nanoparticules ZnO – cristaux liquides » en vue d'applications aux cellules solaires de type hétérojonctions en volume. La motivation est d'utiliser les propriétés d'auto-organisation et de transport de charges des cristaux liquides et d'augmenter les interfaces donneur-accepteur afin d'améliorer leurs performances. Les matériaux hybrides sont constitués du cristal liquide "8PNPO12", dérivé de la famille des 2-phénylnaphtalènes bien connu pour ses propriétés de transport électronique [1,2] ainsi qu'une suspension commerciale de nanoparticules ZnO. Un procédé d'élaboration des matériaux hybrides a été mis au point. Les caractérisations de ces matériaux (DSC, microscopie optique polarisée, UV et « temps de vol ») montrent l'influence de la concentration en nanoparticules (0.05 à 38 % en volume). La microscopie optique polarisée montre une augmentation de la taille des domaines dans les phases cristal liquide avec la concentration alors que la température de transition isotrope-SmA diminue fortement. Les mobilités des porteurs de charge ont été mesurées à l'aide d'un banc de mesure « temps de vol » développé au laboratoire [3]. En géométrie planaire, deux types de transports de charge, l'un ionique, l'autre électronique sont mis en évidence pour des charges positives et négatives avec des mobilités indépendantes du champ électrique et des comportements différents en fonction de la température. Un résultat important est que les phénomènes de transport sont conservés pour des concentrations importantes (jusque 12% en volume). Le transport électronique est même amélioré (figure 1). Les propriétés des matériaux élaborés apparaissent intéressantes pour des applications aux cellules photovoltaïques.

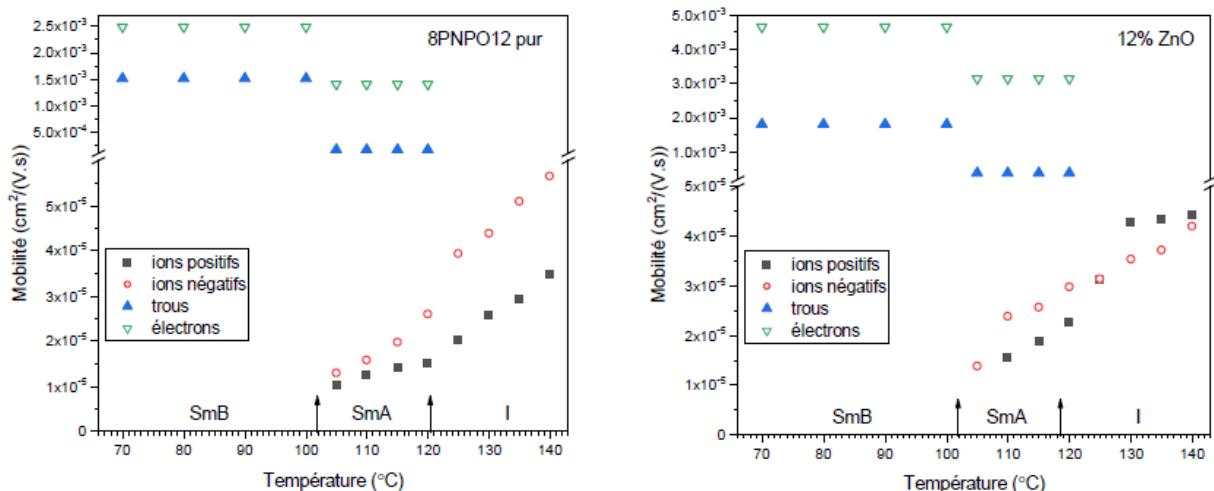


Figure 1: Mobilités électronique et ionique pour une concentration de 12%

## Références:

- [1] M. Funahashi, J.I Hanna, Applied Physics Letters, **71.5**, 602–604 (1997).
- [2] P. Sanjoy et al, J. of Applied physics, **118.13**, p. 023713 (2015).
- [3] M. Halaby-Macary, F. Krasinski, N. Abboud, Y. Lin, R. Douali, D. Zaouk, C. Legrand, Journal of Molecular Liquids, **240**, 564-569 (2017).

# Effect of diamond nanoparticles on dielectric properties of polymer/liquid crystal systems

Frédéric Dubois<sup>1</sup>, Ana Barrera<sup>2</sup>, Zohra Boubberka<sup>2,3</sup>, Malika Elouali<sup>2</sup>, Oleg Yaroshchuk<sup>4</sup>, Ulrich Maschke<sup>2,\*</sup>

\*ulrich.maschke@univ-lille.fr

<sup>1</sup> Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), Université du Littoral - Côte d'Opale (ULCO), 62228 Calais, France

<sup>2</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET, UMR 8207 (CNRS), Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

<sup>3</sup> Laboratoire Physico-Chimie des Matériaux-Catalyse et Environnement (LPCMCE), Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (USTO-MB), El M'naouar, 31000 Oran, Algeria

<sup>4</sup> Institute of Physics, National Academy of Sciences of Ukraine (NASU), Ukraine

## Keywords : Polymer, liquid crystal, nanoparticles

Hybrid materials composed of acrylate polymer, nematic liquid crystal and diamond nanoparticles (average diameter 10µm) were elaborated by a phase separation process induced by UV-visible light and studied by different means such as differential scanning calorimetry, polarized optical and scanning electron microscopies, electro-optical and dielectric characterization devices. Several concentrations of liquid crystal (50 to 70 weight-%) and diamond nanoparticles (0 to 1 weight-%) have been employed.

The morphology of the elaborated polymer/liquid crystal systems depends in particular on the curing light intensity and the diamond concentration; when the latter one is higher than 0.25 weight-%, aggregation of nanoparticles is observed. Otherwise, calorimetric measurements show that the presence of diamond leads to a decrease of both polymer glass transition and nematic-isotropic transition temperatures.

Furthermore, even a small concentration of diamond nanoparticles greatly influences the electro-optical response of the prepared polymer/liquid crystal/diamond systems. In particular, the studied materials present higher switching voltages and lower transmittance in the ON state, compared to the system without diamond nanoparticles. Electro-optical measurements were carried out as function of film thickness.

The dielectric investigation focused primarily on the determination of permittivity, conductivity, and dielectric loss of these hybrid materials in a frequency range comprised between 20Hz and 1MHz. In particular, the presence of diamond nanoparticles allows a strong reduction of the electrical conductivity.

# Elastocapillary interactions between colloidal particles in thin nematic films

Haifa Jeridi<sup>1,2,3</sup>, Tahar Othman<sup>2</sup> and Christophe Blanc<sup>1\*</sup>  
 \* christophe.blanc@umontpellier.fr

<sup>1</sup> L2C, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>2</sup> Université de Tunis El Manar, LR99ES16 Laboratoire Physique de la Matière Molle et de la Modélisation Electromagnétique, Faculté des Sciences de Tunis, 2092 Tunis, Tunisie.

<sup>3</sup> Actuellement : Institut des Nanosciences de Paris, UMP 7588CNRS, Sorbonne Université, 75005, Paris, France

## Mots-clés : topological defects, elastocapillarity, colloids

Confinement of colloidal particles in thin liquid films is typically accompanied with interfacial deformations which give rise to long-range capillary forces, attractive in most of the cases [1]. In simple fluids, these long-range capillary forces compete mostly with the isotropic electrostatic interactions. In nematic[2] or smectic[3] liquid crystal free films, other long-range anisotropic interactions related to bulk distortions of the surrounding fluid appear and new equilibrium positions or the possibility of forming new types of 2D colloidal assemblies appear via original elasto-capillarity couplings.

In a previous work [4], using spatially resolved retardation and easy-axis maps, we have analysed quantitatively the 2D interfaces deformation and the nematic textures observed around isolated particles (see Fig.1) embedded in thin nematic films with hybrid anchoring conditions. Using numerical methods, we have explained quantitatively the different textures and the formation of topological defects. Contrary to what is classically observed in aligned nematic cells, the equilibrium patterns (such as the elastic dipole) due to a microsphere can be much larger than the particle size (as shown in Fig.1).

Here we have focused on the overall colloidal interactions and the equilibrium positions between spherical or anisotropic particles. We have experimentally characterized the equilibrium configuration of isolated colloidal pairs. Using a 2D model of the nematic elasticity and finite element approaches, we have also numerically characterized the pair interaction and explained the textures observed. These new spontaneous organizations in thin nematic films offer new ways to self-assemble complex colloidal systems in 2D.

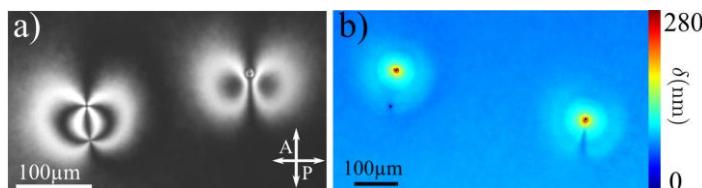


Figure 1: Typical large-sized birefringence patterns formed by microparticles trapped in a thin nematic film, observed a) between crossed polarizers and b) with an Abrio birefringence measurement system.

## References:

- [1] P.A. Kralchevsky, K. Nagayama, Adv Colloid Interface Sci ,2000, **85**, 145.
- [2] H.Jeridi, M.A.Gharbi, T.Othman, Ch.Blan, Proc Natl Acad Sci USA, 2015, **112**, 14771.
- [3] M.A.Gharbi et al., Langmuir, 2018, **34**, 2006.
- [4] H. Jeridi, M. Tasinkevych, T. Othman, and Ch. Blanc, Langmuir, 2016, **32**, 9097.

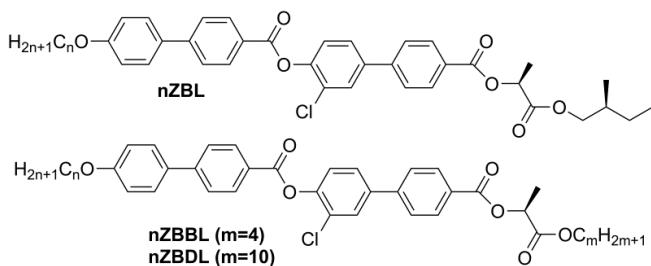
# Model of nanotube formation in the crystalline phase of lactic acid derivatives

Lubor Lejček, Vladimíra Novotná, Martin Cigl, Věra Hamplová, Milada Glogarová,  
Ladislav Fekete

*Institute of Physics, Academy of Sciences of the Czech Republic,  
Na Slovance 2, Prague, Czech Republic*

**Key words:** Nanotube grow, lactic acid derivatives.

Within the both homologue series nZBBL:



we have found that selected compounds formed nanotubes on thin films prepared by slow evaporation of solvent on a substrate [1].

Nanotubes were observed regardless type of solvent or substrate. We studied the supramolecular assemblies using AFM and TEM/SEM techniques. We have proposed the rolling-up mechanism as the most probable for the nanotube growth, based on the difference in surface tension at opposite sides of molecular layers.

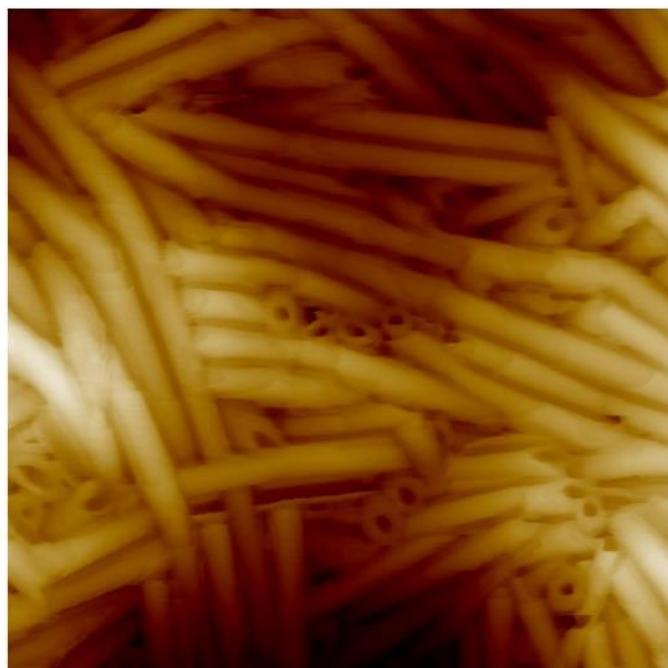


Figure 1: Nanotubes in 10ZBBL observed by AFM

- [1] V. Novotná, V. Hamplová, L. Lejček, D. Pociecha, M. Cigl, L. Fekete, M. Glogarová, L. Bednárová, E. Gorecka. *Nanoscale Advances*, submitted.

# Modélisation des diagrammes de phase des matériaux à base de poly méthyl phényl siloxane et de cristaux liquides

Yamina BOUAYED-KAZI AOUEL<sup>1</sup>, Amina BOURICHE<sup>1,\*</sup>, Nouria BOUCHIKHI<sup>2</sup>,  
Ulrich MASCHKE<sup>3</sup>, Lamia BEDJAOUI-ALACHAHER<sup>1</sup>

\*a\_bouriche@yahoo.fr

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche sur les Macromolécules (LRM), Faculté des Sciences, Université Aboubakr Belkaïd, 13000 Tlemcen, Algérie.

<sup>2</sup> Centre de recherche (CRAPC) BP384 Bou-Ismail Alger, Algérie.

<sup>3</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET (UMR CNRS N°8207), Bâtiment C6, Université Lille 1 - Sciences et Technologies, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

**Mots-clés : polysiloxane, cristal liquide, théorie de Flory-huggins, Maier-saupe.**

Les mélanges des polymères et des cristaux liquides ont plusieurs applications dans les domaines optiques, dans les vitrages à opacité contrôlée et les écrans de visualisations [1-3]. La plupart des applications reposent sur des réponses électro-optiques spécifiques dépendant à la fois du comportement en phase et des propriétés thermodynamiques ainsi que la morphologie et des dimensions des cristaux liquides. Une étude détaillée de ces propriétés est nécessaire pour mieux comprendre et améliorer les performances dans les conditions pratiques.

Ce travail consiste à établir des modèles théoriques pouvant expliquer des diagrammes de phase expérimentaux établis par la microscopie optique à lumière polarisée (MOP), des systèmes composés de poly méthyl phényl siloxane (PMPS), linéaires et isotrope de poids moléculaire  $M_w = 9600$  et  $70900\text{g/mol}$  et d'un cristal liquide nématicque (LC) E7. E7 offre un large domaine nématicque, dans l'intervalle de températures allant de 213 K correspondant à la température vitreuse ( $T_g$ ) à 334.7 K correspondant à la température de transition nématicque-isotrope ( $T_{NI}$ ) sans aucune autre transition entre elles. Un autre cristal liquide nématicque 5CB a été utilisé dans ce travail, il possède une phase nématicque comprise entre 296K et 308.5K. Les diagrammes de phases expérimentaux obtenus sont constitués de deux domaines biphasiques isotrope-isotrope et isotrope-nématicque et d'un autre domaine constitué d'une seule phase isotrope. Pour modéliser ces diagrammes de phases, la combinaison de la théorie de Flory-Huggins et celle de Maier-Saupe de l'ordre nématicque [4-5] a été utilisée. Un bon accord entre la théorie et l'expérience est noté

## Références:

- [1] Ezequiel R. Soule, Polymer modified liquid crystal chapitre , 2019,**2** ,19-36,
- [2] N. Crawford Liquid crystals, 2006, **33**, 195.
- [3] N. Gogibus, Encyclopedia of Analytical Chemistry, 2016.
- [4] JP. Flory, Principles of polymer chemistry. Ithaca: Cornell University Press, 1965.
- [5] W. Maier, Z. Naturforschung 1960, **15a**, 287.

# Thermophysical and electro-optical properties of liquid crystal dispersions in radiation cured polyacrylates

Ana Barrera<sup>1</sup>, Zohra Bouberka<sup>1,2</sup>, Mohamed Bouchakour<sup>1,3</sup>, Yazid Derouiche<sup>1,3</sup>, Frédéric Dubois<sup>4</sup>, Philippe Supiot<sup>5</sup>, Ulrich Maschke<sup>1,\*</sup>

\* ulrich.maschke@univ-lille.fr

<sup>1</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET (UMR CNRS N°8207), Bâtiment C6, Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

<sup>2</sup> Laboratoire Physico-Chimie des Matériaux-Catalyse et Environnement (LPCM-CE), Université des Sciences et de la Technologie d'Oran « USTO », BP 1505, El M'naouer, 31000 Oran, Algeria

<sup>3</sup> Faculté des Sciences et de la Technologie, Université Ziane Achour de Djelfa, 17000 Djelfa, Algeria

<sup>4</sup> Unité de Dynamique et Structure des Matériaux Moléculaires (UDSMM), Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO), 62228 Calais, France

<sup>5</sup> IEMN-P2M group, UMR 8520 (CNRS), Université de Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France

## Mots-clés : Polymer, liquid crystal, electro-optical analysis

This contribution focuses on a detailed investigation of polymerization/crosslinking processes, either induced by a powerful UV radiation, or by electron beam exposure of tripropylene glycoldiacrylate (TPGDA) and polypropylene glycoldiacrylate (PPGDA) monomers of molecular weights 300 and 800g/mol. They differ from each other by the length of the spacer between the two reactive double bonds. The nematic liquid crystal (LC) E7 exhibits a broad nematic temperature range (-60 to 60°C). The comparison was focused mainly on the phase diagrams before polymerization, kinetics of polymerization by Fourier Transform InfraRed spectroscopy, morphology by polarized optical microscopy and scanning electron microscopy, thermal properties by differential scanning calorimetry and electro-optical properties of the obtained PDLC films.

From studies of the phase diagrams, it was shown that 60wt.% of E7 represents the limit of solubility for the PPGDA800 / E7 mixture at 20°C. From the kinetics of polymerization, remarkable differences between the two monomers were found towards the method of polymerization employed. Larger LC domains were obtained for PPGDA800 / 60wt.% E7 which confirms the longer distance between adjacent crosslinking points compared to the TPGDA system. Studies of the electro-optical responses of various PDLC systems exhibited noticeable changes between UV-cured and analogous Electron Beam (EB)-cured samples. It was found that threshold and saturation voltages were considerably increased in the case of UV-cured systems [1-3]. Other results involving electro-optical characteristics such as the contrast ratio, which was higher for EB-cured systems, confirm the higher quality of EB-cured systems.

## References:

- [1] L. Mechernène, L. Benkhaled, D. Benaissa, U. Maschke, Opt. Mater., 2009, **31**(4), 632-639.
- [2] M. Bouchakour, Y. Derouiche, Z. Bouberka, C. Beyens, L. Mechernène, F. Riahi, U. Maschke, Liq. Cryst., 2015, **42**(11), 1527-1536.
- [3] M. Bouchakour, Y. Derouiche, Z. Bouberka, C. Beyens, P. Supiot, F. Dubois, F. Riahi, U. Maschke, Electron Beam Curing of Monomer/Liquid Crystal Blends, in: Polymer-modified Liquid Crystals, Soft Matter Series No. 8 (Editeur : I. Dierking), chapitre 4 (sur invitation), The Royal Society of Chemistry (RSC), London (2019).

# Elaboration and characterization of thermo-responsive elastomers and their swelling behavior in nematic solvents

Amine BENBEKEDA<sup>1\*</sup>, Nouria BOUCHIKHI<sup>2</sup>, Amina BOURICHE<sup>1</sup>, Yamina BOUAYED-KAZI AOUEL<sup>1</sup>, Ulrich MASCHKE<sup>3</sup>, Lamia BEDJAOUI-ALACHAHER<sup>1</sup>

mouhamedelamine.benbekeda@univ-tlemcen.dz

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche sur les Macromolécules (LRM), Faculté des Sciences, Université Aboubakr Belkaïd, 13000 Tlemcen, Algérie,

<sup>2</sup> Centre de recherche (CRAPC) BP384 Bou-Ismail Alger, Algérie

<sup>3</sup> Unité Matériaux et Transformations – UMET (UMR CNRS N°8207), Bâtiment C6, Université Lille 1 - Sciences et Technologies, 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France,

**Keywords:** liquid crystal elastomers networks, swelling, phase diagrams.

The originality of the liquid crystal elastomers compared to conventional polymers and elastomers is the shape change of the material through the alignment of mesogenic monomers; these materials combine the elastic properties of elastomers with the anisotropic properties of liquid crystal. Very recently, swollen LCEs with anisotropic solvents have been studied as the most promising material for artificial muscle, actuators, electro-optical and opto-mechanical devices [1,2].

Swelling properties of binary systems composed of liquid crystalline networks and a low molecular mass liquid crystal (LMWLC) have been investigated. The networks were prepared by ultraviolet (UV) irradiation of reactive mixtures including a monomer, a crosslinking agent and a photo-initiator.

These networks were obtained using the mesogenic monomer (6-(4'-cyanophenyl-4"-phenoxy) hexyl acrylate (6OCBA) and two crosslinking agents: 1,6-hexamedioldiacrylate (HDDA) and a mesogenic acrylic acid 6-(4'-(6-acryloyloxy-hexyloxy) biphenyl-4-yl oxy) hexyl ester (AHBH) which contains a mesogenic group showing a nematic isotropic transition ( $T_{NI}$ ) at 82.7°C [3].

The obtained dry networks were characterized by differential scanning calorimetry. The swelling experiments are performed to establish the phase diagram of polymer/LMWLC system. It consists in immersing the network in an excess of a LMWLC solvents 4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB) and the eutectic liquid crystal mixture E7 at various heating rate, forming polymer gels. A detailed study by polarized optical microscopy allows to determine the swelling degree of the gels and to follow the phase behavior of the solvent inside the polymer matrix in a wide range of temperature. It has been found that the gels undergo a sharp decrease of their degree of swelling in response to an infinitesimal change of temperature. The experimental data especially the isotropic part was well predicted by Flory-Rehner theory of the rubber elasticity for isotropic mixture. This finding adds new and interesting aspects for the actuator's applications.

## References:

- [1]. J. W.Timothy, H. W.Taylor, E. M.Michael, J. W.Jeong, P. T.Vincent, 347 (2015) 982-984.
- [2]. J. W.Timothy, and J. B.Dirk, Nature Materials 14, (2015)1087–1098.
- [3]. N. Bouchikhi, L. Alachaher-Bedjaoui, T. Bouchaour, G.-J. Fossi Tabieguia, U. Maschke, Macromol. Symp., 336 (2014) 68–74.

# Métasurfaces fonctionnelles accordables par cristaux liquides

R. Djouadi<sup>3</sup>, P. Ropa<sup>3</sup>, R. Chamseddine<sup>1,3</sup>, V. Sadaune<sup>1,2</sup>, K. Blary<sup>1</sup>, R. Douali<sup>3</sup>, C. Legrand<sup>3</sup> et D. Lippens<sup>1</sup>

\* redouane.douali@univ-littoral.fr

<sup>1</sup> IEMN, UMR CNRS 8520, Université de Lille 1 ; Cité scientifique – Avenue Poincaré, BP 60069, 59652 Villeneuve d'Ascq Cedex

<sup>2</sup> Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis, Le Mont Houy, 59313 Valenciennes Cedex

<sup>3</sup> Université du Littoral-Côte d'Opale, Avenue F. Buisson, CS80699, 62228 Calais Cedex

## Mots-clés : métasurfaces, absorbant, cristal liquide

Nous montrons la possibilité de réaliser des métasurfaces fonctionnelles dont les propriétés électromagnétiques sont accordables par un cristal liquide nématisque (figure 1). A titre d'illustration en bande Ka (26-40 GHz), la transition entre un état d'absorption quasi-unitaire à celui de haute réflectivité est démontrée pour un réseau périodique de micro-résonateurs de type MIM, par le retournement des molécules d'un cristal liquide nématisque infiltré dans ce réseau. L'absorption de l'onde incidente sous incidence normale résulte du piégeage de l'onde électromagnétique sous les plots métalliques. Un premier dispositif utilisant le cristal liquide 5CB a été réalisé et caractérisé. Afin de limiter la tension de commande, une épaisseur de la cavité de 50  $\mu\text{m}$  a été retenue. Les métallisations d'une part structurées en réseaux de patchs en face avant et uniforme en face arrière ont été réalisées par des technologies conventionnelles de la microélectronique : photolithographie, évaporation et techniques de lift-off (épaisseur 500  $\mu\text{m}$ ). L'orientation initiale du cristal liquide a été obtenue par dépôt de surfactant (PVA) à la tournette puis frottement. Celle-ci a été vérifiée au microscope polarisant. Ces recherches ouvrent la voie de métasurfaces fonctionnelles pixélisées en profitant de l'invariance des phénomènes dans une large bande du spectre électromagnétique et des techniques d'adressage des cristaux liquides commandés par champ électrique.

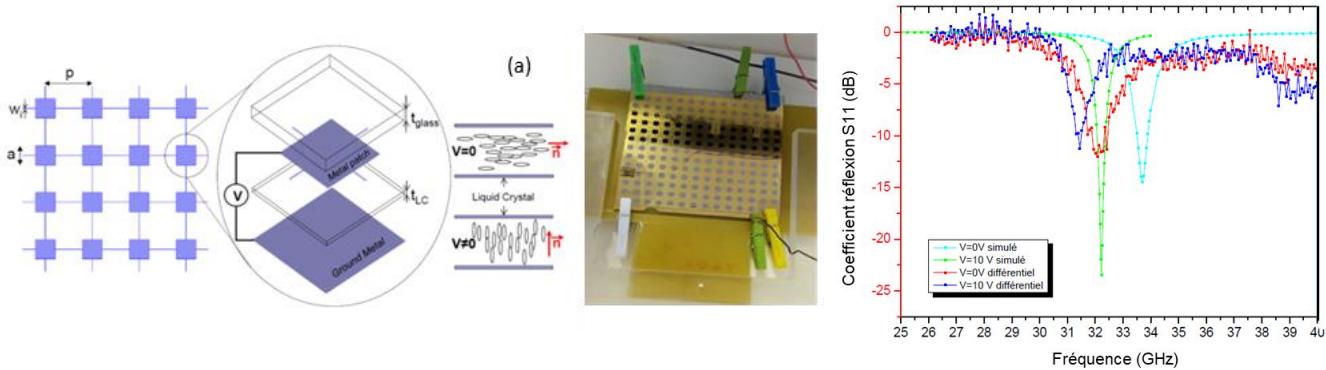


Figure 1: Principe du dispositif, prototype réalisé et comparaison simulation-mesure

## Références:

- [1] Y. Radi , C. R. Simovki, S. A Tretyakov, Physical Review Applied, **3**, 037001 (2015)
- [2] F. Zhang et al., Appl. Phys. Lett., **92**, 193104 et Appl. Phys. Lett., **97**, 134103 (2010).
- [3] F. Dubois, F. Krasinski, B. Springart, N. Tentillier, C. Legrand, A. Spadlo et R. Dabrowski, Japanese Journal of Appl. Phys., **47**, N°. 5, 3564 (2008)

# Alignment des cristaux liquides par fonctionnalisation localisée de substrat par impression jet d'encre

Laurent Dupont<sup>1</sup>, Alexandre Khaldi<sup>1</sup>, Stephen Legall<sup>2</sup>, Florian Scholkopf<sup>1</sup> et Benoît Gillard<sup>1</sup>

<sup>1</sup> IMT Atlantique Département d'optique, 655 Avenue du Technopôle, 29280 Plouzané

<sup>2</sup> Nexter Systems 11, Allée des Marronniers, 78000 Versailles

**Mots-clés : Cristaux liquides, alignement, impression jet d'encre**

Le développement de l'impression jet d'encre a permis la réalisation de nouvelles technologies additives (électronique multicouche, microtechnologie optique : optique réfractive [1], optique anisotrope [2] etc.). Nous avons étudié la possibilité d'utiliser cette technologie en vue de réaliser des fonctions actives à base de cristaux liquides. Ce type d'impression permet de contrôler le type d'ancrage localement par dépôt de surfactant. L'ion cuivre oriente le cristal liquide E7 (Merck) en homéotrope [3]. Cela est dû à la forte interaction entre l'ion cuivrique Cu<sup>2+</sup> et la liaison cyano des composés du E7. Différentes impressions de perchlorate de cuivre ont été testées suivies d'un dépôt de cristal liquide. Le perchlorate déposé, oriente localement le cristal liquide en homéotrope alors que la surface non traitée oriente en planaire. Les plots sont déposés avec une imprimante Microdrop MDP 827 et ont des dimensions de l'ordre de 100µm de diamètre (voir figure 1). La concentration en surfactant est le paramètre ajustable qui permet le contrôle précis de l'alignement du cristal liquide.

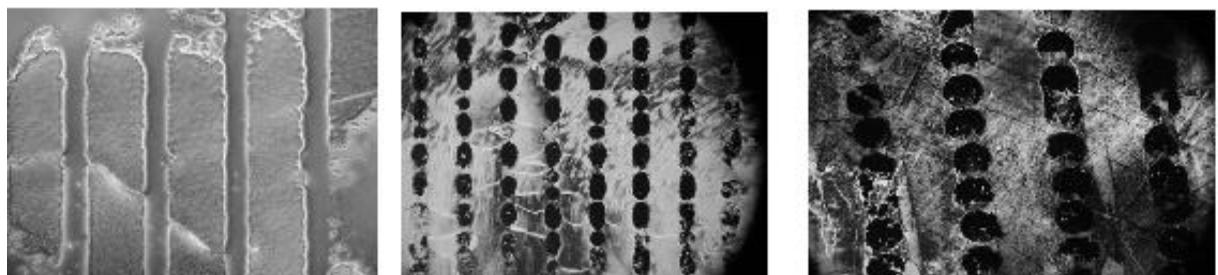


Figure 1: Impression jet d'encre de perchlorate de cuivre sur substrat verre ITO et dépôt de cristal liquide avec différents paramètres de gouttes. Les plots ont des dimensions de l'ordre de 100µm

Cette technologie permet d'envisager la fabrication de composants et dispositifs optiques commutables et à forte intégration à base de cristaux liquides : micro displays, capteurs, etc. Cette technologie additive d'impression jet d'encre est parfaitement adaptée pour la réalisation d'électrodes avec des encres conductrices, pour la fonctionnalisation du substrat par dépôts localisés de surfactant ainsi que pour le dépôt de cristal liquide.

## Références:

- [1] Ellis Parry *et al*, Advanced Engineering Materials, Vol. 20, Issue 3 (2018)
- [2] Ellis Parry *et al*, Optical Materials, Volume 80, pp. 71-76 (2018)
- [3] P. N. Sanda *et al*, Phys Rev A, Vol. 39 N.5, pp.2653-2657 (1989)

# Role of anchoring on the typical textures of the NTB phase

Soumaya Alaya<sup>1</sup>, Abir Aouini<sup>1,2</sup>, Maurizio Nobil<sup>1</sup>, Ivan Dozov<sup>3</sup>, Daniel Stoenescu<sup>2</sup>, Christophe Blanc<sup>1</sup>  
 \* aouini.abir@hotmail.com

<sup>1</sup> L2C, Université de Montpellier, CNRS, Montpellier, France

<sup>2</sup> IMT-Atlantique, Brest, France

<sup>3</sup> Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Sud, Orsay, France.

**Mots-clés : nematic twist bend, textures, anchoring**

Heliconal nematic twist bend (NTB) phases are usually not well oriented in planar commercial cells, even in thin ( $\sim 1 \mu\text{m}$ ) ones where a micron-sized periodic texture is usually observed [1,2,3] (see Fig.1-a). The origin of the stripe patterns is attributed to the rapid shrinking of the pseudo-layers below the N-NTB phase transition temperature, which yields an undulation instability. The observed periodicity is found to be twice the cell gap [1].

We have explored the effect of the strength of the anchorings of the substrates on the resulting patterns. We used polymer aligning layers of tunable azimuthal and zenithal strengths to design liquid crystal cells with surface anchorings ranging from ultraweak to strong. We then have studied the patterns formed by the NTB phase of 1,7-bis-(4-cyanobiphenyl) heptane (CB7CB). We will show how the period of the stripes can be varied in a large range in cells of the same thickness but with different anchoring preparations. With adequate anchoring conditions (see Fig.1-b-c), an excellent and spontaneous planar alignment of the NTB phase of CB7CB can be obtained much below the phase transition temperature.

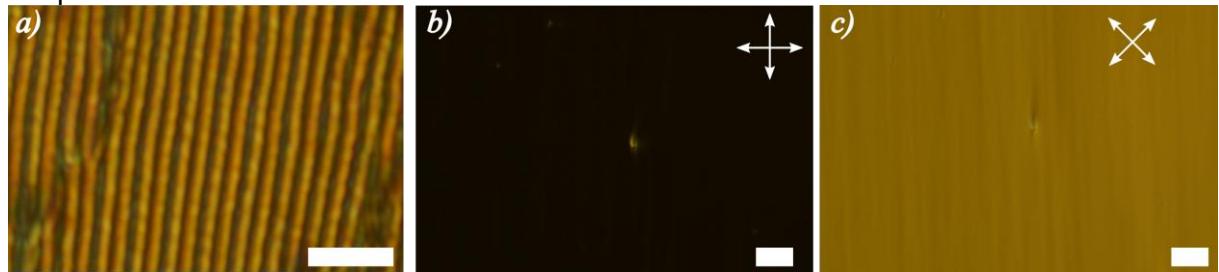


Figure 1: Polarizing optical micrographs of the NTB phase of CB7CB a) Typical stripe pattern observed in a planar cell just below the N-NTB phase transition temperature obtained with standard rubbed polyvinyl alcohol layers. b) and c) Spontaneously aligned NTB phase ( $T=95^\circ\text{C}$ ) in a  $5 \mu\text{m}$  thick cell. The same region is observed between crossed polarizers with the easy axis either along a polarizer (b) or at  $45^\circ$  (c). A single focal conic domain is observed in the center of the pictures.

## References:

- [1] Panov V.P. et al, Phys. Rev. Lett., 2010, **105**; 167801.
- [2] Challa P. K. et al, Phys. Rev. E: Stat., Nonlinear, Soft Matter Phys., 2014, **89**, 060501.
- [3] Vaupotič N. et al., Chem. Phys. Chem., 2018, **19**, 2566.



<b>Mardi 03/09</b>		<b>Mercredi 04/09</b>		<b>Jeudi 05/09</b>		<b>Vendredi 06/09</b>	
16:20	<b>O2 - Bruno Frka-Petescic</b> L'arrêt cinétique durant le séchage de suspensions de nanocristaux de cellulose se « reflète » dans l'anisotropie des propriétés optiques du film produit		<b>Pause-Café</b>				
16:40		<b>O3 - Axel Fouques</b> Biomimetic photonic cellulose films		<b>14- Etienne Brasselet</b> Lumière sur les cristaux liquides			
17:00		<b>O4 - Michel Mitov</b> Réplique cholestérique d'une carapace de scarabée mosaïquée					
17:20							
17:20	<b>Pause-Café</b>						
17:50	<b>O5 - Redouane Douali</b> Charge transport mechanism in triphenylene core based homologous series of discotic mesogens and their applications in opto-electronics and photovoltaics						
18:10	<b>O6 - Dharmendra Pratap Singh</b> Charge transport behavior in triphenylene derivative discotic liquid crystals and their opto-electronic applications		<b>Séance Posters</b>				
18:30	<b>O7-Kathleen Moineau-Chane Ching</b> Benzothiadiazole-based Molecules: Interdependence of Optical Properties and Aggregation						
18:50							
20:00	<b>Apéritif de Bienvenue</b>	Dîner	Dîner Festif				

# PROGRAMME de CFCL2019

		<b>Mardi 03/09</b>	<b>Mercredi 04/09</b>	<b>Jeudi 05/09</b>	<b>Vendredi 06/09</b>
14:00					
14:20					
14:40					
15:00					
15:20					
15:40					
16:00					
16:20					
		<b>I3 - Lise-Marie Lacroix</b> Nanobâtonnets et Nanofils métalliques : synthèse chimique et organisation	<b>I6- Eric Grelet</b> Défauts topologiques et cristaux liquides : de la structure des dislocations au transfert de chiralité dans les auto-assemblages		
		<b>O13 - Jean Daniel Marty</b> Synthèse de nanoparticules de ZnO en milieu organisé: vers un contrôle de la croissance des nanoparticules.			
		<b>O14 - Philippe Fontaine</b> Synthèse de nanoparticules d'or par radiolyse induite par les rayons x autour d'auto-assemblages de copolymères.			
		<b>O15 - Florian Aubrit</b> Synthèse de filaments hybrides magnéto-plasmoniques et leur caractérisation par DLS dépolarisée (DDLS)	LIBRE et/ou ACTIVITES		
		<b>O16 - Etienne Duguet</b> Synthèse et assemblage de nanoparticules à patchs			
		<b>O1 - Karin El Rifaii</b> Effet de l'addition d'un polymère sur les phases cristalliques de suspensions aqueuses de nano-feuilletts	Pause-Café		

# PROGRAMME de CFCL2019

<b>Mardi 03/09</b>	<b>Mercredi 04/09</b>	<b>Jeudi 05/09</b>	<b>Vendredi 06/09</b>
09:00 09:20 09:40	<b>I2 - Francesc Sagües</b>  Active liquid crystals	<b>O17 - Jean-Louis Bantignies</b>  Nanohybrid silica: investigation of self-assembling properties and physical properties using multiscale approach and DFT calculations	<b>O22 - Amina Bouriche</b>  La cinétique de dégradation thermique des mélanges polymères/cristaux liquides
09:40 10:00	<b>O8 - Felix Bunel</b>  Phase winding and topological flows in SmC*films subjected to a vapor flux	<b>O18 - Martin In</b>  Comportement lytropique de complexes de polyélectrolytes et leur rôle comme agents structurants de matériaux hybrides poreux	<b>O23 - Abir Aouini</b>  Propriétés des mélanges binaires d'un nématicque twist-bend (CB7CB) et de smectogènes
10:00 10:20	<b>O9 - Patrick Oswald</b>  Lehmann Effect in Cholesteric and NematicLiquid Crystals: A Review	<b>O19 - Flavien Sciortino</b>  Hybridsomes®: Innovative Multifunctional Nanocapsules from the Ouzo Effect	<b>O24 - Yahia Boussoualem</b>  Etude d'un nouveau cristal liquide à noyau coudé
10:20 10:50	<b>Pause-Café</b>	<b>Pause-Café</b>	<b>Pause-Café</b>
10:50 11:10	<b>O10 - Haifa Jeridi</b>  Nanoparticles self-organization in smectic oily streaks	<b>I5 - Anke Lindner</b>  E-coli bacteria in interaction with flows and boundaries	<b>O25 - Aurélien Billot</b>  Conception de pilier[5]arenes nématisques
11:10 11:30	<b>O11 - Mohamed Amine Gharbi</b>  Elastocapillary Interactions at Free-Standing Smectic Films		<b>O26 - Ana Barrera</b>  Recycling and reuse of liquid crystals obtained from electronic waste DEEE
11:30 11:50	<b>O12 - Amine Missaoui</b>  Annihilation of Point Defect Pairs in Smectic free-Standing Films	<b>O21 - Ahlem Habibi/Ch. Blanc</b>  Passive and active micro rheology of a lyotropic chromonic nematic liquid crystal disodium cromoglycate	<b>CLÔTURE de CFCL2019</b>
11:50 14:00	<b>DEJEUNER</b>	<b>DEJEUNER</b>	<b>DEJEUNER</b>