



HAL
open science

Orientation par un champ magnétique d'un cristal liquide nématique et de nano-bâtonnets de goethite: vers l'obtention d'un cristal liquide ferronématique

Christelle Vatry, Ali Abou Hassan, Vincent Dupuis, Olivier Sandre

► To cite this version:

Christelle Vatry, Ali Abou Hassan, Vincent Dupuis, Olivier Sandre. Orientation par un champ magnétique d'un cristal liquide nématique et de nano-bâtonnets de goethite: vers l'obtention d'un cristal liquide ferronématique. 14ème Colloque Francophone des Cristaux Liquides (CFCL2009) – Systèmes anisotropes auto-organisés, Sep 2009, Orsay, France. hal-00418558

HAL Id: hal-00418558

<https://hal.science/hal-00418558>

Submitted on 21 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Orientation par un champ magnétique d'un cristal liquide nématique et de nano-bâtonnets de goethite : vers l'obtention d'un véritable cristal liquide ferronématique

Christelle Vatry, Ali Abou Hassan, Vincent Dupuis & Olivier Sandre
Laboratoire PECSA - UMR7195 Univ P & M Curie / CNRS / ESPCI

Si l'idée de disperser des charges inorganiques dans une matrice cristal liquide thermotrope remonte à l'article théorique de Brochard et De Gennes dans les années 70,¹ sa réalisation pratique reste toujours d'actualité: le dopage de cristaux liquides organiques par des charges inorganiques permettrait en effet d'améliorer leurs caractéristiques tant diélectriques² que magnétiques.³ Grâce au dispositif utilisé d'ordinaire pour mesurer la biréfringence magnéto-induite des « ferrofluides »,⁴ nous avons observé la « transition de Fredericksz » du cristal liquide 4-cyano-4'-pentylbiphenyl (5CB) soumis à des orientations antagonistes entre la surface de la cuve (ancrage homéotrope) et le volume (orientation planaire induite par le champ magnétique).⁵ Cette mesure de biréfringence sous champ H a été décrite aussi pour mesurer l'anisotropie de susceptibilité magnétique $\chi_{||} - \chi_{\perp}$ du 5CB pur,⁶ mais aussi pour suivre une autre transition d'orientation mise en évidence à Orsay par B. Lemaire avec des suspensions inorganiques de goethite α -FeOOH.⁷ Même en dehors de la phase nématique à haute fraction volumique, ces nano-bâtonnets en régime dilué ont un paramètre d'ordre non nul sous champ H qui change de signe pour une valeur critique H_c .⁸

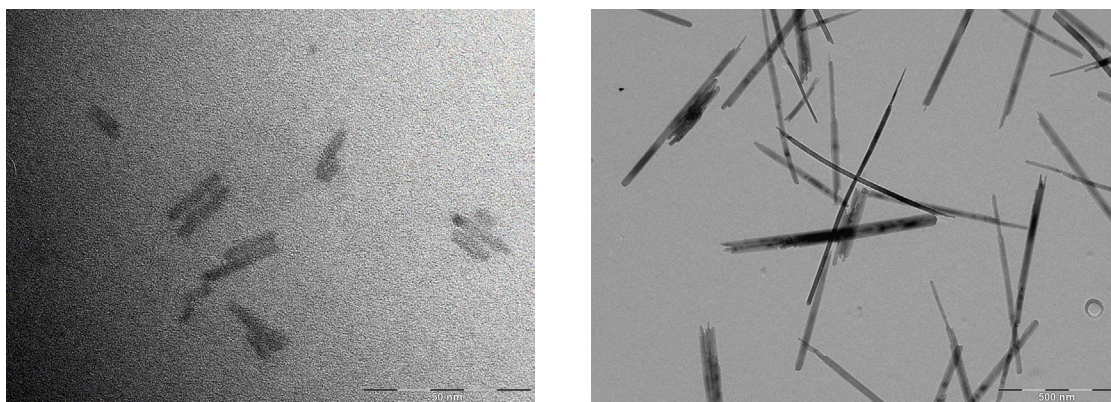


Figure: Clichés MET de nano-bâtonnets de goethite de tailles très différentes selon les synthèses (les barres d'échelle mesurent 50 nm à gauche et 500 nm à droite).

Cette transition d'orientation est due à la compétition entre l'énergie du moment magnétique permanent parallèle aux bâtonnets et celle du moment induit perpendiculaire.⁹ En variant les conditions de synthèse, nous avons obtenu des échantillons de longueurs très différentes de 15 à 500 nm (cf. figure) et nous avons montré que la croissance des bâtonnets suit un mécanisme dit « agrégation orientée » des premiers germes de ferrihydrite.¹⁰ Par ailleurs, le dopage par des ions paramagnétiques Co^{2+} ou Ni^{2+} a permis d'agir sur les valeurs du moment permanent et de l'anisotropie de susceptibilité antiferromagnétique. Dans cette présentation, nous relierons les différentes mesures de la transition (magnétométrie, biréfringence sous champ, diffusion anisotrope des neutrons) pour toute la série d'échantillons. Puis nous discuterons de la possibilité de doper un cristal liquide thermotrope par ces nanoparticules allongées afin d'abaisser le champ seuil de Fredericksz.

Références:

1. Theory Of Magnetic Suspensions In Liquid Crystals. F. Brochard & P-G. De Gennes, *J. Phys. (France)* **31** 691-708 (1970)
2. Ferroelectric Particles in Liquid Crystals: Recent Frontiers. A. Glushchenko, C. Il Cheon, J. West, F. Li, E. Büyüktanir, Y. Reznikov & A. Buchnev, *Molecular Crystals & Liquid Crystals* **453**:227-237 (2006)
3. Phase behavior of nanoparticles in a thermotropic liquid crystal. C. Da Cruz, O. Sandre, V. Cabuil, *J. Phys. Chem. B* **109**(30), 14292-14299 (2005)
4. Static magneto-optical birefringence of size-sorted $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ nanoparticles. E. Hasmonay, E. Dubois, J.-C. Bacri, R. Perzynski, Yu.L. Raikher, V.I. Stepanov, *Eur. Phys. J. B* **5**, 859 (1998)
5. Study of magnetic Fredericksz transition in ferronematic. M. Konerackf, V. Kellnerova, P. Kopcansky, T. Kuczynski, *J Magn. Magn. Mat.* **140-144**, 1455-1456 (1995)
6. Magnetic birefringence in a liquid crystal: An experiment for the advanced undergraduate laboratory, T. Moses, B. Durall, G. Frankowiak *Am. J. Phys.* **68** (3), March 2000
7. Synthesis of acicular $\alpha\text{-FeOOH}$ particles at a very high pH, S. Krehula, S. Popovic, S. Music, *Materials Letters* **54** 108–113 (2002)
8. Physical properties of aqueous suspensions of goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$) nanorods Part I: In the isotropic phase. B.J. Lemaire, P. Davidson, J. Ferré, J.P. Jamet, D. Petermann, P. Panine, I. Dozov, and J.-P. Jolivet *Eur. Phys. J. E* **13**, 291–308 (2004)
9. Magneto-orientational behavior of a suspension of antiferromagnetic particles Yu. L. Raiker, V. I. Stepanov, *J. Phys. Cond. Mat* **20** (2008) 204120
10. Synthesis of Goethite by Separation of the Nucleation and Growth Processes of Ferrihydrite Nanoparticles using Microfluidics A. Abou-Hassan, O. Sandre, S. Neveu, V. Cabuil, *Angew. Chem. Int. Ed.* **48** 1-5 (2009)