

# Auto-assemblage de nanotubes d'imogolite par lévitation acoustique

Claire Hotton<sup>1</sup>, Thomas Bizien<sup>2</sup> & Erwan Paineau<sup>1</sup> & Cyrille Hamon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Physique des Solides (LPS), UMR CNRS 8502, Université Paris-Saclay, Batiment 510, 91405 Orsay, France

<sup>2</sup>Synchrotron SOLEIL, l'Orme des Merisiers, 91192 Gif-sur-Yvette, CEDEX, France  
Courriel : [claire.hotton@universite-paris-saclay.fr](mailto:claire.hotton@universite-paris-saclay.fr)

L'auto-assemblage dirigé de cristaux liquides constitue une étape essentielle pour la conception de matériaux aux propriétés électriques, électrochimiques ou optiques améliorées [1]. Les techniques d'auto-assemblage induites par évaporation (EISA) sont probablement parmi les méthodes les plus étudiées pour organiser une suspension colloïdale en nano-assemblage [2]. La structure de ces assemblages ainsi que le type de dépôt dépendent sensiblement du mode d'évaporation du liquide. Typiquement, lorsqu'une goutte contenant des colloïdes sèche sur une surface solide, l'interface solide-liquide peut induire une dispersion non-uniforme connue sous le nom « d'effet tache de café » [3]. Pour éviter ces effets, la lévitation acoustique apparaît comme un outil prometteur pour l'auto-assemblage de cristaux liquides dans un environnement sans substrat et en obtenant un assemblage 3D, comparé au film 2D obtenu sur substrat solide [4]. Parmi les cristaux liquides, les nanotubes d'imogolite à double paroi (Ge-DWINTs) apparaissent comme un candidat prometteur permettant d'étudier l'auto-assemblage anisotrope de particules avec différents rapports d'aspect (longueur/diamètre) contrôlés par la méthode de synthèse [5]. Ces nanotubes forment ainsi des dispersions colloïdales stables présentant une riche diversité de phases cristal-liquides pour de faibles fractions volumiques avant la transition vitreuse [5].

Dans ce contexte, l'EISA par lévitation acoustique a été appliquée à des suspensions de Ge-DWINTs de différentes fractions volumiques initiales ( $\phi$ ) et pour différents rapports d'aspect des nanotubes (5, 65, 295). Nous avons comparé les assemblages obtenus par lévitation à ceux obtenus sur un substrat hydrophile (verre) et un substrat hydrophobe (Téflon/FC40). Au cours du processus d'évaporation sur un substrat hydrophile, il apparaît que l'organisation des nanotubes est piégée dans leur phase cristal-liquide ou isotrope initiale quel que soit la vitesse d'évaporation (rapide à température ambiante ou lente sous atmosphère humide). Par lévitation, les EISA produisent des gouttes 3D dont la forme, soit en « pancake » soit sphérique dépend uniquement du rapport d'aspect des nanotubes et est indépendante de la fraction volumique initiale. Les gouttes séchées présentent de la biréfringence même lorsque la suspension initiale était isotrope, ce qui promet une riche organisation des assemblages obtenus.

D'autres expériences de diffusion des rayons X aux petits angles (SAXS) permettront de mettre en évidence l'influence de la fraction volumique initiale et du rapport d'aspect des Ge-DWINTs sur l'auto-assemblage et la direction préférentielle des nanotubes dans un confinement sphérique. De plus, l'étude de différents stades d'évaporation nous permet de fournir une exploration complète du diagramme de phase des Ge-DWINTs, en particulier pour des fractions volumiques importantes difficilement atteignable par des méthodes de concentration par stress osmotique.

## Références :

- [1] Thorkelsson, K.; Bai, P.; Xu, T. Self-Assembly and Applications of Anisotropic Nanomaterials: A Review. *Nano Today* **2015**, *10* (1), 48–66.
- [2] Zang, D.; Tarafdar, S.; Tarasevich, Y. Yu.; Dutta Choudhury, M.; Dutta, T. Evaporation of a Droplet: From Physics to Applications. *Physics Reports* **2019**, *804*, 1–56.
- [3] Li, Y.; Yang, Q.; Li, M.; Song, Y. Rate-Dependent Interface Capture beyond the Coffee-Ring Effect. *Sci Rep* **2016**, *6* (1), 24628.
- [4] Shi, Q.; Di, W.; Dong, D.; Yap, L. W.; Li, L.; Zang, D.; Cheng, W. A General Approach to Free-Standing Nanoassemblies via Acoustic Levitation Self-Assembly. *ACS Nano* **2019**, *13* (5), 5243–5250.
- [5] Paineau, E.; Rouzière, S.; Monet, G.; Diogo, C. C.; Morfin, I.; Launois, P. Role of Initial Precursors on the Liquid-Crystalline Phase Behavior of Synthetic Aluminogermanate Imogolite Nanotubes. *Journal of Colloid and Interface Science* **2020**, *580*, 275–285.

**Indiquer le nom de la personne à contacter :**

Nom : Hotton  
Prénom : Claire  
Courriel : claire.hotton@universite-paris-saclay.fr  
Statut : Non-permanent (postdoc)

**Indiquer votre mode de présentation préféré :**

Communication orale