

## Synthèse et intégration de matériaux dans des capteurs pour la surveillance de la qualité de l'eau

**Contact :** Jean-Christophe GABRIEL DRF//INAC/MEM [jean-christophe.gabriel@cea.fr](mailto:jean-christophe.gabriel@cea.fr) 04 38 78 02 57

**Stage pouvant se poursuivre en thèse :** Oui

### Résumé :

Ce sujet se situe dans le contexte d'un des deux seuls projets financés par l'ANR en 2017 sur la thématique des Capteurs pour l'environnement (projet 4WATER) et qui débutera au 1er janvier 2018. Lors de ce stage, l'étudiant(e) aura à synthétiser des matériaux par diverses techniques de synthèses issues de la chimie et devra les mettre en solution (formulation d'encres). S'en suivra une intégration de ces composés dans des dispositifs actifs (capteurs pour la qualité de l'eau à base de nanotubes de carbones) ainsi que de tester des capteurs ainsi formés. Selon le temps restant et le dynamisme de l'étudiant(e), il s'agira aussi d'étudier les propriétés physico-chimiques (structure, taille etc...) des fluides complexes obtenus ou alors cela se fera en collaboration avec un autre stagiaire.

### Sujet détaillé :

Ce sujet se situe dans le contexte d'un des deux seuls projets financés par l'ANR en 2017 sur la thématique des Capteurs pour l'environnement (projet 4WATER) et qui débutera au 1er janvier 2018.

La crise de l'eau constitue le risque n°1 quant à son impact sur la société d'après le « Forum de l'économie mondiale » (01/2015). En effet, les ressources en eau douce de surface ne représentent que 0,3% des réserves mondiales d'eau douce. À ce jour, 663 millions d'êtres humains n'ont pas accès à l'eau potable et 2,4 milliards n'ont pas de sanitaires adéquats, ce dernier point ayant un impact fort sur la qualité des eaux douces locales et donc sur la santé des populations. Même lorsque de l'eau potable est disponible, il peut y avoir des variations dans le temps de sa composition en fonction de facteurs humains et environnementaux qui rendent parfois l'eau non potable. Néanmoins, la dynamique de cette variabilité et le rôle de ces différents facteurs sont mal connus car il n'existe pas de suivi permanent de la qualité de l'eau douce de surface du fait de l'absence de capteurs chimiques adaptés. Dans le projet 4WATER, nous proposons l'élaboration de nouveaux capteurs matriciels à bas coût et multi-cibles. Ces capteurs sont intégrés, à l'aide d'une approche microélectronique, sous forme de transistors MOSFETs dont la grille est constituée de nanotubes de carbone fonctionnalisés sensibles à différents ions choisis en fonction de leur pertinence vis-à-vis de la potabilité de l'eau. Nous proposons ainsi à terme une solution de surveillance multianalytes permanente et peu onéreuse des ressources en eau douce de surface.

Lors de ce stage, l'étudiant(e) aura à synthétiser des matériaux par diverses techniques de synthèses issues de la chimie et devra les mettre en solution (formulation d'encres). S'en suivra une intégration de ces composés dans des dispositifs actifs (capteurs pour la qualité de l'eau à base de nanotubes de carbones) ainsi que de tester des capteurs ainsi formés. Selon le temps restant et le dynamisme de l'étudiant(e), il s'agira aussi d'étudier les propriétés physico-chimiques (structure, taille etc...) des fluides complexes obtenus ou alors cela se fera en collaboration avec un autre stagiaire.

L'étudiant(e) sera exposé à un environnement pluridisciplinaire et amené(e) à réaliser des expériences dans des domaines variés tels que la chimie inorganique, la physico-chimie, la micro/nano-fabrication en salles blanches, les méthodes de nano-caractérisation et de tests électriques/électroniques. Pour la réalisation de ces dernières, il aura accès à une gamme très large et variée d'équipements allant du microscope optique au synchrotron de dernière génération (ESRF), en passant par les microscopes à effet de champs ou électroniques, des bancs de test électroniques. Le sujet de ce stage se situe dans un domaine scientifique très « chaud » et compétitif, générant de nombreuses citations, et tout succès pourra être valorisé dans les meilleurs journaux et faire l'objet d'un dépôt de brevet. Ce stage est donc une excellente opportunité de

croissance professionnelle tant d'un point de vue de vos connaissances, que de vos savoir-faire et de votre notoriété dans la communauté scientifique. Il se situe au CEA de Grenoble (à Grenoble) au sein de l'institut INAC. Il se fera en collaboration avec le centre de Saclay, le laboratoire de Physique des Solides à Orsay (physico-chimie) et l'IFFSTAR (tests dispo) et un partenaire industriel Grenoblois. Des missions sur Paris seront donc réalisées.

Ce stage est rémunéré à un niveau dépendant de la formation de l'étudiant(e). Le profil recherché est celui d'un excellent élève ingénieur en fin d'étude (en chimie, ou physico-chimie) ou d'un étudiant de M2 très bien classé (nécessité d'avoir un parcours académique au plus haut niveau). Ce stage offre d'autre part de bonnes perspectives, que soit avec la possibilité d'une thèse de doctorat ou via une exposition à un industriel au travers de la collaboration industrielle existante dans ce projet.

Sélection de publications du domaine et de l'encadrant se rapportant au sujet décrit:

?Swollen liquid-crystalline lamellar phase based on extended solid-like sheets? J.C.P. Gabriel et al. Nature 413 (2001) 504-508. (190 citations)

« Electronic Detection of Specific Protein Binding Using Nanotube FET Devices. »

A. Star, J.-C. P. Gabriel, K. Bradley, G. Grüner, Nano Letters, 3(4) 459 - 463, 2003. (800 citations)

« Label-free detection of DNA hybridization using carbon nanotube network field-effect transistors. » A. Star, E. Tu, J. Niemann, J.-C. P. Gabriel, C. S. Joiner, C. Valcke Proc. Nat. Acad. Sciences 103(4), 921-926, 2006. (640 citations)

**Compétences requises :**

Synthèse chimie, physico-chimie, des notions en électronique