

Spécialité : CHIMIE / Chimie des matériaux

[Laboratoire : IRAMIS/NIMBE/LEDNA](#)

## Matériaux composites Si@C nanostructurés pour anodes de batteries Li-ion à haute densité d'énergie

Responsable de stage : **HERLIN Nathalie**

nathalie.herlin@cea.fr

Tel : +33 1 69 08 36 84

Stage pouvant se prolonger en thèse : Non

Durée du stage : 6 mois

### Résumé:

Dans le cadre de la recherche sur les batteries à haute densité d'énergie, le sujet porte sur l'élaboration de composites S-graphite en utilisant comme matériau actif des nanoparticules silicium pré-enrobées de carbone synthétisées au CEA. Ces composites seront testés en piles bouton. Le travail est localisé à Grenoble.

### Sujet :

Le silicium apparaît comme un matériau d'électrode négative prometteur pour les batteries Li-ion. En effet, sa capacité spécifique théorique de 3579mAh/g lui permet d'être une alternative au graphite (372mAh/g) pour les applications à haute densité d'énergie. Cependant, il présente une expansion volumique pouvant atteindre près de 300% lors de l'insertion du lithium. Ces variations de volume conduisent à la pulvérisation des particules et à l'instabilité de l'interface solide-électrolyte (SEI), et donc à la dégradation des électrodes et à la chute rapide des performances électrochimiques au cours des cycles de charge-décharge.

Des améliorations sont possibles en réduisant la taille des particules autour de 100nm afin de limiter la décrépitation mécanique [1] ou bien en développant des composites silicium-carbone avec des nanostructures complexes [2]. Ainsi, la structure des électrodes reste stable mais les phénomènes aux interfaces deviennent prépondérants et tous les critères de performances requis pour une densité d'énergie élevée ne sont plus respectés.

Des nanoparticules originales  $\text{Si@C}$  (coquille de silicium revêtu de carbone),  $\text{Si@C}$ , sont synthétisées par un procédé de pyrolyse laser double étage dans le cadre d'une collaboration interne [3]. Ces particules, utilisées en tant qu'anode de batteries Li-ion, permettent d'obtenir des performances très intéressantes au niveau de l'état de l'art. Cependant, la surface spécifique élevée de ces nanopoudres est un inconvénient pour la mise en œuvre et la capacité spécifique irréversible initiale. L'objectif du stage est, dans un premier temps, de développer la synthèse de composites silicium-carbone à partir de ces nanoparticules en poursuivant des travaux en cours. Les matériaux  $\text{Si@C}$  sont mélangés à du graphite et à un précurseur organique de carbone transformé en carbone amorphe par décomposition thermique. Les performances électrochimiques de ces matériaux seront évaluées en pile bouton face à du lithium métal. Dans un second temps, les matériaux les plus performants seront testés en cellules Li-ion dans une configuration plus représentative de l'application finale.

[1] Liu X.H. et al, ACS nano, 6(2), 1522-1531, 2012.

[2] Wu H. et al, Nano Today 7, 414-429, 2012.

[3] One-step synthesis of Si@C nanoparticles by laser pyrolysis: high-capacity anode material for lithium-ion batteries  
J. Sourice, A. Quinsac, Y. Leconte, O. Sublemontier, W. Porcher, C. Haon, A. Bordes, E. De Vito, A. Boulineau, S. Jouanneau, S. Larbi, N. Herlin-Boime and C. Reynaud, <a href="http://dx.doi.org/10.1021/am5089742">ACS Appl. Mater. Interfaces 2015, 7, 6637?6644</a>.

---

**Abstract:**

**Subject :**

---