Ingénieur d'étude– 9 mois

Dépôt de couches minces d'oxydes et de chalcogénures par voie liquide pour la réalisation de microsupercondendateurs 3D

Contexte : dans le cadre du projet région OPTIMICROCAP nous recrutons un ingénieur d'étude pour une durée de 9 mois, dont le sujet concerne le développement et la miniaturisation de dispositifs de stockage de l'énergie qui répondent aux exigences des systèmes électroniques nomades.

Les sources d'énergie qui peuvent être incorporées sur ces systèmes sont en plein développement car elles doivent répondre à la miniaturisation des dispositifs électroniques qui nécessitent des sources d'énergie compactes et performantes.

Notre projet vise à développer un micro-supercondensateur 3D qui est un micro-dispositif microstructuré et nanostructuré de stockage de l'énergie, capable de couvrir les besoins en puissance et énergie de systèmes électroniques autonomes. Ces micro-supercondensateurs permettent de délivrer une forte puissance en un temps très bref. Ils peuvent être couplés à des microbatteries dans les systèmes médicaux, pour en améliorer les performances notamment la durée de vie, ou encore à des systèmes photovoltaïques pour concevoir une source d'énergie autonome.

La finalité du sujet est de réaliser un micro-supercondensateur 3D qui puisse stocker plus d'énergie que les systèmes actuels tout en gardant les propriétés de puissance et de cyclabilité.

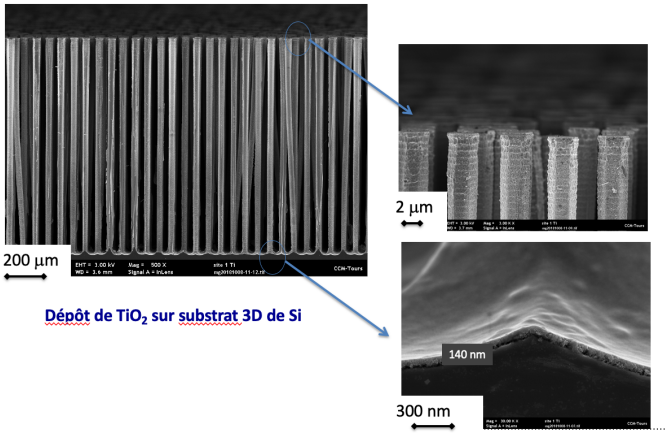

Figure 1 : exemple de microstructuration et dépôt de couches minces par voie liquide

Pour atteindre cet objectif, une microstructuration du substrat de silicium sera réalisée pour augmenter la surface spécifique développée. Cette microstructuration et dépôt de couches minces par voie liquide est maîtrisée au laboratoire comme montrée sur la figure 1. Sur ce substrat 3D, du carbone sera déposé par voie plasma (GREMI).

La personne recrutée aura la charge de développer le matériau actif et de déposer la couche active homogène par voie liquide sur le substrat 3D carboné. La couche active sera constituée de matériaux oxydes ou chalcogénures choisis pour leur propriété capacitive élevée et permettant de travailler avec des électrolytes à base de lithium. Un travail de mise au point de synthèse par voie liquide de ces oxydes et chacolgénures se fera en premier lieu. En second lieu, des tests de dépôts sur substrats Si-2D carboné seront réalisés et validés par des tests électrochimiques où leurs performances seront caractérisées. Une fois le matériau validé, les dépôts se feront sur substrats 3D-Si carboné.

GREMAN UMR 7347, Bât. E, Parc de Grandmont, 37200 Tours, France
Tel +33 (0)2 47 36 70 88 / greman@univ-tours.fr
www.greman.univ-tours.fr

La méthode de dépôt par voie liquide utilisée dans ce projet (méthode brevet (n°1359144)) permet une diminution des coûts par rapport aux méthodes classiques de dépôt et un contrôle de l'épaisseur par dépôt. Les mesures électrochimiques permettront de mesurer les performances des électrodes afin de sélectionner le meilleur matériau à utiliser sur le système final et de déterminer les épaisseurs optimales des couches minces donnant les meilleures propriétés capacitives. Le développement de la voie de synthèse et de dépôt de l'électrode se fera au laboratoire GREMAN situé sur Blois ainsi que leurs caractérisations physico-chimiques. Ce travail se fera en collaboration avec les laboratoires GREMI et CEMHTI situés à Orléans pour réaliser respectivement les dépôts de carbone et les mesures électrochimiques. Deux entreprises (Vitruvens, Mistic) participent à ce projet Région. Un accès à la plateforme Certem-Tours permettra d'accéder à des méthodes de gravures de Si et de dépôts métalliques par PVD en face arrière des échantillons.

Objectif : l'objectif est de réaliser un microsupercondensateur 3D ayant une capacité, une densité d'énergie et de puissance élevées. Pour ce faire une couche active (la cathode) doit être déposée par voie liquide sur un susbtrats 3D-Si carboné afin de coupler le microsupercondensateur 3D à une microbatterie pour une utilisation dans le domaine médical. L'élaboration des électrodes se fera sur Blois avec des déplacements sur Orléans pour réaliser les caractérisations électrochimiques (laboratoire CEMHTI). Trois laboratoires travaillent sur ce projet, 2 à Orléans, et un à Blois.

Références

1. Poirot Nathalie, Tillocher Thomas, and Raynal Pierre-Ivan, "Conformal coating by liquid route on three-dimensional topology" Eur. Phys. J. Spec. Top. (2022), doi.org/10.1140/epjs/s11734-022-00579-6
2. N. Poirot, V. Rajalingam, R.N. Murgu, R. Omnée, E. Raymundo-Piñero, "Nanotexturing TiO_2 over Carbon Nanotubes for High-energy and High-power Density Pseudocapacitors", Front. Mater. (2022) DOI 10.3389/fmats.2022.1011782
3. N. Poirot, M. Gabard, M. Boufnichel, R. Omnée, Encarnacion Raymundo-Piñero, "A suistainable approach for the development of TiO_2 based 3D electrodes for micro-supercapacitors", Batteries, 2023,9, 258, doi.org/10.3390/batteries9050258
4. N. Poirot, F. Ghamouss, M. Gabard, T. Tillocher, patent: WO2018091844 - PRODUCTION OF 3D BATTERIES BY WET PROCESSING-2018

Profil : Bac+5 , avec ou sans expérience. Une expérience en caractérisation de matériaux et synthèse serait appéciée**.**
Compétences recherchées : synthèse de matériaux oxydes par voie liquide, dépôt de couches minces par spin-coating, caractérisation des matériaux : DRX, MEB, ATG/ATD/FTIR, Raman. Une expérience en électrochimie serait un plus.
Champs scientifiques : synthèse de matériaux, énergie, chimie, couches minces.
Durée : **9 mois à partir de septembre 2026**
Salaire : Rémunération brute mensuelle :2 505,70 euros soit une rémunération nette mensuelle avant PAS : 2 013,82 euros

Unité de recherche : GREMAN - UMR-CNRS 7347 - IUT de Blois 15 rue de la Chocolaterie 41000 Blois
Contact : Nathalie Poirot ; nathalie.poirot@univ-tours.fr