

Descriptif des activités de recherche

Les Batteries Li-ion actuelles reposent sur la diffusion des ions lithium dans une seule dimension entre les électrodes. Afin d'obtenir de meilleures performances en ce qui concerne la capacité spécifique et de la puissance, de nouvelles architectures 3D permettant la diffusion des ion lithium dans deux ou trois dimensions ont été proposées par le passé. En vue de construire ces complexes architectures 3D de batterie Li-ion et afin d'éviter les problèmes d'interpénétration des électrodes, je concentre actuellement mes recherches sur le procédé de fabrication additive (AM) par dépôt de fil (Fused Deposition Modeling, FDM) également appelé Impression 3D.

Mon projet de Thèse consiste donc à l'**élaboration d'une Batterie Li-ion par impression 3D**. Pour se faire, il sera préalablement nécessaire de synthétiser et caractériser des filaments thermoplastiques composites chargés en matière active utilisée dans les batteries Li-ion. Une optimisation des filaments devra être effectuée en vue d'obtenir les meilleures performances électrochimiques et mécaniques. En parallèle, le développement d'une imprimante 3D adaptée aux filaments composites sera indispensable.

Parcours

- Thèse en cours (2017-2020) : **De l'Optimisation des composites thermoplastiques à la réalisation d'une Batterie Li-ion par imprEssion 3D (OBI-ONE)** – Projet encadré par Loïc Dupont (Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides, Amiens), Stéphane Panier (Laboratoire des Technologies Innovantes, Amiens), Région/FEDER

- Master Erasmus Mundus – Matériaux pour le Stockage et la Conversion de l'Energie (2015-2017) : En partenariat avec 7 universités à travers le monde dans 5 pays différents Université Paul Sabatier (Toulouse, France), Université de Picardie Jules Verne (Amiens, France), Université d'Aix-Marseille (Marseille, France), École Polytechnique de Varsovie (Varsovie, Pologne), Université de Córdoba (Cordoue, Espagne), Université de Xiamen (Xiamen, Chine) et Université de Drexel (Philadelphie, États-Unis).

S1 : Université Paul Sabatier (Toulouse, France)

S2 : École Polytechnique de Varsovie (Varsovie, Pologne)

S3 : Université de Córdoba (Cordoue, Espagne)

S4 : Master Thesis au Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides (Amiens, France) –Formulation et caractérisation physique et électrochimique de filaments pour impression 3D chargés en matière active utilisée dans les batteries Li-ion – Projet encadré par Loïc Dupont (LRCS), Sylvie Grugeon (LRCS), Stéphane Panier (LTI)

Compétences

Impression 3D (FDM, SLA, SLS), Synthèse des matériaux, Caractérisation Électrochimique, Caractérisation Thermique, Caractérisation Mécanique, Microscopie électronique, Extrusion, Dessin assisté par ordinateur (DAO).

Version en anglais :

Main Research Activities

Actual parallel-plate architecture of lithium-ion batteries consists in lithium ion diffusion in only one dimension between the electrodes. To achieve higher performances in terms of specific capacity and power, configurations enabling lithium ion diffusion in two or three dimensions were proposed in the past. In order to build these complex 3D battery architectures with almost no material waste and avoiding the electrodes

interpenetration issues, I'm focusing my work on the Fused Deposition Modeling process, also called 3D-printing.

My PhD thesis project consists in the **development of a fully 3D-printed Li-ion battery**. In order to do so, it will be required to synthesize and characterize thermoplastic composite filaments charged with active materials currently used in Li-ion batteries. Filament optimization should be done to improve both electrochemical and mechanical performances. In parallel, due to the brittleness of the composite filaments, an adapted/modified 3D-printer will be built.

Academic Training

- PhD in progress (2017-2020): **Thermoplastic composite filaments optimization and development of a 3D-printed Li-ion battery (OBI-ONE)** – Project supervised by Loïc Dupont (Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides, Amiens), Stéphane Panier (Laboratoire des Technologies Innovantes, Amiens), Région/FEDER

- Master Erasmus Mundus – Materials for Energy Storage and Conversion (2015-2017): In partnership with 7 universities worldwide - University Paul Sabatier (Toulouse, France), University of Picardie Jules Verne (Amiens, France), University of Aix-Marseille (Marseille, France), Warsaw University of Technology (Warsaw, Poland), University of Córdoba (Córdoba, Spain), University of Xiamen (Xiamen, Chine) and University of Drexel (Philadelphia, USA).

S1: University Paul Sabatier (Toulouse, France)

S2: Warsaw University of Technology (Warsaw, Poland)

S3: University of Córdoba (Córdoba, Spain)

S4: Master Thesis at the Laboratoire de Réactivité et Chimie des Solides (Amiens, France) –Formulation and characterization of 3D-printing filaments charged by lithium-ion battery active materials for the negative electrode – Project supervised by Loïc Dupont (LRCS), Sylvie Grugeon (LRCS), Stéphane Panier (LTI)

Professional skills

3D-Printing (FDM, SLA, SLS), Materials Synthesis, Electrochemical Characterization, Thermal Analysis, Mechanical Characterization, Electronic Microscopy, Extrusion process, Computer Aided-Design (CAD).

Publications :

[Poly\(Ethylene Oxide\)–LiTFSI Solid Polymer Electrolyte Filaments for Fused Deposition Modeling Three-Dimensional Printing](#)

Alexis Maurel, Michel Armand, Sylvie Grugeon, Benoit Fleutot, Carine Davoisne, Hugues Tortajada, Matthieu Courty, Stéphane Panier and Loïc Dupont, Journal of The Electrochemical Society, 2020

[Three-Dimensional Printing of a LiFePO₄/Graphite Battery Cell via Fused Deposition Modeling](#)

Alexis Maurel, Sylvie Grugeon, Benoît Fleutot, Matthieu Courty, Kalappa Prashantha, Hugues Tortajada, Michel Armand, Stéphane Panier, Loïc Dupont, Scientific Reports, 2019

[Highly Loaded Graphite-PLA Composite Based Filaments for Lithium-Ion Battery 3D-Printing](#)

Alexis Maurel, Matthieu Courty, Benoit Fleutot, Hugues Tortajada, Kalappa Prashantha, Michel Armand, Sylvie Grugeon, Stéphane Panier, Loïc Dupont, Chemistry of materials, 2018