



Depuis 80 ans, nos connaissances  
bâtissent de nouveaux mondes

UNIVERSITÉ DE NANTES

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL - PARIS - 6 JUIN 2019

## Vers une industrialisation à bas coût des supercondensateurs à ions lithium

**Combiner deux additifs au lieu d'un pour faciliter l'incorporation du lithium dans des supercondensateurs : voici la solution proposée par des chercheurs de l'Institut des matériaux Jean Rouxel (CNRS/Université de Nantes) en collaboration avec le Münster Electrochemical Energy Technology (Université de Münster, Allemagne) pour favoriser le développement à bas coût, simple et efficace des supercondensateurs à ions lithium, utilisés pour stocker l'énergie électrique. Ces travaux, publiés dans *Advanced Energy Materials* le 5 juin 2019, permettent d'envisager leur commercialisation massive.**

Les systèmes de stockage électrochimique de l'électricité jouent un rôle central dans l'intégration des sources d'énergie renouvelables et sont en passe d'envahir le domaine de la mobilité électrique. Deux solutions existent pour stocker cette énergie : les batteries à ions lithium, qui ont l'avantage d'avoir une grande capacité de stockage, et les supercondensateurs, qui avec une capacité moindre ont en contrepartie la particularité de pouvoir se charger et de se décharger très rapidement et un très grand nombre de fois. Les supercondensateurs à ions lithium (lithium-ion capacitors ou LIC) combinent le meilleur des deux mondes.

Les matériaux constitutifs des supercondensateurs à ions lithium ne contiennent cependant pas d'ions lithium (ni d'électrons), à la différence des batteries. Il est donc nécessaire de passer par une étape dite de pré-lithiation afin d'en ajouter pour que le dispositif puisse fonctionner. Aujourd'hui, deux grandes stratégies sont envisagées : soit l'un des matériaux constitutifs du supercondensateur est pré-lithié avant son intégration, soit un additif riche en ions lithium est ajouté et les redistribuera aux matériaux du supercondensateur lors de la première charge. Ces méthodes sont cependant onéreuses et complexes et peuvent diminuer la capacité du dispositif. De plus, la majorité des additifs disponibles de pré-lithiation se dégradent à l'air et/ou au contact des solvants utilisés pour fabriquer le supercondensateur à ions lithium. En somme, même si certaines solutions proposées fonctionnent aujourd'hui, il n'existe pas de « recette miracle » qui soit à la fois performante, robuste, simple et à bas coût.

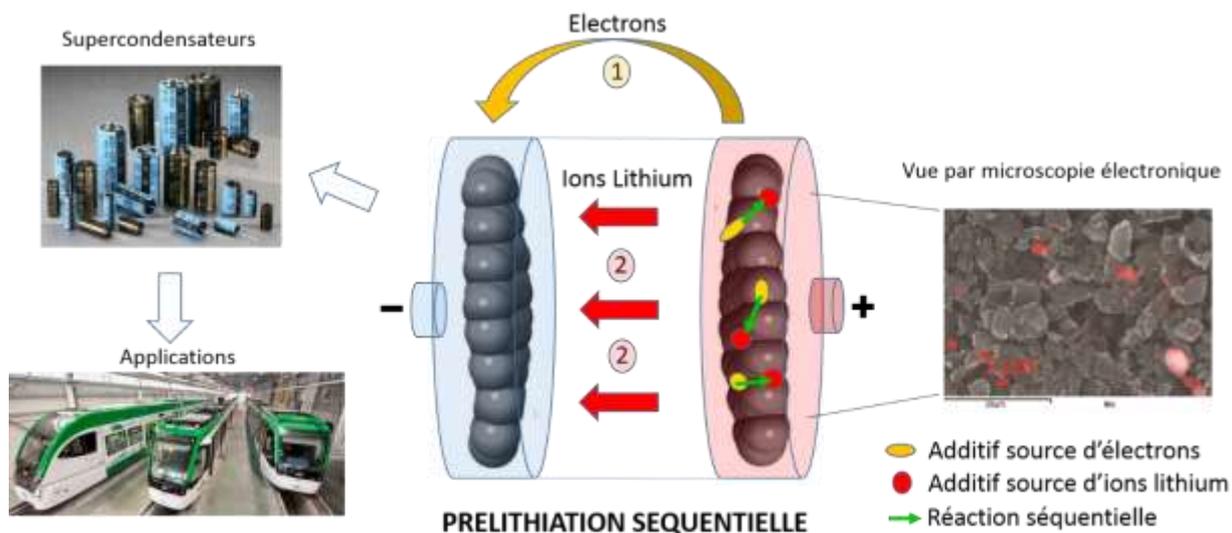
Des chercheurs de l'Institut des matériaux Jean Rouxel<sup>1</sup> (CNRS/Université de Nantes) en collaboration avec le Münster Electrochemical Energy Technology (Université de Münster), ont relevé le défi en utilisant non pas un mais deux additifs couplés par une réaction chimique séquentielle. En effet, leur analyse montre que le verrou principal des approches précédentes repose sur l'utilisation d'un seul et unique additif qui doit donc non seulement fournir les ions lithium et les électrons, mais également remplir simultanément toutes les conditions de prix, de stabilité chimique et de performance. L'utilisation de deux additifs ayant chacun un rôle propre, l'un apportant les ions lithium et l'autre les électrons, offre donc beaucoup plus de latitude puisqu'ils peuvent être sélectionnés indépendamment pour leur prix, leurs

<sup>1</sup> Grâce à un financement de plus de 600 000 euros par l'Agence nationale de la recherche (ANR) : projet ICROSS, No. 13-PRGE-0011



propriétés chimiques et leurs performances. Pendant la charge du supercondensateur à ions lithium, le premier additif (du pyrène, naturellement présent dans certains types de charbon) libère des électrons et des protons. Le second additif,  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  (produit en masse dans l'industrie du verre par exemple), capte ces protons et libère, en échange, des ions lithium ensuite disponibles pour la pré-lithiation.

Un des autres avantages de cette approche réside dans le fait qu'après la pré-lithiation, le résidu de l'un des deux additifs utilisés, le pyrène, participe au stockage des charges et augmente ainsi la quantité d'énergie électrique stockée dans le dispositif. L'efficacité et la polyvalence offertes par cette nouvelle approche ouvrent donc la voie à une solution de pré-lithiation peu coûteuse conduisant à des supercondensateurs à ions lithium pouvant stocker plus d'énergie. La levée du verrou technologique devrait donc permettre une commercialisation plus rapide de ces dispositifs.



Pré-lithiation séquentielle impliquant deux additifs (pyrène en jaune et  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  en rouge). L'analyse chimique utilisée dans la vue de l'électrode par microscopie électronique permet de localiser  $\text{Li}_3\text{PO}_4$  (zones rouges). © Joel Gaubicher, Institut des matériaux Jean Rouxel (CNRS/Université de Nantes)

## Bibliographie

**Cascade-type pre-lithiation approach for Li-ion capacitors.** Bihag Anothumakkool, Simon Wiemers-Meyer, D. Guyomard, Martin Winter, Thierry Brousse, and Joel Gaubicher, *Advanced Energy Materials*, 5 juin 2019. DOI : 10.1002/aenm.201900078

## Contacts

**Chercheur CNRS** | Joël Gaubicher | T + 33 2 40 37 63 22 | [joel.gaubicher@cns-imn.fr](mailto:joel.gaubicher@cns-imn.fr)

**Chercheur à l'université de Nantes** | Thierry Brousse | T +33 2 72 64 88 95 | [thierry.brousse@univ-nantes.fr](mailto:thierry.brousse@univ-nantes.fr)

**Presse CNRS** | Alexiane Agullo | T +33 1 44 96 43 90 | [alexiane.agullo@cnsr.fr](mailto:alexiane.agullo@cnsr.fr)