

QUEL FUTUR POUR LES BATTERIES ?

QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES ET SUIVI DES PERFORMANCES DANS UN CONTEXTE DE COMMERCIALISATION DE MASSE

Depuis quelques années, les batteries sont entrées dans leur âge d'or. Apprivoisées par les consommateurs elles ont su gagner leur confiance et sont maintenant la voie privilégiée des industriels pour stocker l'énergie. Des investissements colossaux sont en cours pour répondre à un besoin croissant (Gigafactory de Tesla...).

Pour ne pas répéter les erreurs d'autres industries, Jean-Marie Tarascon (Professeur au Collège de France et directeur du RS2E¹, *Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie*, du CNRS) a choisi de se poser la question des voies les plus prometteuses pour pousser plus loin la compatibilité environnementale des batteries (ressources consommées, durée de vie...). En collaboration avec une collègue britannique, Clare Grey (Professeur à l'Université de Cambridge) il a publié dans *Nature Materials* un article proposant d'ouvrir le débat au-delà de la question de la simple autonomie. Quels éléments utiliser pour produire les batteries de demain ? Comment s'assurer qu'elles survivent longtemps ? Comment identifier une cellule défectueuse pour vite la remplacer ou la réparer ?

AU DELA DE L'AUTONOMIE : QUESTIONS ENVIRONNEMENTALES

Les besoins croissant en batteries, notamment pour l'industrie automobile et le stockage stationnaire des énergies renouvelables, reposent sur la technologie Li-ion et mettent une forte pression sur les ressources en lithium. Même si une pénurie n'est pas encore à craindre pour les prochaines années, les chercheurs travaillent sur des technologies utilisant des matériaux contenant peu ou pas de lithium comme le Na-ion, des technologies plus facilement recyclables...

Les deux chercheurs mettent en avant l'exemple du LiFePO_4 (un matériau d'électrode positive pour batteries Li-ion largement commercialisé et synthétisable à basse température ne contenant que du fer et du phosphate, deux composés très abondants sur Terre). Même s'il souffre d'une pénalité dans sa densité d'énergie (autonomie) il est de plus en plus employé dans les véhicules électriques. On est ici à l'opposé de composés comme le LiCoO_2 , très utilisé dans les smartphones, mais contenant du cobalt rare, cher et toxique.

Une autre stratégie, à moyen terme, seraient de quitter complètement la technologie Li-ion pour se tourner vers des technologies comme le Li/S, le Na-ion, le Mg-ion, le Ca-ion, le Li-air.

Toutes ces technologies présentent des avantages que ce soit en termes d'abondance (le sodium est 1000 fois plus abondant que le lithium; le calcium, 3000 fois plus) ou en termes de recyclage comme avec les électrodes organiques ou les liants obtenus à partir de ressources naturelles comme la CMC (carboxyméthylcellulose). Les verrous de ces batteries du futur sont cependant nombreux. Par exemple, dans le cas des batteries Mg-ion il y a une difficulté à identifier des matériaux capables d'insérer les ions Mg^{2+} au-delà de 1.3V et de trouver des électrolytes compatibles. Mais les avancées

¹ www.energie-rs2e.com

sont rapides, par exemple, dans le cas des batteries Na-ion le CNRS et le CEA ont mis au point via le RS2E un prototype viable² en cours de valorisation pré-industrielle.

VERS UNE MEDECINE PERSONNALISEE DES BATTERIES ?

Un autre défi va être d'allonger la durée de vie des « packs » de batteries pour véhicules électriques (composés de batteries plus petites³, ou cellules, pouvant connaître des défaillances mettant en danger la santé globale du pack) et surtout de donner une deuxième vie à ces « packs » de batteries. La « deuxième vie » correspond à la réutilisation d'une batterie sur un usage moins demandeur après une baisse significative de son autonomie (en général 20%). Un marché prometteur qui intéresse déjà les industriels du véhicule électrique^{4,5}. Mais là aussi des questions se posent : comment déterminer la valeur de la batterie « usagée » ? Son état de santé ?

Au niveau du laboratoire des méthodes comme la RMN, l'IRM, la RPE, le TEM, la GC/MS, l'ATG, l'XPS ont connu des progrès fulgurant ces dernières années et permettent d'observer des réactions comme le dégagement de gaz dans l'électrolyte, les fronts de lithiation/délithiation, voire de rentrer dans le secret des interfaces comme la SEI (*solide electrolyte interface*).

Problème : ces avancées spectaculaires ne se traduisent pas forcément en moyens d'analyse en temps réel sur le terrain. En effet, elles sont soit de trop basse résolution, soit nécessitent des gros appareils (Synchrotron, diffractomètre...) voire des batteries « customisées » donc non représentatives des produits réels (ex : boîtier en Teflon®).

Les deux chercheurs proposent donc de s'inspirer de la médecine individualisée avec l'utilisation de capteurs voire de fibres optiques directement placées dans des cellules 18650 (un format de batteries industriel) par exemple pour mesurer la température, la pression... Ils appellent à lancer des efforts de recherche importants dans le domaine afin de développer ce genre de méthodes « passives », non destructives (sans influences sur la batterie) et utilisables en industrie. Ils projettent que cela permettrait d'améliorer la traçabilité de la batterie au cours de ses nombreuses vies (grâce à une base de données mondiale), d'en définir plus justement la valeur et d'en augmenter la durée de vie par l'identification des défaillances en temps réel. En cas de défaillances, les deux scientifiques proposent même d'aller jusqu'à leur « guérison » par intervention extérieure ou par l'utilisation de matériaux auto-réparant (*self-healing materials*).
Un nouveau paradigme s'ouvre-t-il ?

Références

Sustainability and in situ monitoring for battery development

CP Grey & JM Tarascon

Nature Materials, 20/12/2016

www.dx.doi.org/10.1038/NMAT4777

² <http://www2.cnrs.fr/presse/communiqu/4325.htm>

³ Dans une voiture Tesla il faut ainsi 6000 cellules au format 18650 pour former le « pack » de batterie

⁴ <http://media.renault.com/global/fr-fr/renaultgroup/Media/PressRelease.aspx?mediaid=84048>

⁵ <http://www.bosch-presse.de/pressportal/de/en/a-second-life-for-used-batteries-64192.html>