

La fin des batteries lithium-ion ?



Source :

<https://news.harvard.edu/gazette/story/2021/05/researchers-design-long-lasting-solid-state-lithium-battery/>

Depuis leur commercialisation en 1991, les batteries lithium-ion (plus communément appelées Li-Ion) ont connu un succès mondial malgré leurs limites intrinsèques en termes de sécurité, performances, de taille et de coûts. Elles sont trop lourdes, trop chères et trop longues à charger, poussant alors les chercheurs à trouver des solutions.

La plupart des technologies Li-Ion actuelles utilisent un électrolyte liquide, avec des sels de lithium tels que LiPF_6 , LiBF_4 ou LiClO_4 dans un solvant organique. L'électrolyte liquide, permettant de transporter les ions lithium entre les électrodes, nécessite des membranes coûteuses afin de séparer la cathode et l'anode, ainsi qu'une enveloppe imperméable pour éviter les fuites. Par conséquent, la taille et la liberté de conception de ces batteries sont limitées.

Les batteries Li-Ion les plus performantes actuellement peuvent atteindre une densité énergétique de plus de 700 Wh/L au niveau de la cellule, avec une autonomie maximale d'environ 500 km pour les véhicules électriques. Les matériaux

de la cathode, à haute teneur en nickel, sont en cours d'amélioration, ce qui peut permettre d'augmenter encore la densité énergétique, mais les caractéristiques des matériaux actifs peuvent atteindre un certain seuil de performance.[\[1\]](#)

Depuis des décennies, les chercheurs tentent d'exploiter le potentiel des batteries lithium-métal à l'état solide, qui contiennent beaucoup plus d'énergie dans le même volume et se chargent très rapidement par rapport aux batteries Li-Ion traditionnelles. L'élimination des électrolytes liquides inflammables peut permettre également d'obtenir des batteries plus sûres et plus durables, car elles sont plus résistantes aux changements de température et aux dommages physiques pouvant survenir accidentellement pendant l'utilisation. Les batteries à l'état solide peuvent supporter davantage de cycles de charge/décharge avant de se dégrader, promettant ainsi une durée de vie plus longue. Une meilleure sécurité signifie aussi moins d'électronique de contrôle de sécurité dans les modules/packs de batteries.

Xin Li, professeur associé de science des matériaux à la Harvard John A. Paulson School of Engineering and Applied Science (SEAS), et son équipe, auraient ainsi conçu une batterie solide au lithium-métal, stable et pouvant être chargée et déchargée au moins 10 000 fois - soit bien plus de cycles que ce qui a été démontré auparavant - à une densité de courant élevée.[\[2\]](#)

Les chercheurs ont associé cette nouvelle conception avec un matériau cathodique commercial à haute densité énergétique. Cette technologie de batterie pourrait augmenter la durée de vie des véhicules électriques, par rapport à celle des voitures à essence (de 10 à 15 ans), sans qu'il soit nécessaire de remplacer la batterie. Grâce à sa densité de courant élevée, la batterie pourrait ouvrir la voie à des véhicules électriques capables de se recharger complètement en 10 à 20 minutes.

Le grand défi des batteries lithium-métal a toujours été la chimie. Les batteries au lithium déplacent les ions lithium de la cathode à l'anode pendant la charge. Lorsque l'anode est constituée de lithium métallique, des structures en forme d'aiguille, appelées dendrites, se forment à sa surface. Ces structures poussent comme des racines dans l'électrolyte à chaque cycle de charge et de décharge. Si l'une d'entre elles parvient finalement à pousser de l'anode à la cathode, elle court-circuite la batterie, la chaleur pouvant alors enflammer d'abord la cellule elle-même, puis une

cellule voisine, déclenchant ainsi un emballement thermique.

Pour surmonter ce problème, M. Li et son équipe ont conçu une batterie multicouche qui prend en « sandwich » différents matériaux plus ou moins stables entre l'anode et la cathode. Cette batterie multicouche et multimatériaux empêche la pénétration des dendrites de lithium non pas en arrêtant complètement leur développement, mais plutôt en le contrôlant et en le contenant.

Ce « sandwich » est composé d'un premier électrolyte (nom chimique $\text{Li}_{5.5}\text{PS}_{4.5}\text{Cl}_{1.5}$ ou LPSCI), plus stable avec le lithium mais sujet à la pénétration des dendrites, et d'un second ($\text{Li}_{10}\text{Ge}_1\text{P}_2\text{S}_{12}$ ou LGPS), moins stable avec le lithium mais qui semble défavorable à la croissance des dendrites. Dans cette conception, les dendrites peuvent se développer à travers le graphite et le premier électrolyte, mais sont arrêtées lorsqu'elles atteignent le second.

Autres avantages : les risques d'incendie sont considérablement réduits s'agissant d'un électrolyte en céramique au lieu des liquides organiques utilisés dans les batteries Li-Ion actuelles. De plus, la batterie est également auto-réparatrice, sa chimie lui permettant de combler les trous créés par les dendrites.

Pour l'instant, le prototype de laboratoire a la taille d'une pièce de monnaie. Mais passer à l'échelle des véhicules électriques ne devrait pas poser de problème, selon Xin Li.

« Nous pouvons effectuer 10 000 cycles à une densité de courant de près de 10 mA/cm² », explique M. Li. Il appelle cela de la très haute densité. En effet, des études sur la dégradation des batteries au Li-Ion ont montré que la défaillance survient rapidement lorsque l'on passe de 1 à 3 mA/cm².

La commercialisation a déjà suscité beaucoup d'intérêt de la part de entreprises automobiles. Mais selon Mr. Li, il faudra encore entre cinq et dix ans avant de voir une telle technologie dans une voiture.[\[3\]](#)

Mais Mr. Li et son équipe ne sont pas les seuls dans cette course effrénée à la nouvelle technologie de stockage d'énergie. En effet, l'entreprise QuantumScape, de Jagdeep Singh, est entrée en bourse en fin d'année dernière avec des données

prometteuses et ce, sans aucun produit commercial ni revenu, faisant de Mr. Singh d'ores et déjà un milliardaire.

Le principal actionnaire de QuantumScape est Volkswagen AG, ce qui signifie que le plus grand constructeur automobile mondial est en passe de devenir son premier client.

Singh n'a pas voulu donner beaucoup de détails sur le matériau, si ce n'est qu'il s'agit d'une céramique résistante aux dendrites et qui laisse passer les ions de lithium, « comme s'il s'agissait d'une autoroute ». Il est également prêt à révéler qu'il reste un peu de liquide dans la cathode, ce qui signifie que son prototype est en fait une batterie semi-solide.

Si les obstacles scientifiques sont potentiellement levés, rien ne prouve encore que QuantumScape a relevé le défi de fabriquer un nouveau type de matériau à l'échelle requise tout en répondant au marché. QuantumScape affirme qu'il lui faudra près de trois ans pour mettre sa batterie dans des voitures de test.[\[4\]](#)

Une chose est sûre, ces nouvelles technologies de stockage d'énergie sont un sujet à suivre de près, et les entreprises du secteur vont devoir être prêtes à adapter leur technologie afin de répondre à ce nouveau marché, comme la startup PowerUp, lauréate 2020 du programme NETVA, et qui développe des solutions visant à optimiser les performances des batteries.

Pour plus d'informations sur l'électromobilité en milieu urbain, n'hésitez pas à visionner en replay notre webinaire sur le sujet : [ici](#).

Rédactrice :

Céline Duclos, Attachée adjointe pour la Science et la Technologie - Boston, deputy-inno@ambascience-usa.org

[1]<https://www.idtechex.com/en/research-article/the-shift-to-solid-state-battery-technology-is-next-reports-idtechex/21642>

[2]<https://news.harvard.edu/gazette/story/2021/05/researchers-design-long-lasting-solid-state-lithium-battery/>

[3]<https://spectrum.ieee.org/cars-that-think/energy/batteries-storage/solidstate-lithium-battery-recharges-fire>

[4]<https://www.bloomberg.com/features/2021-quantumscape-battery/>