

Batteries du futur : quelles sont les pi

L'hégémonie des batteries lithium-ion arrive à son terme. A l'avenir, le marché devrait se diversifier et différents types de technologies coexister pour remplir des besoins en stockage de plus en plus spécifiques.

JEAN-FRANÇOIS MUNSTER

Des énormes progrès ont été accomplis ces dernières décennies pour améliorer les performances des batteries, ouvrant la voie à l'électrification de la mobilité. La technologie des batteries lithium-ion NMC (nickel, manganèse, cobalt) s'est imposée grâce à ses multiples avantages (haute densité énergétique, longue durée de vie, pas d'effet mémoire...). Elle règne maintenant en maître, même si la technologie du lithium fer phosphate (LFP) - moins performante - séduit de plus en plus. La messe est cependant loin d'être dite. Les recherches continuent de plus belle partout dans le monde pour rendre les batteries plus performantes - capacité de stockage plus grande, chargement plus rapide... -, plus sûres, moins chères, résistantes aux basses températures ou encore plus vertes.

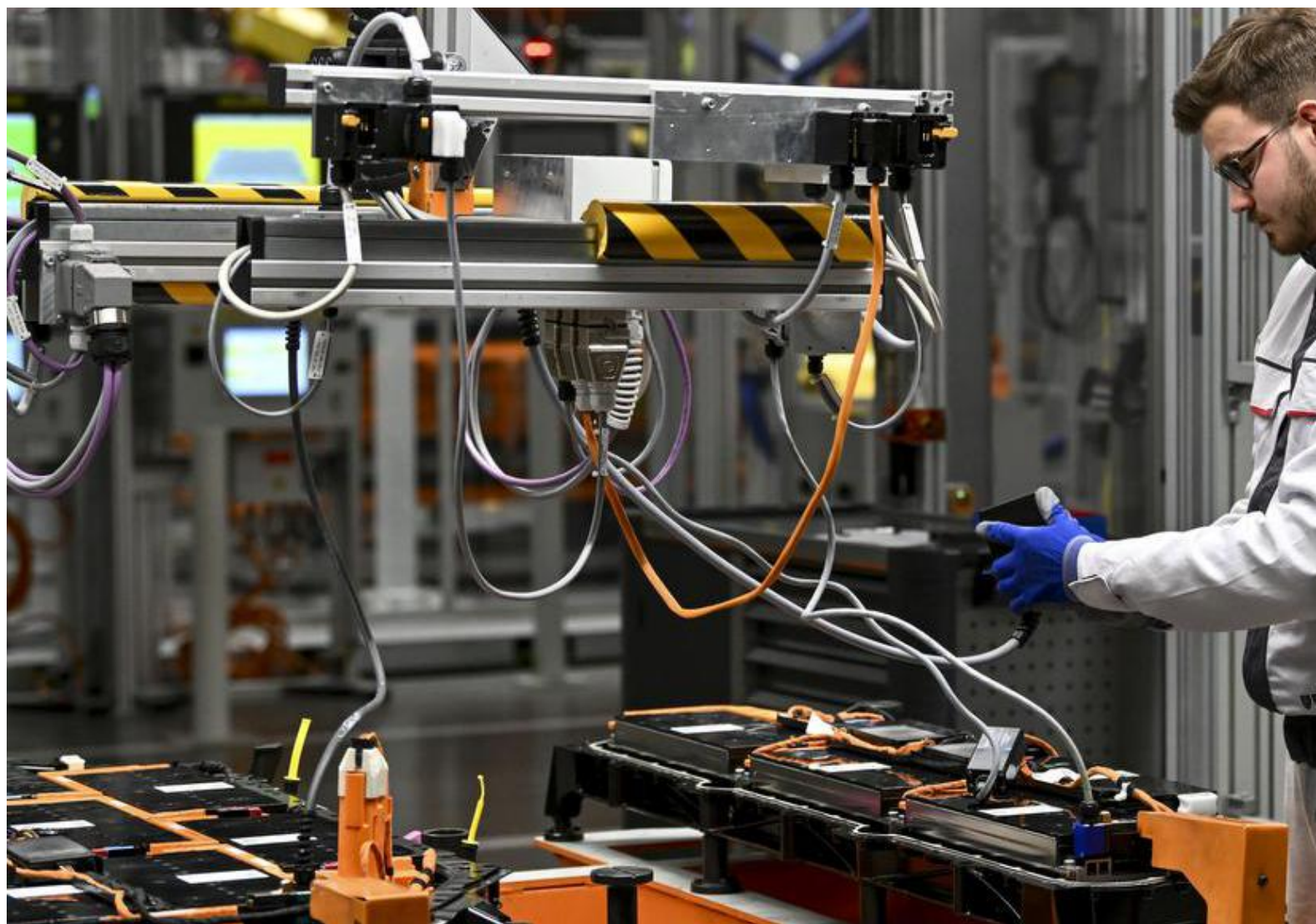
Ces recherches portent d'abord sur la chimie de la batterie. Le remplacement des métaux qui posent le plus de problèmes en termes d'approvisionnement et de durabilité (cobalt, nickel, lithium) par des matières plus abondantes (sodium, potassium, zinc, magnésium, aluminium...) est l'un des enjeux. Mais elles portent aussi sur d'autres aspects comme la mise au point de systèmes intelligents destinés à allonger la durée de vie des batteries ou le remplacement - pour des raisons de sécurité - de l'électrolyte liquide (la substance entre les deux électrodes à travers laquelle transitent les ions) par un électrolyte solide.

« Dans le futur, le marché des batteries va se diversifier », prédit Nathalie Job, professeure en sciences appliquées à l'ULiège. « Jusqu'ici on avait surtout besoin de batteries pour le petit électronique et les véhicules. (...) Mais pour les applications stationnaires qui se développent fortement, on n'a pas besoin de batteries aussi performantes »

Maarten Messagie, professeur à la VUB et codirecteur d'un centre de recherche sur la transition vers des systèmes plus durables, partage cet avis. « Il n'y aura pas une technologie valable pour toutes les applications mais plusieurs, de la même manière qu'il n'y a pas un seul carburant fossile mais plusieurs en fonction des usages (mazout, kérosène, diesel, gaz...). Il faudra choisir la technologie de stockage la mieux adaptée à l'application. »

Jusqu'ici on avait surtout besoin de batteries pour le petit électronique et les véhicules. (...) Mais pour les applications stationnaires qui se développent fortement, on n'a pas besoin de batteries aussi performantes

Nathalie Job
Professeure en sciences appliquées à l'ULiège



ressource

Des alternatives au lithium

J.-F.M.

La forte demande pour le lithium, combinée à sa disponibilité limitée dans la nature, suscite bien des inquiétudes en termes d'approvisionnement. « Il n'y a pas de sources abondantes de lithium comme on peut en avoir pour le magnésium, le potassium, le sodium, le silicium... », souligne Bao Lin Su (UNamur). Selon lui, le premier candidat pour remplacer le lithium est le sodium (le sel), un élément chimique assez proche mais beaucoup plus abondant, mieux réparti sur la planète et moins cher. Problème : ces batteries au sodium ont une densité énergétique relativement basse - minimum 40 % de moins qu'une batterie lithium-ion -, ce qui signifie qu'elles doivent être plus volumineuses et lourdes pour emmagasiner la même quantité d'énergie. La vitesse de chargement et déchargement est aussi plus lente, car les ions de sodium sont plus gros et mettent plus de temps à traverser l'électrolyte. C'est un handicap pour un usage dans l'automobile. Ce type de batteries pourrait, par contre, présenter un intérêt pour les applications stationnaires (parcs de batteries) ou pour des modes de transport où la place est moins un problème (bateaux...).

La recherche avance bien. Le constructeur de batteries suédois Northvolt a annoncé fin de l'année dernière avoir mis au point une batterie au sodium sans lithium, nickel, graphite et cobalt avec la promesse qu'elle soit « moins chère, plus sûre et plus durable ». Il l'a conçue pour équiper des centrales de stockage d'électricité mais estime que dans le futur, elle pourrait aussi être utilisée dans les véhicules électriques. Il envisage une production à grande échelle pour la fin de la décennie. En Chine, les batteries au sodium s'apprennent déjà à débarquer chez les constructeurs automobiles, avec un argument massue : le prix. Le constructeur Chery a annoncé qu'il les utilisera pour équiper ses petites citadines : des voitures qui n'ont pas besoin d'une grande autonomie et pour lesquelles l'élément prix est important. Le géant des batteries BYD a, quant à lui, commencé à construire sa première usine de batteries au sodium à Xuzhou (entre Pékin et Shanghai) pour un investissement d'1,4 milliard de dollars.

« Dans le futur, le marché des batteries va se diversifier », prédit Nathalie Job, professeure en sciences appliquées à l'ULiège. © BEL-GA.

durabilité Des batteries capables de se régénérer

J.-F.M.

L'amélioration de la durabilité des batteries est aussi au cœur des préoccupations des chercheurs. « Beaucoup de progrès ont été réalisés pour diminuer la teneur en cobalt des batteries », explique Maarten Messagie, professeur à la VUB et co-directeur d'un centre de recherche sur la transition vers des systèmes plus durables. « Ce métal a un impact environnemental très lourd. Sa production nécessite beaucoup d'émissions CO₂. Comme il est rare, il est cher et tire aussi le prix des batteries vers le haut. » Sans parler des questions de sécurité d'approvisionnement puisqu'il provient essentiellement d'une région instable (la République démocratique du Congo). Pour se passer du cobalt mais aussi du nickel, la piste des batteries lithium-sulfure (soufre) est notamment explorée. « Ce type de batterie n'est pour l'heure pas compétitif dans le secteur de la mobilité vu sa densité énergétique et sa durée de vie inférieure à celle des batteries lithium-ion NMC mais il pourrait s'avérer utile pour des applications stationnaires », explique Maitane Berecibar, responsable du Battery innovation center de la VUB.

L'amélioration de la recyclabilité des batteries est un autre axe de recherche. « C'est un enjeu très important », explique le professeur Bao Lian Su (UNamur), coordinateur du portefeuille de projets de recherche pour la production de batteries en Wallonie-BatFactory. « On cherche par exemple à produire l'anode en graphite avec des matériaux biosourcés comme des déchets de bois ou de pneus. »

Allonger la durée de vie

Pour améliorer les batteries, il existe bien d'autres leviers que la modification de leur chimie. Des recherches sont par exemple menées au niveau des systèmes de gestion des batteries (BMS). Il s'agit d'équipements matériels et de logiciels qui permettent de surveiller les paramètres vitaux de la batterie tels que l'état de charge, la pression interne et la température des

cellules. Le laboratoire de la VUB teste ainsi différents types de capteurs intégrés dans les cellules afin de mettre en place une gestion plus intelligente de la batterie et d'allonger sa durée de vie.

En lien avec ces capteurs, la VUB teste aussi des batteries ayant la capacité de se régénérer elles-mêmes. Cela pourrait être utile pour des technologies où des mécanismes de dégradation sont à l'œuvre comme les batteries avec anode en silicium. Comme expliqué ci-contre, l'anode gonfle fortement lors de la recharge ce qui peut provoquer des déchirures. « Grâce aux capteurs, le système de management de la batterie pourra être informé de cette situation et déclencher la libération d'un film polymère chargé de venir « couvrir la blessure », explique Maitane Berecibar. Ce type de technologie pourrait se répandre à l'avenir, selon elle. « Pour augmenter la densité énergétique des batteries, on a tendance à recourir à des matériaux de plus en plus fins mais cela les rend aussi plus fragiles. »

Des recherches portent aussi sur la manière de fabriquer les batteries. Elles peuvent contenir plus de 6.000 cellules individuelles qui, en raison d'un processus de fabrication pas toujours homogène - ne sont pas toutes identiques. Il suffit que quelques-unes d'entre elles fonctionnent moins bien et se rechargent moins vite pour engendrer des déséquilibres et entraîner une dégradation précoce de toute la batterie. « On a maintenant recours à l'intelligence artificielle pour optimiser et contrôler de façon plus précise le processus de production afin que toutes les cellules soient rigoureusement identiques », explique Maitane Berecibar.

Pour conclure, citons encore ces recherches pour mettre au point des batteries capables de résister aux grands froids. « A basse température, les batteries se déchargent très rapidement », explique Bao Lian Su. « Pour résoudre ce problème, on travaille sur des batteries dans lesquelles on remplace le lithium par du magnésium. »