Avec un institut allemand, l'Empa de Dübendorf (ZH) planche sur une batterie de nouvelle génération

LE LITHIUM-ION CÔTÉ FACE

« PIERRE-ANDRÉ SIEBER

Automobile » L'avenir des voitures électriques ne se joue pas sous le capot transformé en coffre à bagages mais sous son plancher en aluminium, dans la batterie lithium-ion. Dans une Tesla modèle S (puissance 100 kWh), cet élément clé se compose de 8256 cellules. C'est le côté pile. Pour que le courant électrique circule à l'intérieur, il faut un solvant (électrolyte) qui n'est pas sans danger. C'est le côté face. «Ces modules peuvent prendre feu car ils contiennent un solvant inflammable», explique Hans Hagemann, professeur au Département de chimie physique de l'Université de Genève. «Et lorsqu'une batterie au lithium d'une voiture brûle, on ne peut pratiquement plus l'éteindre.»

En collaboration avec l'Empa (Laboratoire fédéral d'essai des matériaux), ce chimiste travaille depuis de nombreuses années sur le stockage de l'alimentation électrique. Selon lui, l'approvisionnement en lithium – que l'on va chercher en Australie, Chili, Chine, Argentine, Zimbabwe et aussi en Bolivie – pour équiper des millions de véhicules pourrait générer des problèmes géopolitiques quant à la localisation des mines. Le site bolivien où se trouve un des plus grands gisements au monde, dans le salar andin d'Uyuni, suscite déjà la méfiance des milieux écologistes. Sans compter les filières de recyclage qui ne sont pas encore établies.

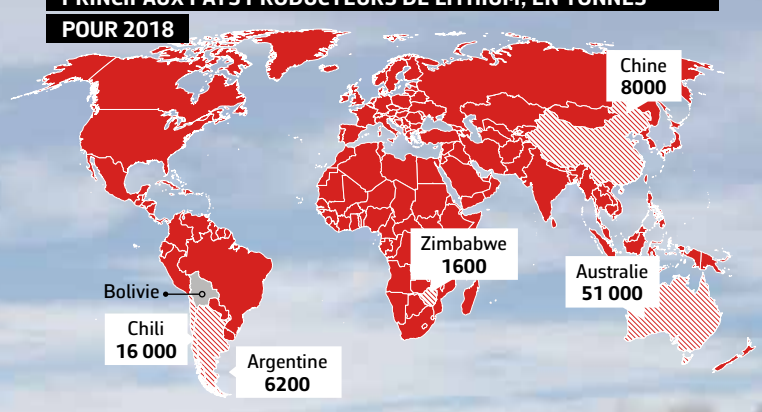
PRODUCTION MONDIALE

LES 10 MÉGA-USINES LES PLUS PERFORMANTES

Rang	Méga-usines	Pays	Prévisions de capacité pour 2023 (en GWh)
1	CATL	Chine	50
2	Tesla Gigafactory 1	Etats-Unis	50
3	Nanjing LG Chem New Energy Battery	Chine	35
4	Nanjing LG Chem New Energy Battery, Plant 2	Chine	28
5	Samsung SDI Xian	Chine	25
6	Funeng Technology	Chine	25
7	BYD, Qinghai	Chine	24
8	LG Chem Wroclaw Energy Sp	Pologne	22
9	Samsung SDI Korea	Corée du Sud	20
10	Lishen	Chine	20

***La capacité de production de batteries lithium-ion devrait augmenter de 399%** au cours de la prochaine décennie, soit suffisamment pour franchir le cap de 1 TWh (mille milliards de wattheures).*

PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE LITHIUM, EN TONNES POUR 2018



LA BOLIVIE EN QUÊTE DE PRODUCTIVITÉ

Objectif
Devenir le quatrième producteur mondial de lithium en 2021

Capacité de production
15 000 tonnes par an de carbonate de lithium

Réserve
21 millions de tonnes

PRODUCTION MONDIALE ANNUELLE

+ 74% en 2017

+ 23% en 2018 à 85 000 tonnes de lithium*

Dès 2025, la Chine aura besoin de 800 000 t de carbonate de lithium par an pour satisfaire la demande des véhicules électriques

**Selon le rapport annuel du Service géologique des Etats-Unis (USGS).*

Infographie: V. Regidor
Source: Mirabaud Securities | Photo: Keystone

Prix: 7000 à 10 000 francs

L'électrolyte liquide que l'on trouve dans les batteries au lithium actuelles a plusieurs autres désavantages. Son prix est relativement élevé: de 7000 à 10 000 francs pour une voiture et environ 800 francs pour un vélo électrique. Ensuite, il y a la perte lente mais progressive de la performance de stockage. Enfin, une batterie lithium-ion ne supporte pas une tension trop élevée à la recharge. Voilà qui allonge la durée de l'opération.

Par conséquent, les scientifiques explorent d'autres pistes. Dans le cadre de recherches primées voici un an par l'Université de Genève, l'équipe du professeur Hagemann et de Corsin Battaglia de l'Empa ont élaboré un prototype au sodium solide ininflammable. Et voici que l'Allemagne et la Suisse sont appelés à jouer les premiers rôles. Dernièrement, l'Institut Fraunhofer de recherche sur les silicates ISC à Würzburg (D) et l'Empa à Dübendorf (ZH) ont lancé un programme commun qui va durer trois ans. L'équipe germano-suisse n'est pas la seule à cogiter: l'Université de Cambridge (GB) et l'Université Johns Hopkins (Etats-Unis) sont sur le coup.

Recourir au solide au lieu du liquide dans une batterie offre plusieurs avantages, hormis davantage de sécurité. Le poids d'une batterie liquide de Tesla S pèse environ 600 kg pour un poids total de près de 2 tonnes. «Une batterie solide, par opposition à sa version liquide, permet en principe de s'affranchir du solvant organique inflammable, explique Hans Hagemann. Ce nouveau procédé permettrait de construire une batterie plus compacte, donc avec une densité d'énergie plus grande. Avec le même poids de batterie, on roulerait plus loin qu'actuellement, l'autonomie maximale étant aujourd'hui d'un peu plus de 600 km.»

«Sans solvant liquide inflammable, la batterie solide sera plus compacte»

Hans Hagemann

Un des obstacles de cette recherche réside dans le coût des matériaux. Par quel élément remplacer le lithium? «Nous travaillons sur les synthèses de composés de bore, un élément chimique meilleur marché pour ces applications, ajoute Hans Hagemann. Le bore pourrait être un facteur limitatif car il faut aller le chercher en Turquie, aux Etats-Unis ou en Argentine, mais potentiellement gérable avec des bonnes filières de recyclage.» Le cobalt serait aussi envisagé par Panasonic, un important fabricant. Le lithium serait toutefois toujours présent, selon la formule lithium-ion NMC (nickel-manganèse-cobalt, $LiNiMnCoO_2$).

Industriels impliqués

A quand la commercialisation? «Il faut garantir que le coût soit raisonnable et que la performance soit optimisée, ce qui signifie que nous devons évoluer vers un prototype opérationnel et ensuite développer celui-ci avec un partenaire industriel pour une mise en production», analyse Hans Hagemann.

«Toyota prévoit de présenter un prototype avec une batterie à l'état solide cette année encore», explique de son côté Henning Lorrmann, chercheur à l'ISC Fraunhofer. «Mais la production n'aura lieu que beaucoup plus tard. En gros, il existe actuellement trois types de concepts: polymère, sulfure et céramique. Pour le premier, la stabilité à haute tension n'est guère meilleure que celle des batteries lithium-ion à électrolyte liquide. Les deux autres concepts sont encore en phase de recherche fondamentale.»

Le Vieux-Continent se mobilise. Des groupes technologiques allemands comme Heraeus ou Varta, mais aussi suisses comme Bühler et ABB, font partie du pilotage qui accompagne le projet de l'Institut Fraunhofer et de l'Empa du point de vue industriel. L'horizon d'arrivée sur le marché d'une batterie de nouvelle génération? «Peut-être dans 5 ans», conclut Hans Hagemann. »

LA CHINE CARACOLE EN TÊTE

Les Chinois misent gros sur la production de batteries lithium-ion pour concurrencer la Gigafactory d'Elon Musk.

Saut technologique mis à part, l'enjeu économique pour l'Europe du marché des batteries électriques n'est pas négligeable. Il en va même de la survie de l'industrie automobile sur le Vieux-Continent si ce mode de propulsion s'impose. «La production mondiale d'éléments de batterie lithium-ion est aujourd'hui en grande partie entre les mains d'entreprises asiatiques», explique l'Empa de Dübendorf, associée dans un projet de recherche avec l'ISC Fraunhofer de Würzburg (D). «Si l'industrie automobile européenne, avec ses 3,4 millions d'employés, passait des moteurs thermiques aux systèmes électriques, elle dépendrait en grande partie des batteries de traction des constructeurs asiatiques.»

A Erfurt (D), l'usine que construit le géant chinois Contemporary Amperex Technology (CATL) depuis 2019 est plus qu'un symbole. Le contrat qu'a signé le constructeur allemand BMW avec ce fournisseur également. Lors de l'accord signé en 2018, la chancelière Angela Merkel a elle-même déploré: «Nous devons admettre qu'aucune entreprise européenne n'a consenti d'investissements pour produire des batteries en Europe.» Les investissements sont colossaux: environ 20 milliards d'euros, selon un calcul de l'équipementier allemand Bosch, qui a renoncé.

D'ici à 2028, d'après Mirabaud Securities, la capacité de la Chine en matière de production de batteries lithium-ion passera de 134,5 à 631 gigawattheures d'énergie produite. L'Empire du Milieu se taillerait ainsi la part du lion avec 57% de la production mondiale.

«Dès 2023 déjà, parmi les dix plus grandes usines, la majorité sera située en Chine, tandis que les Etats-Unis (Tesla Gigafactory), la Corée du Sud (Samsung) et la Pologne (LG Chem) accueilleront le reste, explique John Plassard, analyste. La capacité de production de batteries lithium-ion devrait augmenter de… 399% au cours de la prochaine décennie, soit suffisamment pour franchir le cap impressionnant de 1 térawattheure (mille milliards de wattheures), note-t-il. Actuellement, la production mondiale d'électricité équivaut environ à 18 000 térawattheures.» » PAS

DES BACTÉRIES ÉLECTRIQUES

A l'Université de Fribourg, Katharina Fromm, chimiste, travaille sur la production d'électricité à partir de bactéries *Geobacter sulfurreducens*. Pour produire de l'énergie, elles consomment par exemple du fumarate ou de l'acétate pour former du CO_2 et, entre autres, des électrons. Ces électrons sont alors libérés vers l'extérieur de la cellule. De manière très simplifiée, on peut donc traire les bactéries pour récupérer les électrons, comme on trait une vache pour obtenir le lait. Le flux détecté se situe entre 100 000 et un million d'électrons par seconde et par bactérie.

«Comparée à une batterie lithium-ion, la densité énergétique est plus faible, explique Katharina Fromm. Il faut beaucoup de bactéries et on doit être patient pour recharger son téléphone portable, mais c'est en principe possible, ça a été testé! C'est toutefois moins pratique d'en faire une batterie portable, car il faut nourrir les bactéries et aussi éliminer leurs déchets. Mais c'est simple, pas cher et biocompatible!» PAS