



Retour sur les annonces spectaculaires de CATL, le plus grand fabricant de batteries Lithium-ion au monde P1
PHOTOVOLTAÏQUE
Technologies des cellules P3

Chaque article reflète la pensée de son auteur

Notre prochaine conférence le 7 juillet :

[Adaptation des villes et des bâtiments au changement climatique](#)

Nos dernières conférences :

- [Vous trouverez les diapos et vidéos de nos conférences passées sur notre site internet :](#)

[onglet Conférences](#)

- *Vous avez l'idée d'un sujet pour une prochaine conférence Centrale-Energies, idéalement avec des intervenants à proposer? Vous avez envie de proposer un article pour un prochain flash ?*
Contactez-nous !
[**contact@centrale-energie.fr**](mailto:contact@centrale-energie.fr)

Retour sur les annonces spectaculaires de CATL, le plus grand fabricant de batteries Lithium-ion au monde

François Barsacq (ECP 84)

En marge du salon automobile de Pékin d'avril dernier, CATL, le leader mondial des batteries pour véhicules électriques, a tenu un « Super Technology Day » durant lequel son directeur scientifique a fait des annonces spectaculaires concernant les nouvelles technologies de batteries sur lesquelles le groupe travaille ; l'annonce qui a le plus marqué le grand public est que le groupe serait sur le point de produire des batteries automobiles ayant une autonomie de 1 500 km. Des extraits du communiqué de presse (disponible en intégralité ici en anglais [CATL Unveils Six Major Innovations : Multi-Chemistry Systems to Redefine New Energy Mobility Experience](#)) ont été repris par de nombreux media français et occidentaux, laissant de côté une mise en perspective utile pour la compréhension du lecteur. Cet article se propose d'apporter quelques commentaires, sans remettre en cause l'excellence des développements scientifiques et industriels du premier fabricant mondial de batteries.

L'histoire de CATL (Contemporary Ampere Technology Limited) commence en 2011 sur la base d'un fabricant de batteries Lithium-ion pour appareils électroniques grand public né dix ans plus tôt sous le nom de ATL. En quelques années et grâce à des investissements massifs, dont le dernier de 5 milliards de dollars levés fin avril dernier à la bourse de Hong-Kong (quelques jours seulement après la communication de Pékin), CATL représente aujourd'hui 40% de la capacité mondiale, avec une production de 772 GWh de batteries Lithium-ion, loin devant les 16% du second fabricant mondial BYD, lui-aussi chinois. A titre de comparaison, les gigafactories françaises ACC (filiale commune de Stellantis, Mercedes-Benz et TotalEnergies-Saft) et Verkor annoncent chacune une capacité de production d'une quinzaine de GWh par an, soit 50 fois moins que CATL. Bien que la performance des technologies électrochimiques françaises soit au meilleur niveau international, le défi de la filière nationale des batteries est d'abord de contrer l'effet d'échelle et le retour d'expérience industrielle qui donnent aux fabricants chinois une compétitivité remarquable.

Le communiqué de presse de CATL montre que le groupe a la capacité d'explorer à l'échelle industrielle des technologies de batteries par ailleurs présentes dans des centres de recherche et des start-ups du monde entier. Grâce à d'énormes moyens financiers et technologiques et à l'accès à un marché national protégé, cette capacité de passer à l'échelle est remarquable.

En ce qui concerne la technologie LFP (Lithium Fer Phosphate) qui permettrait une charge en quelques minutes (Shenxing Superfast Charging Battery), on peut penser que l'annonce porte sur la diminution de la résistance interne des cellules et sur l'évacuation des calories produites par un système de refroidissement performant. Il semble s'agir d'un beau travail d'optimisation technique dont les bénéfices dans la vraie vie risquent de ne se constater qu'à long terme. Ces performances restent d'autre part théoriques compte tenu de l'absence de chargeurs capables de délivrer de telles puissances. Actuellement, les meilleurs temps de charge pour passer de 10 à 80% d'état de charge sont de 15 à 20 minutes. Ces durées sont atteintes sur les plus puissants chargeurs existants capables de délivrer 350 kW. Pour atteindre les temps de charge annoncés par CATL, il faudrait pouvoir accéder à des chargeurs de poids lourds électriques qui sont actuellement à l'état de prototypes.

Le communiqué détaille ensuite la technologie « Qilin Battery » qui fait partie des batteries Lithium NMC (Nickel Manganèse Cobalt) utilisées sur la plupart des voitures électriques en raison de sa bonne densité d'énergie. Les chiffres annoncés sont de très bon niveau sans être révolutionnaires, de telles valeurs étant déjà proposées par d'autres fabricants de batteries.

Vient ensuite la « Qilin Condensed Battery » qui s'appuie sur la technologie Lithium-Silicium, évolution de la technologie NMC dans laquelle le graphite de l'anode est majoritairement remplacé par du Silicium. Cette formulation permet d'augmenter la densité d'énergie jusqu'à 350 Wh/kg et au-delà, jusqu'à 450 à 500 Wh/kg mais au détriment de la durée de vie qui devient inacceptable pour des applications automobiles. Il semble que CATL ait réussi à gérer la problématique du gonflement de l'anode durant la charge qui conduit à une dégradation accélérée de l'électrode et à une forte réduction de la durée de vie en cyclage.

En revanche, l'annonce d'une autonomie de 1 500 km avec une batterie de 650 kg est difficile à comprendre pour un lecteur européen.

En effet, en considérant une consommation moyenne constatée de 15 kWh/100km pour une berline et de 20 kWh/100km pour un SUV, la capacité de la batterie pour atteindre respectivement 1 500 km et 1 000 km serait de l'ordre de 250 kWh en prenant l'hypothèse d'une profondeur de décharge de 90%. Sur la base des 350 Wh/kg annoncés par CATL, le poids de cellules à embarquer serait donc supérieur à 700 kg, sans compter les autres composants du système batterie (structure mécanique, système de refroidissement, câbles et connectique, unités électroniques de contrôle). Il s'agirait donc plutôt d'une batterie complète de 900 à 1 000 kg et non de 650 kg. Comment expliquer cet écart ? Il est possible qu'il provienne de la norme utilisée pour la mesure de la consommation en roulage. En effet, la norme chinoise CLTC est bien plus favorable que la norme européenne WLTC, les profils de conduite étant différents, avec un écart pouvant atteindre 30%. En appliquant la CLTC, on retrouverait les chiffres annoncés par CATL mais pour une autonomie de l'ordre de 800 à 1 000 km selon les profils de conduite européens. Cela rajouterait environ 200 km aux meilleures autonomies actuelles sans pour autant atteindre les 1 500 km repris par la presse européenne.

La « Freevoy Super Hybrid Battery » fait probablement référence à la technologie LMPF qui introduit du manganèse à la cathode traditionnellement constituée de Phosphate de fer, permettant d'améliorer la densité d'énergie à moindre coût et de se rapprocher ainsi de la

technologie de référence NMC. Les technologies LMFP sont annoncées par les fabricants chinois depuis quelques années. Rien de révolutionnaire semble-t-il.

Vient enfin la « Naxtra Sodium-ion Battery » sur laquelle CATL investit beaucoup, incité par des pouvoirs publics chinois qui souhaitent réduire la dépendance étrangère concernant les approvisionnements en Lithium au profit du Sodium, mille fois plus abondant et disponible partout sur la planète, à commencer dans l'eau de mer et le sel gemme. Tiamat, champion français de cette technologie issue des travaux du CNRS, a également obtenu des résultats remarquables et a réussi à lever 30 millions d'euros pour construire une unité de production à Amiens. De son côté, CATL déclare avoir investi dans cette technologie 10 milliards de RMB depuis 2016, soit environ 1,45 milliards de dollars, et a annoncé voici quelques semaines un nouvel investissement de 735 millions de dollars pour augmenter sa capacité de production. Les ordres de grandeur sont malheureusement très différents.

En conclusion, au-delà d'effets d'annonce parfois très optimistes du communiqué de presse de CATL, on ne peut qu'être frappé par la taille de ce groupe qui domine désormais le marché mondial des batteries, par ses capacités d'investissement, par l'excellence de son outil industriel ainsi que par la qualité de ses travaux scientifiques portant sur les technologies de batteries des dix prochaines années.

PHOTOVOLTAÏQUE ***Technologies des cellules***

Alain ARGENSON (ECN 1962)

Les principales technologies solaires actuellement développées sont :

1. **Les cellules solaires à base de silicium**, soit monocristallines (84% du marché), soit polycristallines (11% du marché) : les cellules monocristallines de dernière génération ont actuellement des rendements qui peuvent atteindre 25% ; les cellules polycristallines ont de 14% à 18% de rendement.
2. **Les cellules couches minces** (5% du marché) : ces cellules sont soit à base de Tellure de Cadmium, soit CIGS (Cuivre, Indium, Gallium, Sélénium), soit a-SI (silicium amorphe) ; elles ont un rendement plus faible que les cellules en silicium, mais elles présentent des avantages qui sont intéressants, par exemple elles ne craignent pas l'échauffement et captent mieux le rayonnement diffus.

La recherche se développe dans plusieurs directions : augmentation du rendement, intégration dans le bâti.

Augmentation du rendement :

Plusieurs avancées technologiques sont en cours sur l'amélioration des rendements des cellules photovoltaïques.

1. **La technologie à hétérojonction** : début 2025, [Trina Solar a établi un record commercial pour un module photovoltaïque, avec un rendement de 25,44 %](#) grâce à la technologie à hétérojonction. Ce résultat est proche du rendement théorique maximal obtenu avec du silicium seul.

Une cellule à hétérojonction est composée de trois couches : une tranche de silicium cristallin prise en sandwich entre deux couches de silicium amorphe.

Cette technologie développe des procédés de construction plus économiques et plus sobres énergétiquement parlant.

2. **Les cellules pérovskite-silicium** : les avancées technologiques récentes ont permis d'atteindre des rendements extrêmement élevés dans le domaine de la recherche, avec des cellules photovoltaïques tandem pérovskite-silicium atteignant jusqu'à environ 34,8 % d'efficacité en laboratoire. Toutefois, ces performances concernent des prototypes et des technologies expérimentales non commercialisées à grande échelle. Cette technologie présente une certaine instabilité : les cellules en pérovskite sont sensibles à la chaleur, à l'humidité, à l'oxygène et au rayonnement ultraviolet. Des recherches sont en cours pour palier à ces difficultés. De plus la présence de plomb dans le matériau représente un frein à sa commercialisation.

Les pérovskites sont un ensemble de minéraux qui partagent une structure cristalline et des propriétés communes avec le titanate de calcium. Les pérovskites et le silicium absorbent l'énergie de la lumière solaire dans des longueurs d'onde différentes ; leur association permet de capter plus de rayonnements pour les convertir en électricité.

Cette technologie consiste à ajouter des couches de pérovskite sur la surface des cellules photovoltaïques en silicium classiques.

3. **Les panneaux solaires bifaciaux** : ils captent la lumière du soleil à la fois par l'avant et par l'arrière du module. La lumière réfléchi par le sol, l'eau ou les surfaces environnantes permet d'accroître la production d'énergie de 5 % à 20 % par rapport aux panneaux traditionnels à une seule face.
4. **Les panneaux solaires hybrides** : ils combinent deux technologies : un panneau photovoltaïque pour produire de l'électricité, et un capteur thermique sur la surface arrière pour produire de l'eau chaude.
5. **Les matériaux bidimensionnels** : l'utilisation de ces matériaux, tels que le graphène, permet d'améliorer encore la conductivité électrique et la flexibilité des cellules solaires.
6. **Les cellules solaires organiques** : ces dernières sont fabriquées à partir de polymères semi-conducteurs. Bien qu'elles soient moins efficaces que leurs homologues inorganiques actuels, elles présentent un faible coût et une facilité de fabrication. Leur capacité à être imprimées sur divers substrats permettrait une intégration aisée dans les textiles ou sur des façades architecturales.

Intégration dans le bâtiment :

1. **Tuiles solaires** : les tuiles solaires sont fabriquées à partir de verre trempé ou de céramiques, associés à des cellules photovoltaïques en silicium monocristallin ou polycristallin. Elles se présentent sous la forme d'ardoise solaire ; de tuile canal classiques ou de tuile plate colorée. C'est un marché de niche
2. **Panneaux solaires pour façades** : le panneau solaire mural est une innovation qui permet de transformer la façade en une véritable centrale électrique. Ces panneaux solaires se fixent directement sur les murs extérieurs.
3. **Panneaux solaires pour fenêtre** : les panneaux transparents sont fabriqués à partir de matériaux tels que des films polymères ou des cellules solaires organiques.

Cette technologie n'est pas encore commercialisée et reste en phase de développement, avec un rendement actuel très faible (1 à 3 %). En attendant, les panneaux bi-verre (semi-transparentes) [bifaciaux](#) constituent une alternative avec des [avis](#) positifs, idéaux pour pergolas ou carports.