



**Ambassade de France au Japon  
Service pour la Science et la Technologie**

4-11-44, Minami-Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-8514

Tél. : 81-3-5420-8800

Fax : 81-3-5420-8920

Mail : [sst@ambafrance-jp.org](mailto:sst@ambafrance-jp.org)

URL : <http://www.ambafrance-jp.org>

<b>Domaine</b>	<b>: Matériaux et Nanotechnologies</b>
<b>Document</b>	<b>: Dépêche</b>
<b>Titre</b>	<b>: Les accumulateurs lithium-ion au Japon</b>
<b>Auteur</b>	<b>: Olivier Lazzari</b>
<b>Date</b>	<b>: 18 juillet 2006</b>
<b>Contact SST</b>	<b>: Olivier Lazzari, Chargé de Mission Matériaux et Nanotechnologies adjoint.spi@ambafrance-jp.org</b>
<b>Numéro</b>	<b>: SMM06_061</b>

**Mots-clés** : accumulateurs, piles, batteries, lithium, Japon

**Résumé** : Les ventes de batteries lithium-ion sont en plein essor au Japon (+25% en 2005) comme dans le reste du monde. Plus performantes mais aussi plus chères que leurs concurrentes, leur part de marché dans l'archipel était de 52% en valeur en 2005.

Trois compagnies japonaises (Sanyo, Matsushita et Sony) et deux coréennes (LG et Samsung) se partagent à elles seules plus de 95% des ventes de batteries lithium-ion.

Après avoir rappelé le principe de fonctionnement d'un accumulateur, cette dépêche fait l'état des lieux des technologies successives de batteries à base de lithium développées au Japon (lithium-métal, lithium-ion et lithium-ion polymère), ainsi que les matériaux entrant dans la fabrication de leurs différents éléments.

Un aperçu des tendances actuelles de la recherche japonaise dans ce domaine a été effectué. La résolution des problèmes du lithium-métal, les cathodes en alliage d'étain et les liquides ioniques sont des pistes prometteuses.

Les applications présentes et futures du lithium-ion sont présentées. Utilisé essentiellement dans l'électronique grand public, la résolution de certains problèmes techniques pourrait lui permettre de se généraliser dans les transports ainsi que dans différents marchés de niche : satellites, applications militaires, médecine.

Enfin, une liste présentant les principaux laboratoires et industriels japonais dans ce domaine ainsi que leur organisation en réseaux a été établie.

NB : Toutes nos publications sont disponibles auprès de l'Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique (ADIT), 2, rue Brûlée, 67000 Strasbourg (<http://www.adit.fr>).

# Les accumulateurs lithium-ion au Japon

1.	Introduction .....	2
2.	Les batteries : fonctionnement et caractéristiques.....	3
a.	Définition .....	3
b.	Principe de fonctionnement.....	3
c.	Caractéristiques .....	3
d.	Aspects économique et écologique .....	4
3.	Les technologies successives de batteries au lithium.....	4
a.	Les batteries lithium-métal.....	5
b.	Les batteries lithium-ion.....	5
c.	Les batteries lithium-ion polymère .....	6
4.	Applications .....	7
a.	Electronique .....	7
b.	Véhicules propres.....	7
c.	Une alternative au lithium-ion : la pile à combustible .....	8
5.	La recherche publique et privée au Japon .....	8
a.	Laboratoires universitaires .....	9
b.	Projets financés par la NEDO .....	10
c.	Industrie.....	11
6.	Conclusion.....	11
7.	Références .....	12

## 1. Introduction

Trois principales générations d'accumulateurs se partagent actuellement le marché des batteries rechargeables. Il s'agit des technologies nickel-cadmium (NiCd), nickel-hydrure métallique (NiMH) et lithium-ion (Li-Ion). Les batteries acide/plomb, plus anciennes, font désormais figure de marché de niche pour l'automobile et représentent moins de 2% des ventes totales en quantité.

Les ventes de batteries lithium-ion sont en plein essor au Japon (+25% en 2005) comme dans le reste du monde. Le cap des 100 millions de batteries Li-ion produites par mois, tous supports confondus, a été franchi en mars 2006 par les constructeurs japonais. Plus performantes mais aussi plus chères que leurs concurrentes, leur part de marché dans l'archipel était de 52% en valeur en 2005.

Trois compagnies japonaises (Sanyo, Matsushita et Sony) et deux coréennes (LG et Samsung) se partagent à elles seules plus de 95% des ventes de batteries lithium-ion.

La demande toujours plus grande en systèmes de stockage électrochimique stimule la recherche et le développement d'accumulateurs capables de contenir toujours plus d'énergie. Au Japon, instituts de recherche, universités et entreprises investissent massivement dans le développement des accumulateurs du futur, appelés à investir de nombreux domaines, dont ceux de la sécurité, de l'aérospatiale, de la médecine, des véhicules électriques ou encore de l'équipement militaire.

## 2. Les batteries : fonctionnement et caractéristiques

### a. Définition

Une batterie est un système qui convertit de l'énergie chimique en énergie électrique.

Il existe deux catégories de batteries : les piles (primary batteries) et les accumulateurs (secondary batteries). Ce rapport ne concerne que ces derniers.

### b. Principe de fonctionnement

A l'intérieur d'une batterie, une réaction d'oxydo-réduction induit un transfert d'électrons de l'anode vers la cathode.

Un cas simple : celui d'une batterie nickel-cadmium

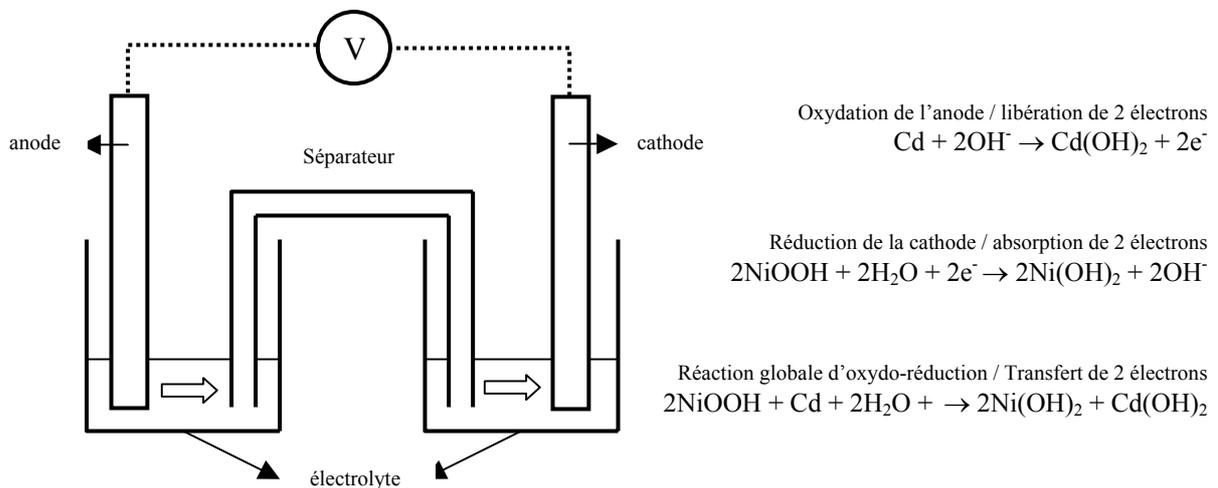


Figure 1. : Schéma d'une cellule de batterie  
(Une batterie est composée de une ou plusieurs cellules identiques placées en série)

Toutes les batteries fonctionnent sur le principe illustré dans la figure 1. Seuls les couples d'oxydo-réduction varient d'un modèle à l'autre. Le choix des matériaux composant les électrodes et l'électrolyte déterminent les performances ainsi que la tension délivrée par l'accumulateur.

Pour des raisons thermodynamiques et/ou cinétiques, de nombreuses réactions d'oxydo-réduction sont irréversibles : une *pile* cesse de délivrer du courant lorsqu'elle ne contient plus de réactifs en quantité suffisante et devient alors inutilisable. Dans le cas d'un *accumulateur*, il est possible d'inverser le sens de la réaction en appliquant une tension sur ses bornes : celui-ci se recharge.

### c. Caractéristiques

	Acide/plomb	NiCd	NiMH	Li-Ion	Li-ion polymère
<b>Cycle de vie<sup>1</sup></b>	> 1000	1500	500	500 à 1000	500 à 1000
<b>Temps de charge</b>	8 à 16 h	2 à 4 h	2 à 4 h	2 à 4 h	2 à 4 h
<b>Autodécharge<sup>2</sup></b>	5 %	20 %	20 %	10 %	10 %
<b>Tension</b>	2 V	1,25 V	1,25 V	3,6 V	3,6 V
<b>Température d'utilisation</b>	-35 à 60 °C	-20 à 60 °C	-20 à 60 °C	-20 à 60 °C	0 à 60 °C
<b>Densité d'énergie</b>	30 à 50 Wh/kg	45 à 80 Wh/kg	60 à 120 Wh/kg	110 à 180 Wh/kg	100 à 130 Wh/kg

Figure 2. Caractéristiques générales des différents types de batteries.  
Les valeurs indiquées peuvent varier en fonction des applications spécifiques.

#### **d. Aspects économique et écologique**

Afin de pouvoir comparer les différents types d'accumulateurs, il est nécessaire de prendre en compte leur coût de fabrication ainsi que leur capacité à être recyclés.

Le coût de revient d'une batterie est avant tout dû aux matières premières qui la composent. Les batteries lithium-ion sont les plus chères à cause de leur cathode en oxyde de cobalt et de leur système de protection (cf. § 3.b).

Chaque année, environ 800,000 tonnes de batteries automobiles, 190,000 tonnes d'accumulateurs industriels et 160,000 tonnes de piles domestiques sont mises sur le marché de l'Union Européenne. Une directive européenne de 2001 a rendu obligatoire la collecte et l'élimination ou la valorisation de toutes les batteries.

La quantité d'accumulateurs lithium-ion à recycler est pour l'instant relativement faible, ceux-ci ayant une durée de vie longue (15 à 20 ans). Ils ne possèdent pas encore de filière propre et sont actuellement mélangés en petite quantité au flux de recyclage des autres batteries. Le procédé de valorisation consiste à broyer puis séparer les composants (inox, cobalt, métaux non-ferreux) qui retournent à l'état de matières premières.

Une fois leur filière mise en place, les batteries lithium-ion polymère devraient être les plus faciles à recycler, celles-ci ne présentant ni boîtier en carbure ni liquide (l'électrolyte est polymérisé et se présente sous forme de gel).

### **3. Les technologies successives de batteries au lithium**

Le lithium est le plus réducteur des métaux. Il peut donc générer une grande quantité d'énergie ce qui, en addition du fait qu'il est léger (530 kg/m<sup>3</sup>), en fait un matériau de choix pour la fabrication de batteries.

<sup>1</sup> Nombre de cycles recharge/décharge qui permettent d'obtenir au moins 80% de la charge initiale

<sup>2</sup> Par mois et à température ambiante

### **a. Les batteries lithium-métal**

La première génération de batteries rechargeables au lithium utilisait une anode en lithium sous sa forme métallique. Cette technologie a cependant été abandonnée à cause de la difficulté de reconstituer l'anode au cours des recharges successives. Celle-ci, une fois endommagée, pouvait accidentellement atteindre son point de fusion (180°C) et entrer en contact avec la cathode, ce qui produisait une réaction violente et l'émission de gaz brûlants<sup>3</sup>.

Abandonné depuis plus de 10 ans, le lithium-métal pourrait faire un retour en force dans quelques années, si les recherches actuelles visant à trouver une solution au problème de sécurité s'avéraient couronnées de succès.

Ainsi Sumimoto Electric Industries (SEI) a-t-il développé une couche protectrice, qui une fois déposée à la surface de l'anode, limite la formation des dendrites de lithium.

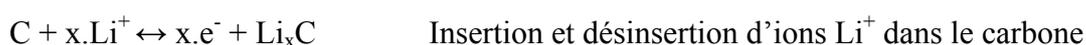
Rapport détaillé : [http://www.sei.co.jp/tr\\_e/t\\_technical\\_e\\_pdf/61-06.pdf](http://www.sei.co.jp/tr_e/t_technical_e_pdf/61-06.pdf)

Une autre solution à l'étude depuis peu serait de remplacer l'électrolyte par un liquide 100% ionique. Les liquides ioniques ont une pression de vapeur quasiment nulle, sont stables à haute température et ininflammables, ce qui supprimerait de fait l'éventualité de l'émission de gaz brûlants en cas de surchauffe de la batterie.

Enfin, des recherches visent à mettre au point un séparateur dont les pores se "fermeraient" en cas de surchauffe, empêchant ainsi la réaction chimique de s'emballer.

### **b. Les batteries lithium-ion**

Le lithium-métal étant potentiellement dangereux, les constructeurs ont décidé d'utiliser le lithium sous sa forme ionique. La technologie actuelle utilise une anode en carbone dans laquelle sont insérés des ions lithium  $\text{Li}^+$ . Pendant la décharge, ces ions migrent à travers l'électrolyte, pour aller s'intercaler dans la structure cristalline de la cathode.



La microstructure du carbone de l'anode joue un rôle majeur. Elle doit être capable de contenir le plus d'ions  $\text{Li}^+$  possible. C'est la raison pour laquelle le graphite, capable d'absorber un ion lithium pour 6 atomes de carbone, a été remplacé par du "disordered carbon", un graphite polycristallin partiellement amorphe, capable de contenir jusqu'à un ion lithium pour 4 atomes de carbone.

Les cathodes des batteries Li-ion sont quant à elles en oxyde de cobalt ( $\text{CoO}_2$ ) ou de manganèse ( $\text{MnO}_2$  ou  $\text{MnO}_4$ ). Lors d'une surcharge, l'électrode de cobalt fournit un surplus d'ions lithium qui peut alors se transformer en lithium métallique. Un coûteux circuit de protection doit être mis en place afin d'éviter les éventuelles surchauffes. Les électrodes de manganèse sont moins chères et ne nécessitent qu'un circuit de protection simplifié. Par contre, celles-ci supportent des températures moins élevées et possèdent une durée de vie légèrement plus faible que leur équivalent en cobalt.

---

<sup>3</sup> En 1991, au Japon, de nombreuses batteries de téléphone portable au lithium métallique ont dû être rappelées après qu'une d'entre elles eut brûlé son propriétaire au visage.

De nouvelles possibilités sont constamment étudiées par les grands industriels et les laboratoires de recherche : oxydes de vanadium ou de titane, phosphate de fer, alliages d'oxydes métalliques, etc. Les recherches universitaires japonaises se tournent actuellement vers l'étain. En théorie, il serait encore possible de multiplier par un facteur 10 la quantité d'ions lithium absorbés par la cathode.

Depuis le lancement des premières batteries lithium-ion rechargeables par Sony en 1991, une trentaine de couples d'électrodes faisant intervenir du lithium-ion a été commercialisée, soit en moyenne une nouvelle combinaison tous les 6 mois. Les matériaux utilisés sont de plus en plus complexes et les innovations nombreuses.

Ainsi Sony a-t-il annoncé en février 2005 que ses caméscopes seraient désormais vendus avec le nouvel accumulateur lithium-ion "Nexelion", dont l'anode est à base d'étain, de cobalt et de carbone (pour stabiliser la poudre d'étain), et la cathode à base de cobalt, nickel et manganèse. Celui-ci aurait une capacité supérieure de 30% à celle des batteries Li-ion traditionnelles.

De son côté, Toshiba a mis au point la "Super Charge Battery", un accumulateur Li-ion qui se recharge à 80% de sa capacité maximale en moins d'une minute et ne perd que 1% de sa capacité après 1000 cycles de décharge-recharge successifs à 25°C. Ce résultat a été obtenu en recouvrant une anode à base de cobalt de nano-particules ayant la propriété de capter et d'emmagasiner de grandes quantités d'ions  $\text{Li}^+$ . Cette batterie fonctionne à 80% de ses capacités à -40°C, ce qui lui permet d'être employée dans des objets aussi divers que les voitures ou les téléphones portables. Elle devrait être commercialisée au cours de l'année 2006.

L'augmentation de la part utile de l'accumulateur a également contribué à l'amélioration des performances.

De 1992 à 2004, les améliorations successives ont permis de doubler la densité d'énergie massique des batteries Li-ion, qui est ainsi passée de 90 à 180Wh/kg.

### ***c. Les batteries lithium-ion polymère***

Les batteries lithium-ion polymère fonctionnent sur le même principe que les batteries lithium-ion traditionnelles. Seul l'électrolyte, le milieu dans lequel migrent les ions lithium d'une électrode à l'autre, est différent. Il est en effet remplacé par une matrice polymère solide dans laquelle est emprisonné le liquide conducteur (50 à 75% en masse).

L'accumulateur consistant désormais en une superposition de 3 couches minces (une pour chaque électrode et une pour l'électrolyte), il est possible de fabriquer des batteries de toutes formes géométriques, certaines étant suffisamment plates pour se loger dans une carte de paiement.

Ce système possède toutefois un inconvénient : à température égale, la conductivité de l'électrolyte polymère est inférieure à celle d'un électrolyte liquide. La température minimale de fonctionnement d'une batterie lithium-ion polymère est par conséquent supérieure à celle d'une batterie lithium-ion.

Les recherches sur le Li-ion polymère sont nombreuses et les innovations régulières. Ainsi la start-up japonaise "Pionics Co." a-t-elle annoncé en juillet 2006 avoir développé un nouvel accumulateur lithium-polymère qui, à capacité équivalente, dure 50% plus longtemps que les autres modèles de sa catégorie. Cette batterie possède une anode en oxyde de nickel et une cathode en alliage d'étain. L'électrolyte est constitué d'un liquide ionique ininflammable et de polyfluorure de vinylidène, ce qui permet de réduire le risque que la batterie prenne feu. Cet accumulateur sera commercialisé dès l'été 2007 et destiné en priorité aux ordinateurs portables. Il coûtera environ deux fois plus cher que les batteries lithium-ion standard.

## **4. Applications**

### ***a. Electronique***

Les batteries lithium-ion sont déjà très largement utilisées dans tous les appareils électroniques grand public, comme les ordinateurs et téléphones portables, les PDA ou les lecteurs musicaux. Le leader japonais et mondial dans ce domaine est Sanyo, qui fabrique par exemple les accumulateurs Li-ion de 90% des téléphones portables au Japon.

Il existe potentiellement autant d'applications pour le Li-ion que d'appareils dont une version portable représenterait un avantage par rapport à une version classique.

Les applications envisagées concernent notamment les domaines de la sécurité (systèmes de détection, de reconnaissance et de surveillance), militaire (moyens de communication, imagerie thermique et vision de nuit, systèmes de visée), de l'aérospatiale (batteries de satellites, robots et sondes spatiales – les électrodes sont dans ce cas faites de matériaux nobles, ce qui permet à la batterie de fonctionner à très basse température) ou encore de la médecine (défibrillateurs et moniteurs portables).

### ***b. Véhicules propres***

Le plus grand potentiel de croissance du Li-ion réside dans les moyens de transport. Les bicyclettes à assistance électrique se répandent déjà, notamment en Chine, mais ce n'est pas encore le cas des voitures.

Si la capacité des batteries est actuellement insuffisante pour alimenter une voiture entièrement électrique sur de longues distances, elle est parfaitement adaptée à des véhicules hybrides qui la mettent à contribution sur les courtes accélérations et la rechargent lors du freinage. Ce système permet de réduire la consommation en essence d'environ 20%. Les normes toujours plus exigeantes en matière de rejets de CO2 ainsi que l'envolée récente des cours du pétrole sont propices à la commercialisation de tels véhicules.

Les constructeurs japonais sont les plus avancés dans le domaine des véhicules hybrides essence/électricité :

- Véritable pionnier de la voiture hybride, Toyota commercialise la Prius depuis 1997. Environ 300,000 véhicules hybrides Prius (moteur thermique / batterie NiMH) et Estima ont été vendus à ce jour, dont la moitié au Japon.
- Honda a atteint en avril 2005 le cap des 100,000 véhicules hybrides vendus (Civic et Accord, tous deux hybrides essence / batterie NiMH).

- Daihatsu et Nissan ont acheté à Toyota sa technologie hybride pour développer leurs propres modèles, commercialisés respectivement en septembre 2005 et dans le courant de l'année 2006.

Les modèles équipés de batteries lithium-ion se font pour l'instant relativement discrets. Même s'il est en théorie plus performant que le NiMH, l'utilisation du Li-ion dans l'automobile n'est pas encore pleinement justifiée. En effet, le lithium étant un élément hautement réactif, les constructeurs hésitent à introduire dans leurs véhicules des batteries qui en contiennent en grande quantité. Les batteries automobiles ayant un volume bien plus important que celles destinées aux appareils électroniques, une surchauffe pourrait avoir des conséquences graves. Toutefois, l'amélioration progressive de la sécurité et de la densité énergétique des batteries Li-ion pourrait permettre d'envisager leur utilisation dans un futur proche.

- Nissan commercialise au Japon uniquement et depuis l'an 2000 l'Hypermini. Cette petite citadine équipée de batteries Li-ion possède une autonomie de 115km en milieu urbain - à comparer avec les 80km d'une Saxo tout-électrique.
- Fuji-Heavy (Subaru), en association avec NEC, développe un véhicule hybride à base de batteries Li-ion attendu pour 2007.
- Fuji-Heavy et Mitsubishi développent des voitures entièrement électriques au Li-ion qui devraient être commercialisées vers 2010. Différents problèmes techniques subsistent. Le temps de charge des prototypes actuels est long : près d'une demi-journée avec une prise domestique. De plus, leur autonomie est limitée à 150km par charge, ce qui oblige les constructeurs à concevoir des véhicules petits et légers. En ce qui concerne le prix de vente, Fuji-Heavy souhaite le plafonner à 1,5 million de yens (11 000 €).

L'émergence de véhicules tout-électriques implique également de construire des stations de charge. Le parc japonais de voitures électriques est aujourd'hui de l'ordre de 8 000 unités.

### ***c. Une alternative au lithium-ion : la pile à combustible***

Les DMFC (Direct Methanol Fuel Cell) sont désormais au point et les premiers modèles destinés aux ordinateurs et aux téléphones portables devraient être mis en vente au Japon en 2007. Ces piles, qui tirent leur énergie de la combustion d'un consommable (une cartouche de méthanol), possèdent une densité d'énergie plus élevée que les accumulateurs lithium-ion. Par contre, alors qu'un accumulateur Li-ion supporte bien les brusques variations de puissance à fournir, par exemple lors du passage entre les modes de veille et de fonctionnement d'un ordinateur portable, ce n'est pas le cas des DMFC, dont la combustion doit être de préférence sans variation de flux.

Dans le domaine de l'automobile, la pile à combustible à hydrogène est encore confrontée à de nombreux obstacles techniques et économiques. Il est couramment admis que sa commercialisation n'aura pas lieu avant 2030.

## **5. La recherche publique et privée au Japon**

### **a. Laboratoires universitaires**

Les meilleurs laboratoires japonais dans le domaine du lithium-ion sont listés ci-dessous. Leurs directeurs sont membres de la "Electrochemical Society of Japan", présidée par le Prof. Osaka, et dont le "Committee for batteries" est dirigé par le Prof. Takeda.

Site internet : <http://www.electrochem.jp/>

- Kyoto University, Department of Applied Electrochemistry
  - o Prof. Ogumi Zempachi
  - o Etude de l'efficacité de la conversion énergétique des batteries lithium-ion et des piles à combustible. Dynamique des ions à l'interface électrode/électrolyte
  - o <http://www.ehcc.kyoto-u.ac.jp/laboratory/electronic/electronic.htm>
  
- Waseda University, Department of Applied Chemistry, Applied Physical Chemistry Laboratory
  - o Prof. Osaka Tetsuya
  - o Publication récente: *Structural and morphological modifications of nanosized 62 atom% Sn-Ni thin film anode during reaction with lithium (2005)*
  - o <http://www.ec.appchem.waseda.ac.jp/>
  
- Mie University, Department of Chemistry for Materials
  - o Prof. Takeda Yasuo
  - o Publication récente: *All solid-state Li-ion batteries based on intercalation electrodes and poly-(ethylene oxide)-Li<sub>x</sub> electrolytes (2005)*
  - o <http://material.chem.mie-u.ac.jp/~hirano/english/welcome-e.html>
  
- Doshisha University, Faculty of Engineering, Electrochemical Laboratory
  - o Prof. Inaba Minoru
  - o Matériaux et réactions aux électrodes dans les batteries lithium-ion et les piles à combustible
  - o [http://engineering.doshisha.ac.jp/english/kenkyu/labo/chem/ch\\_01/](http://engineering.doshisha.ac.jp/english/kenkyu/labo/chem/ch_01/)
  
- Kyushu University, Institute for Materials Chemistry and Engineering, Division of Advanced Device Materials, Research Group on Energy
  - o Prof. Yamaki Jun-Ichi
  - o Publication récente: *Iron-based cathodes/anodes for Li-ion and post Li-ion batteries (2005)*
  - o <http://www.cm.kyushu-u.ac.jp/dv07/dv07e.html>
  
- Tokyo Institute of Technology (Titech)
  - o Prof. Kanno Ryoji
  - o Publication récente: *Nano-sized  $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as lithium battery cathode, Journal of Power Sources, 146(1-2), 323-326 (2005)*
  - o <http://www.chem.titech.ac.jp/~kanno/index.html>
  
- Tokyo Institute of Technology (Titech)
  - o Prof. Wakihara Masataka

- Publication récente: *Electronic and local structural changes in  $\text{Li}_{2+x}\text{Ti}_3\text{O}_7$  ramsdellite compounds upon electrochemical Li-ion insertion reactions by X-ray absorption spectroscopy*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 8, 882-889, (2006)
- <http://www.apc.titech.ac.jp/%7Emwakihar/index.htm>
- Keio University, Department of Applied Chemistry
  - Prof. Miura Takashi
  - Lithium secondary battery; magnesium battery, redox flow battery, fuel cell, thermogalvanic cell, photoelectrochemistry
  - <http://echem.applc.keio.ac.jp/home/index2.html>
- Osaka City University, Department of Applied Chemistry
  - Prof. Ohzuku Tsutomu
  - <http://www.a-chem.eng.osaka-cu.ac.jp/>
- Tokyo Metropolitan University, Department of Applied Chemistry
  - Prof. Kanamura Kiyoshi
  - [http://www.eng.metro-u.ac.jp/eng/anual\\_2002/are06.htm](http://www.eng.metro-u.ac.jp/eng/anual_2002/are06.htm)
- Iwate University
  - Prof. Kumagai Naoaki
  - <http://cop-web.cc.iwate-u.ac.jp/Profiles/0004/0001158/profile.html>
- Kobe University
  - Prof. Deki Shigehito
  - <http://cx2.scitec.kobe-u.ac.jp/>
- Yokohama National University
  - Prof Watanabe Masayoshi
  - Liquides ioniques
  - <http://www.bsk.ynu.ac.jp/~waim/titlepg.html>

Il faut ajouter à ces laboratoires le "Advanced Battery Research Group" de l'AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology)

- Dr Tatsumi Kuniaki
- [http://unit.aist.go.jp/ubiqen/english/advbat\\_e/](http://unit.aist.go.jp/ubiqen/english/advbat_e/)

### **b. Projets financés par la NEDO**

La NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization) – <http://www.nedo.go.jp/> ) finance des projets en partenariat avec des laboratoires universitaires et des industriels :

- 1992-2001: Advanced Battery Electric Energy Storage Development system  
Budget de l'année 2001: 15,7 millions d'Euros
- 1997-2003: R&D of the Advanced Clean Energy Vehicle (ACE Project)  
Budget de l'année 2001: 5 millions d'Euros

Ce projet a généré divers véhicules, dont des autobus et des camions hybride diesel/condensateur Nissan, Hino et Isuzu, ainsi qu'un autobus hybride diesel/batterie Li-ion Mitsubishi. Cinq carburants propres (CNG, LNG, ANG, DME et méthanol) ont été testés.

- 2002-2006: Development of Lithium Battery Technology for use by Fuel Cell Vehicles. Budget de l'année 2004: 8,4 millions d'Euros

- 2003-2007: Development of Fundamental Technologies for Next-Generation Satellites Budget de l'année 2004: 5,4 millions d'Euros

Les batteries de satellites fonctionnent à très basse température. Elles doivent en outre posséder une longue durée de vie. Leur poids et encombrement doit être faible. Les contraintes de coût sont ici inexistantes, ce qui permet d'utiliser des métaux rares.

### **c. Industrie**

Les principaux constructeurs japonais de batteries lithium-ion sont membres de la "Battery Association of Japan". Cette association créée en 1948 a pour objectifs principaux de :

- Standardiser les spécifications des batteries
- Développer le recyclage
- Promouvoir le développement des véhicules électriques, en association avec la JEAA (Japan Electric Automobile Association)

Site internet : <http://www.baj.or.jp/e/index.html>

Ses 18 membres réguliers sont :

Aoki Electric Industrial

Diacelltec Corporation

Furukawa Battery

GS Yuasa Corporation

Hitachi Living systems

Hitachi Maxell

Matsushita Battery Industrial

Mitsubishi Electric Life Network Corporation

NEC Tokin Togichi

SII Micro Parts

Sanyo Electric

Sanyo GS Soft Energy

Schick Japan

Shin-Kobe Electric Machinery

Sony Corporation

Toshiba Battery

## **6. Conclusion**

Le lithium-ion s'est imposé en quelques années seulement comme la technologie de référence dans le domaine du stockage d'énergie électrique. Celui-ci fait désormais partie de notre vie quotidienne. Les futures avancées de la recherche devraient permettre au Li-ion de s'ouvrir à des marchés sur lesquels il est encore peu présent, tel l'automobile.

Le Japon, peu présent dans le domaine des batteries il y a 20 ans, est devenu le numéro un mondial grâce à un effort de recherche sans précédent. Fort de ce succès, il prépare les accumulateurs du futur au moyen d'un réseau très organisé de laboratoires universitaires, d'instituts financés par le ministère de l'industrie et de puissantes multinationales.

Ce remarquable effort de recherche peut s'expliquer par le triple enjeu industriel, écologique et stratégique. Déjà, l'avancée technologique des constructeurs automobiles japonais sur leurs concurrents leur a permis de se positionner les premiers sur le marché des véhicules hybrides

électriques. Ensuite, à l'heure de la mise en place du protocole de Kyoto, les batteries sont un des moyens de stockage d'énergie les plus prometteurs. Enfin, ces accumulateurs sont non seulement une énergie de substitution au pétrole, mais aussi des systèmes indispensables à certaines technologies sensibles.

Olivier Lazzari

## 7. Références

- Le service pour la Science et la Technologie de l'Ambassade de France au Japon souhaite remercier les Dr. Tetsuya Osaka et Toshiyuki Momma, qui ont accepté de répondre à nos questions lors d'un entretien à l'Université de Waseda.
- Revue de l'AIST 2003-2004
- Informations provenant des sites internet de constructeurs :  
<http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/200502/05-006E/>  
[http://www.toshiba.co.jp/efort/index\\_j3.htm](http://www.toshiba.co.jp/efort/index_j3.htm)
- Ademe : *Synthèse piles et accumulateurs* – octobre 2004
- *Batteries in a Portable World*, Isidor Buchmann, ISBN 0968211828
- *Lithium Batteries: Science and Technology*, ISBN 1402076282