

Le lithium et la science des piles super-efficaces

Pierre P. Ferguson

Department of Physics and Atmospheric Science

Dalhousie University, Halifax, N.-É. Canada

© www.unregardscientifique.com

Avez-vous remarqué que les piles rechargeables sont de plus en plus performantes? Non seulement elles peuvent alimenter nos téléphones cellulaires et nos ordinateurs portables pendant des heures, elles sont si légères et puissantes qu'elles peuvent permettre à des petits avions téléguidés de décoller! Dans cet article, nous allons jeter un regard scientifique sur ces petites merveilles technologiques, et plus précisément sur les piles rechargeables à base de lithium.

L'attrait des piles super-efficaces ne se limite pas à l'électronique. Depuis une décennie, l'inquiétude grandissante face aux changements climatiques a rendu 'l'énergie verte' de plus en plus populaire. De ce fait, les appareils de production d'énergie éolienne et solaire sont maintenant disponibles aux consommateurs. Il y a cependant un élément très important que l'on a tendance à oublier lorsqu'on parle d'énergie éolienne ou solaire : le stockage de cette énergie. Comme l'utilisation de l'énergie produite est souvent imprévisible, un mécanisme de stockage est nécessaire pour répondre à une demande variable. C'est ici que les piles rechargeables entrent en jeu.

Peu importe l'application, il y a certaines qualités que l'on recherche chez une pile rechargeable. Par exemple, la dimension et la forme des appareils portatifs dépendent grandement de l'*énergie spécifique* qui peut être fournie par la pile. Cette quantité tient compte du volume et/ou de la masse de la pile, plutôt que juste sa puissance ou son énergie. L'énergie spécifique est habituellement donnée en unités de mAh/g (milliampère heure par gramme). Le lithium est particulièrement intéressant de ce point de vue: c'est le troisième élément le plus léger (après l'hydrogène et l'hélium), et sa faible électronégativité¹ lui confère une très grande énergie spécifique. La majorité des appareils portatifs actuels utilisent justement des piles aux ions de lithium, une technologie introduite par Sony au début des années 1990. Depuis, le marché sans cesse grandissant a atteint les 1.2 milliards d'unités en 2005. Le lithium est donc maintenant une ressource importante.

Le lithium est un métal, mais il est beaucoup **trop réactif** pour être dans une pile. Pour contourner le problème, le truc est de fabriquer une pile sans

¹ L'électronégativité est la capacité d'un atome à attirer un électron vers lui. Plus un atome est électronégatif, plus facilement il peut faire un lien avec un autre atome. Le lithium étant peu électronégatif, il est mobile et peut facilement se faufiler entre d'autres atomes.

utiliser le lithium sous sa forme pure. Comme toute pile, la pile au lithium comprend deux électrodes (une anode et une cathode) qui sont plongées dans un électrolyte². La cathode est généralement un oxyde métallique et contient du lithium, le tout étant généralement inerte (non-réactif) lors de la fabrication. L'anode est habituellement du carbone et ne contient pas de lithium. Lorsqu'un voltage est appliqué entre les électrodes, les ions de lithium (que l'on note Li⁺) de la cathode migrent vers l'anode. En autre mots, ces ions «nagent» dans l'électrolyte pour se rendre d'une électrode à l'autre. Lorsque tous les ions de lithium arrivent dans l'anode, la pile est pleinement chargée. Le processus inverse prend place pendant la décharge : les ions quittent l'anode pour aller vers la cathode, fournissant ainsi le courant électrique qui alimente nos appareils portatifs. Comme vous pouvez recharger vos piles, ce cycle de va-et-vient des ions peut être répété plusieurs fois.

Outre l'énergie spécifique, trois autres facteurs sont importants pour une pile rechargeable. Premièrement, il y a le coût des matériaux. Pour être abordable aux consommateurs, il faut que les électrodes soient fabriquées de matériaux abondants et peu dispendieux. Deuxièmement, il y a le nombre maximal de cycle de décharge et de recharge, ce nombre étant synonyme de 'durée de vie'. Les piles au lithium-ion peuvent facilement atteindre 1000 cycles. Enfin, il y a la sécurité, un facteur où la pile au lithium a un dossier moins reluisant.

La sécurité du consommateur est l'aspect le plus important à considérer lors de la commercialisation d'un nouveau produit. Un des éléments les plus dangereux des piles à base de lithium est le lithium lui-même. Le lithium fait parti du groupe I du tableau périodique, un groupe est nommé 'métaux alcalins'. Les métaux sont très réactifs et sont rarement trouvés sous forme élémentaire dans la nature. Incidemment, le lithium est trouvé sous forme de sels; LiCl ou Li₂CO₃. Le lithium pur est très inflammable : lorsqu'un tout petit morceau fait contact avec de l'eau, une réaction violente produit une chaleur pouvant être aussi intense qu'une flamme. De l'air humide est suffisante pour initier une réaction. Un feu de lithium n'est pas facile à contrôler. Imaginez ne pas pouvoir jeter de l'eau pour l'éteindre! Inutile de dire que cette forte réactivité du lithium a dû être domptée lors du développement initial de la pile au lithium.

Il ne faut pas penser que le lithium sera la solution idéale pour stocker l'énergie et pour alimenter toutes les automobiles électriques et autres gadgets électroniques. Comme tous les métaux, il est disponible en quantité limitée sur la planète et, par conséquent, en danger d'épuisement. En se basant sur les productions minières récentes, un rapport Suédois prévoit la disparition du lithium naturel sur Terre en l'an 2200! Une autre étude montre que 80% du lithium se retrouve en Amérique du Sud. Si un passage rapide du pétrole au lithium se produit, l'Amérique du Sud pourrait devenir le nouveau Moyen Orient. La réserve la plus importante se trouvant en Bolivie, celle-ci pourrait devenir une

² Un électrolyte est un milieu qui peut conduire les ions; ici, il conduit les ions de lithium.

sorte d'Arabie Saoudite. Par contraste, l'Amérique du Nord possède seulement des 6% des réserves mondiales. La science peut parfois affecter l'équilibre du monde...

Il faut souligner que la recherche sur les piles à base de lithium date des années 50, et que son apparition sur le marché a pris 40 ans. Ce travail de longue haleine a mené à un produit efficace, puissant et sécuritaire. Pour couronner ce succès, on parle maintenant de voitures électriques au lithium! La *Tesla Roadster*, par exemple, utilise 6831 petites piles au lithium similaires à celles que l'on retrouve dans nos ordinateurs portables. Selon les concepteurs, la *Tesla* offre des performances semblables à une Lamborghini. En fait, la puissance réelle (ou 'torque') produite par un moteur électrique est déjà à son maximum lorsque la voiture est au repos, contrairement au moteur traditionnel à essence qui atteint son optimum à des cadences élevées (c'est pourquoi il faut changer le rapport de vitesse pour maintenir cette puissance optimale). Avec la *Tesla Roadster*, oubliez le rapport de vitesse – vous passez de 0 à 100 km/h en moins de 4 secondes.

Sources d'information

1. H. Linden. "Handbook of Batteries", McGraw-Hill, (1995).
2. B.A. Andersson. "Materials Constraint on Technology Evolution:...", Chalmers University of Technology and Göteborg University. (2001).
3. W. Tahl . "The Trouble with Lithium". Meridian International Research. (2006).
4. Tesla Motors, <http://www.teslamotors.com>