

# Le lithium



© www.asb-group.com

Mai 2012

Le lithium est un élément métallique très léger, utilisé en particulier pour les batteries et piles au lithium, dans les industries du verre et des céramiques, certains lubrifiants et certains alliages légers.

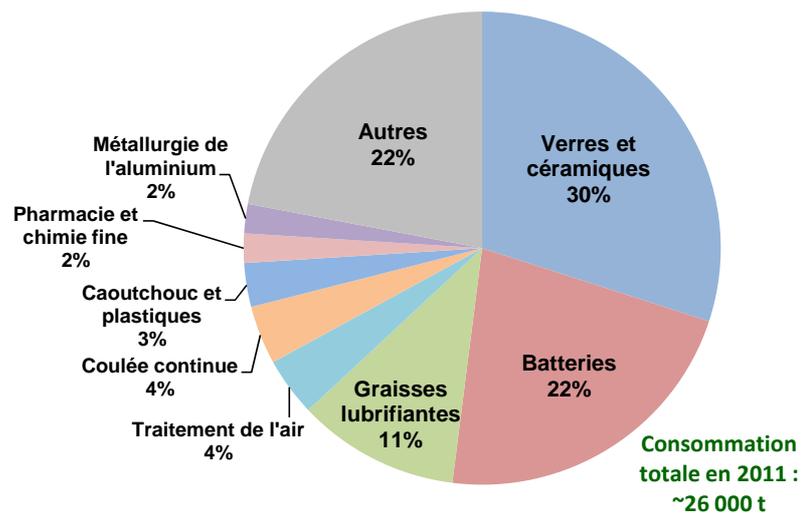
## > Propriétés

Le lithium (Li) est le 3<sup>ème</sup> élément du tableau de Mendeleïev.

C'est un métal alcalin comme le sodium et le potassium. De très faible densité (0,534), il est peu abondant dans l'écorce terrestre (20 ppm).

Sous forme pure, c'est un métal mou, fondant à 180 °C. Il s'oxyde rapidement à l'air libre. Son électropositivité et sa légèreté sont des propriétés très appréciées pour la fabrication de batteries d'accumulateurs et de piles électrochimiques.

## Répartition approximative des usages du lithium en 2011 (source : Roskill, 2012)



## > Usages

### Verres et céramiques (7 780 t Li en 2011)

L'usage dominant du lithium reste l'industrie du verre, des céramiques et vitrocéramiques.

Le lithium, ajouté sous forme de carbonate ou de minéraux (0,1 à 0,7 % selon les types de verres), permet d'abaisser la température de fusion et la viscosité du mélange de base, et d'amoinrir le coefficient de dilatation thermique du verre.

Dans certaines céramiques, le lithium est ajouté pour réduire la température de cuisson, améliorer la qualité des mélanges de base et la résistance du matériau final.

Les vitrocéramiques à base de  $\text{LiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$  et  $\text{SiO}_2$  (LAS) sont utilisées pour leur très faible coefficient de dilatation thermique, leur stabilité et durabilité à haute température et leur bonne résistance aux chocs thermiques (plaques chauffantes, vitres de fours, ustensiles de cuisson, mais aussi optiques de télescopes et catalyseurs).

N° atomique	Masse atomique
3	6,941
<b>Li</b>	
<b>Lithium</b>	
Pt de fusion	Pt d'ébullition
180,5°C	1 342°C
Densité	Clarke
0,53	20 ppm



## > Usages (suite)

**Piles et batteries au lithium** (5 700 t Li en 2011)

Les batteries d'accumulateurs de type lithium-ion ou lithium-métal-polymère ont actuellement les meilleures capacités énergétique par unité de masse et de volume. Elles sont plus légères et moins toxiques que les batteries au plomb. Elles sont surtout utilisées pour les appareils électriques et électroniques mobiles (téléphones et ordinateurs portables, etc.), et de plus en plus dans les véhicules électriques.

Les piles au lithium, non rechargeables, très utilisées depuis les années 1980, avaient atteint une production de 2,8 milliards d'unités en 2008 (à 0,09 g Li/unité en moyenne), notamment les petites piles bouton pour montres, calculatrices, etc.



Batterie rechargeable au lithium pour ordinateur portable et pile bouton non rechargeable au lithium

**Graisses lubrifiantes** (2 850 t Li en 2011)

Des "savons de lithium", obtenus par réaction de l'hydroxyde avec un ou plusieurs acides gras, sont utilisés comme épaississants dans des graisses lubrifiantes.

### Métallurgie de l'aluminium

Des composés de lithium peuvent être utilisés comme additifs dans les bains d'alumine pour la production d'aluminium (non indispensable, usage en baisse).

### Alliages aluminium-lithium

Des alliages aluminium-lithium (1 à 3% Li), très légers, sont utilisés en aéronautique (usage en hausse).

### Autres usages du lithium

- traitement de l'air (refroidissement, déshumidification, purification) ;
- coulée continue de l'acier ;
- catalyseur pour les caoutchoucs et thermoplastiques ;
- pharmacie (psychiatrie : traitement des troubles bipolaires) ;
- chimie fine ;
- matière première pour la synthèse du tritium pour la fusion thermonucléaire.

## > Consommation mondiale

L'essentiel du lithium est utilisé sous forme de carbonate, d'hydroxyde et autres composés (butyllithium etc.), voire directement de minéraux. Seule une faible partie est convertie en lithium métal, par exemple pour certains types de batteries (Lithium-Métal-Polymère) et pour les alliages Al-Li.

La consommation mondiale de lithium, tous composés confondus, a été de l'ordre de 26 000 t (lithium contenu) en 2011. Elle se répartit pour plus de 30% dans la verrerie et 22% pour les batteries, domaine appelé à poursuivre son développement dans les prochaines années, pour les appareils portables, mais aussi pour les véhicules électriques et pour le stockage de l'électricité des énergies renouvelables intermittentes, éolienne et photovoltaïque. Parmi les nombreuses autres utilisations, celle des alliages Al-Li devrait croître significativement.

## > Substitution

Dans les batteries, la substitution du Li est possible, avec des technologies anciennes (NiMH), mais le lithium, très léger et plus performant, reste préféré pour les batteries des appareils portables et des véhicules électriques.

Les alliages Al-Li peuvent être remplacés par des composites, mais le lithium présente des performances supérieures dans l'état actuel des connaissances.

En verrerie et céramiques, le lithium peut être substitué par des flux à sodium ou potassium.

Des savons de calcium ou d'aluminium peuvent être utilisés comme substituts pour les graisses lubrifiantes.

## > Recyclage

Les usages en verrerie, coulée continue, lubrifiants, etc. sont dispersifs et le lithium ne peut être recyclé. Les verres contenant du lithium étant recyclés comme calcins ne sont pas comptés comme source de lithium pour cette industrie.

Jusqu'à récemment, la plupart des piles et batteries au lithium (ordinateurs portables, téléphones...) étaient recyclées principalement pour récupérer le cobalt. Le développement en masse de batteries attendu pour la voiture électrique conduira à systématiser le recyclage du lithium lorsque ces batteries arriveront en fin de vie après 10 ou 15 ans.

La filière de récupération du lithium des piles et batteries se met en place progressivement.

## > Risques sanitaires

Le lithium n'a pas de rôle biologique connu. Des sels de lithium ont des propriétés médicales en neurologie et psychiatrie, mais son action sur le cerveau n'est pas encore entièrement comprise. Des composés de lithium sont en vente libre en pharmacie aux doses thérapeutiques.

La concentration de lithium dans le sang humain (lithiémie) normale est inférieure à 60 µg/l. Elle peut monter à 4 à 6 mg/l sous traitement thérapeutique. Des symptômes de toxicité interviennent à partir de 10 mg/l, et le pronostic vital est engagé à partir de 35 mg/l. L'élimination du lithium se fait en 6 à 8 h.

## > Ressources

Les gisements de lithium exploités à l'heure actuelle sont :

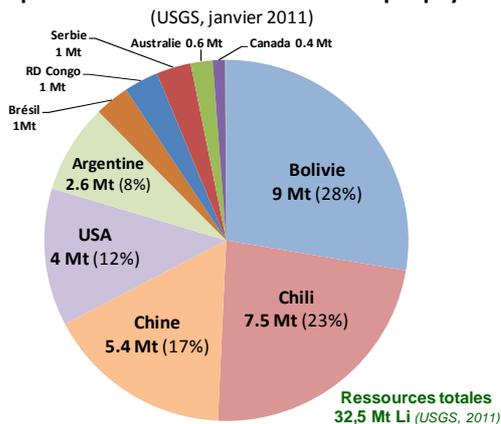
- les "salars" (lacs salés partiellement asséchés) des hauts plateaux andins et tibétains, dont les saumures contiennent des sels de lithium (60 % des ressources);
- des pegmatites et coupoles granitiques à minéraux lithinifères (spodumène, pétalite, lépidolite), assez largement dispersés (26 % des ressources).

Des gisements non-conventionnels (14% des ressources) sont en cours d'étude ou de développement, comme Kings Valley au Nevada (hectorite, argile lithinifère), Jadar en Serbie (jadarite, minéral boro-lithinifère), Salton Sea en Californie (saumures géothermales en exploitation pilote), Fox Creek au Canada (saumures de champs pétroliers, en cours d'étude).

En France, les coupoles granitiques de Montebas (23), Tréguennec (29) et Echassières (03) contiennent des minéraux lithinifères, mais seul ce dernier est exploité pour le kaolin, avec un peu de sables et granulats lithinifères en sous-produits. Par ailleurs il existe des saumures géothermales lithinifères, comme en Alsace du Nord.

Les ressources mondiales identifiées sont de l'ordre de 30 Mt de lithium contenu, représentant plus de 1000 fois la consommation de l'année 2011.

### Répartition des ressources en lithium par pays



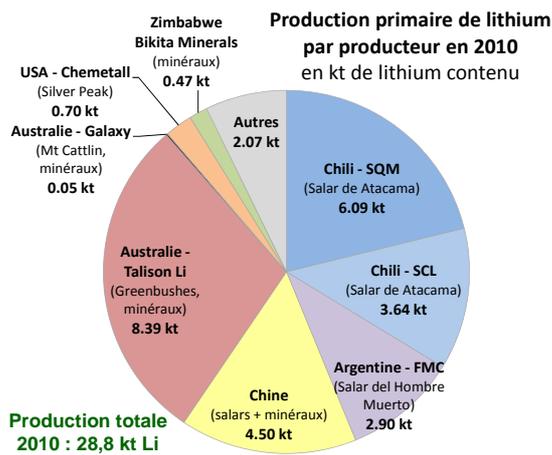
## > Production

La production mondiale de lithium primaire se montait à environ 28 800 t de lithium contenu en 2010.

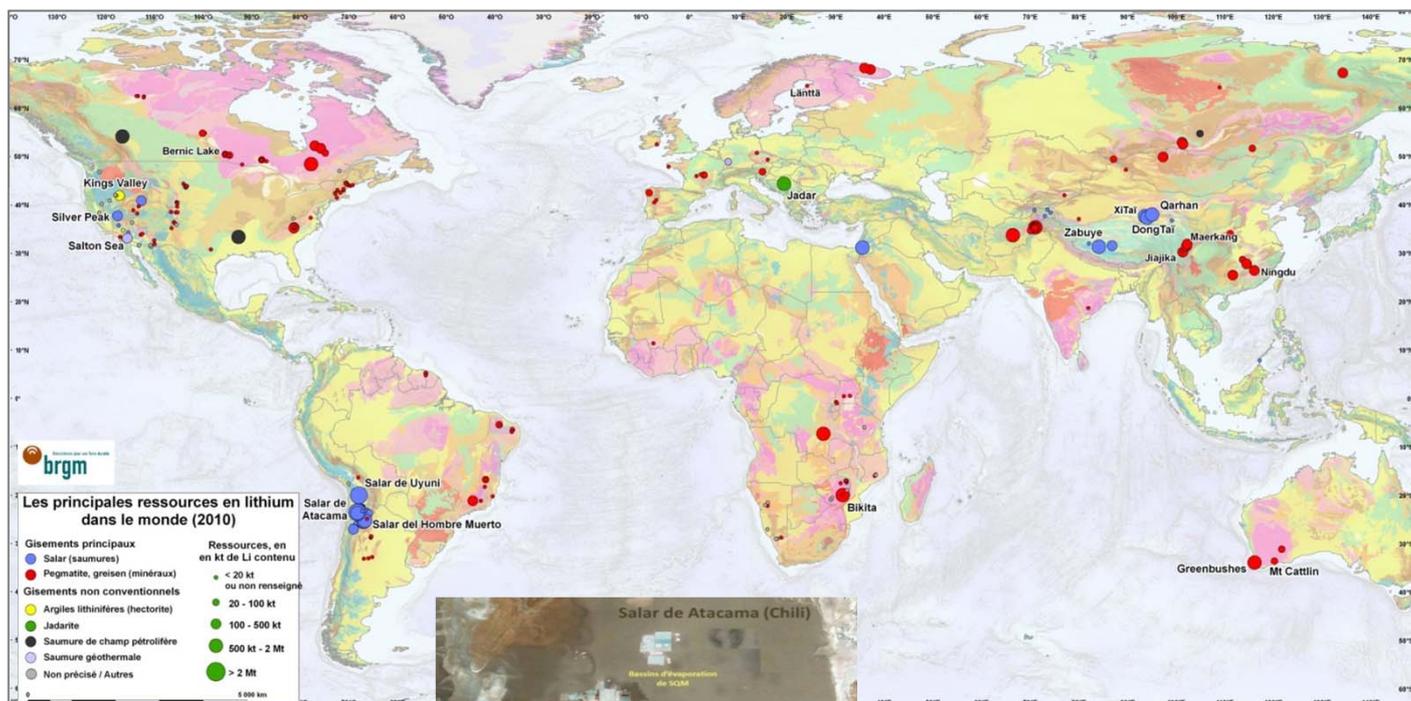
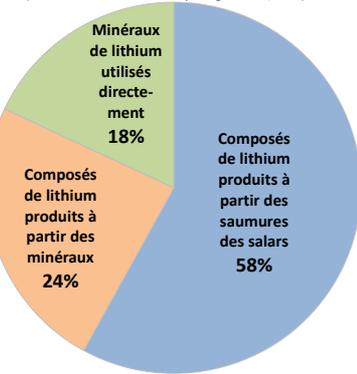
Les principaux pays producteurs de lithium sont le Chili (Salar de Atacama, 2 exploitants, SQM et SCL), l'Australie (minéraux, gisements de Greenbushes exploité par Talison Lithium, et de Mt Cattlin démarré en 2010 par Galaxy), la Chine (salars au Qinghai et au Tibet et minéraux au Sichuan, au Jiangxi et au Hunan) et l'Argentine (Salar del Hombre Muerto, FMC). Les autres producteurs sont les USA (salar), le Zimbabwe et le Brésil (minéraux) et, pour des minéraux utilisés directement en verrerie et céramique, le Portugal, l'Espagne, la France.

Les exploitants de salars produisent du carbonate, du chlorure et de l'hydroxyde de lithium. Certains produisent aussi, voire en majorité, des sels de potassium.

Quelques exploitants de minéraux les transforment en composés (carbonate et chlorure), comme en Chine ou au Brésil. En Australie, Talison commercialise le spodumène de Greenbushes sous forme de concentré, en partie exporté en Chine pour y être transformée en carbonate. Talison étudie un projet d'usine de carbonate sur place, pour un démarrage en 2015. Le zimbabwéen Bikita vend un concentré de pétalite.



### Approvisionnement du marché du lithium par type de source en 2011



## > Procédés de traitement

Le carbonate de lithium produit à partir des salars est obtenu, après évaporation solaire, séparation des chlorures de sodium et potassium, par précipitation par de la chaux et du carbonate de sodium.

Les minéraux de lithium sont exploités à ciel ouvert (Australie, Zimbabwe) ou en mine souterraine (Chine, Canada), puis concentrés (flottation, séparation magnétique ou en milieu denses, etc.). On obtient des concentrés titrant de 4% à 7% Li<sub>2</sub>O, qui peuvent ensuite être utilisés tels quels ou convertis en carbonate ou hydroxyde de lithium par voies acide ou basique.

Le lithium métallique est produit par électrolyse d'un mélange chlorure de lithium (55 %) – chlorure de potassium (45 %) fondu à 400 °C, ce qui permet de récupérer 98 % du lithium contenu dans le LiCl.

## > Prix

Il n'y a pas de marché spot ni de cotation publique du prix du lithium. Les échanges se font essentiellement sur des composés (carbonate, hydroxyde, chlorure et autres) ou sur des concentrés de minéraux, et les prix s'établissent par négociation directe. Des fourchettes de prix sont publiés par des revues spécialisées.

Le prix du carbonate de lithium, livré USA, qui était de 1,5 à 2,3 US\$/kg dans les années 2000-2004, a nettement augmenté en 2005-2008 pour s'établir dans la fourchette de 5,1 à 5,3 US\$/kg en 2010 et 2011. Il est monté à 5,5 à 5,6 US\$/kg début 2012 (Industrial Minerals). Les prix d'export, variables selon les pays, ont suivi les mêmes tendances (cf. diagramme).

## > Acteurs français

En France, le Groupe Imerys produit quelques milliers de tonnes par an de sable lithinifère pour la verrerie et de granulats concassés faiblement lithinifères pour la tuilerie en co-produits de son exploitation de kaolin d'Echassières (03). La société Récupyl s'est lancée dans le recyclage du lithium des batteries.

Deux sociétés fabriquent des accumulateurs au lithium (Saft et Batscap/Bolloré), une autre (E4V) en assemble les cellules, et une quatrième fabrique des piles thermiques au lithium (ASB). Un métallurgiste est spécialisé dans les alliages Al-Li (Constellium).

Plus en aval, les constructeurs automobiles qui se sont lancés dans la production de véhicules électriques en France (Renault, Bolloré / Pininfarina, Mia-Electric, Matra M&S et plusieurs PME) deviennent demandeurs de batteries au lithium, de même que les constructeurs de cycles (vélos et scooters).

Les industries aérospatiales (EADS / Airbus) et de défense (MBDA) utilisent des alliages Al-Li et des piles thermiques au lithium.

La France est importatrice nette de composés de lithium, avec un déficit croissant d'année en année, qui a atteint 12 M€ en 2011.

## > Criticité

Au niveau mondial, les ressources primaires en lithium apparaissent suffisamment grandes pour ses usages actuels et leur développement attendu. Il en est de même pour les perspectives annoncées des mises en production (accroissements de capacité programmés des producteurs actuels, et démarrage de nouveaux producteurs).

Des tensions temporaires pourraient toutefois apparaître en cas d'accélération subite de la croissance de la demande, en cas de différé trop important de mises en production attendues, ou en cas de changement de politique minière ou commerciale des quelques pays qui dominent actuellement le marché mondial.

Le lithium est important pour l'industrie française, en particulier compte tenu de son positionnement dans les projets de développement des voitures électriques et des batteries au lithium correspondantes, et dans la production et les usages des alliages aluminium-lithium.

