



## LE LITHIUM, C'EST L'AVENIR ?

Xavier Dupret

Février 2018

21.000 signes

*Lithium. Symbole Li. Elément chimique de numéro atomique 3 dans le tableau périodique des éléments de Dimitri Mendeleïev. Pour les chimistes dans la salle, les présentations sont faites.*

Il y a pourtant bien plus à dire au sujet du nouvel or blanc qu'est devenu le lithium. Ce dernier renvoie, comme nous allons le voir, à un modèle de développement dont la soutenabilité doit être interrogée. Et plutôt rapidement...

### *La voiture électrique*

L'intérêt pour le lithium provient du développement des voitures électriques fonctionnant à partir d'accumulateurs (ou batteries) lithium-ion considérés comme des alternatives au pétrole dans la lutte contre le réchauffement climatique. Alors, le lithium (et par voie de conséquence, la voiture électrique), c'est l'avenir? Procédons à un examen des données en notre disposition.

Pour commencer, cette analyse établira une comparaison entre les réserves avérées de lithium et le développement de la production de voitures électriques. En consultant les objectifs de la firme Tesla (spécialisée dans la fabrication de voitures électriques aux Etats-Unis), on peut constater que la célèbre compagnie US envisage de fabriquer 500.000 véhicules par an d'ici 2020<sup>1</sup>.

La production de batteries constitue, dans cette perspective, un défi que Tesla envisage de régler en procédant à une concentration verticale de la production. Pour rappel, la

---

<sup>1</sup> Planned 2020 Gigafactory Production Exceeds 2013 Global Production, Url : [https://www.tesla.com/sites/default/files/blog\\_attachments/gigafactory.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/blog_attachments/gigafactory.pdf), date de consultation : 14 janvier 2018.

concentration verticale se rapporte au fait que des entités opérant à différents niveaux de la même chaîne d'approvisionnement finissent par s'agglomérer au sein d'un même ensemble productif.

Pour atteindre son objectif de production de 500.000 véhicules par an, Tesla aurait besoin de disposer de la totalité de la production mondiale actuelle de batteries lithium-ion. La multiplication des mines de lithium que l'on constate aujourd'hui est-elle, malgré tout, prête de répondre à ce défi? L'augmentation de la demande est-elle, au contraire, susceptible de mettre à l'épreuve les réserves de lithium?

Répondre à ces questions suppose de faire le point sur la demande de lithium, les réserves exploitables de ce dernier mais aussi sur les solutions disponibles de substitution au lithium. On commencera, d'abord, par jeter un coup d'œil du côté des réserves de lithium dans le monde.

#### *Du côté des réserves*

Petit rappel pour les non-chimistes dans la salle (et ils sont nombreux), on ne trouve jamais le lithium sous une forme pure dans la nature. Le lithium est toujours associé à d'autres éléments (on parle de composés ioniques).

Voilà pourquoi le tableau ci-dessous envisage de décrire la répartition par type et par pays.

**Tableau 1. Réserves mondiales de lithium par type et par pays (tonnes)**

|                           | Pegmatite               | Saumure                  | Gisements<br>pétroliers | Argile                  | Jadarite              | <b>Total par<br/>pays</b> |
|---------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Etats-Unis                | 2.830.000               | 40.000                   | 1.750.000               | 2.000.000               |                       | <b><u>6.620.000</u></b>   |
| Canada                    | 255.600                 |                          |                         |                         |                       | <b><u>255.600</u></b>     |
| Zimbabwe                  | 56.700                  |                          |                         |                         |                       | <b><u>56.700</u></b>      |
| RDC                       | 2.300.000               |                          |                         |                         |                       | <b><u>2.300.000</u></b>   |
| Australie                 | 262.800                 |                          |                         |                         |                       | <b><u>262.800</u></b>     |
| Autriche                  | 100.000                 |                          |                         |                         |                       | <b><u>100.000</u></b>     |
| Finlande                  | 14.000                  |                          |                         |                         |                       | <b><u>14.000</u></b>      |
| Russie                    | 1.000.000               |                          |                         |                         |                       | <b><u>1.000.000</u></b>   |
| Serbie                    |                         |                          |                         |                         | 850.000               | <b><u>850.000</u></b>     |
| Brésil                    | 85.000                  |                          |                         |                         |                       | <b><u>85.000</u></b>      |
| Chine                     | 750.000                 | 2.640.000                |                         |                         |                       | <b><u>3.390.000</u></b>   |
| Bolivie                   |                         | 9.000.000                |                         |                         |                       | <b><u>9.000.000</u></b>   |
| Chili                     |                         | 6.900.000                |                         |                         |                       | <b><u>6.900.000</u></b>   |
| Argentine                 |                         | 2.550.000                |                         |                         |                       | <b><u>2.550.000</u></b>   |
| <b>Total par<br/>type</b> | <b><u>7.654.100</u></b> | <b><u>21.130.000</u></b> | <b><u>1.750.000</u></b> | <b><u>2.000.000</u></b> | <b><u>850.000</u></b> | <b><u>33.384.100</u></b>  |

Sources : Melisa Argento, Julián Zicari, *Las disputas por el litio en la Argentina: ¿materia prima, recurso estratégico o bien común?* in Prácticas de Oficio, Universidad de Buenos Aires/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), vol 1, n°. 19, jun. 2017 - dic. 2017, p.46 et Cochilco (Comisión Chilena del Cobre), Dirección de Estudios y políticas públicas, *Antecedentes para una política pública en minerales estratégicos: Litio*, Santiago de Chile, 2009, p.11.

D'un point de vue géoéconomique, on peut sans ambages estimer que « l'extraction de lithium de type saumure est la forme la plus rentable jusqu'à présent »<sup>2</sup>. Cet état de choses implique que le nombre de pays en mesure « d'exploiter cette ressource se réduit à un petit groupe (...) : les Etats-Unis, la Chine, l'Argentine, la Bolivie et le Chili »<sup>3</sup>. De ce tableau, on retiendra que les ressources estimées de lithium directement utilisables pour la fabrication de batteries pour les voitures électriques repose sur un stock de ressources de 21,130 millions de tonnes de lithium (type saumure).

En ce qui concerne l'extraction, les données de l'USGS (*United States Geological Survey*), agence gouvernementale en charge de défendre les intérêts des Etats-Unis sur le plan géologique, indique que « la production mondiale de lithium a augmenté de (...) 12% en 2016 en réponse à la demande croissante pour satisfaire aux besoins des applications sous la forme de batteries. La production argentine a augmenté de près de 60% (...). Un opérateur au Chili a également annoncé un accroissement de production »<sup>4</sup>.

### *Du côté de la demande*

Cette poussée de la production de lithium confirme l'hypothèse soutenue par les documents d'origine sud-américaine cités précédemment, à savoir une centration du secteur sur le segment « saumure » (*salmueras* en espagnol). Le caractère stratégique que revêt l'extraction du lithium pour les Etats-Unis explique sans doute la difficulté à disposer d'informations complètes et standardisées. C'est ainsi que depuis 2015, les statistiques dressées par l'USGS excluent fort opportunément la production de ... l'Oncle Sam himself.

Cette asymétrie nous apparaît révélatrice d'un ordre économique structurant qui place des pays périphériques en position dépendante (ce dont témoigne la mise à disposition par ces états de statistiques pour un processus extractif qu'elles ne mettent pas en œuvre de manière autonome) et un pays central (en l'occurrence, les Etats-Unis) qui garde jalousement secrètes des données relatives à une production stratégique qu'il est en mesure de piloter à l'échelle mondiale. Pour 2013, les chiffres produits par l'USGS reprennent pour les Etats-Unis les données de production du holding Rockwood<sup>5</sup>, devenu entretemps une filiale de Albemarle Corporation<sup>6</sup>. Cette année-là, la production étatsunienne de lithium avait été de 870 tonnes. La demande de lithium a été de 37.800 tonnes en 2016<sup>7</sup>. Au vu de ces chiffres, on peut constater que la demande mondiale de lithium est en passe de dépasser les réserves totales des seuls Etats-Unis.

---

<sup>2</sup> Melisa Argento, Julián Zicari, *Las disputas por el litio en la Argentina: ¿materia prima, recurso estratégico o bien común?* in *Prácticas de Oficio*, Universidad de Buenos Aires/ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, vol. 1, n°. 19, jun. 2017 - dic. 2017, p.38.

<sup>3</sup> Melisa Argento, Julián Zicari, op.cit., p.39.

<sup>4</sup> USGS. Lithium (data in metric tons of lithium content unless otherwise noted) [en ligne], Url : [www.minerals.usgs.gov](http://www.minerals.usgs.gov), date de consultation : 2 janvier 2018

<sup>5</sup> Rockwood Holdings, Inc., 2014, 2013 annual report: Princeton, NJ, Rockwood Holdings, Inc., p. 16.

<sup>6</sup> Rockwood Holdings Acquisition, 12 janvier 2015 [en ligne], [www : http://www.albemarle.com/about/customer-resources/rockwood-acquisition-2044.html](http://www.albemarle.com/about/customer-resources/rockwood-acquisition-2044.html) (date de consultation : 4 janvier 2018).

<sup>7</sup> República Argentina, Dirección Nacional de Promoción Mineral. Subsecretaría de Desarrollo Minero. Secretaría de Minería, *Mercado de Litio. Informe Especial. Situación actual y perspectivas*, marzo 2017, Buenos Aires, p.3.

Certes, la production bolivienne de lithium a officiellement démarré en 2016<sup>8</sup> lorsque La Paz a procédé à l'exportation de 9,3 tonnes de lithium à destination de la Chine alors que le développement de la production locale passe par la mise en valeur du Salar d'Uyuni. Il était cependant attendu en Bolivie que l'exploitation d'Uyuni déboucherait sur un début de production industrielle locale de batteries (une première pour un pays jusqu'ici cantonné au rang de fournisseur de matières premières) à partir de 2018.

Au total, la Bolivie espérait produire, cette année, 50.000 tonnes de carbone de lithium<sup>9</sup>. Ces objectifs ambitieux, appartenant clairement à un plan d'industrialisation, par ailleurs nécessaire, de l'économie bolivienne, paraissent pour l'heure reportés à des jours meilleurs. En effet, la GNRE (*Gerencia Nacional de Recursos Evaporíticos*), précisait, déjà en 2016, que l'exploitation du lithium devait être reportée à 2020.

Ces attermoissements expliquent peut-être l'abandon, peut-être momentané, d'objectifs d'industrialisation sur une base nationale du lithium en Bolivie. La GNRE, qui était une filiale de la *Comibol* (soit la compagnie minière d'Etat opérant en Bolivie), a été remplacée par l'agence *Yacimientos de Litio Bolivianos* (YLB) placée sous le contrôle du Ministère de l'Énergie. Le retard pris dans la production de lithium en Bolivie explique sans doute pourquoi YLB sera désormais autorisée à « s'associer avec des entreprises privées, nationales ou étrangères ».<sup>10</sup>

Vu la faiblesse structurelle du développement du capitalisme national en Bolivie, cette disposition légale équivaut *de facto* à une ouverture à des investisseurs étrangers. Cette réorientation en dit long sur le retard à la production de la Bolivie et plus globalement sur la difficulté à accéder à d'autres éléments de la chaîne de valeur du lithium pour les pays producteurs d'Amérique du sud.

A titre de comparaison, on mentionnera que les deux autres pays membres du triangle du lithium, à savoir le Chili et l'Argentine, ont vu leurs productions respectives de carbonate de lithium progresser de 14 et 58% entre 2015 et 2016. Le potentiel bolivien n'étant pas, pour l'heure, encore exploité, les quatre premiers producteurs mondiaux en 2016 étaient l'Australie (76.104 tonnes de carbonate de lithium), le Chili (63.864 tonnes), l'Argentine (30.335 tonnes) et la Chine (10.644 tonnes).

On repérera également une progression constante pour l'Australie entre 2013 et 2016 ainsi que pour l'Argentine alors que la production chilienne a diminué passant de 69.186 à 63.864 tonnes de carbonate de lithium.<sup>11</sup> Les pays qui ont pour l'heure le vent en poupe en ce qui concerne l'exploitation du lithium sont donc l'Australie et l'Argentine.

---

<sup>8</sup> Corporación Minera de Bolivia (*Comibol*), 2 août 2016. (Url : <http://www.comibol.gob.bo/index.php/24-noticias-inicio/789-bolivia-realiza-primera-venta-de-carbonato-de-litio-a-china>. Date de consultation : 9 janvier 2018).

<sup>9</sup> *Comibol*, Planta industrial de carbonato de litio producirá desde 2018, 4 février 2016.

<sup>10</sup> Estado Plurinacional de Bolivia, Decreto Supremo No 3227 del 28 de Junio de 2017, article 6, alinéa 2. (Url : <http://www.derechoteca.com/gacetabolivia/decreto-supremo-no-3227-del-28-de-junio-de-2017/>). Date de consultation : 16 janvier 2018.

<sup>11</sup> República Argentina, Dirección Nacional de Promoción Mineral. Subsecretaría de Desarrollo Minero. Secretaría de Minería, op.cit, p.11. Ces données expriment le volume extrait de carbonate de lithium. Sachant qu'1 kilogramme de carbonate de lithium contient 188 grammes de lithium métallique, la source argentine

Par ailleurs, si les difficultés de la Bolivie devaient résider dans un manque d'infrastructures fonctionnelles<sup>12</sup>, il ne serait guère surprenant de voir les retards de mise en œuvre de l'extraction locale de lithium se prolonger. En tout état de cause, associer ces retards à une déficience d'ordre infrastructurel nous semble constituer une hypothèse plus probante que des accidents conjoncturels, comme les fortes précipitations constatées en 2011<sup>13</sup>.

### *Tendances futures*

Pour envisager sérieusement la question de l'avenir du lithium et de la voiture électrique, il importe de sortir des perspectives « occidentalocentrées » qui caractérisent, du moins sous nos latitudes, les débats dans le domaine. Une production de 40.000 tonnes de lithium (métallique) par an suffira à peine à satisfaire aux objectifs de production de 500.000 voitures électriques par an de Tesla.

A l'horizon 2020, la Chine visera à mettre en circulation 5 millions de véhicules propres (électriques et hybrides). De son côté, l'Inde affiche de plus fortes ambitions encore en avançant le chiffre de 6 millions de véhicules propres en circulation pour 2025. Si l'on ajoute à ces chiffres déjà impressionnants l'intention du Royaume-Uni et de la France de passer au tout électrique d'ici 2040, on ne peut que se montrer sceptique sur l'adéquation des réserves de lithium face à cette explosion de la demande, sans parler du fait que les batteries des voitures propres ne contiennent pas que du lithium.

Les approvisionnements en cobalt, composant de base des cathodes des batteries lithium-ion, n'ont rien de particulièrement évident par les temps qui courent. La République Démocratique du Congo (RDC) assure 60% de la production mondiale de ce métal<sup>14</sup>. Mais les mines de cuivre congolaises d'où il est extrait ont subi une baisse d'investissements, entraînant une chute de 20% de la production au premier trimestre 2016. Pour la première fois depuis sept ans, la demande a été supérieure à l'offre (de 3.000 tonnes). À cela s'ajoute la mainmise de la Chine, dont la part de marché dans le cobalt raffiné est estimée à 84 % (...), et celle dans le cobalt métal à 30 %. Aucune inquiétude à avoir, en revanche, sur les approvisionnements en

---

précitée permet de pointer que la production annuelle des Etats-Unis en 2013 (la seule officiellement dévoilée par l'USGS) était de 4.630 tonnes de carbonate de lithium, soit 870,44 tonnes de lithium métallique. C'est un peu moins que les chiffres de production livrés par l'USGS. Ce constat renforce l'hypothèse d'une déficience structurelle de la production US par rapport aux besoins du pays ainsi qu'aux objectifs de production de Tesla.

<sup>12</sup> Pour juger de l'importance des infrastructures, lire Antonio, Estache, *Infrastructures et développement : une revue des débats récents et à venir* in *Revue d'économie du développement*, 2007/4 (Vol. 15), pp. 5-53.

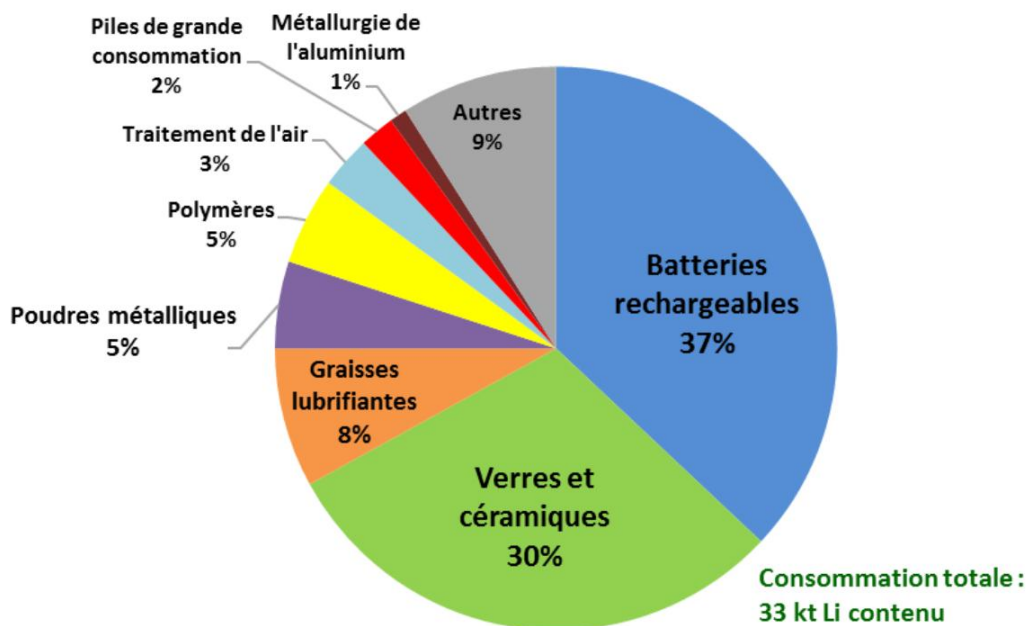
<sup>13</sup> Raf Custers, *Le projet bolivien du lithium retardé par de fortes pluies*, Newsflash n°87, 7 juillet 2011 (Url : <http://www.gresea.be/Le-projet-bolivien-du-lithium-retarde-par-de-fortes-pluies>). Date de consultation : 9 janvier 2018.

<sup>14</sup> Au début de cette année, le professeur Christopher Wolverton de la Northwestern University à Chicago (Etats-Unis) annonçait qu'une nouvelle gamme de batteries électriques pouvait, à l'avenir, incorporer du fer plutôt que du cobalt. Mauvaise nouvelle en perspective pour le Congo? N'allons pas si vite en besogne. La production et, partant, la commercialisation de batteries incorporant du fer plutôt que du cobalt n'a pas encore démarré. En effet, cette technologie ne permet pas d'atteindre les rapports capacité/poids des batteries associant lithium et cobalt (Bloomberg, 10 janvier 2018). Donc, pour l'heure, la cotation du cobalt peut continuer à battre des records sur les marchés.

manganèse et en nickel : les batteries consomment respectivement 1,5% et 5% de leur production mondiale ». <sup>15</sup>

En résumé, il apparaît clairement qu'un décalage certain existe entre les décisions d'augmenter la production annuelle de voitures électriques et le processus de plus long terme que suppose, spécialement dans des pays en voie de développement, la mise en œuvre de filières extractives efficaces.

De surcroît, le lithium intervient dans la fabrication d'autres produits manufacturés. Le graphique qui suit montre les secteurs qui ont recouru au lithium en 2015. Chacune de ces industries est caractérisée dans le graphique qui suit en fonction de sa consommation de la production de lithium cette année-là.



Source : Roskill, Lithium. Global Industry, Markets & Outlook, 2016.

En l'absence d'une stratégie de substitution de grande envergure basée sur la mise en œuvre de productions à base de flux à sodium et/ou de potassium en lieu et place du lithium destiné à la production de verres et céramiques, l'hypothèse de généralisation de la voiture électrique à des fins «environnementales» semble compromise<sup>16</sup>. De surcroît, les batteries de type lithium-ion sont présentes dans quasiment tous nos appareils électroniques de la tablette aux smartphones en passant par les ordinateurs portables.

<sup>15</sup> L'Usine Nouvelle, 15 septembre 2016 (Url : <https://www.usinenouvelle.com/article/le-manque-de-lithium-pourrait-freiner-l-essor-de-la-voiture-electrique.N436002>). Date de consultation : 18 janvier 2018.

<sup>16</sup> De ce point de vue, on notera que l'annonce faite par l'Université de Stanford la mise au point d'une batterie basée sur l'utilisation du sodium (et non plus du lithium) n'est pas encore d'applicabilité directe pour les voitures électriques. La densité d'énergie des batteries sodium est, en effet, sauf améliorations futures, trop basse par rapport aux batteries lithium-ion.

Là encore, à moins de stratégies de substitution, encore improbables à l'heure où ces lignes étaient écrites, il faut répéter le constat de difficultés structurelles à la généralisation de la voiture électrique à l'échelle mondiale. Si le chiffre d'une demande globale annuelle de 500.000 tonnes se vérifie à partir de 2025<sup>17</sup>, les réserves de lithium (type saumure) seront épuisées en à peine 40 ans, sous réserve d'innovations, inconnues à ce jour, qui assureraient la rentabilité d'autres filières de lithium (Pegmatite principalement)<sup>18</sup>. Divers essais de ce type sont, pour l'heure, en voie de concrétisation dans le monde mais ils n'ont pas encore réussi à inverser la logique précédemment décrite<sup>19</sup>.

La durabilité, toute relative, de la filière lithium a été strictement envisagée d'un point de vue environnemental. Il est une autre manière d'appréhender les choses. Elle concerne les possibilités de décollage économique pour la majorité des habitants de cette planète qui vivent dans le Sud. Le lithium représente 0,6% en moyenne du prix final des batteries électriques<sup>20</sup>.

Or, vendre des matières en échange de biens manufacturés, le Sud l'a déjà fait tout au long du XXème siècle. Le résultat ne fut guère à la hauteur des espérances<sup>21</sup>...

---

<sup>17</sup> Le Temps, édition mise en ligne du 7 juillet 2017.

<sup>18</sup> Les objectifs des producteurs indiens et chinois porteront la demande mondiale au niveau d'un million de tonnes par an. Il faudra alors 20 ans pour en finir avec le niveau actuellement constaté des réserves de lithium (type saumures).

<sup>19</sup> Cependant, « Tesla parvenait en avril 2016 à recycler près de 60% de ses batteries au lithium et espère atteindre un taux de recyclage de 80% pour ses batteries Ryden Dual Carbon qui sont à la fois biodégradables et dépourvues de métaux lourds » (Institut national des Sciences appliquées, Filière des batteries électriques : passage d'un élément de voiture propre à un éco-système énergétique distribué, Rouen, 19 juin 2017, p.11). On se questionnera cependant sur la capacité de recyclage des autres producteurs en Chine et en Inde.

<sup>20</sup> Melisa Argento, Julián Zícari, op.cit, p.48.

<sup>21</sup> Matthias G. Lutz, *A General Test of the Prebisch–Singer Hypothesis* in Review of Development Economics, Volume 3 Issue 1, 1999, pp. 44-57.