

## Bernard Tardieu et Christophe Rigollet

Bernard Tardieu, Président du Conseil Scientifique de Géodénergies et Vice-président du pôle Énergie de l'Académie des technologies  
Christophe Rigollet, Directeur du Groupement d'Intérêt Scientifique Géodénergies et Directeur Géosciences de CVA

Le lithium est un composant essentiel des batteries, dans la plupart des technologies adoptées : les batteries lithium-ion sont aujourd'hui les plus utilisées et les batteries lithium-fer-phosphate (LFP) ou lithium nickel-manganèse cobalt (NMC) contiennent aussi du lithium.

Le lithium est ainsi en train de devenir un des principaux métaux stratégiques : la consommation mondiale de lithium, tirée par la montée en puissance des batteries utilisées pour les véhicules électriques, est en croissance très rapide. Pour rappel, le lithium est un métal blanc très léger (densité proche de 0,5). Il a de multiples usages, la plupart de ceux-ci devenant très minoritaires en comparaison avec la demande des batteries. Les batteries des téléphones et des ordinateurs ne représentent, malgré leur nombre, qu'un faible pourcentage de la demande globale en lithium et les batteries stationnaires n'ont pas d'impact sur la demande.

La consommation mondiale de lithium était encore réservée à des marchés de spécialité à la fin des années 2000. Elle est désormais significative : de l'ordre de 75 000 tonnes en 2019. En 2025, c'est-à-dire demain, elle pourrait atteindre 170 à 215 000 tonnes par an selon différents analystes réputés<sup>(1)</sup>. Le marché de spécialités va se transformer en marché de commodités, d'autant plus que le lithium est facile à transporter, sous forme de sels ou de métal plus ou moins purifié.

Les sources de lithium sont abondantes et variées dans le sous-sol de notre planète. Les pegmatites à spodumène sont exploitées en mines classiques à ciel ouvert, par exemple en Australie. On exploite aussi les aquifères salins, en particulier dans les Andes dans les zones des grands salars (le plus grand salar, celui d'Uyuni en Bolivie, n'est pas exploité). Mais le sous-sol de la France dispose également de ressources en lithium abondantes et déjà connues...

### **L'exploitation du sous-sol dans l'imaginaire collectif**

Les travaux en sciences humaines et sociales soulignent que l'exploitation du sous-sol est plutôt du domaine du passé pour beaucoup de Françaises et de Français (au moins en métropole). Il n'y a pas vraiment de représentation sociale de ce que cela représente pour les territoires environnants et pour notre pays.

Mais les choses changent doublement. D'une part, l'abandon progressif en Europe et en France, du charbon, du pétrole et du gaz naturel ne signifie pas l'abandon de l'extraction des ressources minérales de notre planète, mais au contraire une réorientation massive vers des matériaux émergents. On ne cherchera plus du charbon, du pétrole et du gaz naturel, mais avec une ampleur équivalente, des métaux et des matériaux jusqu'ici peu demandés. D'autre part, les méthodes modernes d'exploitation en profondeur et d'extraction du contenu des roches profondes de la croûte terrestre ont des impacts beaucoup plus faibles que ce que redoute notre imaginaire collectif.

C'est le moment de prendre conscience que l'exploitation de nos ressources en lithium est une opportunité industrielle majeure pour la France. Notre pays a vraiment besoin de ces voies nouvelles pour densifier et développer son tissu industriel.

### **Quelles ressources en France ?**

L'Australie produit actuellement l'équivalent de plus de 50% de la consommation mondiale de lithium sur 8 sites (avec des réserves estimées à 5% des réserves mondiales). Mais les

principales réserves sont situées en Amérique du Sud, au sein de ce qui est appelé le « Triangle du Lithium », constitué du Chili, de l'Argentine et de la Bolivie. Les réserves de lithium sont en particulier estimées à 9,2 millions de tonnes (Mt) au Chili, 1,9 Mt en Argentine, tandis qu'elles s'élèvent à 4,7 Mt en Australie, 1,5 Mt en Chine et 0,75 Mt aux États-Unis selon l'U.S. Geological Survey<sup>(2)</sup>. Il est important de noter que des ressources importantes sont inexploitées à ce jour et doivent être débloquée par l'utilisation de techniques nouvelles, notamment en Bolivie et en Argentine, ou en Europe, notamment dans des eaux géothermales.

En Europe, le potentiel était estimé par le BRGM à 333 000 tonnes de lithium métallique en 2018<sup>(3)</sup>, soit moins de 1% des réserves mondiales, avec une trentaine de gisements significatifs en Espagne, Finlande, France, Ukraine, Portugal et Serbie.

La France métropolitaine possède un potentiel minier important pour l'exploration-production du lithium, avec un modèle économique qui reposerait également sur l'extraction des coproduits ou sous-produits à forte valeur ajoutée comme l'étain, le tantale ou le béryllium. Toutefois, seul Imerys produit du lithium en France à l'heure actuelle : le groupe extrait 15 kt par an de micas lithifiés pour la verrerie, coproduit du kaolin, avec une teneur de 1,8% en oxyde de lithium<sup>(4)</sup>.

*L'Association française des professionnels de la géothermie évalue **aujourd'hui** la coproduction possible de lithium en Alsace à 15 000 tonnes par an.*

Les estimations historiques françaises inventoriées par le BRGM pour les principaux gisements de minéraux de lithium concernent les granites et les pegmatites. Ce qui est nouveau **aujourd'hui**, c'est la capacité d'exploiter le lithium des saumures géothermales situées entre 1 000 et 4 000 mètres de profondeur, lorsque les conditions géologiques sont réunies... Ce qui est le cas dans les aquifères très profonds du fossé rhénan, c'est à dire pour la France, dans les Vosges, dans des grès déposés il y a 235 millions d'années. La concentration de lithium y varie entre 60 et 360 mg/l et le tonnage utile cumulé était estimé à environ 1 million de tonnes de lithium métal par le BRGM en 2017<sup>(5)</sup>.

L'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG) évalue **aujourd'hui** la coproduction possible de lithium en Alsace à 15 000 tonnes par an sur 10 sites géothermiques. Jusqu'à présent, ces eaux géothermales chaudes étaient exploitées pour la récupération de chaleur et la production de chaleur et d'électricité. Le modèle économique consiste à associer les deux exploitations, d'une part pour augmenter la production de chaleur et d'électricité décarbonées et d'autre part pour produire du lithium métal.

Ce potentiel d'intérêt majeur pour notre pays demande une adhésion des habitants des régions concernées, soutenue par l'impact de ces exploitations sur l'emploi et la richesse régionale et sur la participation à un projet industriel majeur pour la France et l'Europe. Il demande aussi un soin particulier apporté à la surveillance de la microsismicité qui peut-être induite par l'exploitation géothermiques. Ce suivi permet « d'écouter » les événements associés au soutirage et à la réinjection d'eau dans le gisement, de façon à adapter en continu les paramètres d'exploitation pour optimiser la production et préserver l'intégrité du sous-sol. Ces enregistrements continus permettent également à la population et aux services de l'État de contrôler l'impact de ces installations sur la stabilité du sous-sol à partir de données factuelles, exploitables au besoin par les scientifiques et les experts du domaine.

## **Le principe d'extraction du lithium des saumures**

Les principes d'extraction du lithium de ces saumures sont les mêmes que les principes d'extraction des saumures des plateaux andins. Le développement de méthodes nouvelles d'extraction a donc une valeur générique pour tous les sites de saumures contenant des sels de lithium et donc une valeur à l'exportation. Le lithium est présent dans les saumures sous forme de chlorure de lithium. Les procédés de transformation classiques exploitent l'évaporation naturelle. Des procédés innovants sont en cours de développement par Eramet et Adionics<sup>(6)</sup>. Les résultats des tests et des pilotes sont positifs et l'exploitation industrielle est prévue pour 2025, voire avant.

Il y a pour notre pays une opportunité industrielle à produire du lithium de qualité « batterie » en grande quantité. Il y a [aujourd'hui](#) seulement cinq grandes entreprises qui dominent le monde du lithium. Dans un marché aussi vaste, il y a la place pour des industriels français. En complément de l'exploitation minière, il y a une opportunité pour développer des procédés de concentration et de purification industrielles des saumures, qu'elles soient géothermales, dans le fossé rhénan, ou qu'elles proviennent des aquifères salins des plateaux andins.

Le développement de la production de lithium et des critères de pureté requise doit se faire en collaboration active avec les fabricants de batteries en France ou en Europe de manière à assurer des débouchés commerciaux stables en lien avec les prix de marché mondiaux qui se mettent en place.

Pour être compétitif, des développements importants doivent encore être réalisés. Mais la co-extraction d'énergie géothermale et de lithium en solution permettra de réduire par cinq le Capex<sup>(7)</sup> nécessaire à l'extraction du lithium seul, rendant très vertueuse cette complémentarité. Il est également important de noter que l'empreinte carbone sera excellente, que les prix de lithium augmentent de façon très significative et les perspectives de développement de la mobilité électrique sont telles que l'offre de lithium risque d'être insuffisante, les prix resteront donc hauts longtemps, rendant ce type de projets très rentable.

- [parue le 29 juin 2021](#)