ASSOCIATION
négaWatt

Lithium : vers une indispensable sobriété

Note d'analyse — Février 2023

Association négaWatt - BP 16280 Alixan - 26958 VALENCE Cedex 9
contact@negawatt.org – www.negawatt.org

Version corrigée – 17 juillet 2025

Résumé

En raison notamment de l'essor des véhicules électriques, le lithium est un métal de plus en plus recherché et dont l'exploitation est amenée à se développer considérablement. Aujourd'hui, environ 60 % du lithium extrait dans le monde est utilisé dans des véhicules électriques, et cette part est encore amenée à augmenter. Certaines projections estiment qu'en 2040, la consommation annuelle de lithium pour les seuls véhicules électriques représenterait 8 fois la production minière actuelle mondiale.

Cette explosion de la demande génère de nombreuses problématiques, de la capacité à extraire de telles quantités à une nouvelle forme de dépendance de l'Europe vis-à-vis d'autres pays, en passant par la faisabilité industrielle d'une telle exploitation, mais aussi et surtout en tenant compte des impacts sanitaires, sociaux et environnementaux qu'elle génère.

Dans cette note, l'Association négaWatt dresse un état des lieux de l'extraction actuelle et potentielle du lithium, de ses impacts et des alternatives possibles. Elle revient également sur la place de ce métal dans le scénario de transition énergétique qu'elle propose ainsi que sur le récent projet français d'exploitation minière situé dans l'Allier.

À retenir :

- Le lithium est un métal que l'on extrait principalement en Australie (52 % de la production mondiale en 2019[1]) et dans les salars[2] chiliens et argentins (22 % et 7 %). En 2019, le raffinage était quant à lui principalement localisé en Chine (autour de 60 %[3]), le Chili restant un acteur majeur (autour de 30 %).
- Les réserves mondiales sont actuellement estimées à 22 millions de tonnes[1].
- L'extraction génère des impacts sociaux et environnementaux, en particulier dans les salars latinoaméricains.
- En 2022, 74 % du lithium consommé dans le monde était utilisé dans les batteries Li-ion[1].
- L'usage du lithium dans les batteries présente une forte progression en lien avec les appareils électroniques portables, mais surtout en lien avec la motorisation électrique amenée à se développer encore plus rapidement dans les années à venir.
- Le recyclage est nécessaire, mais ne permet pas de répondre à cette forte croissance.
- Un scénario d'électrification totale du transport routier français n'est pas soutenable sans mesures de sobriété, afin de contenir l'augmentation de la demande ! Les principales mesures sont : diminuer les distances parcourues, le report modal, le développement du covoiturage, la limitation de l'autonomie des véhicules, et la réduction de la taille et du poids des véhicules.
- Il sera également nécessaire de développer d'autres motorisations, comme le bio-GNV notamment pour les poids lourds, afin de limiter notre empreinte matière.

Précision technique

Les quantités de lithium mentionnées dans cette note sont évoquées en lithium métal, sauf si indication contraire.[4]

---

[1] Mineral Commodity Summaries 2022. (2022). USGS.

[2] Un salar en Amérique du Sud (ou désert de sel plus généralement) est un lac plus ou moins temporaire et aux rives changeantes dont les sédiments sont essentiellement constitués par des sels (chlorures, sulfates, nitrates, borates, etc.).

[3] The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (World Energy Outlook Special Report). (2022). IEA.
Voir p.13.

[4] Voir l'annexe en fin de note sur la conversion des quantités de lithium (Li métal, hydroxyde de lithium, etc).

Sommaire

Mise en contexte **4**

Impacts, recyclage et réserves de lithium **7**

Impacts de l'extraction minière en expansion et de l'exploitation du lithium 7

Le recyclage et ses limites 8

Vers une augmentation des réserves prouvées ? 13

Scénario négaWatt : vers un usage modéré du lithium **14**

Mise en perspective du projet de mine de lithium dans l'Allier **18**

Conclusion **21**

Annexe **22**

Mise en contexte

Comme le pétrole au début du XXe siècle, comme l'uranium dans les années 1970, le lithium devient l'incontournable « or blanc » et est aujourd'hui sous les feux de l'actualité.

Cela est en partie lié à l'essor du véhicule électrique. En effet, en 2022, 74 % du lithium consommé dans le monde était utilisé dans les batteries Li-ion, 14 % dans les céramiques et verres, 3 % dans les graisses lubrifiantes, 2 % sous forme de fondants pour moules de coulée continue, 2 % dans la production de polymères, 1 % dans le traitement de l'air, et 4 % restants dans diverses autres utilisations[1].

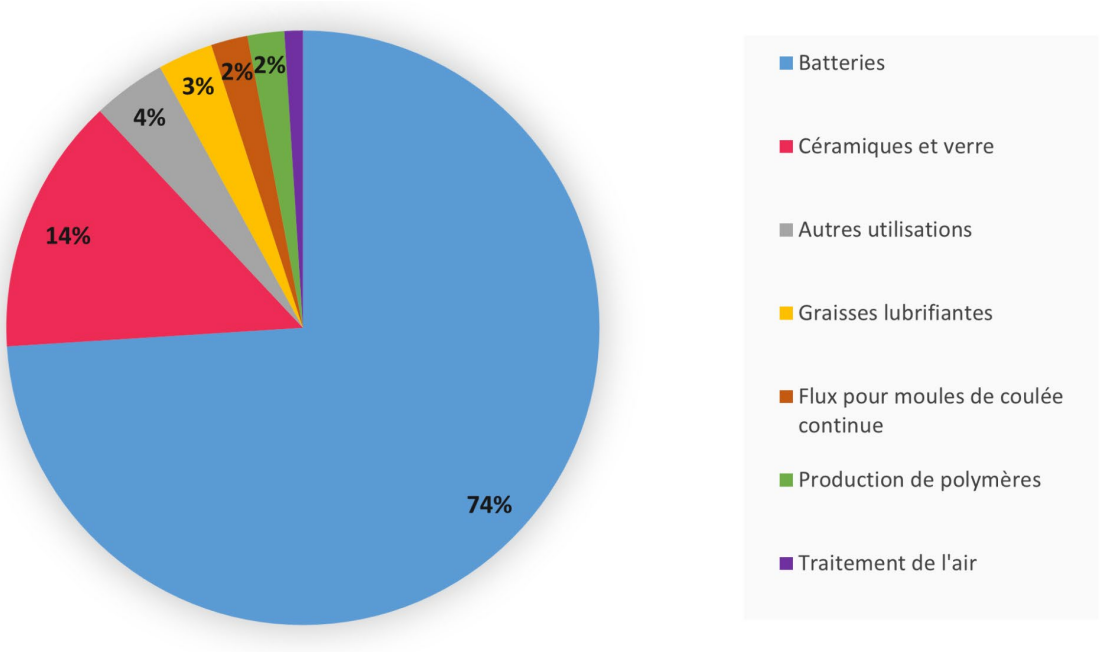

Figure 1 : Utilisations du lithium dans le monde en 2022, d'après USGS (2022), Mineral Yearbook

Les batteries Li-ion sont elles-mêmes utilisées à environ 75 % pour les véhicules électriques[5]. L'augmentation de la part de l'usage des batteries Li-ion dans les véhicules électriques est frappante ces dernières années, puisqu'elle était encore à 25 % en 2018[6], où l'usage électronique dominait. **Environ 60 % du lithium produit dans le monde est donc aujourd'hui utilisé dans les véhicules électriques**.

Or, l'usage du lithium dans les batteries présente une forte progression en lien avec les appareils électroniques portables, mais surtout en lien avec la motorisation électrique amenée à se développer encore plus rapidement dans les années à venir. Selon de nombreux scénarios de transition écologique, le passage du véhicule thermique au véhicule électrique - acté par le Parlement et le Conseil Européen qui ont décidé de la

[5] Il est à noter que les données précises de consommation sont difficiles d'accès. Trois sources ont été recoupées ici :

- Battery 2030 : Resilient, sustainable, and circular. (2023). McKinsey & Company.
- Lindagato, P., Li, Y., Macháček, J., Yang, G., Mungwarakarama, I., Ndahimana, A., & Ntwali, H. P. K. (2023). Lithium Metal : The Key to Green Transportation. *Applied Sciences*, *13*(1), Art. 1.
- Texte de compromis final de l'accord de trilogue sur les batteries. (2023). Trilogue européen. https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/12/09/council-and-parliament-strike-provisional-deal-to-create-a-sustainable-life-cycle-for-batteries/

[6] Chiffre de l'IEA dans Hache, E., Seck, G. S., & Simoen, M. (2018). What is the level of criticality of lithium for electrification of the global automobile fleet? - Panorama 2018.

fin de la vente des véhicules thermiques en 2035[7] -, entraînera une augmentation considérable de la consommation. Ainsi en 2017, pour développer la mobilité électrique dans l'objectif de rester en-dessous d'un réchauffement planétaire de 2°C, la Banque mondiale prévoyait que, la consommation de lithium s'élèverait à 20 millions de tonnes[8] dans le monde entre 2013 et 2050, donc en moyenne plus de 500 000 tonnes par an, soit 5 fois plus qu'aujourd'hui. L'Agence internationale de l'énergie[9] estime quant à elle que, dans une trajectoire de développement durable, la consommation annuelle de lithium pourrait atteindre 800 000 tonnes en 2040 pour les véhicules électriques, soit 8 fois plus que la production actuelle mondiale. **Une telle consommation de lithium serait considérable !**

Cette explosion de la demande pose nécessairement la question de sa faisabilité industrielle avec la crainte que la capacité de production mondiale ne puisse pas suivre.

Se pose également la question du risque géopolitique lié à la concentration de plusieurs étapes de la production et au manque de résilience des chaînes de valeurs qui en découle, ainsi qu'à la grande dépendance de l'Europe vis-à-vis des pays producteurs.

En effet, le lithium est un métal que l'on extrait principalement en Australie (52 % de la production mondiale en 2019[10]) et dans les salars chiliens et argentins (22 % et 7 %). En 2019, le raffinage était quant à lui encore plus concentré et principalement localisé en Chine (autour de 60 %[11]), le Chili restant un acteur majeur (autour de 30 %).

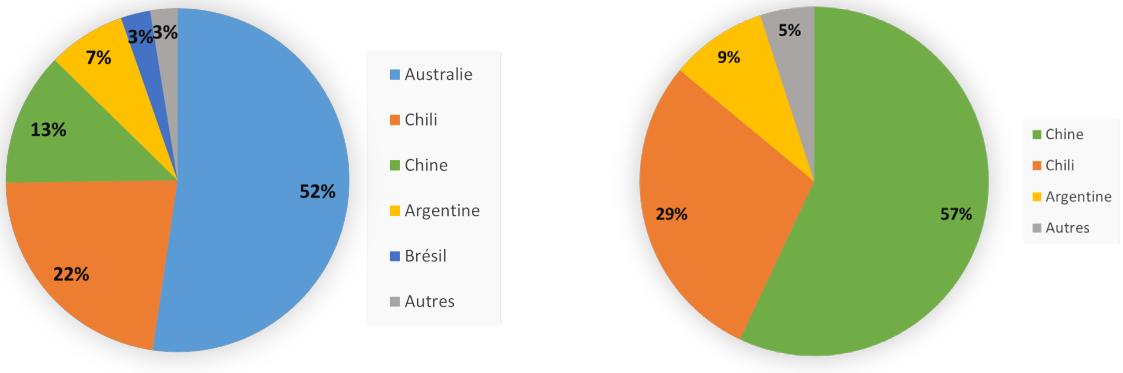

Figure 2 : Principaux pays producteurs de lithium

À gauche : Producteurs miniers de lithium en 2019, d'après USGS (2022), Mineral Yearbook.
La production des États-Unis est exclue du calcul par l'USGS.
À droite : Raffineurs de lithium en 2019, d'après l'IEA, 2022[12]

Cette situation est source d'inquiétudes pour les institutions européennes et les États-membres, notamment dans ce contexte d'augmentation de la demande où la bataille pour la sécurisation des approvisionnements risque de générer des tensions entre les principaux consommateurs, tels que les industriels de l'automobile ou de la défense.

[7] EU deal to end sale of new CO2 emitting cars by 2035. (2022, octobre 28). European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_6462

[8] The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. (2017). Banque mondiale. http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf. Voir p.22 ; Figure 2.11.

[9] The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (World Energy Outlook Special Report). (2022). IEA. Voir p.97.

[10] Mineral Commodity Summaries 2022. (2022). USGS.

[11] The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (World Energy Outlook Special Report). (2022). IEA. Voir p.13.

[12] The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions (World Energy Outlook Special Report). (2022). IEA. Voir p.13.

En France, la couverture médiatique du sujet de l'extraction du lithium fait suite à l'annonce en octobre 2022 d'un projet d'envergure d'exploitation de lithium dans l'Allier par l'opérateur Imerys[13]. Ce projet a mis sur le devant de la scène la question de l'exploitation et de la transformation du lithium pour son utilisation dans la transition écologique et en particulier dans les batteries de véhicules électriques.

Enfin, cette prévision de l'augmentation colossale de la demande à l'échelle mondiale soulève des interrogations sur ses conséquences sanitaires, sociales et environnementales.

[13] Imerys. (2022, octobre 24). *Imerys ambitionne de devenir un acteur majeur du lithium en Europe*. Communiqué de presse. https://www.imerys.com/public/2022-10/imerys-communique-imerys-ambitionne-de-devenir-un-acteur-majeur-du-lithium-en-europe-24-octobre-2022_0.pdf

Impacts, recyclage et réserves de lithium

Impacts de l'extraction minière en expansion et de l'exploitation du lithium

Cette problématique de l'augmentation de la production et de la consommation des ressources minérales dépasse le seul cas du lithium, puisque cela fait plus de 100 ans que la consommation de métaux est exponentielle[14], conduisant à une augmentation des impacts atteignant aujourd'hui des niveaux insoutenables. Le Groupe international d'experts sur les ressources des Nations Unies[15] et l'OCDE[16] alertent sur les impacts en forte augmentation de l'exploitation minière, que ce soit au niveau de la contribution au changement climatique, de l'impact sur la santé des matières particulaires, de l'augmentation de la toxicité ou de la destruction des habitats. Des chercheuses et chercheurs ont également montré que l'exploitation minière passée, présente et future (si l'on opérait tous les projets en préparation) aurait une influence cumulée sur environ 6,7 millions de km^2 de la surface terrestre, soit environ 5 % des terres émergées. Sur cette surface, 8 % coïncident avec des aires protégées, 5 % avec des zones clés pour la biodiversité et 16 % avec d'autres zones sauvages. Ils tirent la sonnette d'alarme : sans planification stratégique, ces nouvelles menaces pour la biodiversité pourraient devenir majeures[17].

Dans le cas du lithium, on peut notamment citer les impacts de cette exploitation au Chili, qui, comme on l'a vu, représente 26 % de la production mondiale. Ainsi, de nombreuses études[18] sur l'exploitation du lithium au Chili montrent que l'activité minière a provoqué une diminution du niveau des eaux souterraines dans une région déjà très aride, puisqu'il s'agit du désert d'Atacama. Cela a provoqué un stress hydrique pour les habitants de la région, le déclin de la végétation et a asséché en partie la réserve naturelle *Los Flamencos* avec un impact sur la biodiversité. Les deux sociétés minières exploitant du lithium dans la zone d'Atacama, ainsi que deux sociétés minières de cuivre proches, représentent ensemble un volume d'extraction de 4 230 litres d'eau douce par seconde. À titre de comparaison, le volume prélevé pour traiter et distribuer de l'eau à tous les habitants de Paris est en moyenne de 5 590 litres par seconde[19]... Au niveau national, en 2016, les autorités chiliennes considéraient que 70 % de l'eau du pays était utilisée pour les opérations minières et 17 % pour le secteur agricole, ne laissant que 13 % pour la consommation humaine, ce qui laisse songeur lorsque l'on sait que les sécheresses vont devenir plus fréquentes et sévères dans les prochaines années.

---

[14] Vidal, O., Rostom, F., François, C., & Giraud, G. (2017). Global Trends in Metal Consumption and Supply : The Raw Material–Energy Nexus. *Elements*, 13(5), 319-324. https://doi.org/10.2138/gselements.13.5.319

[15] Global Resources Outlook 2019 : Natural Resources for the Future We Want (Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme. Nairobi, Kenya). (2019). IRP. https://doi.org/10.18356/689a1a17-en

[16] Global Material Resources Outlook to 2060 : Economic Drivers and Environmental Consequences. (2019). OECD. https://doi.org/10.1787/9789264307452-en

[17] Sonter, L. J., Dade, M. C., Watson, J. E. M., & Valenta, R. K. (2020). Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity. Nature Communications, 11(1), 4174.
Dans cette étude, il s'agit d'une empreinte cumulée au cours du temps pour 40 substances différentes, avec une tentative de prendre en compte l'empreinte minière au sens large, c'est-à-dire avec son impact potentiel sur la biodiversité et non la simple emprise foncière de la mine. Nous avons retenu ici l'hypothèse basse de l'étude d'un rayon de 10 km impacté autour de la mine, soit une surface de 314 km^2 par site minier (moins les recoupements entre sites).

[18] de Haan, E., & González, A. (2020). The battery paradox. SOMO.

Liu, W., & Agusdinata, D. B. (2021). Dynamics of local impacts in low-carbon transition : Agent-based modeling of lithium mining-community-aquifer interactions in Salar de Atacama, Chile. The Extractive Industries and Society, Volume 8 (Issue 3).

Liu, W., Agusdinata, D. B., & Myint, S. W. (2019). Spatiotemporal patterns of lithium mining and environmental degradation in the Atacama Salt Flat, Chile. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.

Romero, A., Aylwin, & Didier. (2019). Globalización de las empresas de energía renovable : Extracción de litio y derechos de los pueblos indígenas en Argentina, Bolivia y Chile ("Triángulo del Litio") (p. 59). OBSERVATORIO CIUDADANO.

[19] D'après le site https://www.eaudeparis.fr/nos-missions qui fait état de 483 000 m^3 d'eau prélevée, transportée, traitée et distribuée chaque jour soit 5 590 l/s.

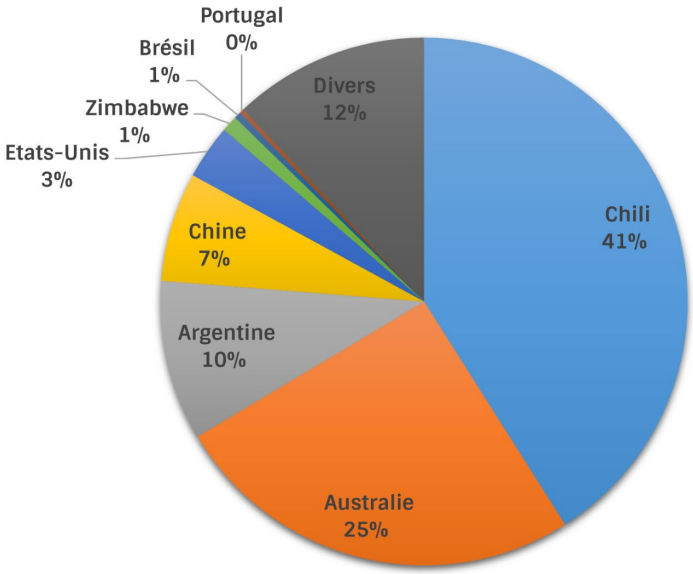

Figure 3 : Principales réserves prouvées de lithium en 2021, d'après USGS (2022), Mineral Yearbook.
Le total correspond à environ 22 millions de tonnes de lithium. La Bolivie est comptée dans "Divers".

La majorité des réserves prouvées de lithium mondiales se situent dans le "triangle du lithium", c'est-à-dire dans les salars du Chili, de l'Argentine et de la Bolivie. On estime les réserves dans cette région à environ 14 millions de tonnes de lithium[20], soit environ 60 % des réserves mondiales. Or, les réserves en Bolivie et en Argentine se situent dans des écosystèmes arides de type salar, comme au Chili. On peut donc estimer que les impacts en augmentation dans le salar d'Atacama donnent un bon aperçu des impacts qui pourraient être ceux d'une exploitation de grande ampleur en Argentine et en Bolivie.

Dans des trajectoires de croissance verte sans hypothèses de sobriété, cette exploitation de grande ampleur sera malheureusement incontournable pour répondre aux besoins mondiaux puisque, comme on l'a vu précédemment, cette consommation serait d'environ 20 millions de tonnes de lithium d'ici à 2050 selon la Banque mondiale[21], ce qui correspond à peu près à l'intégralité des réserves prouvées mondiales actuelles.

Le recyclage et ses limites

Le lithium est très peu recyclé aujourd'hui : seulement 5 à 7 % des batteries Li-ion sont recyclées dans le monde[22] et la plupart du temps le lithium n'est pas récupéré, car la voie de recyclage utilisée est un procédé pyrométallurgique visant principalement à récupérer le nickel, le cobalt et le cuivre, et non le lithium qui finit dans les laitiers (sous-couche routière, fabrication de béton, etc.). Le principal frein est économique : il faudrait diriger les batteries vers des voies permettant de recycler le lithium, ce qui n'était pas rentable jusqu'à présent au vu du prix peu élevé du lithium.

[20] En se basant sur les chiffres de l'USGS de 2022 correspondant aux réserves prouvées pour le Chili et l'Argentine et en faisant l'hypothèse que les réserves prouvées correspondent à 40 % des réserves base pour la Bolivie selon : Aguirre B., F. (2022). The lithium triangle – the importance of Bolivia. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 40(2), 183-202. https://doi.org/10.1080/02646811.2021.1930708

[21] The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. (2017). Banque mondiale. http://documents.banquemondiale.org/curated/fr/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf. Voir p.22 ; Figure 2.11. La modélisation est réalisée entre 2013 et 2050, cependant la part réellement consommée entre 2013 et 2022 est très faible.

[22] Pinegar, H., & Smith, Y. R. (2019). *Recycling of End-of-Life Lithium Ion Batteries, Part I : Commercial Processes*. Journal of Sustainable Metallurgy. https://doi.org/10.1007/s40831-019-00235-9. Voir p.6.

Il existe environ cinquante entreprises dans le monde qui traitent les batteries Li-ion en fin de vie. La récupération du lithium dans les batteries Li-ion en fin de vie se fait majoritairement en Chine, qui concentre 50 % du recyclage des batteries en fin de vie et des résidus de production[23] suivie de la Corée du Sud, puis de l'Union européenne, du Japon, du Canada et des États-Unis[24]. La concentration du recyclage en Chine s'explique notamment par l'implantation des étapes de fabrication des batteries, permettant une grande synergie entre les acteurs. En effet, la majorité du recyclage se fait par hydrométallurgie[25], soit par les fabricants de batteries eux-mêmes, soit par des entreprises spécialisées dans la métallurgie. La plupart des acteurs traitant les batteries en fin de vie par hydrométallurgie peuvent alternativement utiliser des produits issus du prétraitement des batteries en fin de vie (la *blackmass*), des rebuts de fabrication (*scraps*) ou même du concentré issus des mines. La présence de nombreuses usines de batteries pour véhicules électriques, qui génèrent elles-mêmes des rebuts de fabrication, permet à des recycleurs de disposer de matériaux à recycler en complément des batteries usagées. Ces différents flux permettent de pallier en partie les freins au recyclage du lithium (composition du flux de matière variable, pas assez de matière, etc.).

[23] Delacroix, G. (2023, janvier 15). Les batteries entrent dans leur âge d'or, portées par l'avènement du « tout-électrique ». *Le Monde.fr*.

[24] Neumann, J., Petranikova, M., Meeus, M., Gamarra, J. D., Younesi, R., Winter, M., & Nowak, S. (2022). Recycling of Lithium-Ion Batteries—Current State of the Art, Circular Economy, and Next Generation Recycling. *Advanced Energy Materials*, 12(17), 2102917.

[25] Presque toutes les entreprises utilisent des approches hydrométallurgiques en Chine. La principale raison est la possibilité de récupérer de plus grandes quantités de composants de batterie et d'atteindre des puretés très élevées. Dans l'Union européenne, les méthodes de récupération les plus courantes sont la pyrométallurgie, l'hydrométallurgie et des combinaisons des deux. Neumann, J., Petranikova, M., Meeus, M., Gamarra, J. D., Younesi, R., Winter, M., & Nowak, S. (2022). Recycling of Lithium-Ion Batteries—Current State of the Art, Circular Economy, and Next Generation Recycling. *Advanced Energy Materials*, 12(17), 2102917.

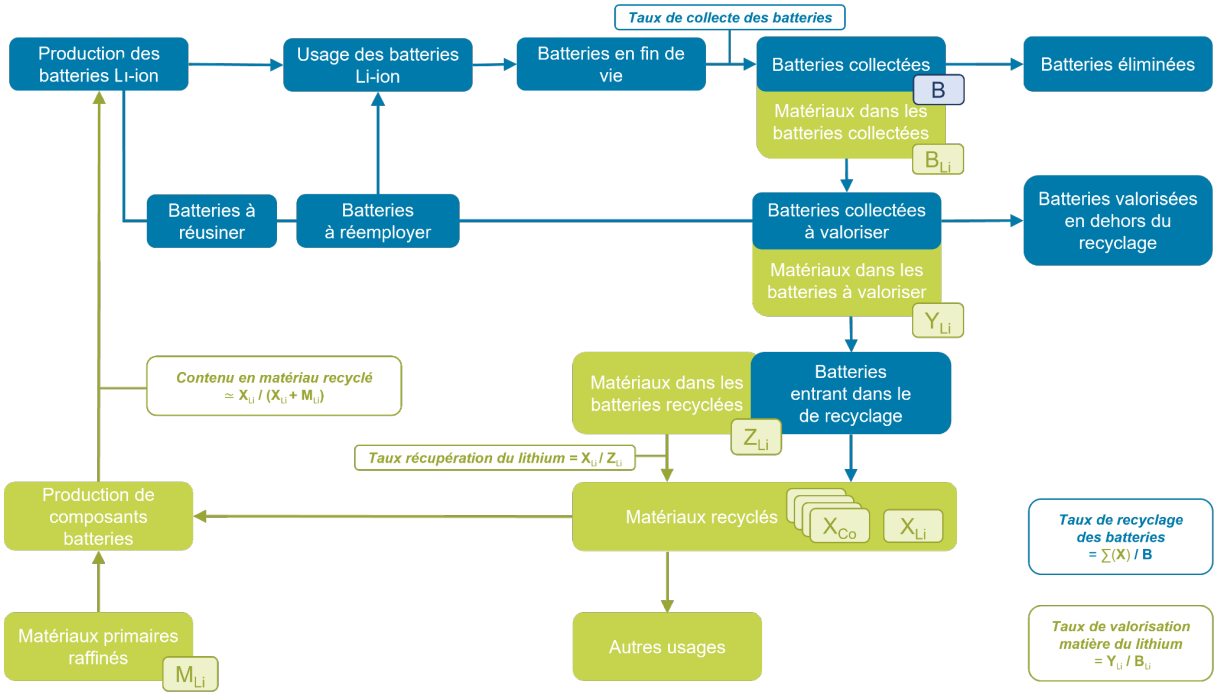

Figure 4 : Schéma de principe de la collecte, du recyclage des batteries Li-ion, ainsi que du taux de récupération et du contenu recyclé en lithium

Légende :

1) Variables:

   Toutes les variables sont des quantités massiques.

   B : batteries collectées

   B_{Li} : lithium contenu dans les batteries collectées

   Y_{Li} : lithium contenu dans les batteries à valoriser (lithium recyclé, contenu dans les batteries réemployées ou dans tout type de valorisation)

   X_{Li} : lithium obtenu en sortie du procédé de recyclage

   X_{Co} : cobalt obtenu en sortie du procédé de recyclage

   ∑(X) : somme de l'ensemble des matériaux issus du recyclage (Al, Cu, Fe, Li, Mn, Co, Ni, graphite, plastiques)

   Z_{Li} : lithium présent dans les batteries à l'entrée du procédé de recyclage

   M_{Li} : lithium issu de l'extraction minière

2) Les différents taux liés aux recyclage :

   Le taux de collecte des batteries établit le rapport entre la masse de déchets collectés auprès de producteurs identifiés et la masse totale des déchets produits par ces mêmes producteurs.

   Le taux de recyclage des batteries est le rapport entre la masse des différents produits recyclés en sortie de procédé de recyclage et la masse totale de batteries pesées en entrée de centre de traitement. Il mesure ainsi notre capacité à transformer les déchets en matières premières secondaires.

   Le taux de récupération est le rendement du procédé de recyclage pour une substance spécifique.

   Le taux de valorisation est le rapport entre la masse d'une substance valorisée[26] et sa masse collectée.

   Le contenu en lithium recyclé, appelé aussi parfois taux de réincorporation, d'une batterie Li-ion est le pourcentage en masse de lithium recyclé dans la batterie par rapport à la masse totale de lithium.

[26] "Toute opération dont le résultat principal est que des déchets servent à des fins utiles en remplaçant d'autres matières qui auraient été utilisées à une fin parti-culière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, dans l'usine ou dans l'ensemble de l'économie." (Directive 2008/98/EC, Article 3, p. 8). Il s'agit, autrement dit, de pratiquement tout usage qui évite la mise en décharge. Pour le lithium, par exemple, même le lithium traité en pyrométallurgie qui n'est pas à proprement parlé récupéré, qui se retrouve dans le laitier, valorisé en sous-couche routière ou dans la fabrication de béton est compté comme "valorisé". La méthode de calcul précise du taux de récupération reste à définir suite à la parution du texte européen de compromis final de l'accord de trilogue sur les batteries (2023).

Avec l'augmentation du prix du lithium, on peut anticiper qu'à l'avenir le recyclage du lithium se développe davantage en Europe ; comme en témoignent déjà de nombreuses initiatives industrielles qui se lancent.

Cependant, certains freins au recyclage demeurent : la baisse progressive de la teneur en cobalt qui a réduit l'intérêt des recycleurs pour les flux de matière issus de la pyrométallurgie, mais aussi la main d'œuvre très qualifiée nécessaire au démantèlement des batteries de véhicule électrique, le manque de standardisation des batteries, et enfin le désintérêt des affineurs de lithium qui vont s'installer en Europe pour le recyclage, moins rentable que d'autres matières premières telles que les sels extraits de saumures provenant d'Argentine et du Chili.

Il semble donc **nécessaire de revoir à la hausse les incitations des pouvoirs publics français et européens pour renforcer la mise en place de ce recyclage.** En effet, des législations sont en cours de validation pour mettre au point des exigences en termes de recyclage des batteries à l'échelle européenne[27].

En ce qui concerne les exigences sur la phase de **collecte des batteries en fin de vie** (voir Tableau 1), il est regrettable que celles-ci ne concernent pas les véhicules électriques, pourtant amenés à devenir le principal poste de consommation des batteries Li-ion dans les prochaines années.

Il s'agit également de fixer des objectifs de recyclage spécifiques pour le lithium, et pour chaque substance. Le scénario négaWatt vise par exemple un taux de récupération du lithium de 80% en 2030 (voir figure 4 et Tableau 1). A contrario, aujourd'hui les exigences en termes de taux de recyclage (voir figure 4) sont fixées pour la somme des matériaux recyclés issus des batteries et non spécifiquement pour chaque substance, ce qui tire vers le bas la qualité du recyclage.

Enfin, **l'apparition d'objectifs au niveau européen en termes de contenu en lithium recyclé des nouvelles batteries est à saluer.** L'objectif initial d'un **taux minimum de contenu en lithium recyclé** dans les batteries de 4 % en 2030 et de 10 % en 2035[28] **a été revu à la hausse avec un contenu en lithium recyclé à 6 % pour 2031 et 12 % en 2036. Cependant, il est regrettable que l'accord trouvé par le trilogue mette sur un pied d'égalité le lithium recyclé dans les batteries en fin de vie et le lithium** issu de "pré-consommation", c'est-à-dire **récupéré à partir de rebuts de fabrication de batteries**. Il est certes intéressant de considérer ces deux types de recyclage, car ils peuvent se renforcer mutuellement, mais il s'agit également d'éviter que l'objectif de contenu en lithium recyclé des nouvelles batteries ne soit atteint que par l'apport de rebuts de production, qui est, de plus, un apport beaucoup plus difficile à tracer et à contrôler.

Ces objectifs semblent faibles par rapport à la nécessité d'encourager la récupération des futures batteries usagées. Pour des raisons environnementales d'abord : le recyclage des composants des batteries lithium-ion en fin de vie a le potentiel de réduire la consommation d'énergie de production et les émissions de CO_2[29]. **Mais aussi en termes de déplétion des ressources : ces dernières, comme le lithium, sont par définition finies,** et il est important de pouvoir préserver celles déjà extraites. Pour cela il y a un besoin de filières spécifiques de recyclage et, en attendant, de stockage afin **que le lithium ne soit pas perdu dans des décharges**[30] ou encore dans des sous-couches routières ou du béton.

[27] Texte de compromis final de l'accord de trilogue sur les batteries. (2023). Trilogue européen. https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/12/09/council-and-parliament-strike-provisional-deal-to-create-a-sustainable-life-cycle-for-batteries/

[28] Proposition de RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL relatif aux batteries et aux déchets de batteries, abrogeant la directive 2006/66/CE et modifiant le règlement (UE) 2019/1020, n° 2020/0353 (COD) (2020).

[29] Pinegar, H., & Smith, Y. R. (2019). Recycling of End-of-Life Lithium Ion Batteries, Part I : Commercial Processes. *Journal of Sustainable Metallurgy*, *5*(3), 402-416.

[30] Pinegar, H., & Smith, Y. R. (2019). Recycling of End-of-Life Lithium Ion Batteries, Part I : Commercial Processes. *Journal of Sustainable Metallurgy*, *5* (3), 402-416. De plus, cette étude souligne que la mise au rebut des batteries Li-ion dans des mauvaises conditions peut entraîner des impacts sanitaires.

	Scénario négaWatt 2022	Objectifs UE
Taux de collecte des batteries	En 2030 : 99 % En 2050 : 99 %	**Pour les 'LMT'[31] :** En déc. 2028 : 51 % En déc. 2031 : 61 % **Pour les batteries portables usagées :** En déc. 2023 : 45 % En déc.2027 : 63 % En déc.2030 : 73 %
Taux de recyclage des batteries	n/a[32]	En déc. 2025 : 65 % En déc. 2030 : 70 %
Taux de récupération du lithium	En 2030 : 80 % En 2050 : 90 %	n/a
Taux de valorisation du lithium	n/a	En déc. 2027 : 50 % En déc. 2031 : 80 %
Contenu en lithium recyclé dans une batterie neuve	En 2030 : 20 % En 2035 : 30 % En 2050 : 85 %	En 2031 : 6 % En 2036 : 12 %

Tableau 1 : Comparaison des objectifs de l'Union européenne et de négaWatt en termes de collecte, recyclage des batteries Li-ion, ainsi que du recyclage et de la valorisation du lithium dans les procédés de traitement

Enfin, il faut avoir à l'esprit qu'on ne peut recycler que la quantité disponible dans le gisement de déchets, c'est-à-dire ici les batteries en fin de vie. Or, dans une économie en croissance, ce gisement est nécessairement inférieur à la consommation actuelle et le contenu en matières recyclées est nécessairement limité. Conséquence : le contenu en matières premières recyclées des batteries est d'autant plus faible que le taux de croissance de la consommation s'accélère !

La sobriété est donc une condition nécessaire pour avoir des objectifs élevés de recyclage.

[31] LMT, "light means of transport" ou "moyen de transport léger", sont des véhicules à roues équipés d'un moteur électrique de moins de 750 watts, sur lesquels les voyageurs sont assis lorsque le véhicule est en mouvement et qui peuvent être propulsés par le moteur électrique seul ou par une combinaison de force motrice et humaine. Ce sont globalement les deux roues électriques.

[32] Le modèle tient compte d'une part de réusinage des batteries dans le bilan matière. Il n'y a cependant pas d'objectif fixé en termes de taux de recyclage des batteries à proprement parler, notamment parce que tous les matériaux constitutifs des batteries ne sont pas intégrés dans le modèle matière.

Le recyclage est un levier essentiel pour diminuer la pression sur l'extraction et pour ne pas perdre la ressource contenue dans les objets en fin de vie, mais il ne permettra pas à lui seul de satisfaire l'ensemble de nos besoins (« de boucler la boucle ») tant que ces derniers seront en croissance !

Vers une augmentation des réserves prouvées ?

La finitude des ressources et l'importance de préserver le lithium contenu dans les objets en fin de vie sont une vraie préoccupation. Cependant, sur cette question de la déplétion des ressources, une objection que l'on rencontre souvent est que la réserve prouvée est appelée à augmenter. En effet, en trois ans, ces réserves sont passées de 14[33] à 22 millions de tonnes aujourd'hui[34]. Du fait de l'intérêt croissant mais relativement récent pour le lithium, on peut facilement anticiper de nouvelles évaluations à la hausse de cette estimation dans les prochaines années, comme cela a été le cas pour le pétrole. Cette hausse s'explique en partie par de nouvelles découvertes et des progrès technologiques dans les techniques d'exploitation. On le voit actuellement avec l'explosion des projets d'exploration et d'exploitation du lithium dans le monde, même s'il faut rester prudent sur leur faisabilité réelle, avec de nombreux projets qui se sont déjà révélés inexploitables.

Mais cette augmentation des réserves est aussi due au fait que des ressources déjà connues, considérées comme inexploitables hier pour des raisons économiques, mais aussi pour des raisons sociales ou environnementales, puissent être envisagées à l'exploitation demain. On l'observe notamment avec l'émergence de projets comme par exemple celui de l'Union européenne Ciran[35].

C'est pourquoi il faut se poser la question suivante : jusqu'où voulons-nous exploiter ? **L'évaluation des réserves ne prend pas en considération les dégâts sanitaires, sociaux et environnementaux générés par l'extraction du lithium.** Doit-on reproduire les mêmes erreurs qu'avec le pétrole ? On peut certes techniquement extraire le lithium à des teneurs de plus en plus faibles, mais les impacts seront non négligeables.

Cette exploitation en augmentation exponentielle se fera au risque de surexploiter les ressources en eau, de polluer définitivement les sols et de contribuer à la perte de biodiversité[36] ainsi qu'au déracinement des populations locales. **N'est-il pas plus raisonnable et plus économique d'anticiper et d'encourager une mobilité plus sobre et plus diversifiée ?**

[33] Mineral Commodity Summaries 2019. (2019). USGS.

[34] Mineral Commodity Summaries 2022. (2022). USGS.

[35] L'UE finance un projet pour étudier les possibilités d'extraction des matières premières critiques dans les aires protégées. (2023, janvier 16). *Contexte*.

[36] Sonter, Laura J., Marie C. Dade, James E. M. Watson, et Rick K. Valenta. 2020. « *Renewable Energy Production Will Exacerbate Mining Threats to Biodiversity* ». Nature Communications 11(1):4174. doi: 10.1038/s41467-020-17928-5.

Scénario négaWatt : vers un usage modéré du lithium

C'est cet exercice que l'Association négaWatt a réalisé dans son dernier scénario pour la France (2022). Elle a mis au point un modèle de simulation dynamique qui intègre la croissance du parc de véhicules électriques, la technologie des batteries, leur maintenance ainsi que l'évolution du recyclage du lithium du point de vue technique et du point de vue du gisement de déchets. Ce modèle est également utilisé dans le scénario européen CLEVER[37] pour évaluer les besoins en lithium primaire de l'Union européenne.

Dans le scénario négaWatt, le besoin cumulé en lithium issu de l'extraction d'ici à 2050 est comparé avec la part de la réserve prouvée mondiale qu'on peut équitablement allouer à la population française. En effet, négaWatt considère, dans un souci d'équité et de justice planétaire, que la France ne doit pas consommer plus que sa part dans la population mondiale. Il s'agit de permettre un niveau égal d'accès à la mobilité durable à l'ensemble de l'humanité, une condition sine qua non de la lutte contre les changements climatiques.

La part de la France étant de 0,86 % de la population mondiale, le volume des réserves prouvées de lithium qui nous est alloué est de 189 000 tonnes.

Face à l'urgence de sortir de la dépendance aux combustibles fossiles, il existe plusieurs solutions de remplacement pour la motorisation des véhicules légers (les voitures) :

- Des véhicules 100 % électriques qui nécessitent de 300 à 600 kg de batteries (dont 5 à 10 kg de lithium) pour des citadines[38] contre 50 à 100 kg de batteries pour les micro-voitures (l'ensemble de la micro-voiture avoisine les 500 kg). À ce jour, seules les batteries lithium-ion peuvent fournir la puissance nécessaire.
- Des véhicules thermiques roulant au bioéthanol, mais cela exige d'augmenter les surfaces agricoles dédiées (900 000 ha aujourd'hui), ou au biométhane, qui nécessite le développement de la méthanisation, de la pyrogazéification et/ou de la méthanation.
- Des véhicules à hydrogène dont la faisabilité économique pour le véhicule particulier et pour les infrastructures associées (transport, distribution, avitaillement) semble peu probable. Le rendement est moins bon qu'un véhicule avec moteur électrique doté d'une batterie et cette technologie repose sur un matériau critique, le platine.
- Enfin les véhicules hybrides rechargeables, à condition bien entendu que le carburant d'appoint ne génère aucune émission, ce qui est le cas du bio-GNV[39]. Dans ce cas, la batterie ne pèse plus que 70 kg, ce qui réduit la tension sur les matériaux, notamment le lithium et le cobalt.

Dans le scénario négaWatt 2022, l'usage de l'hydrogène est réservé à certains trains régionaux sur des lignes non électrifiées, et à une part limitée des bus et des poids lourds. Par ailleurs, ne sont pas envisagées les voitures fonctionnant à partir du seul bioGNV : ce carburant est utilisé seulement dans des solutions hybrides.

Au-delà des choix de motorisation, il est primordial de s'interroger au préalable sur les leviers de réduction de la demande de mobilité. La figure 5 présente des simulations faisant varier les hypothèses sur la présence ou non de mesures de sobriété et sur la diversification des vecteurs énergétiques[40].

[37] https://clever-energy-scenario.eu/

[38] En incluant la maintenance. Ces chiffres dépendent des modèles : environ 300 kg pour la Renault ZOE, entre 350 et 450 kg pour une Tesla Model 3, environ 600 kg pour un SUV électrique (100 kWh de capacité) et environ 100 kg pour une Renault Twizy (micro-voiture donc).

[39] Gaz Naturel pour Véhicules

[40] Les vecteurs énergétiques sont les différents moyens permettant de fournir de l'énergie au véhicule. Voir notamment, notre note sur le sujet : *Mobilité des personnes et vecteurs énergétiques*. (2018). Association négaWatt. https://negawatt.org/Mobilite-des-personnes-et-vecteurs-energetiques

Les mesures sont les suivantes :

- **la sobriété organisationnelle** consiste à créer les conditions d'une modération de nos besoins de déplacement : l'aménagement du territoire en vue de réduire les distances à parcourir pour accéder au travail, aux commerces ou aux loisirs, le développement du télétravail, etc. ;
- **la sobriété dimensionnelle** concerne le bon dimensionnement des équipements par rapport à leurs conditions d'usage : limiter la taille et le poids des voitures, et donc des batteries, en fonction de l'usage, limiter l'autonomie des véhicules afin que les gains sur les performances des batteries se traduisent par une réduction de leur taille et non par une augmentation des kilomètres parcourus ;
- **la sobriété d'usage** portant sur la bonne utilisation des équipements en vue d'en réduire la consommation : limitation des vitesses visant à moins consommer, favoriser les alternatives à la voiture individuelle (modes de transport doux, télétravail, ...) ;
- **la sobriété conviviale** relevant d'une logique de mutualisation des équipements et de leur utilisation : développer fortement l'offre de transports en commun, le covoiturage et l'autopartage.

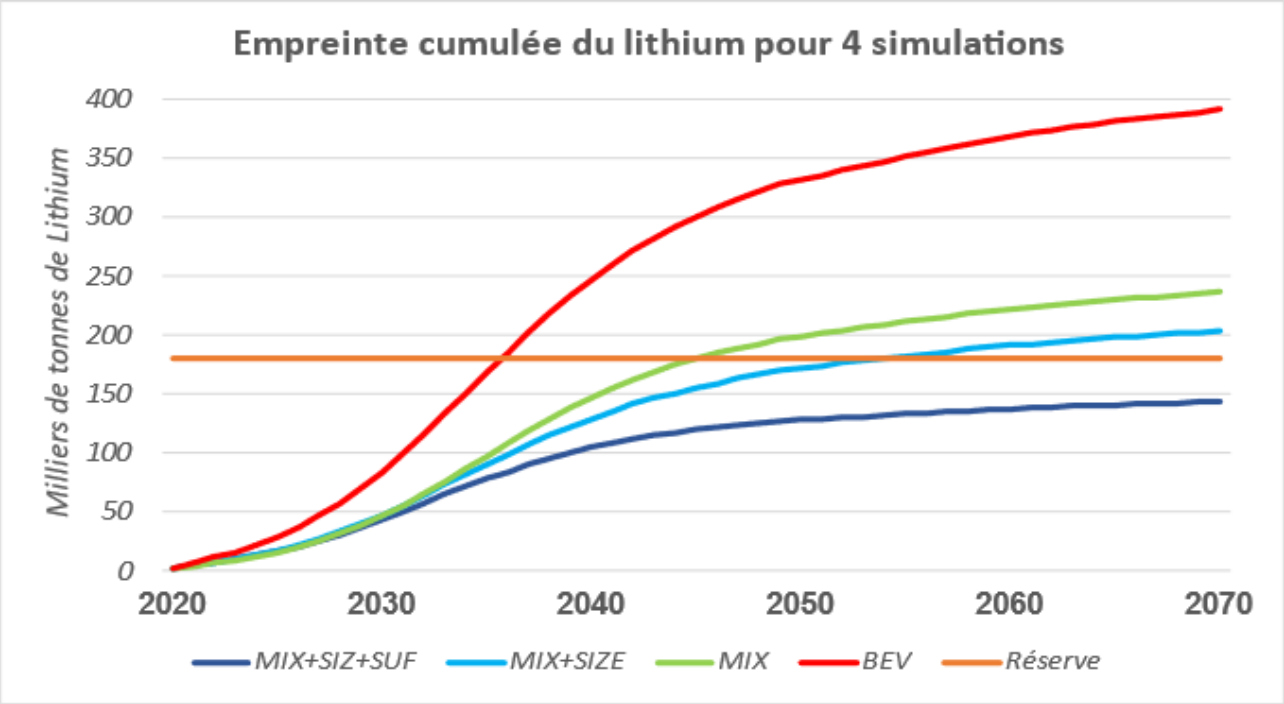

Figure 5 : Empreinte cumulée des consommations de lithium en fonction de différents scénarios de mobilité en France, par rapport à la réserve de 189 000 tonnes allouée à la France

Scénario BEV :
Scénario dit "tout électrique" dans lequel l'ensemble du parc de voitures particulières, de véhicules utilitaires légers et de poids lourds sont électriques à batterie d'ici 2050. Aucune hypothèse majeure de sobriété n'est considérée.

Scénario MIX :
Scénario de diversification des vecteurs énergétiques. La majorité des voitures sont électriques (~70 % des vkm[41]) ou hybrides rechargeables au biogaz (~30 % des vkm) et la majorité des poids lourds sont au biogaz. Aucune hypothèse majeure de sobriété n'est considérée.

Scénario MIX+SIZE :
Scénario ajoutant au scénario MIX des hypothèses de sobriété dimensionnelle. Essor des micro-voitures électriques avec des petites batteries (23 % des pkm[42] en 2050).

Scénario négaWatt MIX+SIZE+SUF :
Scénario ajoutant au scénario MIX + SIZE des hypothèses de sobriété d'usage, conviviale et organisationnelle.

[41] vkm : véhicule.km - utilisation d'un véhicule sur une distance d'un kilomètre. Il s'agit d'une mesure de l'utilisation effective des véhicules, dont on peut déduire les consommations d'énergie (et émissions) induites, en la multipliant par un rendement au km (kWh/vkm ou l/vkm). On peut également en déduire l'intensité d'usage moyen par véhicule, en la divisant par le parc (quantité de véhicules en circulation), cette intensité nous servant par la suite à déterminer le rythme de renouvellement du parc de véhicules.

[42] pkm : passagers.km

La simulation BEV[43] correspond à un choix de mobilité où la flotte actuelle de véhicules est remplacée par **une mobilité 100 % électrique sans hypothèses de sobriété. Il apparaît clairement que ce scénario n'est pas soutenable :** la réserve de lithium allouée à la France se trouverait épuisée dès 2035, et ce malgré des efforts conséquents en termes de recyclage.

Partant de ce constat, il est nécessaire de proposer une diversification des vecteurs énergétiques pour chaque type de véhicule, ce que résume la figure 6. Hormis les citadines, dont l'usage en ville permet de faire une grande place aux véhicules électriques de petite taille, dans le scénario **MIX** les berlines et les véhicules utilitaires font une large place à l'hybridation où l'électricité côtoie l'usage du bioGNV. Pour les poids lourds, l'électricité ne concerne que 18 % du parc, le reste étant dévolu principalement au bioGNV.

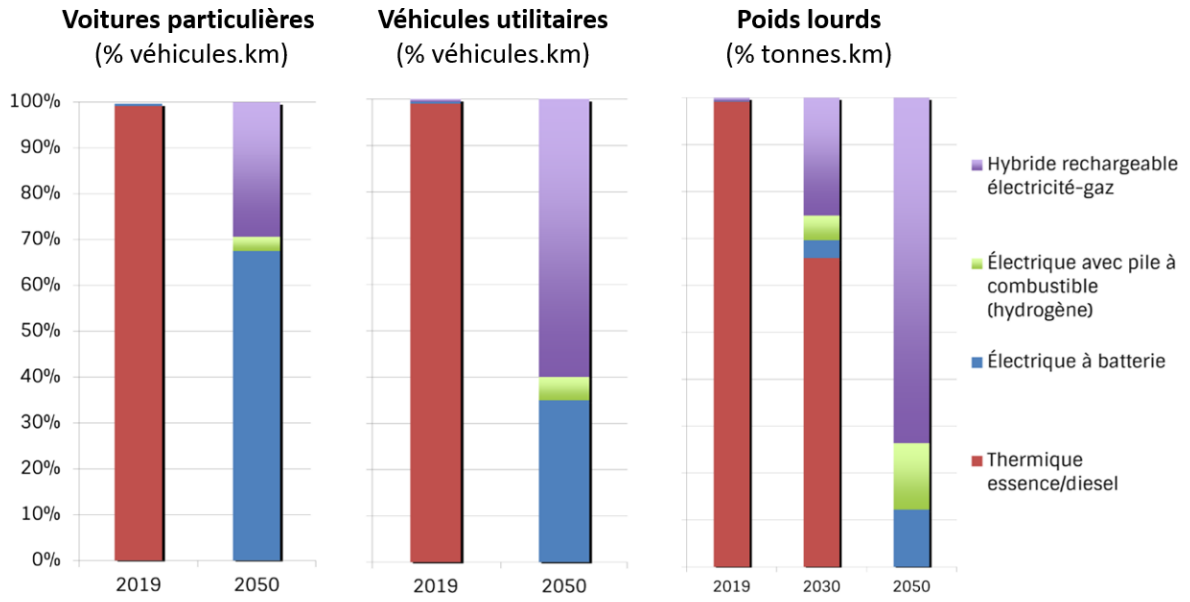

Figure 6 : Répartition du mix de vecteurs énergétiques pour chaque type de véhicule en 2050 selon le scénario négaWatt 2022 (scénario MIX, MIX+SIZE, et MIX+SIZE+SUF de la figure 5)

L'accord européen pour atteindre une mobilité routière à émission nulle d'ici à 2035 a fixé un objectif de réduction de 100 % des émissions directes pour l'ensemble de la flotte de l'Union européenne par rapport à 2021 pour les voitures particulières neuves et les véhicules utilitaires légers neufs[44]. **Il faut saluer l'ambition de cette mesure visant à réduire les émissions de CO_2** "au pot d'échappement" **des véhicules** (et non pas sur l'ensemble du cycle de vie des véhicules), **et qui pose enfin des objectifs ambitieux de lutte contre le changement climatique.**

Cependant, cet accord n'aborde pas la problématique liée à la criticité des matériaux et aux impacts sociaux et environnementaux de l'extraction et du raffinage des éléments nécessaires à l'électrification du parc automobile (le lithium qui fait l'objet de cette note, mais on peut citer également le cobalt, le nickel, le néodyme, etc.). **Les analyses de l'Association négaWatt montrent que pour prendre en compte à la fois la nécessaire transition de la mobilité pour lutter contre le changement climatique et les tensions économiques** (liées à la capacité de production et aux réserves), **écologiques et sanitaires** (liées à l'augmentation considérable de la consommation des ressources métalliques), **il est nécessaire d'agir à deux niveaux : mettre en place des mesures de sobriété et diversifier les vecteurs énergétiques alternatifs aux carburants pétroliers.**

Ces considérations nous amènent à considérer que **la pertinence du bio-GNV et l'hybridation au bio-GNV pour répondre aux défis que pose la mobilité électrique a été largement sous-évaluée.**

---

[43] BEV : *Battery Electric Vehicle* ou véhicules électriques à batterie à distinguer des véhicules électriques hybrides (HEV).

[44] Revision of CO_2 emission performance standards for cars and vans, as part of the European Green Deal | Legislative Train Schedule. (2022, décembre 15). *European Parliament*. Voir aussi : Accord sur l'objectif de zéro émission pour les voitures et camionnettes en 2035 | Actualité | Parlement européen. (2022, octobre 27). [Communiqué de presse]. *Parlement européen*.

Sur la figure 5, on constate pourtant que **le scénario MIX de diversification des vecteurs énergétiques**, avec le recours au bio-GNV **diminue fortement la menace sur le lithium par rapport à un scénario BEV tout électrique.** Pourtant, malgré le desserrement des contraintes permis par ce choix, **la limite du quota de la réserve de lithium allouée à la France est franchie à partir de 2045.**

Pour répondre à ce défi, mais plus généralement au défi énergie et climat, le scénario négaWatt s'est penché sur l'effet d'une meilleure adéquation de la taille des véhicules à leur usage. Aujourd'hui, une voiture est achetée en fonction de son usage le plus intensif (par exemple pour un départ en vacances), ce qui conduit à des voitures surdimensionnées pour les utilisations les plus fréquentes (aller seul au travail ou faire ses courses), sans parler de son temps d'immobilisation. On peut très bien imaginer une évolution des usages pour concilier lutte contre le changement climatique, préservation de la biodiversité et pérennité des ressources : par exemple, les foyers qui en ont besoin possèdent une voiture citadine de taille réduite (de type micro-voiture) et d'autonomie raisonnable pour les déplacements urbains ou de courte distance et, en complément, une flotte de berlines en autopartage, d'usage plus occasionnel, est utilisée pour les déplacements interurbains.

Quand on sait que la batterie d'une berline est 5 fois plus lourde que celle d'une micro-voiture, on mesure l'intérêt du développement de ces dernières. **Dans le scénario négaWatt, les micro-voitures atteignent 23 % de part de marché en 2050** et la conséquence sur les matériaux est illustrée par le scénario **MIX+SIZE** de la figure 5, **soit une économie de près de 30 000 tonnes de lithium d'ici à 2050 et un report de la date fatidique d'épuisement de la réserve à 2055.**

Enfin, d'autres leviers de sobriété existent qui, cumulés avec les mesures de sobriété sur la taille des voitures et la diversification des vecteurs énergétiques, aboutissent au scénario **négaWatt (MIX+SIZE+SUFF)**, représenté sur la figure 5.

- Ces mesures complémentaires de sobriété consistent premièrement à diminuer nos déplacements (grâce au télétravail par exemple) et/ou à les effectuer lorsque c'est possible en transports en commun, à vélo ou à pied. **D'après le scénario négaWatt 2022, entre 2020 et 2050, le nombre de kilomètres parcourus en voiture par habitant passe ainsi de 12 000 à 7 300 km/an.**
- Deuxièmement, le covoiturage réduit l'usage de la voiture et la nécessité d'en fabriquer des neuves. Dans le scénario négaWatt, entre 2020 et 2050, le taux d'occupation moyen par véhicule passe ainsi de 1,7 à 2,3. Enfin, le scénario prévoit que le taux d'équipement en voiture des ménages se réduise de 30 % d'ici 2050 grâce notamment à l'autopartage, au développement des modes actifs et des transports en commun ; ce qui rend économiquement peu attrayant l'achat d'une voiture.

Lors de l'étude de l'impact du scénario négaWatt sur la consommation en ressources, nous avons **prolongé les tendances du scénario négaWatt (MIX+SIZE+SUFF) jusqu'en 2070 et confirmé que seule cette trajectoire ne compromet pas notre empreinte sur le lithium et permet un véritable avenir soutenable**.

Mise en perspective du projet de mine de lithium dans l'Allier

Un projet de mine de lithium à Échassières dans l'Allier[45], qui pourrait devenir la plus grande mine d'Europe, a récemment fait l'objet d'une large couverture médiatique. L'entreprise Imerys qui porte ce projet a estimé que sa production annuelle atteindrait, à partir de 2028, 34 000 tonnes d'hydroxyde de lithium monohydraté, soit environ 5 600 tonnes de lithium métal[46] et ce pendant une durée de 25 ans. La ressource estimée sur ce site représente 95 %[47] des ressources possibles évaluées par le BRGM en France[48] et serait d'environ 248 000 tonnes de lithium métal.

Rappelons qu'il faut être d'une grande prudence avec ces chiffres, aujourd'hui très incertains puisque l'entreprise est encore en phase d'exploration et qu'il s'agit de ressources dites "présumées", **soit un niveau encore faible de certitude sur la quantification de la ressource.** En effet, les ressources minérales sont subdivisées en ressources minérales **présumées, indiquées** et **mesurées**[49] (correspondant aux réserves prouvées), suivant l'ordre croissant de confiance géologique. Les r**essources minérales présumées (ou *Inferred mineral resource*** en anglais), stade aujourd'hui atteint par Imerys, correspondent à la partie d'une ressource minérale où la quantité et la teneur (c'est-à-dire la concentration de la substance d'intérêt, ici le lithium) sont estimées sur la base de preuves géologiques et d'un **échantillonnage limité.** Contrairement aux ressources minérales **indiquées** (stade qui devrait être atteint en 2023, selon les dires d'Imerys), la continuité de la teneur est raisonnablement supposée, mais non vérifiée. **Les ressources minérales présumées bénéficient d'un degré de confiance trop faible pour être converties en réserves, concept utilisé dans le reste de cette note.** Pour continuer cet appel à la prudence au vue du stade très précoce du projet, nous notons également que le chiffre de production de 5 600 tonnes de lithium métal par an pendant 25 ans correspondrait à la ressource annoncée seulement si le rendement de production de chaque étape était de 100 % (ce qui est évidemment impossible).

Cela étant dit, si les estimations de ressources présumées de lithium selon Imerys en 2022 sur le projet de mine à Échassières s'avéraient confirmées par l'exploration toujours en cours, elles **pourraient éventuellement répondre aux besoins cumulés en lithium du scénario négaWatt, estimés à 128 000 tonnes de lithium d'ici à 2050**, **mais en aucun cas à un scénario de type tout électrique sans mesures de sobriété** (scénario BEV sur la figure 5). En effet, le communiqué de presse d'Imerys précise que l'exploitation de la mine pendant 25 ans permettrait d'alimenter 700 000 véhicules électriques/an. Puisque nous avons vu dans le paragraphe précédent que les différents types de véhicules ne demandaient pas la même taille de batterie, ni la même quantité de lithium, **à quoi correspond ce chiffre de 700 000 véhicules par an calculé par Imerys ? Vraisemblablement à des voitures berlines assez autonomes, voire à des SUV, comme le montre le tableau ci-dessous. Or, nous avons vu précédemment, qu'en produisant uniquement des berlines électriques, et c'est évidemment pire avec des SUV, les réserves prouvées de lithium seraient vite épuisées à l'échelle mondiale.**

[45] Vif, J.-Y. (2022, octobre 24). Une première mine de lithium va être exploitée en France, avec l'ambition d'équiper 700 000 véhicules en batteries par an. *Le Monde*.

[46] 100 tonnes d'hydroxyde de lithium monohydraté ($LiOH{\cdot}H_2O$) contient 17 tonnes de lithium métal. Voir tableau de conversion en fin de note. Dans la suite de cette note, l'ensemble des données seront données en lithium métal.

[47] Hors gisements sur zone protégée type Natura 2000 comme à Tréguennec (Finistère)

[48] BRGM (2021) : https://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-71133-FR.pdf (voir page 33)

[49] Plus exactement les réserves prouvées correspondent à la partie économiquement exploitable d'une ressource mesurée pour laquelle au moins une étude de faisabilité préliminaire démontre que, au moment de la déclaration, l'extraction économique pourrait être raisonnablement justifiée avec un degré élevé de confiance.

	Capacité de la batterie	Autonomie (WLTP)	Nombre de véhicules
SUV électrique (2200 kg)	80 kWh	500 km	700 000
Berline électrique (1700 kg)	60 kWh	440 km	940 000
Citadine (1200 kg)	40 kWh	320 km	1 400 000
Microvoiture (500 kg)	6 kWh	70 km	9 400 000
Vélo à Assistance Électrique	0,5 kWh	- 80 km	112 000 000

Figure 7 : Nombre de véhicules pouvant être produits avec 5 600 tonnes de lithium métal en fonction du type de véhicule et de la batterie associée.

Mises en garde :

1) le chiffre de production de 5 600 tonnes de lithium par an est aujourd'hui très incertain

2) Les données sont à titre indicatif et peuvent varier en fonction des modèles

Si la question des modalités d'approvisionnement en lithium et des autres métaux doit être posée à l'échelle européenne et française, **il s'agit également de se poser la question des usages à privilégier dans un monde fini. Cela soulève une question majeure de politique publique : quels modes de consommation sont soutenables et comment les promouvoir ?** Si cette question semble aujourd'hui absente des débats sur les ressources comme le lithium, de nombreux mécanismes pourraient être envisagés pour inciter à la sobriété sous les différentes formes, comme cela a été évoqué sur la mobilité dans le paragraphe précédent, mais également au niveau des constructeurs pour promouvoir la production de voitures et batteries de petites tailles. **Et cela en complément de politiques ambitieuses sur la collecte des batteries en fin de vie, sur le recyclage** et sur l'augmentation du contenu en lithium recyclé dans les nouvelles batteries par rapport à ceux en cours de négociation à l'échelle européenne.

Autre point, la communication réalisée autour du projet de mine dans l'Allier met en avant le faible impact environnemental. **Cependant, à ce jour il n'y a pas assez d'éléments pour se prononcer sur l'impact environnemental et sanitaire réel de ce projet de grande ampleur, puisque nous sommes très en amont du projet.** Le plan opérationnel détaillé n'est pas arrêté, le volume de déchets miniers (dépendant du volume total du lithium exploité, de la technique d'exploitation, de la teneur moyenne en lithium, mais également des sous-produits qui seront valorisés) n'est pas connu, ni leur potentielle toxicité. Les infrastructures de stockage des déchets n'apparaissent pas dans le plan de communication actuel. L'étude hydrogéologique spécifique pour connaître l'impact du pompage des eaux d'exhaure sur la disponibilité de la ressource n'a pas été menée, pas

plus que l'étude du prélèvement nécessaire d'eau pour le transport du concentré et dans les procédés de transformation. L'emprise foncière du projet (mine, infrastructures de transformation, de transports et de stockage des déchets) n'a pas non plus été étudiée en termes d'artificialisation des sols et d'impacts sur la biodiversité. **En un mot, l'évaluation environnementale du projet n'a pas été réalisée, seule à même de fournir une base d'analyse de l'impact environnemental et sanitaire.**

Il est à noter qu'il existe également d'autres projets d'exploration et d'exploitation de lithium sur lesquels des acteurs industriels sont positionnés en France dans le bassin rhénan. Il s'agit d'un type d'exploitation totalement différent : extraction de la saumure géothermale à 2500-3000 mètres de profondeur pour coupler la production de chaleur (géothermie de haute énergie) et la production du lithium. Cette note ne détaille pas ces autres projets.

Enfin sur la question de la souveraineté, il faut rappeler que l'approche en filière intégrée est la seule permettant une autonomie complète et que l'installation sur notre territoire de divers maillons de la chaîne n'est pas une garantie que chaque maillon soit indépendant des importations extérieures. Or il paraît peu probable qu'une intégration verticale complète de la chaîne du lithium soit réaliste à court terme. Par ailleurs, l**a France ne pourra pas être entièrement autonome sur toutes les filières,** comme le cobalt, le nickel, également présents dans les batteries lithium-ion, le néodyme dans les moteurs électriques à aimants permanents, sans même parler de filières métalliques hors secteur automobile. Si la volonté de se doter d'une partie des moyens de production sur les filières liées à la transition écologique paraît réaliste et nécessaire, une complète autonomie de la France est-elle seulement souhaitable ? Les réserves prouvées mondiales de lithium, exploitables dans de bonnes conditions écologiques et sociales, ne devraient-elle pas être envisagées autant que faire se peut dans une approche d'équité et de solidarité à l'échelle mondiale ?

Au-delà de l'aspect souveraineté, si la relocalisation est envisagée pour des raisons écologiques , il ne faut pas oublier que, même avec des mesures fortes de sobriété, les importations continueront sur de nombreuses filières métalliques. Il est donc primordial que les pouvoirs publics veillent au respect des standards internationaux en termes sociaux et environnementaux par les industries productrices et consommatrices de métaux, notamment via la loi relative au devoir de vigilance adoptée en France en 2017, le projet de directive européenne sur le devoir de vigilance actuellement en discussion et le projet de traité sur les multinationales et droits humains de l'ONU. Ces réglementations, existantes ou à venir, doivent s'imposer aux entreprises françaises qui se fournissent en lithium à l'étranger.

De plus, dans cette logique, il paraît important, si l'Europe veut se targuer d'exemplarité sur le plan écologique, de commencer par exclure l'exploitation minière dans les zones protégées sur le territoire européen, a contrario de la tendance actuelle avec le projet de l'Union européenne Ciran[50].

[50] L'UE finance un projet pour étudier les possibilités d'extraction des matières premières critiques dans les aires protégées. (2023, janvier 16). Contexte.

Conclusion

Pour répondre aux défis du changement climatique et à l'urgence de parvenir à la neutralité carbone, le véhicule électrique est incontournable. Néanmoins, la programmation inconsidérée de son usage exponentiel, c'est-à-dire sans décider collectivement d'un plafond concernant l'usage des ressources impliquées, entraînera des problèmes majeurs, notamment sur la filière du lithium, que ce soit en termes économiques, sociaux ou environnementaux, avec le risque d'un transfert d'impact du changement climatique vers des problématiques de surconsommation de la ressource en eau, d'artificialisation des sols, de toxicité et de perte de biodiversité.

La réponse à ce nouvel enjeu n'est pas pas hors de portée, mais elle impose de coupler cette « révolution électrique » avec « une révolution des modes de déplacement et des véhicules », associant mesures de sobriété et diversification des vecteurs énergétiques. C'est ce que propose le scénario négaWatt avec une mobilité plus douce, plus participative et qui laisse une place conséquente au bio-GNV.

Enfin, le cas du lithium montre la nécessité d'analyser et de planifier la transition écologique en prenant en considération son impact en termes de production et de consommation de matériaux, même ceux qui ne sont pas considérés comme critiques aujourd'hui.

Annexe :

Tableau de conversion pour le lithium

Tableau de conversion *Note lithium négaWatt 2023*		Li métal	Li_2O	LiOH	$LiOH \cdot H_2O$	Li_2CO_3
Lithium pur dit "métal"	Li métal	1	0,46	0,29	0,17	0,19
Oxyde de lithium	Li_2O	2,15	1	0,62	0,36	0,4
Hydroxyde de lithium	LiOH	3,45	1,6	1	0,57	0,65
Hydroxyde de lithium monohydraté	$LiOH \cdot H_2O$	6,05	2,81	1,75	1	1,14
Carbonate de lithium	Li_2CO_3	5,32	2,47	1,54	0,88	1

Lecture :

- 3,45t de LiOH ou 2,15t de Li_2O contiennent 1t de Li métal
- 1t de LiOH contient 0,29t de Li métal