

LE LITHIUM

un défi écologique majeur
pour une mobilité décarbonée

Enseignements de l'étude lithium

PROJET MINIMAL *Décembre 2024*


ASSOCIATION
négaWatt

Relever le défi de la décarbonation des transports

Un besoin en lithium en constante augmentation

La consommation de lithium a été multipliée par 4,5 au cours des huit dernières années, passant de 38 000 tonnes en 2016 à 180 000 en 2023. Cette augmentation est en grande partie due à l'explosion de son utilisation dans les batteries **Fig. 1**, un usage qui sera largement majoritaire dans les décennies à venir.

Décarboner nos modes de transport est impératif dans un monde où les carburants fossiles utilisés pour les véhicules des particuliers représentent 11 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Il va falloir électrifier massivement nos déplacements : les véhicules électriques sont en effet aujourd'hui déjà plus performants d'un point de vue énergétique et climatique que les véhicules thermiques sur l'ensemble de leur cycle de vie, et cette performance va encore s'améliorer avec la décarbonation des mix électriques.

L'augmentation des besoins en lithium pour la transition énergétique des mobilités est donc réelle et nécessaire. Toutefois, cette dépendance croissante au lithium soulève d'importantes questions sociales et environnementales.

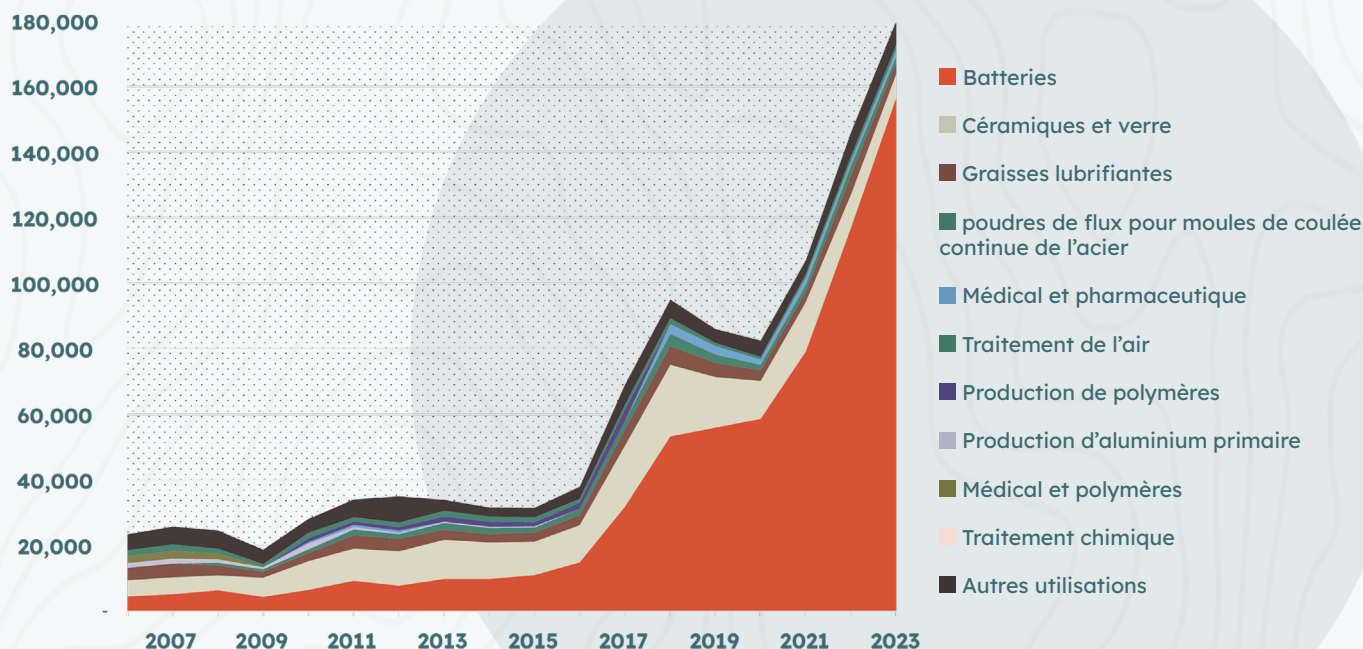


Figure 1

Évolution des usages de lithium à l'échelle mondiale, en tonnes de contenu lithium par an
(Source : traitement données USGS)

Un coût environnemental élevé

Les activités humaines sont déjà à l'origine du dépassement de six limites planétaires sur neuf **Fig. 2**. **L'extraction minière et la métallurgie sont en particulier responsables d'impacts environnementaux majeurs** : émissions de gaz à effet de serre, atteinte à la biodiversité, pollution de l'air, de l'eau et des sols, acidification de sols, eutrophisation des milieux aquatiques, changement d'usage des sols et diminution de la ressource en eau. À cela s'ajoute **la baisse inéluctable des teneurs**, c'est-à-dire une détérioration attendue de la qualité du minerai, qui **conduira à aggraver encore les impacts de l'exploitation des nouvelles sources de métaux**. Il faut également noter que **la décarbonation des procédés de production de la mine et de la métallurgie (via l'électrification notamment) reste un défi loin d'être relevé**.

Quant au cas spécifique du **lithium**, sa **production actuelle engendre un niveau élevé de déchets miniers par tonne de minerai produite**, supérieur à celui d'autres métaux. Cela risque de s'aggraver considérablement à l'avenir, même si, à l'horizon 2050, les quantités de lithium produites resteront bien inférieures à celles d'autres métaux comme le fer.

Son extraction et sa production ont des **impacts sur la ressource en eau**, qui varient en fonction du procédé utilisé.

L'extraction minière du lithium se fait actuellement sur deux principaux types de gisements : **production dans les déserts de sel** (salars) d'Amérique latine à partir du pompage en profondeur des saumures contenant du lithium et **extraction en roche dure**, forme plus classique d'extraction minière.

La production dans les salars présente une **consommation d'eau élevée dans des régions de stress hydrique**, avec notamment des risques de rabattement de la nappe phréatique, d'assèchement des puits et de diminution de l'humidité des sols. Si l'extraction en roche dure peut avoir lieu hors contexte de stress hydrique, elle n'en reste pas moins autant consommatrice en eau et nécessite donc une réelle attention à de possibles futurs conflits d'usages.

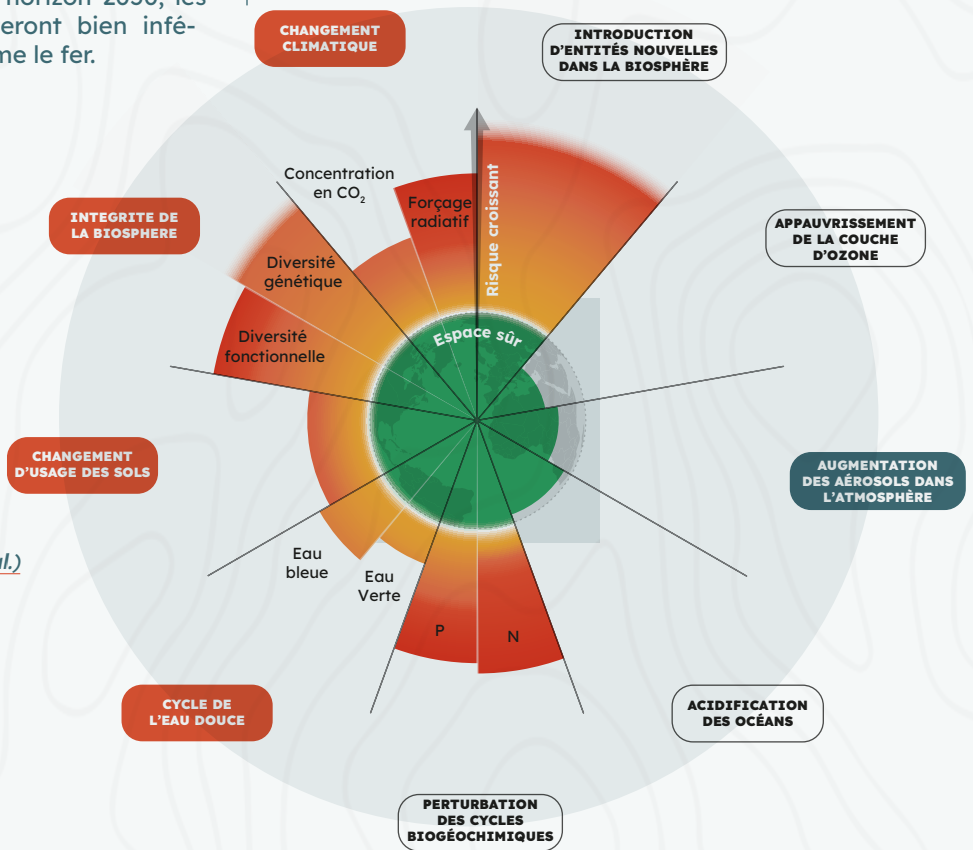


Figure 2
Les limites planétaires et les impacts de la production des métaux
 (Source : modifiée d'après Richardson et al.)

- Limite liée à l'extraction et à la métallurgie, et déjà dépassée
- Limite liée à l'extraction et à la métallurgie

Le recyclage, une solution ?

- Favoriser et développer le recyclage permet de réduire l'empreinte environnementale, et notamment l'empreinte carbone, de la production primaire : pour le lithium l'impact CO₂ de la production issue du recyclage est 38 % plus faible que pour la production minière. Le recyclage est également un levier efficace et réaliste pour relocaliser une partie de la production.
- Mais le recyclage ne suffira pas à sortir de l'extraction à court terme, car les stocks d'équipements en fin de vie contenant du lithium ne sont pas encore suffisants. C'est notamment ce que nous montrons avec notre scénario de référence (voir page suivante), dans lequel le recours au recyclage, parce qu'il est nécessaire, est déjà très poussé.

Pour un corridor de consommation soutenable

Face à ce dilemme écologique, nous proposons un **corridor de consommation soutenable**, concept nouveau permettant de définir un **espace sûr et juste pour la consommation de lithium dans les batteries**. Ce corridor est défini par un **plancher, représentant le minimum social** en termes d'accès au lithium pour garantir des conditions de vie décentes, et un **plafond correspondant au budget écologique d'extraction du lithium** au-delà duquel le risque d'atteinte aux limites planétaires est élevé.



Figure 3
Corridor de soutenabilité du lithium en 2050

* Par hypothèse, la limite planétaire la plus contraignante pour la production tous métaux confondus reste le changement climatique en 2050. Afin de simplifier le modèle et en première approche, le budget écologique n'a été calculé qu'en fonction de cette limite.

Des besoins humains à satisfaire

La consommation en lithium primaire nécessaire pour répondre aux besoins minimaux de l'Europe représente 790 000 tonnes de lithium cumulées sur la période 2018-2050, soit l'équivalent de 5 années et demi de production mondiale au niveau actuel. Pour la seule année 2050, le plancher de consommation s'élève à 3 000 tonnes de lithium pour l'Europe.

Un budget écologique à respecter

Le budget écologique d'extraction du lithium pour l'Europe en 2050 est de 20 000 tonnes. Il correspond à une limite de 459 000 tonnes de lithium pour le monde en 2050. Ce plafond est plus de 4 fois inférieur à la consommation de lithium projetée en 2050 dans notre scénario de référence (voir ci-dessous), qui est de 88 000 tonnes. Cela nous montre l'urgence de changer nos modes de déplacements pour que la consommation de lithium en Europe s'inscrive dans une trajectoire plus soutenable.

Deux scénarios prospectifs européens

- Un scénario de référence, qui peut être défini comme "tendanciel" sur les besoins en déplacements, mais qui projette une électrification totale du transport routier et qui est très ambitieux sur le recyclage.
- Un scénario axé sur la sobriété (Clever), construit en collaboration avec divers partenaires européens, dans lequel l'électrification est totale pour la mobilité routière, et forte pour le fret, et le développement du recyclage est légèrement plus ambitieux que dans le scénario de référence.

Diviser par deux notre consommation de lithium

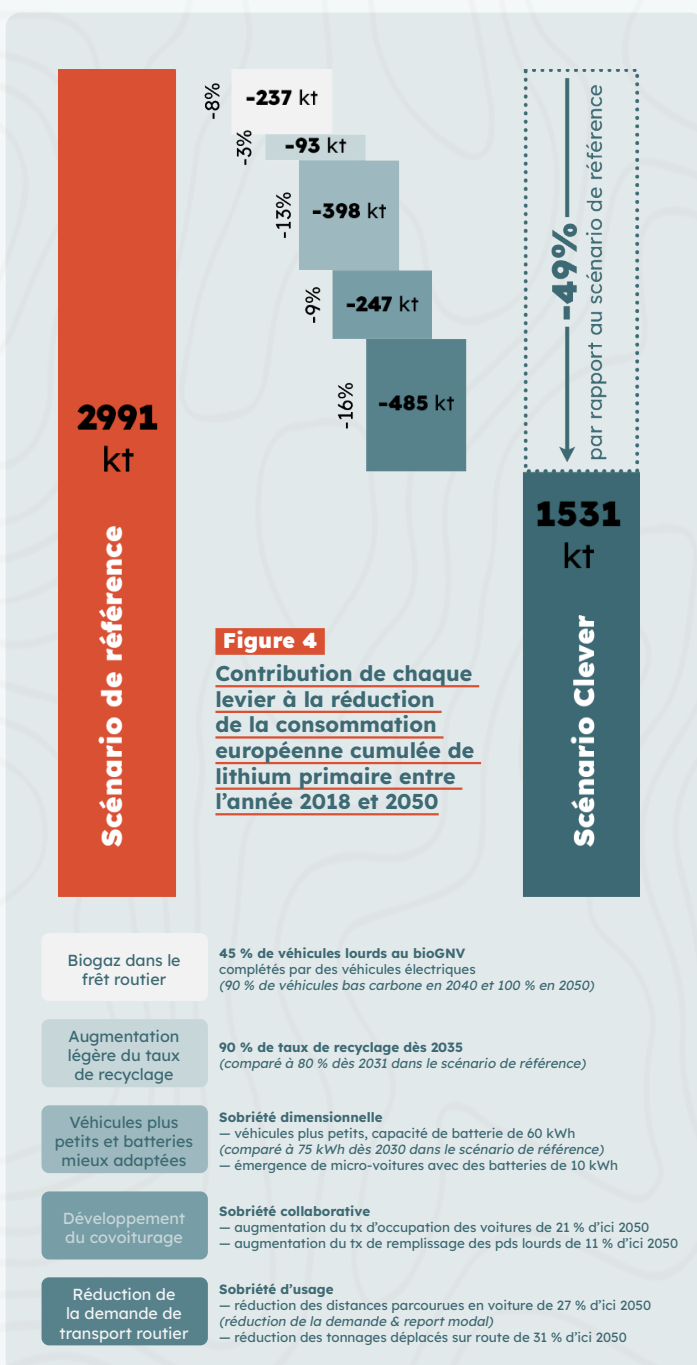
Seule l'activation coordonnée des trois grands leviers – sobriété, efficacité et substitution – serait susceptible de conduire à une consommation de lithium compatible avec les limites planétaires tout en assurant un approvisionnement suffisant pour garantir des conditions de vie décentes pour tous. La comparaison du scénario Clever avec le scénario de référence montre qu'il est possible de réduire la consommation de l'Union européenne de moitié d'ici à 2050 **Fig. 4**.

Le rôle majeur de la sobriété

Les risques d'approvisionnement en lithium pour l'UE sont réels : la demande devrait dépasser l'offre dans les prochaines années. Malheureusement, l'UE concentre sa politique sur la relance de l'offre, **alors qu'une action sur la demande pourrait contribuer à pallier ces risques de manière efficace et plus rapide**. Ainsi, la consommation de l'UE représenterait près de 30 % de la production mondiale en 2050 dans le scénario de référence, contre seulement 10 % dans le scénario Clever. **La sobriété est un levier majeur pour assurer une résilience vis-à-vis des approvisionnements et favoriser l'équité globale. Elle représente à elle seule environ 80 % de la réduction totale proposée par le scénario Clever.**

Elle se traduit par les mesures suivantes **Fig.4** :

- **Réduction des déplacements** (télétravail et visioconférence ; changement de site professionnel au sein d'un même employeur ; vacances moins lointaines) et **développement d'alternatives à la voiture et au fret routier** (vélo et marche à pied, transports en commun et fret ferroviaire) : -16 %.
- **Réduction de la taille des voitures et des batteries** : -13 %.
- **Développement du covoiturage / autopartage** : -9 %.



Quelles politiques publiques ?

- **Imposer aux constructeurs européens une valeur cible de capacité moyenne de batterie** pour réduire la taille et le poids des véhicules.
- **Interdire la publicité pour des déplacements de plus de 1 000 km, et/ou pour tout véhicule soumis à un malus**
- **Mettre un terme aux aides allouées à la route et au transport routier**, impliquant de fait l'arrêt de la construction de nouvelles infrastructures routières, au profit des différentes alternatives.

2 Des processus de production plus efficaces pour réduire les impacts locaux

Il est impératif d'éviter la production des déchets miniers, en privilégiant les gisements avec les teneurs les plus élevées et en valorisant le plus de co-produits possible.

Si l'impact sur la ressource en eau semble malheureusement indissociable de l'exploitation des saumures, il est en revanche possible de mettre en œuvre des techniques visant à consommer moins d'eau lors de l'extraction en roche dure, à savoir le pressage des résidus et le recyclage de l'eau dans les procédés. Une quantité non négligeable d'eau reste cependant prisonnière dans les résidus miniers et ne peut donc être réutilisée ce qui augmente le prélèvement d'eau dans le milieu naturel.

Pour ce qui est des émissions de gaz à effet de serre, si la relocalisation en Europe d'une partie de la production pourrait avoir des avantages, la réduction de l'impact climatique associée reste incertaine, au vu de la difficulté d'électrifier l'étape de concentration du minerai de lithium.

3 La substitution, ou comment remplacer le lithium



Quelles politiques publiques ?

- Exclure l'exploitation minière dans les zones protégées et les biomes les plus riches et les plus fragiles, et ne pas accorder de contournement sur les directives cadre sur l'eau, la directive oiseaux et la directive habitats, même en cas d'intérêt national majeur.
- Améliorer la caractérisation des substances toxiques dans les déchets miniers dans le cadre de la directive européenne sur les déchets miniers (2006/21) en évaluant mieux les risques sanitaires.
- Créer un « Fonds d'indemnisation européen de la gestion des déchets miniers », abondé par les entreprises minières.
- Créer et renforcer les mécanismes incitant à se fournir en matériaux recyclés (fixer des objectifs de collecte des batteries pour la filière automobile, de recyclage excluant la valorisation du lithium dans des usages de qualité très inférieure, d'incorporation de matières recyclées dans les batteries permettant une orientation vers un recyclage de qualité...).

Le contenu en lithium dans les véhicules peut être minimisé en jouant sur les mesures suivantes :

- Diversifier le type de motorisation des poids lourds : si les trajets petites distances (<150km) doivent être électrifiées par batteries, les motorisations hydrogène et biogaz sont aussi pertinentes pour les grandes distances. Dans notre analyse, ce levier apporte une réduction de 8 % des besoins en lithium primaire cumulés sur la période 2018-2050 par rapport au scénario de référence [Fig.4](#).
- Réduire le contenu lithium pour une même capacité de batterie, soit par des évolutions du mix de typologies de batterie (évolution de la part des batteries LFP par exemple), soit grâce à des avancées technologiques au sein de chaque famille de batteries : cela amène à une forte réduction entre 2020 et 2050 de la quantité de lithium nécessaire pour une même capacité de batterie (-32 %). Notons toutefois que la diversification des types de batteries est un levier qui répond mieux à des enjeux de résilience que la substitution d'un métal par un autre à technologie constante. À ce sujet, les batteries au sodium pourraient transformer le secteur des véhicules électriques, offrant une alternative aux batteries lithium plus économique avec un impact environnemental apparemment moindre ; cependant il reste des défis techniques et environnementaux à surmonter.

Enseignements et perspectives

Si les tendances actuelles sont prolongées (augmentation de la demande de transport routier, stabilisation du taux de remplissage des véhicules, course à l'autonomie des véhicules électriques et donc hausse de la taille des batteries), le plafond environnemental défini dans cette étude sera très largement dépassé, avec un scénario de référence correspondant à 4,4 fois le budget écologique d'extraction du lithium en 2050. **La prise en compte des impacts environnementaux liés à l'extraction minière et la métallurgie s'avère donc un défi majeur.**

- La sobriété est un levier impératif pour réduire en premier lieu les atteintes aux limites planétaires, mais également les risques réels d'approvisionnement de lithium pour l'Union Européenne.
- La promotion du **recyclage** reste un levier important pour diminuer l'empreinte environnementale de la consommation du lithium.
- Les nouveaux projets miniers doivent être choisis en fonction de leur efficacité environnementale et non uniquement selon leur emplacement géographique ou leur rentabilité (teneur, type de gisement, vulnérabilité des écosystèmes locaux, tensions locales sur la ressource en eau, présence de polluants potentiels...). Nous proposons des pistes d'analyse sur la qualité environnementale des différents gisements ; elles demandent à être complétées par des informations locales (sociales, économiques) et techniques, et ne peuvent se substituer à une évaluation environnementale poussée projet par projet.

Maintenir la consommation de métaux de l'UE dans les limites planétaires

- L'Association négaWatt a co-rédigé une **lettre ouverte** adressée à plusieurs décideurs européens, et demandant la **mise en place d'une législation européenne en faveur d'une gestion durable des ressources**. Cette demande est appuyée par la publication d'un document plus complet : le **livre blanc pour la gestion durable des ressources** publié en février 2024.
- Par cette initiative, nous demandons des **objectifs contraignants en matière de consommation des ressources** et soulignons le besoin d'objectifs spécifiques par secteur.
- La présente étude constitue une **première proposition de corridor** et avance un certain nombre de mesures à mettre en œuvre pour rester dans un espace sûr et juste de consommation du lithium pour les batteries.



Le projet Minimal

Le changement climatique représente un défi complexe, car il est inextricablement lié à d'autres enjeux environnementaux. Un paradoxe émerge : bien que la réduction des émissions de gaz à effet de serre soit cruciale, la demande accrue en ressources minérales nécessaires à la décarbonation pourrait aggraver les impacts environnementaux.

Cela soulève plusieurs questions : comment déterminer notre véritable besoin en métaux pour garantir qualité de vie et bien être tout en menant la transition énergétique ? Quels critères devraient guider la priorisation de ces besoins afin de minimiser l'extraction ? Et enfin, comment assurer un accès équitable aux ressources minérales à l'échelle mondiale ?

Le projet Minimal, développé par l'Association négaWatt, examine les évolutions possibles dans la production et la consommation des métaux critiques nécessaires à la transition énergétique. Ce projet commence par une analyse du lithium, le premier métal étudié.

**Rapport complet disponible sur :
www.negawatt.org/MINIMAL-lithium**

Rédaction : Judith Pigneur, Adrien Toledano, Stéphane Chatelin, Nicolas Taillard

Contributions : Mathilde Djelali, Adrien Jacob

Relecture : Emile Balembois, Quentin Deforge, Julien Dezombre, Pierre De Pasquale, Natacha Gondran, Emmanuel Hache, Thierry Hanau, Jean-Philippe Hermine, Diana Huet de Guerville, Emmanuel Rauzier, Rose Rondelez, Thibaud Saint-Aubin, Marie Sauze, Thomas Van Nieuwenhuysse

Traduction : Diana Huet de Guerville

Graphisme et mise en page : Stéphane Larue-Bernard

Crédits:

- p.1 Aerial close up of lithium fields, northern Argentina © freedom_wanted | Adobe Stock
- p.3 The 2023 update to the Planetary boundaries © Azote for Stockholm Resilience Centre, based on analysis in Richardson et al. 2023
- p.6 Two rechargeable sodium ion batteries on a bunch of salt © GC Fotoestudio | Adobe Stock
- p.7 Horizontal view of infinite piles of salt in the Salar de Uyuni, Bolivia © Dante | Adobe Stock
- p.8 Lithium Harvesting at Salar de Uyuni, Bolivia © NASA Earth Observatory

Version : 10/01/2025

Ce rapport a été soutenu financièrement par
l'ADEME et la Fondation européenne pour le climat*



Association négaWatt
BP 16280 Alixan - 26 958 Valence Cedex 9 - France
contact@negawatt.org - www.negawatt.org



* La responsabilité des informations et des points de vue exposés dans ce rapport incombe aux autrices et aux auteurs. La Fondation européenne pour le climat ne peut être tenue responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues ou exprimées.