

## Evaluation of the development capacity of primary lithium production by 2040

*Zeinab MORTADA, Damien GOETZ, Matthieu GLACHANT*

*zeinab.mortada@minesparis.psl.eu*

### Overview :

The accelerating global demand for lithium, of which nearly 90%, is now driven by energy transition, particularly the rapid expansion of electric vehicles and stationary battery storage systems, raises fundamental questions about the diversity, availability, and economic viability of lithium resources. This study provides a comprehensive comparative assessment of the principal types of lithium deposits such as brines, pegmatites, clays, and other emerging sources by studying and classifying their geological characteristics, typical size, grade ranges, geographical distribution, and global resource and reserve estimates. Particular attention is given to the subdivision of deposits into grade classes, as well as the role of by-products and the inherent limitations that restrict the production potential of certain deposit types. Beyond the resource base, the research evaluates the technical and economic dimensions of lithium production from each deposit type. This includes mapping the global lithium value chain and analyzing the different processing routes leading to lithium carbonate equivalent (LCE). A techno-economic modeling framework is applied to quantify capital expenditure (CAPEX), operating expenditure (OPEX), project development timelines, and life cycle assessment (LCA) indicators, thereby allowing for cross-comparison of production pathways. Finally, the study investigates how various types of deposits and grade classes are likely to contribute to future lithium supply under different market and policy scenarios. A competitive classification framework is developed to assess which deposits are most likely to enter production, considering technical feasibility, economic competitiveness, and environmental constraints. Scenario analyses are performed to explore the implications of satisfying International Energy Agency (IEA) demand projections, both under idealized assumptions of unconstrained mine development and under more realistic scenarios that acknowledge technical and regulatory bottlenecks. The findings highlight the interplay between resource diversity, project economics, and market dynamics, providing insights into the future trajectory of global lithium production, prices, and the broader impacts of large-scale lithium mining.

**Keywords:** *Lithium, Mining, Demand, Economic, LCA.*

# Évaluation de la capacité de développement de la production de lithium primaire d'ici 2040

## Résumé :

L'accélération de la demande mondiale de lithium, dont près de 90 % est désormais stimulée par la transition énergétique, notamment l'essor des véhicules électriques et des systèmes de stockage stationnaires, soulève des questions fondamentales quant à la diversité, la disponibilité et la viabilité économique des ressources en lithium. Cette étude propose une évaluation comparative complète des principaux types de gisements de lithium, tels que les saumures, les pegmatites, les argiles et autres sources émergentes, en étudiant et en classant leurs caractéristiques géologiques, leur taille typique, leurs teneurs, leur répartition géographique et les estimations des ressources et réserves mondiales. Une attention particulière est accordée à la subdivision des gisements en classes de teneur, ainsi qu'au rôle des sous-produits et aux limites inhérentes qui limitent le potentiel de production de certains types de gisements. Au-delà des ressources de base, la recherche évalue les dimensions techniques et économiques de la production de lithium à partir de chaque type de gisement. Cela comprend la cartographie de la chaîne de valeur mondiale du lithium et l'analyse des différentes voies de transformation conduisant à l'équivalent carbonate de lithium (ECL). Un cadre de modélisation technico-économique est appliqué pour quantifier les dépenses d'investissement (CAPEX), les dépenses d'exploitation (OPEX), les calendriers de développement des projets et les indicateurs d'analyse du cycle de vie (ACV), permettant ainsi une comparaison croisée des filières de production. Enfin, l'étude examine la contribution probable de différents types de gisements et classes de teneurs à l'offre future de lithium selon différents scénarios de marché et de politique publique. Un cadre de classification concurrentielle est développé pour évaluer les gisements les plus susceptibles d'entrer en production, en tenant compte de la faisabilité technique, de la compétitivité économique et des contraintes environnementales. Des analyses de scénarios sont réalisées pour explorer les implications de la satisfaction des projections de demande de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), à la fois dans des hypothèses idéalisées de développement minier sans contraintes et dans des scénarios plus réalistes tenant compte des goulets d'étranglement techniques et réglementaires. Les résultats mettent en évidence l'interaction entre la diversité des ressources, les aspects économiques des projets et la dynamique du marché, offrant ainsi un aperçu de la trajectoire future de la production mondiale de lithium, des prix et des impacts plus larges de l'exploitation minière à grande échelle.

*Mots-clés : Lithium, Exploitation minière, Demand, Économie, LCA.*