

NOVEMBRE 2024

POLICY PAPER

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE, RESSOURCES MINÉRALES ET STRATÉGIE EUROPÉENNE DE SÉCURISATION DES APPROVISIONNEMENTS INDUSTRIELS : CONTRAINTES ET SYNERGIES



YVES JÉGOUREL



Si la réalité même de la transition énergétique est parfois questionnée, voire remise en cause (Fresso, 2023), l'effet de report qu'elle crée sur les ressources minérales, mis en évidence par de nombreuses études prospectives, apparaît indiscutable. Plus de cuivre, de lithium, de nickel, de graphite ou de terres rares : telles sont les conditions non exhaustives permettant de soutenir le développement de l'électromobilité et des énergies renouvelables et, ainsi, de contribuer à la limitation du réchauffement climatique, conformément aux engagements pris lors des accords de Paris sur le climat de 2015. Au-delà des évidences, ce nouveau paradigme pose intrinsèquement la question de la définition et de l'optimalité des politiques publiques et privées permettant, d'une part, une plus grande valorisation du sous-sol et le développement industriel des pays producteurs et, d'autre part, de réduire des contraintes d'approvisionnement et la dépendance stratégique des nations importatrices. Il interroge également, plus fondamentalement encore, sur la volonté, voire la capacité, des nations à s'affranchir des stratégies bilatérales pour engager des négociations internationales sur ces ressources, parallèlement à celles menées sur le climat.

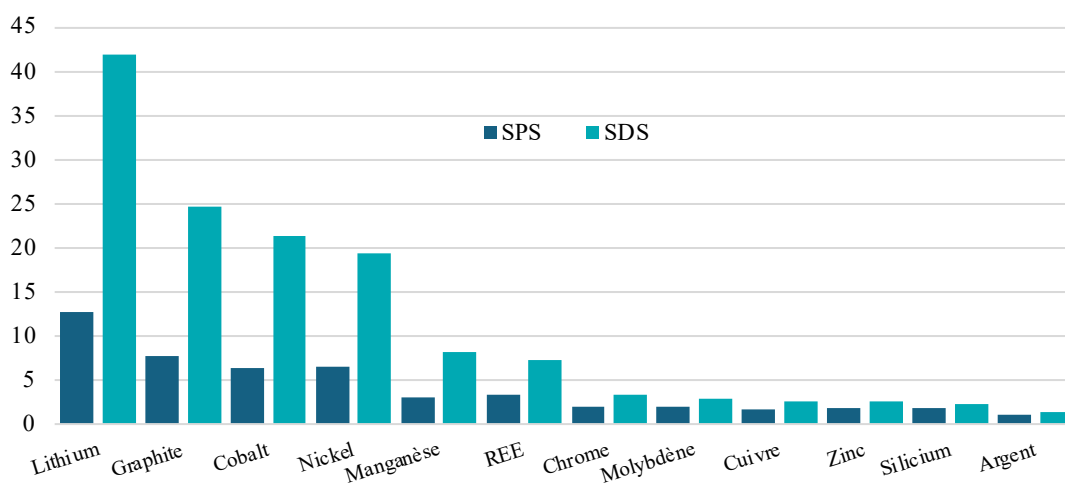
YVES JÉGOUREL

I. INTRODUCTION

Les besoins en ressources minérales devraient fortement croître au cours des prochaines années et décennies pour que les ambitions de limitation de l'augmentation des températures – et donc de décarbonation des énergies – soient respectées : c'est à cette conclusion que de nombreuses études scientifiques parviennent, dont celles menées par l'Agence internationale de l'énergie (IEA, 2021).

Graphique 1 :

Facteurs multiplicateurs de la demande de ressources minérales pour les besoins de la transition énergétique (2020-2040)



Source : International Energy Agency (2021)

Ainsi, cette institution estimait, pour la « seule » transition énergétique, que la demande de lithium pourrait être multipliée par plus de 40 entre 2020 et 2040, selon le scénario SDS (*sustainable development scenario*¹), celle de graphite par près de 25, celle de cobalt ou de nickel par 20 environ, tandis que celle de cuivre ne progressait « que » de 2,6 (graphique 1). Si l'effet de transfert sur la demande de ressources minérales est donc patent, la lecture et la comparaison de ces différents chiffres doivent s'accompagner d'une approche contextuelle pour deux raisons principales. La progression rapide de la demande et sa satisfaction progressive de celle-ci pour certaines ressources, à l'instar du lithium, par exemple, est la première d'entre elles. Selon un rapport plus récent (IEA, 2024), l'IEA estimait ainsi la consommation de lithium pour les technologies propres à 92 000 tonnes en 2023 et l'anticipait à 1,203 millions de tonnes (Mt) en 2040 – toujours dans l'optique du scénario d'une neutralité carbone atteinte en 2050 – soit un facteur multiplicateur de 13, bien inférieur donc à l'estimation réalisée en 2020. La seconde raison tient à la grande différence dans les niveaux de la demande initiale pour les énergies propres, celle de cuivre était comparativement déjà élevée, à quelques 5,71 Mt en 2020 (pour une utilisation globale d'environ 25 Mt), alors que celle de lithium était embryonnaire à cette période.

1. Selon le *Sustainable Development Scenario* (SDS), en comparaison du *Stated Policies Scenario* (STEPS) extrapolant aux horizons 2030 et 2040 les effets des mesures environnementales d'ores et déjà appliquées ou décidées.

Il faut, pour le comprendre, rappeler que la transition énergétique repose sur cinq piliers principaux : (1) le développement de l'électromobilité, ce qui implique donc, pour la décennie actuelle, le recours massif aux batteries dites « Lithium-ion » (Li-ion), en remplacement des véhicules à moteur thermique² ; (2) l'essor des énergies renouvelables et nucléaire, en substitution principale du charbon et du gaz naturel dans la génération électrique, et la promotion des sources de chaleur durable ; (3) le développement des réseaux électriques, notamment des *smarts grids*³, ainsi que celui des infrastructures de transport et de stockage des vecteurs énergétiques durables ; (4) la promotion de l'écoconception/construction, du recyclage et de la réutilisation et (5) l'affirmation d'une nécessaire sobriété dépassant la seule dimension énergétique pour intégrer une composante « matières » globale. Si ces deux derniers piliers ont un effet dépressif sur la demande de ressources minérales, les trois premiers impliquent nécessairement une consommation croissante d'entre elles, expliquant ainsi les chiffres précédents corroborés par de nombreuses études (Deetman *et al.*, 2018 ; Liang *et al.* 2022 ; Watari *et al.*, 2019). Ceci est d'autant plus vrai que l'essor démographique et l'urbanisation impliquent également une dépendance accrue à certaines ressources minérales, qu'il s'agisse du cuivre (Schipper, *et al.*, 2018), du minerai de fer, du cuivre, du zinc ou de l'aluminium, de manière non exhaustive (Krausmann *et al.*). Selon plusieurs études, dont celles de Tokimatsu *et al.* (2017) ou de Watari *et al.* (2021) et si l'on excepte le plomb, la demande pour la plupart « grands métaux » (aluminium, cuivre, fer, zinc) devrait donc croître de manière continue au cours du XXI^e siècle. Une étude menée par Seck *et al.* (2020) suggère en particulier que la demande cumulée de cuivre primaire entre 2010 et 2050 pourrait représenter jusqu'à 89 % de ses ressources connues en 2010.

Cette demande croissante pose inévitablement la question de la disponibilité des ressources extractives (énergétiques comme minérales), par nature non renouvelables. Elle peut être estimée de différentes façons, dont le modèle dit du « pic de Hubbert » (Hubbert, 1956). Celui-ci suggère que le taux de croissance de la production est faible aux premiers stades de l'exploitation d'une ressource, avant de devenir exponentiel puis reflue en raison des limites physiques qui lui sont associées. Bien que controversée, cette approche initialement développée pour calculer le « pic pétrolier » a été appliquée à de nombreuses ressources minérales (Calvo *et al.*, 2017).

L'ensemble des métaux de la décarbonation devrait donc connaître des tensions importantes sur leur offre primaire.⁴ Elles se matérialiseront par une rareté croissante et/ou par une augmentation structurelle des prix (Sverdrup *et al.*, 2019 ; Valero *et al.* 2018) justifiant tout autant leur catégorisation en ressources minérales stratégiques ou critiques par les pays importateurs que la mise en œuvre d'ambitieuses stratégies de sécurisation/diversification des approvisionnements par les pays importateurs. D'importantes différences peuvent cependant être observées au sein de celles-ci, tant au regard des contraintes et des enjeux de disponibilité que du fonctionnement des chaînes de valeur et des marchés sur lesquels elles sont échangées.

2. Nous excluons donc ici, par simplicité, la problématique des carburants durables, qu'ils concernent la mobilité lourde ou légère, même si celle-ci est fondamentale, dans le transport aérien ou maritime, notamment.

3. Ou « réseau intelligent » dont une des fonctions est de permettre un contrôle des flux d'électricité en temps réel et, ainsi, d'optimiser le fonctionnement des réseaux électriques et de renforcer leur sécurité. Sur ce sujet, voir : <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/reseau-intelligent-smart-grid>

4. Minières donc, par opposition aux sources secondaires, issues du recyclage.

II. LES MÉTAUX DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE : DES PROBLÉMATIQUES D'APPROVISIONNEMENT DIFFÉRENTES

Parmi les différentes ressources minérales stratégiques, le cuivre occupe assurément une place unique en raison de son omniprésence dans les trois premiers piliers de la transition énergétique évoqués précédemment, alors que le lithium n'est, à titre d'exemple, nécessaire que pour le développement des batteries Li-ion.

Un cuivre omniprésent face à d'importantes contraintes géologiques et politiques

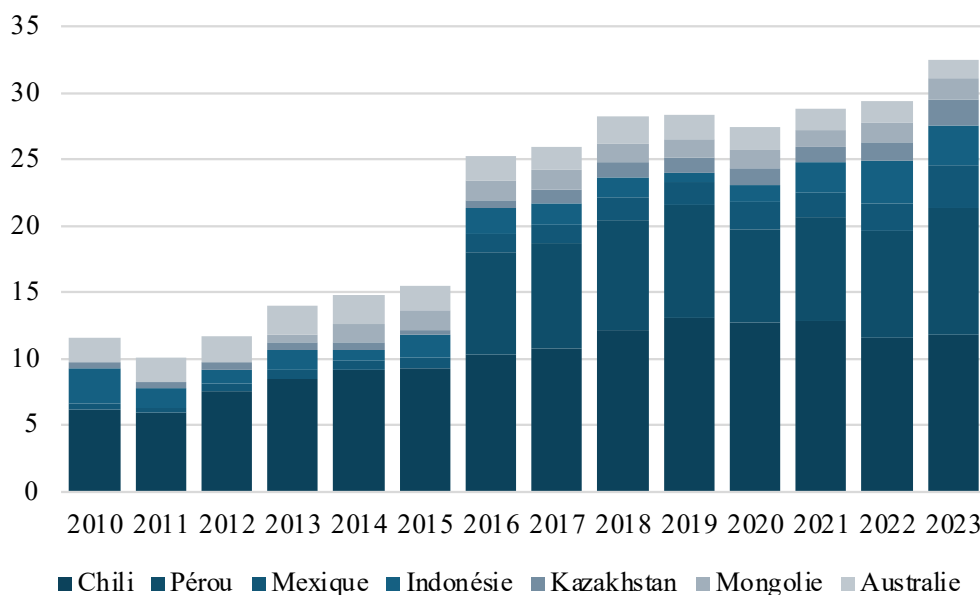
De plus, la métallurgie du cuivre est, avec celle de l'or, particulièrement ancienne, ce qui explique non seulement la diminution progressive des découvertes de gisements majeurs au fil du temps, mais également l'abaissement structurel des teneurs en métal dans les mines existantes. En 1800, le contenu en cuivre du minerai anglais était de 9 % alors qu'en 2015, selon une étude de l'*International Copper Study Group* citée par Flores *et al.* (2020), la teneur moyenne mondiale en cuivre n'était plus que de 0,45 % dans les réserves déclarées et de seulement 0,65 % dans les minerais produits, majoritairement de la chalcopryrite.⁵ Par ailleurs, une étude menée par S&P Global⁶ met en évidence que sur 239 gisements de cuivre identifiés sur la période allant de 1990 à 2023, uniquement 14 l'ont été au cours de la précédente décennie et 3 depuis 2020. De plus, parmi les vingt plus grands gisements, seulement trois ont été découverts après 2010 : Timok (2011), en Serbie, opérée par l'entreprise canadienne Dundee Precious Metals, Onto (2013), en Indonésie, codétenue par le géant brésilien Vale et PT Anta Tambang (Antam) via la coentreprise Sumbawa Timur Mining (STM), ainsi que Kamoakakula, en République démocratique du Congo (RDC), opérée par le groupe canadien Invaehoe Mines (39,6 %), le chinois Zijin Mining Group (39,6 %) et l'État congolais (20 %) au travers de la joint-venture Kamoak Copper SA. Le Chili, le Pérou sont les deux plus grands pays exportateurs de concentrés de cuivre (graphique 2).

5. La chalcocite et la covellite sont des sulfures de cuivre secondaires avec un contenu métallique élevé se trouvant principalement dans des zones proches de la surface. Avec l'épuisement des ressources les plus accessibles, de plus en plus de mines exploitent des zones plus profondes où la minéralisation primaire est plus importante, *i.e.* où plus grande proportion de cuivre est contenue dans la chalcopryrite ayant une teneur en métal comparative plus faible.

6. Voir : <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/new-major-copper-discoveries-sparse-amid-shift-away-from-early-stage-exploration>

Graphique 2 :

Principaux exportateurs de minerais et de concentré de cuivre (HS Code: 2603, en Mt)

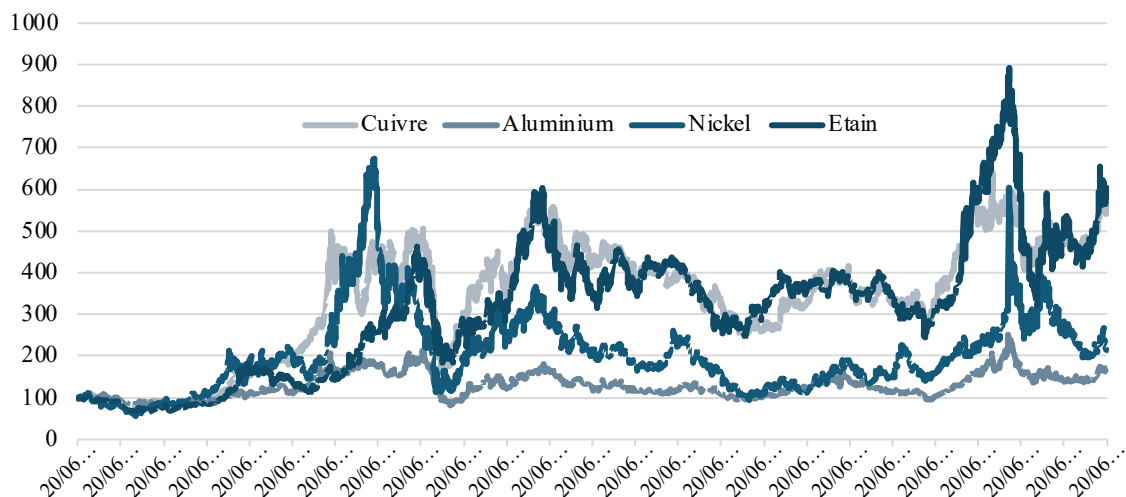


Source : Trade Data Monitor

Cette tension sur l'offre de minerais et de concentrés s'est traduite récemment par un record de prix sur le *London Metal Exchange* (LME) pour le métal rouge. Selon la référence *cash* du marché londonien, il a ainsi atteint 10 775 USD/t le 21 mai 2024, effaçant le précédent sommet de 10 730 USD/t enregistré le 7 mars 2022, au lendemain du déclenchement de la guerre en Ukraine qui avait vu les métaux de base flamber en raison de l'importance de l'offre métallurgique russe sur les marchés mondiaux. Si l'on excepte l'étain dont le marché est, comparativement, très étroit par rapport à ceux des métaux de base et donc propice à des mouvements de cours de forte amplitude, le cuivre est le seul à avoir eu cette dynamique parmi les principaux métaux de la transition énergétique et numérique au cours de la période récente : nickel, cobalt, lithium ou aluminium, de manière non exhaustive (graphique 3).

Graphique 3 :

Évolution du prix des métaux de base (base 100 au 1er janvier 2000)



Source : London Metal Exchange

Il est indispensable de positionner les ressources minérales au sein de leur chaîne de valeur et ainsi de comprendre, au travers du pouvoir de négociation des différents acteurs de ces filières, où les contraintes d'approvisionnement se situent précisément. Au-delà de l'essor des prix du cuivre, c'est ainsi l'effondrement des *treatment charges* et des *refining charges* (TC/RC) qui doit être remarqué sur une majeure partie de l'année 2024. Correspondant au montant qu'un mineur doit payer au fondeur pour transformer un concentré métallique en métal, ces TC/RC sont représentatives du rapport de force entre l'amont extractif et son aval direct. Leur diminution signale donc un accroissement du pouvoir de marché à la faveur du premier, ce qui illustre les tensions présentes et à venir sur l'offre minière.

L'abaissement des teneurs des minerais cuprifères et l'importante contrainte de disponibilité qui en découle renforcent les enjeux territoriaux et, donc, politiques comme sociaux, associés à leur extraction. Ils proviennent d'une volonté légitime des parties prenantes (État, collectivités, salariés, sous-traitants, populations locales), d'une part, d'accroître les bénéfices directs et indirects issus de l'exploitation du sous-sol et, d'autre part, de limiter, voire d'empêcher les externalités environnementales négatives et/ou les nuisances qui découlent de cette activité industrielle.⁷ Ceci est d'autant plus vrai qu'avec l'abaissement des teneurs, l'énergie nécessaire pour exploiter le minerai croît, tout comme les impuretés, ce qui a un impact direct sur l'efficacité du processus de transformation du concentré en anode de cuivre (Flores et al., 2020).

Plusieurs exemples emblématiques attestent de ces enjeux et des tensions qui ont pu en découler. Entre 2019 et 2023, un litige a opposé la multinationale minière indienne Vedanta et l'État zambien, au sujet de la mine de Konkola (KCM). Ce dernier, sous la présidence d'Egdar Lungu, accusait le groupe de non respect de ses engagements

7. Par souci de concision, nous ne traitons pas ici de la question, pourtant fondamentale, des mines artisanales.

d'investissement pour le développement du projet et avait, en conséquence, saisi les actifs de KCM jusqu'à la résolution du conflit fin 2023. En République démocratique du Congo (RDC), une opposition de même nature s'était faite jour en juillet 2022 entre le Chinois CMOC et la société d'État Gécamines concernant les royalties et des intérêts, cette dernière accusant l'opérateur d'avoir minimisé l'ampleur des réserves minières afin de minimiser les revenus dus à l'État congolais au titre de l'exploitation de la mine de Tenke Fungurume. Après un blocage de dix mois, le différend fut toutefois réglé. Plus récemment, en décembre 2023, First Quantum Minerals (FQM) a dû cesser l'exploitation de la mine de Cobre, située au Panama, à la suite de l'arrêt de la Cour suprême du pays déclarant inconstitutionnel le contrat de concession liant l'entreprise canadienne et le gouvernement. Les considérations environnementales sont au cœur du problème et un premier arrêt de la mine avait déjà eu lieu fin 2022, mais les opérations avaient repris mi-mars 2023. La production de cuivre du site était de 330 863 tonnes en 2023, soit 1,5 % de la production mondiale, ce qui expliquait pour partie l'élévation des cours et l'abaissement des TC/RC évoqués précédemment.⁸

Cobalt et nickel : des enjeux technologiques... et économiques déterminants

Au sein de la transition énergétique, le cobalt et le nickel ont, à la différence du cuivre, pour principal débouché le segment des batteries Li-ion qui peuvent utiliser le sulfate de nickel et l'hydroxyde de cobalt dans leurs cathodes, en addition du manganèse, mais également du lithium et du graphite. Plusieurs chimies coexistent en effet au sein d'une même technologie, principalement les batteries dites « NCA » (nickel, cobalt, aluminium), « LFP » (lithium, fer, phosphate) et « NMC » (nickel, manganèse, cobalt) donc. Parmi ces dernières, les cathodes ont vu s'accroître la part du nickel, au détriment de celle du cobalt. Aux premières batteries NMC 111 associant à parts égales ces deux ressources et le manganèse ont en effet succédé les NMC 622 puis les NMC 811 portant la proportion de nickel à 80 % pour dix pour cent de cobalt et de manganèse. Cette substitution s'explique non seulement par le coût élevé du cobalt, la forte localisation de son offre minière, mais également par la diversité des problématiques éthiques associées à l'extraction de cette ressource en RDC, au premier rang desquelles le travail des enfants, et ce, pour une performance et une durabilité égales, voire accrues. La réduction de la quantité de cobalt tend effectivement à améliorer la résistance du matériau cathodique aux contraintes mécaniques et accroît le nombre possible de cycle de charge/décharge de la batterie.

La substitution entre le nickel et le cobalt au sein des cathodes de certaines batteries ne peut toutefois faire oublier que le cobalt, sous-produit du cuivre et du nickel, si l'on excepte la mine de Bou-Azzer au Maroc, voit son destin être en partie lié à ces deux derniers métaux en raison de leur processus productif, notamment celui du métal du diable.⁹Après les phases d'extraction et de concentration du minerai pouvant être soit des sulfures, soit des latérites (notamment en Indonésie), pyrométallurgie pour les premiers et hydrométallurgie pour les seconds seront en effet utilisées. Dans ce

8. Une première procédure d'arbitrage international a été demandée par FQM en novembre 2023, avec une formalisation de la demande de l'entreprise canadienne en juillet 2024.

9. Surnom parfois donné au nickel pour des raisons historiques. Confondu avec du minerai de cuivre par les mineurs de Saxe, l'extraction du métal était alors impossible, expliquant le terme de « cuivre du diable », *kupfernickel*, librement traduit en français par métal du diable, celui du « vieux Nick ».

dernier cas, des usines de lixiviation acide à haute pression (HPAL¹⁰) sont nécessaires pour récupérer le nickel et le cobalt contenus dans le minerai et fournir des produits intermédiaires qui seront alors transformés en produits précurseurs de batterie, tels que du MHP (*Mixed Hydroxide Precipitate*) de l'hydroxyde de nickel-cobalt ou du MSP (*Mixed sulfide pricipitate*), bien que ce dernier soit davantage issu du traitement des amas sulfureux.¹¹ L'essor récent de ces derniers produits s'est en partie construit sur l'insuffisance de nickel de haute qualité, sous forme de briquettes et de poudre, conduisant alors le marché à privilégier des produits intermédiaires moins onéreux qui, après élimination des impuretés (le MHP contient entre 40 % et 50 % de nickel), est relativement aisément convertible en sulfate.¹²

À la différence du cuivre, l'enjeu fondamental associé au nickel n'est donc pas *stricto sensu* celui de la disponibilité minière, mais bien celui de sa transformation en produits raffinés permettant de répondre à la demande de l'électromobilité. En raison de coûts de construction et d'exploitation (particulièrement élevés des usines HPAL, mais également des contraintes physiques associées à cette métallurgie, la problématique du nickel de classe 1 est donc avant tout technico-économique. Cette dernière dimension s'exprime sous différents angles, au premier rang desquels la rentabilité des activités productives, qui est intrinsèquement dépendante des prix du nickel et du cobalt mais également de ceux de l'acide sulfurique ou de l'énergie. Son influence sur la localisation de la production est donc déterminante et peut expliquer l'essor considérable de l'offre indonésienne... ou l'impasse dans laquelle se trouve aujourd'hui la filière nickel en Nouvelle-Calédonie.

Si le nickel a vu son rôle au sein de l'électromobilité croître, ses débouchés demeurent prioritairement le secteur sidérurgique. Leur offrant ductilité et une plus grande résistance à la corrosion, il est en effet utilisé, dans des proportions variables, pour la fabrication de certains aciers inoxydables, avec le chrome notamment. Privilégié pour les plus hautes qualités d'acier, le nickel raffiné peut être concurrencé par des formes moins pures, tels que le ferronickel, contenant entre 20 % et 30 % de nickel, ou de la fonte de nickel (*nickel pig iron*) offrant une teneur en métal plus faible (entre 4 % et 13 %) et une plus grande quantité d'impuretés, mais bénéficiant d'un avantage de coût significatif. L'offre internationale pour ces nickels dits de « classe 2 » – par opposition au nickel de classe 1 utilisé pour le segment des batteries – est également dominée par l'Indonésie dont les exportations se sont envolées au cours de la dernière décennie. Pour le ferronickel, elles sont ainsi passées d'un peu moins de 1,9 Mt, en 2015, à 8,5 Mt, en 2023, portées à 5,3 Mt entre janvier et juillet 2024, et pourraient approcher 10 Mt en 2024 (graphique 4).

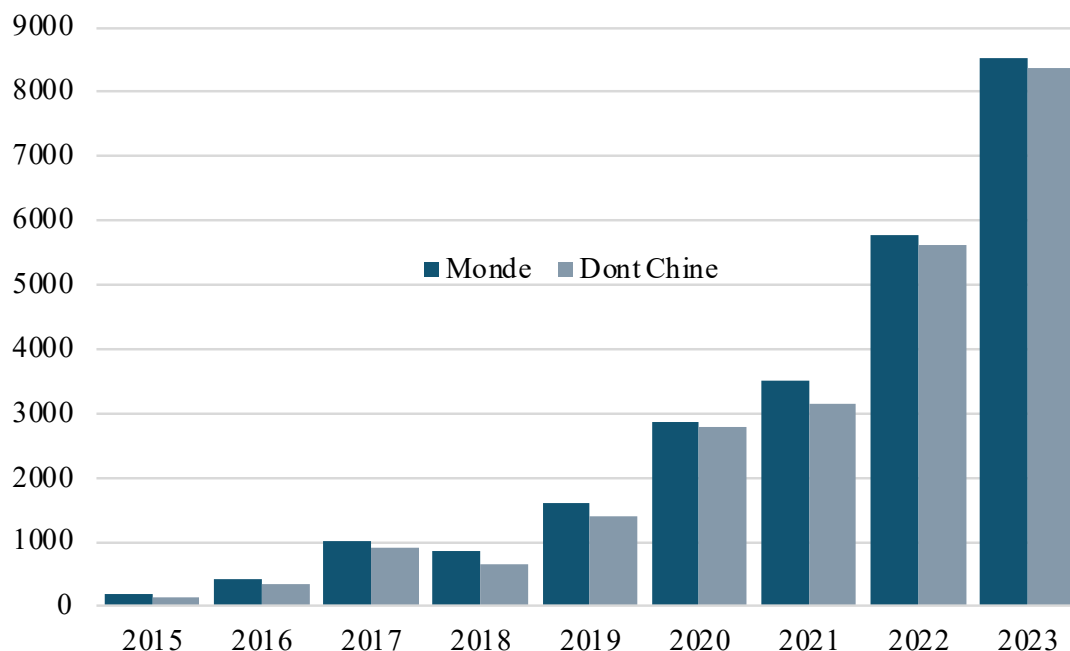
10. *High Pressure Acid Leaching*.

11. Pour une présentation des enjeux du marché du nickel, voir notamment Jégourel (2022b).

12. Voir <https://www.mining.com/mixed-hydroxide-precipitate-the-new-class-one-nickel>

Graphique 4 :

Exportations indonésiennes de ferronickel (en milliers de tonnes)



Source : Trade Data Monitor

Une autre grande problématique associée au marché du nickel tient à la capacité de rééquilibrage entre les deux débouchés qui sont les siens : celui de l'acier inoxydable et celui des batteries. En raison de l'instabilité de la demande d'acier inoxydable, d'une part, et de sulfate de nickel, d'autre part, un des enjeux de la filière « nickel » est de créer des passerelles économiquement et environnementalement viables entre ces deux routes industrielles. En mars 2021, le groupe chinois Tsingshan a ainsi annoncé engager une production de matras de nickel de haute teneur (75 %) à base de NPI grâce à la réutilisation d'une technologie bien connue portée à l'échelle industrielle, et ce, dans le but de produire du nickel de qualité batterie. Bien que plus complexe que la conversion de MHP en raison d'un nécessaire processus de désulfuration, ce processus entre précisément dans ces enjeux d'équilibrage du marché, au prix toutefois d'un bilan carbone particulièrement élevé.

Lithium : une question de temps... et de lieu ?

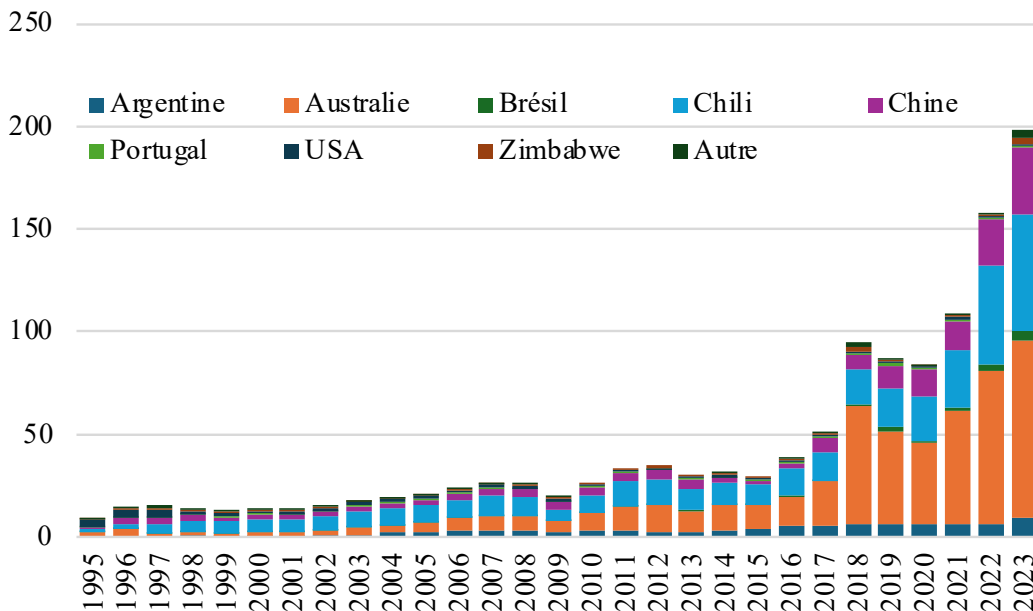
Comme évoqué précédemment, le lithium est la ressource minérale dont la demande était, en 2020, amenée à croître le plus fortement jusqu'en 2040, selon le scénario SDS de l'IAE. À la différence du nickel, du cobalt ou du manganèse seulement présents dans les cathodes des sous-catégories de batteries NMC, ce métal est, lui, incontournable dans l'ensemble des batteries Li-ion, qu'il s'agisse des types NMC, NCA ou LFP (Lithium, Fer, Phosphate). Il y est utilisé non seulement dans la cathode, mais également dans

l'électrolyte. Le lithium peut y être incorporé sous forme d'hydroxyde (HLM)¹³ ou de carbonate de lithium (LCE)¹⁴¹⁵ (Lithium Fer Phosphate).

Le lithium est toutefois relativement abondant dans l'écorce terrestre et, nonobstant l'explosion à venir de sa demande, la problématique n'est pas tant celle de sa disponibilité géologique que celle du niveau des capacités productives au cours de la prochaine décennie. Deux sources principales de lithium existent : d'une part, l'exploitation des gisements de pegmatites, à l'instar du spodumène australien représentant 56 % de l'offre en 2023¹⁶ et celles des lacs salés (« salars »), d'autre part. D'autres sources sont néanmoins identifiées, qu'il s'agisse des saumures géothermales – à l'instar notamment du projet Emili développé dans l'Est de la France ou celui porté par Vulcan Energy Resources, en Allemagne – ou de la jadarite, comme en Serbie (Rio Tinto).

Graphique 5 :

Évolution de l'offre minière de lithium
(en milliers de tonnes)



Source : Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024)

Suivant l'essor programmé de la demande, l'offre minière de lithium a très fortement augmenté au cours de la dernière décennie (graphique 5). En 2023, elle s'est portée à 198 000 tonnes (mesurée en lithium contenu), contre 30 400 tonnes dix années auparavant, soit une progression de plus de 550 % sur cette période. Rapprochant l'offre ainsi mesurée en 2023 et l'analyse prospective menée par l'IEA (IEA, 2024)

13. Davantage présent dans les batteries NMC ou NCA.

14. Plus précisément, l'électrolyte intègre du lithium sous forme d'hexafluorophosphate de lithium (LiPF), obtenu à partir de carbonate de lithium.

15. Dans les batteries de type LFP. On considère que ce type de batterie incorpore en moyenne entre 0,8 et 1,2 kg de LCE par kilowatts-heure (kWh), soit entre 9 kg et 13 kg de lithium métal dans une batterie de 60 kWh présente dans une berline de taille moyenne.

16. Source : <https://lelementarium.fr/element-fiche/lithium/>

estimant la demande de lithium à quelque 1,3 Mt en 2040 pour satisfaire l'objectif de neutralité carbone, la progression de la production ne devrait plus être que de 6,5 entre 2023 et cette échéance.

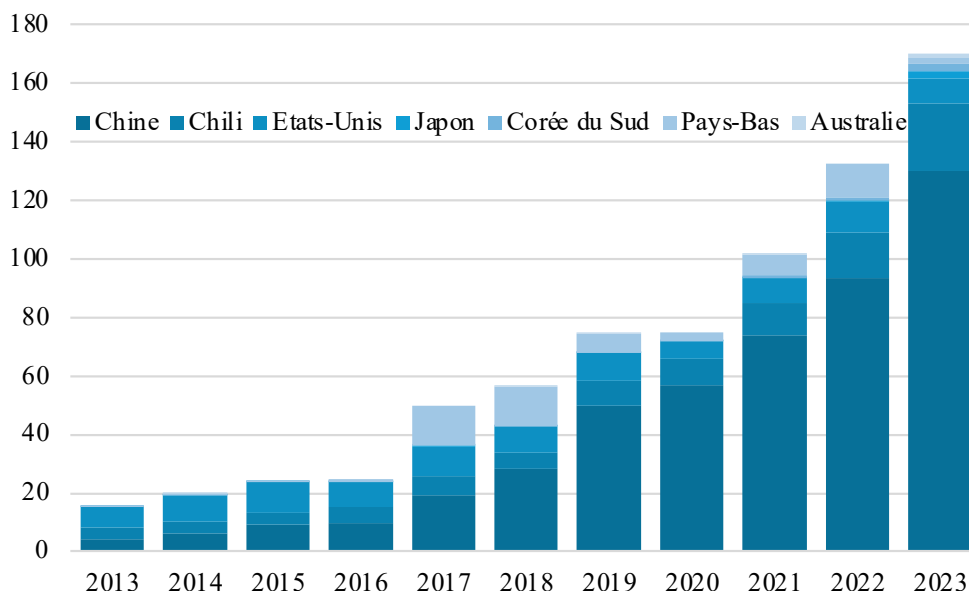
Une fraction significative de l'élévation de cette offre minière est due à l'Australie, premier producteur mondial avec des volumes atteignant 86 000 tonnes (soit 43 % du total mondial) ainsi qu'au Chili et à la Chine. En raison des nombreux projets en cours de développement, ces différentes statistiques pourraient évoluer sensiblement au cours des prochaines années. Par ailleurs, cette répartition géographique de l'amont extractif n'est que très imparfaitement représentative des « rapports de force » internationaux sur le lithium, ceux-ci devaient être avant tout appréhendés au regard des détenteurs du capital de la mine ou des droits sur le projet minier.

Au-delà de son offre issue de l'exploitation de son sous-sol, la Chine est ainsi présente dans l'actionariat de nombre de mines à l'international ou dans des projets en cours de développement. C'est en particulier le cas en Australie où plusieurs groupes chinois sont présents dans une structure traditionnelle de *joint-venture* : Tianqi Lithium (dans Talison Lithium, à hauteur de 51 % ; co-actionnaire : l'Américain Albermarle), Jiangxi Ganfeng Lithium (dans Mount Marion, 50 % ; co-actionnaire : l'Australien Mineral Resources), de manière non exhaustive. Les intérêts chinois sont également présents en Argentine, dans l'exploitation du salar de Cauchari-Olaroz (Jiangxi Ganfeng Lithium, en partenariat avec Lithium Argentina) ou dans le projet du groupe français Eramet d'exploitation des salars de Centenario et Ratonés (Tsingshan). Il est enfin à noter que Tianqi détient une partie minoritaire mais significative (22,16 %) dans le groupe chilien SQM (Sociedad Química y Minera de Chile) depuis 2018.

La croissance de l'offre minière s'est accompagnée d'une hausse très sensible des exportations d'oxyde et d'hydroxyde de lithium (graphique 6). Bien que celles-ci restent relativement stables pour la plupart des principaux pays exportateurs, tel n'est pas le cas pour la Chine dont les volumes sont passés de 4 200 tonnes en 2013 à 130 000 tonnes en 2023, soit une progression de près de 3 000 % sur une décennie.

Graphique 6 :

Principaux exportateurs d'oxyde et d'hydroxyde de lithium
(HS Code: 282520, en milliers de tonnes)



Source : Energy Institute- Statistical Review of World Energy (2024)

Malgré des perspectives de demande favorable sur le long terme, ce dynamisme de l'offre de lithium s'est traduit par un effondrement des prix au cours des deux dernières années. Ceux-ci sont en effet passés d'une valeur record d'environ 590 000 yuans (CNY) par tonne en novembre 2022, soit 84 000 USD/t, à 75 500 CNY/t, posant la question non seulement de la rentabilité à court terme des mines existantes mais également celle de l'incidence de cette faible valorisation sur la décision d'investissement des projets en cours de développement.

III. POLITIQUES PUBLIQUES EUROPÉENNES ET PILOTAGE DE LA SÉCURISATION DES APPROVISIONNEMENTS EN RESSOURCES MINÉRALES STRATÉGIQUES

Face à la domination chinoise sur la quasi-totalité des chaînes de valeur des ressources minérales de la transition énergétique, la plupart des économies industrielles ont lancé des plans stratégiques visant à limiter leur dépendance et ainsi à sécuriser leurs approvisionnements, condition *sine qua non* de la pérennité de leurs industries, automobile et énergies renouvelables tout particulièrement. L'identification de cette contrainte forte de disponibilité n'est toutefois pas nouvelle.

Les mesures européennes : de l'identification des risques au Critical Raw Materials Act de 2023

Dès 2011, la Commission européenne a en effet établi une première liste des « substances critiques », i.e. ayant la double caractéristique d'être importantes économiquement pour les États membres de l'Union et d'être exposées à un risque de moindre disponibilité. Actualisée trisannuellement, elle intègre, dans sa cinquième et dernière édition datant de 2023, 34 ressources, avec l'inclusion notable du cuivre.¹⁷ Par ailleurs, un consortium de recherche dédié aux matières premières critiques (*EIT Raw Materials*) a été créé en 2015 et positionné au sein de l'Institut européen de la technologie et de l'innovation.¹⁸ Poursuivant cette logique, l'Union européenne (UE) a lancé en 2020 la *European Raw Materials Alliance* (ERMA) dont le but est de « développer des chaînes de valeur résilientes pour les écosystèmes industriels de l'UE, de réduire la dépendance à l'égard des matières premières primaires critiques grâce à l'utilisation circulaire des ressources, de renforcer l'approvisionnement national en matières premières et d'en diversifier l'approvisionnement auprès des pays tiers ».

Ces différentes ambitions ont été réaffirmées dans le contexte du *Critical Raw Materials Act* (CRM Act) annoncé en mars 2023¹⁹ en réponse à la déclaration de Versailles de 2022²⁰, et effectif depuis le 23 mai 2024. Dans le cadre d'une stratégie plus globale voulue par le plan industriel *Green Deal*, le CRM Act s'articule avec d'autres mesures phares de l'Europe, et notamment le *Net Zero Industry Act* (NZIA) adopté à la même période. Dans son volet intra-européen, il définit en particulier des objectifs précis à atteindre à l'horizon 2030 en matière de capacités de production des pays membres afin de réduire leur dépendance aux importations, notamment en provenance de Chine. Pour les ressources minérales ainsi identifiées, le CRM Act aspire à ce que l'offre des pays membres satisfasse :

- 10 % de la consommation annuelle européenne de minerais ;
- 25 % des besoins du recyclage ;
- 40 % des besoins de raffinage.

En outre, pas plus de 65 % de la consommation annuelle de l'Union de chaque matière première stratégique ne doit provenir d'un unique pays tiers, quel que soit son degré de transformation. Actant de l'urgence à promouvoir les sources domestiques de ressources minérales et de la relative inélasticité de l'offre dans le domaine minier ou métallurgique dans une moindre mesure, le CRM Act promeut un certain nombre de dispositions, parmi lesquelles la simplification des procédures et des délais administratifs liés à l'ouverture d'une mine, d'une usine de raffinage ou de recyclage. Il est ainsi précisé dans l'alinéa 32 (préambule) que « Pour les projets stratégiques qui ne portent que sur la transformation ou sur le recyclage, la durée de la procédure d'octroi des autorisations ne devrait pas dépasser 15 mois. Pour les projets stratégiques qui concernent l'extraction, compte tenu de la complexité et de l'importance des incidences susceptibles de découler de tels projets, la durée de la procédure d'octroi des autorisations ne devrait pas dépasser 27 mois ».

17. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_en

18. <https://eit.europa.eu/>

19. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en

20. <https://www.consilium.europa.eu/media/54777/20220311-versailles-declaration-fr.pdf>

Dépassant ces objectifs, le texte européen acte l'importance d'un environnement économique et financier favorable à l'essor de cette offre extractive et métallurgique européenne. Deux axes sont ainsi évoqués : (i) le déclenchement d'aides publiques d'État « *sous forme de garanties, de prêts ou d'investissements en fonds propres ou en quasi-fonds propres* » lorsque les investissements privés sont insuffisants, en raison d'un niveau de risque trop élevé, (ii), de développement de mécanismes de protection contre le risque de prix que subissent les industriels européens. Considérant ainsi, dans l'alinéa 41, que « *la volatilité des prix de plusieurs matières premières stratégiques, exacerbée par le manque de possibilités de couvrir ces prix sur les marchés à terme, crée un obstacle tant pour les promoteurs de projets qui cherchent à trouver un financement pour leurs projets dans le secteur des matières premières stratégiques que pour les consommateurs en aval qui cherchent à obtenir des prix stables et prévisibles pour leurs principaux intrants*, le CRM Act suggère de développer des plate-formes d'échange de ressources stratégiques facilitant la rencontre entre acheteurs et vendeurs européens. Parmi ses nombreuses autres dispositions, le texte européen souligne également, dans ses alinéas 45 et 46, l'importance de développer un monitoring des risques accrus – incluant l'obligation pour certaines grandes entreprises de réaliser des *stress tests* pour évaluer le degré d'exposition de leur propre chaîne de valeur au risque de rupture d'approvisionnement. En toute logique, il stipule en outre qu'il est opportun de renforcer et coordonner la gestion des stocks stratégiques de métaux critiques au sein de l'Union. Ces différentes préconisations s'accompagnent enfin d'une exigence d'application des critères de développement durable tant au sein de l'UE que vis-à-vis des pays tiers, qu'ils portent sur le droit du travail, les droits de l'homme ou la protection de l'environnement.

Fort de ces différentes dispositions, le CRM Act définit dans son chapitre 3 (section 2, article 6) ce qu'est un projet stratégique à l'aune de cinq critères : (i) une contribution significative à la sécurité de l'approvisionnement de l'Union en matières premières stratégiques ; (ii) une réalisation technique dans un délai raisonnable et avec un volume de production attendu du projet pouvant être estimé avec un niveau de confiance suffisant ; (iii) une mise en œuvre respectant les critères de développement durable ; (iv) des avantages transfrontières au-delà de l'État membre concerné pour les projets développés dans l'Union et (v) pour les projets dans les pays tiers émergents ou en développement, des avantages mutuels pour l'Union et le pays tiers concerné, lequel devra bénéficier d'une importante valeur ajoutée au titre dudit projet. Cette reconnaissance stratégique vise à en faciliter la mise en œuvre par une accélération des procédures administratives au regard des procédures d'octroi des autorisations, des mécanismes de levée de fonds nécessaires au développement du projet ou des procédures d'achat des ressources stratégiques qui seront produites (section 4, articles 15, 16 et 17).

Par ailleurs, au titre des articles 22 et 23 du même chapitre 4, il est acté que les États membres doivent communiquer à la Commission européenne (CE) des informations sur l'état de leurs stocks stratégiques, sauf lorsque ces informations peuvent porter atteinte à leur défense ou à leur sécurité nationale, et que ceux-ci doivent être coordonnés. Cette tâche est portée par la CE qui doit en outre mettre en place et gérer « *un système destiné, d'une part, à agréger la demande des entreprises intéressées établies dans l'Union qui consomment des matières premières stratégiques et, d'autre part, à solliciter des offres auprès des fournisseurs en vue de répondre à cette demande agrégée* » (article 25). De manière non exhaustive, le CRM Act porte enfin un volet gouvernance en instituant dans son chapitre 6, un Comité européen des matières premières critiques (article 35) constitué de représentants de tous les États membres et de la Commission.

Bien que nombre de dispositions du CRM Act aient une dimension interne, le volet international n'est pas oublié. De toute évidence, l'Europe ne peut être autosuffisante pour un grand nombre de matières premières critiques ou non, dont elle dépend et elle se doit donc de développer des accords commerciaux lui permettant d'en faciliter l'importation. La création d'un club des métaux critiques²¹ regroupant les pays producteurs et utilisateurs de ces ressources est ainsi envisagée, tandis que nombreux protocoles d'accord (MoU) bilatéraux ont d'ores et déjà été signés, avec l'Argentine, l'Australie, le Canada ou le Chili, notamment.²² L'Union européenne compte enfin parmi les quatorze membres de l'initiative "*Mineral Strategic Partnership*" visant à favoriser entre les signataires des actions collaboratives permettant de développer des chaînes d'approvisionnement diversifiées et durables.

Une nécessaire prise en compte de la situation énergétique européenne

Si l'efficacité du CRM Act se mesurera à l'épreuve des faits et à l'aune de l'engagement des États membres, force est de rappeler cependant que la capacité de l'Europe à sécuriser ses approvisionnements est, en premier lieu, intrinsèquement dépendante d'un contexte souvent difficile marqué par une intensité concurrentielle à l'échelle internationale et par une dégradation sensible de la situation géopolitique mondiale.

Comme le souligne le rapport Draghi sur l'avenir de la compétitivité européenne (Draghi, 2024), l'Europe souffre d'un déficit de compétitivité vis-à-vis de ses partenaires commerciaux au regard des prix de l'énergie, en particulier de ceux du gaz naturel et donc de l'électricité, en raison du mécanisme particulier de formation de ses cours. Toujours selon le même rapport, ces derniers seraient environ deux à trois fois supérieurs à ceux des États-Unis ou de la Chine. Pour mémoire, l'Europe est historiquement dépendante du gaz russe, le volume d'importation par gazoducs en provenance de ce pays représentant 29 % de sa consommation en 2021, soit près de 168 milliards de m³ pour une demande totale de 572 milliards de m³²³ (graphique 7). Cette part s'est fortement réduite depuis, tout comme la consommation européenne, celles-ci passant respectivement à 11 % (soit 49,8 milliards de m³) et 463 milliards de m³. La dépendance gazière de l'Europe reste toutefois importante et la nécessaire substitution du gaz russe s'est faite au profit du gaz naturel liquéfié (GNL) dont les volumes d'importation sont passés de quelque 71 milliards de m³ en 2018 à 169 milliards en 2023, soit une progression de 137 % en cinq ans. Or, l'Europe ne bénéficie que peu des contrats d'approvisionnement à long terme et à prix indexés pourtant fréquents dans l'univers du GNL. Ceci implique que les achats se font, jusqu'à présent, majoritairement aux conditions du marché *spot* avec, à la clé, une forte variabilité des cours. Le *Title Transfer Facility* – référence de prix gazier pour l'Europe continentale –, a ainsi atteint 227 EUR par mégawatts-heure (MWh)²⁴ le 7 mars 2022 (soit une multiplication par près de vingt par rapport aux prix de début janvier 2020) puis la valeur record 340 EUR/MWh le 29 août suivant.

21. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661

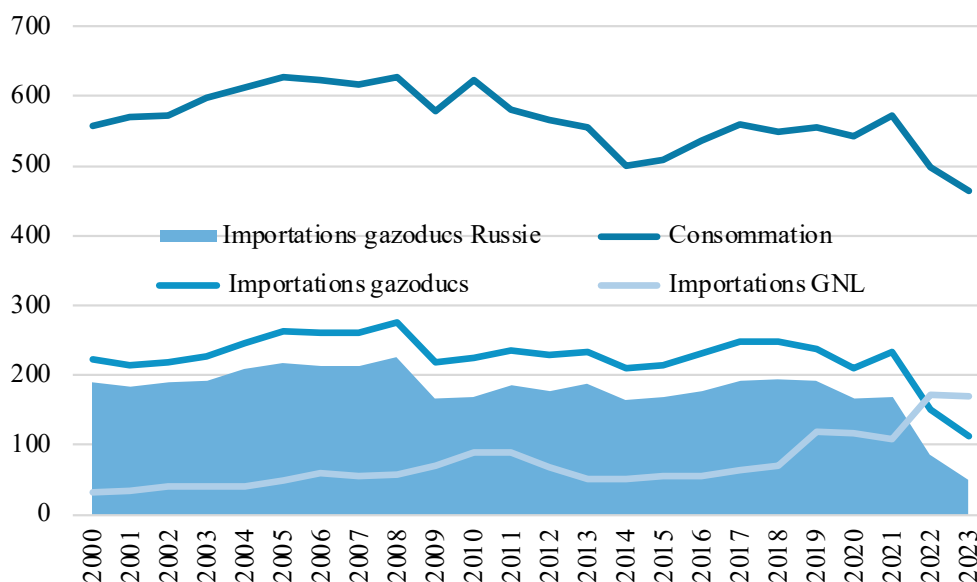
22. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/raw-materials-diplomacy_en

23. Entendue au sens large, à savoir les membres européens de l'Organisation pour le commerce et le développement économiques plus Albanie, Bosnie-Herzégovine, Bulgarie, Croatie, Chypre, Macédoine du Nord, Géorgie, Gibraltar, Lettonie, Lituanie, Malte, Monténégro, Macédoine du Nord, Roumanie et Serbie.

24. Le prix donné ici correspond au cours de clôture du contrat à terme sur l'*Intercontinental Exchange* (ICE).

Graphique 7 :

Offre et demande gazières en Europe (en milliards de m³)



Source : Energy Institute – Statistical Review of World Energy (2024)

Les prix gaziers européens ont très fortement reflué depuis, s'établissant aux environs de 40 EUR/MWh mais l'instabilité et le différentiel de prix vis-à-vis des États-Unis demeurent. L'impact sur l'industrialisation européenne est donc important, et notamment pour la métallurgie (Jégourel, 2022a).

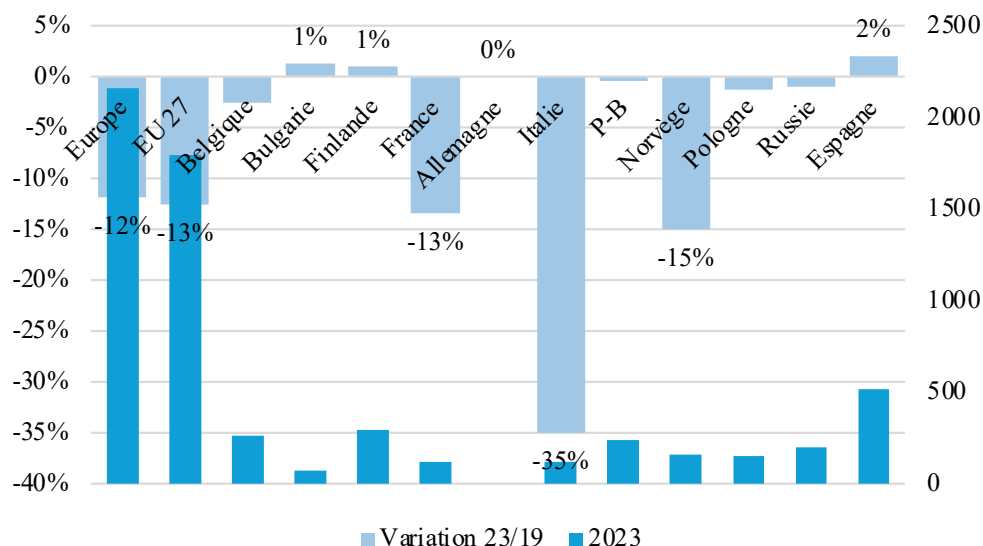
Bien que ne figurant pas dans l'actuelle liste européenne des ressources critiques, le zinc compte parmi les métaux de la transition énergétique, notamment dans l'éolien *offshore* où il est utilisé pour la galvanisation. Or, sous l'effet de prix énergétiques élevés et d'une demande atone, le niveau de production de l'UE 27 de zinc raffiné a fortement reculé entre 2019 et 2023 (-13 %, passant de 2,45 Mt à 2,16 Mt), alors qu'il a progressé de 3 % en Chine sur cette même période pour atteindre 6,85 Mt, soit la moitié de l'offre mondiale (graphique 8). En raison de l'intensité énergétique du processus d'électrolyse permettant de transformer l'alumine en métal, un même constat peut être dressé pour l'aluminium – qui compte également parmi les métaux de la transition énergétique²⁵ – dont l'offre a singulièrement reflué au cours de la dernière décennie. Selon les statistiques de l'Aluminium Institute²⁶, la production d'aluminium primaire en Europe de l'Ouest et centrale est en effet tombée à 2,713 Mt en 2023, alors qu'elle s'était établie à 3,45 Mt en 2019 et à 3,61 Mt dix années auparavant.

25. La bauxite, l'alumine et l'aluminium figurent d'ailleurs dans la liste européenne des ressources minérales critiques de 2024.

26. <https://international-aluminium.org>

Graphique 8 :

Production 2023 de zinc raffiné en Europe (en milliers de tonnes & en pourcentage)



Source : International Lead and Zinc Study Group (ILZSG)

Cette question des prix de l'électricité en Europe interroge plus globalement sur la capacité des industries européennes associées à la transition énergétique (de l'amont extractif jusqu'au recyclage donc) à renforcer leur compétitivité-prix face à l'offre internationale, chinoise tout particulièrement.

Sécurisation des approvisionnements et compétitivité-prix

Si l'on dépasse la « seule » dimension énergétique, la problématique de la compétitivité et de la rentabilité des opérateurs européens s'interprète différemment, selon le niveau des prix et leur positionnement au sein de la filière. De toute évidence, et comme énoncé dans le CRM Act, la priorité européenne – comme pour tout pays importateur – ne peut être que de sécuriser les volumes en ressources critiques nécessaires aux différents secteurs d'activité qui en dépendent. Il s'agit toutefois d'une condition nécessaire mais pas suffisante à la pérennité de ces derniers. On comprendra aisément qu'il s'agit également, pour les utilisateurs européens, d'obtenir ces ressources à un cours égal ou inférieur à celui dont bénéficie la concurrence étrangère et, symétriquement, pour les miniers ou recycleurs européens, de produire à des niveaux de prix en adéquation avec les conditions tarifaires mondiales. De ce point de vue, le déséquilibre annoncé entre l'offre et la demande à un horizon d'une à deux décennies ne peut faire oublier que les dispositifs européens doivent intégrer l'éventualité d'une chute importante et durable des prix, à l'instar de la situation observée sur le lithium actuellement. Comme évoqué précédemment, la problématique de la volatilité des prix est certes bien identifiée au sein du CRM Act (alinéas 36 et 41), mais la façon de la traiter à l'échelle européenne n'est pas pleinement explicitée. Ainsi, l'ambition légitime de protéger les différents acteurs des chaînes de valeur européennes de ses conséquences délétères est annoncée, mais les mécanismes pour y parvenir ne sont pas précisés, notamment dans un contexte de baisse du prix des ressources minérales stratégiques tel qu'observé actuellement.

Face aux vastes plans européen et américain de sécurisation de ses approvisionnements combinant le renforcement de l'offre minière et le développement des activités de recyclage et une diplomatie renforcée des ressources minérales, il semble pertinent pour la Chine de créer les conditions d'une abondance temporaire venant mettre à mal les *business models* de ses nouveaux « concurrents ». De ce point de vue, l'Europe doit mettre en œuvre des mécanismes favorisant la stabilité de l'actionnariat afin d'éviter/limiter la fuite des capitaux privés lorsque la rentabilité de ses entreprises extractives ou de recyclage faiblit en raison de la baisse des cours des matières qu'elles produisent. Ceci implique en particulier de renforcer singulièrement les partenariats publics/privés aidant à la levée de fonds et au « *deleveraging* » des risques. L'inclusion du secteur minier dans la taxonomie verte européenne²⁷²⁸ est par ailleurs essentielle.

Stockage stratégique : de l'évidence aux contraintes opérationnelles

On pourrait également s'étonner de l'absence de « doctrine » relative à la constitution/gestion des stocks stratégiques et du peu de modalités définissant leur fonctionnement. Or, l'optimalité des stratégies de stockage est complexe à définir, dès lors que l'on dépasse les fausses évidences. Avoir des ressources stratégiques (minérales et énergétiques) à disposition permet d'éviter, lors de chocs d'offre, toute rupture de flux de nature à perturber le bon fonctionnement des entreprises qui en dépendent, et c'est la raison pour laquelle nombre de pays en disposent. Dès 1939, le Congrès américain promulgue ainsi le *Strategic and Critical Materials Stock Piling Act*, une loi fédérale autorisant la constitution de stocks de certains matériaux stratégiques et critiques essentiels, dans le domaine militaire comme civil, pour la défense nationale des États-Unis (*National Defense Stockpile*). Elle a récemment été réaffirmée par l'*executive order* (EO) n°13 817 signé en 2017 par Donald Trump et ordonnant au Département de l'Intérieur de mettre en œuvre une politique fédérale réduisant la vulnérabilité de la nation aux perturbations dans l'approvisionnement en minéraux critiques. Il sera suivi par l'*executive order* n°14017²⁹ signé par Joe Biden avec pour ambition de réactiver la politique des États-Unis dans ce domaine. Au Japon, la *Japan Organization for Metals and Energy Security* (JOGMEC) s'est, elle, engagée à partir de 1983, dans une stratégie coopérative entre l'État et des intérêts privés de stockage des terres rares.

Face à la domination de la Chine et de l'usage par celle-ci de stratégies coercitives prenant la forme de licences d'exportation sur le gallium, le germanium ou, plus récemment l'antimoine³⁰, il est évidemment opportun que l'Europe se dote d'outils similaires. Parce que le lithium et les terres rares sont une des conditions *sine qua non* du développement de l'électromobilité et de l'éolien offshore en Europe, il était

27. Règlement (UE) 2020/852 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2020, sur l'établissement d'un cadre visant à favoriser les investissements durables et modifiant le règlement (UE) 2019/2088.

28. Le règlement européen sur la taxonomie verte propose un système d'évaluation et de classification permettant aux entreprises et aux investisseurs de déterminer, au travers de critères uniformes, si une activité économique est « durable du point de vue de l'environnement ». Il vise à réorienter les flux de capitaux vers des investissements durables.

29. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/DCPD-202100163/pdf/DCPD-202100163.pdf>

30. Ainsi que la limitation, dès 2010, de ses exportations de terres rares vers le Japon en raison d'un différend territorial ancien sur des îles Senkaku, un archipel situé en mer de Chine orientale.

donc logique que la Commission européenne annonce, lors du discours d'Ursula Von Der Leyen sur l'état de l'Union en date du 14 septembre 2022³¹, la création de stocks stratégiques pour ces deux matières premières.

Le stockage stratégique n'est toutefois ni sans contrainte ni sans coût et son bon fonctionnement impose de définir avec précision qui les assume, notamment entre les pouvoirs publics et les intérêts privés. Stocker une matière première revient à anticiper un achat futur pour les industries consommatrices ou, pour les entreprises productives, de reporter une vente, ce qui implique non seulement de disposer d'espaces de stockage, mais également de mobiliser des liquidités dont les coûts afférents doivent être assumés. Or, à ce stade, peu d'éléments sont présents dans le CRM Act et une clarification du mode de fonctionnement devra être effectué. Il est également important de rappeler que stocker sans avoir recours à des mécanismes de prix à terme – une situation propre à de très nombreuses ressources minérales critiques en raison de l'absence de marchés financiers suffisants liquides pour le faire – revient *in fine* à spéculer (Marquet, 1992). Sans couverture du risque de prix par des produits dérivés de type *future*, acheter en t_0 pour satisfaire un besoin en t_{+n} signifie en effet fixer un prix d'achat en t_0 en faisant l'hypothèse implicite que le prix croîtra d'ici t_{+n} , sans toutefois en avoir la certitude. Dans le cas contraire, l'opération de stockage devient financièrement coûteuse, voire inefficace ou contreproductive, sur le plan opérationnel puisque cette baisse des prix ne peut être que synonyme de relative abondance sur les marchés internationaux. Comme le rappellent Hache et Jeannin (2023), l'institution en charge de ce stockage stratégique doit donc « disposer des garanties financières suffisantes pour en assurer la continuité sur une durée potentiellement très longue ». Par ailleurs, outre le périmètre à donner sur le nombre des ressources à stocker et leurs quantités, la clé de répartition des coûts entre l'État et les partenaires privés doit être définie. Alors que le CRM Act aspire avant tout à coordonner des stratégies nationales, cette tâche représente un défi tout autant majeur que difficile à remporter puisqu'il s'agit de faire converger – voire homogénéiser – à l'échelle européenne, des pratiques, et donc des structures de coûts.

Enfin, la doctrine définissant ce recours au stockage stratégique doit préciser ses conditions d'utilisation en situation de surcapacités européennes et/ou internationales, en lien avec l'argument développé dans la section précédente. Dans le cas, probable mais non certain, d'une faible disponibilité de la ressource, une telle activité joue le rôle légitime qui lui est assigné. Dans le cas inverse où l'offre excède la demande pour une durée dont l'échéance demeure par nature imprévisible, elle peut conduire, si elle est étatique, l'institution en charge de la gestion des stocks à accumuler ladite ressource pour venir en aide aux producteurs européens. Cette pratique peut certes être considérée comme stratégique puisqu'il s'agit de préserver des capacités nationales potentiellement menacées par des baisses de prix, mais elle revient *de facto* à opérer comme des stocks régulateurs dont l'efficacité a souvent été très limitée dans l'histoire récente ou plus ancienne.

Pour en limiter les coûts, une activité de stockage stratégique doit enfin être combinée avec une politique active d'achat et de revente des matières premières considérées, ce qui implique le recours à une fonction de trading physique. Un tel schéma fut notamment mis en place par les États-Unis lorsqu'il fallut reconstituer, dans le contexte de la guerre de Corée, les réserves d'étain du pays au travers d'un partenariat avec une maison de négoce international, Philipp Brothers. À la faveur de l'*Agricultural Trade Development and Assistance Act* promulgué en 1954, cette entreprise a eu pour mission de commercialiser

31. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/speech_22_5493

des produits agricoles américains contre ce métal stratégique dans le cadre d'accords de compensation (Waszkis, 1992). À une heure où nombre de grands négociants internationaux (Vitol, Mercuria, etc.) dans l'énergie se tournent vers les métaux et que IXM, autre géant du trading basé à Genève mais détenu par le groupe minier *China Molybdenum Corporation* (CMOC) et jouant un rôle de plus en plus déterminant au sein de l'univers chinois des métaux, il est surprenant que le CRM Act ne considère pas cette fonction de négoce, tant dans la gestion de stocks stratégiques de l'Union européenne que de sa politique plus globale de sécurisation des approvisionnements.

IV. CONCLUSION

L'effet de dépendance de la transition énergétique à un certain nombre de ressources minérales n'est plus à démontrer. Face à la domination de la Chine sur les segments tant de leur extraction et de leur raffinage qu'en aval des filières (batteries, panneaux photovoltaïques), la quasi-totalité des économies industrielles se sont légitimement engagées dans des politiques de sécurisation de leurs approvisionnements. Politiques reposant, d'une part, sur le développement de capacités nationales et, d'autre part, sur le renforcement des relations commerciales avec les pays producteurs. C'est, dans le cas européen, le *Critical Raw Materials Act* de mars 2023 qui fixe ainsi les orientations devant permettre aux pays membres de limiter le risque de rupture d'approvisionnement et, ainsi, d'engager pleinement leurs politiques de décarbonation tout en préservant leur socle industriel. Ambitieux mais devant être comparé aux autres initiatives internationales, au premier rang desquelles celles de la Chine et des États-Unis, le plan européen vise à s'assurer que les différents secteurs économiques de l'Union disposent en quantités suffisantes des ressources minérales stratégiques dont ils dépendent.

Cette approche, bien que logique, semble toutefois sous-estimer une caractéristique fondamentale des marchés mondiaux de matières premières : l'instabilité de leurs prix. Plus précisément, elle se fonde sur l'hypothèse de prix croissants et n'explicite pas suffisamment les mécanismes à mettre en œuvre, en cas de baisse temporaire ou durable des cours, dans sa politique de stockage stratégique ou pour la défense de ses industries minières et de recyclage. En raison des incertitudes qui demeurent sur les niveaux de la demande future comme de l'offre, dans un contexte où la Chine peut jouer de sa position dominante pour sur-alimenter le marché afin d'en accroître les barrières à l'entrée, Bruxelles devrait assurément renforcer ses dispositifs permettant aux entreprises appartenant aux chaînes de valeur européennes de mieux se protéger contre cette variabilité des prix, voire d'en tirer profit.

V. BIBLIOGRAPHIE

- Capliez, R., Grekou, C., Hache E., Mignon V. (2024), "Batteries lithium-ion : cartographie dynamique de la chaîne de valeur et perspectives", *CEPII Policy Brief*, n°48, septembre.
- Flores, A. G., Risopatron, C., & Pease, J. (2020). "Processing of Complex Materials in the Copper Industry: Challenges and Opportunities Ahead. *Journal of the Minerals, Metals and Materials Society*, 72. 10.1007/s11837-020-04255-9.
- Fresso, J-B. (2023); « Bois et charbon : une histoire symbiotique de l'industrialisation », *Histoire & mesure*, XXXVIII (1), 157-185.
- Calvo, G., Valero, A., & Valero, A. (2017). "Assessing maximum production peak and resource availability of non-fuel mineral resources: Analyzing the influence of extractable global resources", *Resources, Conservation and Recycling*, 125, 208-217.
- Deetman, S., Pauliuk, S., van Vuuren, D. P., van der Voet, E., & Tukker, A. (2018). "Scenarios for Demand Growth of Metals in Electricity Generation Technologies, Cars, and Electronic Appliances, *Environmental Science & Technology*", 52 (8), 4950-4959.
- Draghi, M. (2024), "the future of European competitiveness: Part B | In-depth analysis and recommendations", septembre, https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en#paragraph_47059
- Hache, E., Jeannin, F. (2023), *Les Stocks Stratégiques De Métaux Critiques*, Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques, Octobre 2023.
- Hubbert, M.K., (1956), *Nuclear energy and the fossil fuels: Shell Development Company*, 95.
- International Energy Agency | IEA (2021), *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- International Energy Agency | IEA (2024), *Global Critical Minerals Outlook 2024*, <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024>
- Jégourel, Y. (2022a), « Quelles perspectives pour la stratégie gazière de l'Europe ? », *Confrontations Europe*, n°135.
- Jégourel, Y (2022b), « Le nickel : quels enjeux économiques et géopolitiques à l'horizon 2030 », *Policy Brief*, PB 09/22, Policy Center for the New South, https://www.policycenter.ma/sites/default/files/2022-02/PB_09-22_Jégourel.pdf
- Krausmann, F., Gingrich S., Eisenmenger, N., Erb, K-H, Haberl, H., Fischer-Kowalski, M. (2009), "Growth in global materials use, GDP and population during the 20th century", *Ecological Economics*, 68: 2696-2705.
- Liang, Y., Kleijn, R., Tukker, A., & van der Voet, E. (2022). "Material requirements for low-carbon energy technologies: a quantitative review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112334.
- Marquet, Y. (1992), *Négoce international de matières premières*, Paris : Eyrolles.
- Seck, G.S., Hache, E., Bonnet C., Simoën M., Carcanague S. (2020), "Copper at the crossroads: Assessment of the interactions between low carbon energy transition and supply limitations", *Resources, Conservation & Recycling*, 163, 105072. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105072>
- Schipper, B. W., Lin, H.-C., Meloni, M. A., Wansleben, K., Heijungs, R., & van der Voet, E. (2018). "Estimating global copper demand until 2100 with regression and stock dynamics", *Resources, Conservation and Recycling*, 132, 28-36. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018>.
- Sverdrup, H. U., Olafsdottir, A. H., & Ragnarsdottir, K. V. (2019). "On the long-term sustainability of copper, zinc and lead supply, using a system dynamics model", *Resources, Conservation & Recycling*, X, 4, 100007. <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100007>
- Tokimatsu, K., Murakami, S., Adachi, T., Ii, R., Yasuoka, R., & Nishio, M. (2017). "Long-term demand and supply of non-ferrous mineral resources by a mineral balance model", *Mineral*

-
- Economics*, 30 (3), 193-206. <https://doi.org/10.1007/s13563-017-0109-8>
- Valero, A., Valero, A., Calvo, G., & Ortego, A. (2018). "Material bottlenecks in the future development of green technologies", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 178-200. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.041>
- Watari, T., McLellan, B. C., Giurco, D., Dominish, E., Yamasue, E., & Nansai, K. (2019). "Total material requirement for the global energy transition to 2050: a focus on transport and electricity", *Resources, Conservation and Recycling*, 148, 91-103.
- Watari, T., Nansai, K., & Nakajima, K. (2021). "Major metals demand, supply, and environmental impacts to 2100: a critical review", *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105107.
- Righetti, E., Rizos, V. (2024), "Reducing supply risks for critical raw materials: Evidence and policy options", *Ceps in-depth analysis*, janvier, 2024-01. https://cdn.ceps.eu/wp-content/uploads/2024/01/CEPS-InDepthAnalysis-2024-01_Reducing-supply-risks-for-critical-raw-materials.pdf
- Waskis, H. (1992), *Philipp Brothers, The rise and Fall of a Trading Giant 1901-1990*, Melksham: Metal Bulletin Books.
- Wolf, A. (2022), "Stockpiling of Critical Metals as a Risk Management Strategy for Importing Countries", *Journal of Resilient Economies*, 2(2).

ABOUT THE AUTHOR

YVES JÉGOUREL



Yves Jégourel is Senior Fellow at Policy Center for the New South as well as Full Professor and head of the Chair in "Economics of Raw Materials and Sustainable Transitions", at the Conservatoire national des arts et métiers. He was previously a professor at the University of Bordeaux, where he directed the Master program in Banking, Finance and Commodity Trading (BFCT) and was vice-dean in charge of relations with companies in the Faculty of Economics, Management and ESA (EGAES). He devotes his teaching and research activities to the economics of commodities, with a particular focus on the common dynamics that characterize the agricultural, energy, and mineral and metal sectors: the internationalization of physical markets, the macroeconomic dependence of exporting countries and the relevance of industrialization strategies, the role of traders, the dynamics of financialization, price risk management, etc. Yves Jégourel is also co-director of the CyclOpe circle and a guest expert at the United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD).

ABOUT THE POLICY CENTER FOR THE NEW SOUTH

The Policy Center for the New South (PCNS) is a Moroccan think tank aiming to contribute to the improvement of economic and social public policies that challenge Morocco and the rest of Africa as integral parts of the global South.

The PCNS pleads for an open, accountable and enterprising "new South" that defines its own narratives and mental maps around the Mediterranean and South Atlantic basins, as part of a forward-looking relationship with the rest of the world. Through its analytical endeavours, the think tank aims to support the development of public policies in Africa and to give the floor to experts from the South. This stance is focused on dialogue and partnership, and aims to cultivate African expertise and excellence needed for the accurate analysis of African and global challenges and the suggestion of appropriate solutions.

[Read more](#)

All opinions expressed in this publication are those of the author.

Policy Center for the New South

Rabat Campus of Mohammed VI Polytechnic University,
Rocade Rabat Salé - 11103
Email : contact@policycenter.ma
Phone : +212 (0) 537 54 04 04
Fax : +212 (0) 537 71 31 54

www.policycenter.ma

