



HAL
open science

Le rôle des métaux critiques dans la transition énergétique : défis et stratégies

Gilles Lepasant

► **To cite this version:**

Gilles Lepasant. Le rôle des métaux critiques dans la transition énergétique : défis et stratégies. [Rapport de recherche] Office franco-allemand pour la transition énergétique. 2021, pp.35. halshs-03364934

HAL Id: halshs-03364934

<https://shs.hal.science/halshs-03364934v1>

Submitted on 5 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Le rôle des métaux critiques dans la transition énergétique : défis et stratégies

09/09/2021

Auteur : Gilles Lepasant, Directeur de recherche au CNRS et Centre Marc Bloch,
gilles.lepasant@sciencespo.fr

Contact : Anna Brehm, OFATE • anna.brehm.extern@bmwi.bund.de

Soutenu par :



Soutenu par :



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Disclaimer

Le présent texte a été rédigé par un expert externe pour l'Office franco-allemand pour la transition énergétique (OFATE). Cette contribution est diffusée via la plateforme proposée par l'OFATE. Les points de vue énoncés dans la note représentent exclusivement ceux de l'auteur. La rédaction a été effectuée avec le plus grand soin. L'OFATE décline toute responsabilité quant à l'exactitude et l'exhaustivité des informations contenues dans ce document.

Tous les éléments de texte et les éléments graphiques sont soumis à la loi sur le droit d'auteur et/ou d'autres droits de protection. Ces éléments ne peuvent être reproduits, en partie ou entièrement, que suite à l'autorisation écrite de l'auteur ou de l'éditeur. Ceci vaut en particulier pour la reproduction, l'édition, la traduction, le traitement, l'enregistrement et la lecture au sein de banques de données ou autres médias et systèmes électroniques.

L'OFATE n'a aucun contrôle sur les sites vers lesquels les liens qui se trouvent dans ce document peuvent vous mener. Un lien vers un site externe ne peut engager la responsabilité de l'OFATE concernant le contenu du site, son utilisation ou ses effets.

Précisions sur la publication et sur l'auteur

Le document expose les différents enjeux économiques, politiques, sociaux et environnementaux concernant les métaux nécessaires à la transition énergétique. Il s'appuie essentiellement sur une revue de la littérature et sur des statistiques émanant d'instituts spécialisés.

Le Centre Marc Bloch est un centre franco-allemand de recherche en sciences sociales situé à Berlin. En son sein, le Groupe de travail Énergie-Climat regroupe des chercheurs relevant de différentes disciplines. Gilles Lepasant est Directeur de recherche au CNRS et géographe. Il est détaché auprès du Centre depuis 2018.



Résumé

À mesure qu'elle progresse, la transition énergétique est appelée à susciter une demande significative en métaux et en minéraux, dont la plupart sont absents, ou du moins non extraits, en Europe. Les éoliennes nécessitent des métaux de base en quantité (de l'acier, du nickel, du cuivre notamment) ainsi que, pour certaines d'entre elles, des terres rares. Celles-ci se retrouvent également dans la voiture électrique pour son moteur, tandis que du nickel, du lithium, du graphite, du manganèse, du cobalt peuvent entrer dans la composition de la batterie. Sans oublier les besoins plus généraux liés aux progrès de l'électrification, en cuivre notamment pour la construction des réseaux supplémentaires et dont la demande pourrait doubler d'ici à 2040.

Or, les incertitudes concernant l'offre sont fortes, les tensions géopolitiques, les crises économiques, sociales, sanitaires ou encore les stratégies étatiques pouvant générer des épisodes de forte volatilité. Plusieurs risques sont à envisager. D'une part, les chaînes de valeur sont complexes et le fonctionnement des marchés, peu transparent, est soumis à une volatilité parfois forte. D'autre part, le nombre de pays producteurs est réduit. Pour le lithium, le cobalt et les terres rares, les trois premiers producteurs contrôlent plus des trois-quarts de la production mondiale. L'enjeu en matière de sécurité d'approvisionnement n'est donc pas négligeable même si une lecture géopolitique de la question des métaux critiques n'est pas nécessairement la plus pertinente.

Les enjeux technologiques, sociaux et environnementaux des métaux critiques ne sauraient en effet être négligés. Forte emprise foncière des mines, tensions sur l'approvisionnement en eau, droits humains mis en cause dans certains pays : ces enjeux posent la question de la valeur ajoutée de la transition énergétique en termes de protection de l'environnement et de respect des populations locales.

L'Union européenne dispose ici d'une palette d'options non exclusives les unes des autres : améliorer la traçabilité, développer les activités d'extraction sur son sol, identifier des ressources alternatives et recycler. L'acceptation sociale, les risques environnementaux ou les questions de rentabilité constituent toutefois des défis. Si l'activité minière connaît un renouveau dans les pays du nord de l'Europe susceptible de faciliter l'implantation de pôles industriels dans la production de batteries, les enjeux environnementaux ne sauraient être négligés. Le recyclage apparaît dans ce contexte prometteur.

En Europe, plus de 50 % des métaux comme le fer, le zinc, le platine sont recyclés et couvrent 25 % de la consommation de l'UE mais le taux de recyclage est faible voire dérisoire pour plusieurs autres métaux. S'agissant des batteries, le taux de recyclage du cobalt atteint 32 % mais le lithium n'est que rarement récupéré. La difficulté tient à la conception des batteries et aux risques d'explosion et d'incendie associés à leur traitement en fin de vie. Recycler les équipements est en outre difficile sur le plan économique du fait que les quantités sont faibles et les métaux intégrés à d'autres matériaux.

Face aux défis qui se présentent en termes de sécurité d'approvisionnement et de durabilité de la transition énergétique, l'UE a étoffé sa législation, notamment dans le secteur de la batterie afin d'accroître l'autonomie de l'Europe et de renforcer les normes européennes sur l'ensemble de la chaîne de valeur. L'objectif est d'améliorer la traçabilité des métaux, d'accroître progressivement la part des métaux recyclés dans les batteries et de faciliter la constitution sur le sol européen d'un écosystème permettant à l'UE de bénéficier, en termes d'emplois et d'innovation, des retombées de la transition énergétique.



Contenu

| | |
|---|----|
| Disclaimer | 2 |
| Précisions sur la publication et sur l'auteur | 2 |
| Résumé | 3 |
| I. Introduction | 5 |
| II. Dynamiques de la demande et risques d'approvisionnement | 6 |
| II.1. Une définition de la « criticité » des métaux qui varie selon les acteurs | 6 |
| II.2. Une demande en métaux appelée à croître fortement | 8 |
| II.3. Cartographie des gisements et des réserves dans le monde | 10 |
| III. Des enjeux conséquents en matière de développement durable et de maîtrise des technologies | 13 |
| III.1. Les enjeux géopolitiques et géoéconomiques liés aux terres rares | 13 |
| III.2. L'enjeu de la durabilité de la transition énergétique | 14 |
| III.3. Les stratégies de diversification de l'approvisionnement se précisent | 15 |
| III. Une réponse européenne fondée sur le cycle de vie | 17 |
| IV.1. À la recherche d'une traçabilité fiable | 17 |
| IV.2. Une quête de matériaux alternatifs peu probante à ce jour | 18 |
| IV.3. La relance de l'extraction minière en Europe : possible mais improbable | 19 |
| IV.4. L'option du recyclage | 22 |
| Abréviations | 26 |
| Références bibliographiques | 27 |

I. Introduction

À mesure qu'elle progresse, la transition énergétique est appelée à susciter une demande significative en métaux et en minéraux (figure 1), dont la plupart sont absents, ou du moins non extraits, en Europe. Même avec la politique climatique adoptée aujourd'hui, la demande de ces derniers doublera d'ici 2040 selon une étude de l'AIE. Si l'Accord de Paris est respecté, la demande pourrait même être multipliée par six¹. Si en théorie, les énergies renouvelables et les technologies de stockage peuvent contribuer à réduire la dépendance énergétique de l'Europe, les besoins en matières premières pour concevoir les infrastructures et les équipements nécessaires sont ainsi de nature à générer de nouvelles dépendances.

À titre d'exemple, les éoliennes nécessitent des métaux de base en quantité (de l'acier, du nickel, du cuivre notamment) ainsi que, pour certaines d'entre elles, des terres rares. Celles-ci se retrouvent également dans la voiture électrique pour son moteur, tandis que du nickel, du lithium, du graphite, du manganèse, du cobalt peuvent entrer dans la composition de la batterie. Les électrolyseurs et les piles à combustible nécessaires à la production et au stockage d'hydrogène sont pour leur part constitués entre autres de nickel et de platine. Sans oublier les besoins plus généraux liés aux progrès de l'électrification, en cuivre notamment pour la construction des réseaux supplémentaires.

Loin de contribuer à des relations internationales apaisées, la transition énergétique pourrait en effet susciter de nouvelles tensions dans la mesure où les métaux en question proviennent d'un nombre limité de pays et notamment de Chine. Plusieurs pays dans le monde dont les États-Unis, le Japon, l'Australie ont dressé des listes de métaux jugés critiques (pour un large éventail d'applications) et ont conçu des stratégies visant à réduire leur dépendance à l'égard d'un nombre restreint de fournisseurs.

Du côté de l'UE, le Commissaire européen Šefčovič appela en 2018 à « être très vigilant » pour que la dépendance en pétrole et en gaz ne soit pas à terme remplacée par la dépendance aux métaux nécessaires à la transition. Au-delà des enjeux liés au contrôle des ressources en question, le raffinage de celles-ci comme leur intégration dans les processus industriels revêtent en effet des enjeux technologiques importants pour une UE en quête d'autonomie stratégique.

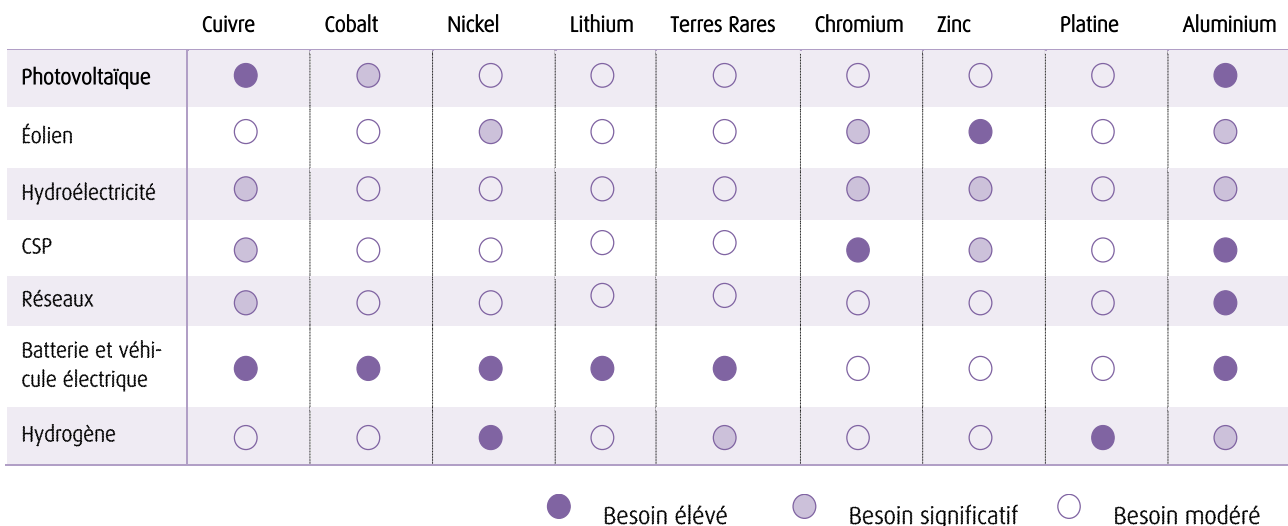


Figure 1 – Besoins en métaux dans les différentes technologies. Source : AIE 2021, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions – World Energy Outlook Special Report](#), p. 45 (en anglais). Mise en forme : OFATE.

¹ AIE 2021, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions – World Energy Outlook Special Report](#) (en anglais). Consulté le 10. juillet 2021.



Les prévisions diffèrent selon les auteurs et des ruptures technologiques peuvent à tout moment les remettre en cause. Il reste que les besoins de plusieurs métaux connaîtront une forte croissance en quelques années. Pour les véhicules électriques et les systèmes de stockage, les besoins en lithium de l'UE pourraient, selon la Commission européenne, être multipliés par 18 d'ici à 2030 (par 60 d'ici à 2050), ceux de cobalt par cinq (par 15 d'ici à 2050). Une multiplication par dix des besoins en terres rares est par ailleurs envisagée d'ici à 2050². Non seulement l'UE est dépendante d'autres pays pour ces métaux mais le nombre de pays producteurs est limité et leur législation environnementale et sociale s'avère souvent défailante.

Le sujet mérite d'autant plus d'attention que les énergies renouvelables, en l'état actuel de leur développement, requièrent davantage de matériaux que les énergies concurrentes pour une même puissance nominale. Or, la croissance démographique, l'élévation du niveau de vie dans certains pays dits émergents ajoutés aux modes de consommation en vigueur dans les pays développés sont d'ores et déjà à l'origine de tensions sur les marchés des métaux.

Établir des scénarios pour les matériaux nécessaires à la transition énergétique relève cependant de la gageure. Les facteurs à prendre en compte sont nombreux (évolution de la demande, stratégie chinoise, tensions géopolitiques, spéculation, opposition des populations locales, réglementations environnementales, etc.) et les évolutions technologiques peuvent être soudaines.

Surtout, au-delà des risques éventuels en matière de sécurité d'approvisionnement, les métaux critiques constituent un enjeu central pour la soutenabilité sociale et environnementale de la transition énergétique, d'où la nécessité pour les pays européens de développer le recyclage, une traçabilité efficace voire de relancer l'activité minière sur leur propre sol.

Après avoir esquissé un état des lieux de la demande et de l'offre suscitées par la transition énergétique, l'objet de cette note est d'explicitier ces différents enjeux liés aux métaux dits critiques et d'exposer les atouts et les inconvénients des options qui se présentent à l'échelle européenne.

II. Dynamiques de la demande et risques d'approvisionnement

Parmi les métaux jouant un rôle clef dans les économies contemporaines, certains sont indispensables à la filière des énergies renouvelables et aux batteries mais le qualificatif « critiques » qui leur est souvent accolé mérite d'être précisé.

II.1. Une définition de la « criticité » des métaux qui varie selon les acteurs

Une définition scientifique de la criticité des métaux critiques fait défaut, seule la catégorie des terres rares pouvant être identifiée précisément. Celles-ci comprennent le scandium, l'yttrium, le lanthane et les 14 éléments qui suivent le lanthane dans le tableau périodique (figure 2)³. La plupart de ces terres dites rares sont dans les faits abondantes dans le monde mais leur taux de concentration dans le sous-sol est faible et la séparation des éléments exige des technologies spécifiques capitalistiques.

² Commission européenne 2020, *Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité*, Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions, COM(2020) 474 final, 3 septembre 2020, p. 5.

³ ICMM 2021, [Que sont les minéraux et les métaux ?](#), ICMM. Consulté le 10 juin 2021.

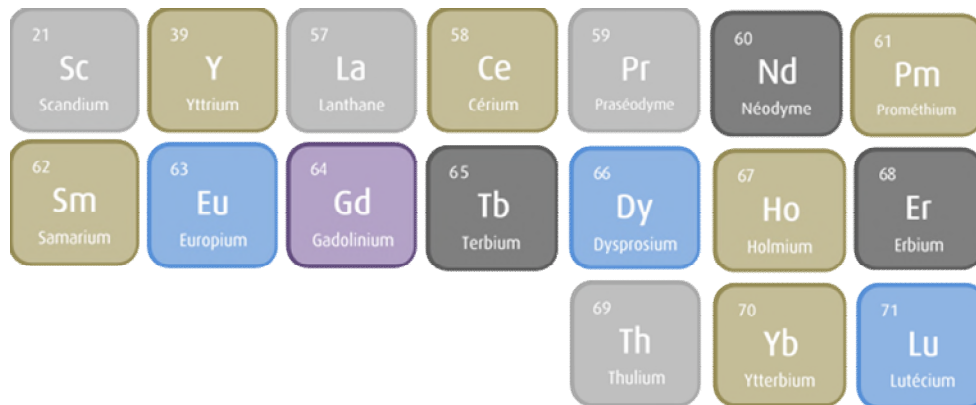


Figure 2 – Aperçu des 17 terres rares. Source : ADEME 2020, [Les métaux : des ressources qui pourraient manquer ?](#). Mise en forme : OFATE.

Leur rôle est crucial, notamment pour améliorer les performances à haute température des métaux auxquels elles sont associées. Les applications sont multiples dans les équipements militaires comme dans le secteur civil⁴ et s'agissant du seul domaine de la transition énergétique, elles se retrouvent dans les aimants permanents, lesquels sont nécessaires à une partie des moteurs équipant les véhicules électriques et une partie des éoliennes (voir plus bas).

Pour les autres métaux, le recours à l'épithète « critique » ou « stratégique » relève autant de facteurs objectifs que subjectifs. Plusieurs listes de métaux dits « critiques » ont été dressées ces dernières années. L'UE constitua une première liste en 2011. Comprenant 14 métaux⁵, la liste fut portée à 20 métaux en 2014⁶ puis à 27 en 2017⁷ et à 30 en 2020⁸ (voir figure 3). Autant de métaux jugés critiques du fait qu'ils jouent un rôle prépondérant dans la chaîne de valeur, qu'ils sont fournis par un groupe restreint de pays, qu'ils sont peu substituables, qu'ils ne bénéficient pas d'un taux de recyclage significatif et qu'ils sont appelés à connaître une forte croissance de la demande (selon la définition de l'UE, les matières premières critiques identifiées sont d'une grande importance économique et présentent en même temps un risque d'approvisionnement, voir figure 4). La liste américaine de 2018 comprend, elle, 35 métaux⁹, la liste japonaise de 2012 30 minerais qualifiés de stratégiques où se retrouvent terres rares, métaux peu répandus (indium, platine par exemple) et métaux de base (fer, cuivre, plomb) (Hatayama, Tahara, 2015). Ces différences d'appréciation d'un pays à l'autre renvoient le plus souvent aux réserves disponibles dans les pays concernés et à la perception des risques d'approvisionnement au regard des besoins estimés.

| | | | | |
|-----------|----------------------|----------------------|-------------------|-----------|
| Antimoine | Charbon à coke | Terres rares légères | Platinoïdes | Tungstène |
| Baryte | Spath fluor | Indium | Phosphate naturel | Vanadium |
| Béryllium | Gallium | Magnésium | Phosphore | Bauxite |
| Bismuth | Germanium | Graphite naturel | Scandium | Lithium |
| Borate | Hafnium | Caoutchouc naturel | Silicium métal | Titane |
| Cobalt | Terres rares lourdes | Niobium | Tantale | Strontium |

Figure 3 – Liste 2020 des matières premières critiques de l'UE. Source : Commission européenne 2020, [COM\(2020\) 494](#). Mise en forme : OFATE.

⁴ Par exemple pour les aimants permanents, les pots d'échappement catalytiques, les lasers, les secteurs du verre et de la céramique, l'imagerie médicale, etc.

⁵ Commission européenne 2011, *Communication de la Commission européenne, Relever les défis posés par les marchés des produits de base et les matières premières*, COM(2011) 25.

⁶ Commission européenne 2014, *Communication sur la révision de la liste des matières premières critiques pour l'UE et la mise en œuvre de l'initiative "Matières premières"*, COM(2014) 297.

⁷ Commission européenne 2017, *Communication de la Commission européenne relative à la liste 2017 des matières premières critiques pour l'UE*, COM(2017) 490.

⁸ Commission européenne 2020, *Communication de la Commission européenne, Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité*, COM(2020) 494.

⁹ US Department of the Interior 2018, *Final List of Critical Minerals 2018* (en anglais), in Federal Register, Vol. 83, No. 97 (18 May 2018), p. 23295-23296. Consulté le 12 juin 2020.

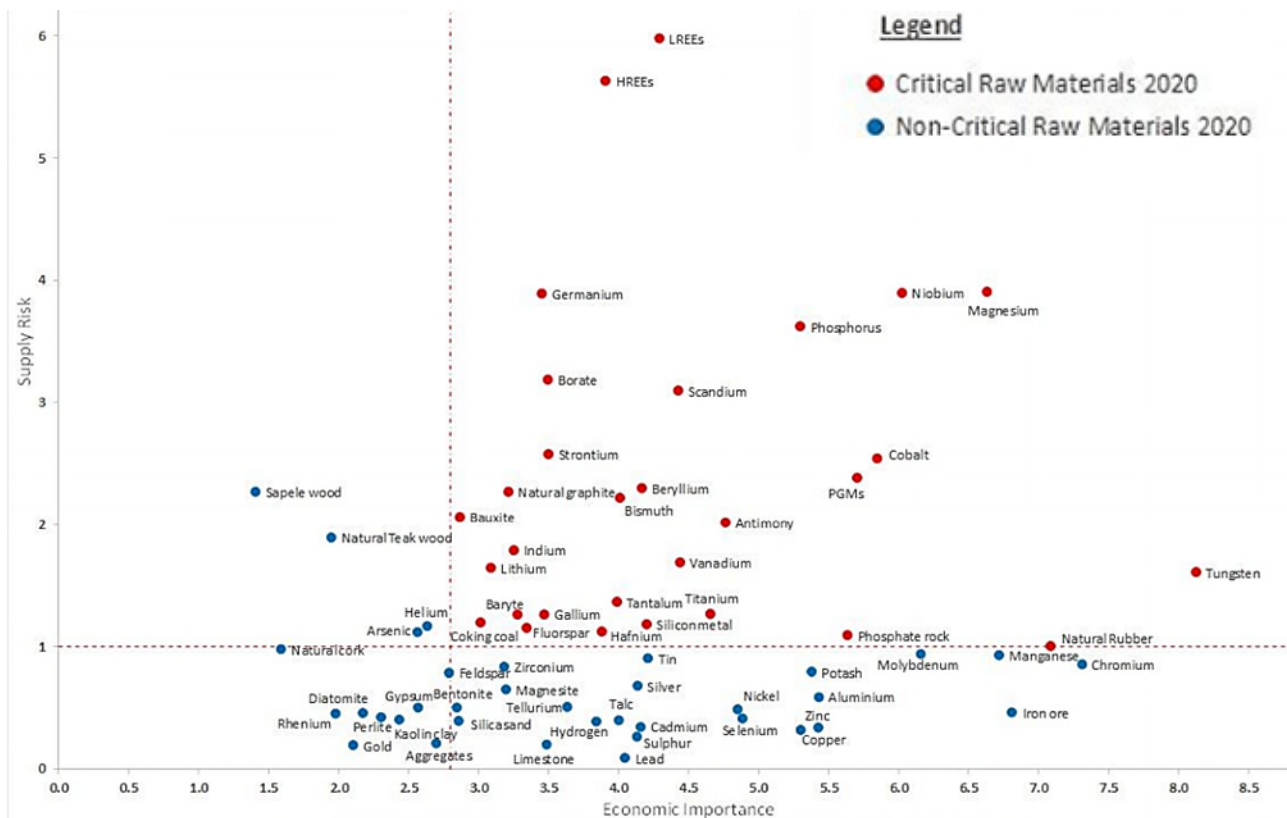


Figure 4 – Importance économique et risque d'approvisionnement des métaux critiques identifiés par l'UE (évaluation de la criticité 2020) : Commission européenne 2020, [Study on the EU's list of Critical Raw Materials](#) (en anglais).

II.2. Une demande en métaux appelée à croître fortement

Si la montée en puissance des énergies renouvelables et du véhicule électrique permet une réduction de la part des énergies fossiles, la consommation de métaux sera indexée sur les progrès effectués en matière de transition énergétique. Dans l'hypothèse d'une mise en œuvre effective de l'engagement principal de l'Accord de Paris (une hausse des températures nettement inférieure à 2°), la consommation de métaux devrait ainsi être multipliée par quatre d'ici à 2040. Si la neutralité climatique devait être atteinte en 2050, cette consommation serait multipliée par six d'ici à 2040 (AIE, 2021).

Anticiper la demande s'avère néanmoins aléatoire. Selon les politiques climatiques adoptées et les évolutions technologiques, l'AIE (2021) estime ainsi que la demande en cobalt pourrait être entre 6 à 30 fois supérieure à la demande actuelle. La demande en terres pourrait être accrue d'un facteur 3 ou d'un facteur 7 pour les mêmes raisons.

Principale filière responsable de la hausse de la consommation de métaux, le véhicule électrique a une part de marché encore confidentielle (4 % en 2021¹⁰) mais bénéficie d'un contexte favorable. De l'ordre de deux millions d'unités en 2018, les ventes mondiales pourraient atteindre entre 20 et 38 millions d'unités par an (AIE, 2020). S'agissant des moteurs, certaines technologies permettent de ne pas recourir aux aimants permanents (et donc pas aux terres rares) : le moteur à induction par exemple, mis au point dans les années 1920 par Nikola Tesla¹¹. Le moteur synchrone à rotor bobiné, également exempt de terres rares, a été retenu par certains constructeurs.

¹⁰ IEA 2021, [Global EV Outlook 2021](#) (en anglais). Consulté le 28 juin 2020.

¹¹ Certains modèles ont recours à un moteur à réductance commutée, comprenant des terres rares.

Pour les autres constructeurs, le recours aux fournisseurs asiatiques de terres rares ou d'aimants permanents s'impose. En outre, les batteries en plomb actuellement prédominantes dans le secteur de l'automobile n'ont pas les propriétés nécessaires pour équiper les véhicules électriques. La batterie lithium-ion s'impose pour ces derniers. Le cobalt, le lithium, le nickel et le graphite sont ici des composants importants même si on les retrouve dans des proportions variables selon les différentes technologies¹².

L'industrie automobile étant structurée autour de sous-traitants, la question des métaux critiques a le plus souvent été laissée à l'initiative de ces derniers, la compétitivité-coût à court-terme prévalant sur une vision stratégique globale à long-terme. Or, si les équipements portatifs contiennent déjà certains de ces composants, la mobilité électrique change la donne compte-tenu des quantités exigées, incomparables avec la demande actuelle. Au marché du véhicule électrique s'ajoutent en outre les progrès du stockage stationnaire. L'éventail des technologies appropriées est large dans ce domaine. Néanmoins, comme pour la batterie des véhicules électriques, la solution lithium-ion demeure à ce jour la plus prisée même si la batterie rechargeable à flux (Redox Flow) présente des avantages pour le stockage long.

L'essor des énergies renouvelables devrait également contribuer à une hausse de la consommation de métaux, qu'il s'agisse de l'éolien ou du photovoltaïque. Les éoliennes nécessitent, outre du béton, qui n'est pas un métal, de l'acier, du fer, de l'aluminium, du cuivre, du zinc et des terres rares (néodyme et dysprosium notamment) pour celles qui sont dotées d'aimants permanents. Le marché est à ce jour dominé à 70 % par des éoliennes dépourvues d'aimants permanents mais la part de marché des éoliennes qui en sont équipées est passée de 10 % à 20 % entre 2010 et 2020. Celles-ci sont notamment majoritaires dans l'éolien marin, lequel est appelé à se développer fortement dans les années à venir¹³.

La filière photovoltaïque est peu concernée par la question des métaux critiques mais sa croissance spectaculaire suggère de ne pas négliger l'impact qu'elle pourrait avoir sur la demande. Dans ses deux scénarios STEPS et SDS¹⁴, l'AIE considère que 45 % des capacités électriques ajoutées d'ici à 2040 pourraient consister en l'installation de centrales photovoltaïques. Différentes technologies sont disponibles mais la quasi-totalité du marché repose sur le semi-métal silicium cristallin (c-Si), les diverses variantes de la technologie couches minces (CdTe¹⁵, CIGS¹⁶) n'étant pas industrialisées à grande échelle à ce jour. Les panneaux c-Si contiennent, outre du silicium qui est abondant, du cuivre, de l'argent (moins de 0,1 % du poids total). Les technologies à base de couches minces n'exigent ni argent, ni silicium mais du cadmium (pour les panneaux CdTe) de l'indium et du gallium (pour les panneaux CIGS).

Promis à un développement significatif, l'hydrogène contribuera également à une hausse de la demande en métaux, notamment pour les électrolyseurs (nickel et zirconium) et pour les piles à combustible (platine).

Au final, la transition énergétique devrait ainsi alimenter une forte croissance de la demande en métaux, surtout si elle s'opère à un rythme soutenu permettant d'atteindre les objectifs de l'Accord de Paris. Or, les incertitudes concernant l'offre sont également fortes, les tensions géopolitiques, les crises économiques, sociales, sanitaires ou encore les stratégies étatiques pouvant générer des épisodes de forte volatilité. Sans oublier les fonds spéculatifs qui eux aussi

¹² Ainsi, les batteries NMC 111 (nickel, manganèse, cobalt) exigent huit fois plus de cobalt que les batteries NCA (nickel cobalt aluminium) mais moitié moins de nickel. Les batteries LFP (lithium, fer, phosphate) n'exigent ni nickel, ni cobalt, ni manganèse mais nécessitent 50 % de plus de cuivre que les batteries NMC.

¹³ S'agissant de celles-ci, la turbine nécessite pour assurer une production optimale à partir des pâles, soit une boîte de vitesses, soit un aimant permanent. La boîte de vitesse subit en permanence des à-coups du fait des variations de vent et constitue, par conséquent, une vulnérabilité de la machine. La maintenance en mer soulevant des défis techniques et logistiques, le remplacement de la boîte de vitesse par un aimant permanent permet de supprimer cette vulnérabilité et d'alléger le poids de l'éolienne. Cet aimant comprend, entre autres, du néodyme et, dans des proportions moindres, du dysprosium (du grec « difficile à obtenir »).

¹⁴ *Stated Policies Scenario* et *Sustainable Development Scenario*.

¹⁵ Cadmium telluride. Panneaux à base de cellules au tellurure de cadmium.

¹⁶ Copper Indium Gallium Diselenide (cuivre, indium, gallium et diséléniide).



peuvent aller jusqu'à procéder à l'acquisition physique de la ressource¹⁷. Un épuisement de la ressource est-il à craindre pour autant ?

II.3. Cartographie des gisements et des réserves dans le monde

Tirée par une forte demande, l'offre en métaux peut, de manière réciproque, affecter le cours de la transition énergétique tant le prix de ces derniers est déterminant dans la compétitivité des équipements industriels.

Les batteries lithium-ion ont certes vu leur coût diminuer de l'ordre de 90 % en une décennie (AIE, 2021), mais le prix des métaux représente entre 50 et 70 % de leur coût total. D'éventuelles tensions sur les cours des matières premières affecteraient ainsi sensiblement le déploiement des technologies concernées. Les risques dépendent ici des technologies et des horizons temporels que l'on retient. Pour l'AIE, l'offre en lithium et cobalt devrait dépasser la demande à court terme tandis que les risques de pénurie seraient avérés pour le nickel et certaines terres rares. À plus long-terme néanmoins et à supposer que les politiques climatiques soient ambitieuses et les solutions technologiques voisines de celles que nous connaissons, seule la moitié de la demande en lithium et en cobalt et 80 % de la demande en cuivre seraient couverts d'ici à 2030.

Les incertitudes ne manquent pas néanmoins et les données relatives aux richesses en métaux des différents pays renseignent peu sur les risques de pénurie. Une distinction s'impose entre gisements, ressources (gisements connus susceptibles d'être exploités) et réserves (ressources exploitables d'un point de vue technique et économique). Si la plupart des chiffres proviennent d'instituts géologiques publics (notamment l'USGS), des données plus détaillées sont fréquemment l'apanage des négociants et des sociétés minières. Celles-ci communiquent en la matière selon une méthodologie précise¹⁸ mais toutes les sociétés ne diffusent pas ces informations.

Plusieurs risques sont à envisager. D'une part, les chaînes de valeur sont plus complexes que celles prévalant dans le cas des énergies fossiles et le fonctionnement des marchés, peu transparent, est soumis à une volatilité parfois forte. D'autre part, le nombre de pays producteurs est réduit (figure 5). Pour le lithium, le cobalt et les terres rares, les trois premiers producteurs contrôlent plus des trois-quarts de la production mondiale (voir plus bas). Certains pays ont même une position quasi-monopolistique, l'Afrique du Sud dans le cas du platine ou la RDC dans le cas du cobalt notamment tandis que la Chine assure 60 % de la production de terres rares.

¹⁷ En 2017, une demi-douzaine de fonds firent ainsi l'acquisition de 6 000 tonnes de cobalt (soit 17 % de la production mondiale de 2016). H. Sanderson 2017, *Electric carmakers on battery alert after funds stockpile cobalt* (en anglais), Financial Times.

¹⁸ Une méthodologie mise au point par le CRIRSCO (*Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards*), rattaché à l'ICMM (*International Council on Mining and Metals*).

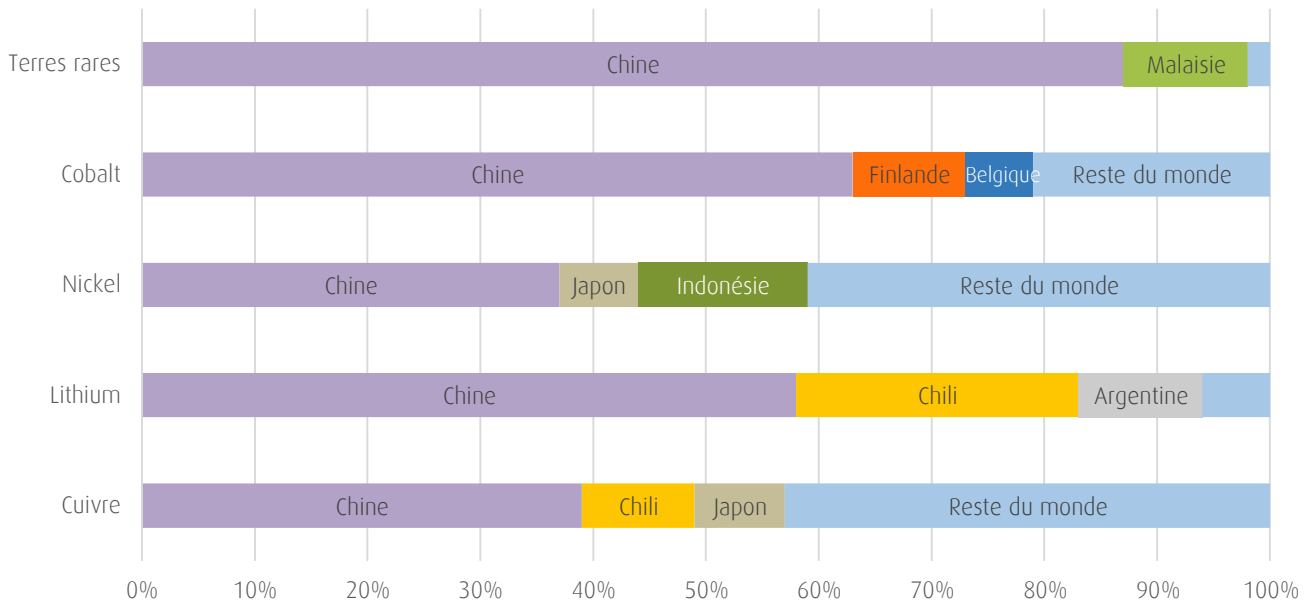


Figure 5 – Géographie de la production de pétrole, de gaz et d’une sélection de métaux (trois principaux pays producteurs), 2019. Source : AIE 2021, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions – World Energy Outlook Special Report](#) (en anglais), p. 30 (en anglais). Mise en forme : OFATE.

En outre, plusieurs géographies sont à distinguer, celle des réserves ou des ressources d’une part, celle des mines en exploitation d’autre part et enfin celle des raffineries ou fonderies. La géographie du raffinage apparaît particulièrement concentrée, en raison notamment du rôle qu’y joue la Chine (figure 6). Sa part dans le raffinage du nickel est ainsi de 35 %. Elle oscille entre 50 et 70 % dans le lithium et le cobalt et atteint 90 % dans le cas des terres rares.

L’histoire des terres rares est européenne. Elle commence en Suède, en 1787, quand le minéralogiste amateur suédois (et lieutenant d’artillerie) Carl Axel Arrhenius, découvre au nord de Stockholm, dans les carrières d’Ytterby (exploitées pour développer la porcelaine) un minéral noir. L’histoire industrielle des terres rares a, elle, débuté aux États-Unis lors de la Seconde Guerre mondiale avec le projet Manhattan de construction d’une bombe nucléaire. Dans les années qui suivirent et grâce à la mine de Mountain Pass (Californie), les États-Unis acquirent une position dominante sur le marché mondial. La Chine fit irruption sur ce marché des terres rares à l’heure où les applications les nécessitant s’avérèrent de plus en plus nombreuses (à commencer par l’euporium pour les téléviseurs couleur). Compte-tenu des coûts associés, des conséquences environnementales pour l’exploitation des terres rares, la plupart des pays producteurs – à commencer par les États-Unis – abandonnèrent peu à peu la production de terres rares.

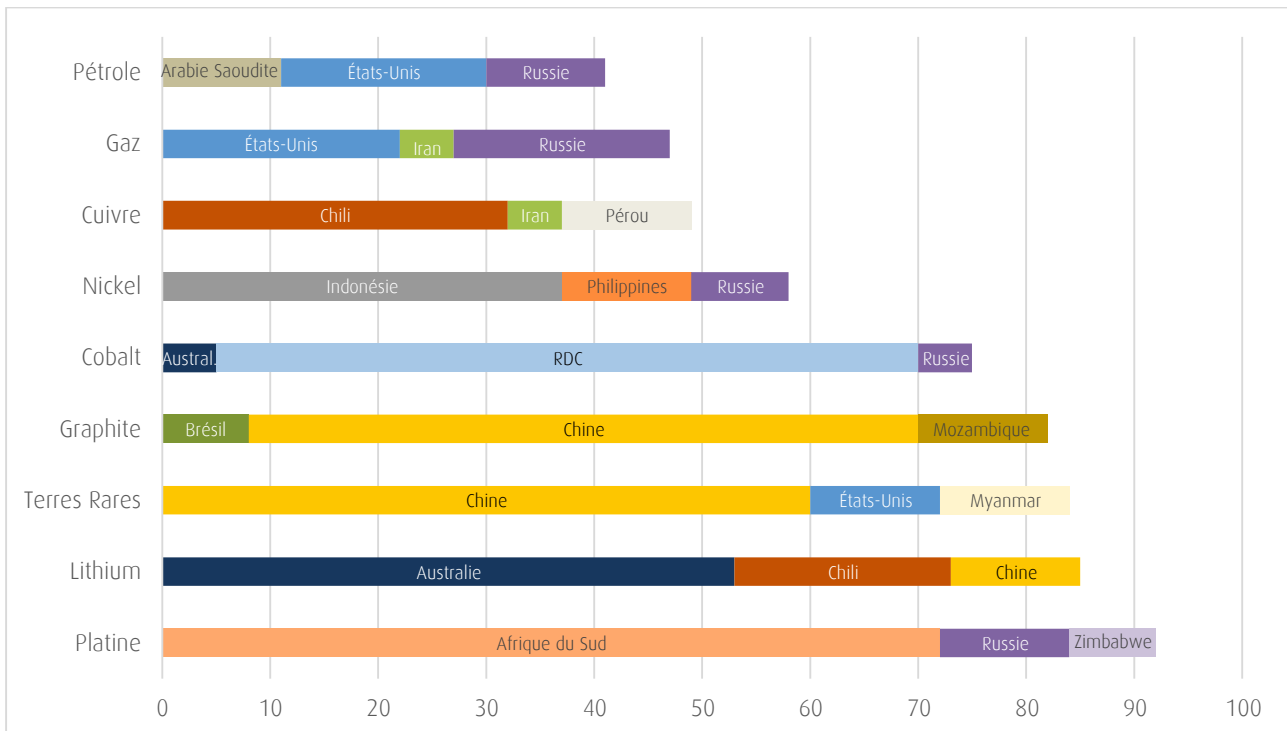


Figure 6 – Principaux pays de raffinage, 2019. Source : AIE 2021, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#), p. 33 (en anglais). Mise en forme : OFATE.

Le quasi-monopole détenu aujourd'hui par la Chine ne vient donc pas de la concentration de la matière première dans son sous-sol mais d'un désengagement de la plupart des autres pays d'activités d'extraction et de traitement peu rémunératrices et polluantes. Extraire la ressource et surtout s'imposer dans les activités de séparation et de valorisation permet aujourd'hui à la Chine de renforcer ses avantages concurrentiels pour des métaux certes utilisés dans des quantités très modestes mais le plus souvent sans alternative au regard de leurs propriétés.

Deuxième producteur mondial, l'Australie fait état d'une production encore modeste même si le pays détiendrait les cinquièmes plus grandes réserves connues et a débuté l'exploitation tardivement (2007). La valorisation des terres rares lui permet à la fois de disposer d'un relais de croissance après avoir bénéficié de la croissance chinoise pour les exportations de minerai de fer et de charbon, de satisfaire des exigences stratégiques (de concert avec l'allié américain)¹⁹ et de constituer des filières dans les technologies de décarbonisation.

L'offre est également géographiquement concentrée en ce qui concerne le lithium. 90 % de la production provient de trois pays : Australie, Argentine et le Chili. En Amérique latine, les lacs salés (*salars*) d'Argentine, de Bolivie et du Chili abriteraient la moitié des réserves mondiales connues. Dans la région, la géographie explique en partie les différences entre les pays en termes de production (le climat défavorise notamment la Bolivie) mais l'environnement économique et politique est le premier facteur. Le Chili peut ainsi compter sur un cadre juridique favorable aux investissements étrangers, sur son énergie bon marché et sur ses infrastructures portuaires. Autre pôle de production majeur, l'Australie présente un contexte géologique radicalement différent. Le lithium y est extrait à partir de roches, un processus moins long, plus économe en eau mais aussi plus coûteux compte tenu de l'énergie nécessaire tout au long du processus.

L'offre est également concentrée en ce qui concerne le nickel avec l'Indonésie comme pôle majeur. En 2014 et en 2020, les cours mondiaux progressèrent à la suite de la décision du pays²⁰ de limiter ses exportations pour constituer des

¹⁹ J. Smyth 2019, *Australia's 15 projects aim to break China rare earths dominance* (en anglais), Financial Times.

²⁰ Les autres pays producteurs sont les Philippines, la Russie, la France (à travers la Nouvelle-Calédonie) et l'Australie.



filières²¹. Un constat similaire s'impose dans le cas du cobalt. Une vingtaine d'États comptent des mines en activité dont la Chine (8 % de la production mondiale), le Canada et la France grâce à la Nouvelle Calédonie. À l'échelle mondiale, le principal pays pourvoyeur est néanmoins la RDC d'où provient environ 70 % du cobalt extrait dans le monde. Peu de mines ne sont consacrées qu'à l'extraction du cobalt, la principale étant celle de Bou Azzer au Maroc. Pour la plupart des autres, il est un coproduit d'autres métaux exploités simultanément, notamment le nickel et le cuivre.

Premier producteur mondial de cuivre, le Chili a tiré parti de la demande chinoise. En 2019, 80 % de la production était expédiée vers quatre pays asiatiques (Chine, Japon, Inde, Corée du sud), la Chine absorbant à elle seule le tiers du total (Bieritz et Mönnig, 2020). Jusqu'au début des années 2000, l'activité de raffinage était également concentrée en Amérique du Sud mais à la suite d'investissements conséquents, la Chine est parvenue à concentrer sur son territoire la moitié des capacités mondiales de raffinage.

Pour la plupart des métaux dits critiques, la forte demande est ainsi un défi compte-tenu de la concentration géographique de l'offre, de la complexité des chaînes de valeur et des évolutions technologiques. Sans compter que le paysage des entreprises minières est également concentré, près de la moitié de la production mondiale de métaux étant contrôlée par une dizaine d'entre elles (BRGM, 2019). L'enjeu en matière de sécurité d'approvisionnement n'est donc pas négligeable même si une lecture uniquement géopolitique de la question des métaux critiques n'est pas nécessairement la plus pertinente. D'une part, la maîtrise des technologies est un sujet central pour les différents pays concernés. D'autre part, les enjeux sociaux et environnementaux doivent être pris en compte pour apprécier précisément la valeur ajoutée de la transition énergétique.

III. Des enjeux conséquents en matière de développement durable et de maîtrise des technologies

Les débats sur la criticité des métaux concernent plus particulièrement les terres rares, dont le rôle clef joué à la fois dans l'extraction et le raffinage est régulièrement associé à la formule prêtée à Deng Xiaoping (mais dont l'authenticité demeure incertaine) : « le Moyen-Orient a le pétrole, la Chine a les terres rares »²². Si l'idée que la Chine pourrait instrumentaliser la domination qu'elle exerce sur le marché mondial, les enjeux technologiques, sociaux et environnementaux des métaux critiques ne sauraient être négligés.

III.1. Les enjeux géopolitiques et géoéconomiques liés aux terres rares

En 2010, à la suite d'un contentieux mettant aux prises un bateau de pêche chinois intercepté par la marine japonaise dans une zone revendiquée par Pékin (les îles Senkaku), la Chine suspendit ses exportations vers le Japon. L'instrumentalisation des terres rares est apparue également flagrante en 2019, lorsque dans le contexte d'un contentieux commercial opposant les États-Unis et la Chine, le Président chinois visita une entreprise de traitement de terres rares²³. La crise de 2010 suscita une prise de conscience à l'échelle mondiale même si un examen plus précis invite à l'interpréter prudemment, un excès de zèle de la part de responsables locaux ne devant pas être écarté (Seaman, 2019). Il semble en revanche établi que la Chine entend structurer le secteur afin d'approvisionner son industrie et acquérir ainsi une supériorité technologique sur le marché mondial tout en réduisant les nuisances environnementales. Les dégâts causés à l'environnement par l'extraction des terres rares sont en effet considérables. Aux rejets en quantité de

²¹ W. Asmarini, B. Munthe 2017, *Indonesia eases export ban on nickel ore, bauxite* (en anglais), Agence Reuters.

²² La formule aurait été prononcée en 1992 à l'occasion d'une tournée dans le sud du pays (CNR 2007, [Deng Xiaoping a noté, lors de sa tournée dans le Sud, que « le Moyen-Orient a le pétrole, la Chine a les terres rares »](#) (en chinois). Consulté le 10 décembre 2020.)

²³ L. Hornby, H. Sanderson 2019, *Xi highlights China's dominance of rare earths market* (en anglais), Financial Times.



produits toxiques dans l'eau, dans l'air et dans les sols (Jin et al., 2013, Law, 2019), s'ajoute la radioactivité de certains minerais extraits simultanément (le thorium, l'uranium, le radium notamment).

Les autorités ont en conséquence entrepris de lutter contre les mines clandestines²⁴, de mieux contrôler les exportations et d'affiner la stratégie d'achat et de stockage à travers un premier plan quinquennal pour l'industrie des terres rares (2016-2020).

Cette reprise en main s'est traduite par une forte réduction de la production conduisant certains acteurs chinois à importer, notamment du Myanmar et des États-Unis²⁵. La Chine devient ainsi à son tour dépendante d'approvisionnements extérieurs, d'où des investissements en hausse dans des mines situées à l'étranger. À travers des partenariats industriels, des prises de participation minoritaires, des contrats d'approvisionnement, les acteurs chinois sont ainsi présents à Madagascar, au Congo, au Mali²⁶ et même dans la principale mine américaine de Mountain Pass. Shenghe Resources Holding Co, qui dispose de 10 % du capital, est dépourvu du droit de vote mais la quasi-totalité de la production lui est destinée.

Disposer d'un approvisionnement fiable permet ainsi aux acteurs chinois de remonter la chaîne de valeur pour maîtriser les différentes étapes allant de l'extraction des métaux à la fabrication de produits finis en passant par les phases de séparation et de traitement des terres rares. En ce sens, la géographie des brevets est au moins aussi importante que celle des gisements. Entre 1950 et 2018, la Chine déposa 25 911 brevets relatifs aux terres rares (une hausse de 250 % au cours de la seule période allant de 2011 à 2018) contre 9 810 pour les États-Unis, 13 920 pour le Japon et 7 280 pour l'UE²⁷. Cet accent mis sur l'innovation contribue, avec une politique de coûts compétitive et une législation environnementale moins contraignante et moins bien appliquée qu'ailleurs à conserver une longueur d'avance pour des technologies d'avenir.

Pour l'UE, le défi est d'ordre politique et technologique dans la mesure où une forte dépendance à l'égard des approvisionnements chinois pourrait inhiber les efforts de l'UE à influencer la Chine sur différents sujets. Le défi est également social et environnemental tant les conditions d'extraction des métaux sont de nature à limiter l'intérêt des énergies renouvelables et du véhicule électrique pour la décarbonation des économies.

III.2. L'enjeu de la durabilité de la transition énergétique

En termes de développement durable, l'extraction de métaux soulève trois problèmes : cette activité se caractérise par une forte emprise foncière, par des tensions sur l'approvisionnement en eau et s'exerce parfois au mépris des droits humains.

S'agissant des enjeux fonciers, les mines, notamment les mines à ciel ouvert, concernent des superficies considérables et ont par conséquent des effets notables sur l'environnement, au détriment de la biodiversité et du cadre de vie des populations locales (Environmental Justice Atlas, 2018).

La question de l'eau est également prégnante. Le Chili, qui assurait 28 % de la production mondiale de cuivre en 2019, est soumis à un stress hydrique et ses mines sont de surcroît concentrées au nord, dans la province aride d'Antofagasta (Lutter and Giljum, 2019), à proximité du désert d'Atacama. Le cadre législatif a été aménagé mais la gestion des bassins versants demeure problématique pour l'extraction du lithium comme pour celle du cuivre (Donoso, 2018).

²⁴ China Daily 2016, [China to crack down on illegal rare earth mining](#) (en anglais). Consulté le 10 novembre 2016.

²⁵ S. Yu, T. Mitchell 2020, *State interference threatens China's control of rare earth production* (en anglais), Financial Times.

²⁶ H. Sanderson 2017, *Rise of electric cars accelerates race for lithium assets* (en anglais), Financial Times.

²⁷ E. Ng 2019, *China's war chest of rare earth patents give an insight into total domination of the industry* (en anglais), Southern China Morning Post.



Plus généralement, la consommation énergétique induite par l'exploitation du lithium en Amérique latine est élevée du fait des opérations de pompage nécessaires à l'extraction du métal et les populations locales constatent des épisodes de sécheresse de plus en plus fréquents (Nassar et al., 2015). En Bolivie la répartition des bénéfices des installations minières et le manque de consultation des populations locales ont suscité des mécontentements (Draper, 2019).

Autre métal précieux à la transition énergétique, le cobalt est extrait principalement en RDC et constitue à la fois une aubaine et un fléau. Une aubaine puisque l'extraction de métaux contribue aux recettes de l'État²⁸ ; un fléau dans la mesure où les flux financiers nourrissent la corruption et l'enrichissement personnel d'une partie des élites sans oublier les nombreuses phases d'instabilité traversées par la principale province productrice, le Katanga.

Dans cette province, les grandes mines ont un actionnariat dominé par des investisseurs étrangers (principalement chinois et occidentaux) qui font état de pratiques respectueuses des droits humains²⁹. Comme un monde parallèle à celui-ci, les mines artisanales fournissent environ 20 % de la production nationale. Les conditions de travail y sont particulièrement éprouvantes et les mineurs artisanaux, appelés les « creuseurs » (150 000 environ en 2019), peuvent être des adultes comme des enfants³⁰.

Dans ce contexte d'une forte concentration de la production de métaux et au regard de la sensibilité croissante des opinions publiques à l'égard des enjeux de la transition énergétique en termes de développement durable, des stratégies de diversification se sont mises en place.

III.3. Les stratégies de diversification de l'approvisionnement se précisent

En Australie, les initiatives de l'État sont relayées par certaines sociétés minières. Principal fournisseur de terres rares non chinois dans le monde, Lynas s'appuie sur deux sites majeurs, l'un dans l'Ouest de l'Australie (Mount Weld), l'autre sur la côte malaisienne orientale. En difficulté, Lynas s'était vu proposer en 2009 une prise de participation majoritaire par une entreprise d'État chinoise (China Non-Ferrous Metal Mining (Group) Co). Les autorités australiennes mirent leur veto³¹ mais autorisèrent l'entrée au capital en 2016 de l'entreprise publique japonaise (JOGMEC) qui valorise depuis une partie des terres rares extraites³².

Les États-Unis, 3^{ème} importateur majeur après le Japon et la Chine, ont également repensé leur approche du secteur³³. Entre 1994 et 1998, le pays céda la quasi-totalité de ses stocks de terres rares. Or, les besoins de l'économie américaine se sont accrus. En 2019, 35 métaux furent identifiés comme critiques. Pour 29 d'entre eux, le pays dépend à plus de 50 % des importations et pour 14 d'entre eux, il ne recense aucune production sur le territoire national. En ouvrant de nouveaux sites à l'exploitation minière, en améliorant la politique de recyclage et en mobilisant son réseau diplomatique, le pays entend désormais réduire sa dépendance à l'égard de la Chine.

²⁸ 37 % des recettes de l'État soit 1,6 Mds\$ en 2018. In : Ministère de l'Économie et des Finances, [Le secteur minier en République Démocratique du Congo](#), 6 janvier 2020. Consulté le 12 mars 2020.

²⁹ Plusieurs acteurs du secteur informatique ont néanmoins dû revoir leur chaîne d'approvisionnement en cobalt après la révélation que des enfants étaient sollicités dans certaines mines de RDC. (T. C. Frankel 2017, *Apple cracks down further on cobalt supplier in Congo as child labor persists*, Washington Post.) Fin 2019, une association de juristes (IRAdvocates) porta plainte à l'encontre de plusieurs industriels du secteur de l'automobile et de l'informatique, les soupçonnant de fermer les yeux sur l'origine du cobalt acheté. IRA (International Rights Advocate) 2019, [IRAdvocates Files Forced Child Labor Case Against Tech Giants Apple, Alphabet, Dell, Microsoft and Tesla for Aiding and Abetting Extreme Abuse of Children Mining Cobalt in DRC](#) (en anglais). Consulté le 12 février 2020.

³⁰ SOMO 2016, [Cobalt blues - Environmental pollution and human rights violations in Katanga's copper and cobalt mines](#) (en anglais). Amsterdam. Consulté le 10 octobre 2020.

³¹ K. Bradsher 2010, *China Still Bans Rare Earth to Japan* (en anglais), New York Times.

³² R. Pannett 2010, *Australia Commits Rare-Earth Supply to Japan* (en anglais), Wall Street Journal.

³³ Département d'État au Commerce, [A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals](#) (en anglais). Consulté le 27 avril 2020.

L'entreprise contrôlant la principale mine de terres rares du pays (Mountain Pass) déposa le bilan en 2002 avant de reprendre son activité en 2010 pour finalement disparaître en 2015 et voir une partie de ses actifs repris par un consortium (MP Minerals). En 2017, la séparation des actifs fit passer la mine sous la tutelle d'un consortium (MP Mine Operations) au sein duquel un partenaire chinois (Shenghe Resources) est parvenu à s'imposer (voir plus haut). En juillet 2019, le Président américain signa cinq mémorandums pour renforcer les capacités d'extraction et de séparation de terres rares et de terres légères, en vue notamment de la fabrication d'aimants permanents³⁴. L'année suivante, le projet de construire la première unité de séparation de terres rares hors de Chine se concrétisa à travers un accord entre le Ministère américain de la Défense et une *joint-venture* associant l'australien Lynas³⁵.

Avec l'Australie, les États-Unis signèrent en 2019 un accord pour promouvoir des pratiques minières « responsables » de 15 métaux nécessaires à la transition énergétique³⁶. L'agence gouvernementale dédiée au financement du secteur privé dans des pays émergents (US Development Finance Corporation) a été appelée à prendre des participations dans différents projets dans le monde. La DLA est, elle, chargée de la politique de stockage des matériaux jugés critiques. C'est dans ce contexte que le Président américain de l'époque, Donald Trump, proposa d'acheter le Groenland, proposition certes incongrue mais qui reprenait une offre de 1946 que le Président Truman avait formulé après avoir perçu durant la Guerre toute l'importance géopolitique de l'île³⁷. En mars 2021, le département de l'énergie de la nouvelle administration Biden a annoncé une initiative de 30 millions de dollars pour la recherche et la sécurisation de la chaîne d'approvisionnement nationale des États-Unis en terres rares et autres minéraux importants pour la fabrication de batteries, tels que le cobalt et le lithium³⁸.

Directement concernée par l'interruption des approvisionnements chinois en 2010, le Japon a également initié une politique de diversification de ses approvisionnements visant à dépendre pour au moins la moitié des approvisionnements de pays autres que la Chine (JOGMEC, 2012). Des participations ont ainsi été prises dans des gisements étrangers à travers l'agence d'État, JOGMEC, la principale opération étant l'association au projet Mount Weld en Australie (voir plus haut). 60 % de la production du gisement y a été préemptée par le Japon.

En s'appuyant sur une douzaine de représentations dans le monde, l'Agence s'implique à la fois dans des activités de prospection, dans des *joint-ventures* pour l'exploitation, dans le financement d'activités de recherche, par exemple dans le recyclage, le tout au service des entreprises japonaises. Le Japon s'emploie par ailleurs à tisser des liens avec plusieurs sites miniers dans le monde, au Kazakhstan, au Vietnam, en Inde en attendant de pouvoir exploiter les ressources considérables que recèleraient les fonds marins de sa zone exclusive économique.

Les acteurs privés ne sont pas en reste. La société de courtage de Toyota a investi en Inde³⁹, au Canada, au Vietnam avec un objectif clairement formulé : « réduire la dépendance à l'égard des producteurs chinois de terres rares » (Toyota Tsusho, 2015). Les groupes japonais des secteurs de l'automobile se sont également investis dans des projets de terres rares pour mutualiser leurs approvisionnements (Holzmann, 2018). Autant d'efforts qui s'inscrivent dans le projet énoncé par le Japon en 2018 : ne plus produire que des véhicules électriques ou hybrides d'ici à 2050.

Dans le cas de l'UE, la liste régulièrement actualisée des métaux critiques (voir figure 3) est utilisée dans la négociation des accords commerciaux et dans la définition des programmes de recherche et d'innovation. L'UE insiste notamment auprès de ses partenaires pour qu'ils renoncent à toute disposition visant à restreindre les exportations des métaux (voir figure 7 avec les pays qui représentent la plus grande part de l'approvisionnement de l'UE). C'est dans ce cadre qu'elle déposa plusieurs fois plainte à l'OMC contre la Chine (en 2012, en 2014 et en 2016), reprochant à ce pays d'imposer

³⁴ C. Messecar 2020, [US selects Lynas to design heavy rare earth plant](#) (en anglais). Consulté le 06 juin 2021.

³⁵ Projet financé dans le cadre du Defence Production Act. In : E. Scheyder 2019, [Exclusive: pentagon races to track U.S. rare earths output amid China trade dispute](#) (en anglais), Agence Reuters. Consulté le 12 novembre 2020.

³⁶ H. Dempsey, H. Sanderson 2019, [US seeks to curb Chinese dominance in critical minerals](#) (en anglais), Financial Times.

³⁷ K. Manson, R. Milne 2020, [US financial aid for Greenland sparks outrage in Denmark](#) (en anglais), Financial Times.

³⁸ S. Subin 2021, [The new U.S. plan to rival China and end cornering of market in rare earth metals](#) (en anglais). Consulté le 16. Juillet 2021.

³⁹ Toyota Tsusho 2015, [Toyota Tsusho Inks Rare Earths Contract with Indian State Corporation](#) (en anglais). Consulté le 11 novembre 2020.

des taxes à l'export sur certains métaux ou de s'être assuré un approvisionnement à long-terme auprès de pays-tiers, notamment pour le cobalt⁴⁰, au bénéfice de son industrie du raffinage.

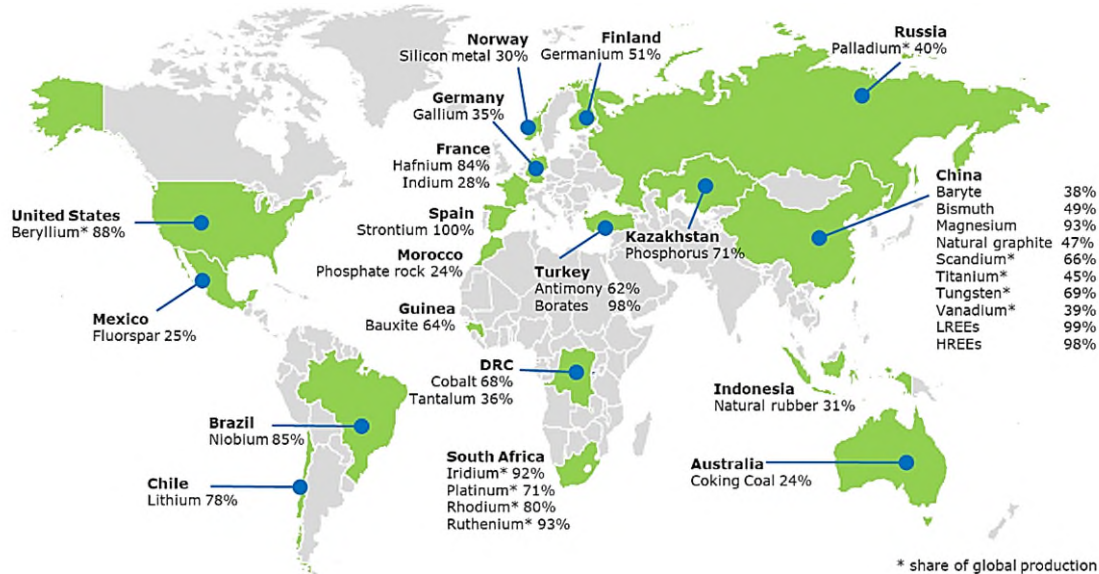


Figure 7 – Les pays qui représentent la plus grande part de l'approvisionnement de l'UE en métaux critiques. Source : Commission européenne 2020, [Study on the EU's list on critical raw materials](#) (en anglais).

L'UE s'est également investie dans une amélioration de la sécurité d'approvisionnement. Décrivant l'accès aux ressources comme une « question de sécurité stratégique » pour la mise en œuvre du *Green Deal*, la Commission a initié un plan d'action encourageant une relance de l'activité minière en Europe, un recours accru au recyclage, la recherche en faveur de solutions de substitution et une diversification des pays d'importation. Par ailleurs, la Commission soutient des « alliances industrielles » intégrant les différentes composantes des chaînes de valeur et une Alliance européenne des matières premières a été mise en place avec pour priorité à court-terme les terres rares nécessaires aux aimants permanents⁴¹.

L'UE poursuit par ailleurs un dialogue avec le Japon et les États-Unis tandis que des partenariats stratégiques pourraient voir le jour avec des pays du voisinage, notamment les Balkans occidentaux (en Serbie pour les borates et en Albanie pour le platine).

IV. Une réponse européenne fondée sur le cycle de vie

Pour les Européens et les Américains, s'extraire de la dépendance à la Chine n'est guère aisé, les acteurs chinois et japonais ayant déjà préempté une part importante de la production des gisements les plus prometteurs. Pour contribuer à une meilleure prise en compte des enjeux sociaux et environnementaux de l'extraction et de la valorisation des métaux, l'UE dispose toutefois d'une palette d'options non exclusives les unes des autres : améliorer la traçabilité, développer les activités d'extraction sur son sol, identifier des ressources alternatives et recycler.

IV.1. À la recherche d'une traçabilité fiable

⁴⁰ Commission européenne 2017, [EU takes legal action against export restrictions on Chinese raw materials](#) (en anglais). Communiqué de presse. Consulté le 23 juillet 2020.

⁴¹ Commission européenne, *Communication de la Commission européenne, Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité*, op. cit.



Des normes internationales ont été adoptées pour assurer que les différents acteurs des chaînes de valeur veillent aux implications sociales et environnementales de leurs pratiques. Selon le devoir de diligence mis en avant par l'OCDE⁴², toutes les entreprises, des sociétés minières aux entreprises manufacturières, doivent veiller à identifier les autres acteurs de leur chaîne de valeur et s'assurer que l'extraction des métaux utilisés respecte les droits humains et qu'elle ne contribue pas aux conflits.

Ces règles ont leur origine en RDC où l'extraction et le commerce des métaux ont contribué à financer les conflits et où les droits humains sont régulièrement bafoués. Elles ont inspiré plusieurs législations nationales, notamment aux États-Unis (*Dodd-Frank Act*, Section 1502⁴³) et dans l'UE (en 2017 pour une application en 2021). Ces législations diffèrent sur plusieurs points, notamment sur le périmètre concerné (le monde entier dans le cas de l'UE, la RDC et les pays voisins dans le cas du *Dodd-Frank Act*) mais placent toutes deux les entreprises face à leurs responsabilités quant à leur approvisionnement en métaux. Le nombre concerné de métaux est néanmoins limité : le coltan, le tantale, le tungstène et l'or (3TG), soit les quatre minerais le plus souvent liés aux conflits armés et aux violations des droits de l'Homme. D'autres métaux exploités dans des conditions discutables (comme le cobalt) ne sont guère mentionnés mais l'UE envisage d'élargir sa liste lors de son réexamen, prévu en 2023.

La certification est une autre voie. Un groupe de recherche mis sur pied par l'UE prépare une méthode étendant aux métaux la méthode de la certification mise en œuvre pour le textile, l'alimentation, le bois, avec pour premier champ d'application les mines européennes uniquement⁴⁴. D'autres options sont envisageables : introduire des schémas de coopération entre mineurs artisanaux et mines officielles, un procédé mis en œuvre au Canada pour les communautés inuites (O'Reilly et Eacott, 1999) ou encore améliorer les services de santé et d'éducation et soutenir la diversification des économies locales, par exemple dans le domaine de l'agriculture (Perks, 2011).

D'autres initiatives ont été lancées, associant ou reposant sur l'initiative d'industriels, à l'instar de l'initiative RMMI (*Responsible Raw Materials Initiative*) encadrée avant tout par des acteurs industriels du secteur de l'informatique et de celui de l'automobile. Le recours aux technologies blockchain (déjà utilisées dans l'industrie du diamant) sont également expérimentées mais collecter en détail des données sur chaque étape intermédiaire sur différents points du territoire d'un pays en proie à l'instabilité n'est pas aisé.

Dans ce contexte, certains acteurs industriels contractent directement avec des mines qu'ils ont identifiées comme ayant les meilleures pratiques en termes de développement durable, par exemple des mines australiennes pour le lithium ou des mines marocaines pour le cobalt⁴⁵, une stratégie qui fait écho au choix d'Henri Ford dans les années 1920 de se porter propriétaire de mines de métal.

IV.2. Une quête de matériaux alternatifs peu probante à ce jour

Pour les constructeurs automobiles, réduire la consommation de terres rares est également une option et certains s'y sont engagés⁴⁶. Des tendances similaires sont à l'œuvre de la part des principaux manufacturiers européens du secteur de l'éolien. Dans le secteur de la batterie, des alternatives à la technologie lithium-ion émergent (piles à combustible, batteries aluminium-air, batteries sodium-soufre, batteries à base de plastique et de céramique dépourvues de terres

⁴² OCDE 2016, [Guide OCDE](#) sur le devoir de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque : Troisième édition, Éditions OCDE. Consulté le 12 septembre 2018.

⁴³ Ont été définis comme minerais de conflit : l'or, le colombo-tantalite, la cassitérite, le wolframite et leurs dérivés, à savoir le tantale, l'étain et le tungstène (3TG) provenant de la République Démocratique du Congo.

⁴⁴ European Institute of Innovation and Technology (EIT), [Developing raw materials into a major strength for Europe](#) (en anglais). Consulté le 18 septembre 2020.

⁴⁵ Electric Drive 2019, [BMW buys 540 million euros worth of lithium in Australia](#). Consulté le 12 juin 2020. H. Sanderson 2020, [Tesla in talks to buy cobalt from Glencore](#) (en anglais), Financial Times.

⁴⁶ C. Riley 2019, [BMW and Jaguar Land Rover won't need China's rare earths for their new electric engines](#) (en anglais). CNN Business. Consulté le 15 mars 2020.



rare⁴⁷) mais l'industrialisation à grande échelle de ces technologies n'est pas imminente. D'autres constructeurs optent pour un accroissement de la part du nickel, au détriment du cobalt et du lithium. L'adoption de batteries dépourvues de cobalt et de nickel (LFP) est également une option envisageable⁴⁸ malgré des performances moindres que compense un coût moins élevé que les autres technologies⁴⁹.

De manière plus générale, la difficulté de trouver des solutions alternatives plaide pour une relance de l'activité minière en Europe afin d'une part de renforcer l'attractivité des sites industriels européens et d'autre part de mieux contrôler les conditions sociales et environnementales d'extraction des métaux.

IV.3. La relance de l'extraction minière en Europe : possible mais improbable

L'UE est dépendante pour son approvisionnement en matières premières et connaît un déficit depuis 2002⁵⁰. Avec le soutien de la BEI dont la stratégie intègre depuis 2019 pour la première fois des prises de participation dans des mines (parallèlement à l'arrêt du financement de projets d'énergies fossiles), elle a esquissé une stratégie pour renforcer sa sécurité d'approvisionnement.

Un potentiel minier sous-évalué ?

Plusieurs États membres ont peu à peu réduit leurs activités de prospection et d'exploitation minière (la fin de l'Inventaire Minier National français date de 1992) et les filières de formation se sont en partie détournées de la problématique minière. La capacité européenne de raffinage est réduite, y compris pour les métaux de base comme le cuivre, seul un des vingt plus grands raffineurs mondiaux étant localisé en Europe. La part de l'Europe dans l'activité minière était de 50 % en 1850, de moins de 5 % dès 2009. La part des États-Unis dans l'activité minière mondiale a également franchi à la baisse le seuil des 10 % dans les années 2000⁵¹.

Plusieurs États membres disposent néanmoins de métaux dans leur sous-sol et certains gisements identifiés sont à la fois proches de mines de charbon et de sites d'implantation de batteries pour véhicules électriques⁵². Les principales mines actuellement exploitées sont principalement aux marges de l'Europe (péninsule ibérique, Balkans, Est de l'Europe, voir figure 8) et les sites les plus prometteurs pour les terres rares se situent en Scandinavie.

De fait, l'activité minière connaît un renouveau dans les pays du nord de l'Europe (Finlande, Islande, Suède, Norvège). Elle est portée par la demande en uranium, en fer, en nickel, en phosphore, en terres rares et par les perspectives qu'induit l'ouverture de nouvelles routes maritimes dans l'Arctique avec le réchauffement climatique. Les gisements de Scandinavie pourraient en théorie impulser une nouvelle chaîne de valeur, avec une industrie européenne de la batterie centrée sur les sites d'extraction ou de raffinage de matières premières.

⁴⁷ Les Echos 2017, Entretien avec Wolfgang Tiefensee, Ministre de l'Économie de Thuringe, *Les Échos*.

⁴⁸ Technologie déployée notamment par l'entreprise Sunlight en Grèce. (K. Abnett, M. Green, N. Shirouzu 2020, *European battery makers power up for a green recovery* (en anglais), Agence Reuters).

⁴⁹ Electric Drive 2020, *Tesla could source LFP cells from CATL in China* (en anglais). Consulté le 18 juin 2020.

⁵⁰ D. Keating 2020, *Europe looks home for new mining opportunities* (en anglais), Euractiv. Consulté le 12 juin 2020.

⁵¹ O. Vidal 2017, *The crucial role of "structural raw materials" to the energy transition and social development*, Séminaire du COMES sur les métaux de la transition énergétique, 10 février. Consulté le 23 mai 2020.

⁵² Commission européenne 2020, *Communication de la Commission européenne, Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité*, COM(2020) 494, op. cit., p. 12.

CRITICAL RAW MATERIAL DEPOSITS OF EUROPE

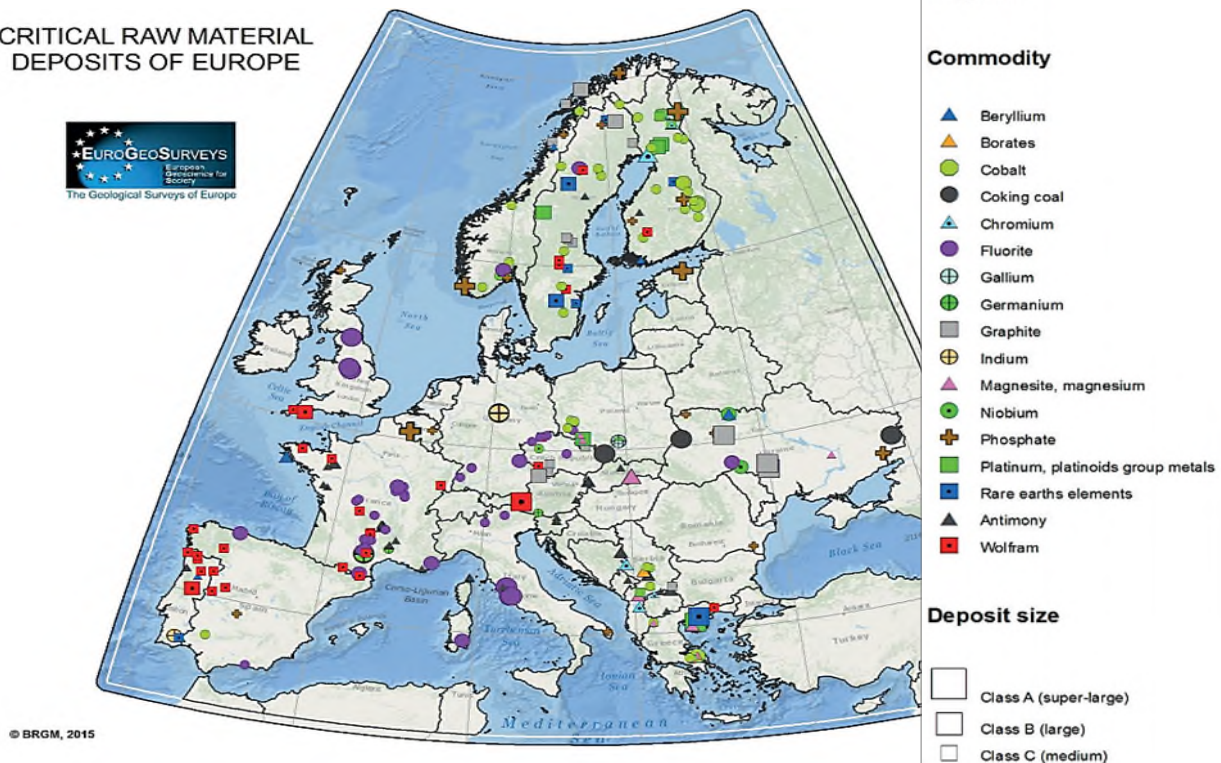


Figure 8 – Gisements de matières premières critiques en Europe. Source : EuroGeoSurveys 2015, [A Note on the map of Critical Raw Material deposits of Europe](#) (en anglais). Mise en forme : OFATE

En Norvège, l'industrie métallurgique s'est adossée à une énergie bon marché (grâce aux ressources en hydro-électricité) et le sous-sol y est riche en métaux. Même constat en Suède (le pays compte pour environ 90 % de la production de fer de l'UE et 10 % de la production de cuivre) et en Finlande, particulièrement concernée par ce que Kröger (2015) qualifie « d'Arctic land rush », notamment pour le nickel.

Une large partie de l'industrie minière d'État de ce pays ferma au cours des années 1990, la raison première étant le faible niveau des cours pour les minerais extraits. L'activité reprit néanmoins dans les années 2000 lorsque les cours remontèrent dans le contexte de la forte croissance des économies indienne et chinoise et le gouvernement restructura le secteur en 2018. De nouvelles mines s'ouvrent, notamment dans le contexte d'une croissance du marché de la batterie.

Depuis les années 1990, le Groenland est particulièrement actif pour valoriser les richesses de son sous-sol, bénéficiant à la fois du réchauffement climatique qui libère des portions gelées de son territoire et de la croissance du marché des technologies sensées limiter ce réchauffement. La production s'est longtemps focalisée sur le plomb, le zinc, l'or, le charbon dans des gisements situés à proximité des côtes à des coûts logistiques par conséquent modestes. Des groupes danois, australiens (pour les terres rares) mais aussi chinois y ont investi.

Dans toute la région, les acteurs chinois sont présents. Le lien entre la BRI⁵³ et l'Arctique a été établi officiellement en 2017 puis dans le Livre blanc sur l'Arctique de 2018⁵⁴. En 2019, la Finlande fut le premier pays pour l'investissement

⁵³ Belt Road Initiative. Agence Xinhua 2017, [Vision for Maritime Cooperation under the Belt and Road Initiative](#) (en anglais). Consulté le 12 mai 2019.

⁵⁴ G. Grieger 2018, *China's Arctic policy, How China aligns rights and interests* (en anglais), Briefing, European Parliamentary Research Service, Parlement européen.



chinois en Europe, la Suède le troisième⁵⁵, un activisme chinois qui a convaincu l'administration américaine de réévaluer le défi chinois dans sa Stratégie de défense de l'Arctique⁵⁶.

Dans le contexte de la transition énergétique, le lithium retient plus particulièrement l'attention. Les ressources sont significatives en Europe, notamment en Serbie (Jadar), au Portugal, en Espagne, en Finlande, en Autriche et en France (Massif central). À ce jour, une seule mine, située au Portugal, fournit plus de 1 000 tonnes par an à l'attention de l'industrie de la céramique. La Commission européenne suggère d'encourager davantage l'extraction sur le sol européen et estime possible de couvrir 80 % des besoins européens d'ici à 2025. De fait, de nombreux projets ont été lancés : en Espagne, près de San Jose, dans le sud de l'Autriche pour une production annoncée pour 2023, en Allemagne (dans les environs de Dresde), au Portugal, en République tchèque (projet Cinovec près de Prague), dans l'Ouest de la Finlande (projet Keliber Oy). En 2021, aucun n'a néanmoins encore abouti à une exploitation commerciale.

La région frontalière franco-allemande pourrait être mise à profit, les eaux géothermales situées dans le fossé rhénan permettant d'ores et déjà la production d'électricité et de chaleur. Riches en lithium et en autres métaux, elles font l'objet d'une coopération en Alsace entre un producteur local d'énergie et un industriel du secteur minier. Des tests ont été ainsi conduits pour extraire du lithium des saumures à l'aide d'une technologie expérimentée en Argentine permettant de réinjecter l'eau prélevée et filtrée⁵⁷. Dans le sud-ouest de l'Allemagne, un important gisement de lithium a été identifié, là aussi sur des sites favorables à la géothermie. La production est envisagée pour les années à venir, sans transit par la Chine pour le raffinage⁵⁸. L'acceptation sociale, les risques environnementaux ou les questions de rentabilité constituent néanmoins autant d'obstacles sérieux à une intensification de l'activité minière en Europe.

Une capacité d'autonomisation de l'Europe surévaluée ?

En Scandinavie, les régions prometteuses du nord de la Finlande sont aussi celles qui comptent le plus de zones Natura 2000 et d'espaces protégés à titres divers pour la qualité de leur faune et de leur flore. Des pollutions au nickel ont été constatées dans le lac Kivijaervi provenant d'une mine voisine. Les risques concernent l'environnement (flore et faune de Laponie) mais aussi les populations locales (communautés indigènes Sami). Lassila (2018) relate ainsi les vives oppositions soulevées par les premières campagnes d'exploration conduites dans le nord de la Finlande parmi la communauté Sami dans le village d'Ohcejohka.

En Suède, c'est un des gisements les plus prometteurs de terres rares (de dysprosium notamment) en Europe (*Norra Kärr*) qui fut autorisé par les pouvoirs publics puis abandonné en raison des oppositions locales⁵⁹. En Norvège, l'activité minière a suscité des tensions entre les populations locales et les autorités, par exemple autour de la mine de cuivre de Nussir, près de Hammerfest.

En outre, une intensification des activités extractives en Europe ne conduirait pas automatiquement à un renforcement des filières industrielles sur le sol européen tant les capacités de raffinage sont concentrées en Chine. L'enjeu pour les projets de valorisation des métaux localisés hors de Chine est ainsi de trouver un modèle économique qui assure leur rentabilité malgré les coûts induits, les risques environnementaux et une forte volatilité des cours. S'agissant des seules terres rares, la rentabilité n'est guère assurée tant les quantités en jeu sont faibles et les cours soumis à une forte volatilité au gré des évolutions technologiques et de la demande chinoise. Surtout, la Chine dispose non seulement de ressources abondantes mais également de la chaîne de valeur nécessaire au traitement.

⁵⁵ Over the circle 2019, [China and Finland: The Ice Road Cometh?](#) (en anglais). Consulté le 12 février 2020.

⁵⁶ US department of the Navy 2020, *A Strategic Blueprint for the Arctic* (en anglais).

⁵⁷ E. Goetz 2021, *Eramet avance à grand pas dans l'extraction du métal blanc en Alsace*, Les Échos.

⁵⁸ K. Witsch 2021, *Elektromobilität Unter dem Rhein liegt Europas größtes Lithium-Vorkommen* (en allemand), Handelsblatt.

⁵⁹ Tasman Metals 2016, [Swedish Supreme Administrative Court Cancels Norra Kärr Mining Lease](#) (en anglais). Consulté le 12 avril 2020.

En outre, fermer et rouvrir des mines au gré de l'évolution des cours comme le font certains producteurs américains de pétrole non conventionnels ne serait guère réaliste dans le cas des métaux critiques. La mise en valeur des gisements exige du temps, qu'il s'agisse des terres rares, du lithium (sept années se sont écoulées entre l'exploration et l'exploitation commerciale du gisement argentin d'Olaroz) ou des métaux de base.

Réduire les approvisionnements depuis les pays à faible revenu – à supposer que l'option soit réaliste – ne bénéficierait par ailleurs pas nécessairement aux populations locales des pays miniers. Celles-ci risquent de se voir privées de revenus sans pour autant que leurs conditions de vie en bénéficient. Comme une illustration des dilemmes que soulève la mise en place de règles plus strictes en matière de traçabilité, la bourse de Londres des métaux (LME) dut sur pression d'Amnesty International renoncer à bannir le cobalt issu de mines artisanales⁶⁰. Elle ambitionnait d'écarter d'ici à 2022 tout négoce de métaux dont l'origine ne pourrait être précisément établie, à commencer par les métaux issus de mines clandestines. L'échéance fut reportée à 2023 et les critères retenus moins stricts.

La montée en puissance de filières de recyclage ou la recherche de technologies de substitution constituent également des alternatives mais les défis à relever ne sont pas, là non plus, négligeables

IV.4. L'option du recyclage

En Europe, plus de 50 % des métaux comme le fer, le zinc, le platine sont recyclés et couvrent 25 % de la consommation de l'UE⁶¹ mais le taux de recyclage est faible voire dérisoire pour plusieurs autres métaux (figure 9). La valeur ajoutée du recyclage ne se traduit guère dans les coûts de sorte que les métaux recyclés se retrouvent en concurrence avec les métaux primaires, lesquels sont fréquemment plus compétitifs.

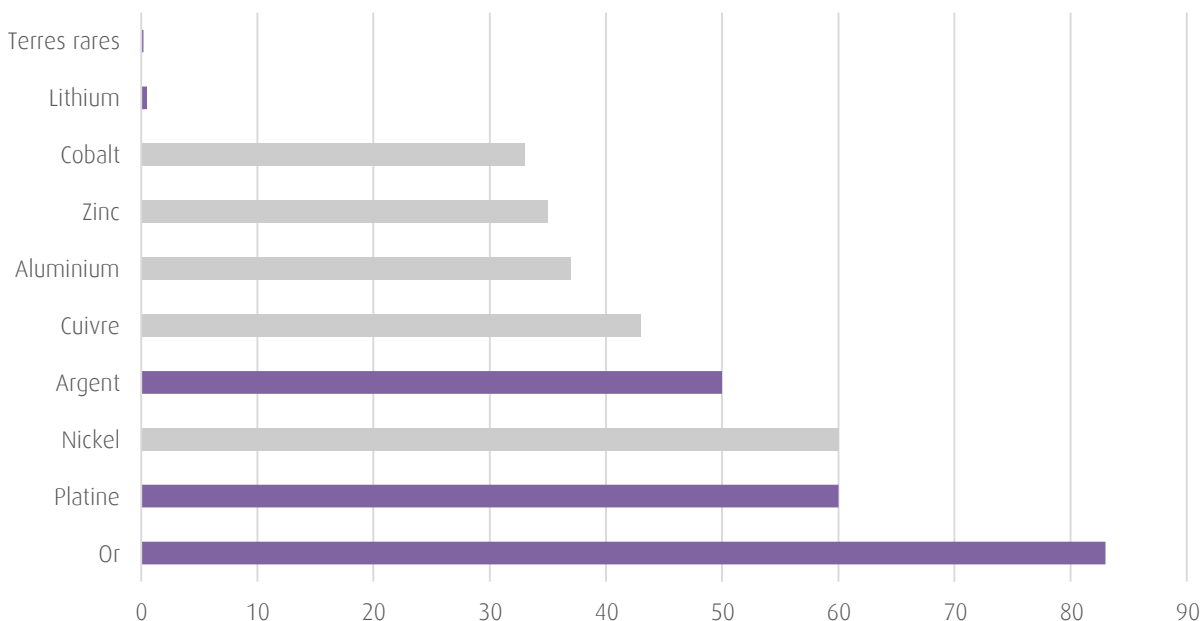


Figure 9 – Taux de recyclage d'une sélection de métaux précieux (violet) et métaux de base (gris) (%). Source : AIE 2021, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#), p. 34 (en anglais). Mise en forme : OFATE.

⁶⁰ Z. Shabalala, P. Desa 2019, [Fourteen NGOs Oppose London Metal Exchange Plans to Ban Tainted Cobalt](#) (en anglais). Agence Reuters. Consulté le 2 janvier 2020.

⁶¹ Commission européenne 2020, *Communication de la Commission européenne, Résilience des matières premières critiques : la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité*, ibid.



S'agissant des batteries, le taux de recyclage du cobalt atteint 32 % (OCDE, 2019) mais le lithium n'est que rarement récupéré. La difficulté tient à la conception des batteries et aux risques d'explosion et d'incendie associés à leur traitement en fin de vie. Les différentes étapes nécessaires pour neutraliser ces risques et pour limiter les pollutions renchérissent les coûts et expliquent au final que les batteries des voitures électriques soient si peu valorisées après leur mise à l'écart. Dans la mesure où elles conservent alors 70 à 80 % de leurs capacités, elles peuvent néanmoins être réutilisées pour le stockage stationnaire.

Recycler les équipements en fin de vie est en outre difficile sur le plan économique du fait que les quantités sont faibles et les métaux intégrés à d'autres matériaux. S'agissant des infrastructures des énergies renouvelables, les composants sont immobilisés pour une vingtaine d'années dans des proportions nettement moindres que celles qui seront requises à ce moment si de nouveaux matériaux n'ont pas été introduits entre-temps. Opter pour des technologies qui recourent peu aux métaux dits critiques n'est pas nécessairement la meilleure option. En témoigne le cas des batteries LFP, certes dépourvues de nickel et de cobalt mais dont le recyclage apparaît peu rentable au regard du poids qu'y tiennent des métaux peu onéreux (le fer notamment)⁶².

Le fait que les circuits de recyclage soient organisés en filières avec pour chacune d'elle des procédés industriels et des acteurs économiques différents constitue un autre obstacle. Les métaux critiques sont en effet pour la plupart des coproduits de métaux de base (gallium et aluminium par exemple) et s'inscrivent difficilement dans un système de valorisation des métaux qui est segmenté. Dans ce contexte, les métaux disponibles en faible quantité et aux propriétés chimiques spécifiques sont peu valorisés, surtout lorsqu'ils sont utilisés dans des alliages avec d'autres métaux plus abondants (cas du béryllium et du cuivre). L'éco-conception est en somme un aspect important pour que le démontage des différents composants sans destruction soit possible. Dans ce contexte, la Commission a engagé un travail d'actualisation de la Directive Écoconception⁶³ afin de renforcer la durabilité des produits mis sur le marché, notamment grâce au recyclage.

Les quantités de déchets recyclables disponibles devraient néanmoins croître fortement. La rentabilité du recyclage progresse au point que la croissance de ce dernier devrait pour la première fois dépasser celle du secteur minier d'ici à 2060 (OCDE, 2019). En 2050, 60 à 78 millions de tonnes de déchets de panneaux photovoltaïques devraient ainsi être disponibles⁶⁴. Si la diversité des matériaux qui composent un panneau photovoltaïque complique son recyclage, un marché de plus de 15 milliards USD pourrait émerger d'ici à 2050⁶⁵. De même, dans l'industrie automobile, les sites industriels de recyclage sont chaque année plus nombreux en Europe⁶⁶ et certains constructeurs contractent avec des entreprises européennes spécialistes en la matière⁶⁷, notamment pour la récupération du cobalt et du nickel dans les batteries lithium-ion. Pour les métaux de base, le recyclage devra également monter en puissance compte-tenu des déséquilibres qui s'annoncent entre l'offre et la demande, le niveau des cours jouant ici aussi un rôle important pour garantir la viabilité des filières.

Les activités de recyclage n'échappent pas aux doutes relatifs aux conditions sociales et environnementales dans lesquelles les transactions de métaux s'opèrent. Travail des enfants, insécurité, dégradation de l'environnement : ces maux coutumiers du secteur minier n'épargnent pas le secteur du recyclage comme le montre Gaines (2014) dans les cas du Bangladesh, de l'Inde ou de la Chine. Or, l'essentiel des métaux utilisés en Europe et traités à des fins de recyclage est exporté vers des pays en voie de développement. Dans le cas spécifique des déchets électriques et

⁶² H. Sanderson 2021, *Cheaper electric car batteries pose waste risk, warns supplier* (en anglais), Financial Times.

⁶³ Directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 établissant un cadre pour la fixation d'exigences en matière d'écoconception applicables aux produits liés à l'énergie.

⁶⁴ International Renewable Energy Agency (IRENA), International Energy Agency's Photovoltaic Power Systems Programme (IEA-PVPS) 2016, [End-of-Life Management: Solar Photovoltaic Panels](#) (en anglais). Consulté le 3 mai 2017.

⁶⁵ Ibid.

⁶⁶ H. Sanderson 2017, *Electric car growth sparks environmental concerns* (en anglais), Financial Times.

⁶⁷ S. Garnsey 2019, [Audi to start recycling cobalt and nickel with Umicore](#) (en anglais), Automotive Logistics. Consulté le 17 décembre 2020.

électroniques, 90 % des métaux seraient transférés dans l'illégalité⁶⁸. Le recyclage des batteries au plomb est d'ores et déjà une des sources majeures de pollution dans les pays en voie de développement. Au Bangladesh, en Chine et en Inde, une partie importante des opérations de recyclage est l'œuvre du secteur informel.

À la suite de plusieurs scandales relatifs à l'exportation de déchets dangereux vers des pays en développement, la convention de Bâle, destinée à réguler la circulation des déchets dangereux entre les pays, fut signée en 1989. Sa mise en œuvre effective est néanmoins d'autant plus défailante que plusieurs pays développés ne l'ont pas signée. Même les déchets présentés comme collectés peuvent ne pas être proprement recyclés, comme l'a confirmé une étude sur le cas du Portugal. Sans compter qu'une part importante des déchets est exportée en étant présentés à tort comme « ré-utilisables »⁶⁹.

Le fait nouveau intervenu ces dernières années est la décision prise par la Chine de ne plus jouer un rôle de hub pour les déchets, dans un premier temps pour le plastique et le papier⁷⁰ puis pour le cuivre et l'aluminium en 2020⁷¹. Le pays a, par étapes successives, durci sa législation mettant en difficulté les filières de recyclage de plusieurs pays développés dont le modèle économique reposait précisément sur l'exportation de ces déchets. Résultat : le rôle de la Chine comme pôle d'attraction des déchets de métaux s'est fortement réduit. D'autres pays d'Asie, l'Inde notamment mais aussi la Malaisie, Taïwan, la Thaïlande et l'Indonésie, voient leur rôle dans les processus de recyclage gagner en importance⁷². Plus qu'une infortune, il convient probablement de lire la décision chinoise comme une opportunité. Des capacités de traitement et de recyclage nouvelles se mettent en place dans les pays développés, notamment aux États-Unis, dans le secteur du cuivre, où elles retrouvèrent dès 2019 un niveau similaire à celui des années 1990 lorsque l'industrie chinoise du recyclage commença à absorber le cuivre américain⁷³.

L'UE fut une des premières puissances à légiférer sur la gestion des déchets électriques et électroniques. Une politique d'économie circulaire fut énoncée en 2015, réactualisée en 2020⁷⁴. Plus généralement, la Commission européenne a soumis en décembre 2020 une proposition de règlement actant son approche de la batterie en termes de chaîne de valeur⁷⁵. Sur l'ensemble du processus de fabrication des batteries, la Commission entend soumettre à partir de 2023 les acteurs du secteur à des exigences en matière d'empreinte carbone, de durabilité et de pourcentage de composants issus du recyclage. L'initiative, qui prolonge l'Alliance européenne de la batterie lancée en 2018⁷⁶, doit permettre au terme d'un processus échelonné dans le temps de réduire l'impact environnemental des batteries destinées aux véhicules électriques tout en valorisant l'écosystème européen qui pâtit à ce jour d'un retard par rapport à la concurrence asiatique. La difficulté résidera ici dans la méthodologie retenue pour évaluer l'impact environnemental des différentes composantes de la chaîne de valeur des batteries et dans la capacité des pouvoirs publics à imposer la transparence nécessaire de la part des différents acteurs de celle-ci.

L'approche mise en exergue par l'UE met l'accent sur une plus grande prise en compte des droits de l'homme et de l'environnement, ce qui devrait aller de pair avec une augmentation de l'attractivité de l'UE pour l'industrie. La question des métaux critiques illustre les ambitions d'une Commission européenne qui se décrit comme « géopolitique »⁷⁷, plus attachée au concept de politique industrielle que par le passé, et soucieuse des aspects environnementaux et

⁶⁸ W. Nichols 2015, [Up to 90% of world's electronic waste is illegally dumped, says UN \(en anglais\)](#), The Guardian. Consulté le 20 mai 2021.

⁶⁹ L. Wuisan 2019, with contributions from Thomas van Nieuwenhuysse, [Review of the CENELEC standards on collection & treatment of WEEE \(en anglais\)](#). Consulté le 1^{er} juin 2021.

⁷⁰ F. Simon 2019, [EU paper recyclers 'in crisis' as China waste import ban bites \(en anglais\)](#), Euractiv. Consulté le 1^{er} juin 2021.

⁷¹ J. Luk 2020, [Focus : What happens after China renames scrap metal as renewable material? \(en anglais\)](#), FastMarkets. Consulté le 1^{er} juin 2021.

⁷² A. Home 2019, [China is redrawing the global copper scrap map \(en anglais\)](#), Agence Reuters. Consulté le 10 janvier 2021.

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Commission européenne 2020, [Un nouveau plan d'action pour une économie circulaire pour une Europe plus propre et plus compétitive](#), Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions. Bruxelles, 11.3.2020 COM(2020) 98 final.

⁷⁵ Commission européenne 2020, [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](#). Bruxelles, 10.12.2020.

⁷⁶ EBA (European Battery Alliance).

⁷⁷ Commission européenne 2020, [The von der Leyen Commission: one year on \(en anglais\)](#). Consulté le 19 juillet 2021.



sociaux de son action climatique. Les années à venir montreront si malgré l'avance prise par certains pays, à commencer par la Chine, l'UE aura la capacité d'imposer son approche, son industrie et ses normes à l'échelle mondiale.

Abréviations

| | |
|--------|--|
| AIE | Agence internationale de l'énergie |
| BEI | Banque européenne d'investissement |
| BRGM | Bureau de recherches géologiques et minières |
| DERA | Deutsche Rohstoffagentur (Agence allemande des matières premières) |
| DLA | Defense Logistics Agency |
| ICMM | International Council on Mining and Metals |
| JOCMEC | Japan Oil, Gas and Metals National Corporation |
| LME | London Metal Exchange |
| OCDE | Organisation de la Coopération et du Développement économique |
| RDC | République démocratique du Congo |
| UE | Union européenne |

Soutenu par :



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Soutenu par :



MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Références bibliographiques

AIE (2021) : The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions, Paris.

AIE (2020) : Renewable energy, Medium-term Market Report, Paris.

Bieritz L., Mönning A. (2020) : The fragility of the copper demand for the Chilean economy. Is the increasing demand of China and India of Peruvian copper a threat for Chile?, Discussion paper 2020/2, GWS.

BRGM (2019), Le cuivre : revue de l'offre mondiale en 2019.

Donoso, G. (2018) : Overall assessment of Chile's water policy and its challenges, Water Policy in Chile (pp. 209-219), Springer, Cham.

Draper, R. (2019, février) : This metal is powering today's technology - at what price? National Geographic.

Environmental Justice Atlas (2018, December 31) : Lithium mining in Salar del Hombre Muerto, Argentina. <https://ejatlas.org/conflict/salar-del-hombre-muerto-litio-argentina>. Consulté le 19 avril 2020.

Gaines, L. (2014) : The future of automotive lithium-ion battery recycling: Charting a sustainable course, Sustainable Materials and Technologies, 1-2, 2-7.

Hatayama, H., Tahara K. (2015) : « Criticality Assessment of Metals for Japan's Resource Strategy », Materials Transactions, Vol. 56, No. 2.

Holzmann A. (2018) : China's Battery Industry Is Powering Up For Global Competition. MERICS Economic Indicators Q3/2018 Quarterly analysis of economic trends in China 4-6. https://www.merics.org/sites/default/files/2018-10/181024_Q3%20Economic%20indicators_0.pdf. Consulté le 8 septembre 2019.

Jin Y. X., Lin A., Xiao-Liang L., Yiding W., Wenbin Z., Zhanheng C., (2013) : « China's ion-adsorption rare earth resources, mining consequences and preservation », Environmental Development, pp. 131-136.

Kröger M. (2016) : « Spatial Causalities in Resource Rushes: Notes from the Finnish Mining Boom », Journal of Agrarian Change, Vol. 16 No. 4, October 2016, pp. 543-570.

Lassila Maija M., (2018) : « Mapping mineral resources in a living land: Sami mining resistance in T Ohcejohka, northern Finland », Geoforum 96, 1-9.

Law, Y.-H. (2019) : « Radioactive waste standoff could slash high tech's supply of rare earth elements », Science.

Lutter S. and S. Giljum (2019) : Copper Production in Chile Requires 500 Million Cubic Metres of Water, Fineprint Brief No. 9, December 2019, <https://www.fineprint.global/publications/briefs/chile-copper-water/>. Consulté le 12 décembre 2020.

Nassar N.T, Graedel T.E., Harper M. (2015) : « By-product metals are technologically essential but have problematic supply », Sci. Adv. 1 (3).

O'Reilly, K., Eacott, E. (1999) : « Aboriginal peoples and impact and benefit agreement: summary of the report of a national workshop ». Northern Perspect. 25 (4), 4–15 (Fall-Winter 1999-2000).

OCDE (2019) : Global Material Resources Outlook to 2060, Economic drivers and environmental consequences, Paris.

Perks, R. (2011) : « 'Can I go' exiting the artisanal mining sector in the Democratic Republic of the Congo », J. Int. Dev. 23 (novembre) (8).

Seaman J. (2019) : "Rare Earths and China: A Review of Changing Criticality in the New Economy", Notes de l'Ifri, Ifri, January.