



Transition énergétique et souveraineté européenne :

l'enjeu des métaux

Gilles Lepasant

CNRS (Cefres, Prague)

Janvier 2026

Table des matières

REMERCIEMENTS	4
SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE	5
INTRODUCTION	8
CHAPITRE 1. DES TENSIONS CROISSANTES SUR LE MARCHÉ MONDIAL	10
UNE DEMANDE EN FORTE CROISSANCE EST ATTENDUE	10
<i>L'électrification des usages sert le photovoltaïque</i>	10
<i>L'éolien connaît également une croissance régulière mais moins spectaculaire</i>	12
<i>Le véhicule électrique</i>	12
<i>Le stockage, complément des EnR intermittentes</i>	13
<i>Une demande en métaux appelée à augmenter sensiblement</i>	17
<i>Le cuivre, métal commun et critique</i>	19
UNE ÉVOLUTION ERRATIQUE DES PRIX	22
CHAPITRE 2. ENJEUX GÉOPOLITIQUES	25
CONCENTRATION GÉOGRAPHIQUE	25
LES MÉTAUX, INSTRUMENT DE COERCITION POUR LA CHINE ?	27
LE NATIONALISME DES MATIÈRES PREMIÈRES	30
CHAPITRE 3. ENJEUX SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX	32
PANORAMA DES RISQUES SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX ASSOCIÉS À L'EXTRACTION MINIÈRE	32
L'AFRIQUE ET L'AMÉRIQUE LATINE PARTICULIÈREMENT AFFECTÉES	35
VERS DE NOUVELLES PRATIQUES EN MATIÈRE DE DURABILITÉ ?	37
<i>Un « verdissement » des pratiques minières ?</i>	37
<i>Des certifications à la fiabilité variable</i>	38
<i>Le devoir de diligence dans les textes européens</i>	40
<i>Technologies de traçabilité</i>	40
CHAPITRE 4. LA POLITIQUE EUROPÉENNE : DURABILITÉ, COMPÉTIVITÉ, SOUVERAINETÉ	42
L'EUROPE PRODUIT UNE PART MODESTE DE SES BESOINS EN MÉTAUX	42
<i>Le cas du cobalt</i>	43
<i>Le cas du cuivre</i>	44
UNE STRATÉGIE EUROPÉENNE INITIÉE DEPUIS 2008	44
<i>Le CRMA</i>	45
<i>ReSource EU</i>	46

<i>Vers une stratégie européenne de stockage ?</i>	48
RECYCLAGE : PRINCIPAUX POINTS DU CADRE RÉGLEMENTAIRE	50
CHAPITRE 5. L'OPTION DU RENOUVEAU MINIER	52
ENJEUX D'UNE RELANCE DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE EN EUROPE	52
<i>Un potentiel significatif</i>	52
<i>Les obstacles à une relance de l'activité minière</i>	54
<i>Oppositions locales</i>	57
OPPORTUNITÉS ET CONTRAINTES EN SCANDINAVIE	59
<i>Danemark</i>	59
<i>Finlande</i>	62
<i>Suède</i>	64
ENJEUX MINIERES DANS UNE SÉLECTION D'AUTRES ÉTATS-MEMBRES	71
<i>Allemagne</i>	72
<i>Espagne</i>	74
<i>France</i>	74
<i>République tchèque</i>	76
<i>Portugal</i>	77
<i>Autriche</i>	79
LES FONDS MARINS	80
CHAPITRE 6. MÉTAUX ALTERNATIFS ET RECYCLAGE	83
RECHERCHE DE MATÉRIAUX ALTERNATIFS DANS L'ÉOLIEN ET LE PHOTOVOLTAÏQUE	83
OPPORTUNITÉS DU RECYCLAGE	84
<i>Un potentiel significatif</i>	85
<i>L'enjeu : éviter l'exportation des déchets</i>	87
LIMITES DU RECYCLAGE	88
LES ENJEUX DU RECYCLAGE DU CUIVRE	88
LES ENJEUX DU RECYCLAGE DES BATTERIES	89
<i>Défis techniques</i>	90
<i>Un écosystème émerge néanmoins</i>	91
OPPORTUNITÉS ET DÉFIS DU RECYCLAGE DANS LE PHOTOVOLTAÏQUE	92
<i>L'enjeu de l'accès aux composants les plus valorisés</i>	93
<i>Un taux de collecte qui augmente</i>	93
OPPORTUNITÉS ET DÉFIS DU RECYCLAGE DANS L'ÉOLIEN	94
<i>L'enjeu majeur : le recyclage des pâles</i>	94
<i>Les innovations industrielles</i>	95
LE CAS DES TERRES RARES	96
CHAPITRE 7. UNE INTERFACE UE-MONDE À REPENSER ?	98
NÉCESSITÉ D'UNE APPROCHE INTERNATIONALE	98
TYPES D'ACCORD SIGNÉS PAR L'UE	98
<i>Accords commerciaux</i>	99
<i>Partenariats pour les matières premières</i>	99
QUELS POINTS D'APPUI POUR DIPLOMATIE DES MATIÈRES PREMIÈRES ?	100
<i>Australie</i>	100
<i>Amérique latine</i>	101
<i>Asie</i>	102
<i>Canada</i>	105
<i>États-Unis</i>	107
<i>La nécessité de partenariats internationaux renouvelés</i>	108

Remerciements

Ce travail s'est appuyé sur la littérature existante et sur des entretiens réalisés en France et à l'étranger et a bénéficié du soutien accordé par l'Institut pour la recherche de la Caisse des dépôts.

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à Madame Isabelle Laudier, directrice de l'Institut pour la recherche de la Caisse des dépôts pour sa confiance et la qualité de nos échanges au cours de la réalisation de ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier Madame Catherine Herpson, notamment pour sa précieuse collaboration dans la publication des articles issus de cette recherche et destinés au blog de l'Institut pour la recherche.

Je souhaite également remercier chaleureusement les personnes qui m'ont reçu dans les administrations européennes, nationales et locales ainsi que dans les organisations socio-professionnelles et les entreprises.

Synthèse de l'étude

À l'horizon 2030, l'UE s'est engagée à atteindre 42,5% d'EnR dans le mix énergétique (contre 24,5% en 2024 et 47% dans le seul mix électrique). Les investissements ainsi nécessaires dans les réseaux, les parcs éoliens et photovoltaïques et les différentes technologies de stockage impliquent une hausse des besoins en métaux (principalement le cuivre, le lithium, le nickel, le cobalt, le graphite, le manganèse ainsi que certaines terres rares). Avec 6% de la population mondiale, l'UE consomme d'ores et déjà 25-30% des métaux produits dans le monde et la tendance est à la hausse en raison de la double transition, numérique et énergétique.

La notion de métal critique ne connaît pas de définition précise. Seules les terres rares (au nombre de 17¹) recensées dans le tableau des éléments périodiques peuvent être énoncées en toute objectivité. Une fois séparés les uns des autres et transformés, ces éléments sont ductiles et ont des propriétés recherchées, magnétiques pour certains, optiques pour d'autres. Résultat : les terres rares, même en quantité infime, se retrouvent dans un large éventail d'applications (écrans, moteurs de véhicules électriques, lunettes de visions nocturne, éoliennes, munitions, avions de chasse, IRM, etc.). Les autres métaux dits critiques suscitent des analyses divergentes, à la fois sur les besoins futurs, sur les cours et sur l'offre attendue. La forte hausse des cours du cuivre en 2025 est venue rappeler que certains métaux dits « de base » peuvent s'avérer critiques tant les alternatives sont rares et la volatilité des cours élevée. Dans ce contexte, le défi est moins géologique que technologique, notamment pour imaginer des solutions techniques compétitives et pour recycler massivement à mesure que les volumes en circulation seront disponibles pour limiter le recours aux importations et aux mines européennes.

Le défi est également politique. Évoquée depuis 2013, l'autonomie stratégique européenne a longtemps reçu une attention limitée au sein de l'UE. Mise en exergue par la France, la notion fut jugée trop vague par les partenaires de Paris pour qu'ils n'y voient pas une manœuvre destinée à leur imposer les priorités françaises². La thématique est néanmoins devenue prioritaire avec les bouleversements survenus en Russie, en Chine et aux États-Unis ces dernières années. S'agissant des métaux critiques, la prise de conscience est avérée.

D'ici à 2030, l'UE vise à extraire sur son sol 10% des métaux dont elle a besoin, à en raffiner 40% et à recourir à hauteur de 25% à des matériaux recyclés. Une Loi sur les métaux critiques³ a été adoptée en 2024 et, début 2025, 47 projets dits stratégiques répartis dans 13 États membres de l'UE et dans

¹ Aux 15 lanthanides sont ajoutés le scandium et l'yttrium en raison de leurs propriétés voisines.

² Pierre Vimont, Keynote speech à la conférence « Strategic Autonomy and Asia amid Rising Geoeconomic Competition ». Conférence organisée par l'IFRI, 6.11.2025, Paris.

³ Critical Raw Materials Act.

plusieurs pays non européens ont été retenus en vue de leur garantir un accès facilité au financement et des procédures administratives accélérées.

Le plan d'action RESource EU soumis par la Commission européenne en décembre 2025 reprend une série de dispositions énoncées antérieurement dans le cadre du règlement sur les matières premières critiques (CRMA) de 2023. La Commission acte ainsi la création d'un centre européen des matières premières critiques et la constitution de stocks de métaux critiques. D'autres propositions devront être approuvées par le Parlement européen et les États membres : limitation des exportations de déchets afin que l'industrie du recyclage (notamment des terres rares) dispose de la matière première suffisante, mise en place de CfD⁴ pour protéger les industriels de la volatilité des prix ou encore révision des conditions d'octroi des permis environnementaux. Aux partenariats signés avec une quinzaine de pays s'ajoutent des accords de libre-échange incluant systématiquement des clauses relatives aux métaux critiques.

L'UE étant le premier partenaire de 80 pays dans le monde (contre 20 dans le cas des États-Unis), le rôle clef de la politique commerciale dans l'approche européenne se justifie. L'UE a par ailleurs signé des partenariats avec plusieurs pays (dont le Canada et l'Australie). Il revient désormais aux États-membres d'entériner les options proposées et de les compléter à travers leurs stratégies nationales.

À la suite de la remise du rapport Varin le 10 janvier 2022, la France s'est dotée d'une stratégie nationale de sécurisation des approvisionnements en métaux critiques reposant entre autres sur un soutien aux projets industriels sur l'ensemble de la chaîne de valeur (de l'extraction au recyclage) en France et à l'étranger. Au-delà des enjeux autour de l'extraction minière et du raffinage des métaux, la capacité de l'Europe à maîtriser les technologies suppose probablement de poursuivre les efforts déployés pour protéger le marché européen des pratiques déloyales. Loin d'impliquer un repli sur soi national, la quête de souveraineté implique une intégration européenne renforcée et un renouvellement des interdépendances avec les pays fournisseurs. Elle invite également à repenser le rôle la puissance publique dans une économie de marché car, comme le souligne Jean Pisani-Ferry, « les conditions pour créer de l'innovation sont la concurrence et la planification, que la Chine sait allier ».⁵

Quelles que soient les lacunes des stratégies adoptées par les pays occidentaux, les inflexions en cours modifient le paysage mondial. Stockage, recyclage, recherche de technologies alternatives, construction d'alliances avec d'autres pays soucieux de réduire leur dépendance à l'égard de la Chine : l'éventail des mesures pour remettre en cause le quasi-monopole de la Chine est désormais déployé par les principales économies mondiales. La suite ne saurait être écrite par les seuls pouvoirs publics, qu'ils soient européens ou nationaux. Les acteurs industriels ont un rôle clef à jouer, qu'il s'agisse du stockage de métaux critiques, de la mise en place d'un tissu industriel riche d'acteurs de la décarbonation ou encore de la constitution de chaînes de valeur garantissant aux Européens leur souveraineté.

⁴ *Contract for Difference*. Ce système de soutien permet de fixer un couloir de prix protégeant les producteurs d'une volatilité excessive des prix du marché.

⁵ Dominique Seux, « Le grand blues social-démocrate », *Les Échos*, 10 septembre 2025.,

Introduction

La demande en matériaux communément appelés critiques (à l'instar du nickel, du cobalt, du lithium, ou encore des terres rares) connaît un essor sans précédent. Ces derniers sont utilisés dans les secteurs relevant de la transition énergétique et du numérique, notamment pour les batteries, les véhicules électriques, les éoliennes, et les semi-conducteurs. Si ces métaux sont d'ores et déjà en circulation sur les marchés, les évolutions en cours – notamment l'électrification des transports et le déploiement accéléré des sources d'énergies renouvelables – changent la donne. Un téléphone portable contient ainsi 15 g de terres rares tandis qu'une éolienne marine peut en abriter 600 kgs⁶.

Si les estimations varient, la croissance attendue de la consommation de métaux et de minéraux apparaît spectaculaire. Selon les métaux, cette consommation devrait augmenter d'un facteur allant de 7 à 42 en 2040 par rapport à la demande de 2020. Selon l'AIE (Agence internationale de l'énergie), la demande en métaux pour les équipements énergétiques devrait doubler entre 2020 et 2040 pour un scénario tendanciel, quadrupler pour une trajectoire alignée sur l'accord de Paris ne faisant que très peu appel à de la sobriété.

De fait, la substitution des énergies fossiles par les énergies renouvelables et l'électrification du secteur des transports sont de nature à accroître sensiblement la demande en métaux. En 2024, les capacités renouvelables au niveau mondial ont augmenté de 25 % pour atteindre environ 700 GW. L'énergie solaire photovoltaïque (PV) a représenté plus des trois quarts des ajouts de capacité, suivie par l'énergie éolienne (17 %). Ensemble, l'énergie solaire photovoltaïque et l'énergie éolienne ont représenté cette année-là 95 % de la croissance globale de la capacité renouvelable. La Chine a représenté près des deux tiers du total des augmentations de capacité mais la dynamique a également été soutenue en Europe, aux États-Unis et dans divers pays jusque-là peu investis dans le déploiement de sources d'énergie renouvelables (au Pakistan par exemple). En Europe, les objectifs fixés dans le cadre du plan REPower impliquent d'ajouter 440 GW de capacités dans l'éolien d'ici à 2030, soit environ 30 GW installés chaque année.

Dès 2018, l'Académie des sciences dressait le constat que les besoins de la transition excédaient de loin les quantités disponibles⁷. Plus récemment, l'AIE a évalué une multiplication de la demande en lithium par 14 en 25 ans, celle de cuivre par 10 et celle de cobalt par 3,5. Pour électrifier les véhicules actuellement en circulation (1,4 milliard d'unités environ), la production mondiale actuelle de lithium devrait être multipliée par 156, celle de cobalt par 51 fois, celle de graphite par 119 et celle de cuivre de par 2,5⁸.

⁶ Données indiquées par Frédéric Gonand et Philippe Varin à l'occasion de leur audition devant la commission des affaires économiques, les 13 octobre 2021 et 16 février 2022.

⁷ Ghislain de Marsily et Bernard Tardieu, *Stratégie d'utilisation des ressources du sous-sol pour la transition énergétique française*, Académie des sciences et Académie des technologies, 2018, Paris.

⁸ Simon Michaux, « Quantity of metals required to manufacture one generation of renewable technology units to phase out fossil fuels », 2023, p. 35.

Au-delà des tensions à prévoir sur les marchés, un enjeu politique apparaît avec la forte concentration de la production des métaux concernés. La France et l'Union européenne sont notamment dépendantes de pays extérieurs comme la Chine, cette dernière produisant 70% des terres rares mondiales et raffinant les 2/3 du cobalt, du lithium, et du manganèse. 97 % de l'approvisionnement de l'Union européenne en magnésium provient de Chine. 100 % des terres rares utilisées pour les aimants permanents sont raffinées en Chine. 70 % du cobalt mondial est extrait en République Démocratique du Congo (RDC) et 60% est raffiné en Chine. Le Chili, la RDC et le Pérou produisent près de 50 % du cuivre mondial.

Ce contexte nouveau conduit à penser la transition énergétique sous l'angle géopolitique comme l'illustrent les travaux de David Criekemans et Daniel Scholten en Europe, ou Meghan O'Sullivan aux Etats-Unis⁹. De fait, la plupart des pays européens ont revu leur stratégie d'approvisionnement et ont adopté des mesures relevant soit de la diversification des importations, soit du recyclage, soit de l'extraction minière, soit de la réduction de la demande. L'UE s'est notamment engagées à ce que d'ici à 2030, 10% des métaux consommés soient extraits sur son sol, 40% provienne de son industrie du raffinage et 25% de son industrie du recyclage. En outre, pas plus de 65% de la consommation annuelle d'un minerai défini comme stratégique ne doit provenir d'un seul pays (en référence à la part de marché aujourd'hui détenue par la Chine).

Ce rapport vise à synthétiser les principaux problèmes que posent l'extraction et le raffinage d'une série de métaux nécessaires à la transition et à expliciter les options possibles pour renforcer la souveraineté de l'UE dans le contexte d'une montée en puissance des énergies renouvelables. Trois technologies sont plus particulièrement prises en compte : le photovoltaïque, l'éolien et le stockage. Pour ces technologies, les principaux leviers à disposition sont une accélération de l'extraction minière en Europe, une montée en puissance des activités de recyclage et une redéfinition des relations avec les pays fournisseurs.

⁹

<https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/climat-environnement-et-economie-circulaire/les-metaux-transition-energetique#Le%20recyclage%20des%20m%C3%A9taux>. Consulté le 12 novembre 2025.

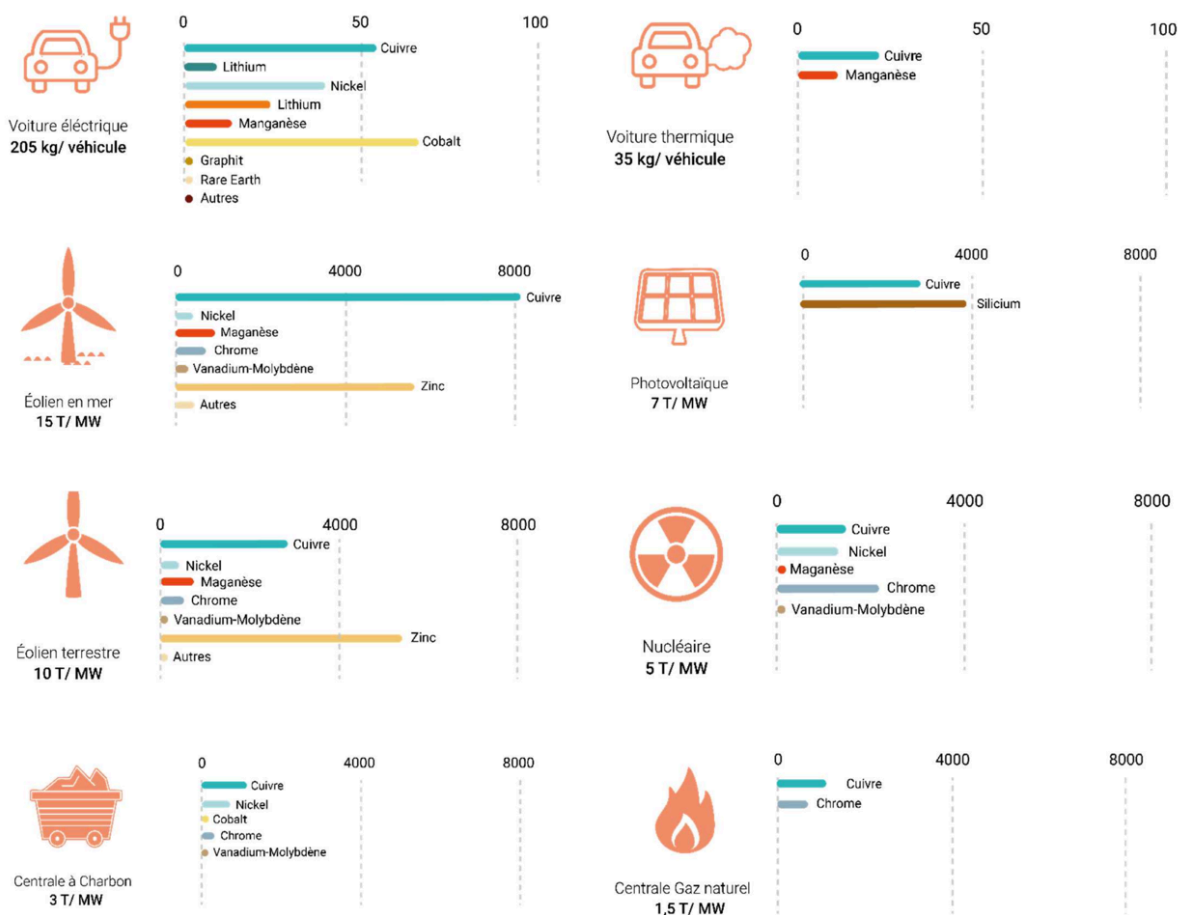
Chapitre 1. Des tensions croissantes sur le marché mondial

Une demande en forte croissance est attendue

La transition énergétique n'est pas seule responsable des tensions observées sur les marchés des métaux mais elle y concourt, dans des proportions variables selon les technologies (figure 1).

L'électrification des usages sert le photovoltaïque

La demande en électricité devrait être tirée à la fois par le déploiement du véhicule électrique, la multiplication des centres de données et l'électrification des usages (chauffage, mobilité, industrie). La production mondiale d'électricité solaire photovoltaïque a doublé environ tous les trois ans depuis 2016 et, plus globalement, les énergies renouvelables sont promises à connaître une forte croissance.



Le constat vaut également aux États-Unis où le revirement opéré par l'administration Trump depuis 2024 affecte surtout les projets prévus sur les terrains appartenant à l'État fédéral. En 2024, les ajouts de capacité photovoltaïque ont augmenté de près de 30 % par rapport à 2023, pour atteindre un total d'environ 550 GW. Les centrales à gaz autrefois considérées comme une solution rapide et abordable, ne sont en effet pas si attractives malgré leur capacité à fournir une énergie pilotable. Les délais de construction des nouvelles centrales peuvent dépasser trois ans et les coûts de construction

ont triplé depuis 2022, atteignant 2 400 dollars/kW. La volatilité des prix du gaz constitue un risque supplémentaire.

En Chine, les ajouts de capacité photovoltaïque ont atteint plus de 340 GW en 2025, soit une augmentation de 30 % par rapport à l'année précédente, les grands projets expliquant pour l'essentiel cette dynamique. Le pays a dépassé son ambition pour 2030 de 1 200 GW de capacité solaire photovoltaïque et éolienne combinée avec six ans d'avance, dès la mi-2024. Le choix stratégique que le pays a fait d'accroître sensiblement la part de l'électricité dans son mix énergétique (elle atteint déjà 30% contre environ 20% en Europe) ne peut qu'avoir un impact majeur, tant sur l'avance technologique du pays que sur la demande en métaux nécessaire à l'électrification d'une économie.

L'Inde a installé environ 30 GW de photovoltaïque solaire en 2024, triplant presque sa croissance par rapport à 2023. Le Brésil a ajouté plus de 16,5 GW, dépassant une capacité totale de 50 GW en 2024. L'Union européenne a installé environ 60 GW de capacité photovoltaïque solaire en 2024, ce qui est similaire aux niveaux de 2023, mais le double de la capacité annuelle ajoutée en 2021, avant la crise énergétique déclenchée par l'invasion de l'Ukraine par la Russie.

Cette croissance du photovoltaïque contribue à alimenter la demande en certains matériaux dont certains sont largement disponibles même si leur raffinage (silicium) s'effectue principalement en Chine. D'autres composants connaissent en revanche des tensions, notamment l'argent dont le cours a sensiblement augmenté en 2025. À ce jour, 10 % de l'argent dans le monde est utilisé pour la fabrication de panneaux solaires.

Autre exemple de métal dont le marché connaît régulièrement des tensions, l'antimoine a des propriétés appréciées dans différents secteurs. Il permet aux panneaux solaires d'être plus efficaces et plus fins. Le métal est également utilisé dans les télescopes, les jumelles de vision nocturne dans la mesure où il améliore les propriétés du verre. Avec 40 grammes d'antimoine, un panneau solaire gagne entre 2 et 4% de rendement. L'antimoine est également utile pour renforcer certaines munitions si bien que la demande est promise à croître à mesure de la hausse des investissements dans le secteur de la défense et le métal a été placé sur la liste des métaux critiques à la fois dans l'UE, en Australie, aux États-Unis, au Japon et au Canada. La lutte anti-incendie y recourt également dans la mesure où associé à un liquide, il a un effet retardant sur les feux. Pour ces différentes raisons, la demande a crû ces dernières années et le cours de ce métal a été multiplié par 7. La Chine est le principal pourvoyeur et a mis en place en 2025 des licences d'exportation.

Environ 12 % de tout le silicium métallique produit dans le monde (également appelé « silicium de qualité métallurgique » ou MGS) est transformé en polysilicium pour la production de panneaux solaires. La Chine produit environ 70 % du MGS mondial et 77 % du polysilicium mondial. La conversion du silicium en polysilicium nécessite des températures très élevées et sa production en Chine se concentre dans le Xinjiang (45% de la production mondiale) où l'électricité (pour l'essentiel à base de charbon) est bon marché.

L'éolien connaît également une croissance régulière mais moins spectaculaire

L'éolien est, désormais en retrait par rapport au photovoltaïque, même si la production d'électricité d'origine éolienne augmente d'année en année. Compte-tenu du niveau de base élevé de 2023 qui a

suivi une croissance de 54 % par rapport à 2022, la croissance observée dans le monde en 2024 a sensiblement ralenti. Même en Chine, les ajouts de capacité n'ont augmenté que légèrement cette année-là (80 GW de capacité installée).

Dans l'Union européenne, les ajouts de capacité éolienne ont diminué de 20 % alors que l'énergie éolienne a contribué à 20 % de l'ensemble de l'électricité consommée dans la région. Les délais d'obtention des permis, les goulets d'étranglement dans la connection aux réseaux, les défis de la chaîne d'approvisionnement et les calendriers des enchères ont fragilisé cette filière. Dans le reste du monde, les ajouts de capacité de 3,4 GW en Inde ont dépassé ceux prévus en 2023, tandis que les États-Unis et le Brésil ont enregistré une baisse par rapport aux niveaux de l'année précédente.

Il reste que la croissance du déploiement de l'énergie éolienne au cours de la dernière décennie a alimenté la demande en terres rares (néodyme, praséodyme, dysprosium notamment). Celle-ci a été multipliée par trois environ entre 2015 et 2024. La quantité de terres rares nécessaire à la fabrication des aimants permanents utilisés dans les éoliennes dépend de la conception et de la taille spécifique de l'éolienne concernée. Les aimants à base de néodyme, qui sont le type d'aimant permanent le plus couramment utilisé dans les éoliennes, contiennent généralement entre 28 % et 32 % de néodyme en poids, ainsi que d'autres éléments tels que le fer, le bore et de petites quantités de terres rares tels que le dysprosium et le praséodyme. Une éolienne de 3 MW peut contenir jusqu'à 600 kg de néodyme dans ses aimants permanents et environ 50 kg de dysprosium, ajouté en petites quantités pour améliorer les performances des aimants à haute température. Une éolienne de 1 MW nécessite environ 150 kg de terres rares. Si un véhicule électrique nécessite en règle générale un volume moindre, la taille du marché concernée est telle que le principal déterminant de la demande devrait demeurer durablement le secteur de la mobilité.

Le véhicule électrique

La demande pour les véhicules électriques varie selon les pays et les années mais à l'échelle globale, la croissance a été pour la seule année 2023 de 40%. À ce rythme, la consommation de lithium pourrait atteindre 2, 4 millions de tonnes en 2030, soit le double de la demande actuelle¹⁰. Les ventes mondiales ont dépassé les 17 millions en 2024, soit une augmentation de 25 % d'une année sur l'autre. En 2025, les ventes de véhicules électriques (100 % électriques et hybrides rechargeables) ont atteint environ 22 millions d'unités. Les véhicules électriques représentent désormais le quart des ventes de voitures neuves. La Chine joue ici un rôle clef puisque plus de la moitié des véhicules vendus sont électriques. En Europe, les dynamiques ont été en 2025 moins fortes qu'attendues (les ventes ont néanmoins progressé d'environ 27 %) tandis qu'aux États-Unis, la part de marché du véhicule électrique stagne autour de 10 %.

¹⁰ The Economist, *Waste not, want not*, September 21st 2024.

La croissance demeure néanmoins robuste dans plusieurs marchés émergents (Thaïlande, Indonésie, Brésil)¹¹. Les marchés émergents d'Asie ont enregistré la plus forte augmentation des ventes, avec une croissance de 40 % par rapport à l'année précédente. Le Vietnam et l'Indonésie ont connu une forte croissance, triplant et doublant respectivement leurs ventes par rapport à l'année précédente. Au

	Évolution de la demande dans l'UE en 2030 par rapport à 2020	Évolution de la demande d'ici à 2050 par rapport à 2020	
Lithium	x 12	x 21	Vietnam, la part de marché du véhicule électrique atteint désormais 20% (contre 10 % au niveau mondial). Au Brésil, les ventes ont plus que doublé par rapport à 2023. La croissance rapide des marchés émergents a été soutenue par des
Graphite	x 14	x 26	
Nickel	x 10	x 16	
Dysprosium	x 6	x 7	
Neodymium	x 5	x 6	
Platinum	x 30	x 200	
Aluminium	x 4	x 6	

incitations politiques, des prix élevés du carburant et des voitures électriques abordables, le plus souvent chinois.

L'Europe reste le deuxième marché pour les voitures électriques avec 3,2 millions de véhicules vendus en 2024, soit près de 20 % des ventes mondiales. Environ une voiture neuve sur cinq vendue en Europe était électrique en 2024. Dans plus de la moitié des 27 pays de l'UE, la part des ventes de voitures électriques a augmenté cette année-là, tandis qu'elle a stagné ou diminué dans les autres pays.

Le stockage, complément des EnR intermittentes

Le manque d'investissements dans les réseaux électriques et les délais nécessaires aux connections des sources d'énergies renouvelables avec les réseaux sont devenus un obstacle au déploiement de l'éolien et du photovoltaïque. 3 000 GW environ de projets d'énergie renouvelable sont ainsi installés dans le monde mais non encore connectés, soit plus de cinq fois la capacité renouvelable totale installée en 2024 (585 GW)¹². Les sites de stockage peuvent ici jouer un rôle précieux. Ils peuvent en outre compenser au moins partiellement l'intermittence des énergies renouvelables et contribuer à la stabilité des réseaux.

En Europe, 14 États-membres se sont désormais engagés à intégrer le stockage dans leurs plans énergétiques nationaux et à débloquer des fonds pour soutenir son déploiement. Le Royaume-Uni et l'Espagne sont en tête avec environ 23 GW de capacités de stockage installées. Une croissance importante de la capacité de stockage est attendue en Europe, de l'ordre de 250 GW d'ici 2034. Le stockage stationnaire dont la demande a été jusqu'à ce jour moins dynamique que celle des batteries pour véhicules électriques est ainsi appelé à connaître une forte croissance.

¹¹ <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-vehicle-market-209371461.html>. Consulté le 3.01.2026.

¹² Agence Internationale de l'énergie, *Electricity Grids and Secure Energy Transitions*, 2023.

Les systèmes de stockage reposent sur différentes technologies, les principales filières étant la filière chimie nickel-manganèse-cobalt (NMC), la filière lithium-fer-phosphate (LFP) et la filière Sodium-ion (SIB). Les batteries NCA, NFA et LMR sont relativement similaires à la chimie NMC en termes de matières premières utilisées et peuvent donc être considérées comme des variantes de la chimie NMC. Les batteries à l'état solide et à flux n'ont pas encore atteint leur pleine maturité commerciale¹³ et ne sont donc pas discutées ici.

La chimie NMC présente une densité énergétique avantageuse, ce qui en a fait l'option privilégiée pour les véhicules électriques¹⁴. Plusieurs États-membres abritent désormais des capacités de production¹⁵. Principale alternative, la chimie LFP est largement majoritaire dans le stockage stationnaire. Les batteries LFP utilisent moins de métaux critiques (elles sont dépourvues de nickel et de cobalt) et les améliorations apportées à la sécurité ont réduit le risque d'incendie. Ces batteries ont en outre une durée de vie plus longue, certains fabricants offrant désormais des garanties de 20 ans. La rentabilité des projets de batteries en bénéficie, les développeurs n'étant plus tenus de rentabiliser leur investissement en une dizaine d'années seulement¹⁶. Pour le stockage stationnaire, la part de marché de la chimie LFP avoisine 80 %, contre une part de marché de 40 % dans les véhicules électriques. Autre avantage des batteries LFP : leur coût inférieur (de l'ordre de 30%), avantage qui a longtemps été contrebalancé par une faible autonomie au regard de l'encombrement. Des innovations dans le design de ces batteries ont néanmoins permis un renouveau de cette chimie, principalement en Chine. Cette résurgence de la chimie LFP a en outre été stimulée par les prix élevés du nickel et du cobalt en 2021-2022 qui ont fragilisé la compétitivité des chimies alternatives.

Même après la baisse des prix de ces métaux, la croissance de la chimie LFP sur le marché des véhicules électriques s'est poursuivie. Volonté de réduire les coûts de production, préoccupations de sécurité, souci de réduire toute dépendance à l'égard du cobalt : autant de motivations qui ont conduit les industriels à privilégier dans la mesure du possible la chimie LFP. Les innovations chinoises en matière de design (« cell-to-pack ») ont en outre permis de limiter les inconvénients de cette chimie en termes d'autonomie¹⁷. Si son succès est avéré sur le marché européen, elle gagne également des parts de marché en Europe (plus de 10 % des véhicules électriques vendus sont désormais équipés d'une batterie LFP) fragilisant du même coup les projets de gigafactories adossés aux autres chimies.

La Chine a par ailleurs bénéficié de l'introduction de batteries LFP à charge rapide, dont CATL a été le pionnier en 2023 avec sa batterie Shenxing. En 2024, CATL a dévoilé sa batterie LFP Shenxing PLUS dont l'autonomie peut atteindre 1 000 kms et se recharger complètement en 15 minutes. BYD a annoncé en mars 2025 sa batterie à recharge complète en six minutes, capable de fournir une autonomie de 400 km en cinq minutes. De manière plus générale, les acteurs chinois du secteur du véhicule électrique ont des ambitions qui dépassent le secteur de la mobilité et se pensent comme des

¹³ Marija Maisch, 'New Sodium-Ion Developments from CATL, BYD, Huawei', Energy Storage, 28 november 2024, <https://www.ess-news.com/2024/11/28/new-sodium-ion-developments-from-catl-byd-huawei>. Consulté le 1^{er} octobre 2025.

¹⁴ International Energy Agency, *Executive Summary – Batteries and Secure Energy Transitions – Analysis*, IEA, 2024, <https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions/executive-summary>. Consulté le 12 avril 2025.

¹⁵ Transport & Environment, *An Industrial Blueprint for Batteries in Europe*, 2 juillet 2025, <https://www.transportenvironment.org/articles/an-industrial-blueprint-for-batteries-in-europe>. Consulté le 12 juin 2025.

¹⁶ Andy Colthorpe, « Behind the numbers: BNEF finds 40% year-on-year drop in BESS costs », *Energy Storage News*, 5 février 2025.

¹⁷ McKinsey, *The future of electric vehicles & battery chemistry*, 17 décembre 2024, <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-battery-chemistries-powering-the-future-of-electric-vehicles>. Consulté le 12 août 2025.

acteurs du système électrique dans sa globalité, leur technologie de stockage pouvant accompagner le déploiement à grande échelle des sources d'énergie intermittentes.

En 2024, le prix moyen des batteries a chuté de 40 %, atteignant un niveau record de 165 dollars par kWh pour un système de batteries complet (hors coûts d'ingénierie, d'approvisionnement, de construction et de raccordement au réseau)¹⁸. Conséquence : les projets se multiplient dans le monde, notamment dans les géographies les plus favorables à l'énergie solaire. Le premier projet solaire au monde à l'échelle du gigawatt fonctionnant 24 heures sur 24 a ainsi été mis en œuvre aux Émirats arabes unis en 2024. En Californie, les batteries ont régulièrement couvert près d'un cinquième de la pointe quotidienne en soirée en 2024, remplaçant la production d'électricité par les centrales à gaz¹⁹.

Les batteries au sodium-ion constituent une nouvelle évolution appelée à se généraliser. Le premier site de stockage au sodium-ion à l'échelle d'un réseau électrique a été mis en service en 2024 et cette technologie pourrait contribuer à réduire encore davantage la demande en lithium²⁰. En 2024, la capacité installée dans le monde était de 169 GWh, soit 17 fois plus qu'en 2020. Cependant, ce chiffre est très faible par rapport aux 599 GW d'énergie solaire installés la même année. Le principal avantage des batteries au sodium-ion réside dans le remplacement du lithium par le sodium (sous forme de solvant). Le chlorure de sodium est peu coûteux et disponible en abondance dans le monde entier, ce qui en fait une option intéressante pour les batteries à faible coût²¹.

Les premières usines à grande échelle ont ouvert en Chine, aux États-Unis et en Europe et la technologie tend à prendre une place importante dans le domaine du stockage stationnaire. À ce jour, la Chine abrite environ 90 à 95 % des usines de batteries sodium-ion, l'UE et les États-Unis détenant chacun une part comprise entre 1 et 5 %. En 2024, CATL a lancé sa nouvelle batterie Freevoy Super Hybrid, qui contient à la fois des cellules sodium-ion et lithium-ion, les cellules sodium-ion permettant un fonctionnement à des températures de l'ordre de -40 °C. CATL a également annoncé en avril 2025 la sortie de sa deuxième génération de cellules sodium-ion, offrant une densité énergétique plus élevée, sous une nouvelle marque, Naxtra. BYD a lancé la construction du plus grand projet (30 GWh) à Xuzhou²². D'autres entreprises chinoises mènent également des projets à grande échelle, comme HiNa (5 GWh). Les investissements en dehors de la Chine ne sont pas aussi importants, mais comprennent Natron Energy (24 GWh) et Acculon (2 GWh) aux États-Unis, ainsi que Tiamat (5 GWh en 2029), Moll Batterien (5 GWh en 2027) et l'usine pilote Altris dans l'UE²³.

Si les chimies LFP et SIB permettent de ne plus recourir au nickel et au cobalt, elles nécessitent entre autres du graphite, du sulfate de manganèse et du phosphate. Or, les chaînes d'approvisionnement

¹⁸ Andy Colthorpe, « Behind the numbers: BNEF finds 40% year-on-year drop in BESS costs », *Energy Storage News*, 5 février 2025.

¹⁹ <https://www.bestmag.co.uk/catl-launches-latest-tener-li-ion-ess-solution-with-a-larger-capacity-and-cheaper-deployment-costs/>. Consulté le 23.06.2025.

²⁰ Vincent Shaw, <https://www.pv-magazine.com/2025/06/03/china-launches-worlds-first-grid-forming-sodium-ion-battery-storage-plant/>. 3 juin 2025

²¹ International Energy Agency, *Lithium-Ion Battery Manufacturing Capacity, 2022-2030 – Charts – Data & Statistics*, IEA, 22 mai 2023, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/lithium-ion-battery-manufacturing-capacity-2022-2030>. Consulté le 12 juillet 2025.

²² Cameron Murray, « BYD Launches Sodium-Ion Grid-Scale BESS Product », *Energy-Storage.News*, 27 novembre 2024, <https://www.energy-storage.news/byd-launches-sodium-ion-grid-scale-bess-product/>. Consulté le 12 juillet 2025.

²³ Marija Maisch, « Acculon Launches Production of Sodium-Ion Battery Modules, Packs », *Pv Magazine International*, 11 janvier 2024, <https://www.pv-magazine.com/2024/01/11/acculon-launches-production-of-sodium-ion-battery-modules-packs/>. Consulté le 12 juillet 2025.

sont ici plus concentrées que pour les intrants nécessaires aux batteries à base de nickel. La Chine produit 75 % de l'acide phosphorique purifié mondial, essentiel pour les batteries LFP, et 95 % du sulfate de manganèse, un intrant clé pour les batteries riches en manganèse et les batteries sodium-ion. Elle a par ailleurs déjà introduit des restrictions aux exportations de graphite. Les projets prévus dans le monde pour la production d'acide phosphorique purifié semblent à ce stade insuffisants pour répondre à la demande prévue à partir de 2030. Des projets émergent cependant, notamment en Norvège (la mise en production d'un site est envisagée à partir de 2029) mais à ce jour, la dépendance à l'égard de pays non-européens est totale et le taux de recyclage est nul. S'agissant du sulfate de manganèse de haute pureté, les projets à l'étude ne couvrent que 55 % de la demande prévue pour 2035 dans le cadre des politiques actuelles.

L'incertitude domine néanmoins au sujet de la ou des technologies appelées à s'imposer. Le succès des batteries sodium-ion dépend pour l'heure en partie des prix du lithium. Les avantages économiques des batteries sodium-ion sont en effet évidents dans un contexte de prix élevés du lithium. L'évolution de ces prix est néanmoins erratique (une baisse régulière a été enregistrée en 2024 et en 2025). À moins que les batteries sodium-ion ne réalisent des améliorations significatives en termes de densité énergétique ou que les prix du lithium n'augmentent à nouveau de manière substantielle, il pourrait être difficile pour les batteries sodium-ion de rivaliser avec les batteries LFP.

Des progrès ont également été réalisés dans le domaine des batteries à semi-conducteurs évoquées notamment par Samsung SDI, CATL, Toyota, QuantumScape et d'autres. Bien que plusieurs entreprises visent une production de masse dès 2027-2028, les batteries à semi-conducteurs en sont encore au stade de la phase pilote et doivent encore démontrer leurs viabilité commerciale. Certaines entreprises utilisent un électrolyte hybride solide-liquide qui pourrait annuler certains avantages en matière de sécurité par rapport aux batteries lithium-ion conventionnelles. Hisser la production à des volumes importants, réduire les taux de défauts et atteindre des coûts compétitifs demeurent néanmoins des défis majeurs pour les batteries à semi-conducteurs comme pour les autres.

En attendant, des variations peuvent apparaître au sein des trois principales chimies. La technologie LFP peut ainsi se décliner en une variante plus riche en manganèse (lithium manganèse fer phosphate (LMFP) qui est déployée dans certains véhicules électriques en Chine. Une autre option consiste à accroître la part de manganèse dans les batteries NMC (Umicore prévoit une commercialisation de cathodes de ce type en 2026).

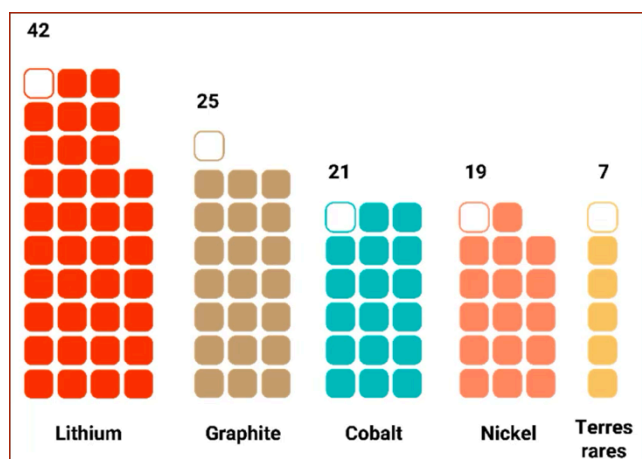
Plus globalement, la capacité mondiale de fabrication de cellules de batterie a augmenté de 30 % en 2024 pour atteindre plus de 3 TWh, soit environ trois fois la demande totale de cellules de batterie pour véhicules électriques et de stockage la même année. En somme, le marché connaît une évolution rapide et pourrait entrer dans une période de consolidation. À ce jour, environ 85 % de la capacité de production mondiale se trouve en Chine. La capacité de production de batteries a augmenté de près de 50 % aux États-Unis en 2024, dépassant celle de l'Union européenne, qui a augmenté de 10 %. L'Inflation Reduction Act (IRA) a soutenu les investissements et si tous les projets annoncés sont mis en œuvre, les États-Unis devraient disposer d'une capacité de production de plus de 1,2 TWh d'ici 2030, contre 220 GWh en 2024. Si le déploiement des EnR et du véhicule électrique peut connaître des phases de ralentissement, il est néanmoins avéré et la compétitivité prix des différentes

technologies concernées ne cesse de s'aiguiser. La demande en métaux ne peut dans ces conditions que croître.

Une demande en métaux appelée à augmenter sensiblement

Le marché des métaux clés pour la transition énergétique a déjà doublé au cours des cinq dernières années²⁴, et la demande totale pour ces matériaux dans les technologies d'énergie propre devrait être multipliée par deux ou par quatre d'ici 2040²⁵. En 2024, la demande en lithium a augmenté de près de 30 %, poursuivant la forte hausse observée en 2023 et dépassant largement le taux de croissance annuel de 10 % enregistré dans les années 2010. La demande en nickel, cobalt, graphite et terres rares a augmenté de 6 à 8 % en 2024. Le cuivre a également connu une forte croissance de la demande d'environ 3 %, dépassant les deux années précédentes. La croissance de la demande a continué d'être tirée par les applications énergétiques telles que les véhicules électriques (VE), le stockage d'énergie, les énergies renouvelables et les réseaux électriques. S'agissant du cuivre, la modernisation et l'extension du réseau ont été en 2023 et 2024 les principales raisons de la forte croissance de la demande²⁶.

Les perspectives publiées par l'AIE en mai 2024 annoncent un doublement de la demande en métaux pour la transition d'ici 2030²⁷. Cette demande pourrait presque tripler d'ici 2030 et quadrupler d'ici 2040 dans l'hypothèse de politiques climatiques plus ambitieuses que celles annoncées. En 2024, la demande de lithium a augmenté de près de 30 %, dépassant largement le taux de croissance annuel de 10 % observé dans les années 2010. La demande de nickel, de cobalt, de graphite et de terres rares a augmenté de 6 à 8 % en 2024. Cette croissance est pour l'essentiel imputée à la transition énergétique, le véhicule électrique, le stockage stationnaire, les énergies renouvelables et les réseaux de distribution contribuant à la hausse de la demande.



Pour le lithium, le nickel, le cobalt et le graphite, le secteur de l'énergie a représenté 85 % de la croissance totale. La croissance du déploiement de l'énergie solaire photovoltaïque au cours de la dernière décennie a entraîné une croissance correspondante de la demande de silicium, d'argent et de cuivre. La demande de silicium utilisé dans l'énergie solaire photovoltaïque a été multipliée par plus de cinq et celle d'argent par près de sept entre

2015 et 2024 selon l'AIE.

La demande en métaux devrait croître rapidement dans tous les scénarios, la plus forte croissance provenant du secteur des énergies renouvelables. Dans le scénario des politiques déclarées (STEPS)

²⁴ Agence internationale de l'énergie, *Critical Minerals Market Review 2023*, Paris.

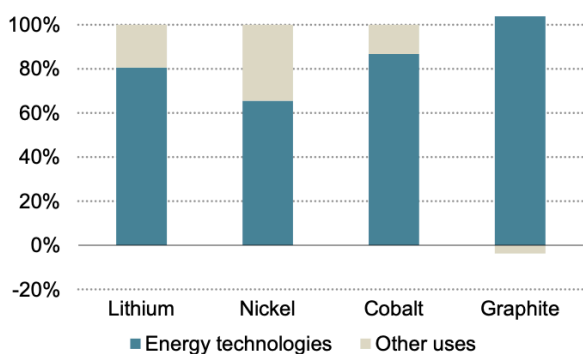
²⁵ <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/mineral-requirements-for-clean-energy-transitions>. Consulté le 10 juin 2025.

²⁶ AIE, *Global Critical Minerals Outlook 2025*.

²⁷ <https://www.iea.org/reports/global-critical-minerals-outlook-2024/outlook-for-key-minerals>. Consulté le 10 juin 2025.

de l'AIE, la demande en lithium est multipliée par cinq d'ici 2040, tandis que celle en graphite et en nickel double. La demande de cobalt et d'éléments de terres rares connaîtra également une forte croissance, augmentant de 50 à 60 % d'ici 2040. La demande de cuivre devrait augmenter de 30 % au cours de la même période, l'extension des réseaux, le secteur de l'éolien et du photovoltaïque et celui de la construction alimentant la demande.

Des évolutions technologiques comme des aléas sur les différents marchés sont néanmoins de nature à affecter sensiblement les prix et les trajectoires anticipées. La révision à la baisse des prévisions de croissance des ventes de véhicules électriques a ainsi entraîné une baisse de la demande de certains



métaux utilisés dans les batteries. De même, la demande de cobalt a été affectée par l'adoption croissante de la chimie LFP.

En reconstituant les chaînes de valeur des matériaux essentiels à la transition énergétique (cobalt, cuivre, lithium, nickel et terres rares – et en comparant l'évolution de leurs demandes respectives à horizon 2050 aux ressources connues en 2010), le projet GENERATE-IRIS²⁸

propose un indicateur de criticité. Réalisées sur la base de deux scénarios climatiques (+2°C et +4°C), les projections relèvent une criticité élevée pour le cobalt et pour le cuivre. Plus de 90 % des ressources connues aujourd'hui pour ces deux matériaux pourraient être consommées à l'horizon 2050. Dans ce contexte, certains pays producteurs ou spécialisés dans le raffinage des métaux, tels que le Chili, la Chine, l'Australie ou la Russie, pourraient jouer un rôle clef sur les marchés mondiaux à l'horizon 2050.

S'agissant du lithium, le marché devrait être bien approvisionné à court terme. La croissance rapide de la demande pourrait néanmoins entraîner un déficit d'ici les années 2030, même si les perspectives de développement de nouveaux projets sont meilleures que celles du cuivre. Le lithium aurait ainsi une criticité moyenne puisque près de 75 % des ressources seraient encore disponibles à l'horizon 2050 dans un scénario 2°C. Toutefois, la concentration des réserves et des acteurs (5 entreprises contrôlent 90 % du marché), les stratégies nationales ou encore des aléas sur les marchés pourraient à terme fragiliser les filières d'approvisionnement.

La transition énergétique devrait également avoir un impact significatif sur plusieurs métaux jugés aujourd'hui mineurs comme l'iridium, le scandium (hydrogène) et le tellure (photovoltaïque solaire). Le gallium, le germanium, l'indium et l'étain devraient connaître une forte croissance grâce aux applications photovoltaïques solaires et numériques. L'adoption à grande échelle des batteries à flux redox pour le stockage stationnaire entraînerait, elle, des tensions sur le marché du vanadium²⁹.

RTE (Réseau de transport d'électricité) a également proposé des scénarios. Dans l'hypothèse d'un déploiement rapide des renouvelables, la consommation de métaux augmenterait sensiblement,

²⁸

<https://www.iris-france.org/communiqu-e-de-presse/transition-energetique-bas-carbone-quelles-evolutions-de-la-geopolitique-de-lenergie/>. Consulté le 12.11.2025

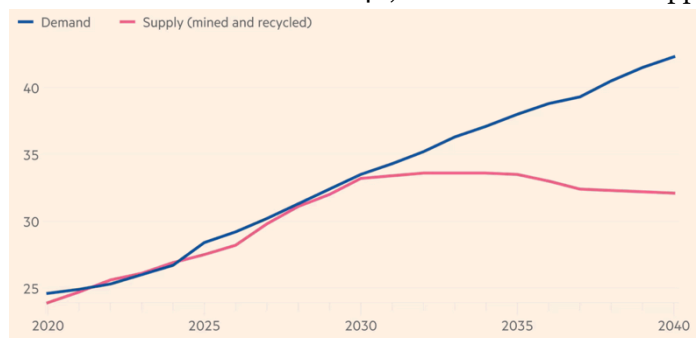
²⁹ Gregoir Liesbet, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, rapport rédigé par l'Université KU Leuven et commandé par Eurometaux, avril 2022.

notamment dans les cas du cuivre (55 à 70 kt/an), de l'aluminium (100 à 150 kt/an), de l'acier (1 400 à 1 700 kt/an), du béton (3 600 à 4 600 kt/an) et des terres rares (2 à 17 kt/an)³⁰. Cette analyse est convergente avec celle de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe), selon laquelle la France aura besoin de 10 à 15 kt/an de lithium métal primaire (hors recyclage) pour la mobilité électrique à horizon 2035. Les projets d'extraction en cours de développement pourraient satisfaire jusqu'à 2/3 de ces besoins avec 5 kt de Li métal pour le projet d'Imerys dans l'Allier (voir plus bas) et potentiellement jusqu'à 5 kt pour les projets de lithium géothermal concentrés en Alsace. Selon les prévisions de l'IFP Energies Nouvelles (IFPEN), les plus fortes tensions porteront sur les métaux traditionnels comme le cuivre, l'aluminium ou le nickel³¹.

Le cuivre, métal commun et critique

Selon S&P Global³², le monde se dirige vers une pénurie de cuivre qui constituerait un « risque systémique » pour la croissance économique mondiale, en raison de la transition énergétique et de la demande croissante du secteur de l'intelligence artificielle. Le déficit devrait atteindre 10 millions de tonnes d'ici 2040, soit près d'un tiers de la demande mondiale actuelle, en l'absence d'une « augmentation significative de l'offre ». Cela constitue un « risque systémique pour les industries mondiales, le progrès technologique et la croissance économique », selon S&P Global (figure 5).

Une pénurie durable de ce métal pourrait menacer la croissance à la fois des fermes de données et de l'électrification des systèmes énergétiques. Son cours s'avère volatile (il est passé de 8 000 USD la tonne en avril 2025 à 13 000 USD en décembre de la même année) et l'offre tarde à progresser au même rythme que la demande. La production mondiale pourrait atteindre un pic en 2030 avant de retomber dans la mesure où plusieurs mines dans le monde sont vieillissantes et voient leur rendement décliner. D'ici à 2040, 60% de la demande supplémentaire devrait se situer en Asie.



Parallèlement, la demande en cuivre pour les centres de données, notamment pour l'IA et la robotique, pourrait passer d'environ 1,1 million de tonnes en 2025 à 2,5 millions de tonnes d'ici cette date. Même une forte croissance du recyclage ne résoudrait pas la question (10 millions de tonnes sont attendues de

l'économie circulaire d'ici 2040). Pour combler l'écart entre l'offre et la demande, accroître l'offre annuelle de 23 millions de tonnes en 2025 à au moins 32 millions d'ici 2040 serait nécessaire.

L'AIE propose une analyse similaire³³. Le cuivre devrait connaître une pénurie d'approvisionnement qui pourrait atteindre 30 % d'ici 2035, ce qui fait de cette matière première l'un des maillons les plus vulnérables des chaînes d'approvisionnement mondiales qui soutiennent la transition énergétique et le développement de l'intelligence artificielle. La demande annuelle pourrait selon l'AIE passer de 25

³⁰ Réseau de transport d'électricité (RTE), *Futurs énergétiques 2050. L'analyse environnementale*, 2022.

³¹ Étienne Goetz, « Les besoins de cuivre vont être colossaux pour assurer la transition énergétique », *Les Échos*, 6 janvier 2022.

³² [S&P Global Commodities 2026, https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/topics/commodities-2026#q=&rows=20&pagenum=1&sort=es_unified_dt%20desc&facets={%22es_content_type_s%22:%22News%22}}](https://www.spglobal.com/energy/en/news-research/topics/commodities-2026#q=&rows=20&pagenum=1&sort=es_unified_dt%20desc&facets={%22es_content_type_s%22:%22News%22}}). Consulté le 7.01.2026.

³³ Annalisa Villa, « Copper faces 30% supply deficit by 2035 », 1^{er} décembre 2025.

millions de tonnes à ce jour à plus de 55 millions de tonnes en 2050 dans l'hypothèse de politiques climatiques ambitieuses. Contrairement au lithium, dont de nouvelles sources d'approvisionnement apparaissent dans diverses régions, notamment au Zimbabwe et en Argentine, le cuivre est confronté à des contraintes structurelles qui ne peuvent être facilement surmontées par une augmentation rapide des capacités. Le déficit prévu en cuivre résulte selon l'AIE de la baisse de la teneur des minerais, de l'augmentation des coûts d'investissement et de la longueur des délais de développement des projets, qui rendent le cuivre particulièrement difficile à produire à grande échelle par rapport à d'autres minéraux essentiels.

Cette fragilité est exacerbée par la domination écrasante de la Chine. Sur la liste de l'AIE comprenant 20 minéraux stratégiques — couvrant les domaines de l'énergie, de la défense, de l'aérospatiale et de l'IA —, la Chine est le premier raffineur pour 19 d'entre eux. Seul le nickel fait exception (l'Indonésie est ici l'origine première du métal raffiné, voir plus bas). Acteurs politiques et économiques se mobilisent, en particulier dans les domaines du financement, du recyclage et même du stockage. Pourtant, les tendances en matière d'investissement restent préoccupantes : les dépenses d'investissement dans le secteur minier n'ont augmenté que de 5 % en 2024, tandis que les dépenses d'exploration sont restées stables,

Bien que rarement cité parmi les métaux critiques, le cuivre est ainsi appelé à connaître une forte demande dans un contexte d'offre contrainte. L'éventail de ses applications est en effet particulièrement large, ses propriétés conductrices uniques lui assurant une place prépondérante dans les technologies nécessaires à l'électrification des économies.

En somme, les métaux non ferreux traditionnels comme le cuivre ou le nickel, pourraient être autant contraints, voire davantage, que les métaux dits stratégiques, comme le lithium ou les terres rares. Pour limiter la hausse des températures à +2 degrés, le monde pourrait consommer entre 60 % et 90 % des ressources en cuivre connues aujourd'hui d'ici à 2050. Pour la bauxite, ces chiffres se situent entre 50 % et 85 %, pour le cobalt autour de 80 %, 60 % pour le nickel³⁴, 30 % pour le lithium et 4 % pour les terres rares.

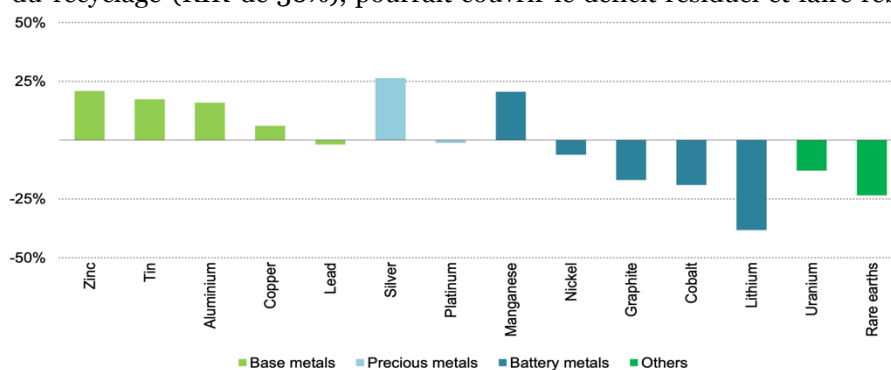
Le cours du cuivre a connu une forte progression 2025 (voir plus haut) dans le contexte de la transition énergétique et de phénomènes plus conjoncturels. L'annonce par les États-Unis que des droits de douane élevés pourraient s'y appliquer a suscité des stratégies de stockage sur le marché américain créant des tensions sur les autres marchés mondiaux. En mai 2024, les cours du cuivre connurent une hausse soudaine à New York en raison des stratégies adoptées par certains fonds spéculatifs³⁵. En 2025, l'un des principaux sites de production, le site Kamoakakula en RDC a par ailleurs été confronté à des problèmes opérationnels. En Indonésie, un glissement de terrain a conduit les responsables du site de Grasberg à réduire leur production pour plusieurs mois. Le cuivre est ainsi emblématique de ces métaux considérés comme non critiques mais dont le cours connaît de fortes variations et qui, malgré un taux de recyclage supérieur à 30%, apparaît crucial dans les transformations en cours (il a été ajouté à la liste des métaux critiques aux États-Unis en 2025).

³⁴ Étienne Goetz, « La pénurie de nickel menace la transition énergétique », *Les Échos*, 6 octobre 2020.

³⁵ Étienne Goetz, « A New York, les spéculateurs propulsent les cours du cuivre à des records historiques », *Les Échos*, 18 mai 2024.

L'OFREMI relativise néanmoins l'ampleur de la demande attendue. Le taux de croissance annuel de la demande se situe en effet autour de 3-3,5%. D'autres métaux de la transition énergétique ont des taux de croissance annuels à deux chiffres³⁶. L'OFREMI a estimé le déficit attendu en cuivre à l'horizon 2035 à l'échelle mondiale. Pour cela, il s'est appuyé sur l'étude de plus de 30 scénarios prospectifs issus de divers horizons (publications scientifiques, rapports internationaux, rapports des banques, etc.). La vision OFREMI synthétique proposée projette une demande évaluée à 41 Mt d'ici 2035. (intermédiaire entre le scénario S&P Global et celui de Klose et al., 2023). Du côté de l'offre primaire, l'estime à 25 Mt de cuivre produit à 2035 est retenu. Pour le recyclage, l'OFREMI estime qu'il sera aux alentours de 10 Mt, avec un taux d'incorporation du recyclage (RIR) de 24%.

Le déficit moyen retenu pour 2035 par l'OFREMI est donc de 6 Mt mais la fourchette est large puisqu'elle s'étend de 1 à 13 Mt suivant les différentes hypothèses retenues. En revanche, si l'on tient compte des stratégies d'efficacité des ressources évoquées par Klose et al., 2023, la demande serait ramenée à 37 Mt et le déficit serait au maximum de 2,7 Mt. Cette stratégie, couplée avec une hausse du recyclage (RIR de 30%), pourrait couvrir le déficit résiduel et faire rebasculer le marché vers un léger surplus.



L'offre est à ce jour largement répartie entre le Chili (23,6 %), le Pérou (10 %), la République démocratique du Congo (10 %), la Chine

(8,6 %), les États-Unis (5,9 %) et plusieurs autres pays. À court terme, les volumes de cuivre et de la plupart des métaux proviendront principalement des mêmes pays qu'aujourd'hui même si la géographie des capacités de raffinage pourrait, elle, se diversifier rapidement³⁷. Des signes de pénurie apparaissent cependant. La teneur moyenne des mines de cuivre dans le monde était d'environ 10 %, et en 1900, elle était encore de 4 %. Des recherches récentes montrent que la moyenne mondiale est tombée à seulement 0,6 %, ce qui reflète la difficulté croissante d'extraire des gisements de haute qualité³⁸.

Une évolution erratique des prix

Les prix des métaux dépendent d'une grande variété de facteurs. Le dynamisme des principales économies, l'état du secteur de l'immobilier, les aléas logistiques (restrictions pour le passage du canal de Panama par exemple), les anticipations des investisseurs sont autant de facteurs susceptibles d'orienter les prix, parfois de façon soudaine. En 2024, plusieurs métaux ont ainsi connu une forte baisse de leur cours (graphiques 6 et 7) tandis que d'autres étaient orientés à la hausse.

À ce jour, les cours de plusieurs métaux ne reflètent pas un déséquilibre à venir entre l'offre et la demande. Les augmentations importantes de l'offre, menées par la Chine, l'Indonésie et la République démocratique du Congo, ont exercé une pression à la baisse sur les prix, en particulier

³⁶ OFREMI, *Le cuivre en 2035, le positionnement de l'OFREMI*, 23 mai 2024.

³⁷ <https://www.woodmac.com/horizons/red-metal-green-demand-coppers-critical-role-in-achieving-net-zero/>. Consulté le 2 juillet 2025.

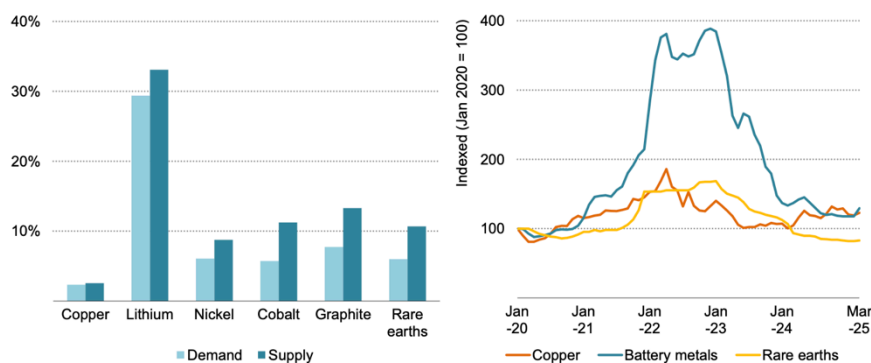
³⁸ Guiomar Calvo, Gavin Mudd Alicia, Valero Antonio, Valero, 2016, « Decreasing, Ore Grades in Global Metallic Mining: A Theoretical Issue or a Global Reality? », *Resources*, 5, 36; doi:10.3390/resources5040036

pour les métaux utilisés dans les batteries³⁹. Depuis 2020, la croissance de l'offre de métaux pour batteries a été deux fois plus rapide que celle observée à la fin des années 2010. En conséquence,



après les fortes hausses de prix de 2021 et 2022, les prix des métaux concernés ont continué à baisser. Les prix du lithium, qui avaient été multipliés par huit entre 2021 et 2022, ont chuté de plus de 80 % depuis 2023. Les prix du graphite, du cobalt et du nickel ont également baissé de 10 à 20 % en 2024.

Cette évolution erratique des prix est de nature à perturber les décisions d'investissement dans le secteur minier. En 2024, les dépenses dans ce secteur n'ont augmenté que de 5 %, contre 14 % en 2023. Après ajustement pour tenir compte de l'inflation des coûts, la croissance réelle des investissements n'a été que de 2 %. Les activités d'exploration ont atteint un plateau en 2024, marquant une pause dans la tendance à la hausse observée depuis 2020. Si les dépenses d'exploration ont continué d'augmenter pour le lithium, l'uranium et le cuivre, elles ont sensiblement diminué pour le nickel, le cobalt et le zinc. Le financement des start-ups montre également des signes de ralentissement. Les faibles prix actuels des minéraux n'incitent pas à investir, et les projets impliquant de nouveaux entrants ont été les plus touchés par l'incertitude⁴⁰.



Dans l'ensemble, la croissance de la production minière des métaux de base a été nettement plus lente que celle des métaux pour batteries, en raison de la baisse de la teneur des gisements, des délais de

mise en production, de l'intensité capitaliste plus élevée et de la plus grande complexité du développement de nouveaux projets. Pour ces raisons, les sociétés minières préfèrent souvent les fusions et acquisitions au développement de nouveaux projets *greenfield*.

Si les cours de plusieurs métaux ont été ces dernières années orienté à la baisse, les cours du manganèse ont connu une forte hausse en raison de perturbations de l'approvisionnement en Australie et au Gabon, associées à une demande croissante. Les prix des métaux de base tels que l'aluminium, le cuivre et le zinc ont connu un rebond en 2024 et ont continué à augmenter en 2025 en raison des réductions de production et des difficultés opérationnelles dans les principales régions productrices, ainsi que de l'amélioration des perspectives de la demande. Les perspectives de reprise économique dans les grandes économies, en particulier en Chine, ont soutenu le regain d'intérêt des investisseurs et la hausse des prix.

³⁹ IEA 2025 Outlook

⁴⁰ IEA 2025 Outlook

Les prix de l'étain ont connu une hausse de près de 20 % en 2024 et ont enregistré une nouvelle hausse de 20 % au cours des trois premiers mois de 2025, principalement en raison des perturbations de l'offre dans les principaux pays producteurs, notamment le Myanmar et l'Indonésie, ainsi que de la demande accrue des industries de l'électronique et des semi-conducteurs. Les cours de l'argent ont également connu une hausse importante de 25 % en 2024 et une nouvelle croissance de 10 % en 2025, bénéficiant de la demande industrielle croissante, en particulier pour les panneaux solaires et l'électronique, ainsi que de l'intérêt accru des investisseurs dans un contexte d'incertitudes économiques.

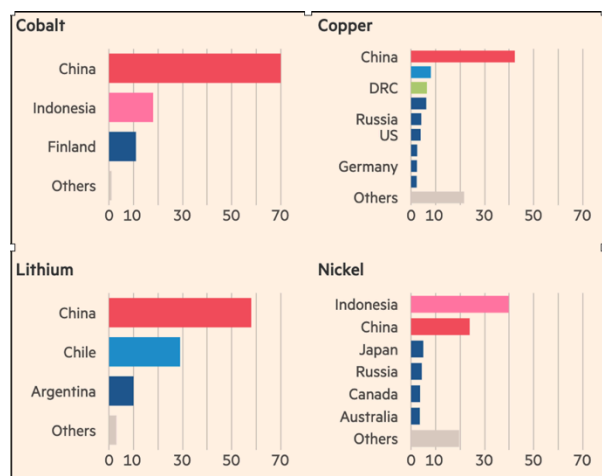
Les restrictions aux exportations et plus largement les risques de fragmentation économique à l'échelle mondiale invitent par ailleurs à considérer la dimension géopolitique. L'invasion de l'Ukraine par la Russie a ainsi eu un impact important sur les prix de l'aluminium, du nickel ou du palladium⁴¹.

⁴¹ Rapport CGDD sur les ressources minérales critiques : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/publications/rapport_o8_cgdd_ressources_minerales_critiques_energies_bas_carbone_juillet2023.pdf. Consulté le 12 juillet 2025.

Chapitre 2. Enjeux géopolitiques

Concentration géographique

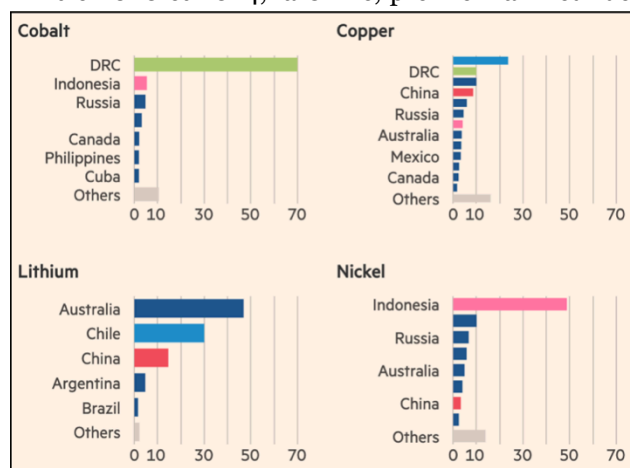
Diversifier les approvisionnements s'impose en matière de sécurité énergétique mais la tendance à l'œuvre dans le secteur des métaux critiques est à la concentration. L'offre a tendance à se resserrer



sur un nombre limité de pôles de production, en particulier pour ce qui concerne le raffinage du nickel et du cobalt. La part de marché moyenne des trois principaux pays pour le raffinage des métaux nécessaires à la transition énergétique est passée d'environ 82 % en 2020 à 86 % en 2024. Cette évolution s'explique principalement par le rôle croissant joué par l'Indonésie dans le secteur du nickel et la Chine dans le secteur du cobalt, du graphite et des terres rares. Cette situation ne devrait que marginalement évoluer. À l'horizon 2035, la part moyenne des trois principaux fournisseurs des métaux devrait

demeurer supérieure à 80 % selon l'AIE, soit une part de marché voisine de celle observée en 2020.

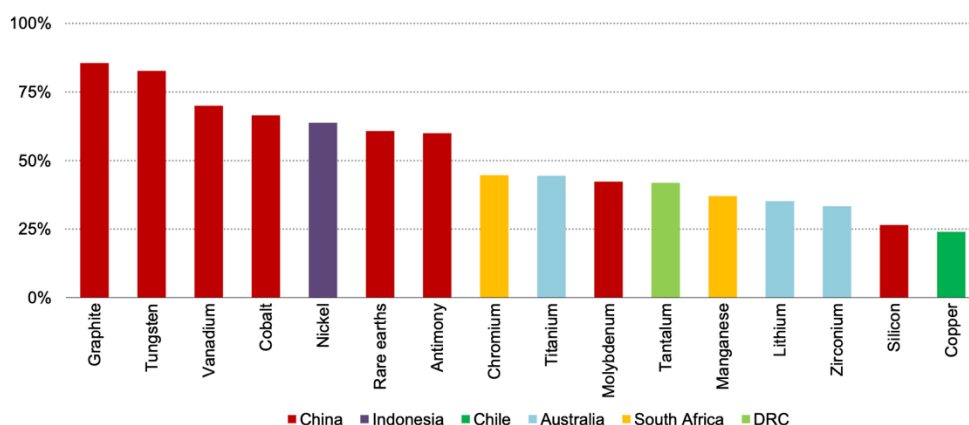
Entre 2020 et 2024, la Chine, premier raffineur de cuivre et de lithium, a représenté environ 70 à 80



% de la croissance de l'offre de ces minéraux, tandis que l'Indonésie, premier raffineur de nickel, a contribué à environ 90 % de la croissance de l'offre. Pour le cobalt, le graphite et les éléments de terres rares, la quasi-totalité de la croissance de la production a été tirée par la Chine, marginalisant encore davantage les producteurs émergents dans des régions géographiquement diversifiées. En Europe, les capacités de production se sont encore réduites au cours des deux dernières décennies (avec notamment la perte d'un tiers de la capacité de

production d'aluminium primaire). Depuis 2022, les prix élevés de l'électricité en Europe ont entraîné la mise à l'arrêt temporaire de 10 % et 40 % des capacités européennes de production d'aluminium et de zinc primaires. La production de silicium a également été affectée.

Si la Chine reste le principal fournisseur de tous les minéraux raffinés via les capacités installées sur son territoire ou acquises à l'étranger, elle reste également la principale source de demande. Elle est ainsi responsable de plus de la moitié de la demande mondiale de cuivre, de lithium, de nickel, de cobalt, de graphite et de terres rares. En 2024, le cuivre et le nickel étaient les seuls minéraux raffinés pour lesquels la demande raffinée intérieure chinoise était supérieure à l'offre raffinée intérieure. Cependant, comme la plupart du nickel raffiné en Indonésie appartient à des entreprises chinoises, le cuivre reste le seul matériau raffiné pour lequel la Chine connaît actuellement un déficit national. La production nationale ne couvre que 75 % de sa consommation nationale. En revanche, la Chine dispose du plus grand excédent d'offre nationale pour le graphite de qualité batterie et pour les terres rares.



Les États-Unis jouent un rôle beaucoup plus important dans la production de cuivre raffiné et de lithium, leurs entreprises détenant plus de 10 % de la production de cuivre raffiné et

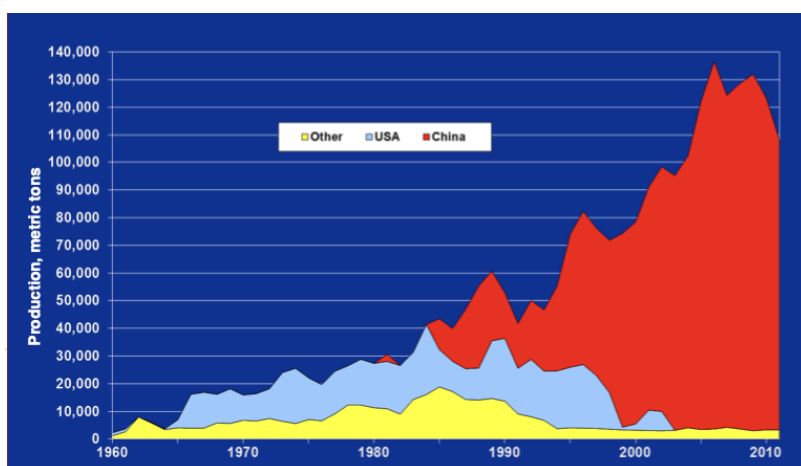
près de 15 % de la production de produits à base de lithium, bien que leur territoire n'abrite qu'1 % de la production raffinée pour chacun de ces produits. Les entreprises européennes et japonaises jouent également un rôle majeur dans la production de cuivre raffiné, malgré une production nationale faible, les entreprises européennes détenant 20 % de la production mondiale par l'intermédiaire d'entreprises telles qu'Aurubis et Glencore, et les entreprises japonaises détenant près de 15 % par l'intermédiaire d'entreprises telles que ENEOS, Mitsubishi Materials et Sumitomo Metal Mining.

Alors que l'Indonésie est le premier site de raffinage du nickel avec près de 45 % de la production mondiale, les entreprises indonésiennes ne détiennent que 10 % de la production mondiale. La Chine détient en effet la grande majorité des actifs de raffinage grâce à la présence de groupes tels que Tsingshan Group et Jiangsu Delong Nickel, qui possèdent des activités dans de nombreux parcs industriels indonésiens, notamment Weda Bay et Morowali.

Au cours des années passées, les ajouts de production sont venus de pays déjà fortement implantés sur le marché mondial, notamment la République démocratique du Congo (RDC) pour le cobalt, l'Indonésie pour le nickel et la Chine pour le graphite et les terres rares. Le lithium fait ici exception, l'offre supplémentaire provenant de producteurs nouveaux comme l'Argentine et le Zimbabwe. La part de lithium provenant des trois principaux producteurs devrait passer sous la barre des 70 % d'ici 2035, contre plus de 75 % en 2024. À l'avenir, cette diversification dans le secteur du lithium devrait se confirmer. En revanche, la géographie de la production du cuivre, du nickel et du cobalt devrait être plus concentrée que jamais.

Selon l'AIE, l'Indonésie devrait ainsi accroître sensiblement son offre en nickel et en cobalt au cours de la prochaine décennie. Les géographies du graphite et des terres rares devraient également se diversifier avec l'émergence de nouveaux fournisseurs comme Madagascar et le Mozambique pour le graphite et l'Australie pour les terres rares. Il reste que l'activité de raffinage de la plupart des métaux devrait rester très concentrée au cours de la prochaine décennie, la Chine demeurant l'acteur principal. En 2035, la Chine devrait fournir plus de 60 % du lithium et du cobalt raffinés, et environ 80 % du graphite et des terres rares de qualité batterie.

Si une perturbation de l'approvisionnement en lithium, en nickel ou en graphite venait à se produire, entraînant une multiplication par cinq des prix, le prix moyen des batteries augmenterait selon l'AIE de 20 % à l'échelle mondiale. En cas de multiplication par dix des prix, le prix des batteries augmenterait de 40 à 50 %.



La vulnérabilité des chaînes de valeur internationales, et notamment européennes est ainsi avérée et l'incertitude sur les prix ne nourrit de considérations à la fois industrielles et politiques de la part de la Chine.

Les métaux, instrument de coercition pour la Chine ?

L'annonce par les autorités chinoises en octobre 2025 d'une réduction des exportations d'une série de métaux critiques s'inscrit dans la logique de la politique chinoise suivie ces dernières décennies. Après les premières exportations de terres rares en 1973 et l'énoncé des premières stratégies en 1975, Pékin s'est en effet employé à réguler plus strictement les exportations dès les années 90. De pays pourvoyeur de matières premières, la Chine est devenue un acteur dominant sur plusieurs étapes de la chaîne de valeur jusqu'à la batterie et au véhicule électrique. Si certaines des dispositions annoncées en octobre 2025 ont été suspendues pour une année, la Chine met plus que jamais à profit son rôle dans l'approvisionnement en métaux pour consolider son avance technologique et pour imposer ses vues dans les contentieux commerciaux.

En 2024, la Chine avait déjà restreint l'exportation vers les États-Unis de gallium, de germanium et d'antimoine, minéraux essentiels à la production de semi-conducteurs. Cette mesure avait été suivie par d'autres annonces début 2025, notamment des restrictions sur le tungstène, le tellure, le bismuth, l'indium et le molybdène, ainsi que sur sept éléments de terres rares lourdes. Des mesures de contrôle des exportations furent par ailleurs annoncées concernant le graphite. À la suite des contrôles à l'exportation mis en place par la Chine en février 2025, les prix de certains matériaux ont connu une forte hausse (cas du bismuth notamment). Les prix du germanium ont augmenté de 52 % entre juin et août 2024 en raison de soupçons de stockage par la Chine.

En octobre 2025, un pas supplémentaire a été franchi. D'une part, la liste des métaux soumis à des restrictions à l'export (à travers l'obtention obligatoire de licences d'exportation) a été allongée. D'autre part, la Chine a repris à son compte le principe d'extra-territorialité pour contrôler la commercialisation dans le monde de technologies comprenant des éléments d'origine chinoise. Les contrôles à l'exportation ne se limitent pas aux matières premières, mais visent de plus en plus des technologies spécifiques, notamment les technologies d'extraction et de séparation des terres rares.

La stratégie chinoise en matière de métaux critiques s'est peu à peu précisée depuis les années 1970 avec l'émergence de défis tels que l'exploitation minière illégale, la surproduction, la contrebande, l'épuisement des ressources naturelles et la pollution. Peu à peu les motivations industrielles et politiques sont devenues plus claires dans l'approche chinoise. Un fait marquant fut ici la décision de réduire les exportations de terres rares vers le Japon lors d'un différend sur la mer de Chine orientale⁴². L'incertitude demeure néanmoins à propos de cet épisode, les données disponibles suggérant que ces restrictions résultaient des efforts de la Chine pour réduire l'activité des mines clandestines et ne visaient aucun pays en particulier⁴³.

Les restrictions aux exportations de germanium et de gallium décidées plus récemment peuvent en outre être interprétées comme une réponse aux restrictions américaines sur les exportations de puces avancées et d'autres technologies critiques vers la Chine. Les deux parties ont ici pris des mesures coercitives similaires en invoquant la sécurité nationale⁴⁴. La volonté d'exercer une pression politique est apparue en revanche clairement lors de contentieux avec l'Australie⁴⁵, la Lituanie⁴⁶ et le Japon en 2025⁴⁷.

Pour éviter que les partenaires commerciaux se détournent définitivement de l'approvisionnement chinois, Pékin alterne mesures de rétorsion et gestes d'apaisement. Un mois après avoir imposé des interdictions initiales d'exportation sur le gallium et le germanium en août 2023, la Chine rétablit ainsi les licences d'exportation pour ces produits. De même, deux semaines après avoir imposé des interdictions initiales d'exportation sur certains produits à base de graphite début décembre 2023, la Chine a de nouveau approuvé les permis d'exportation de certains articles à base de graphite vers des entreprises de certains pays, tels que la Corée.⁴⁸ L'interdiction d'exporter des terres rares vers le Japon en 2010, a été levée deux mois plus tard⁴⁹. En 2025, quelques semaines après des tensions commerciales liées à la suspension d'exportations de terres rares vers les États-Unis, La Chine a accru ses expéditions d'aimants en terres rares, y compris vers les États-Unis, après une pénurie mondiale de l'offre⁵⁰. Fin 2025, la Chine indiquait que le régime de licences d'exportations mis en place visait uniquement à limiter un usage militaire des métaux exportés ainsi que des stratégies de stockage de

⁴² Amy King, Shiro Armstrong, *Did China really ban rare earth metals exports to Japan?*, EastAsia Forum, 18 août 2013.

⁴³ Simon Evenett, Johannes Fritz, *Revisiting the China–Japan Rare Earths dispute of 2010*, CEPR, 19 juillet 2023.

⁴⁴ Sujai Shivakumar, Charles Wessner et Thomas Howell, *Balancing the Ledger, Export Controls on U.S. Chip Technology to China*, CSIS, Février 2024.

⁴⁵ Weihuan Zhou, James Laurenceson, « Demystifying Australia-China Trade Tensions », *Journal of World Trade*, Volume 56, Issue 1 (2022) pp. 51 – 86

⁴⁶ Matthew Reynolds and Matthew P. Goodman, *China's Economic Coercion: Lessons from Lithuania*, Commentary, 6 mai 2022.

⁴⁷ Joe Leahy, Harry Dempsey, « China imposes export ban targeting Japan's military in Taiwan dispute », *Financial Times*, 6 janvier 2026.

⁴⁸ « Chinese Commerce Ministry approves exports of gallium, germanium in accordance with law », *Global Times*, September 21, 2023, <https://www.globaltimes.cn/page/202309/1298641.shtml>; Jung Min-hee, « China Implements Export Controls on Graphite; Grants Approval to South Korean Battery Companies », *Business Korea*, January 15, 2024, <https://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=209534>

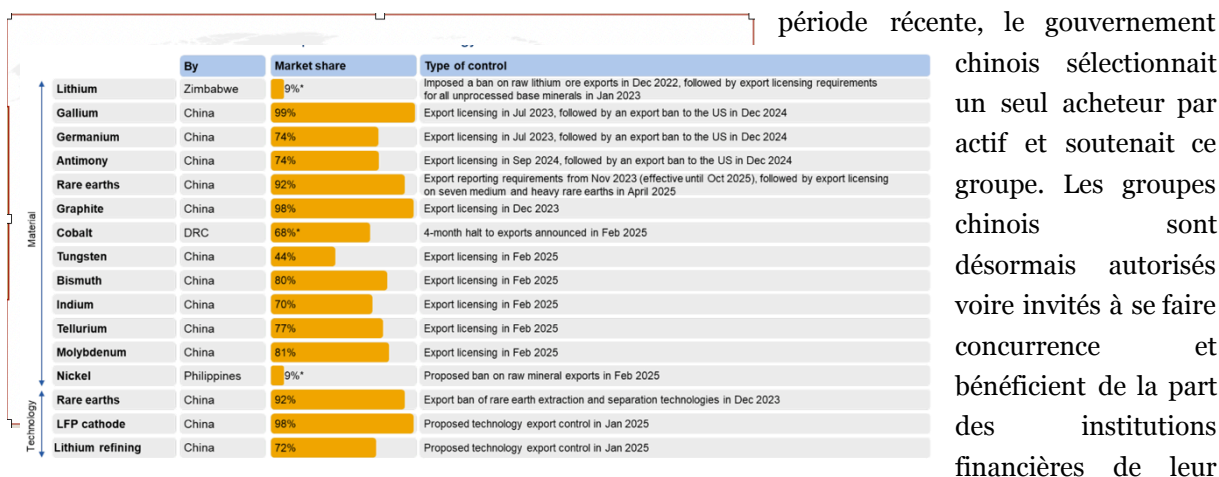
⁴⁹ Yuko Inoue, « China lifts rare earth export ban to Japan: trader », *Reuters*, September 28, 2010, <https://www.reuters.com/article/world/us/china-lifts-rare-earth-export-ban-to-japan-trader-idUSTRE68SOBT>. Consulté le 12 septembre 2025.

⁵⁰ Bloomberg News, *China Rare-Earth Magnet, Exports Jump 158% After Trade Truce* 21 juillet 2025.

la part des importateurs. Une fois les modalités administratives établies, les demandes des industriels européens et américains devraient ainsi pour l'essentiel être satisfaites.

Si la Chine ne détient pas dans son sous-sol l'essentiel des ressources minérales mondiales, elle domine le processus de raffinage. Ses groupes intégrés investissent massivement à l'étranger, importent les métaux extraits pour les raffiner puis les commercialiser sur le sol chinois ou à l'étranger. Le pays est donc tributaire des approvisionnements depuis d'autres pays, qu'il s'agisse de pays africains, de pays d'Amérique latine ou d'Australie et est premier importateur mondial de métaux critiques. Dans le même temps, les industriels chinois ont ainsi acquis une position de force pour la plupart des métaux et sont présents dans la quasi-totalité des sites d'extraction prometteurs. Le flux des investissements à l'étranger est loin d'être tari.

Selon S&P et Mergermarket, 10 transactions d'une valeur supérieure à 100 millions de dollars ont été conclues en 2024, soit le nombre le plus élevé depuis 2013⁵¹. Les groupes chinois estiment manifestement devoir multiplier les opérations à l'étranger avant une éventuelle nouvelle dégradation de la situation géopolitique mondiale. L'approche a par ailleurs évolué. Jusqu'à une



période récente, le gouvernement chinois sélectionnait un seul acheteur par groupe. Les groupes chinois sont désormais autorisés voire invités à se faire concurrence et bénéficient de la part des institutions financières de leur

pays de milliards de dollars de prêts pour des projets d'extraction et de traitement des minerais dans les pays en développement.

Face à des gouvernements de plus en plus soucieux de mieux contrôler les actifs miniers (notamment en Afrique), les entreprises chinoises sont souvent prêtes à accepter des accords moins lucratifs, le contrôle de la gestion des actifs étant la priorité. L'approche chinoise est ainsi compatible avec ce qu'il est convenu d'appeler le nationalisme minier, à savoir une approche de plus en plus prise en compte par les pays riches en matières premières consistant à assurer un contrôle plus strict des conditions d'extraction ainsi que des exportations. De fait, cette approche est devenue commune.

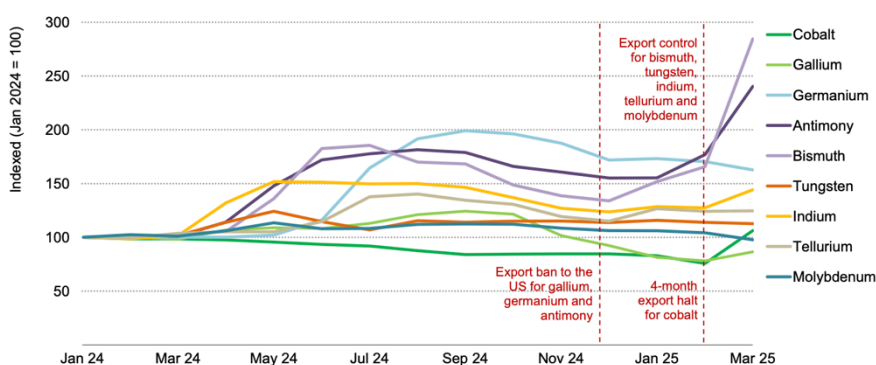
Le nationalisme des matières premières

De nombreux pays privilégient plus que jamais une approche privilégiant leurs intérêts nationaux pour garantir leur accès aux minéraux nécessaires à la transition énergétique, en coopérant lorsque cela est possible, mais aussi en contrôlant davantage l'accès à leurs ressources.⁵² L'importance

⁵¹ Camilla Hodgson, Leslie Hook, Edward White, « China snaps up mines around the world in rush to secure resources », *Financial Times*, 6 juillet 2025.

⁵² Kalantzakos, S. (2023). Between Rocks and Hard Places: Geopolitics of Net Zero Futures and the Tech Imperium. In: Kalantzakos, S. (eds) Critical Minerals, the Climate Crisis and the Tech Imperium. Archimedes, vol. 65. Springer, Cham.

croissante des métaux liés à la transition énergétique a entraîné une multiplication des mesures visant à influencer et à contrôler les marchés. À l'échelle mondiale, les restrictions commerciales sur les exportations de minéraux liés à la transition énergétique étaient en 2023 cinq fois plus



nombreuses qu'en 2009.⁵³ L'OCDE estime que 10 % de la valeur des métaux nécessaires à la transition énergétique font désormais l'objet d'au moins une restriction commerciale⁵⁴.

Entre 2009 et 2020, une cinquantaine de pays ont introduit des restrictions aux exportations de leur minerais selon l'OCDE. Les mesures les plus répandues sont l'imposition de quotas et l'application d'une fiscalité différente selon la destination des métaux extraits. L'Indonésie a ainsi limité en 2013 et 2020 ses exportations de nickel et une entente entre pays fournisseurs a été envisagée avec l'évocation d'un cartel du nickel inspiré de l'OPEP. Le Vietnam a introduit de nouvelles dispositions (pour 2026). Le Chili et le Mexique ont procédé à la nationalisation du secteur du lithium. Dans ce même secteur, le Zimbabwe a interdit les exportations en 2022 et a été suivi par la Namibie (8 mois après la signature d'un accord avec l'UE sur l'accès aux métaux critiques). En février 2025, la RDC, premier fournisseur mondial de cobalt, a annoncé une suspension de quatre mois des exportations de cobalt afin de freiner la chute des prix, décision qui a entraîné une flambée des prix du cobalt⁵⁵.

Volonté de structurer des filières locales, refus de laisser un secteur stratégique contrôlé par des acteurs miniers étrangers, préoccupations environnementales et sociales : les motivations sont diverses. Quel que soit leur bien fondé, ces politiques contribuent à la volatilité des prix (figure 16), laquelle pénalise en Europe les industriels recourant à ces métaux comme ceux engagés dans leur production et/ou leur recyclage.

⁵³ IEA (2023c). Critical Minerals Market Review 2023. International Energy Agency: Paris. <https://www.iea.org/reports/critical-minerals-market-review-2023>. Consulté le 12 octobre 2025.

⁵⁴ OECD (2023) Raw materials critical for the green transition: Production, international trade and export restrictions. Organisation for Economic Co-operation and Development. [https://one.oecd.org/document/TAD/TC/WP\(2022\)12/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/TAD/TC/WP(2022)12/FINAL/en/pdf). Consulté le 12 octobre 2025

⁵⁵ Camilla Hodgson, « Cobalt price jumps as DR Congo extends export ban », *Financial Times*, 23 juin 2025.

Chapitre 3. Enjeux sociaux et environnementaux

Perturbation des écosystèmes locaux, fragmentation des habitats naturels, contamination des cours d'eau : les activités minières qui recourent à des produits chimiques toxiques tels que le mercure, le cyanure et les métaux lourds affectent l'environnement. 1 kilogramme de cuivre peut nécessiter 130 à 270 litres d'eau, 1 kg de nickel 100 à 1 700 l, et 1 kg de lithium 2 000 l⁵⁶.

La grande partie des entreprises impliquées dans l'activité minière sont confrontées à des plaintes pour des attaques contre les droits de l'Homme⁵⁷. Les acteurs émanent de pays développés (notamment Glencore) comme chinoises (China Minmetals dans le cas de la mine péruvienne Las Bambas). Selon l'OCDE, le secteur de l'extraction est concerné par un cas sur cinq dans les actes de corruption internationale⁵⁸.

Panorama des risques sociaux et environnementaux associés à l'extraction minière

L'exploitation minière du lithium, du cobalt, du manganèse, du platine, de l'aluminium et du cuivre est associée à des risques environnementaux et sociaux élevés. L'Atlas mondial de la justice environnementale répertorie plus de 300 conflits socio-environnementaux liés à l'extraction du cuivre, du lithium, des terres rares et de l'argent. Ces études ne rendent en réalité compte que de la partie émergée de l'iceberg, les violations des droits humains étant probablement beaucoup plus nombreuses. Une cartographie exhaustive et détaillée s'avère complexe et les populations concernées n'ont pas toujours la capacité de se faire entendre.

L'Amérique latine est particulièrement affectée par les conflits sociaux le plus souvent adossés à des atteintes aux écosystèmes. La multiplication de projets nuisibles pour l'environnement associée à une réglementation lacunaire et/ou mal mise en œuvre du secteur minier constitue une menace pour les droits des communautés autochtones de la région⁵⁹. Plusieurs États ont engagé des poursuites à l'encontre des groupes miniers. En 2022, la République du Chili poursuivait ainsi Albemarle, BHP et Antofagasta pour des irrégularités dans l'extraction du lithium dans la région nord du pays. Selon le tribunal environnemental du pays, la surexploitation de l'écosystème fragile dans lequel se déroulaient les activités extractives, notamment en ce qui concerne l'utilisation de l'eau, a entraîné une détérioration grave, permanente et irréparable de l'aquifère, des prairies de Tilopozo, de l'habitat de la faune et de la flore, ainsi que des systèmes de vie et des coutumes de la communauté indigène.

En décembre de la même année, toujours au Chili, la communauté autochtone Antacameña de Conchi Viejo entamait une action en justice contre El Abra (une coentreprise entre Codelco et Freeport McMoran). Un déversement d'acide sulfurique provenant de la mine avait affecté l'environnement, le patrimoine culturel et les terres ancestrales de la communauté. Ce déversement aurait également causé des dommages irréversibles au patrimoine des secteurs archéologiques, qui comptent parmi les plus importants de la région⁶⁰.

⁵⁶ 90 % des zones minières sont situées dans des régions mal dotées en eau, selon l'article « Surge in global metal mining threatens vulnerable ecosystems », S. Luckeneder, S. Giljum, A. Schaffartzik, V. Maus, M. Tost, *Global Environmental Change*, n°69, 2021.

⁵⁷ Business & Human Resources Center, *Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis*. June 2023. <https://www.business-humanrights.org/en/from-us/transition-minerals-tracker/>

⁵⁸ Business & Human Resources Center, *Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis*. June 2023.

⁵⁹ Caroline Avan, Jessie Cato, Natalia Daza Niño, Ana Zbona Business & Human Resources Center, *Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis*. June 2023.

⁶⁰ Business & Human Resources Center, *Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis*. June 2023.

Au Chili, les sécheresses récurrentes conjuguées à l'activité minière entraînent des coupures d'eau de plus en plus fréquentes. Les associations d'habitants ont déposé une plainte à la Cour suprême pour exiger la protection de leur droit constitutionnel à la vie, menacé par la consommation d'eau de l'entreprise minière. Face au mouvement de contestation national *No más Anglo* (On ne veut plus d'Anglo), le groupe minier Anglo-américain a dû investir dans une usine de désalinisation de l'eau pour alimenter une autre de ses mégamines de cuivre au Chili. Plusieurs cas de contamination des sols et de l'eau ont par ailleurs été relevés au Mexique, au Pérou et en Bolivie, sans oublier les conflits sociaux, notamment au Guatemala.⁶¹

Selon l'Agence internationale de l'énergie, les prélèvements en eau de l'industrie minière ont doublé entre 2018 et 2021⁶². Cette augmentation s'explique par la demande accrue en métaux critiques et par le fait que les gisements exploités sont de moins en moins productifs. « *la diminution des teneurs et la complexification des minerais exploités et traités conduisent à une augmentation exponentielle des quantités d'énergie et d'eau utilisées pour produire la même quantité de métal* ». ⁶³

Dans le cas du nickel, l'extraction d'une tonne de métal se traduit généralement par la production d'une dizaine de tonnes de résidus miniers. Dans la plupart des cas, ces résidus sont déversés dans les océans malgré les risques induits pour la biodiversité sous-marine et les barrières de coraux. D'autres options sont possibles. En Indonésie, le groupe français Eramet a dans un projet à Weda Bay privilégié le stockage à sec. Les barrages miniers⁶⁴ constituent une autre solution mais le risque est ici que les nappes phréatiques soient affectées lors de la survenue de pluies diluviennes ou de séismes.

S'agissant des terres rares, leur traitement nécessite de grandes quantités de produits chimiques nocifs et produit d'importants volumes de déchets solides, de gaz et d'eaux usées. Les impacts de leur extraction et de leur traitement ont été constatés en Chine, en Malaisie, aux États-Unis⁶⁵. Aux dégâts environnementaux liés à l'extraction, s'ajoutent ceux induits par les étapes nécessaires à la séparation des terres rares. Dans un premier temps, l'extraction se pratique le plus souvent à ciel ouvert. Dans une deuxième étape, intervient le broyage du minerai en une fine poudre. Une troisième étape permet la séparation des métaux rares du reste du minerai qui nécessite d'importantes ressources en eau et en produits chimiques ainsi qu'une importante quantité d'énergie.

Les déchets sont généralement stockés dans des réservoirs naturels ou artificiels entourés de digues, ce qui constitue un risque de pollution à court et long terme. Dans la plupart de cas, ces déchets contiennent des substances radioactives (uranium, thorium et autres déchets), des fluorures, des sulfures, des acides et des métaux lourds. Ce type de stockage peut avoir des conséquences environnementales désastreuses (pollution des sols et de l'eau) à cause de la toxicité des résidus s'il s'écroule ou fuit. Plusieurs causes peuvent conduire à cette extrémité : des pluies torrentielles

⁶¹ Dominish, E., Florin, N. and Teske, S., 2019, Responsible Minerals Sourcing for Renewable Energy. Rapport rédigé pour Earthworks by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney.

⁶² Agence internationale de l'énergie, *Critical Minerals Market Review 2023*, Paris.

⁶³ Rapport d'étude | Controverses minières · Volet 1 - Caractère prédateur et dangereux · Techniques minières · Déversements volontaires en milieux aquatiques · Anciens sites miniers. 16 novembre 2021. SystExt. <https://www.systext.org/node/1785>. Consulté le 25 juillet 2025.

⁶⁴ Le barrage minier est une construction qui permet de contenir les bassins de résidus toxiques issus des processus de traitement des minerais.

⁶⁵ Eric Drezet, *Les terres rares : Quels impacts ?*, EcoInfo, <https://ecoinfo.cnrs.fr/2010/08/06/les-terres-rares-quels-impacts/>. Consulté le 12 septembre 2025.

peuvent le faire déborder, le stockage peut ne pas être étanche, le site du stockage peut s'effondrer (en raison de pluies torrentielles, d'une construction de mauvaise qualité ou d'un tremblement de terre).

Des conséquences similaires peuvent découler des mines à ciel ouvert abandonnées et des résidus de minerai laissés sur le terrain. De plus, l'extraction et le traitement engendrent également une pollution de l'air due aux poussières toxiques (substances radioactives, métaux lourds) qui se dégagent si des mesures adéquates ne sont pas prises. Les impacts environnementaux induits par l'extraction minière des terres rares ont été analysés précisément dans un ouvrage⁶⁶ dont l'étude porte sur les villes de Huanshe et Renju où l'exploitation minière est très importante.

L'activité minière pour extraire des terres rares engendre la destruction du couvert végétal du site ainsi que le décapage de la couche de terre végétale pour atteindre le minerai et extraire les oxydes de terres rares. Une fois le site d'extraction abandonné, aucune végétation naturelle ne subsiste (ce qui favorise le lessivage des sols). L'extraction de chaque tonne d'oxydes de terres rares produit de 1 300 à 1 600 m³ de déchets d'excavation. Si des mesures de protection de ces quantités importantes de déchets ne sont pas mises en œuvre, des pluies torrentielles sont susceptibles de faire raviner des mélanges de boue et de pierres sur les terres agricoles, envaser les rivières, les bassins, les réservoirs et polluer les ressources en eau.

L'exploitation des terres rares conduit par ailleurs à l'extraction d'éléments lourds de terres rares à partir de la Bastnaésite et de la Monazite ce qui a pour effet de libérer d'importantes quantités d'éléments radioactifs. Un cas emblématique fut celui de la raffinerie de terres rares de Bukit Merah en Malaisie exploitée pour le compte de Mitsubishi entre 1982 et sa fermeture en 1992 (à la suite de l'apparition de nombreux cas de leucémies et de naissances avec malformations)⁶⁷. Les rejets des déchets radioactifs de la raffinerie eurent des impacts sérieux sur la santé des populations locales. La décontamination débuta en 2003 mais, début 2012, des taux anormalement élevés de radioactivité étaient toujours relevés sur le site et ses alentours⁶⁸.

Dans une étude publiée en 2001, il a été mis en évidence que les concentrations de chaque élément des terres rares dans l'atmosphère de 3 sites de la ville de Pékin étaient environ de 10 à 40 fois supérieures à celles enregistrées en Hollande⁶⁹. Or, une exposition prolongée à certaines terres rares peut affecter la santé humaine. La Chine, où l'on estime qu'environ 20 000 t de minerai de terres rares ont été illégalement extraits, est ici particulièrement concernée⁷⁰.

L'Afrique et l'Amérique latine particulièrement affectées

⁶⁶ M. H. Wong, J. W. C. Wong, A. J. M. Baker, « Impacts of Rare Earth Mining on the Environment and the Effects of Ecological Measures on Soil », *Remediation and management of degraded lands*, pp. 103-110.

⁶⁷ <http://www.freemalaysiatoday.com/category/opinion/2012/03/21/lessons-from-bukit-merah>. Consulté le 12 juin 2025.

⁶⁸ <http://nuclear-news.info/2012/04/28/radioactive-legacy-of-bukit-merah-rare-earths-processing-plant>. Consulté le 2 août 2025.

⁶⁹ Bio-accumulation of environmental residues of rare earth elements in aquatic flora *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in Guangdong Province of China, *The Science of The Total Environment* Volume 214, Issues 1-3, 18 June 1998, Pages 79-85 H. Chua

⁷⁰ Jingjing Bai, Xin Xu, Yaoting Duan, Guangyu Zhang, Zhe Wang, Lu Wang & Chunli Zheng, *Evaluation of resource and environmental carrying capacity in rare earth mining areas in China*, *Scientific Reports* volume 12, Article number: 6105 (2022).

L'Afrique est le continent qui recense le plus grand nombre d'atteintes aux droits de l'Homme, avec notamment un taux élevé en RDC et en Zambie (important producteur de cuivre)⁷¹. Entre 75 et 80% de la production de cobalt est concentré en RDC où les mineurs artisanaux comptent pour une part importante de la production (entre 20 et 25%). L'essentiel de la production a lieu dans la région de Katanga, dans le sud du pays. Les enjeux sont multiples : violations des droits de l'Homme, travail des enfants⁷². Les atteintes à l'environnement sont d'autant plus significatives que les activités extractives interviennent même dans des régions supposées être des réserves naturelles⁷³. La région est affectée par une pollution de l'eau, les villes (Lubumbashi et Likasi notamment) connaissent un taux de pollution élevé en raison des poussières. La Chine possède 15 des 19 principales mines de cuivre-cobalt du pays.



En Amérique latine, des catastrophes ont eu des répercussions majeures sur la santé humaine et l'environnement, comme illustré notamment par les ruptures de barrages de résidus miniers à Samarco en 2015 et à Brumadinho en 2019, toutes deux au Brésil. Dans plusieurs pays, des mouvements d'opposition se sont structurés⁷⁴. En Argentine, les inquiétudes concernant la pollution de l'eau ont suscité une résistance aux mégaprojets d'exploitation minière à ciel ouvert dans le Chubut, une vaste province désertique qui ne compte qu'une seule rivière⁷⁵. La pénurie d'eau, notamment dans le triangle du lithium en Amérique latine (Argentine, Bolivie, Chili) constitue un problème majeur, car plus de 50 % de la production actuelle de lithium et de cuivre provient de régions soumises à un stress hydrique élevé. L'approvisionnement mondial

en cuivre pourrait en être affecté. Selon les données de Skarn Associates, près de 7 % de l'approvisionnement mondial en cuivre risque d'être perturbé par des inondations ou des sécheresses, un chiffre qui devrait augmenter de 30 % d'ici 2030. L'Amérique centrale et l'Amérique du Sud sont les plus exposées, avec près de 10 % de leur production menacée, mais l'Amérique du Nord et l'Asie sont également confrontées à des risques croissants.

Selon l'agence de notation Fitch Ratings, les pénuries d'eau constituent désormais la menace principale pour le développement des activités dans les secteurs des mines et de la métallurgie⁷⁶. La

⁷¹ Caroline Ayan, Jessie Cato, Natalia Daza Niño, Ana ZbonaBusiness & Human Resources Center, Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis. June 2023.

⁷² https://www.amnestyusa.org/files/this_what_we_die_for_report.pdf. Consulté le 12 septembre 2025.

⁷³ David P. Edwards, Sean Sloan, Lingfei Weng, Paul Dirks, Jeffrey Sayer, William F. Laurance, « Mining and the African Environment », *Conservation letter*, 28 October 2013.

⁷⁴ <https://farn.org.ar/ley-de-glaciares-a-10-anos-de-su-sancion-una-de-cal-y-varias-de-aren>. Consulté le 25 novembre 2025.

⁷⁵ <https://noalamina.org/argentina/catamarca/item/14609-nuevo-derrame-toxico-en-vis-vis-el-pueblo-fantasma>. Consulté le 25 novembre 2025

⁷⁶ Water Scarcity Is Greatest Risk to Metals and Mining, 8 juillet 2020. <https://www.fitchratings.com/research/infrastructure-project-finance/water-scarcity-is-greatest-risk-to-metals-mining-08-07-2020>. Consulté le 12 mars 2024.

majorité des mines industrielles sont en effet situées dans des régions affectées par la raréfaction des ressources en eau⁷⁷. L'un des principaux acteurs du secteur, explique ainsi que 75% de ses activités minières se situent dans des régions frappées de stress hydrique et indique recourir de plus en plus à de l'eau recyclée⁷⁸. Les constructeurs ayant fait le choix de s'approvisionner en cobalt au Maroc pour éviter les accusations récurrentes à l'encontre des pratiques en RDC sont également confrontés à la raréfaction des ressources en eau⁷⁹.

En mars 2024, un tribunal provincial argentin a ordonné une suspension des nouveaux permis d'exploitation minière autour du fleuve Los Patos en attendant une évaluation complète de l'impact environnemental, invoquant les recours environnementaux déposés par les communautés locales. Les conflits liés à la production minière ont freiné à plusieurs reprises les investissements internationaux dans les chaînes d'approvisionnement et les infrastructures minières.

L'extraction de lithium nécessite d'importantes quantités d'eau. Même s'il ne représente qu'une fraction (environ 5%) des batteries appelées lithium-ion, le lithium constitue un élément central dans la mesure où il est difficilement substituable (à l'inverse du cobalt). Deux types de lithium peuvent être distingués. L'un est extrait depuis des roches avec des niveaux de concentration entre 1% et 5% (ce type est prévalent en Australie, en Chine, au Zimbabwe). L'autre est extrait depuis des lacs salés (en Amérique latine) et les taux de concentration ne dépassent pas dans ce cas 0,2% .

Le Salar d'Atacama au Chili concentrerait à lui seul la moitié des réserves mondiales. La ressource est pompée d'une profondeur de 20-40 mètres et est disposée dans des bassins où intervient le processus d'évaporation pendant plusieurs mois jusqu'à atteindre une concentration de 6%. Un processus de raffinage intervient ensuite (notamment à Antofagasta)⁸⁰. Dans une région désertique, ce procédé d'extraction du lithium est contesté par une partie des communautés qui constatent une dégradation quantitative et qualitative des ressources en eau.

Vers de nouvelles pratiques en matière de durabilité ?

Une appréciation précise des risques environnementaux et sociaux est notamment essentielle pour les acteurs européens pour atténuer le risque réputationnel. La mise en place de bonnes pratiques ne suffit pas. Les partenaires doivent également être exempts de tout reproche comme en témoigne la décision en 2025 prise par le fonds souverain norvégien d'exclure le groupe minier Eramet de son portefeuille. Le fonds souverain invoqua des violations des droits autochtones et une pratique de la déforestation en Indonésie lié à l'extraction de nickel en Indonésie à Weda Bay sur l'île de Halmahera⁸¹. Eramet n'est pourtant dans ce cas qu'actionnaire minoritaire du groupe PT Weda Bay Nickel (WBN) en charge de la plus grande mine de nickel au monde (17 % de la production mondiale). D'autres compagnies minières ont été exclues du portefeuille du fonds souverain norvégien pour des motifs similaires (Barrick Gold dans le secteur de la production d'or, le producteur de fer brésilien Vale, Glencore dans le secteur du charbon).

⁷⁷ Celia Izoard et Benjamin Bergnes, « Les voitures électriques assoiffent les pays du Sud », *Reporterre*, 13.11.2023,

⁷⁸ Anglo-american, Defining our water future, 1.12.2017. <https://www.angloamerican.com/futuresmart/stories/our-world/environment/defining-our-water-future>

⁷⁹ <https://www.mediapart.fr/journal/international/160819/imider-au-maroc-la-plus-grande-mine-d-argent-d-afrique-assoiffe-l-es-habitants>, Consulté le 12 avril 2025.

⁸⁰ Stephan Franz, « Is fair lithium from Chile possible? », *PV Magazine*, 8 février 2020.

⁸¹ Étienne Goetz, *Les Échos*, 12 sept. 2025. Le Fonds ne détenait que 0,44 % de la société, une participation estimée à environ 6,8 millions de dollars.

Dans les pays producteurs, la tendance est par ailleurs à un durcissement des politiques environnementales afin de limiter les dégâts provoqués par l'exploitation minière (et les mécontentements sociaux associés). En Chine, la lutte contre l'activité minière clandestine a pris des proportions sans précédent. Une campagne a été lancée avec fin 2025 plus de 500 mines illégales identifiées et fermées et plusieurs centaines de condamnations. Au cours de la même période, la RDC a explicitement interdit l'activité minière artisanale exigeant que toutes les activités liées à l'extraction et à la commercialisation des matières premières soient conformes à des règles précises en matière de traçabilité⁸².

Pour les groupes miniers, la gestion du risque réputationnel passe par l'introduction de nouvelles pratiques plus respectueuses de l'environnement et par l'obtention de certifications crédibles.

Un « verdissement » des pratiques minières ?

S'agissant du lithium, le DLE (Direct Extraction Lithium) fait référence à une technologie permettant de traiter efficacement les saumures continentales et diluées sans nécessiter la mise en place de bassins d'évaporation. À l'aide de méthodes chimiques ou physiques, le DLE isole sélectivement le lithium des solutions de saumure par diverses méthodes. Il constitue ainsi une alternative plus rapide et plus efficace que les méthodes traditionnelles d'extraction. Contrairement aux procédés d'évaporation conventionnels qui peuvent durer plusieurs mois, le DLE permet d'obtenir l'extraction en quelques heures ou quelques jours seulement. En outre, le DLE promet des taux de récupération plus élevés et un impact environnemental moindre que les méthodes traditionnelles. Les taux de récupération du lithium pourraient passer de 40 % à 60 % avec les bassins d'évaporation à environ 70 % à 90 % avec le DLE⁸³. Plusieurs exploitants ont désormais recours à cette méthode, notamment en Argentine et au Chili.

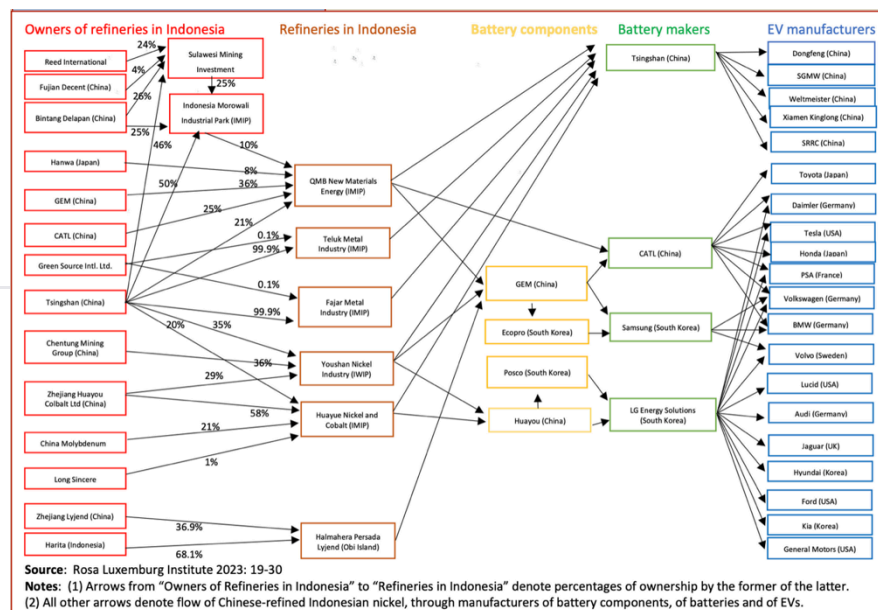
Déployer la technologie à grande échelle s'avère néanmoins complexe et, sur le plan environnemental, le DLE a une empreinte carbone inférieure à celle des opérations minières traditionnelles, mais supérieure à celle des bassins d'évaporation traditionnels. Le coût du DLE est en outre plus élevé que les méthodes traditionnelles d'extraction du lithium. L'utilisation de l'énergie renouvelable pourrait compenser une partie du surcoût. La vente des sous-produits du processus DLE (magnésium, potassium, calcium notamment) pourrait ajouter de la valeur au processus DLE dans son ensemble, le rendant plus attractif pour les investisseurs.

⁸² Geopolitical Mining, *Weekly Geopolitical Mining Review*, 28 décembre 2025.

⁸³ Wood McKenzie, *Direct lithium extraction: is the hype justified by the reality?*, 01 October 2024.

Des pratiques responsables tout au long de la chaîne de valeur (le plus souvent complexe, cf figure 18) peuvent éviter les perturbations de l'approvisionnement et à prévenir les risques financiers et de réputation. Buenaventura a signé une concession hydraulique avec le gouvernement péruvien et négocie actuellement un accord avec les communautés locales afin de garantir l'adhésion locale à la mine de cuivre d'Algarrobo au Pérou. Dans cette région, les retards importants dans les opérations minières dus à l'opposition locale sont fréquents. L'exploitation Olympic Dam de BHP en Australie, une installation intégrée d'extraction et de traitement du cuivre, de l'or et de l'uranium, a conclu des accords d'une valeur supérieure à 156 millions de dollars australiens avec des fournisseurs autochtones.

Des



certifications à la fiabilité variable

S'agissant des programmes de certification de durabilité pour le secteur minier, ils sont d'une fiabilité variable. Principalement volontaires, les initiatives en la matière reflètent la pression croissante exercée par l'opinion publique sur le secteur extractif pour

qu'il prouve l'origine des minerais qu'il exploite. La plupart des programmes de durabilité visent à démontrer la conformité avec le droit international, ainsi qu'avec les normes établies par l'ONU et l'OCDE. Ces lois et normes ont été principalement élaborées pour contrôler et exclure l'utilisation de minerais provenant de zones de conflit dans la chaîne d'approvisionnement de l'étain, du tantale, du tungstène et de l'or.

L'une des normes internationales les plus largement reconnues en matière d'exploitation minière responsable est le Guide de l'OCDE sur le devoir de diligence pour l'approvisionnement en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque (OCDE DDG). Il met l'accent sur ce qu'on appelle le « devoir de diligence » en tant que processus visant à garantir que la chaîne d'approvisionnement d'une entreprise respecte les droits de l'Homme et ne contribue pas aux conflits. Le guide de l'OCDE sur le devoir de diligence se concentre sur les droits de l'homme, la sécurité, le travail forcé et le travail des enfants, la légalité des opérations et le paiement des impôts. En suivant les normes minimales du guide de l'OCDE sur le devoir de diligence, les entreprises peuvent démontrer qu'elles se conforment aux lois nationales et internationales.

En outre, l'OCDE conseille aux multinationales de faire preuve de diligence raisonnable afin de minimiser les risques liés à l'exploitation minière et aux pratiques dangereuses autour des sites miniers. En ce qui concerne plus particulièrement l'exploitation minière artisanale et à petite échelle, les lignes directrices de l'OCDE invitent les entreprises à « minimiser le risque d'exposition des

mineurs artisanaux à des pratiques abusives, en soutenant les efforts des gouvernements des pays hôtes pour la professionnalisation et la formalisation progressives du secteur artisanal, par la création de coopératives, d'associations ou d'autres structures associatives ».

L'approche « soft law » de l'OCDE en matière de normes et de standards devient de plus en plus une réglementation et une législation réelles dans de nombreux pays, notamment l'UE, la Colombie, la Turquie, les Émirats arabes unis et les États-Unis. En ce qui concerne la certification de la chaîne d'approvisionnement du cobalt, quelques normes de certification se distinguent, qui s'inspirent toutes des recommandations de l'OCDE DDG et des Nations unies (par exemple, les principes directeurs sur les entreprises et les droits de l'homme, les principes volontaires sur la sécurité et les droits de l'Homme).

- Global Reporting Initiative (GRI). La GRI est une organisation internationale indépendante créée en 1997. La dernière version des normes GRI G4 a été publiée en 2014. Ces normes de reporting sont appliquées par 75 % des 250 plus grandes entreprises mondiales, dans de nombreux secteurs différents.
- Société financière internationale (SFI, groupe de la Banque mondiale) a été fondée en 1956 et a commencé à publier ses normes en 2006. Les normes de la SFI sont universelles et s'appliquent à tous les types d'industries.
- Initiative pour une assurance minière responsable (IRMA), fondée en 2006 par diverses parties prenantes, notamment la société civile, les gouvernements et les entreprises. L'IRMA s'applique à toutes les matières premières minérales, à l'exception du secteur de l'énergie.

Le nombre de critères sociaux, environnementaux, commerciaux et relatifs aux droits de l'homme est dans la plupart des cas satisfaisant. La Global Reporting Initiative, la SFI et l'IRMA, qui fixent environ 60 critères environnementaux et sociaux complets que les entreprises doivent respecter. Ces normes vont au-delà des lignes directrices de l'OCDE ou des Nations unies et couvrent plusieurs aspects de la gestion environnementale, principalement liés à la faune et à la flore, ainsi que la gestion de l'énergie. La mise en œuvre fait néanmoins souvent défaut. Seuls quelques régimes prévoient des audits indépendants réalisés par des tiers (l'IRMA notamment). La traçabilité demeure le principal défi tant il est difficile de retracer les différentes sources de cobalt. Or, une pratique consiste à transporter en contrebande le cobalt vers un pays voisin où il est sera certifié « propre ».

Le devoir de diligence dans les textes européens

Le règlement de l'UE sur les minerais provenant de zones de conflit⁸⁴ en vigueur depuis 2021 exige que les opérateurs de l'UE important des minerais 3TG provenant de zones à haut risque et touchées par des conflits effectuent une diligence raisonnable sur leurs chaînes d'approvisionnement, conformément aux lignes directrices de l'OCDE. La diligence raisonnable est définie comme « un processus continu, proactif et réactif permettant aux entreprises de s'assurer qu'elles respectent les droits de l'homme et ne contribuent pas au conflit ». Contrairement à la disposition américaine, qui se concentre sur les importations en provenance de la RDC et des pays voisins, le règlement de l'UE

⁸⁴ Regulation (EU) 2017/821 of the European Parliament and of the Council of 17 May 2017 laying down supply chain due diligence obligations for Union importers of tin, tantalum and tungsten, their ores, and gold originating from conflict-affected and high-risk areas.

s'applique à toutes les « zones touchées par des conflits et à haut risque » (CAHRA), c'est-à-dire les régions « en état de conflit armé ou de post-conflit fragile, ainsi que les zones où la gouvernance et la sécurité sont faibles ou inexistantes, telles que les États défaillants, et où des violations généralisées et systématiques du droit international, y compris des violations des droits de l'homme, sont commises ».⁸⁵ Des recommandations sur la manière d'identifier les CAHRA ont été publiées en 2018⁸⁶.

La directive sur la transparence des informations en matière de durabilité dans le cadre du reporting des entreprises (CSRD - Corporate Sustainability Reporting Directive) vise à renforcer les exigences en matière de reporting en matière de durabilité pour les grandes entreprises. L'adoption de la CSRD et de la CS3D avait traduit une volonté de la Commission européenne, du Parlement européen et des États-membres de durcir sensiblement les exigences en matière de durabilité et de traçabilité. Face aux critiques exprimées par les acteurs économiques inquiets de la lourdeur des procédures à conduire, ces textes ont été en partie édulcorés en 2025.

Technologies de traçabilité

La traçabilité est compliquée à assurer dans le cas des métaux, notamment parce qu'entre la mine et l'installation de raffinage située en Chine des métaux extraits de mines artisanales peuvent se mêler à des ressources extraites de mines ayant des pratiques durables. L'analyse isotopique du lithium – déjà pratiquée avec l'or et le coltan peut ici aider⁸⁷.

L'empreinte digitale est considérée par les universitaires comme l'une des méthodes les plus efficaces et les plus précises pour identifier l'origine géographique, l'année d'échantillonnage et la qualité minérale. Des scientifiques australiens ont fait état d'avancées en la matière. La technique d'empreinte digitale, jamais utilisée auparavant avec le lithium, détecte les propriétés chimiques uniques du minéral qui indiquent le pays et même le site minier d'où provient chaque échantillon. Les chercheurs du John de Laeter Centre de l'université Curtin, en Australie occidentale, affirment utiliser « des isotopes de lithium, des isotopes de strontium et d'autres » pour vérifier la provenance australienne du lithium. Dernier exemple en date, l'annonce, le 16 janvier, du projet de Ford, IBM, LG Chem et Huayou visant à garantir les conditions d'extraction du cobalt en République démocratique du Congo (plus de 60 % de la production mondiale), sous l'égide de RCS Global⁸⁸.

Le constructeur suédois Volvo, en partenariat avec la start-up Circular, a mis en œuvre un « passeport batterie » en 2024 sans attendre 2027, date à laquelle les batteries en circulation sur le marché européen devront être dotées de ce document numérique vise à détailler l'origine des métaux⁸⁹. Le règlement européen en question, adopté en 2023, prévoit que toutes les batteries industrielles de plus

⁸⁵ Règlement (UE) 2017/821.

⁸⁶ Commission Recommendation (EU) 2018/1149 of 10 August 2018 on non-binding guidelines for the identification of conflict-affected and high-risk areas and other supply chain risks under Regulation (EU) 2017/821 of the European Parliament and of the Council.

⁸⁷ Le principe de cette méthode analytique est le même que celui développé pour la traçabilité de l'or, et du coltan, qui permet de vérifier si le produit correspond à son origine déclarée en comparant l'échantillon en question à des échantillons de référence d'origine connue stockés dans une base de données. En effet, le lithium possède deux isotopes stables (les isotopes sont des variantes du même élément, qui se distinguent par leur masse, pour le lithium il s'agit de 6Li et 7Li), que l'on retrouve tous les deux dans les échantillons de lithium, mais leur proportion varie en fonction du minerai, et en particulier des conditions physico-chimiques de formation. Cette signature isotopique représente une « empreinte digitale » du lithium. Par exemple, le lithium provenant de saumure contient proportionnellement plus de 7Li (le nom d'un des deux isotopes) que celui des gisements de type roches dures. In : Anne-Marie Desaulty, Catherine Guerrot, Daniel Monfort Climent, Gaetan Lefebvre, *Batteries électriques : une meilleure traçabilité pour un lithium plus durable*, *The Conversation*, 10 octobre 2022.

⁸⁸ <https://www.usinenouvelle.com/article/la-blockchain-panacee-contre-les-minerais-de-sang.N795745>. Consulté le 12 novembre 2025.

⁸⁹ Nathan Mann, « Avec le passeport batterie lancé par Volvo, Atos... la voiture électrique au défi de la transparence », *L'Usine nouvelle* 15 juillet 2024.

de 2 kilowattheures et tous les véhicules électriques mis sur le marché en Europe soient dotés d'un tel passeport. Début 2023, la Global Battery Alliance, un consortium d'industriels du secteur de la batterie avait présenté divers pilotes de passeports batterie. Plusieurs entreprises numériques (Eviden, filiale du groupe Atos, en France) proposent désormais des solutions en la matière.

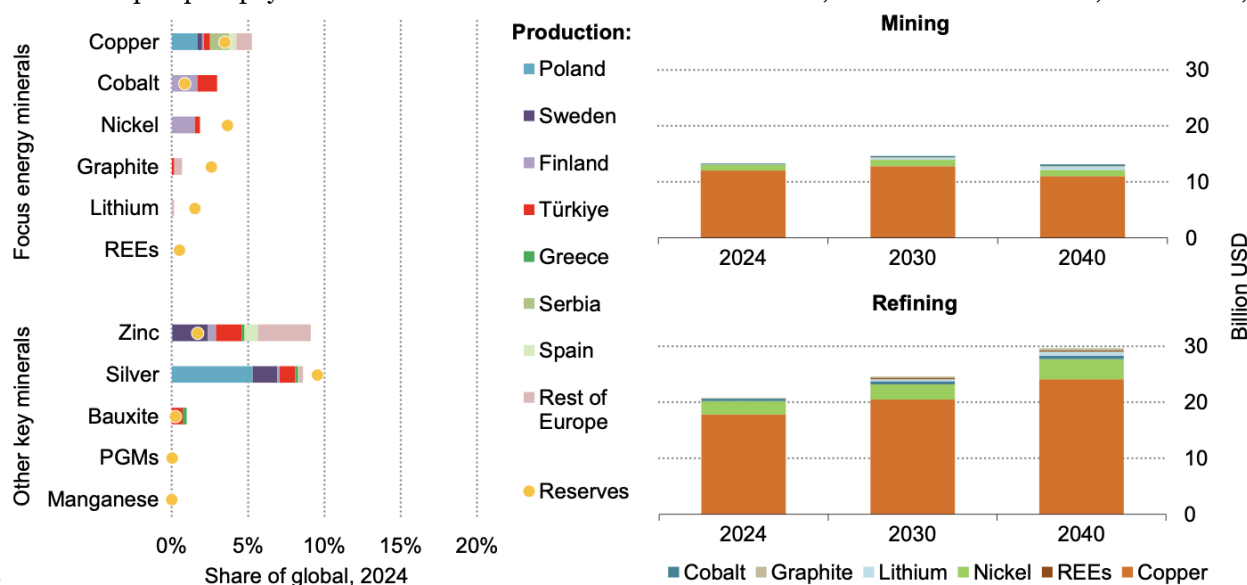
La transparence est loin d'être acquise pour autant. Au-delà des fraudes, les chaînes de valeur sont complexes (figure 18) en raison du nombre de métaux contenus dans une batterie (au moins une dizaine). Les constructeurs connaissent leurs fournisseurs directs, mais ignorent le plus souvent l'identité des sous-traitants de rang 3 ou 2. La technologie blockchain permet ici de garantir l'immutabilité des données renseignées et partagées mais les risques de fraude et d'imprécision demeurent. L'information fournie devrait néanmoins gagner en précision et le passeport numérique se généraliser d'autant que son coût est modeste.

Chapitre 4. La politique européenne : durabilité, compétitivité, souveraineté

L'Europe produit une part modeste de ses besoins en métaux

Pour les principaux métaux de la transition énergétique, la contribution européenne à la production mondiale est modeste. Elle oscille entre 2 et 5% pour le cobalt (la Finlande étant le principal pourvoyeur). Ce même pays fournit également l'essentiel de la production européenne de nickel même si celle-ci est modeste (4 à 5% de la production mondiale via Terrafame, Shaanxi et Norilsk Nickel). Pour le cuivre, la contribution européenne oscille entre 12 et 15% de la production mondiale. S'agissant du lithium, aucun pays ne dispose d'une mine de "qualité batterie", les gisements existants (au Portugal et en Europe centrale) étant principalement destinés à la production de céramique⁹⁰. Aucun site de raffinage n'est par ailleurs en activité.

Seuls quelques pays de l'UE ont des mines de métaux en activité, notamment l'Autriche, la Finlande,



la Grèce, l'Irlande, la Pologne, le Portugal et la Suède. Dans ces pays, l'extraction de métaux contribue pour plus de 1 % à la production mondiale d'un métal particulier. Dans les secteurs du lithium et des terres rares, les projets miniers actuellement discutés (sans pour autant être proches d'une mise en exploitation) pourvoieraient respectivement pour 25-55% et 20-80% de la demande projetée pour 2030⁹¹. Dans les secteurs du cuivre, du zinc, du nickel, les projets à l'étude couvriraient à peine la production actuelle des gisements aujourd'hui en voie d'épuisement. Aucun gisement de bauxite n'est à l'étude et la production de cobalt est mineure.

En outre, les mines nécessitant entre dix et quinze ans pour une mise en exploitation, des projets doivent être engagés dès à présent pour espérer répondre à la demande envisageable à l'horizon des années 2030. Pour l'heure, la production européenne est orientée à la baisse. Le constat vaut notamment pour le cuivre et le zinc dont l'offre devrait diminuer de 50% d'ici à 2045. Les projets annoncés (mais non encore confirmés) de lithium laissent entrevoir une production de 130 000

⁹⁰

https://www.lemonde.fr/economie/article/2022/12/08/transition-energetique-le-reveil-minier-tardif-de-l-europe_6153441_3234.html?search-type=classic&ise_click_rank=2. Consulté le 12 septembre 2025.

⁹¹ Gregoir Liesbet, *Metals for Clean Energy: Pathways to solving Europe's raw materials challenge*, rapport rédigé par l'Université KU Leuven et commandé par Eurometaux, avril 2022.

tonnes et une capacité de raffinage de 165 000 tonnes (principalement en Autriche, en République tchèque, en Finlande, en Allemagne, en Espagne, au Portugal). Dans ce contexte, la montée en puissance de l'industrie de la batterie ne devrait pas s'accompagner d'une autonomie européenne en matière d'approvisionnement en matières premières.

Outre la rareté des gisements, une relance de l'activité minière se heurte à plusieurs obstacles comme l'hostilité des populations locales, le temps nécessaire à l'obtention des permis, le manque de financements permettant de nouer des modèles économiques viables et le manque de capacités de raffinage (notamment pour le lithium).

Le cas du cobalt

La Finlande est l'un des principaux producteurs de cobalt en Europe. Le pays possède plusieurs gisements de nickel et de cuivre qui contiennent du cobalt en sous-produit, notamment celui de Talvivaara ou encore celui de Kevitsa, exploité par le groupe chinois Shaanxi. La Serbie possède des réserves de cobalt principalement dans la région de Bor, connue pour ses gisements de cuivre. Ce pays a plusieurs projets en développement pour l'extraction de cobalt en tant que sous-produit du cuivre. La mine de La Cueva, dans la région de Navarre, est une autre source possible de cobalt en Espagne. Ce projet est en développement et vise à extraire des minerais contenant du nickel, du cuivre et du cobalt.

Bien que moins développé, le Portugal possède aussi des ressources minières de cobalt dans ses réserves de cuivre et de nickel de même que la Suède. Sur la centaine de gisements européens suspectés de contenir du cobalt, 79 sont situés en Finlande⁹². Il reste que la contribution des gisements européens à la demande européenne de cobalt ne devrait pas dépasser 3% d'ici 2035.

Parmi les difficultés auxquelles se heurte le secteur minier est le faible rendement des mines. En conséquence, la production de cobalt ne peut être l'unique activité d'un site mais est conduite en parallèle à l'extraction d'autres métaux, en l'occurrence le cuivre et le nickel. Des conditions économiques défavorables à l'exploitation de ces derniers peuvent ainsi nuire également à la production de cobalt. À titre d'exemple, Boliden a récemment cessé l'exploitation du site de Kylylahti en Finlande malgré un contexte favorable à l'extraction de cobalt⁹³. Plus généralement, la question de la rentabilité se pose pour les gisements en exploitation comme pour les sites susceptibles d'entrer en production. À cet enjeu économique s'ajoutent les défis environnementaux de nature à dresser les populations locales contre tout projet minier.

⁹² S. Horn, A.G. Gunn, E. Petavratzi, R.A. Shaw, P. Eilu, T. Törmänen, T. Bjerkgård, J.S. Sandstad, E. Jonsson, S. Kountourelis, F. Wall, « Cobalt resources in Europe and the potential for new discoveries », *Ore Geology Reviews*, Volume 130, 2021.

⁹³ Arnoud Roelfsema, Irina Patrahau, Michel Rademaker Contributor: Giovanni Cisco. *Cobalt mining in the EU, Securing supplies and ensuring energy justice Hague center for strategic studies*, september 2022.

Le cas du cuivre

Plusieurs mines de cuivre se situent en Europe, la Pologne et l'Espagne étant les principaux pays producteurs. En Espagne, l'Andalousie est la principale région concernée (mines de Las Cruces Mine, de Cerro Colorado, Aznalcóllar). Cette dernière avait été fermée au début des années 2000 à la suite d'une catastrophe environnementale et sa remise en état est en cours. En Pologne, la mine Lubin de

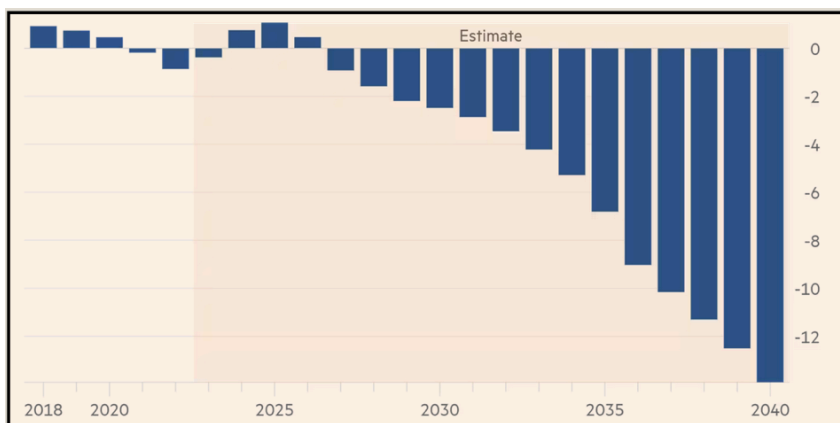


Figure 19. Déficit attendu dans le secteur du cuivre (millions de tonnes). Source : *Financial Times*

KGHM Polska Miedz dans le Sud-ouest du pays est l'une des plus grandes d'Europe. D'autres mines se situent en Roumanie (Roşia Poieni, Copşa Mică) et en Serbie (Bor). Comme pour plusieurs autres métaux, la Scandinavie s'avère riche en gisements. En Suède, la mine de cuivre d'Aitik (Boliden AB), proche de Gällivare est de l'une des plus grandes

mines de cuivre à ciel ouvert d'Europe (de l'or et de l'argent y sont également extraits). Sa production n'a cessé d'augmenter ces dernières années. Des gisements plus modestes se situent en Grèce, en Italie (Piémont) et au Portugal.

Une stratégie européenne initiée depuis 2008

La Commission européenne lança en 2008 l'initiative sur les matières premières. Depuis lors, elle tient à jour une liste de métaux critiques, publiée pour la première fois en 2011 et mise à jour tous les trois ans. La version la plus récente, publiée en 2023, répertorie 34 ressources (dont 27 métaux et groupes de métaux) considérées comme critiques pour le fonctionnement de l'Union européenne.

Dans le cadre de cette initiative, les matériaux sont évalués sur la base de deux critères : Leur importance économique : le produit de l'importance de l'utilisation d'une ressource dans un secteur donné et de la valeur ajoutée par ce secteur. Ce paramètre est corrigé au moyen d'un indice de substitution, qui quantifie la facilité à trouver une ressource équivalente. Selon cette mesure, les matériaux les plus importants sont le tungstène, le magnésium et les éléments du groupe du platine.

Le risque d'approvisionnement : un paramètre complexe qui reflète, entre autres, la dépendance à l'égard des importations, les sources d'importation et les options de recyclage. Selon cette mesure, les trois matériaux les plus importants sont les éléments de terres rares, le niobium et le magnésium.

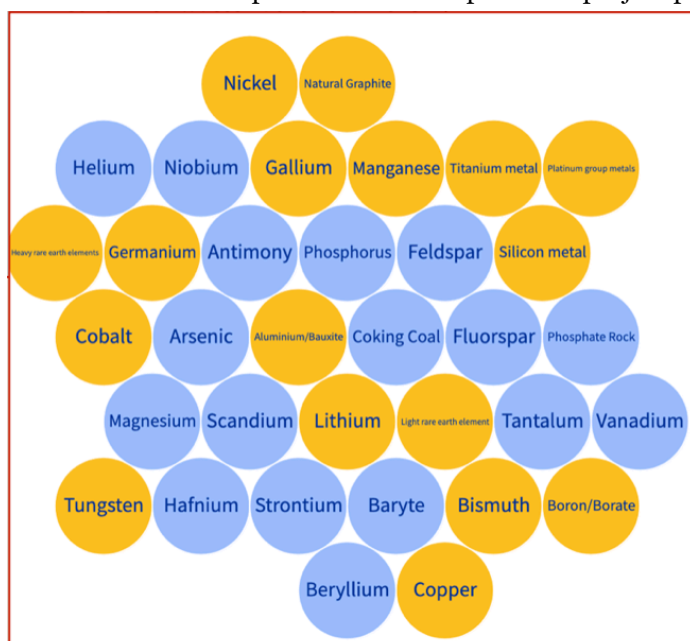
En fixant les limites de ces deux paramètres, la Commission définit ce qui constitue ou non une substance critique. Seize matériaux (ou groupes de matériaux) figurant sur cette liste et considérés comme encore plus sensibles sont définis comme stratégiques en raison de leur importance cruciale pour le développement de cinq secteurs : les énergies renouvelables, la mobilité électrique, l'industrie, les technologies de l'information et de la communication, ainsi que l'aérospatiale et la

défense. Sur cette base, les matériaux suivants sont répertoriés comme stratégiques : 12 métaux et groupes de métaux : bismuth, cobalt, cuivre, gallium, lithium, magnésium, manganèse, nickel, métaux du groupe du platine, éléments de terres rares, titane et tungstène Trois métalloïdes (éléments dont les propriétés sont intermédiaires entre celles des métaux et des non-métaux) : bore, germanium et silicium. Le graphite naturel figure également sur la liste.

Le CRMA

Entré en vigueur en mai 2024, le règlement européen CRMA⁹⁴ énonce une série de dispositions traitant de l'extraction, du recyclage, de l'importation des métaux nécessaires à la transition énergétique. D'ici à 2030, l'UE vise à extraire sur son sol 10% des métaux dont elle a besoin, à en raffiner 40% et à recourir à hauteur de 25% à des matériaux recyclés. Dans ce contexte, l'UE a adopté début 2025 une liste de 47 projets répartis dans 13 États membres de l'UE dont 9 se situent en France.

La Commission européenne a identifié plusieurs projets pilotes comme devant être ouverts dans des



délais rapides : Mina Doade en Espagne, le projet minier Barroso au Portugal, le projet Sakatti en Finlande, projet Emili dans l'Allier, en Serbie et en Nouvelle-Calédonie⁹⁵. Le CRMA vise à accélérer l'octroi des permis de projet, qui devraient être accordés dans un délai de 27 mois pour une mine, contre un délai potentiel de 10 à 15 ans actuellement. Il reste que les principaux textes réglementaires européens restent en vigueur. La directive 2006/21/CE exige ainsi que toutes les mines disposent d'un permis basé sur les « meilleures techniques disponibles » (BAT⁹⁶). Un plan de gestion des déchets

et une garantie financière sont nécessaires pour obtenir un permis et les installations dangereuses (catégorie A) doivent disposer d'une politique de prévention des accidents. En outre, les dispositions nationales et les capacités de traitement des dossiers des administrations locales et nationales sont toujours de nature à ralentir la mise en œuvre des projets.

Le CRMA prévoit de soutenir les programmes d'explorations à travers l'UE en rendant obligatoires une fois par an les mises à jour par les États membres des données sur les projets de matières premières critiques sur leur territoire. En 2022, la base de données de l'UE dénombrait plus de 955 projets répartis dans 22 pays et portant sur 26 métaux critiques et stratégiques. En outre, les expertises sont partagées en Europe au travers de EuroGeoSurveys.

⁹⁴ Critical raw materials Act (Règlement sur les matières premières critiques), Règlement 2024/1252 du Parlement européen et du Conseil du 11 avril 2024 établissant un cadre visant à garantir un approvisionnement sûr et durable en matières premières critiques.

⁹⁵ Eleonora Vasques, EU Commission accused of mining secrecy in scramble for raw materials, Euronews, 24.07.2025

⁹⁶ <https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>

Eurometaux estime que l'UE doit ouvrir au moins 10 nouvelles mines, 15 nouvelles installations de raffinage et 15 installations de recyclage pour les métaux critiques clés d'ici 2030 (alors qu'aucune mine n'a été ouverte au cours des 15 dernières années dans l'UE), et financer 15 projets dans des pays tiers (par exemple par le biais du Global Gateway). Eurometaux recommande également de créer un fonds souverain pour l'industrie manufacturière, fortement axé sur les matières premières, de mettre en place une banque de matières premières inspirée de la banque de l'hydrogène et d'introduire un nouveau paquet de lignes directrices en matière d'aides d'État axées à la fois sur les CAPEX et les OPEX.

Euromines estime pour sa part que 20 à 30 nouveaux projets miniers stratégiques sont nécessaires en Europe pour atteindre l'objectif de référence de 10 % fixé par le CRMA. L'organisme suggère également que la Commission élargisse la taxonomie de l'UE pour y inclure l'exploitation minière et réformer les dispositions relatives aux aides d'État afin de débloquent les investissements. Transport et Environnement (T&E) souligne que les règles relatives aux déchets miniers en Europe sont obsolètes et met en garde contre un risque important de fragmentation dans la mise en œuvre de la directive sur la gestion des déchets provenant des industries extractives (directive 2006/21/CE), dont de nombreuses dispositions clés n'ont pas été clarifiées et sont laissées à la discrétion des États membres⁹⁷.

ReSource EU

Le « Plan RESourceEU » (ou « RESourceEU ») est une initiative de la Commission européenne lancée en décembre 2025 visant à sécuriser l'approvisionnement de l'UE en matières premières critiques. Ce plan étant une communication de la Commission, il reviendra aux États-membres et au Parlement européen de se saisir des propositions qui sont faites, de concrétiser les idées avancées, certaines étant loin d'être consensuelles.

Ce plan confirme un changement de paradigme de la part de la Commission. Les risques pour l'industrie et pour la sécurité européennes sont clairement reconnus et le texte confirme que le prix ne doit plus être le seul critère pris en compte dans les marchés publics. La Commission encourage les États à donner davantage d'importance aux enjeux de sécurité dans l'approvisionnement, quitte à se détourner du fournisseur le mieux-disant en termes de prix. Le plan confirme par ailleurs la mise en place d'une Stratégie de stockage (juillet 2025) appelée à être précisée en 2026. Les États-membres devront notamment s'entendre sur le mode de gestion des stocks et sur les conditions dans lesquelles les industriels pourront recourir à ces stocks. Il reste que l'UE va ainsi rejoindre les nombreux pays dans le monde ayant une stratégie de stockage et l'UE pourra capitaliser sur son expérience en la matière dans d'autres domaines, dans celui du gaz par exemple.

Un Centre pour suivre les évolutions du marché, pour organiser des achats groupés et pour mettre en œuvre le stockage devrait également être mis en place. Le plan confirme par ailleurs un certain nombre de dispositions prises ces derniers mois comme la classification de la *black mass* comme déchet dangereux et relevant ainsi de la Convention de Bâle et non de l'OMC. L'UE sera ainsi fondée à limiter les sorties de ce déchet du territoire à l'heure où des industriels européens investissent dans le recyclage des batteries.

⁹⁷ Guillaume Ragonnaud, EPRS | European Parliamentary Research Service, Implementing the EU's Critical Raw Materials Act, PE 766.253 – November 2024

L'un des risques majeurs pour l'industrie est la volatilité des prix due aux variations de l'offre et de la demande ainsi qu'aux manipulations du marché. Les États-Unis ont introduit un prix plancher pour certaines terres rares. La Commission propose d'établir un instrument financier similaire.

Le succès du plan dépendra néanmoins du sort que les États-membres et le Parlement européen réserveront à certaines dispositions. Il reste notamment à savoir dans quelle mesure le principe du 'Made in Europe' se traduira dans les textes législatifs à venir. Plusieurs États-membres s'inquiètent des surcoûts engendrés par une préférence donnée à l'offre européenne. Le plan suggère par ailleurs une révision des cadres réglementaires concernant l'octroi des autorisations environnementales ainsi que la Directive cadre sur l'eau. Il n'est pas certain ici qu'une majorité qualifiée pourra émerger sur le thème d'une dilution des exigences environnementales.

	2025	2030
Extraction terres rares	95 %	42 %
Raffinage terres rares	100 %	60 %
Aimants permanents	90 %	80 %
Cobalt	63 %	44 %
Graphite	41 %	25 %
Lithium	89 %	64 %
Manganèse	41 %	30 %
Nickel	29 %	26 %

La question des financements n'est pas la moins importante. La BEI et différents fonds sont sollicités pour un montant de 3 milliards. La Communication annonce une participation financière à deux projets (projet du minier canadien Greenland Resources de Malmbjerg (pour une production de molybdène) au Groënland et le projet d'extraction de lithium Vulcan en Allemagne). D'autres pays industrialisés

dans le monde investissent sur l'ensemble de la chaîne de valeur allant de l'extraction minière, le recyclage, l'innovation sur leur propre territoire mais aussi dans des mines à l'étranger. Le prochain budget (2028-2034) actuellement en discussion fournira des indications sur la volonté des États-membres de renforcer les capacités de l'Union.

Enfin, la question industrielle reste posée. L'industrie manufacturière européenne peut-elle monter en puissance rapidement et s'engager sur une demande significative pour plusieurs années malgré la concurrence chinoise ? Dans le secteur de la batterie, atteindre une qualité optimale sur des volumes importants à des coûts raisonnables s'avère complexe. La montée en puissance des premières gigafactories fournira ici des enseignements précieux.

Vers une stratégie européenne de stockage ?

Selon une communication de la Commission européenne publiée en juillet 2025⁹⁸, « l'UE est confrontée à un environnement de risques de plus en plus complexe et détérioré, marqué par des tensions géopolitiques croissantes, notamment des conflits, les effets croissants du changement climatique, la dégradation de l'environnement et les menaces hybrides et cybernétiques ». D'où la décision d'adopter une stratégie de stockage. La Commission privilégie la mise en place d'un « réseau de stockage » afin d'améliorer la coordination entre les pays de l'UE. Elle entend également compiler des listes régulièrement mises à jour des approvisionnements essentiels adaptés à chaque région et à chaque type de crise.

⁹⁸ Commission européenne, *EU stockpiling strategy: Boosting the EU's material preparedness for crises*, Communication (2025) 528, 9.7.2025.

Une coordination européenne s'impose pour éviter une concurrence entre acteurs européens. Elle ne serait pas inédite puisqu'un mécanisme similaire existe déjà dans le secteur de la santé et pour faire face aux catastrophes. L'UCPM⁹⁹ gère ainsi des réserves stratégiques au niveau de l'UE dans le cadre de l'initiative rescEU pour un déploiement rapide en cas d'urgence.

ReliefEU, la capacité européenne de réponse humanitaire, dispose de stocks mondiaux de fournitures humanitaires. En matière de santé animale, la Commission dispose de banques d'antigènes et de vaccins d'urgence pour les maladies transfrontalières. L'Agence européenne pour la sécurité maritime dispose de navires de réserve pour intervenir en cas de marée noire. La Banque centrale européenne gère une réserve stratégique de billets de banque. Parmi les autres exemples d'approche européenne en matière de stockage dans le domaine de l'énergie, on peut citer la feuille de route REPowerEU, qui prévoit un abandon coordonné, sûr et progressif des importations de gaz, de pétrole et d'énergie nucléaire russes, ainsi que le stockage de composants clés afin de garantir une reprise rapide après des pannes de transport et de distribution d'énergie.

Parmi ces mécanismes de stockage au niveau de l'UE, rescEU est l'un des plus importants et des plus polyvalents. Il est au cœur des dispositifs de stockage d'urgence de l'UE, dans un contexte où les dispositifs de stockage au niveau de l'UE existent dans un nombre limité de secteurs. À l'avenir, l'UE devrait maintenir et renforcer ses réserves stratégiques, en s'appuyant sur le modèle rescEU.

La Commission entend mettre en place en 2026 un centre européen pour les matières premières critiques (voir plus haut) afin d'acheter conjointement des matières premières pour le compte des entreprises intéressées et en coopération avec les États membres. Le comité (des matières premières critiques) évoqué dans le CRMA ne serait pas un organisme capable de gérer la réserve stratégique européenne, et n'aurait qu'un rôle consultatif et serait composé principalement de représentants des États membres¹⁰⁰.

Si la puissance publique a un rôle à jouer, le rôle du secteur privé semble ici crucial (les États pourraient renforcer les institutions à constituer des stocks, par exemple au moyen de crédits d'impôt). Les industriels semblent néanmoins hésitants à sécuriser leurs approvisionnements¹⁰¹. Faute de commandes significatives de la part des industriels européens, le projet du canadien Northern Graphite de raffiner du graphite pour batteries dans le Nord de la France a ainsi pris du retard. La start-up MagREESource a obtenu des contrats de la part d'ETI mais manque de grands clients. Le site de séparation de terres rares légères de Solvay à La Rochelle a pour premier fournisseurs et premiers clients des acteurs américains et britanniques.

Si la disponibilité physique est assurée pour les métaux bénéficiant de marchés liquides, les métaux dont les volumes sont les plus faibles (scandium, rhénium, gallium, germanium) nécessitent des stocks stratégiques physiques que les industriels pourraient constituer. Leur hésitation vient des

⁹⁹ Union Civil Protection Mechanism. Le Mécanisme de protection civile de l'UE (UCPM) est un système de solidarité européen qui coordonne l'aide en cas de catastrophes naturelles ou d'origine humaine (incendies, inondations, tremblements de terre, urgences sanitaires) à l'intérieur et à l'extérieur de l'UE, en mettant en commun les ressources (pompiers, avions, matériel) et les expertises des pays participants pour une réponse rapide et efficace. Il renforce la coopération, améliore la préparation et fournit une aide (équipement, équipes spécialisées) via le Centre de coordination de la réaction d'urgence (ERCC).

¹⁰⁰ Daniel GROS, A European Sovereignty Fund. Investing in Europe's Future and Security, Economic Governance and EMU Scrutiny Unit (EGOV) Directorate-General for Internal Policies.

¹⁰¹ Matthieu Quiret, *Les Échos*, 30 novembre 2025.

risques encourus en raison de la volatilité des prix. Elle s'explique également par le refus de s'immiscer dans les chaînes d'approvisionnement des sous-traitants, certains donneurs d'ordre décidant néanmoins de prendre des participations – parfois majoritaires – chez ces derniers. La mise en place de fonds d'investissement (Invivia en France) peut aider mais la rentabilité des projets miniers est fragile compte tenu des prix erratiques d'une large partie des métaux nécessaires à la transition énergétique (voir plus haut).

Dans un premier temps, le stockage de métaux critiques pourrait avoir un impact sur les prix du marché d'autant que la transparence n'est pas garantie (une partie des métaux stockés étant susceptible d'être réservés au secteur de la Défense). Or, sans transparence, le stockage est de nature à augmenter la volatilité des prix. L'articulation du plan avec les stratégies des investisseurs chinois pose également question. La Communication stipule que les projets liés aux minéraux stratégiques relevant de la CRMA seront inclus dans le règlement sur les investissements directs étrangers afin de « renforcer le contrôle des investissements étrangers dans les secteurs stratégiques ».

Certaines questions restent néanmoins en suspens dans la mesure où les entreprises chinoises sont les principaux investisseurs dans la chaîne d'approvisionnement des batteries en Europe. Un acteur industriel chinois implanté en Europe aura-t-il accès aux métaux critiques issues des mines européennes ? Si le plan d'action RESourceEU peut restreindre les investissements chinois dans les projets miniers, les entreprises chinoises seront-elles autorisées à acheter ces minéraux si leurs usines sont situées dans l'UE ?

Au final, le plan ReSource EU confirme les efforts déjà engagés ces derniers mois pour soutenir une relance de l'activité minière en Europe et pour constituer des filières de raffinage et de recyclage. La nécessité d'une politique industrielle est actée. Il reste à savoir si les mesures prises au final suffiront à combler le déficit de compétitivité avec l'offre chinoise. Le succès de ResourceEU dépendra de la capacité des Européens à stimuler la mise en place d'une chaîne d'approvisionnement et d'un écosystème industriel dépassant le seul secteur minier. Ce n'est qu'avec la mise en place toutes les étapes de la chaîne d'approvisionnement en Europe ou dans les pays alliés qu'une véritable diversification par rapport à la Chine deviendra réalité.

Recyclage : principaux points du cadre réglementaire

La durabilité est de plus en plus invoquée comme critère non tarifaire dans les appels d'offres éoliens marin à travers l'Europe¹⁰² et le recyclage des batteries constitue un axe prioritaire des stratégies déployées en Europe (voir plus bas). Il devrait constituer un enjeu technologique clef, la maîtrise des savoir-faire requis étant de nature à renforcer la compétitivité et la sécurité d'approvisionnement des filières.

Le plan d'action pour une économie circulaire du pacte vert¹⁰³ pour l'Europe vise à dissocier la croissance de l'utilisation des ressources en encourageant des processus de fabrication plus favorables au recyclage¹⁰⁴ et en valorisant le réemploi des matières premières. Le règlement révisé sur les transferts de déchets¹⁰⁵ adopté en 2024 prévoit par ailleurs de limiter l'exportation de déchets

¹⁰² Bernd Radowitz, « Recyclable blades 'have role to play' in upcoming offshore wind tenders », *Recharge*, 25.11.2021,

¹⁰³ Commission européenne, Un nouveau plan d'action pour une économie circulaire, COM/2020/98 final.

¹⁰⁴ 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.

¹⁰⁵ Règlement UE 2024/1157.

dans des pays tiers qui accordent des subventions déloyales en faveur de leurs industries de recyclage et où la nocivité de celles-ci pour l'environnement et la santé humaine est attestée. Adopté en 2025, le plan d'action européen pour l'acier et les métaux¹⁰⁶ comporte un volet énonçant les principes appelés à guider l'action de l'UE pour promouvoir le recyclage des métaux sur le territoire européen et pour éviter les distortions de marché qui ont conduit à une forte augmentation des exportations de ferrailles vers des pays tiers ces dernières années.

Si la Confédération européenne des industries du recyclage (EuRIC) a salué l'adoption de ce plan d'action¹⁰⁷, elle conteste les entraves envisagées à l'exportation des métaux destinés à être recyclés. Soulignant que les volumes exportés s'expliquent pour l'essentiel par une demande atone sur le marché européen, la Confédération privilégie des mesures en faveur du recyclage et de l'utilisation des matériaux recyclés sur le sol européen à des entraves à l'exportation de déchets¹⁰⁸.

Un règlement européen (règlement 2023/1542), mis en oeuvre progressivement depuis août 2023, est de nature à réorganiser la filière batteries. Ce règlement porte ainsi de 3 à 5 catégories de batteries sous « responsabilité élargie du producteur » (REP), soit ces filières de collecte et recyclage pilotées par les éco-organismes pour lesquelles le principe « pollueur-payeur » s'applique. Le règlement fixe par ailleurs des taux de récupération pour les métaux critiques : 50 % pour le lithium et 90 % pour le cobalt, le cuivre et le nickel pour 2027. Des taux de 80 % et 95 % devront être atteints à partir de 2031. Diverses autres dispositions ont été ajoutées :

- Obligations de diligence raisonnable.
- Encouragement à concevoir des produits dotés de batteries facilement remplaçables
- Introduction d'un système de passeport numérique pour tracer les batteries industrielles et les batteries de véhicules électriques d'une capacité supérieure à 2 kWh.
- Déclarations d'empreinte carbone obligatoires pour les batteries des véhicules électriques, les batteries industrielles de plus de 2 kWh et les batteries des véhicules utilitaires légers.

En 2025, la Commission européenne a par ailleurs classé la « black mass » comme déchet dangereux (voir plus haut) afin de restreindre les exportations non gérées vers les pays non membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques dans le cadre du règlement sur les transferts de déchets, une mesure visant à conserver la matière première de la masse noire dans la région, à s'assurer qu'elle est recyclée de manière durable et à réduire les risques des projets de recyclage nationaux en évitant la concurrence directe avec les recycleurs de piles chinoises pour la masse noire, et donc à soutenir le développement d'une industrie européenne du recyclage des piles.

Les avantages de la recyclabilité en termes de concurrence par rapport à la Chine ne doivent néanmoins pas être surestimés. La Chine devrait « produire » environ 13 millions de tonnes de déchets provenant d'éoliennes d'ici 2050 et prévoit d'interdire l'incinération ou la mise en décharge

¹⁰⁶ Commission européenne, *A European Steel and Metals Action Plan*, 19 mars 2025.

¹⁰⁷ *Joint Statement from EuRIC and BIR on the European Steel and Metals Action Plan*, Bruxelles, 20.03.2025.

¹⁰⁸ Euric, *New study finds export restrictions on recycled steel would backfire*, Press releases & Statements, 1^{er} septembre 2025.

des éoliennes terrestres au profit de la mise en place de circuits de recyclage¹⁰⁹. Il est par conséquent probable que les industriels chinois seront à brève échéance en mesure de proposer des équipements répondant aux normes de durabilité européennes.

¹⁰⁹ Cosmo Sanderson, « China plans renewables recycling push as ageing green kit threatens waste deluge », *Recharge*, 18.08.2023.

Chapitre 5. L'option du nouveau minier

Enjeux d'une relance de l'activité minière en Europe

A côté du recyclage et de la sécurisation de ses approvisionnements via le commerce et la diplomatie, l'UE encourage aussi vivement les États membres à (ré)explorer voire (ré)exploiter leurs propres gisements. L'Alliance européenne sur les matières premières critiques¹¹⁰, créée en 2020, s'inscrit dans cette stratégie et vise, pour les besoins de l'industrie européenne, à soutenir la relance de l'activité minière en Europe tout en tâchant de convaincre les éventuelles populations réfractaires de l'absolue nécessité de ces ressources naturelles pour la transition verte.

Un potentiel significatif

Les projets en cours à ce jour présentent un potentiel significatif. Selon T&E¹¹¹ l'UE est en mesure de répondre à la plupart de ses besoins en matière d'extraction et de traitement du lithium, ainsi qu'à une grande partie de ses besoins en nickel et en manganèse. 19 projets miniers sont prévus susceptibles de servir l'industrie de la batterie, dont 12 se concentrent uniquement sur le lithium. Si tous ces projets aboutissaient, 60 % de la demande européenne en lithium pour les véhicules électriques et le stockage d'énergie pourrait être satisfait d'ici 2030. Mais la plupart d'entre eux en sont à un stade très précoce de développement et aucune décision d'investissement définitive n'a été prise ni aucun permis définitif obtenu.

En matière de raffinage, la première unité a ouvert en 2024 en Allemagne (Bitterfeld-Wolfen), la matière première provenant pour l'essentiel du Brésil. D'autres raffineries sont envisagées à Kokkola en Finlande ainsi qu'à la frontière germano-polonaise (Guben) avec une production de lithium qualité batterie prévue à partir de 2026. La volatilité des marchés (lors du premier semestre 2025, le cours de la plupart des métaux liés à la transition énergétique était orienté à la baisse) induit néanmoins une incertitude défavorable à des décisions d'investissement sur le long-terme. Au total, 19 installations supplémentaires de traitement du lithium, du nickel, du manganèse et du cobalt sont prévues d'ici 2030. Si ces projets aboutissaient, plus de 80 % de la demande européenne en lithium pourrait être satisfait.

Les projets d'extraction de Lithium sont situés dans différents pays, notamment en France, en Espagne et en Allemagne, et impliquent à la fois l'exploitation minière de roches dures et l'extraction directe de lithium (DLE). Bien qu'il se situe en dehors de l'UE, le projet lithium de Rio Tinto en Serbie a déjà attiré l'attention de grands constructeurs automobiles tels que Mercedes-Benz et Stellantis. Ce projet pourrait devenir la plus grande mine de lithium d'Europe et satisfaire environ 10 % de la demande de lithium de l'UE en 2030.

S'agissant du nickel, les principales exploitations minières européennes de nickel sont aujourd'hui situées en Finlande, et leur production est utilisée dans diverses industries, telles que l'acier et les alliages. Six nouveaux projets sont en cours en Suède, en Finlande et en Espagne (l'extraction du nickel étant souvent associée à celle de cobalt) afin de répondre à la croissance prévue de la demande

¹¹⁰ <https://erma.eu/>. Consulté le 12 septembre 2025.

¹¹¹ T&E, BRIEFING, What Strategic Projects to select. T&E recommendations on the implementation of the EU Critical Raw Materials Act, septembre 2024.

tirée par l'industrie des batteries. D'ici 2030, les exploitations minières existantes et les projets annoncés pourraient satisfaire environ 20 % de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie.

Une incertitude demeure néanmoins. La chimie NMC pourrait reculer au profit des batteries lithium-fer-phosphate (LFP) ou des batteries sodium-ion (qui remplaceraient également le lithium). Les batteries LFP (voir plus haut) équipent déjà près de la moitié des voitures électriques vendues dans le monde. Si le marché des véhicules électriques se convertit rapidement aux batteries LFP, l'UE aura besoin de moins de nickel de qualité batterie. La Finlande est également le principal pays minier pour le cobalt en Europe. Trois nouveaux projets ont été annoncés en Finlande et en Suède, qui prévoient de l'extraire en même temps que le nickel. Au total, la production minière totale de cobalt pourrait d'ici 2030 satisfaire environ 20 % de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie. Le seul grand projet de manganèse pour les batteries dans l'UE est situé en République tchèque et devrait démarrer la production en 2028. Le projet vise à retraiter d'anciens gisements de manganèse dans les déchets d'une mine désaffectée. D'ici 2030, il pourrait satisfaire près de la moitié de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie.

L'UE dispose d'un potentiel significatif en matière de raffinage et de traitement des matières premières. Si l'extraction de matières premières tient en grande partie à la géologie, le raffinage et le recyclage dépendent eux de politiques favorables (par exemple, la disponibilité d'une énergie propre et abordable) et d'une expertise technologique qui peut être développée. Dans le cas du lithium, l'objectif de référence de 40 % fixé par l'UE en matière de transformation devrait pouvoir être atteint d'ici 2030. Au cours des dernières années, 17 nouveaux projets de raffinage du lithium ont été annoncés, certains sous forme de raffineries (ou convertisseurs) autonomes, d'autres intégrés à des activités minières. Les principaux pays accueillant ces projets sont notamment l'Allemagne, la France et le Portugal. Ces projets pourraient répondre à 85 % de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie d'ici 2030.

S'agissant du nickel et du cobalt le sulfate de nickel et le sulfate de cobalt, produits utilisés dans les batteries lithium-ion, sont actuellement traités en Finlande et à Chypre. Terrafame, en Finlande, avec une capacité prévue de 38 kt de Ni, a mis au point une méthode de production de nickel plus propre utilisant la biolixiviation. Une autre raffinerie de nickel et de cobalt prévue en France, annoncée en mai 2024 et dont le démarrage est prévu en 2028, ajoutera 20 kt de Ni et 1,5 kt de Co à l'approvisionnement de l'UE. Si ces projets se concrétisent, la production de sulfate de nickel pourrait couvrir 27 % de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie d'ici 2030, tandis que les capacités de production de sulfate de cobalt seraient suffisantes pour couvrir 37 % de la demande.

S'agissant du traitement du manganèse, seule la Belgique dispose à ce jour d'un producteur de sulfate de manganèse de qualité batterie, tandis que le nouveau projet de « re-minage » en Tchéquie traitera également le manganèse (et devrait augmenter considérablement l'approvisionnement de l'UE à long terme). D'ici 2030, ces deux usines devraient produire environ 45 kt de Mn, couvrant 53 % de la demande de l'UE en batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie.

Les obstacles à une relance de l'activité minière

Les prix des métaux de base (cuivre, plomb, zinc, aluminium, nickel, alliage d'aluminium) et de l'acier sont fixés par des bourses centrales telles que le London Metal Exchange (LME). Les métaux précieux, tels que l'or et l'argent, ne sont pas négociés à la Bourse des métaux de Londres, mais sur le marché de gré à gré généralement appelé London Bullion Market. Le platine et le palladium sont négociés sur le London Platinum and Palladium Market. Plusieurs métaux mineurs, souvent des sous-produits de l'extraction des métaux de base, sont négociés par l'intermédiaire de sociétés souvent associées à la Minor Metals Trade Association (MMTA).

Production - certains métaux « de haute technologie » ou « mineurs » essentiels pour les technologies environnementales futures, tels que les éléments de terres rares (REE) ou les minéraux du groupe du platine (PGM), ne sont actuellement produits qu'en dehors de l'UE en quantités significatives. Investissement - les mines de métaux nécessitent généralement des investissements considérables en raison de la grande échelle ou de la complexité des opérations, des exigences de traitement pour concentrer les minerais et, dans de nombreux cas, de la nécessité d'opérer en souterrain.

Le coût de l'énergie constitue un autre défi de l'industrie minière. Selon le minerai et la nature des opérations conduites, le coût de l'énergie représente entre 10 et 20 % des coûts d'exploitation¹¹² même si des solutions existent dans certains cas (une flotte de véhicules électriques déployés dans les tunnels permet par exemple de réduire les besoins en ventilation).

Le troisième obstacle à l'exploitation minière en Europe concerne les longues procédures d'autorisation pour le développement minier, qui ont un impact sur l'attractivité des investissements. Les perspectives de retour sur investissement sont incertaines en raison de la lourdeur et de l'opacité du processus d'autorisation. Dans certains cas, la transparence concernant le développement de la procédure d'autorisation d'un projet fait défaut pour les investisseurs¹¹³.

Surtout, les délais d'ouverture et de mise en exploitation des mines sont liés à des contraintes environnementales. Si des réglementations nouvelles ont été mises en place dans plusieurs pays depuis, parler de mine verte demeure trompeur¹¹⁴. Toute activité minière entraîne nécessairement des transformations des écosystèmes.

L'Europe a connu plusieurs incidents notables liés aux déchets miniers, notamment à Baia Mare (Roumanie), à Kolontar (Hongrie)¹¹⁵ et à Talvivaara (Finlande). Les ruptures de barrages de résidus miniers sont devenues plus fréquentes et plus graves en raison de la taille croissante des barrages, du vieillissement des infrastructures et de lacunes des procédures d'inspection¹¹⁶. En 1998, la rupture du barrage de la mine de Los Frailes, en Andalousie (Espagne), pollua des milliers d'hectares de pâturages et de marécages.

¹¹² Andy Home, "Europe's Aluminium Output Slides as Energy Crunch Bites," Reuters, May 25, 2022, sec. Commodities, <https://www.reuters.com/markets/commodities/europes-aluminium-output-slides-energy-crunch-bites-2022-05-24/>.

¹¹³ European Commission, "Conflict Minerals Regulation," European Commission, 2017, https://policy.trade.ec.europa.eu/development-and-sustainability/conflict-minerals-regulation_en. Consulté le 22 décembre 2025.

¹¹⁴ Perrine Mouterde, « Un site minier ne peut être qualifié de "propre" ou de "durable" », Pierre Petit-De Pasquale, directeur des standards de l'organisation IRMA, *Le Monde*, 09 mai 2024.

¹¹⁵ Perrine Mouterde, « Ouvrir de nouvelles mines en Europe, un pari risqué », *Le Monde*, 10 mai 2024.

¹¹⁶ <https://worldminetailingsfailures.org/>. Consulté le 15 août 2025.

En Serbie, le gouvernement a annulé la licence de Rio Tinto pour son projet lithium Jadar en janvier 2022, à la suite de manifestations massives et d'une opposition généralisée de la communauté à l'exploitation. Au Portugal, les communautés ont intenté une action en justice en 2022 pour protester contre l'appropriation illégale de leurs terres par une société minière de lithium pour la mine de Barroso. Bien que les accusés aient été acquittés en février 2023, l'opposition à la mine reste forte, les habitants craignant que les conséquences environnementales du projet aient été ignorées. David Boyd, rapporteur spécial des Nations unies sur les droits de l'homme et l'environnement, a qualifié la mine prévue de « zone sacrifiée ». Le passé minier de l'Europe constitue paradoxalement un frein au développement de projets tant les accidents ont été nombreux et ont nourri des protestations qui persistent de nos jours¹¹⁷.

La quantité de déchets dangereux réellement stockés sur le continent serait notamment largement sous-déclarée. Selon Antoine Gatet, président de France Nature Environnement : « Partout où il y a eu des exploitations minières en France, c'est la catastrophe. Des coûts pharaoniques sont supportés par l'Etat, les collectivités ou les producteurs d'eau potable pour la dépollution. Les exploitants ont montré qu'ils étaient incapables d'avoir une production qui ne génère pas des quantités énormes de déchets et qui ne pollue pas pour des décennies»¹¹⁸.

Plus généralement, les ONG regrettent la place prépondérante accordée aux processus de certifications volontaires, qui suffiront à prouver que les pratiques des entreprises sont compatibles avec les critères de durabilité.

La production minière et métallurgique européenne est certes moins intense en CO₂ que la moyenne mondiale, et le risque de pénurie en eau et pour la biodiversité associé est plus faible que dans d'autres régions¹¹⁹. Néanmoins, les risques environnementaux sont avérés. Auditionné par le Parlement européen en décembre 2021, Steven Emerman, spécialiste des impacts environnementaux des mines, a montré que la législation de plusieurs pays d'Amérique latine et de Chine était plus contraignante que celle de l'Espagne et du Portugal concernant les infrastructures de stockage des déchets. « Ne vous précipitez pas pour ouvrir de nouvelles mines avant d'avoir fait la démonstration convaincante qu'il n'y aura pas d'impact négatif pour les vies humaines ou l'environnement, a-t-il enjoint aux eurodéputés. Arrêtez-vous et réfléchissez. »

Corrolaire d'une mise en sommeil de l'activité minière dans plusieurs États-membres, la réglementation n'a été que modestement actualisée à l'échelle européenne. La Directive de 2006¹²⁰ s'avère ainsi inadaptée au contexte contemporain. Les responsabilités en cas de sinistre sont mal établies, plusieurs dispositions majeures sont laissées à l'appréciation des États-membres. Une autre conclusion importante est que les meilleures techniques disponibles, telles que le filtrage des résidus pour éliminer l'humidité des déchets et les rendre plus sûrs, ne sont pas obligatoires et sont laissées à la discrétion de l'entreprise. Le Brésil, l'Équateur et la Chine ont tous mis en place une législation qui interdit la construction de barrages de résidus à moins d'une certaine distance d'une zone peuplée.

¹¹⁷ Kivinen, S., Kotilainen, J. & Kumpula, T. (2020) Mining conflicts in the European Union: environmental and political perspectives. *Fennia* 198(1–2) 163–179. <https://doi.org/10.11143/fennia.87223>

¹¹⁸ Perrine Mouterde, « Ouvrir de nouvelles mines en Europe, un pari risqué », *Le Monde*, 10 mai 2024.

¹¹⁹ Selon une étude réalisée en 2022 par des chercheurs de l'université de Louvain (Belgique) pour le syndicat européen des métaux Eurométaux.

¹²⁰ Directive 2006/21/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 mars 2006 concernant la gestion des déchets de l'industrie extractive et modifiant la directive 2004/35/CE.

Cette disposition n'est guère répandue en Europe comme en témoigne le projet de Touro de rouvrir une mine de cuivre en Galicie (Touro) située à une vingtaine de kilomètres de Santiago de Compostèle. Le barrage de déchets miniers devrait atteindre 80 mètres de haut à moins de 200 mètres du village d'Arinteiro¹²¹.

L'industrie s'emploie à relativiser et à contextualiser les risques. D'une part, le nombre de mines appelées à être mises en exploitation est modeste. D'autre part, les conditions sociales et environnementales de l'extraction minière en Europe sont, malgré les accidents et risques recensés, enviables au regard des pratiques observées dans la plupart des pays producteurs d'Asie et d'Afrique. Enfin, les technologies nouvelles permettent de limiter les risques de sorte qu'une évaluation au cas par cas des projets miniers s'impose, plutôt qu'un jugement général sur l'industrie minière appréhendée dans sa globalité.

Les nouvelles technologies d'extraction, de raffinage et de recyclage offrent un potentiel important pour augmenter les approvisionnements diversifiés. Une série d'innovations émergentes ont le potentiel de transformer la production minière. Dans le domaine minier, il s'agit notamment de l'exploration basée sur l'IA, de l'extraction directe du lithium, du traitement des argiles d'adsorption ionique et de la ré-exploitation des résidus et des déchets miniers. Les technologies permettant d'extraire les terres rares des gisements d'argile à adsorption ionique pourraient réduire considérablement l'intensité capitaliste et la production de déchets, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de production dans des pays tels que l'Australie, le Brésil et l'Ouganda. Les collaborations internationales peuvent également jouer un rôle essentiel en s'attaquant aux goulets d'étranglement technologiques dans la mise en place d'approvisionnements diversifiés.

En outre, l'industrie s'emploie, du moins en Europe, à réduire les nuisances environnementales des projets. En Finlande, dans le projet Sakatti situé à 150 kilomètres du cercle arctique (exploité par Anglo-American), le rendement élevé de la mine permet de réduire les émissions. Une large partie du projet est en sous-sol où des véhicules électriques circulent (réduisant la ventilation nécessaire habituellement pour évacuer les gazs toxiques). En Suède, exploitée depuis 1968 par la société suédoise Boliden, la plus grande mine de cuivre à ciel ouvert d'Europe d'Aitik se situe en bordure de la ville de Gällivare (production de 750 000 tonnes par an sur une consommation annuelle d'environ 3,78 millions de tonnes en 2021) a également renforcé l'électrification d'une partie de ses procédés d'extraction¹²². Les résidus, issus de l'extraction, sont entreposés dans un bassin, cerclé d'un barrage de plusieurs kilomètres. Pour prévenir les risques de dispersion par le vent, les roches extraites sont arrosées par hélicoptère. Les eaux usées sont traitées puis réinjectées. Des propriétaires ont néanmoins contesté le projet devant les tribunaux.

Oppositions locales

Aux risques environnementaux s'ajoutent en effet l'opposition des populations locales dont l'hostilité a conduit ces dernières années ou au retard de plusieurs projets miniers. Les réticences des populations locales ne sont pas nécessairement partagées par l'ensemble de la population. En Suède, selon une étude menée par l'entreprise Novus en 2022, 70 % de la population considéreraient que l'industrie est compatible avec le respect de l'environnement, 62% soutiendraient le développement

¹²¹ Steven H. Emerman, *Evaluación del plan de gestión de residuos mineros en el estudio de impacto ambiental y el análisis de rotura de presa de la mina de cobre Touro de Cobre San Rafael, Galicia*, Ecoloxistas en Acción Galiza, mars 2025.

¹²² Anne-Françoise Hivert, *Le Monde*, 10 mai 2024.

de l'industrie minière, et 50 % accepteraient d'avoir une mine en activité dans son voisinage. Ces chiffres varient cependant selon les régions. Dans le nord du pays, moins peuplé et de tradition minière, (dix des treize mines suédoises en exploitation y sont situés) soutient très largement l'installation d'industries minières quand le Sud, densément peuplé et sans histoire minière marquée, est beaucoup plus réticent à ces activités, selon la logique du « not in my backyard ».

Le projet d'extraction de terres rares à Norra Kärr, pourtant classé comme site minier d'intérêt national en 1994 et l'un des premiers gisements mondiaux, a été gelé à la suite de l'opposition de la population locale et à la décision, en 2016, de la Haute Cour environnementale de ne pas accorder le permis sollicité en raison d'analyses d'impacts insuffisantes dans cette zone Natura 2000. Des différences au niveau local existent également en fonction des spécificités des projets miniers envisagés : si la population de Kiruna est globalement favorable aux projets miniers de LKAB, près de deux mille personnes travaillant dans la mine exploitée par le groupe suédois et ses sous-traitants, la commune de Kallak, pourtant elle aussi située dans le comté de Norrbotten, s'est vivement opposée – avec le soutien de l'activiste écologique Greta Thunberg – au projet minier d'une société britannique en raison de ses faibles retombées locales.

Dans les pays scandinaves riches en ressources minérales, un des défis est de répondre aux attentes des Samis, seul peuple autochtone reconnu en Europe, impliqués dans une quarantaine de procédures judiciaires contre différents projets miniers. Éleveurs de rennes et nomade, les Samis sont environ quatre-vingt mille personnes, dont vingt à trente mille en Suède, réparties sur le territoire dit du Sampi.

La Suède a reconnu dès 1977 un statut spécifique aux samis, celui de peuple « autochtone », protégé par la Constitution depuis 2011. Les Samis disposent à ce titre d'un Parlement depuis 1993, principalement chargé de la préservation et de la promotion de leur identité culturelle. Les représentants des Samis expliquent néanmoins que l'ensemble du territoire du nord de la Suède est dans une situation de « colonisation démocratisée » et s'emploient à faire reconnaître leurs droits ancestraux sur les terres qu'ils fréquentent¹²³. La Suède, qui n'a pas ratifié la convention de l'Organisation internationale du travail relative aux peuples indigènes et tribaux, est d'ailleurs régulièrement critiquée par les Nations unies, qui lui reprochent de ne pas prendre suffisamment en considération les droits des Samis.

Le gouvernement a veillé, lors des négociations du CRMA, à ce que la proposition initiale du Parlement européen consistant à exiger l'accord préalable des populations samies pour la réalisation de projets miniers liés aux matériaux critiques retenus par l'Union européenne soit finalement écartée. Plus que les mines, les Samis dénoncent « l'effet accumulé » de l'industrialisation dans le Grand Nord. Responsable de l'organisation Svemin qui regroupe les compagnies minières, Maria Sunér reconnaît le problème : « Mais les mines ne recouvrent que 0,2 % du territoire et les Samis ont le droit d'usage sur la moitié de la Suède. » Par ailleurs, ajoute-t-elle, « l'extraction minière va être essentielle pour la transition écologique. Il va donc falloir faire des choix ». Boliden vient d'inaugurer un « parc durable » de 300 hectares, à côté de la mine d'Aitik, pour compenser la perte de biodiversité, occasionnée par l'extraction du cuivre¹²⁴.

¹²³ Une commission « vérité et réconciliation » est actuellement en cours en Suède. Elle devra faire la lumière, d'ici à 2025, sur la politique d'assimilation agressive menée par le gouvernement suédois à l'égard des Samis.

¹²⁴ Anne-Françoise Hivert, En Suède, une mine de cuivre « modèle » mais pas parfaite, *Le Monde*, 10 mai 2024.

La Norvège a signé la Convention sur le respect des droits des peuples autochtones. En Finlande, la loi sur les mines a été révisée en 2022-2023 pour mieux prendre en compte les préoccupations des populations locales. Une taxation sur les activités minières a été introduite et un fonds pour les dommages à l'environnement a été créé. Dans ces deux pays, l'acceptabilité minière est renforcée par le choix d'exploiter des mines en profondeur, au-delà de mille mètres sous terre, rendant ces activités moins visibles par les populations locales¹²⁵.

Enfin, les droits spécifiques des peuples autochtones peuvent également être affectés par les opérations minières dans l'UE. Les rapporteurs spéciaux des Nations unies ont exhorté la Suède, un pays qui n'a pas ratifié la convention 169 de l'OIT (Organisation internationale du travail), à cesser l'exploitation minière sur les terres du peuple autochtone sami¹²⁶.

L'étude des concertations réalisées en Suède avec les Samis témoigne de la nécessité que ce processus soit mené très en amont des projets dans une véritable logique de négociation et non de simple transaction ou de compensation auprès des populations locales. Les Samis ne s'opposent d'ailleurs pas à tous les projets de développement économique mais réclament une vraie mise en œuvre du « libre consentement, préalable et éclairé » (« free, prior and informed consent », convention de l'OIT) et un meilleur partage des ressources. En Suède, les municipalités peuvent s'opposer à tout moment à la réalisation d'un projet d'exploitation de l'uranium, même si celui-ci a obtenu tous les permis nécessaires à sa réalisation.

Opportunités et contraintes en Scandinavie

Avec la Finlande et la Norvège, dont le bouclier fennoscandien est riche en minerais, la zone nordique constitue le pilier de l'industrie minière européenne : elle est ainsi le premier producteur du continent en fer, plomb, silicium, cobalt, aluminium, nickel et germanium. La région, qui abrite des gisements de minerais stratégiques d'importance mondiale, prévoit de développer son industrie extractive de manière exponentielle dans les prochaines années pour répondre aux besoins mondiaux.

Danemark

Le Danemark n'est pas un acteur majeur dans le domaine de l'exploitation minière des métaux, avec une activité très limitée par rapport à ses voisins scandinaves. Cependant, le Groenland, qui fait partie du Royaume du Danemark, présente toute l'histoire géologique de la Terre, depuis les roches les plus anciennes jusqu'aux plus récentes. Il abrite donc un large éventail d'environnements géologiques et une grande diversité de minéraux. Selon la Commission européenne, le Groenland recèle un potentiel inexploité considérable pour 25 des 34 minéraux répertoriés dans la liste officielle des matières premières critiques de l'Union, notamment les terres rares, le graphite, les métaux du groupe du platine et le niobium. En novembre 2023, l'UE a conclu un partenariat stratégique avec le Groenland sur les chaînes de valeur des matières premières durables. En mars 2024, l'UE et le Groenland ont signé deux accords de coopération et 250 millions d'euros, soit la moitié des 500

¹²⁵ Les activités souterraines de la mine de Kiruna ont débuté en 1962 après l'épuisement des ressources exploitées à ciel ouvert.

¹²⁶ Business & Human Resources Center, *Transition Minerals Tracker: 2022 Analysis*. June 2023.

millions d'euros que l'UE a alloués à ses PTOM¹²⁷ pour la période 2021-2027, ont été promis au Groenland.

La réalité de l'industrie minière au Groenland est néanmoins complexe. L'industrie minière est dans les faits très peu développée. De nombreux permis ont été alloués depuis mais très peu de projets miniers sont allés à leur terme. Ces derniers ont été freinés par les contraintes climatiques, le manque de main d'œuvre (l'île compte moins de 60 000 habitants), la fiscalité locale et les exigences de la réglementation en vigueur. Au final, les contraintes environnementales et financières ont jusqu'à ce jour eu raison des projets relatifs aux métaux liés à la transition énergétique. Deux mines seulement sont en exploitation, une mine d'anorthosite sur la côte ouest (Lumina Sustainable Materials) depuis 2019 et la mine d'or de Nalunaq, (propriété de l'entreprise canadienne Amaroq Minerals). Deux autres mines devraient être mises en exploitation dans des délais brefs mais plusieurs autres permis ont été alloués sans que la mise en production soit assurée.

Le potentiel reste par ailleurs à préciser. Une étude de 2023 menée pour le Centre des ressources minérales et des matériaux du Service géologique du Danemark et du Groenland a révélé que les ressources minérales du Groenland comprenaient aussi bien des gisements mineurs que des gisements importants disséminés sur toute l'île¹²⁸. Sur les 10 gisements importants de terres rares du Groenland, seuls deux, Kvanefjeld (Kuannersuit) et Kringlerne (Killavaat Alannguat), ont finalement retenu l'attention au cours des dernières années écoulées. Bien qu'ils soient situés à quelques kilomètres l'un de l'autre dans le même complexe au sud du Groenland, ces deux gisements de terres rares sont très différents.

Kvanefjeld est le seul projet dont les réserves sont précisément documentées, mais il est pénalisé par une forte teneur en uranium et en thorium. En 2021, alors que le projet était dans la phase finale d'obtention d'un permis d'exploitation, le gouvernement groenlandais a rendu illégale l'exploitation avec une forte teneur en uranium. La société australienne à l'origine du projet Kvanefjeld, a ainsi dépensé plus de 100 millions USD en forages et en travaux sans pouvoir débiter l'exploitation du site. La société a déposé une demande d'arbitrage en 2022 et, en 2024, a engagé une procédure judiciaire contre les gouvernements groenlandais et danois.

Dans l'autre gisement, celui de Kringlerne, les concentrations d'uranium sont beaucoup plus faibles. Selon l'entreprise ayant obtenu une licence d'exploration en 2020 (Tanbreez), il s'agirait du plus grand gisement de ce type au monde, une affirmation qui repose cependant sur un nombre limité de forages. Après son rachat partiel par une entreprise américaine, la société ayant reçu le permis d'exploitation a dû se conformer à des normes internationales en matière de transparence et a fourni une estimation des ressources (remontant à 2016). Celle-ci s'est avérée décevante et faute de financements suffisants, le projet était mi-2025 à l'arrêt.

Les gisements du Groenland paraissent en outre peu prometteurs au regard d'autres mines ou gisements. La teneur typique en terres rares des gisements attractifs se situe entre 4 et 8 %. Le minerai des mines de Mount Weld en Australie et de Mountain Pass en Californie, ainsi que les gisements de Nolans Bore en Australie et de Bear Lodge dans le Wyoming, se situent tous dans cette

¹²⁷ Pays et territoires d'outre-mer.

¹²⁸ Diogo Rosa, Per Kalvig, Henrik Stendal & Jakob Kløve Keiding, *Review of the critical raw material resource potential in Greenland*, MiMa rapport 2023/1.

fourchette. À Kvanefjeld, ce chiffre est de 1,4 %, et à Kringlerne, il descend jusqu'à 0,38 %. Les mines groenlandaises nécessiteraient donc des espaces plus vastes et davantage d'énergie pour le concassage, la séparation et le raffinage¹²⁹.

Par ailleurs, la gouvernance n'est pas la plus favorable à la mise en œuvre de projets miniers. Le Parlement groenlandais n'a adopté qu'en mai 2023 sa loi sur les activités minières. Celle-ci stipule, entre autres, que le titulaire d'une licence d'exploitation doit avoir son siège au Groenland et que les autorités peuvent exiger que l'entreprise fasse appel à de la main-d'œuvre et à des fournisseurs locaux¹³⁰. Il n'existe actuellement aucun contrôle des investissements étrangers au Groenland, bien que le pays ait annoncé son intention de créer une telle loi. Les autorités groenlandaises semblent déterminées à élaborer une réglementation sur les IDE qui précise quand et pour quels motifs les investissements peuvent être refusés. Le gouvernement semble désireux d'élargir la justification juridique du refus au-delà du risque pour la sécurité du territoire car une telle justification relèverait de la politique étrangère et de sécurité et serait donc une décision incombant à Copenhague. La mise en exergue de critères ESG pourrait être retenue.

L'incertitude concernant le cadre réglementaire est illustrée par le procès actuellement intenté contre le Groenland et le Danemark par la société minière australienne Energy Transition Minerals, qui exploitait la mine de Kvanefjeld, aujourd'hui à l'arrêt. La société estime que, sur la base de la législation antérieure du Groenland, la licence d'exploration qui lui a été accordée lui donne droit à une licence d'exploitation, et réclame des dommages-intérêts pouvant atteindre 15 milliards de couronnes danoises¹³¹. Quelle que soit l'issue du procès, les changements réglementaires ne contribuent pas à assainir le climat d'investissement de l'île¹³². L'environnement géopolitique demeure par ailleurs incertain.

Après avoir intégré l'Union européenne via l'accession du Danemark, l'île l'a quittée via un référendum entériné en 1985. Depuis, l'île reste néanmoins associée en raison de son statut au sein du Royaume du Danemark. L'octroi des permis d'exploitation a été retirée du Danemark en 1998 et l'autorité sur le secteur minier est pleine et entière depuis 2010 grâce à l'obtention du statut d'autonomie. Les débats récurrents autour d'une indépendance du territoire contribuent également à entretenir le flou sur l'avenir du territoire, ce dernier étant par ailleurs convoité par les États-Unis (par le Président Truman qui en avait apprécié l'intérêt géopolitique lors de la Seconde Guerre mondiale puis par le Président Trump).

Les autorités locales ont dans ce contexte donné l'impression de courtiser les acteurs chinois¹³³, certains responsables politiques voyant dans un rapprochement avec Pékin une option censée faciliter l'accession à l'indépendance. Les tentatives de la Chine d'investir dans le secteur minier et les infrastructures du Groenland ont suscité des craintes par le passé, notamment en 2018, lorsque le géant chinois de la construction China Communications Construction Company (CCCC) a atteint les

¹²⁹ Flemming Getreuer Christiansen, *Can Geopolitics Unlock Greenland's Critical Materials Treasure Chest? The country's vast mineral deposits include rare earths*. <https://spectrum.ieee.org/greenland-rare-earth-minerals>

¹³⁰ https://www.plesner.com/insights/articles/2023/06/new-mining-legislation-in-greenland?sc_lang=en.

¹³¹

<https://danwatch.dk/en/undersoegelse/mining-company-gives-greenland-an-ultimatum-green-light-for-controversial-mine-or-pay-15-billion-dkk-in-compensation/>. Consulté le 12 octobre 2025.

¹³² Energy Transition Minerals a engagé la procédure d'arbitrage conformément aux procédures de règlement des différends entre investisseurs et États (RDIE).

¹³³ Richard Milne et Leslie, « Greenland says it will turn to China if US and EU shun its mining sector », *Financial Times*, 27 mai 2025

dernières étapes de l'appel d'offres pour un contrat visant à agrandir les aéroports du Groenland. Des tensions ont également surgi lorsque la société chinoise Shenghe Ressources envisagea de porter de 10 à 60% sa participation dans la société minière australienne Greenland Minerals and Energy en 2016 (pour le projet de Kvanefjeld¹³⁴). Aucun de ces projets ne s'est cependant concrétisé. Le projet minier en question est à l'arrêt et CCCC a retiré son offre.

Enfin, les risques d'opposition de la population locale (bien que disséminée sur un vaste territoire) sont de nature à compromettre des projets miniers. Les protestations locales les plus virulentes ont été alimentées par le projet de Kvanefjeld et ont conduit à l'arrivée au pouvoir d'un gouvernement anti-uranium qui a interdit l'extraction de matières radioactives en 2021, mettant ainsi fin *de facto* au projet Kvanefjeld¹³⁵. Une étude réalisée en 2022 a révélé que la majorité des Groenlandais sont favorables à l'extraction minière, à condition qu'il ne s'agisse pas d'uranium¹³⁶.

Néanmoins, d'autres projets, tels que le projet Tanbreez mené par l'Australie dans le sud du Groenland, avec une teneur faible en uranium, ont également attiré l'attention de groupes environnementaux. En 2021, une pétition appelant les gouvernements groenlandais et danois ainsi que l'UE à mettre en place un moratoire sur l'exploitation minière au Groenland a été signée par 141 ONG¹³⁷. La pression exercée par le mouvement environnementaliste, conjuguée aux dernières élections au Groenland, où le changement de gouvernement a entraîné un revirement de la position officielle sur l'exploitation minière de l'uranium, souligne que l'instabilité politique résultant de l'activisme climatique ne saurait être sous-estimé.

Au final, les richesses minières du Groenland sont beaucoup moins bien connues que celles de la Finlande, de la Norvège ou de la Suède. Il n'est cependant pas exclu que le secteur des terres rares donne lieu à un scénario déjà vécu dans le cas des hydrocarbures. Depuis les années 70, une quarantaine de sociétés pétrolières et gazières ont manifesté leur intérêt pour les ressources de l'île mais quinze forages seulement ont été réalisés et aucune exploitation commerciale n'avait débuté lorsque le gouvernement décida à l'été 2021 que plus aucun permis d'exploration ne serait désormais accordé.

Finlande

Comme le Groenland, la géologie de la Finlande est, parmi les pays nordiques, celle qui ressemble le plus aux régions riches en minéraux du Canada, de l'Australie et de l'Afrique du Sud. Elle compte huit mines en activité spécialisées dans le fer, le cuivre, le zinc, le nickel, le chrome, l'or et le cobalt. Le pays est notamment un producteur clé de nickel et de cobalt (c'est le seul pays de l'UE à posséder des mines de cobalt et le plus grand producteur de cobalt raffiné¹³⁸).

¹³⁴ Hans Lucht, *Chinese investments in Greenland raise US concerns, ; Strictly business?* Danish Institute for International Studies 2018.

¹³⁵ Jack Ewing, « The World Wants Greenland's Minerals, but Greenlanders Are Wary », *New-York Times*, 1.10.2021.

¹³⁶ <https://www.mcgill.ca/newsroom/channels/news/greenlands-indigenous-population-favours-extracting-and-exporting-sand-melting-ice-sheet-340773>

¹³⁷ <https://friendsoftheearth.eu/news/141-ngos-call-for-moratorium-on-large-scale-mining-and-fossil-fuel-extraction-in-greenland/>

¹³⁸ Rasilainen K., Eilu P., Huovinen, I., Konnunaho, J., Niiranen, T., Ojala, J., Törmänen, T. 2020. Quantitative assessment of undiscovered resources in Kuusamo-type Co-Au deposits in Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 410, 32 p. 3 App. Online: http://tupa.gtk.fi/julkaisu/bulletin/bt_410.pdf.

En Finlande, la société sud-africaine Sibanye-Stillwater a initié une mine et une raffinerie de lithium à Kokkola dans le centre-ouest du pays (projet Keliber)¹³⁹. En République tchèque, European Metals envisage l'extraction de lithium dans la région de Cinovec, d'autres projets à un stade avancé se situant en Autriche (l'australien European Lithium à Wolfsberg) et au Portugal (Savannah Resources). Des gisements de lithium ont été localisés près de Cinovec et de Zinnwald ainsi qu'en Espagne (Extrême Adour) et en Autriche (Carinthie).

La Finlande travaille actuellement à la mise à jour de sa loi sur l'exploitation minière afin de répondre aux préoccupations locales en matière d'environnement. L'exploitation minière étant considérée comme le quatrième facteur contribuant le plus à la perte de biodiversité en Finlande, la loi vise principalement à atténuer les effets sur l'environnement. Le rôle des autorités locales sera également renforcé, puisque les permis d'exploitation minière devront faire l'objet d'un plan approuvé par la municipalité. Mais si la nouvelle loi finlandaise cherche à répondre aux préoccupations locales, l'industrie avertit qu'elle pourrait entraîner de nouveaux retards dans la procédure d'octroi des permis.

En Finlande, l'entreprise nationale Terrafame est propriétaire de la mine de Talvivaara, de l'usine métallurgique de Sotkamo et approvisionne l'industrie de la batterie en cobalt et nickel. Sibanye Stillwater (Afrique du sud) sont des acteurs majeurs du secteur minier. En Suède, LKAB (Luossavaara-Kiirunavaara AB) est l'un des plus grands producteurs mondiaux de minerai de fer et exploite plusieurs mines de fer à Kiruna et Gällivare, dans le comté de Norrbotten, au nord de la Suède. Elle est le plus grand producteur de minerai de fer en Europe. LKAB produit 80 % du minerai de fer européen et est à la pointe de la transformation de l'industrie sidérurgique grâce à sa stratégie de production de fer spongieux sans émissions de dioxyde de carbone grâce au recours à l'hydrogène.

À l'instar de la Suède et de la Norvège, la Finlande possède une importante industrie de raffinage des métaux. 10 % du cobalt mondial est raffiné en Finlande et plus grande usine européenne de production de nickel et de cobalt pour batteries chimiques, située dans la mine de Terrafame, a démarré sa production en 2023. Le premier site producteur intégré d'hydroxyde de lithium (lithium de qualité batterie) en Europe (Keliber) est en cours de construction dans l'ouest de la Finlande grâce à un investissement de l'entreprise sud-africaine Sibanye-Stillwater.

La Finlande est souvent citée comme l'un des pays les plus favorables à l'exploitation minière en Europe. Son importance a cependant tendance à s'effriter. Le pays occupait la deuxième place de l'indice d'attractivité des investissements dans le secteur minier établi par l'Institut Fraser en 2019, mais il ne figure plus dans le top 10 de l'indice 2021. « Ce recul est en grande partie dû à l'incertitude qui règne autour des autorisations », selon Rasmus Blomqvist, directeur général de Grafintec, la filiale finlandaise de Beowulf Mining.

Grafintec mène actuellement des études environnementales pour une nouvelle mine de graphite en Finlande. Le graphite est un composant essentiel des batteries automobiles et Grafintec espère être en mesure de demander des permis environnementaux et miniers dans les deux prochaines années. « De nos jours, même lorsque vous faites tout le travail nécessaire et plus encore, vous pouvez ne pas obtenir les permis », a déclaré M. Blomqvist à EURACTIV. « Nous avons besoin de plus de clarté à ce

¹³⁹ <https://www.mining-technology.com/news/sibanye-stillwater-keliber-lithium/?cf-view>. Consulté le 22.07.2025.

sujet. » Vous devez savoir que si vous faites votre travail en tant qu'entreprise pour respecter les normes environnementales, vous pourrez également recevoir un permis » explique t-il.

La Finlande prépare une mise à jour de sa loi sur l'exploitation minière afin de répondre aux préoccupations locales en matière d'environnement tout en valorisant son potentiel dans les métaux liés à la transition énergétique. L'exploitation minière étant considérée comme le quatrième facteur contribuant le plus à la perte de biodiversité en Finlande, la loi vise principalement à clarifier les règles en matière de protection environnementale. Le rôle des autorités locales sera également renforcé, puisque les permis d'exploitation minière devront faire l'objet d'un plan approuvé par la municipalité. Cette disposition a suscité l'opposition de représentants de l'industrie minière arguant qu'elle pourrait entraîner de nouveaux retards dans la procédure d'octroi des permis.

Suède

En Suède, le secteur minier représentait en 2023 un chiffre d'affaires d'environ 6 milliards d'euros, hors activités de fonderie, et près de 5 milliards d'euros pour les exportations de minerais. Le secteur minier représente ainsi 3 % du produit intérieur brut (PIB), près de 120 000 emplois (20 000 emplois directs et 100 000 indirects) et 20 % des exportations en valeur du pays. Le pays abrite aujourd'hui treize mines sur son territoire.

Les principaux acteurs du marché suédois sont le métallurgiste public LKAB et l'entreprise privée Boliden, auxquels s'ajoutent des entreprises minières internationales à l'influence moindre, à l'instar de Mandalay Resources, Kaunis Iron ou Tasman Metals. La société minière LKAB exploite plusieurs mines de fer à Kiruna et Gällivare, dans le comté de Norrbotten, au nord de la Suède. Elle est le plus grand producteur de minerai de fer en Europe. LKAB produit 80 % du minerai de fer européen et est à la pointe de la transformation de l'industrie sidérurgique grâce à sa stratégie de production de fer spongieux sans émissions de dioxyde de carbone à l'aide de la technologie de l'hydrogène. La société est également présente dans l'industrie minière depuis les années 80 grâce à son secteur d'activité « Produits spéciaux », qui produit et raffine plus de 30 minéraux. L'extraction et le raffinage du phosphore, des métaux rares et du fluor font partie du projet ReeMAP de LKAB.

La Suède est de loin le principal pourvoyeur de métaux en Scandinavie, représentant environ 50 à 60 % de la production minière de la région, en particulier dans les domaines du minerai de fer et du zinc. L'industrie minière suédoise est l'une des plus anciennes et des plus importantes d'Europe, avec un héritage qui remonte à plus de mille ans. Les activités minières en Suède remontent en effet à l'époque viking, la production de fer existant dès le IXe siècle. Ces premières phases de l'exploitation minière ont permis aux communautés locales de se doter d'outils et d'armes et ont jeté d'une industrie minière au cours des siècles suivants. Celle-ci a notamment émergé aux XIIIe et XIVe siècles.

Le cuivre et le fer sont devenus des éléments centraux de l'économie suédoise, et des pôles miniers notables ont émergé, notamment dans la région Falun, au nord-ouest de Stockholm devenue un des plus grands pôles miniers d'Europe grâce à une mine de cuivre. À son apogée au XVIIe siècle, cette mine fournissait jusqu'aux deux tiers des besoins en cuivre de l'Europe, alimentant à la fois la richesse et les ambitions militaires du pays à l'époque de l'empire suédois (en suédois :

stormaktstiden, littéralement : « le temps du grand pouvoir »), période qui s'étend du début du XVIIe siècle au début du XVIIIe siècle.

L'État a joué un rôle clé en créant des institutions telles que le Conseil des mines (*Bergskollegium*) en 1637, qui réglementait l'exploitation minière et soutenait l'innovation technique. Le fer a également joué un rôle essentiel dans l'émergence de la Suède en tant que puissance européenne. Le fer suédois, réputé pour sa haute qualité et sa faible teneur en phosphore, est devenu un produit très recherché pour l'armement et la construction. Les exportations de fer vers la Grande-Bretagne et d'autres régions d'Europe ont augmenté régulièrement du XVIIe au XIXe siècle, contribuant à financer le développement industriel de la Suède. L'essor d'une industrie sidérurgique a suivi avec plusieurs acteurs majeurs de l'industrie européenne (dont SSAB) avec un effectif global d'environ 45 000 salariés.

Le pays est le premier producteur de minerai de fer de l'UE (90 % de la production), avec une valeur estimée à plus de 8 à 10 milliards d'euros par an. La Suède est également en tête de l'UE pour la production de zinc, avec une production annuelle d'environ 185 000 tonnes de concentré, d'une valeur estimée à près de 300 à 400 millions d'euros par an. Le secteur minier représente, dans ce pays, un chiffre d'affaires d'environ 6 milliards d'euros, hors activités de fonderie, et près de 5 milliards d'euros pour les exportations de minerais en 2022. Il représente ainsi 3 % du produit intérieur brut (PIB), occupe de 120 000 emplois (20 000 emplois directs et 100 000 indirects) et contribue à hauteur de 20 % aux exportations du pays.

Si l'essentiel de l'industrie sidérurgique s'est concentré dans le centre du pays (proche des centres de consommation et des villes portuaires), le pôle minier se situe dans le nord du pays où se distinguent notamment les gisements de Kiruna et Malmberget, exploités par l'entreprise publique LKAB. La mine de Kiruna située à 300 km au nord du cercle polaire arctique est la plus grande mine de fer souterraine au monde grâce à un filon issu d'une activité volcanique ancienne. Quelques kilomètres au sud, la mine de fer de Malmberget est exploitée depuis 1892. Le minerai de fer de ces mines est transporté vers les ports de Narvik (Norvège) et Luleå (Suède), avant d'être exporté principalement vers les marchés mondiaux.

Premier producteur de fer européen (deuxième mondial), la Suède est également quatrième pays producteur de cuivre, la majeure partie de la production provenant de la mine d'Aitik (60 000 à 80 000 tonnes de cuivre par an), le reste provenant des mines de Boliden dans le district de Skellefte (4 000 à 5 000 tonnes) et de Zinkgruvan dans le sud du pays (environ 5 000 tonnes). À l'échelle mondiale, ces niveaux de production demeurent modestes mais des perspectives sont apparues dans le secteur des terres rares. Dès les années 60, des réserves substantielles avaient été identifiées à proximité du gisement de minerai de fer de Kiruna et le pays aurait le potentiel de fournir environ 18 % des besoins européens en oxydes de terres rares¹⁴⁰.

Sur le plan territorial, l'industrie minière a contribué à façonner la géographie industrielle de la Suède. À partir de la seconde moitié du XIXe siècle, les villes côtières se sont développées autour des scieries et des usines de pâte à papier, tandis que certaines régions centrales prospéraient grâce à

¹⁴⁰ Cecilia Jamasmie, *Europe's largest rare earths deposit found in Sweden*, 12 janvier 2023. <https://www.mining.com/europes-largest-rare-earths-deposit-found-in-sweden/>. Consulté le 20 juillet 2025.

l'exploitation forestière et au bois. La construction de la ligne ferroviaire vers Gällivare et Kiruna a accompagné l'exploitation à grande échelle du minerai de fer. Les activités minières sont fortement concentrées dans le nord de la Suède, le Norrland, avec des centres importants à Kiruna, Malmberget, Gällivare, Skellefteå et Luleå.

La montée en puissance de l'hydroélectricité a permis de répondre à la demande croissante en électricité pour alimenter ces industries et les progrès réalisés dans le domaine du transport à longue distance. Au cours des 15 dernières années, l'énergie éolienne s'est rapidement développée dans le nord de la Suède, où se trouvent la plupart des parcs éoliens du pays (le parc éolien de Markbygden s'étend sur 450 kilomètres carrés et compte plus de 500 éoliennes).

Dans le cadre du projet ReeMAP, LKAB développe une technologie permettant d'extraire le phosphore et les métaux rares comme sous-produits de la production actuelle de minerai de fer et prévoit la création d'un parc industriel circulaire à Luleå. En Suède, le cuivre, l'or, l'argent et le plomb sont produits à partir de concentrés nationaux et importés dans la fonderie de Boliden à Rönnskär, qui est également un leader mondial dans le recyclage des composants électroniques. La Suède dispose également d'une production de fonderie d'aluminium, à partir de sources primaires et secondaires, ainsi que d'une production très importante d'acier et de fer.

La société publique LKAB et la société privée Boliden représentent ensemble la grande majorité (environ 82 %) des investissements dans l'industrie minière en Suède. Leur production constitue l'épine dorsale d'environ 3 % du PIB national et près de 8 % des exportations suédoises. La fonderie Rönnskär de Boliden à Skelleftehamn est l'une des plus importantes d'Europe. Outre la production de métaux primaires, elle transforme les déchets (plus grand site de recyclage d'Europe). Ces acteurs sont soutenus par un écosystème de sociétés d'ingénierie (Sandvik, Atlas Copco, ABB et Epiroc). À elle seule, Sandvik emploie plus de 41 000 personnes dans le monde et a généré un chiffre d'affaires de 123 milliards de couronnes suédoises en 2024, dont plus de la moitié est attribuable à sa division Mining and Rock Solutions, qui fournit des équipements de forage, d'excavation et d'automatisation de pointe.

L'un des principaux facteurs à l'origine de l'essor industriel du nord de la Suède est l'accès à une électricité bon marché. Cependant, à mesure que l'expansion industrielle s'accélère, répondre à la demande énergétique devient un défi. La consommation d'électricité combinée des comtés de Norrbotten et Västerbotten s'élève actuellement à environ 12 TWh par an, mais les plus grands projets industriels de la région pourraient faire grimper cette demande à 110 TWh, soit près de la consommation nationale totale actuelle de la Suède. L'énergie constitue ainsi un goulet d'étranglement. Les producteurs de minerai de fer comme LKAB estiment qu'ils auront besoin de jusqu'à 70 TWh d'électricité d'ici 2050 pour décarboniser leurs activités, soit une demande équivalente à 43 % de la production d'électricité de la Suède en 2024. Alors que le nord de la Suède bénéficie actuellement d'un excédent d'énergie propre, le maintien des nouvelles installations minières et de traitement (usines de batteries, usines d'acier vert) risque de mettre à rude épreuve les infrastructures.

L'ambition de la Suède de devenir indépendante des énergies fossiles dans le secteur minier d'ici 2035 est néanmoins intacte et devrait contribuer à progresser vers une production sidérurgique toujours plus décarbonnée. Les autorités ont par ailleurs annoncé en janvier 2023 la découverte de ce qui est considéré comme le plus grand gisement européen de terres rares (1,7 million de tonnes, soit cent fois la consommation européenne annuelle), avant la mise au jour du gisement norvégien de Telemark (8,8 millions de tonnes), le 6 juin 2024. Baptisé Per Geijer (géologue suédois renommé), ce gisement, situé au nord de la ville lapone de Kiruna (figure 22), sera exploité par l'entreprise nationale LKAB¹⁴¹. Les responsables de la mine ont néanmoins évoqué un délai de dix à quinze ans avant la mise en exploitation du gisement, la rentabilité de l'exploitation restant à préciser et l'obtention des autorisations restant conditionné aux négociations avec les autorités et les populations locales. Une filière pourrait néanmoins émerger à terme. Un parc industriel est ainsi envisagé d'ici à 2026 à Luleå pour la valorisation des terres rares et du phosphore. Fin 2022, LKAB signa par ailleurs avec la société norvégienne REEtec AS un accord pour la mise en œuvre d'une technologie innovante de séparation des éléments de terres rares à Herøya, en Norvège¹⁴². À terme, l'ensemble d'une filière pourrait ainsi se constituer¹⁴³.

En 2020, la Suède a initié une stratégie sur le thème de la batterie durable. En 2021, la Finlande lançait sa stratégie batterie composée de six volets. En juin 2022, la Norvège lançait sa propre stratégie adossée à dix mesures. En Suède, un écosystème d'entreprises de recyclage de batteries se met par ailleurs en place (Svea Recycling, Batteriåtervinning AB, Battery Recycling Sweden figurent parmi les principaux acteurs). Lithium Recycling AS et Norwegian Waste Collection and Recycling (NORSK) en Norvège Investissements de Fortum en Finlande sont, eux, actifs dans le stockage d'énergie et le recyclage des batteries.

La mise en place d'un écosystème allant jusqu'à la production de masse de batteries reste néanmoins incertaine¹⁴⁴. L'arrivée de Northvolt en 2017 à Skellefteå avec le projet d'équiper un million de voitures électriques de taille moyenne par an, en utilisant de l'électricité renouvelable et une installation de recyclage s'est conclue par une faillite du constructeur. Le projet pourrait être relancé



sous une autre forme et certaines activités de recyclage (Hydrovolt) ont été reprises par d'autres industriels, notamment le Norvégien Norskhydro¹⁴⁵. Dans l'hypothèse d'un prolongement industriel confirmé des projets miniers en cours, la demande d'électricité augmenterait sensiblement.

Les examens administratifs et environnementaux en Suède restent lents, ce qui pourrait entraver le rythme de mise en exploitation des mines. Dans l'ensemble de la Scandinavie, les régions prometteuses du nord de la Finlande sont aussi celles qui comptent le plus de zones Natura 2000 et d'espaces

¹⁴¹ Seuls 10 % des Samis vivent aujourd'hui totalement ou partiellement de l'élevage de rennes

¹⁴² LKAB, Communiqué de presse, *LKAB becomes main owner in REEtec AS, builds strong Nordic industry for rare earth elements*, 8 novembre 2022.

<https://lkab.com/en/press/lkab-becomes-largest-owner-in-reetec-as-builds-a-strong-nordic-industry-for-rare-earth-elements/>, Consulté le 20 juin 2025.

¹⁴³ <https://www.highnorthnews.com/en/norwegian-swedish-cooperation-rare-earth-metals-marks-beginning-something-new-europe>

¹⁴⁴ The Nordic Battery Value Chain. Report from Innovation Norway, Business Finland, Business Sweden and the Swedish Energy Agency. Business Sweden, Février 2023.

¹⁴⁵ Batteriesnews, *Struggling Northvolt sells remaining stake in battery recycler to Hydro*, <https://batteriesnews.com/struggling-northvolt-sells-remaining-stake-in-battery-recycler-to-hydro/>, 13 janvier 2025.

protégés à titres divers, pour la qualité de leur faune et de leur flore. Des pollutions au nickel ont été constatées dans le lac Kivijärvi provenant d'une mine voisine. La question environnementale contribue par ailleurs à dresser les populations locales contre les projets miniers et les projets d'infrastructures connexes. En Norvège, l'activité minière a suscité des tensions entre les populations locales et les autorités autour de la mine de cuivre de Nussir, près de Hammerfest. En Suède, c'est un des gisements les plus prometteurs de dysprosium en Europe (Norra Kärr) qui a été autorisé par les pouvoirs publics puis mis en pause en raison des oppositions locales¹⁴⁶. Repris par une société canadienne, il a été reformulé sans pouvoir néanmoins parvenir à obtenir son inscription parmi les projets prioritaires européennes en 2025.

Dans l'ensemble de la Scandinavie, les projets se heurtent aux oppositions des communautés indigènes Sami. Le nombre total de Samis ne peut être qu'estimé, car aucun des pays nordiques ne publie de statistiques relatives à l'ethnicité. D'autres sources potentielles, telles que celles liées à la langue ou aux listes électorales des parlements samis, ne sont pas exhaustives. On estime généralement qu'il y a environ 40 000 Samis en Norvège, 15 000 à 25 000 en Suède, 10 000 en Finlande et 2 000 en Russie. La population sami totale est estimée entre 65 000 et 100 000 personnes.

En termes territoriaux, l'aire de vie actuelle du peuple sami, qui ne couvre désormais qu'une partie de son aire de vie traditionnelle, a été dotée d'une base juridique. En Finlande et en Norvège, ces zones de vie administratives sami sont spécifiquement définies. La patrie sami est située dans la partie la plus septentrionale de la région administrative de Lappi en Finlande. Cette zone est définie et protégée par la Constitution finlandaise (articles 17 et 121) comme étant autonome pour les questions relatives à la culture et à la langue sami. Le champ d'application des programmes de subventions du Parlement sami pour le développement des entreprises (STN) est basé sur les zones d'habitation centrales des Samis et représente environ 50 % de la superficie de la Norvège au nord de Saltfjellet. En Suède, comme en Finlande et en Norvège, la langue sami a un statut officiel dans plusieurs municipalités. L'élevage de rennes est considéré comme essentiel à la subsistance des Samis et comme un élément fondamental de la culture sami, même si seulement 10 à 15 % des Samis pratiquent aujourd'hui cette activité.

Des contentieux ont notamment été relevés avec la mine de LKAB à Malmberget et à l'expansion de la mine Aitik de Boliden vers le sud. La route E10, très fréquentée, traverse des pâturages essentiels, perturbe les itinéraires traditionnels d'élevage, parallèlement à une voie ferrée utilisée pour transporter le minerai et à une nouvelle liaison ferroviaire vers la frontière finlandaise. Lassila¹⁴⁷ relate ainsi les vives oppositions soulevées par des cartes issues de premières campagnes d'exploration conduites dans le nord de la Finlande, parmi la communauté Sami dans le village d'Ohcejohka. Pour ces populations établies depuis des siècles sur les deux rives du fleuve Deatny et le long des affluents de la région, les frontières étatiques entre la Finlande, la Suède, la Norvège et la Russie ont peu de sens. Dans leur symbolique, les fleuves sont assimilés à des veines. Toute pollution constitue en outre une menace sur la première de leurs ressources : le saumon.

¹⁴⁶ Tasman Metals, « Swedish Supreme Administrative Court Cancels Norra Karr Mining Lease », 2016.

¹⁴⁷ Lassila Maija M., « Mapping mineral resources in a living land: Sami mining resistance in Ohcejohka, northern Finland », *Geoforum*, vol. 96, 2018, p. 1-9.

La communauté Sami est parvenue à obtenir des droits politiques, au-delà de ses droits culturels, grâce notamment à son Parlement, et une Convention de l'ONU (ILO 169), non signée par la Finlande, stipule que l'assentiment de ce parlement est requis pour tout projet affectant la communauté. Maija M. Lassila précise notamment à quel point le rapport qu'entretient la population locale avec son environnement participe de son identité et de sa culture. Un projet fut-il localisé sur un territoire de faible superficie est rejeté au motif qu'il affecte l'ensemble de la communauté à travers ses déplacements permanents, notamment pour l'élevage des rennes.

Les projets éoliens ont perturbé les routes migratoires traditionnelles des rennes, ce qui a conduit à une décision historique de la Cour suprême en 2021, qui a jugé que le projet violait les droits des Samis. Malgré cette décision, les éoliennes restent en service, ce qui démontre la faiblesse de l'application des mesures de protection des populations autochtones dans les politiques environnementales, selon le Parlement sami.

Sur le territoire sami, les sociétés minières continuent d'extraire des minéraux précieux tels que le minerai de fer et le nickel, souvent sans consultation significative du peuple sami. Le projet minier proposé à Gállok/Kallak en Suède menace les routes migratoires des rennes et la biodiversité du site du patrimoine mondial de Laponia. En 2022, le gouvernement suédois a accordé à une société minière l'autorisation (appelée « concession d'exploitation ») d'ouvrir potentiellement une mine de minerai de fer dans la région de Kallak (Gállok), qui fait partie du territoire traditionnel des Samis. Mais cette autorisation ne permettait pas de commencer immédiatement l'exploitation minière, la société devant encore obtenir un permis environnemental.

Le peuple Sámi, en particulier la communauté d'éleveurs de rennes de Jåhkågasska, a fait appel de cette décision, car la mine proposée serait située au milieu d'importantes routes de migration des rennes. Ils craignaient que cela ne nuise à leur mode de vie, ne détériore l'environnement et que le gouvernement ne respecte pas pleinement leur droit d'être correctement consultés avant qu'une telle décision ne soit prise. Malgré cet appel, en juin 2024, la plus haute juridiction administrative suédoise a confirmé la décision du gouvernement. Cependant, la mine ne peut toujours pas entrer en service tant qu'elle n'a pas obtenu d'autres autorisations environnementales. Les communautés Sámi et les groupes environnementaux continuent de s'opposer au projet, invoquant les menaces qu'il fait peser sur leurs terres, leur culture et leur élevage de rennes.

La Convention d'Aarhus de 1998 établit un lien entre les droits environnementaux et les droits humains en garantissant l'accès à l'information, la participation du public et l'accès à la justice en matière d'environnement¹⁴⁸. Elle accorde aux peuples autochtones, y compris les Samis, le droit de participer aux décisions qui concernent leurs terres. Cependant, dans l'affaire Gállok/Kallak, les autorités suédoises n'ont pas obtenu le consentement libre, préalable et éclairé, ce qui soulève des inquiétudes quant à la perte de biodiversité et aux menaces qui pèsent sur le pâturage traditionnel des rennes en Laponie. Ignorer la Convention d'Aarhus met en danger le patrimoine culturel sami et crée un précédent néfaste pour les futurs projets d'extraction nécessaires à la transition énergétique. L'application de la convention est essentielle pour la protection des droits des peuples autochtones et la préservation des écosystèmes du nord de la Scandinavie.

¹⁴⁸ <https://unece.org/>

Bien que la Norvège, la Suède et la Finlande aient adopté certaines lois reconnaissant les droits des Samis, des lacunes subsistent dans leur application. La loi norvégienne de 2005 sur le Finnmark accorde aux Samis un plus grand contrôle sur l'utilisation des terres, mais ne leur garantit pas la pleine propriété¹⁴⁹. La loi suédoise sur l'élevage des rennes (1971) accorde des droits d'élevage des rennes, mais ne traite pas les revendications territoriales plus larges¹⁵⁰. En Finlande, la loi sur le Parlement sami reconnaît les droits culturels et linguistiques des Samis, mais exclut le droit foncier. L'absence de lois applicables en matière de propriété foncière a entraîné des conflits persistants entre les communautés samis et les industries qui cherchent à accéder aux ressources naturelles. En outre, les tribunaux nationaux se rangent souvent du côté des intérêts du gouvernement et des entreprises, ce qui compromet les revendications territoriales des peuples autochtones.

Au-delà de l'industrie lourde, d'autres secteurs contribuent également à fragmenter les terres samis. L'exploitation forestière industrielle, le secteur touristique en pleine croissance et l'augmentation du trafic de motoneiges ajoutent à ces perturbations. Aujourd'hui, pour répondre à la demande énergétique croissante de l'industrie, au moins trois grands parcs éoliens sont prévus dans la région, menaçant d'empiéter encore davantage sur les terres et les traditions samis, avec des conséquences potentiellement dévastatrices. Un éleveur de rennes a résumé la situation sans détour

De nombreux sites miniers proposés, dont celui de Kallak, empiètent sur les terres traditionnelles d'élevage de rennes des Samis, ce qui suscite une forte opposition de la part des communautés autochtones, des militants et des groupes environnementaux. Les détracteurs soulignent le paradoxe du « colonialisme vert » : les projets miniers écologiques menacent leur légitimité mutuelle en portant atteinte aux droits des Samis et aux écosystèmes fragiles. Tant que ces questions ne seront pas traitées de manière significative, notamment par la ratification des normes internationales relatives aux droits des peuples autochtones, l'industrie pourrait être ralentie par des contestations juridiques, des risques pour sa réputation et une opposition sociale.

LKAB a déjà demandé que son nouveau gisement de minerai de fer et de terres rares au nord de Kiruna soit classé comme projet stratégique au titre du CRMA (voir plus bas), ce qui accélérerait le processus d'autorisation. Si elle est approuvée, la mine effacerait le dernier passage de transhumance de la communauté sami de Gabna autour de Kiruna, portant un nouveau coup aux droits fonciers et aux moyens de subsistance traditionnels des Samis.

Le projet de mine de nickel-cobalt à Rönnbäcken, développé par Bluelake Minerals, couvrirait une superficie équivalente à celle de Stockholm, avec des centaines de millions de tonnes de déchets industriels destinés à être éliminés près du réseau hydrographique de l'Ume. Par ailleurs, le projet de mine Kallak (appelée « Gallok » en sami) de la société britannique Beowulf Mining prévoit le transport de minerai de fer le long de la rivière Lule, une voie de migration essentielle pour les rennes de la communauté sami de Jåkhågasska. Des inquiétudes ont également été exprimées quant aux effets environnementaux d'une grande mine située à proximité de la rivière et de la région de Laponie, classée au patrimoine mondial de l'UNESCO.

¹⁴⁹ <https://www.stortinget.no/>

¹⁵⁰ <https://www.riksdagen.se/sv/>

L'opposition locale, les manifestations et les barrages routiers organisés par les écologistes et les Samis ont retardé à plusieurs reprises le projet minier de Kallak, et les recours juridiques ont retardé le processus d'octroi des permis. Tout récemment, en 2022, le gouvernement suédois a accordé un permis d'exploitation minière pour le projet, mais l'entreprise n'a pas encore soumis sa demande environnementale. De plus, le Comité des Nations unies pour l'élimination de la discrimination raciale a critiqué les décisions prises par la Suède dans les affaires Kallak et Rönnbäcken, ce qui a accru la pression sur le gouvernement.

En Suède, les acteurs clés pour l'octroi des autorisations sont l'inspection des mines, le Conseil du comté et le tribunal foncier et environnemental. L'inspection des mines est un organe décisionnel indépendant relevant de l'institut géologique de Suède (SGU). Dirigée par l'inspecteur en chef des mines, elle examine les demandes de permis d'exploration et d'exploitation minières, ainsi que la conformité des opérations minières à la loi sur les minéraux. Elle fournit également des informations sur la législation et sur les activités de prospection et de traitement en cours aux entreprises, aux parties intéressées, aux autorités, aux médias et au public. Le Conseil du comté – il en existe vingt-et-un – exerce, quant à lui, une fonction de supervision des opérations minières et participe à leur examen et à l'octroi des permis d'exploration. Enfin, le tribunal de l'environnement délivre un permis environnemental pour les opérations minières en vertu du code de l'environnement. Dernière étape avant le début des opérations, le tribunal impose les mesures à prendre en termes de conditions d'exploitation (bruit, limitation des émissions, barrages, etc.).

Wi-Fi souterrain pour le fonctionnement des équipements à distance, transporteurs autonomes équipés de LiDAR dans la mine de Kankberg (Suède), ambitions d'une extraction sans énergie fossile d'ici 2035 : les pratiques minières évoluent par ailleurs. En Finlande, dans le projet Sakatti situé à 150 kilomètres du cercle arctique (exploité par Anglo-American), le rendement élevé de la mine permet de réduire les émissions. Une large partie du projet est en effet située en sous-sol où des véhicules électriques circulent (réduisant la ventilation nécessaire habituellement pour évacuer les gaz toxiques). En Suède, la plus grande mine de cuivre à ciel ouvert d'Europe d'Aitik exploitée depuis 1968 par la société Boliden se situe en bordure de la ville de Gällivare (production de 750 000 tonnes par an sur une consommation annuelle d'environ 3,78 millions de tonnes en 2021). Elle a renforcé l'électrification d'une partie de ses procédés d'extraction¹⁵¹. Les résidus, issus de l'extraction, sont entreposés dans un bassin, cerclé d'un barrage de plusieurs kilomètres. Pour prévenir les risques de dispersion par le vent, les roches extraites sont arrosées par hélicoptère. Les eaux usées sont traitées puis réinjectées. Des propriétaires ont néanmoins contesté le projet devant les tribunaux¹⁵².

Enjeux miniers dans une sélection d'autres États-membres

Plusieurs pays européens ont récemment entrepris des réformes de leur code minier (Espagne, Pologne, Allemagne, Suède) pour moderniser la législation, encourager l'exploitation minière durable et répondre aux enjeux de la transition énergétique.

¹⁵¹ Anne-Françoise Hivert, *Le Monde*, 10 mai 2024.

¹⁵² Rasmus Kløcker Larsen, Kaisa Raitio, « Implementing the State Duty to Consult in Land and Resource Decisions: Perspectives from Sami Communities and Swedish State Officials », *Arctic Review on law and politics*. Vol. 10 (2019).

Allemagne

L'Allemagne pourrait couvrir une part importante de ses besoins en lithium au cours des prochaines décennies en extrayant le métal des gisements de géothermie, en particulier dans l'ouest de la vallée du Rhin supérieur et dans les plaines du nord de l'Allemagne. Toutefois, aucun projet d'extraction d'envergure n'a été lancé jusqu'à présent¹⁵³. Le gouvernement allemand a affecté environ 1 milliard d'euros à des investissements dans les matières premières afin de réduire sa dépendance à l'égard de producteurs tels que la Chine pour les minerais essentiels. Un processus de sélection sera mis en place pour déterminer les projets éligibles, notamment dans les domaines de l'extraction, du traitement et du recyclage des matériaux. Le financement, par l'intermédiaire de la banque de développement allemande KfW, consistera en des fonds propres permettant d'acquérir des participations minoritaires.

Les gisements de la région d'Altmark sont connus depuis des décennies, mais n'ont été intégrés pour la première fois dans le plan de développement du gouvernement du Land de Saxe-Anhalt qu'à l'occasion d'une révision de la planification prévue pour 2024¹⁵⁴. Les réserves de lithium sont situées à plus de 3 500 mètres de profondeur, dans une zone où se trouvent des gisements de gaz naturel, dont l'extraction n'a pas été exclue par le gouvernement de l'État. L'extraction du lithium pourrait être couplée à la production d'énergie géothermique, selon le projet dont a pris connaissance Volksstimme.

Des projets d'extraction de lithium dans d'autres régions d'Allemagne ont déjà suscité des controverses, par exemple dans le Land de Rhénanie-Palatinat, à l'ouest du pays. Les détracteurs des plans d'exploitation minière ont fait valoir que l'extraction du lithium pourrait contaminer les réserves d'eau souterraines avec du plomb, du vif-argent, de l'arsenic ou d'autres substances toxiques. En outre, l'extraction du lithium nécessite de grandes quantités d'eau, ce qui pourrait devenir un problème dans des régions comme la Saxe-Anhalt qui ont été frappées par de graves sécheresses ces dernières années.

Les services publics locaux Stadtwerke Speyer et Stadtwerke Schifferstadt prévoient d'étudier la possibilité d'extraire du lithium du sous-sol du Rhin, dans l'ouest de l'Allemagne. L'eau thermale du sous-sol de la vallée du Rhin supérieur, riche en minéraux, offre la possibilité d'exploiter l'énergie géothermique pour produire de la chaleur et de l'électricité, mais aussi d'extraire du lithium. La société germano-australienne Vulcan Energy a des projets similaires et s'est vu octroyer cinq licences d'exploration dans la plaine du Rhin supérieur. Des doutes ont été émis quant à la rentabilité des projets de German Lithium GmbH visant à s'approvisionner en lithium au niveau national¹⁵⁵.

Si tous les gisements de géothermie étaient équipés d'une installation de collecte de lithium, entre 2 et 13% des besoins de l'Allemagne pourraient être satisfaits. Le prix (\$4,000 to \$5,000) devrait être voisin à celui du lithium issu de la production conventionnelle¹⁵⁶. Plusieurs incertitudes demeurent. Elles portent notamment sur le volume de la ressource disponible. Rien ne permet de garantir que les

¹⁵³ Benjamin Wehrmann, *Eastern German Saxony-Anhalt includes lithium extraction in state development plan*, CEW, 19 février 2024.

¹⁵⁴ Benjamin Wehrmann, *Eastern German Saxony-Anhalt includes lithium extraction in state development plan*, CEW, 19 février 2024.

¹⁵⁵ Hannah Naylor, *Local utilities to explore domestic lithium sourcing in Germany*, CEW, 10.08.2022.

¹⁵⁶ Valentin Goldberg is a researcher in the Department of Geothermal Energy and Reservoir Engineering at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT).

quantités de lithium resteraient stables sur plusieurs décennies. Une décade est envisageable, de l'ordre de 30 à 50% d'ici à 5 à 10 ans dans le cas allemand. Néanmoins, à la différence des gisements de gaz et de pétrole, les réserves de lithium se renouvellent de sorte qu'un flux stabilisé devrait être assuré pour environ 30 ans. Incidemment, cette activité pourrait en parallèle insuffler un nouveau dynamisme à la géothermie et modifier ainsi le modèle économique de cette composante de la transition énergétique.

Vulcan a obtenu en 2024 le permis d'extraction pour exploiter à la fois des gisements de géothermie et des gisements de lithium¹⁵⁷. Site d'extraction de lithium à Landau, Germany (90%). À la frontière entre Allemagne et République tchèque, les infrastructures d'une ancienne mine de tin. Zinnwald Lithium production de 12,000 tonnes of lithium hydroxide. La mine pourrait être en service pendant 35 ans en réutilisant les infrastructures de la mine d'étain d'Altenberg. L'extraction devrait commencer en 2028 au plus tôt. Un concentré est extrait du zinnwaldite, considéré comme plus respectueux de l'environnement que le minerai de spodumène plus couramment utilisé, par concassage, broyage et séparation magnétique. Ce concentré est calciné, c'est-à-dire qu'il est rendu soluble dans l'eau par torréfaction dans un four rotatif. La lixiviation à l'eau produit une solution à forte teneur en lithium. Après précipitation du sulfate de potassium qu'elle contient également, on obtient du carbonate de lithium, qui est transformé en hydroxyde de lithium pour batteries. Les sous-produits seront également commercialisés, par exemple comme engrais et comme charge de papier. Le partenaire Metso en Finlande évalue actuellement le processus à l'échelle pilote.

Le lithium en saumure verte de Landau - en parallèle avec l'énergie géothermique profonde. L'extraction de lithium dans le Fossé rhénan supérieur allemand a franchi une nouvelle étape. Fin novembre, la société Vulcan Energy Resources a inauguré la première usine d'extraction de lithium (LEOP) à l'échelle de la tonne à Landau, dans le Palatinat. Le processus a déjà été optimisé dans deux installations pilotes. Contrairement aux projets miniers susmentionnés, le lithium est extrait à Landau des eaux souterraines profondes contenant des sels de lithium (saumure) à l'aide d'un sorbant développé par Vulcan. Vulcan Energy Resources vise ainsi à réduire massivement l'empreinte de dioxyde de carbone souvent associée à l'extraction du lithium. Parallèlement, il est prévu de créer une centrale géothermique, c'est-à-dire d'extraire de l'énergie renouvelable en plus du lithium.

L'usine d'optimisation de l'extraction du lithium (LEOP) est considérée comme l'étape préliminaire d'une usine commerciale. Le chlorure de lithium y est produit en vue d'un traitement ultérieur dans le parc industriel Höchst de Francfort. L'usine CLEOP (Central Lithium Extraction Optimisation Plant) est construite à cet effet. Sa mise en service est prévue pour l'été 2024. Elle utilisera l'électrolyse pour convertir la solution de chlorure de lithium en hydroxyde de lithium monohydraté (LHM). Ce dernier est ensuite traité par cristallisation brute et pure et par séchage. L'hydroxyde de lithium sera utilisé pour les essais de préqualification. Le sous-produit, le chlorure d'hydrogène, est vendu dans le parc chimique. Une usine commerciale est ensuite prévue, qui produira 24 000 tonnes de LHM pour environ 500 000 batteries de voiture par an. Au total, le lithium produit dans le Fossé rhénan supérieur suffira à alimenter jusqu'à 400 millions de véhicules électriques.

¹⁵⁷ Riham Alkousaa, *Vulcan Energy starts its first lithium chloride production in Germany*, Reuters, 10.04.2024.

Espagne

Le gouvernement espagnol a lancé une stratégie minière en 2015 destinée à relancer l'exploitation minière et réduire la dépendance aux importations de matières premières. L'Andalousie, en particulier, est considérée comme un laboratoire pour ce renouveau minier, avec la réouverture de plusieurs mines et l'examen de nombreux permis. L'Espagne fait partie des États membres disposant d'un important potentiel minier. Lithium, cuivre, or, étain et terres rares sont présents dans le sous-sol espagnol. L'ouest de l'Andalousie est traversé par la ceinture pyriteuse ibérique qui se prolonge vers le Portugal. Riche en cuivre, c'est sur cette zone géologique d'exception qu'ont repris plusieurs projets d'exploitation. Depuis 2009, six mines ont rouvert et des centaines de permis sont à l'étude.

En Espagne, les 17 communautés autonomes disposent des compétences en matière de gestion du sous-sol. Elles octroient les concessions et délivrent les permis d'exploration aux entreprises et le gouvernement régional andalou se positionne clairement en faveur d'une relance de l'activité minière »¹⁵⁸. En 2015, la région lança sa « Stratégie minière 2020 » centrée sur le développement économique, l'extraction des métaux de la transition énergétique étant présentée comme une opportunité dans une région qui figure parmi les plus pauvres d'Espagne. L'Andalousie peut s'appuyer sur une « culture minière » dont les origines remontent à l'époque romaine. De la deuxième moitié du XIX^e s. à aujourd'hui, différentes périodes d'exploitation se sont succédé dont l'intensité a fluctué en fonction du cours des métaux. Au nord de la ville industrielle de Huelva, une mine de cuivre est exploitée par l'entreprise chypriote Atalaya Mining (près de 1 000 emplois). La région porte les stigmates de l'activité minière comme en témoignent les résidus miniers visibles à plusieurs endroits du territoire. La pollution du fleuve Rio Tinto due à la mine a été prouvée¹⁵⁹. Atalaya Mining souhaite à l'heure actuelle augmenter encore la capacité des bassins en faisant rehausser le barrage de 42m pour y placer 160 millions de tonnes de résidus supplémentaires. Le gouvernement régional a donné son feu vert.

France

La France bénéficie d'une tradition minière ancienne, qui remonte au 18^{ème} siècle. Depuis, plus de 4 000 titres miniers ont été délivrés par l'État, lesquels ont permis notamment l'exploitation du fer, de l'antimoine (au 19^{ème} siècle), l'or et le tungstène. L'activité minière s'est peu à peu éteinte pour des raisons de rentabilité et dans le contexte d'une montée en puissance de l'extraction minière dans des pays aux politiques environnementales plus permissives.

La France exploite néanmoins toujours des mines de sel (Landes, Lorraine, couloir rhodanien), de calcaires bitumineux (Ain), de bauxite (Hérault), d'or (Guyane), et de nickel (Nouvelle-Calédonie). En outre, la carrière d'Échassières (Allier) produit un concentré à tantale-niobium-étain¹⁶⁰. Concernant le cuivre, la France n'est plus présente sur l'amont de la chaîne de valeur depuis plus de deux décennies alors que ses réserves sont estimées à 850 kt.

¹⁵⁸ Doris Buu Sao, maîtresse de conférences à l'Université de Lille, « Faire advenir la mine "durable" en Europe? Discours institutionnels et impératif de relance minière, de l'Union européenne à l'Andalousie », *Revue Gouvernance*, vol. 18, n° 2, p. 16-41, 2021

¹⁵⁹ M. O. Alvarez, J. M. Nieto Linan, A. M. Sarmiento, C. R. Canovas, « La contaminación minera de los rios Tinto y Odiel », *Universidad de Huelva*, 2010

¹⁶⁰ <https://www.mineralinfo.fr/fr/ressources-minerales-france-gestion/mines-france>

Le dernier inventaire réalisé est, tout à la fois, obsolète car datant des années 1970 et limité car n'allant pas au-dessous de 300 mètres. Le Président de la République a annoncé en septembre 2023 la réalisation d'un nouveau grand inventaire minier, Un programme de prospection aéroportée a été initié, limité à l'Ouest du Massif central. Le BRGM a évalué entre 50 et 70 M€ le coût d'un inventaire complet du sous-sol français.

Le gouvernement a procédé par appels à projets « métaux critiques » (des financements provenant notamment du plan France 2030. Les projets soutenus par l'Etat devraient aboutir à une production représentant 40 % du lithium nécessaire aux gigafactories françaises et 30% du nickel et du cobalt.

Le site de production de lithium d'Imerys dans l'Allier devrait répondre à plus de 20 % des besoins en lithium des usines de batteries implantées sur le territoire français ¹⁶¹. Le site a obtenu 200 millions d'euros de crédit d'impôt (pour coût total du projet estimé à 1,8 milliard d'euros). Le site contiendrait 373 millions de tonnes de minerai, avec une teneur moyenne de 1% d'oxyde de lithium (Li₂O). La production commerciale est envisagée pour 2030, sous réserve d'une décision d'investissement prise en 2027¹⁶². L'activité minière sera souterraine. Les roches prélevées seront concassées directement en sous-sol avant d'être transportées jusqu'à une usine de concentration.

Mélangé à de l'eau, le lithium sera acheminé par canalisation jusqu'à une station de chargement avant de rejoindre l'usine de conversion, qu'Imerys prévoit d'implanter à Montluçon. Les déchets non exploitables seront compactés pour remplir les galeries creusées par l'exploitation de la mine ou dispersés dans des carrières de la région. Depuis l'annonce du projet, en octobre 2022, les opposants s'inquiètent des conséquences environnementales de l'exploitation, notamment sur la biodiversité et la pollution de l'air. La question de l'eau est également centrale, les opposants soulignant la fréquence des arrêtés sécheresse dans la région tandis que l'industriel promet de recycler l'eau à 90 %.

Par ailleurs, deux projets majeurs concernent le raffinage du nickel en France : le projet EMME près de Bordeaux, (production de sulfate de nickel et de cobalt de qualité batterie), et le projet GalliCam de Sibanye-Stillwater à Sandouville (Seine-Maritime) pour la production de matériaux actifs cathodiques pour batteries.

La totalité des besoins nationaux en terres rares lourdes pourrait également être sécurisée, ainsi que 90 % de la demande hexagonale en fils de cuivre d'ici 2028. Le recyclage de batteries est également soutenu, avec un site près de Dunkerque. Fondée en 2022, la start-up Battri est spécialisée dans le prétraitement des batteries usagées et des rebuts de production des gigafactories. Elle a inauguré, en juin, une usine de recyclage, à Saint-Laurent-Blangy, près d'Arras (Pas-de-Calais). Le site peut traiter 15 000 tonnes de batteries lithium-ion par an. Une deuxième ligne de production est envisagée d'ici fin 2026. L'activité consiste à broyer et à séparer les matériaux, afin de récupérer la «black mass», riche en métaux stratégiques (nickel, cobalt, graphite, lithium...)¹⁶³.

¹⁶¹ Juliette Roussel, « Métaux critiques : la France réaffirme sa stratégie de sécurisation des approvisionnements », *Les Échos*, 1 sept. 2025.

¹⁶² *L'Usine nouvelle*, septembre 2025.

¹⁶³ *L'Usine nouvelle*, septembre 2025.

Au total, l'Etat soutient ainsi 5,4 milliards € d'investissements dans la production de matières premières critiques. Ces projets devraient créer une quinzaine d'usines - et l'extension d'une dizaine de sites existants - ainsi que 3 800 emplois¹⁶⁴.

Le gouvernement français a par ailleurs négocié un plan de sauvetage pour le secteur déficitaire du nickel calédonien, y compris un engagement à fournir la chaîne d'approvisionnement des batteries en Europe, bien que les pourparlers soient au point mort en raison des tensions politiques entre les partis indépendantistes et loyalistes.

Plus généralement, la politique française s'est organisée autour de la nomination d'un délégué interministériel, d'un Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles (OFREMI), du lancement d'un fonds d'investissement de plus de 2Mds€, dont 500M€ de fonds publics via France 2030, dédié aux minerais et métaux critiques pour sécuriser l'approvisionnement de l'industrie française. En outre, 110 M€ ont été prévus par le plan « France relance » et 500 M€ par le plan « France 2030 ».

La simplification des procédures minières n'ayant pas de caractère environnemental s'inscrit comme un levier majeur d'accélération¹⁶⁵. En 2024, le Ministère de l'économie a annoncé des mesures de simplification bénéficiant à la fois à la géothermie et aux gisements de lithium. L'octroi d'un permis exclusif de recherches (PER) peut en effet prendre jusqu'à plus de 2 ans en France (contre 6 à 7 mois en Allemagne). L'évolution proposée permet de paralléliser, sur le modèle que ce qui a été introduit pour les autorisations environnementales dans la loi Industrie verte, les étapes de procédures d'instruction des permis exclusifs de recherches. Cette évolution vise à réduire le délai d'instruction des PER à 6-9 mois. La prise en compte des impacts environnementaux de la future exploitation n'est pas pour autant remise en cause, la simplification concernant uniquement l'octroi du permis de recherches, distinct de l'éventuelle demande de concession, mais également de l'autorisation environnementale des travaux miniers¹⁶⁶.

République tchèque

Le gouvernement, les investisseurs privés et l'UE voient dans l'exploitation du lithium dans les régions charbonnières en difficulté de la Tchéquie une opportunité de revitaliser l'économie tout en stimulant la transition écologique de l'Europe. La région de Cínovec, du côté tchèque de la frontière, recèlerait 3 à 5 % des réserves mondiales de lithium.

L'exploitation minière a historiquement joué un rôle important dans la vie économique et culturelle de la Bohême et de la Saxe depuis le XIIe siècle. L'argent, le fer, l'uranium, le lignite (charbon brun), le tungstène, l'étain, le cobalt et d'autres minéraux ont tous été exportés depuis les galeries locales. L'extraction du lignite dans les mines à ciel ouvert des monts Métallifères tchèques prendra fin dans quelques mois (plus tôt que dans le nord de la Bohême, où le charbon sera progressivement abandonné d'ici 2033 au plus tard). Depuis son apparition lors de la révolution industrielle, le lignite a profondément marqué les régions tchèques de Karlovy Vary et d'Ústecký, entraînant la destruction

¹⁶⁴ Juliette Roussel, « Métaux critiques : la France réaffirme sa stratégie de sécurisation des approvisionnements », *Les Échos*, 1 sept. 2025.

¹⁶⁵ Ministère de l'économie et des finances, Simplification des procédures minières pour accélérer la transition énergétique et renforcer la sécurité d'approvisionnement française Communiqué de presse, 12.04.2024.

¹⁶⁶ Ministère de l'économie et des finances, Simplification des procédures minières pour accélérer la transition énergétique et renforcer la sécurité d'approvisionnement française Communiqué de presse, 12.04.2024.

de villages et transformant de vastes étendues de terre en un paysage lunaire. De plus, l'industrie chimique implantée dans les contreforts a souvent causé des pluies acides et de la pollution. La pollution atmosphérique due à la combustion du lignite dans les centrales électriques reste un problème à ce jour.

En termes d'indicateurs socio-économiques, Karlovy Vary et Ústecký restent les régions les moins développées de Tchéquie. La plupart des gisements de lithium, d'étain et de tungstène sont situés du côté tchèque des monts Métallifères, à environ six kilomètres au nord de la ville de Dubí, dans la région de Teplice. L'extraction minière à Cínovec s'est poursuivie jusqu'en 1991, date à laquelle le gisement a été fermé en raison d'une baisse de rentabilité. Cependant, les nouvelles technologies minières, la hausse des prix de l'étain et du tungstène et l'importance croissante du lithium pour la transition énergétique ont ravivé l'intérêt commercial pour le site. GEOMET, une coentreprise entre la société australienne European Metals Holding (EMS) et le groupe ČEZ (dont l'actionnaire majoritaire est le gouvernement tchèque), prévoit d'extraire le minéral zinnwaldite contenu dans la roche granitique.

Des forages d'essai sont en cours à Cínovec depuis 2010, et 67 tests ont été réalisés à ce jour pour le lithium seul. À proximité immédiate du site se trouve également une décharge de sable provenant de l'extraction d'étain. Ce tas de sable, qui a été remis à ce jour, appartient au milliardaire tchèque Karel Janeček. Les maires des communes locales ont fait part de leur opposition à l'exploitation minière au Premier ministre tchèque Petr Fiala. Lors de sa visite sur le site de la mine prévue, M. Fiala a déclaré que la région d'Ústecký pourrait devenir la superpuissance européenne du lithium. Depuis, d'autres réunions publiques ont été organisées, mais les habitants estiment qu'ils manquent encore d'informations fondamentales sur le projet. L'étude de faisabilité promise est retardée, l'évaluation de l'impact environnemental n'est pas encore prête et le début de l'extraction est reporté.

« Les informations fournies par les sociétés minières changent constamment, la taille de la zone minière ne cesse de fluctuer », se plaint Stanislav Molnár, maire d'Újezdeček. Le traitement et le transport des minéraux manquent également de clarté : « Parfois, on dit que cela se fera par téléphérique, parfois par la forêt. » Selon M. Molnár, ces informations contradictoires, associées à la baisse continue des prix du lithium et au faible intérêt pour les voitures électriques alimentent les oppositions locales.

Portugal

En mai 2023, les autorités portugaises ont accordé l'autorisation d'exploitation de la mine de Covas do Barroso dans le nord du Portugal. Au Portugal, l'un des pays les plus prometteurs en termes de production de lithium¹⁶⁷, la mine de Barroso, épice de la production à venir suscite controverses et protestations. Les réserves seraient significatives¹⁶⁸. Huit permis d'explorer ont été signés et plusieurs autres sont en cours d'instruction. En cinq années, près de 40% de la surface de Barroso's a fait l'objet de prospections. Une superficie d'environ 550 km² est ouverte à la prospection avec deux sites principaux : "Mina do Romano," à Montalegre (LusoRecursos Portugal Lithium) et "Mina do Barroso," à Boticas (Savannah Resources Plc).

¹⁶⁷ Alexander Dunlap, Mariana Riquito, « Social warfare for lithium extraction? Open-pit lithium mining, counterinsurgency tactics and enforcing green extractivism in northern Portugal », *Energy Research & Social Science* 95 (2023)

¹⁶⁸ C. Chaves, E. Pereira, P. Ferreira, et al., *Concerns about lithium extraction: a review and application for Portugal*, *Extr.Ind.Soc.* 8 (3) (2021), 100928.

L'extraction moyenne de lithium de la mine devrait approcher les 1 450 000 tonnes de pegmatite léthifère par an, pendant les 11 à 12 ans de durée de vie prévue de la mine, ce qui correspond à une production de 175 kt/an de concentré de spodumène (6 % Li₂O). Le projet prévoit que 86 % de la production sera exportée.

La production animale est à la base de l'économie agraire de ces villes, dominée principalement par l'élevage extensif de bovins pour la viande, notamment pour la race indigène « vaca barrosã ». Ces villes maintiennent une économie rurale de subsistance avec très peu d'excédents et des niveaux de consommation relativement bas par rapport à d'autres régions du pays. La région de Barroso est reconnue pour être un important point chaud de la biodiversité au Portugal et a un fort potentiel pour devenir une importante unité de conservation de la biodiversité, car elle abrite d'importantes populations d'espèces végétales et animales endémiques ibériques, y compris des espèces menacées.

En outre, les fortes précipitations de cette région montagneuse font de Barroso l'une des zones du Portugal disposant des meilleures ressources en eau. Les habitants conservent des méthodes ancestrales de travail de la terre et de traitement des animaux. Pour ces raisons, en 2017, la région du Barroso a été la première du Portugal à être classée « patrimoine agricole mondial » et ajoutée aux « systèmes du patrimoine agricole d'importance mondiale » par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). La FAO a reconnu « l'authenticité du territoire, la manière traditionnelle de travailler la terre, de traiter le bétail et le communautarisme de ses habitants ». En effet, la grande majorité des terres de Barroso sont des terres communes, connues sous le nom de « baldios » ou « terras baldias »

Bien qu'il couvre également des terres privées, le projet minier de Savannah serait principalement situé sur des biens communs ou des baldios. Les baldios sont un type de propriété de nature spécifiquement communale, dont l'administration et la propriété relèvent de la seule responsabilité des « compartes », les propriétaires des terres communes (loi n° 75/2017 du 17 août). Pour utiliser les baldios, l'entreprise devrait signer un contrat de bail avec l'Assemblée des compartes pour une période de 20 ans, renouvelable pour un maximum de 80 ans. Si aucun accord n'est conclu entre l'entreprise et les compartes, des procédures d'expropriation seraient légalement possibles. L'entreprise devrait pour cela solliciter une expropriation pour « utilité publique ». Bien qu'existante depuis 2015, cette disposition n'a jamais été activée.

L'opposition au projet minier de Savannah provient de quatre sources principales. Tout d'abord, le fait d'avoir été témoin de l'exploitation minière dans la région pendant l'enfance, en particulier la mine de wolframite de Borralha (1902-1986), que les habitants décrivent comme une « ville fantôme » et un « village de veuves ». Le village de Minas da Borralha a été créé à dessein pour l'activité minière en 1902, et a été laissé à l'abandon après 1986, lorsque l'exploitation minière a pris fin.

À son apogée, les mines de Borralha employaient près de 2 000 travailleurs (essentiellement des hommes), dont beaucoup sont morts, directement ou indirectement, des conséquences de l'exploitation minière, d'où l'image collective d'un « village de veuves ». Cette expérience façonne les attentes et les préoccupations de la population locale à l'égard de l'exploitation minière. Tout en reconnaissant que l'activité minière de Borralha a généré des opportunités d'emploi à l'époque, les

habitants ont largement tendance à insister sur les coûts socio-écologiques passés, présents et futurs, ainsi que sur le fait que les opérations minières contemporaines sont hautement automatisées et exigent une main-d'œuvre hautement qualifiée, ce qui signifierait probablement que les habitants ne seraient pas employés dans la mine proposée.

Compte tenu de la réalité des mines à ciel ouvert, de l'utilisation intensive de l'eau et de la rupture des digues à stériles, entre autres conséquences, les habitants sont inquiets et préoccupés. L'hydrologue de Steven H. Emerman a publié un rapport expliquant que le projet de Savannah est « hautement expérimental » et ne respecte pas les normes de sécurité, en particulier en ce qui concerne l'infrastructure de gestion de l'eau pour le monticule de déchets et les résidus filtrés¹⁶⁹.

Le contexte économique est néanmoins incertain, la volatilité des prix du lithium pouvant fragiliser le modèle économique de certains projets. Au Portugal, le projet initié en 2021 par Galp (projet Aurora) à Setúbal a été abandonné en 2024 à la suite du renoncement d'un des principaux partenaires, Northvolt.

Autriche

Il existe également des projets prometteurs dans le domaine du lithium en Autriche, particulièrement avancés à Wolfsberg (Carinthie). European Lithium est responsable de l'exploration dans cette région. Selon European Lithium, le spodumène, la matière première contenant du lithium, pourrait être exploité dès 2025. Les quantités extraites devraient être suffisantes pour produire jusqu'à 10 000 tonnes d'hydroxyde de lithium par an. Toutefois, selon plusieurs sources autrichiennes, le lithium sera transformé en lithium de qualité batterie en Arabie saoudite. Installation d'extraction de lithium composée de plusieurs conteneurs blancs et de tuyauteries. Vulcan a commencé à produire du chlorure de lithium neutre pour le climat en avril. Il est produit à partir de saumures géothermiques provenant du Fossé rhénan supérieur et est ensuite transformé en hydroxyde de lithium dans le parc industriel de Höchst, à Francfort.

Le gouvernement italien a également annoncé la création d'un fonds « Made in Italy », doté d'un milliard d'euros de fonds publics. Aux Pays-Bas, Invest International (l'entité nationale d'investissement néerlandaise) a annoncé en mars 2025 le lancement d'un fonds d'investissement public-privé visant à garantir l'accès des Pays-Bas et de l'Europe aux matières premières essentielles. Au Royaume-Uni, un programme de financement de 15 millions de livres sterling a été lancé pour soutenir l'innovation dans les chaînes d'approvisionnement en terres rares, tandis que le Fonds souverain national a investi 24 millions de livres sterling dans un projet national lié au lithium. Le Royaume-Uni a également mis en place un fonds de transformation automobile de 850 millions de livres sterling afin de soutenir le développement d'une chaîne d'approvisionnement nationale en véhicules zéro émission. Ce fonds a été utilisé pour financer un projet de séparation des terres rares, un projet de raffinerie de lithium et un projet de lithium géothermique à partir de saumure. En octobre 2024, UK Export Finance a annoncé qu'il apporterait un soutien financier (sous forme de garanties de crédit) aux entreprises étrangères qui fournissent des minéraux essentiels aux entreprises britanniques, tandis qu'Atradius DSB (l'agence néerlandaise de crédit à l'exportation)

¹⁶⁹ S.H. Emerman, Testimony of Dr. Steven H. Emerman to the European Parliament. Public Hearing on Environmental and Social Impacts of Mining in the EU. Yes to Life, No to Mining/ European Commission. <https://yestolifenotomining.org/wp-content/uploads/2021/12/Prof-Emerman-Testimony.pdf>, 2021. Consulté le 12 février 2025.

teste actuellement un mécanisme de garantie de prêt pour les projets liés aux matières premières qui revêtent une importance économique pour les Pays-Bas.

Les fonds marins

L'exploitation des fonds marins est présentée par certains acteurs comme une alternative aux gisements terrestres et L'Autorité internationale des fonds marins (AIFM) négocie actuellement un cadre réglementaire pour l'exploitation des ressources des grands fonds marins¹⁷⁰.

Les gisements convoités se présentent sous trois formes : les agrégats sulfurés, les croûtes de cobalt et les nodules polymétalliques. Les nodules polymétalliques sont de petits cailloux qui reposent sur le fond marin et qui sont particulièrement recherchés pour leur forte teneur en nickel, cobalt, cuivre et manganèse. Les nodules polymétalliques contiennent environ 30 % de manganèse, 1,4 % de nickel, 1,14 % de cuivre et 0,2 % de cobalt. La zone Clarion-Clipperton est une zone particulièrement convoitée en raison de sa forte concentration en nodules. Elle se situe au milieu de l'océan Pacifique et couvre environ 4,5 millions de km² (soit la taille de l'Union européenne (UE)).

Les métaux concernés (principalement cobalt, cuivre, nickel et manganèse) sont contenus dans des sulfures polymétalliques (sur des cheminées hydrothermales) et des encroûtements cobaltifères (sur des monts sous-marins), mais surtout dans des nodules polymétalliques¹⁷¹, des galets formés par précipitation de ces métaux autour d'un noyau. Ils constituent l'intérêt principal de la mise en valeur des fonds marins aujourd'hui¹⁷².

Les ressources en manganèse, cobalt et nickel seraient bien plus importantes dans les eaux profondes que sur terre¹⁷³. Néanmoins, la rentabilité économique et la pertinence de l'exploitation des fonds marins restent débattues. L'environnement de la haute mer engendre des défis techniques et coûteux, et les technologies de batterie évoluent rapidement (voir plus haut). Sur le plan juridique, le potentiel minier se trouve au-delà des limites des juridictions nationales, dans ce que la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (CNUDM) appelle « la Zone », et les États peinent à s'entendre sur un cadre réglementaire.

La Zone est administrée par l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM), une entité des Nations unies définie par la CNUDM et créée par l'Accord de 1994. L'AIFM a pour mandat exclusif d'organiser et de contrôler les activités dans la Zone au profit de l'humanité. Il lui appartient donc d'établir un cadre pour l'exploration et l'exploitation des ressources minérales des grands fonds marins. Depuis 2014, l'organisation mène des négociations en vue d'élaborer un code minier international. Cependant, la tâche s'est avérée difficile.

Les Etats-Unis, n'ayant pas ratifié la CNUDM, ne sont pas légalement tenus de passer par l'AIFM pour obtenir un contrat d'exploitation. En avril 2025, Donald Trump signait un décret autorisant

¹⁷⁰ Emmanuel Hache, Émilie Normand, Candice Roche, *Seabed mining: a new geopolitical divide?* <https://www.polytechnique-insights.com/en/columns/geopolitics/seabed-mining-a-new-geopolitical-divide/>. 3 juillet 2024.

¹⁷¹ <https://www.ifremer.fr/fr/ressources-minerales/les-nodules-polymetalliques-des-galets-de-metaux-dans-les-abyssees>. Consulté le 12 novembre 2025.

¹⁷² Lucie Zhang, *Les grands fonds marins, un nouvel eldorado minier ?* <https://www.zenon.ngo/en/insights/les-grands-fonds-marins-nouvel-eldorado-minier-?>

¹⁷³ https://deepseamining.ac/opportunity_size#gsc.tab=0. Consulté le 12 août 2025.

l'exploitation minière en eaux profondes (*deep sea mining*)¹⁷⁴ et quelques pays envisagent l'exploitation minière dans leur ZEE¹⁷⁵. TMC a annoncé un plan controversé visant à obtenir l'autorisation d'exploitation minière des États-Unis plutôt que de l'AIFM, contournant ainsi la nécessité d'une autorisation internationale¹⁷⁶.

Malgré les réserves exprimées par de nombreux États, le Parlement norvégien a en janvier 2024 voté en faveur de l'autorisation de l'exploitation minière en eaux profondes¹⁷⁷, en commençant par une phase d'exploration, bien que les licences accordées soient techniquement des licences d'exploitation. Le gouvernement proposa 386 zones d'exploitation dans la mer de Norvège pour une éventuelle activité minière. À peine annoncée, l'exploitation des fonds marins a été suspendue en raison des protestations d'organisations environnementales et des mises en garde d'autres États européens comme la France (sans compter le scepticisme affiché par l'Autorité internationale des fonds marins, l'AIFM). En outre, le Parti socialiste, se déclara prêt à soutenir l'adoption du budget à condition que la procédure d'octroi des licences soit suspendue, ce qui a mis un terme au processus.

À ce jour, l'AIFM a délivré plus de 30 contrats d'exploration, couvrant plus de 1,5 million de kilomètres carrés de fonds marins. Ces permis sont détenus par un ensemble d'entités publiques, d'entreprises parrainées par l'État et d'entrepreneurs privés. Bien que les efforts d'exploration aient considérablement progressé, notamment la collecte de données géologiques et environnementales, aucune exploitation commerciale n'a encore eu lieu. En juillet 2025, le Conseil de l'ISA a décidé qu'aucune exploitation commerciale ne devait commencer tant qu'un cadre réglementaire complet n'était pas en place.

¹⁷⁴

<https://www.france24.com/fr/info-en-continu/20250425-trump-veut-ouvrir-l-extraction-mini%C3%A8re-sous-marine-en-eaux-internationales-un-coup-de-force>. Consulté le 5 septembre 2025.

¹⁷⁵ <https://deepseamining.ac/article/50#gsc.tab=0>. Consulté le 12 septembre 2025.

¹⁷⁶ <https://news.mongabay.com/2025/03/deep-sea-miner-tmc-seeks-u-s-approval-potentially-bypassing-global-regulator/>. Consulté le 12 août 2025.

¹⁷⁷ <https://news.mongabay.com/2024/01/really-a-sad-day-as-norway-votes-to-allow-deep-sea-mining-in-arctic-waters/>. Consulté le 16 juillet 2025.

Chapitre 6. Métaux alternatifs et recyclage

L'AIE estime que les mines et les projets de mines en cours ne permettront de satisfaire qu'à hauteur de 70% des besoins en cuivre et 46 % des besoins en lithium à l'horizon 2035 pour des scénarios sans sobriété, ce qui devrait entraîner une hausse des prix¹⁷⁸. Or, le développement de l'économie numérique génère un grand volume de déchets contenant des matériaux critiques réutilisables dans la production. Le recyclage permet ici de limiter la dépendance aux importations, de réduire les impacts environnementaux de la production de métaux et de contribuer à la contribution d'emplois sur le territoire européen.

La plupart des métaux peuvent en effet être recyclés à plusieurs reprises avec une perte minime de leurs propriétés, ce qui les distingue des énergies fossiles extraites pour n'être utilisées qu'une seule fois¹⁷⁹. L'enjeu technologique est cependant majeur¹⁸⁰ et la plupart des innovations nécessaires ne sont pas encore commercialisées à grande échelle¹⁸¹.

Recherche de matériaux alternatifs dans l'éolien et le photovoltaïque

Si de nombreuses éoliennes (notamment marines) abritent des aimants permanents dotés de terres rares, plusieurs industriels ont d'ores et déjà écarté ces composants. Des technologies alternatives existent en effet, une éolienne pouvant être dotée d'un générateur asynchrone ou synchrone sans aimants permanents (Enercon et Nordex comptent parmi les fabricants concernés). Le recours aux aimants en ferrite permet de réduire le recours aux terres rares mais de tels aimants ne sont pas jugés aujourd'hui suffisamment efficaces (les aimants en néodyme ont un produit énergétique magnétique environ 10 fois supérieur à celui des aimants en ferrite). Ces derniers résistent moins bien aux températures élevées. Ils peuvent être en outre se fissurer ou de se briser sous l'effet de contraintes alors même que les éoliennes sont exposées à des niveaux élevés de vibrations et de contraintes mécaniques. Ils peuvent néanmoins être utilisés dans des éoliennes plus petites ou de moindre puissance, où leur coût moindre et leur durabilité sont plus pertinents. D'autres solutions pourraient à l'avenir intégrer des matériaux supraconducteurs et des aimants permanents à base de ferrite (moins dépendants des terres rares), voire des aimants recyclés. De telles évolutions n'auront néanmoins qu'un impact limité sur le marché des terres rares (le secteur éolien compte pour environ 5% de la demande dans ce domaine).

Si le néodyme et le dysprosium constituent les principaux métaux critiques dans le secteur de l'éolien, l'argent est devenu un élément critique dans celui du photovoltaïque. La forte hausse des cours a en effet conduit certains producteurs à envisager des alternatives dans le contexte d'une concurrence forte entre industriels chinois. Longi Green Energy Technology Co. a ainsi commencé en 2025 à remplacer l'argent par des métaux communs dans ses cellules solaires afin d'atténuer la flambée du

¹⁷⁸ Agence internationale de l'énergie, *Recycling of critical materials*, 2024.

¹⁷⁹ Turner, A. (2023) "Myths are clouding the reality of our sustainable energy future". Financial Times. 20 July 2023.

¹⁸⁰ Burke, S., Hughes, L., Huy, P., Vekasi, K., and Wu, Y.-H. (2022). Critical minerals -global supply chains and Indo-Pacific Geopolitics. The National Bureau of Asian Research. NBR Special Report #102. https://www.nbr.org/wp-content/uploads/pdfs/publications/sr102_criticalminerals_dec2022.pdf

¹⁸¹ IRENA (2023). The Geopolitics of the Energy Transformation: Critical Minerals. International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi.

coût de ce métal précieux. En octobre 2025, le cours de l'argent, qui se situait autour de 50 dollars l'once, représentait plus de 17 % du prix par watt des modules solaires, contre 12 % deux mois auparavant et 3 % en 2023. D'autres fabricants solaires chinois ont adopté une approche similaire, notamment Jinko Solar Co., qui a déclaré en décembre qu'il pourrait atteindre en 2026 une production à grande échelle de panneaux utilisant des métaux de base tels que le cuivre. Shanghai Aiko Solar Energy Co., un concurrent de moindre envergure, a déjà lancé la production de cellules solaires sans argent, avec une capacité initiale de 6,5 gigawatts. Le recours à des matériaux alternatifs tels que le cuivre peut néanmoins entraîner des coûts d'assemblage plus élevés. La demande en argent du secteur solaire devrait néanmoins baisser malgré la forte croissance du photovoltaïque dans le monde dans le monde.¹⁸²

Pour l'éolien comme pour le photovoltaïque et les batteries, une des options les plus réalistes et les plus attractives est le recyclage pour lequel le cadre réglementaire européen est en évolution et devrait permettre une mise en œuvre plus rapide des principes de l'économie circulaire.

Opportunités du recyclage

D'ici à 2030, l'UE vise à extraire sur son sol 10% des métaux jugés critiques, à en raffiner 40% et à recourir à hauteur de 25% à des matériaux recyclés. Le recyclage, déjà pratiqué pour un large éventail de métaux, permet de réduire outre les importations, l'empreinte carbone et les conséquences environnementales de l'extraction minière. L'objectif relativement modeste arrêté par l'UE illustre néanmoins les difficultés auxquelles les Européens se heurtent pour mettre en pratique dans ce secteur et dans des délais rapprochés les principes de l'économie circulaire.

Selon l'AIE, la montée en puissance du recyclage pourrait réduire les besoins en production de minéraux primaires de 25 à 40 % d'ici 2050 et permettre d'économiser entre 600 et 800 milliards de dollars en investissements miniers. S'agissant des « grands » métaux industriels comme l'aluminium, le cuivre, le nickel, etc., ils sont recyclés au-delà de 50 % – et même jusqu'à 95 % au moins pour le plomb. L'utilisation de ferraille recyclée représente aujourd'hui 40 à 60 % des intrants de la production de métaux dans l'UE. Cependant, le taux de croissance actuel du recyclage des matériaux est insuffisant pour répondre à la demande croissante¹⁸³. Si certains métaux ont des taux de recyclage élevés (cuivre, zinc par exemple) mais pour plusieurs métaux nécessaires aux énergies renouvelables et à la mobilité électrique, comme les terres rares, le lithium, le gallium ou l'indium, la contribution du recyclage est peu significative¹⁸⁴.

Or, le recyclage réduit la nécessité de développer de nouvelles mines de 35 % pour le cuivre et le cobalt, de plus de 20 % pour le lithium et de 15 % pour le nickel d'ici à 2050. Dans un scénario qui respecte les engagements en matière de climat, cette réduction passe à 25-40 %. L'amélioration du recyclage des minéraux critiques offre à des avantages financiers et de durabilité substantiels, réduisant les besoins d'investissement dans l'exploitation minière d'environ 30 % jusqu'en 2040. Le recyclage peut également atténuer les impacts environnementaux et sociaux associés à la production de minerais sur le site. En moyenne, les minéraux recyclés pour la transition énergétique tels que le

¹⁸² Longi Joins China Solar Push to Cut Costs by Reducing Silver, Bloomberg News, 5 janvier 2026.

¹⁸³

<https://www.iea.org/news/policy-momentum-behind-critical-minerals-recycling-gathering-pace-but-greater-uptake-required>. Consulté le 12 juillet 2025.

¹⁸⁴ Commission européenne, *Résilience des matières premières critiques: la voie à suivre pour un renforcement de la sécurité et de la durabilité* COM(2020) 474 final, Bruxelles, 3.09.2020.

nickel, le cobalt et le lithium génèrent 80 % moins d'émissions de gaz à effet de serre que les matériaux primaires issus de l'exploitation minière¹⁸⁵. Aluminium France rappelle ainsi que l'aluminium recyclé économise 95 % d'énergie par rapport au matériau primaire, et divise en moyenne son coût carbone par 4.

Pour les seuls panneaux photovoltaïques, l'UE-27 devrait compter entre 6 et 13 millions de tonnes d'équipements à recycler d'ici à 2040 (entre 21 et 35 millions de tonnes d'ici 2050). Un montant sensiblement supérieur est attendu dans le cas des éoliennes¹⁸⁶. 5 700 éoliennes devraient être chaque année démantelées en Europe d'ici 2030, provenant du renouvellement de parcs éoliens ou d'installations arrivant en fin de vie. Plus de 14 000 pales d'éoliennes devraient être mises hors service dans toute l'Europe¹⁸⁷, et la quantité de déchets provenant du secteur de l'éolien devrait dépasser 3 millions de tonnes de déchets chaque année en 2050¹⁸⁸. Autant de déchets nécessitant des méthodes de traitement et de recyclage spécifiques qui ne sont pas encore très répandues en Europe aujourd'hui¹⁸⁹.

Un potentiel significatif

Selon T&E¹⁹⁰ d'ici 2030, jusqu'à un cinquième de tous les matériaux utilisés dans les batteries pourrait en Europe provenir du recyclage. Le lithium, le nickel, le cobalt et le manganèse récupérés pourraient couvrir jusqu'à 40 % de la demande d'ici 2030 si toutes les batteries étaient collectées et les déchets de production inclus, pour atteindre plus des deux tiers d'ici 2040, selon le métal. Avec l'augmentation de la production des gigafactories de batteries à travers l'Europe et l'arrivée à échéance de la durée de vie des batteries pour véhicules électriques et systèmes de stockage d'énergie, l'Europe devrait disposer de près de 120 GWh de matières premières disponibles pour le recyclage d'ici 2030, et quatre fois plus d'ici 2040¹⁹¹. Une fois recyclés, le lithium, le nickel, le cobalt et le manganèse récupérés devraient couvrir entre 14 % et 40 % de la demande des véhicules électriques (VE) et du stockage d'énergie (ESS) d'ici 2030, pour atteindre 24 % à 68 %, soit jusqu'à deux tiers, d'ici 2040, selon le métal.

Élément essentiel dans toutes les compositions chimiques des batteries lithium-ion (qu'il s'agisse de NMC, LFP ou autres), le lithium restera longtemps indispensable dans les batteries. T&E estime que sa récupération à partir des batteries usagées et des déchets de production couvrira environ 14 % de la demande tout au long des années 2030, pour atteindre 33 % d'ici 2040, à mesure que davantage de batteries arriveront en fin de vie. Ce chiffre est inférieur à l'objectif de référence de 25 % fixé dans la loi sur les matières premières critiques d'ici 2030 (mais supérieur aux objectifs minimaux de contenu recyclé fixés dans le règlement européen sur les batteries).

¹⁸⁵ IEA, *2025 outlook*, Paris, 2025.

¹⁸⁶ Beauson, J., et al., 2022, 'The complex end-of-life of wind turbine blades: A review of the European context', *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 155, p. 111847.

¹⁸⁷ Wind Europe, *No blade left behind: the wind sector's commitment to sustainable blade solutions*, 3 juillet 2025.

¹⁸⁸ Centre de recherche commun, *There's new waste coming from the transition to renewables. How to reuse and recycle it?*, News announcement, 11 mars 2025.

¹⁸⁹ https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/theres-new-waste-coming-transition-renewables-how-reuse-and-recycle-it-2025-03-11_en. Consulté le 12 septembre 2025.

¹⁹⁰ T&E, BRIEFING, What Strategic Projects to select. T&E recommendations on the implementation of the EU Critical Raw Materials Act, septembre 2024.

¹⁹¹ En supposant un taux de collecte de 100 %. Les batteries EV ont une durée de vie pouvant atteindre 12 ans dans leur première application, la plupart étant mises hors service entre 8 et 12 ans et certaines étant réutilisées dans des applications de seconde vie pendant 5 années supplémentaires. Pour les batteries stationnaires, l'analyse se base sur une durée de vie de 10 ans et part de l'hypothèse de taux de récupération de 80 % pour le lithium et de 95 % pour le nickel, le cobalt et le manganèse.

Néanmoins, il existe un potentiel de hausse considérable si les taux de récupération dépassent le niveau de 80 % fixé dans le règlement sur les batteries, ce qui est réalisable grâce aux progrès technologiques. Au moins 90 % du lithium devrait être récupéré à partir des déchets industriels et des batteries en fin de vie. Les composés chimiques contenant du nickel continueront d'être utilisés dans les batteries en raison de leur autonomie et de leur densité énergétique supérieures, mais leur part devrait progressivement diminuer au profit d'alternatives telles que les chimies LFP et le LMFP (voir plus haut). Le nickel récupéré à partir des batteries des véhicules électriques et des systèmes de stockage d'énergie devrait représenter 22 % de la demande en 2030, et plus du double, soit 49 %, d'ici 2040. Ce chiffre est conforme aux références du CRMA (et bien supérieur aux niveaux minimaux fixés dans le règlement européen sur les batteries).

Le cobalt a été progressivement remplacé dans certains composés chimiques en raison de la volatilité des prix et des préoccupations environnementales et sociales liées à son extraction en RDC. Sa demande pour les batteries des véhicules électriques et des systèmes de stockage d'énergie devrait se stabiliser vers 2035, tandis que les batteries utilisant des composés chimiques traditionnels à forte teneur en cobalt arriveront en fin de vie, ce qui entraînera une augmentation de la part du cobalt recyclé par rapport à la demande. T&E estime que le cobalt recyclé représentera 40 % de la demande en 2030 et 68 % en 2040, ce qui signifie que le recyclage du cobalt pourrait dépasser largement l'objectif fixé par le CRMA pour 2030.

Le manganèse devient peu à peu un substitut partiel au cobalt et au nickel dans les nouvelles compositions chimiques des batteries en raison de son coût inférieur et de sa densité énergétique élevée. À mesure que ces nouvelles compositions chimiques se développent, la teneur en manganèse recyclé devrait atteindre 18 % de la demande d'ici 2030 et 25 % d'ici 2040, avec des fluctuations pendant cette période reflétant l'évolution du marché.

Bien qu'il existe un potentiel important pour répondre à la demande en batteries à partir de sources secondaires, cela ne se fera pas sans un soutien politique et industriel accru. Pour réaliser ce potentiel, l'Europe devra considérablement développer ses capacités de recyclage. Quelque 75 installations de recyclage de batteries, couvrant le prétraitement et la récupération des matériaux, sont envisagées d'ici 2030 dans toute l'Europe. Une difficulté supplémentaire réside dans le fait qu'aujourd'hui, les capacités de prétraitement installées (qui consistent à décharger, démonter et broyer les batteries) dépassent encore les capacités de récupération des matériaux (qui consistent à extraire les métaux eux-mêmes pour les utiliser dans la fabrication de nouvelles batteries).

Cela conduit à l'exportation de matériaux intermédiaires (ou « black mass/masse noire », qui contient des métaux précieux comme le nickel, le cobalt et le lithium) vers l'étranger, privant l'Europe de ses matériaux précieux. La récupération des matériaux est également le domaine où la valeur ajoutée est la plus importante, et sa technologie est similaire à celle de l'industrie de transformation des métaux. 33 projets de récupération des matériaux ont été annoncés à travers l'Europe, mais plus d'un quart d'entre eux reste incertain.

L'enjeu : éviter l'exportation des déchets

Un défi majeur pour l'UE est donc de décourager l'exportation de déchets appelés à être recyclés. En 2024, les exportations de matières premières recyclables de l'UE vers les pays tiers a diminué de 8,2 %

par rapport à l'année précédente mais par rapport à 2004, la hausse de ces exportations avoisinait 60%¹⁹². Près de 40% des déchets recyclés rejoignent la Turquie (suivie par l'Inde). Le pays dispose en effet d'une tradition dans l'industrie et les défis logistiques sont mesurés en raison de la proximité géographique. À titre d'exemple, 40% seulement des déchets de cuivre sont recyclés sur le sol européen, le reste étant exporté même si l'UE est importatrice nette de ce métal¹⁹³.

En somme, des métaux quittent l'Europe sous forme de déchets pour être éventuellement réintégrés dans les pays européens sous forme de produits finis. Selon Eurofer et European Aluminium, ces exportations de ferraille « sont une occasion manquée pour les ambitions de l'Europe en matière de décarbonisation, d'autonomie stratégique et de compétitivité ». À l'heure où l'industrie européenne de l'acier est confrontée au protectionisme américain et aux bas prix chinois, l'enjeu pour l'UE est de réduire les exportations de ferraille sans fragiliser les filières de recyclage dont le modèle économique repose entre autres sur l'exportation vers les pays-tiers.

Inverser cette tendance suppose que les déchets soient mieux triés et traités afin de satisfaire aux exigences des industries de l'aval. La Commission européenne prévoit ici d'imposer des exigences en matière de recyclabilité et/ou de contenu recyclé pour différents groupes de produits dans le cadre de la loi sur l'économie circulaire prévue pour le quatrième trimestre 2026. Cette loi devrait notamment proposer de nouveaux mécanismes permettant au marché des déchets de mieux fonctionner, énoncer de nouveaux critères pour classifier les déchets et imposer de nouveaux outils numériques pour assurer la traçabilité des métaux.

Au final, les éoliennes comme les panneaux solaires apparaissent en grande partie recyclables mais des avancées réglementaires européennes et des innovations apparaissent encore nécessaires pour faciliter le recyclage des pales d'éoliennes et des métaux encapsulés dans les panneaux solaires et assurer que l'essentiel de la production manufacturière demeure (dans le cas de l'éolien) ou revienne (dans le cas du photovoltaïque) sur le sol européen.

La capacité mondiale de recyclage des batteries est dominée par la Chine avec plus de 80 % de la capacité mondiale pour les étapes de prétraitement et de récupération des matériaux. Il existe actuellement une concurrence importante pour la « black mass » (la principale matière première pour le recyclage des batteries) en raison d'une capacité de recyclage excédentaire importante en Chine. Le premier enjeu est d'alimenter les usines européennes de recyclage (en interdisant notamment l'exportation de la « black mass » comme acté dans le plan ReSource EU).

Limites du recyclage

Le recyclage présente plusieurs limites. Sur le plan technique, l'usure liée au deuxième principe de la thermodynamique (Nicholas Georgescu-Roegen) est qu'un recyclage à 100 % est illusoire. Des pertes surviennent au fil des cycles de recyclage. La présence d'alliages rend en outre la collecte et le recyclage des métaux complexes. Les métaux ne sont pas utilisés dans leur forme pure, mais de petites quantités de métal sont généralement mélangées à un ou deux « grands » métaux : par exemple, dans l'acier pour améliorer ses qualités, mais aussi pour fabriquer des laitons, ou des

¹⁹² <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20250424-2>.

¹⁹³ Euric, *Metal recycling Factsheet*.

alliages « high tech » en très petites quantités dans les appareils électroniques. Selon les mélanges, et en fonction des quantités, une partie de la ressource n'est pas récupérable en fin de vie.

Autre limite majeure au recyclage : l'usage des métaux sous forme non pas métallique mais chimique. Le titane est ainsi employé à 95 % comme colorant blanc universel, dans les cosmétiques, les plastiques, etc. Le cobalt, lui, sert à faire du bleu, le chrome du vert ou du jaune, etc. De même, l'antimoine est intégré dans les produits électroniques comme retardateur de flammes. L'étain et le cuivre sont présents dans les peintures anti-algues pour les bateaux, etc. Récupérer ces métaux dispersés est impossible. Au final, les métaux de spécialité, employés en très petites quantités ou dans des alliages – comme beaucoup de métaux utilisés dans l'électronique, ou les terres rares –, ont souvent des taux de recyclage qui se situent entre 1 et 10 %¹⁹⁴.

Un rapport de l'ADEME¹⁹⁵ montre que les freins au recyclage des métaux résident en outre dans l'absence de valorisation ou d'incorporation de certaines matières premières qui les composent. En effet, les technologies utilisées conduisent encore souvent à leur recyclage en boucle ouverte, c'est-à-dire sans réincorporation de ces matières dans des applications similaires à celles d'où elles proviennent, voire à leur exportation vers des pays tiers. La France est ainsi un exportateur majeur de matières premières. Cette tendance est renforcée par le fait que la demande est nettement inférieure aux matières disponibles en raison de la désindustrialisation, des cahiers des charges de certains clients finaux et des procédés de production des métaux, qui conduisent à favoriser les matières premières vierges comme intrants principaux.

Les enjeux du recyclage du cuivre

Secteur du recyclage du cuivre dans l'UE. Le cuivre est le meilleur conducteur d'électricité après l'argent. C'est le troisième métal le plus utilisé dans l'industrie manufacturière, où il sert à fabriquer divers produits tels que des tuyaux, des composants électriques et des câbles électriques. Par exemple, un ordinateur contient environ 1,5 kg de cuivre, une maison type environ 100 kg et une éolienne 5 tonnes. 44 % de la demande en cuivre de l'UE provient de sources recyclées. 70 % du cuivre présent dans les produits en fin de vie est recyclé. 90 % du cuivre présent dans les infrastructures civiles est recyclé.

En utilisant des déchets de cuivre, nous réduisons les émissions de CO₂ de 65 %. Le recyclage du cuivre permet d'économiser 85 % de l'énergie nécessaire à la production primaire. Bien que la quantité de cuivre secondaire envoyée vers les installations de traitement nationales soit complétée par des importations de déchets et de débris de cuivre, en termes absolus, l'UE-28 est un exportateur net de cuivre secondaire.

Le cuivre est l'un des rares matériaux pouvant être recyclé à plusieurs reprises sans perte de performance. Indéfiniment recyclable, le cuivre symbolise la circularité, grâce à des processus industriels élaborés qui permettent d'extraire du cuivre pur à partir de sources secondaires. Cependant, le recyclage, bien qu'il soit une source importante de cuivre, ne peut pas répondre à la demande à lui seul. Même si 100 % des produits en cuivre étaient recyclés en fin de vie, cela ne

¹⁹⁴ <https://reporterre.net/La-croissance-verte-est-une-mystification-absolue>

¹⁹⁵ Étude du potentiel d'amélioration du recyclage des métaux en France, Pierrick Drapeau, Louis Ollion, Guillaume Bouyer, ADEME, décembre 2023.

réduirait la demande de cuivre provenant de sources primaires que de 26 % d'ici à 2050. La demande mondiale ne peut être entièrement satisfaite qu'en combinant l'extraction et le recyclage du cuivre.

le recyclage préserve les précieuses ressources naturelles, économise l'énergie et réduit les émissions de CO₂. Le recyclage du cuivre contribue à une transition progressive vers une économie plus circulaire. Cependant, le cycle ne peut être complètement bouclé pour deux raisons. Premièrement, la demande continuera d'augmenter en raison de la croissance démographique, de l'innovation produit et du développement économique. Deuxièmement, dans la plupart des applications, le cuivre reste en service pendant des décennies avant d'être prêt à être recyclé et réutilisé. Par conséquent, la demande croissante de cuivre nécessitera une combinaison de matières premières provenant des mines (cuivre primaire) et de matériaux recyclés (cuivre secondaire). Au cours de la dernière décennie, environ 32 % de la consommation annuelle de cuivre provenait de sources recyclées.

Il reste que les projets industriels de recyclage se multiplient en Europe. En 2023, Atlantic Copper, filiale de Freeport-McMoRan, a lancé dans le port industriel andalou de Huelva le projet Circular pour traiter à partir de 2026 au moins 60 000 tonnes de déchets électriques et électroniques par an. En France, Nexans a investi 90 millions d'euros dans sa fonderie de cuivre de Lens pour accroître notamment ses capacités de recyclage¹⁹⁶.

Améliorer le recyclage et l'incorporation des cuivre recyclé en France suppose toutefois d'améliorer la traçabilité des flux de cuivre, de soutenir la demande en cuivre recyclé (via des passeport produits, des réglementations sur les taux de réincorporation et en imposant des prescriptions techniques contraignantes sur l'origine du cuivre et non sur sa qualité, de limiter les exportations légales et illégales des déchets de cuivre.

Les enjeux du recyclage des batteries

La pyrométallurgie est le procédé de recyclage dominant aujourd'hui, permet uniquement de valoriser nickel, fer, cobalt et manganèse sous forme d'alliages ou de ferro-alliages, donc pour d'autres usages que la batterie (boucle ouverte). Lithium et aluminium sont définitivement perdus.

Défis techniques

L'évolution de la réglementation européenne a conduit à recourir davantage à l'hydrométallurgie. Celle-ci n'intervient qu'à l'issue de plusieurs opérations préalables, qui requièrent un savoir-faire industriel. Après la décharge profonde, le démantèlement, le déchiquetage de la batterie viennent les étapes de récupération de l'électrolyte, de séparation des différentes matières pour récupérer la majorité du fer et de l'aluminium. Plastiques, liants et graphite sont écartés à l'aide d'opérations mécaniques et thermiques. Une poudre contenant les espèces métalliques à valoriser (nickel, cobalt, lithium, manganèse) est obtenue : la « black mass ». La phase suivante consiste à dissoudre la poudre active dans un bain acide (lixiviation). Une fois les sels métalliques obtenus, ils sont vendus à des fabricants de précurseurs afin de produire de nouvelles cathodes.

Huayou Recycling, une filiale de Huayou Cobalt, a conclu en 2023 un partenariat avec la start-up allemande Tozero pour fournir des déchets provenant de batteries de véhicules électriques et Huayou

¹⁹⁶ Laurent Rousselle, L'Usine nouvelle 22 octobre 2024

Cobalt a construit la même année sa première usine européenne de production de matériaux actifs cathodiques à haute teneur en nickel (CAM) en Hongrie. Sung Eel Hi Tech Europe a investi dans des installations de recyclage en Hongrie et en Pologne¹⁹⁷.

Une valorisation en 'boucle' des métaux stratégiques contenus dans les batteries contribuerait à la sécurisation des approvisionnements mais elle nécessite des infrastructures coûteuses pour la collecte, le tri, le pré-traitement et la transformation des minerais, ainsi qu'une adaptation technologique constante aux chimies des batteries des véhicules électriques. Les défis sont tels que certains projets ont été abandonnés.

Le projet commun d'Orano et de Stellantis a ainsi été écarté¹⁹⁸ de même que le projet d'Eramet pour une usine de récupération à Dunkerque¹⁹⁹. « *Il n'y a pas aujourd'hui de modèle économique en Europe pour le recyclage des batteries* », affirme la PDG d'Eramet²⁰⁰. Le ralentissement des ventes de véhicules électriques oblige les industriels à revoir à la baisse les volumes sur lesquels ils peuvent compter. En outre, la lente montée en puissance des gigafactories implique que les rebuts (batteries défectueuses) sont moins abondants que prévu.

Une autre contrainte réside dans l'incertitude autour de la chimie qui sera dominante : NMC ou LFP ? (voir plus haut). Les batteries LFP contiennent moins de métaux critiques. Selon les données de Fastmarkets, une tonne de « black mass » issue de batteries NMC contient environ 7 000 dollars de métaux contre seulement 3 000 dollars pour la « black mass » d'une batterie LFP, où seul le lithium est récupéré. Dans ce contexte, le modèle économique et la rentabilité des sites de recyclage est sujet à caution.

Le design des batteries est un défi supplémentaire tant certaines batteries sont conçues sans tenir compte de leur recyclabilité et les documents techniques fournis par les équipementiers manquent de détails. Des directives plus claires concernant le tri des batteries en fonction de leur composition chimique telles qu'exigées à terme par le Règlement européen sur les batteries de 2023 seraient précieuses. Enfin, les acteurs industriels peinent parfois à tirer profit des matières recyclées²⁰¹. Au final, « L'industrie européenne du recyclage des batteries en est encore à ses balbutiements, mais nous avons déjà atteint un niveau de réglementation équivalent à un doctorat » conclut un acteur du marché²⁰².

Un écosystème émerge néanmoins

Environ 8 millions de batteries lithium-ion devraient atteindre leur fin de vie en Europe dans les cinq prochaines années, selon S&P²⁰³. Le règlement européen sur les batteries (voir plus haut), qui vise la récupération de 80 % du lithium en 2031, devrait favoriser l'hydrométallurgie. Celle-ci ne garantit

¹⁹⁷

<https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/112824-eu-battery-recycling-industry-faces-multiple-scale-up-challenges>. Consulté le 10 septembre 2025.

¹⁹⁸ Étienne Goetz, « Eramet teste grandeur nature le recyclage de batteries », *Les Échos*, 15 nov. 2023.

¹⁹⁹ Étienne Goetz, « Eramet suspend son projet de recyclage à Dunkerque et accélère dans le lithium en Argentine », *Les Échos*, 24 octobre 2024.

²⁰⁰ Étienne Goetz, « « Il n'y a pas aujourd'hui de modèle économique en Europe pour le recyclage des batteries », affirme la PDG d'Eramet », *Les Échos*, 24 octobre 2024.

²⁰¹ Aurélie Barbaux, « Les industriels européens des batteries en quête de cobalt et lithium recyclés », *L'Usine nouvelle*, 1^{er} septembre 2021.

²⁰²

<https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy-transition/112824-eu-battery-recycling-industry-faces-multiple-scale-up-challenges28>. Consulté le 12 octobre 2025.

²⁰³ Denis Fainsilber, « Ceva Logistics a développé un site pilote de traitement des batteries en Belgique », *Les Échos*, 9 septembre 2025.

pas un recyclage intégral des cellules stockant l'énergie et on y trouve du lithium, du nickel, du cobalt et du manganèse, du graphite et parfois du silicium sans oublier le cuivre, l'aluminium, le plastique, etc.

Le plus souvent, seuls les matériaux ayant la plus grande valeur sont valorisés. L'enjeu est de limiter la dégradation de la matière lors du prétraitement. Dans cette optique, le CEA-Liten et Orano ont développé un procédé sans broyage qui sépare les métaux actifs du graphite, afin de limiter les étapes chimiques et réutiliser le graphite au sein de nouvelles batteries. La start-up grenobloise Mecaware vise à séparer tous les métaux de la black mass en peu d'étapes.

En Finlande, l'énergéticien Fortum a également investi dans le recyclage des batteries. Un prétraitement a lieu à Ikaalinen, qui consiste à décharger les batteries, à retirer leur enrobage d'aluminium et de câbles puis à broyer les cellules pour obtenir la « black mass ». À Harjavalta, la deuxième étape consiste à dissoudre la « black mass » dans de l'acide pour séparer les matériaux et éliminer les impuretés. Un raffinage dit hydrométallurgique qui réutilise le maximum de métaux critiques au sein de nouvelles batteries²⁰⁴.

Mecaware, une spin-off de l'Institut de chimie et de biochimie moléculaires et supramoléculaires (Université de Lyon) a initié un process en rupture avec l'hydrométallurgie. Sa technologie ne requiert ni acide, ni extractant pétrosourcé et ne rejette aucun effluent liquide polluant. Les matériaux critiques des batteries (lithium, cobalt, nickel, manganèse, lanthanides) sont extraits avec des niveaux de pureté supérieurs à 90%²⁰⁵. Le recycleur français de batteries Snam, a pour sa part noué une collaboration avec le CEA et le CNRS et produit des sulfates de nickel au grade de pureté nécessaire à la fabrication de cathodes²⁰⁶. L'entreprise coopère avec 14 marques mondiales.

Opportunités et défis du recyclage dans le photovoltaïque

Dans le secteur photovoltaïque, le recyclage des panneaux solaires est en Europe une obligation légale en vertu de la directive relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques²⁰⁷. La plupart des États-membres ont institué une responsabilité élargie des producteurs qui oblige les fabricants à assumer la responsabilité de l'ensemble du cycle de vie de leurs produits, y compris leur élimination et leur recyclage. L'enjeu est ici d'assurer la collecte des panneaux en fin de vie (via l'éco-organisme Soren dans le cas français) et de les recycler dans des conditions de rentabilité optimales. La technologie de recyclage la plus répandue ne permet de récupérer que le cadre en aluminium, le boîtier de jonction contenant du cuivre et, parfois, le panneau de verre avant. Pour récupérer et recycler les matériaux encapsulés de grande valeur (l'argent notamment), différentes méthodes (physiques, thermiques ou chimiques) existent²⁰⁸ et des start-up s'installent sur ce marché²⁰⁹.

²⁰⁴ Nathan Mann, « En Europe, le recyclage des batteries accélère malgré un modèle économique encore incertain », *L'Usine nouvelle*, 22 février 2024.

²⁰⁵ Aline Nippert, « Hydrométallurgie : La deeptech Mecaware veut recycler des batteries grâce au CO₂ », *Les Échos*, 07 octobre 2021.

²⁰⁶ Aurélie Barbaux, « Les industriels européens des batteries en quête de cobalt et lithium recyclés », *L'Usine nouvelle*, 1^{er} septembre 2021.

²⁰⁷ La directive fixe des objectifs minimaux de collecte et de valorisation des déchets pour différentes catégories de produits. Les panneaux solaires font partie de la catégorie des déchets électroniques, avec un objectif fixé à 85 % pour la valorisation et à 80 % pour la réutilisation et le recyclage.

²⁰⁸ Pereira, M.B., G. Botelho Meireles de Souza, D.C. Romano Espinosa, L.V. Pavão, C.G. Alonso, V.F. Cabral and L. Cardozo-Filho, 2023, « Simultaneous recycling of waste solar panels and treatment of persistent organic compounds via supercritical water technology », *Environmental Pollution*, 335.

²⁰⁹ Florian Espalieu, « Recyclage de modules photovoltaïques : Rosi Solar poursuit son industrialisation », *Les Échos*, 3 janvier 2024.

Alors que la fabrication européenne des panneaux solaires a été sinistrée par les importations chinoises, la montée en puissance de la collecte et du recyclage est aussi un enjeu fort en termes de valorisation de matériaux, certains étant de surcroît à « haute valeur ajoutée » : silicium ; argent ; cuivre. Citant un rapport de l'Agence internationale de l'énergie, le directeur général de Soren précise ainsi que « 70 % des besoins en argent de la filière photovoltaïque en argent pourraient être couverts par le recyclage, le taux de couverture étant de 20 % pour les besoins de silicium et de cuivre. »

Le recyclage des panneaux solaires s'organise en plusieurs étapes : Le cadre en aluminium est séparé du reste du panneau. C'est un des métaux les plus rentables lorsqu'on regarde les matières premières recyclées. Il représente environ 10 % du poids total du panneau. Ce sont ensuite les câbles et le boîtier électrique qui sont récupérés. Ils sont orientés vers les autres lignes de traitement des déchets. Le cuivre qui les compose est recherché. Puis, les panneaux sont découpés en lamelles grâce à différents broyeurs. Cela permet de récupérer le verre, les composites et le silicium. Chaque élément broyé rejoint ensuite une filière de recyclage qui lui est propre.

Les premiers panneaux solaires étaient peu recyclables, car ils contenaient des matières non renouvelables, par exemple le Tellure de cadmium. Cependant, les panneaux photovoltaïques sont à présent composés en grande majorité de matériaux recyclables (en moyenne à plus de 94%). Les panneaux solaires sont essentiellement composés : de verre (75 % à 80 % du panneau) ; d'aluminium ; de plastique ; de cuivre ou d'argent ; de silicium. Parmi ces composants, seuls 5 % ne sont pas recyclables. Il s'agit majoritairement de petits éléments de connectique.

L'enjeu de l'accès aux composants les plus valorisés

Aujourd'hui et dans les années à venir, la technologie photovoltaïque (PV) est, et restera, basée sur le silicium (Si). Deuxième élément le plus abondant sur Terre, ce matériau doit être fortement purifié pour mettre en œuvre l'effet photovoltaïque. Cela requiert de faire appel à des procédés très énergivores et un outil industriel nécessitant un fort investissement. Le coût du matériau représente ainsi jusqu'à 20% du coût total d'un module PV et l'investissement relatif au matériau silicium compte pour 45% de l'ensemble du CAPEX nécessaire à l'établissement d'une chaîne de valeur complète pour la production de modules PV. Bien que l'atome silicium soit abondant sur Terre, le silicium de qualité photovoltaïque est un matériau critique.

La production de silicium de qualité photovoltaïque consomme en outre une quantité importante d'énergie et libère des volumes significatifs de gaz à effet de serre. L'énergie nécessaire pour produire 1 kg de silicium est de 80 kWh en moyenne, ce qui est plus important que l'énergie nécessaire pour la production d'acier ou d'aluminium, et du même ordre de grandeur que pour la production de magnésium ou de titane.

Or, le verre, composant majoritaire des panneaux solaires, est recyclable à l'infini. Ses usages sont multiples : bouteilles, bords, fibre de verre, isolant. L'aluminium est également recyclable un nombre de fois infini. Il peut servir à fabriquer des canettes ou autres objets de la vie quotidienne. Le silicium cristallin peut être recyclé jusqu'à 4 fois. Il peut être utilisé pour fabriquer de nouvelles cellules photovoltaïques, permettant de transformer l'énergie solaire en électricité. Il peut aussi être fondu et intégré dans un lingot. Ces lingots de silicium sont utilisés dans la fabrication de différents

appareils électroniques (il s'agit d'un matériau semi-conducteur très performant). Le cuivre et l'argent sont séparés mécaniquement et chimiquement du reste des éléments afin d'être fondus et réutilisés. Le plastique est transformé en CSR (Combustible Solide de Récupération), afin d'alimenter des cimenteries en énergie.

Un taux de collecte qui augmente

En 2007 en Europe et 2014 en France, les fabricants de panneaux solaires photovoltaïques se sont regroupés pour créer l'éco-organisme PV Cycle, aujourd'hui appelé Soren. Le but de cet éco-organisme à but non lucratif est d'assurer la collecte de tous les panneaux solaires pour les recycler. L'association a installé des points de collecte gratuits afin que les déchets puissent être transportés vers des usines et ainsi être recyclés correctement.

Alors que le taux de collecte des panneaux solaires progresse, Soren a un objectif d'au moins 40 000 tonnes à horizon de 2030²¹⁰. L'augmentation du taux de collecte (d'aujourd'hui de l'ordre de 60%) est freinée par le développement d'un marché de la seconde main des panneaux solaires, un marché de surcroît non réglementé. Plus de 40 % des panneaux sont revendus à l'étranger. Plusieurs sites industriels se sont constitués et forment l'ébauche d'une filière industrielle du recyclage. Citons notamment dans le cas de la France Rosi Solar à Grenoble, Véolia près d'Aix-en-Provence, Envie 2E Aquitaine qui est l'une des trois entreprises chargées de la collecte et du traitement de panneaux photovoltaïques usagés en France²¹¹.

Opportunités et défis du recyclage dans l'éolien

D'ici à 2025, environ 25 000 tonnes de pales devraient être démantelées. Si 80 à 90% de la masse d'une éolienne est constituée d'acier et de béton aisément recyclables, la résine pose des difficultés. L'enjeu est d'autant plus important que l'industrie, via Wind Europe, s'est engagée à l'arrêt de l'enfouissement des pales en 2025 et vise la mise en place d'éoliennes recyclables à 100%.

L'enjeu majeur : le recyclage des pâles

Les pales massives des éoliennes, généralement fabriquées à partir de matériaux non biodégradables, ont une durée de vie limitée à environ 20 ans. Bon nombre de ces structures devront bientôt être éliminées, ce qui pourrait entraîner une crise des déchets. Les matériaux utilisés dans la construction des pales d'éoliennes posent des défis particuliers en matière d'élimination. La plupart des pales sont fabriquées à partir de matériaux composites qui combinent de la fibre de verre et des résines, ce qui les rend difficiles à décomposer ou à recycler par des méthodes conventionnelles. Leur taille aggrave le problème. Une seule pale peut mesurer plus de 30 mètres de long, ce qui crée des difficultés logistiques pour le transport et le traitement.

Dans le secteur de l'éolien, le recyclage a jusqu'à récemment été limité par des contraintes techniques. Si 90% d'une éolienne peut aisément être réutilisé ou recyclé, les pales (construites notamment avec de la fibre de verre²¹²) sont après leur démontage le plus souvent enterrées ou

²¹⁰ Christophe Palierse, « Panneaux solaires : la filière du recyclage prise de vitesse par l'explosion des ventes », *Les Échos*, 5 juin 2024.

²¹¹ Frank Niedercorn, « Envie 2E Aquitaine est l'une des trois entreprises chargées de la collecte et du traitement de panneaux photovoltaïques usagés en France ? », *Les Échos*, 3 janv. 2024.

²¹² Yang, Y., et al., 2012, 'Recycling of composite materials', *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 51, pp. 53-68 (DOI: 10.1016/j.cep.2011.09.007).

incinérées. WindEurope s'est engagé pour que l'enterrement des pales soit interdit dans toute l'Europe après 2025 (interdiction déjà en vigueur en Autriche, en Finlande, en Allemagne et aux Pays-Bas).

Les pales peuvent par ailleurs être réutilisées (pour des passerelles piétonnes, des aires de jeux et du mobilier urbain notamment) ou être valorisées dans l'industrie du ciment. S'agissant de leur recyclage, des initiatives innovantes émergent (projet européen Horizon 2020 Blades2Build²¹³, inauguration en 2025 en Navarre du site EnergyLOOP²¹⁴). Les parcs éoliens accueillent par ailleurs des pales recyclables (parc éolien marin de Kaskasi en Allemagne)²¹⁵ et cinquante des cent éoliennes du projet Sofia de 1,4 GW aménagé en 2025 au large du nord-est de l'Angleterre seront équipées de telles pales²¹⁶. L'emploi d'une nouvelle résine permet ici une séparation plus aisée des composants, ceux-ci pouvant ainsi être recyclés.

Les innovations industrielles

LM Wind Power utilise des matériaux recyclés dans la conception de ses pales, par exemple en utilisant du PET (polyéthylène téréphtalate) recyclé comme matériau de base dans les pales plutôt que du balsa. 2023 : Vestas : une nouvelle méthode de recyclage des pales conventionnelles à base d'époxy pourrait être utilisée à l'échelle industrielle et donner une nouvelle vie aux composants mis au rebut. Siemens Gamesa a initié un nouveau type de résine dotée d'une structure chimique spéciale permettant de séparer à nouveau les matériaux composites et de les réutiliser.

Au Danemark, les solutions comprennent le développement d'usines de recyclage à l'échelle industrielle, comme celle d'Aalborg qui utilise la technologie des fluides supercritiques pour décomposer les pales en matériaux réutilisables, et des projets de réutilisation innovants qui transforment les anciennes pales en structures telles que des abris pour vélos et des composants de construction. La start-up danoise Continuum a développé une technologie brevetée pour recycler les pales en matériaux composites destinés à la construction, à la construction de maisons et à d'autres usages.

Le Fonds danois pour l'innovation a financé le projet DecomBlades, qui vise à commercialiser des techniques durables pour une industrie éolienne circulaire. Jusqu'à récemment, la plupart des anciennes éoliennes étaient souvent mises au rebut dans des décharges, où elles s'accumulaient et occupaient un espace précieux. Le gouvernement danois a chargé plusieurs entreprises de s'attaquer à ce problème de recyclage et de réutiliser les éoliennes.

Parmi celles-ci, le projet Re-Wind se distingue par son approche pratique visant à donner une seconde vie à ces structures massives. Dans le cadre d'une initiative distincte, l'équipe Re-Wind explore également la possibilité d'utiliser des composants de turbines recyclés dans les pylônes de transport d'électricité. Cela permettrait de boucler la boucle, de la production à la distribution d'énergie. D'ici fin 2025, l'équipe prévoit de mettre en œuvre au moins cinq autres grands projets d'infrastructure utilisant des pales de turbine réutilisées à travers le Danemark. Il s'agira notamment

²¹³ <https://cordis.europa.eu/project/id/101096437>. Consulté le 2 septembre 2025.

²¹⁴ Iberdrola, Iberdrola España and FCC open EnergyLOOP, the first wind turbine blade recycling plant on the Iberian Peninsula, 17.06.2025, <https://www.iberdrola.com/press-room/news/detail/iberdrola-espana-fcc-inaugurate-energyloop-the-first-wind-turbine-blade-recycling-plant-iberian-peninsula>. Consulté le 10 août 2025.

²¹⁵ Bernd Radowitz, « First recyclable SGRE offshore blades spinning at RWE project in Germany », *Recharge*, 1^{er} août 2022.

²¹⁶ Bernd Radowitz, « Blade installation at Sofia Offshore wind project in the UK », *Recharge*, 21.08.2025.

de ponts piétonniers, d'abris bus et de parkings à vélos supplémentaires. La branche irlandaise du projet s'est fixé pour objectif 2026 pour achever la première mise en œuvre à grande échelle de pales réutilisées dans les infrastructures publiques.

Vestas s'est engagé à créer des éoliennes 100 % recyclables d'ici 2040 et collabore avec Siemens Gamesa pour se concentrer sur le recyclage des matériaux composites utilisés dans les pales d'éoliennes. Siemens Gamesa a développé une technologie appelée « RecyclableBlades », qui vise à créer des pales d'éoliennes plus faciles à recycler. Ces pales sont fabriquées à partir de résine thermoplastique, ce qui permet de les fondre et de les réutiliser, contrairement aux pales traditionnelles en résine époxy, qui sont plus difficiles à recycler.

La société danoise RGS Nordic a mis au point une méthode permettant de décomposer et de recycler les matériaux composites des pales afin de les transformer en nouveaux matériaux. La société dispose d'une installation de recyclage au Danemark qui traite les pales et les transforme en produits utiles tels que du ciment et de nouveaux matériaux de construction.

Nordex, fabricant d'éoliennes, mène également des recherches sur les méthodes de recyclage des pales d'éoliennes. Bien qu'elle n'ait pas encore mis en œuvre de programmes de recyclage à grande échelle au Danemark, elle a manifesté son intérêt pour le développement de technologies de recyclage des composants d'éoliennes. L'Université technique du Danemark (DTU) participe également activement à la recherche sur le recyclage des éoliennes. Ses études se concentrent sur des solutions durables pour la fin de vie des éoliennes, notamment des options de recyclage des pales, des nacelles et d'autres composants.

Bien qu'elle ne soit pas exclusivement basée au Danemark, la société Recupyl est présente en Scandinavie et se concentre sur le recyclage des batteries et des déchets électroniques. Elle travaille avec diverses industries, notamment celles des véhicules électriques et du stockage d'énergie, afin de garantir que les batteries sont correctement recyclées. Recupyl utilise des procédés hydrométallurgiques pour le recyclage des batteries, ce qui permet de récupérer des métaux tels que le lithium, le cobalt et le nickel à partir des batteries usagées, rendant ainsi le processus plus durable.

Le cas des terres rares

Rhône-Poulenc, un groupe chimique français racheté par Solvay en 2011, détenait près de 50 % du marché mondial du traitement des terres rares jusqu'au milieu des années 1980. L'usine de La Rochelle, qui, à son apogée dans les années 1980 et 1990, produisait jusqu'à 15 000 tonnes d'oxydes de terres rares par an a relancé en 2024 une production d'oxydes de terres rares lourdes et légères pour la technologie des aimants avancés, en utilisant des matériaux extraits de sources non chinoises. L'entreprise a sécurisé deux contrats avec des producteurs d'aimants permanents (avec le fabricant d'aimants permanents américain Permag, et le spécialiste des alliages britannique Less Common Metals (LCM), qui fera une première étape de transformation. En parallèle, Solvay a conclu un autre contrat par lequel il s'engage à livrer du néodyme, du praséodyme et du terbium à Noveon, un autre producteur américain d'aimants permanents²¹⁷.

²¹⁷ Étienne Goetz, « A La Rochelle, berceau historique des terres rares, Solvay relance une ligne de production », *Les Échos*, 12 novembre 2025.

La start-up lyonnaise Carester a obtenu une subvention d'État pour développer un procédé de récupération des terres rares dans les aimants permanents dans le moteur, en partenariat avec MTB, société iséroise experte dans la préparation de déchets métalliques non ferreux. Carester, une start-up lyonnaise fondée en 2019, est en passe de produire des oxydes de terres rares lourdes à partir de 2026.

En mars, Caremag, une filiale de la société, a obtenu 216 millions d'euros auprès d'investisseurs japonais et du gouvernement français pour une installation de recyclage et de raffinage à Lacq, dans le sud de la France, dans le cadre du CRMA. Le projet a déjà attribué 70 % de sa production prévue sur 10 ans à des clients, dont le constructeur automobile Stellantis. La société britannique Less Common Metals prévoit de construire une usine de 110 millions d'euros dans la même région afin de transformer les oxydes en métaux et alliages de terres rares utilisés dans les aimants permanents. La construction de l'usine dépend de l'obtention d'un financement et de la recherche d'acheteurs à long terme²¹⁸.

²¹⁸ Nathan Mann, *l'Usine nouvelle* 12 août 2024.

Chapitre 7. Une interface UE-Monde à repenser ?

Nécessité d'une approche internationale

Pour neuf minéraux critiques, l'Europe s'approvisionne à plus de 70 % auprès de cinq fournisseurs seulement. Pour certains de ces minéraux, un seul pays fournit au marché européen une part importante des importations. Par exemple, 69% des importations européennes de feldspath proviennent de Turquie, 47 % de l'antimoine du Tadjikistan, 44% du magnésium de Chine, 40 % du lithium du Chili, 40 % des borates de Turquie, 39% de l'arsenic du Japon, 37% du bismuth de Chine et 30 % du molybdène des États-Unis²¹⁹.

L'UE applique déjà des droits de douane peu élevés sur les métaux critiques, ce qui laisse peu de marge pour une nouvelle réduction tarifaire dans les pays partenaires. Un tiers des droits de douane sur les métaux de base sont déjà nuls, et le taux moyen des droits de douane pour ces métaux n'est que de 3,6%²²⁰. Il reste que ni le recyclage, ni la relance de l'activité minière ne peuvent suffire pour réduire les risques d'approvisionnement. La souveraineté européenne passe donc aussi par une politique commerciale renouvelée et par des investissements dans les chaînes d'approvisionnement situées hors d'Europe.

L'UE dispose d'outils financiers en la matière comme Global Gateway (pour soutenir des investissements hors d'Europe) et d'instruments juridiques sous la forme d'accords qui s'inscrivent dans une diplomatie minérale plus mobilisée que jamais pour assurer la souveraineté européenne.

Types d'accord signés par l'UE

La diplomatie minérale est devenue une priorité pour de nombreux pays dans le monde. Le Canada, la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni et les États-Unis ont tous conclu des partenariats bilatéraux dans le domaine minier avec divers pays producteurs. Au Moyen-Orient, les Émirats arabes unis ont convenu des partenariats miniers, notamment avec la RDC, le Kenya et la Zambie. La Commission européenne a pour sa part signé des partenariats sur les matières premières avec 14 pays et a récemment lancé les partenariats pour le commerce et l'investissement. Les négociations avec l'Afrique du Sud ont débuté en mars 2025.

Le nombre croissant de partenariats dans le domaine des minéraux critiques reflète une prise de conscience croissante du fait que la sécurisation des chaînes d'approvisionnement en minéraux nécessite une coordination et une collaboration internationales entre les pays producteurs de minéraux et les pays consommateurs. L'accès aux matières premières sur les marchés mondiaux est l'une des priorités de la Commission européenne. Dans le premier pilier de la stratégie de l'UE en matière de matières premières, l'UE s'est engagée à mener une diplomatie des matières premières en nouant des partenariats stratégiques et en engageant des dialogues politiques avec des pays tiers.

²¹⁹ <https://tradebriefs.intracen.org/2023/9/spotlight>. Consulté le 12 août 2025.

²²⁰ Rietveld, E., T. Bastein, T. van Leeuwen, S. Wieclawska, N. Bonenkamp, D. Peck, M. Klebba, containing Critical Raw Materials for the green transition and decarbonisation. Publication for the Committee on Industry, Research and Energy (ITRE), European Parliament. https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/740058/IPOL_40058_EN.pdf.

Accords commerciaux

Des volets consacrés aux minerais sont désormais inclus dans la quasi-totalité des accords commerciaux. Ces volets visent à promouvoir les mécanismes de l'économie de marché, à réduire les risques liés à l'accès aux infrastructures de transport d'énergie et à harmoniser les normes et les pratiques réglementaires. Ils pourraient également empêcher un retour aux restrictions à l'exportation des métaux critiques, telles que celles imposées par l'Indonésie en 2020 sur le nickel²²¹. Parmi les accords récents, on peut citer ceux conclus avec la Nouvelle-Zélande, le Chili et le Mexique, ainsi que ceux négociés avec l'Indonésie et la Tunisie. Ils sont notamment basés sur la liste actualisée des métaux critiques.

La plupart du temps, l'objectif est de supprimer toute entrave à l'exportation de matières premières et de formuler des engagements plus ou moins vagues sur la coopération scientifique, le développement durable. Quel impact ont de tels accords sur le secteur des métaux ? Dans mesure où 90% des métaux critiques sont importés dans l'UE sans droits de douane (au titre de la clause de la nation la plus favorisée), la valeur ajoutée de ces accords est limitée. Elle n'est pas nulle pour autant. Ces accords contiennent des engagements sur les normes sociales et environnementales et peuvent contribuer à supprimer toute restriction aux exportations depuis les pays producteurs. Un accord de libre-échange a ainsi été signé avec le Mexique en janvier 2025. Il permet de faciliter les investissements européens sur place, de soutenir la coopération. Il fait suite aux accords de libre-échange signés ces 10 dernières années avec la Colombie, le Pérou, l'Equateur.

Dans le même temps, les dispositions relatives à la durabilité figurant dans le chapitre sur l'énergie et les matières premières se limitent à des évaluations d'impact environnemental et à la coopération, ce qui n'incite guère les parties à s'attaquer aux questions de durabilité liées à l'extraction, au traitement et au recyclage des MRC²²².

Partenariats pour les matières premières

Plusieurs partenariats pour les matières premières ont été signés au cours de la période récente :

- 2021: Canada et Ukraine.
- 2022: Kazakhstan et Namibie.
- 2023: Argentine, Chili, Zambie, RDC et Groenland.
- 2024: Rwanda, Norvège, Ouzbekistan et Australie.

L'objet principal de ces partenariats est de sécuriser l'approvisionnement depuis les pays riches en métaux et d'encourager au respect des principes sociaux et environnementaux. La stratégie Global Gateway de l'UE annoncée en 2021 soutient les relations commerciales mutuelles et vise à contrebalancer l'impact de l'initiative chinoise « Belt and Road ». Elle prévoit d'investir 300 milliards d'euros entre 2021 et 2027, dont 45 milliards d'euros destinés aux pays d'Amérique latine, avec une contribution significative de la Banque européenne d'investissement (BEI). Malgré cette ambition, le déblocage des fonds prévus dans le cadre de Global Gateway est très limité.

²²¹ Fransiska Nangoy and Bernadette Christina, « Indonesia confirms bauxite export ban to proceed as scheduled », Reuters, 21 décembre 2022, <https://www.reuters.com/markets/asia/indonesia-announce-ban-exports-commodity-without-saving-which-2022-12-21>. Consulté le 12 mars 2025.

²²² Blot, 2023

Comme le dit Julia Poliscanova (Transport & Environment) : « *Nous avons des partenariats stratégiques avec des pays partenaires, mais nous nous trouvons dans une situation où, la même semaine où la Commission européenne signe un protocole d'accord avec un pays africain, la Chine acquiert une mine dans ce même pays. Nous devons repenser notre proposition de valeur à ces nations afin qu'elle soit aussi attractive que celle de la Chine* ». En 2023, l'UE a signé un partenariat stratégique avec la République démocratique du Congo (RDC) afin de soutenir les chaînes de valeur durables des matières premières. Mais les progrès ont été lents depuis lors, les entreprises européennes n'ayant pas encore investi directement dans le secteur minier de la RDC²²³.

Le Partenariat pour la sécurité minérale (MSP) est une plateforme mondiale essentielle visant à renforcer et à développer les chaînes d'approvisionnement mondiales en minéraux. Depuis juin 2022, les États-Unis et la Corée du Sud collaborent avec 13 pays partenaires, dont l'Union européenne, afin de réduire les risques liés à la chaîne d'approvisionnement en minéraux par le biais du MSP. Ce partenariat se concentre sur l'ensemble des chaînes de valeur des minéraux et des métaux, de l'extraction au recyclage, et soutient divers projets à travers le monde. En 2024, le MSP soutenait 32 projets, dont 13 en Afrique, 8 dans les Amériques, 6 en Asie-Pacifique et 5 en Europe. On peut notamment citer le projet Mahenge en Tanzanie, dans le cadre duquel POSCO International, une entreprise sud-coréenne, s'est engagée à acheter pour 40 millions USD de minerai afin de soutenir le développement d'une mine de graphite²²⁴.

Les minéraux critiques destinés à des utilisations finales non énergétiques, tels que ceux essentiels aux semi-conducteurs et aux technologies de pointe, ne sont pas explicitement exclus du champ d'application du MSP. Cependant, ils ne sont pas au centre des préoccupations²²⁵.

Quels points d'appui pour diplomatie des matières premières ?

Australie

L'Australie est de loin le premier producteur mondial de lithium. Elle en extrait plus de 55 000 tonnes par an, soit environ 51,7 % de la production mondiale, qui est ensuite utilisée dans les systèmes de stockage d'énergie. L'Australie possède également la deuxième plus grande quantité de lithium (24 % des réserves mondiales), dépassée uniquement par le Chili (35,8 %), un pays qui symbolise depuis longtemps le potentiel inexploité de l'Amérique latine dans la production de minéraux critiques.

Pour l'Australie, le marché chinois revêt une importance capitale. 53 % des exportations australiennes de minéraux critiques (92 milliards de dollars) sont destinées à la Chine. Les exportations australiennes de minéraux critiques sont presque entièrement destinées à la Chine pour l'antimoine (95 %), le fer et l'acier (81 %) et le manganèse (73 %), suivis par le zirconium (59 %), le nickel (54 %) et le zinc (45 %)²²⁶. Environ 15 % de l'approvisionnement mondial en lithium est extrait

²²³ <https://source.benchmarkminerals.com/article/is-europe-doing-enough-to-secure-its-copper-supply>

²²⁴ Hyun Soo Cho and Jane Nakano, *The Minerals Security Partnership Under the South Korean Leadership*, CSIS, January 28, 2025

²²⁵ Chung Min Lee, *Building a New U.S.-Korea Technology Alliance: Strategies and Policies in an Entangled World*, Carnegie Endowment for International Peace, 2024.

²²⁶ China has become a prominent trading partner for Australia, especially since the China-Australia FTA (2015). On average, a third of Australia's exports (all products) are directed to China (Trade Map, 2023). The market concentration is much higher for critical minerals, given Australia's resource abundance and China's dominant position in processing many minerals.

en Chine, mais près de 60 % y est transformé. Il a fallu attendre 2025 pour qu'une première usine de raffinage de lithium s'implante en Australie, les conditions économiques ne le permettant pas durant les années passées²²⁷. La situation tend néanmoins à évoluer. L'Australie absorbe à elle près de la moitié des dépenses engagées dans le monde pour les activités de prospection. Elle a mis sur pied une politique de stockage (un fonds a été créé en 2025) et a signé plusieurs accords avec ses partenaires commerciaux, notamment avec l'UE en 2024 et avec les États-Unis en 2025 (qui prévoit notamment des projets communs dans le Texas et en Australie). Alors que l'essentiel des terres rares extraites étaient jusqu'à une période récente raffinées en Chine ou en Australie, des investissements ont été consentis pour développer des capacités de production sur le territoire australien.

Amérique latine

Le Chili représente la plus grande partie des importations de lithium dans l'Union européenne (79 %). Le Brésil est le principal fournisseur de niobium de l'Union européenne (82 % des importations totales de cette matière première dans l'UE). Le cuivre représente près de 40% des importations de l'UE en provenance d'Amérique latine et les importations depuis cette région ont plus que compensé les forte réduction des approvisionnements russes depuis 2022. Dès 2023, ces deux pays d'Amérique du Sud fournissaient 41 % des importations de l'UE, contre 24 % l'année précédente.

Bien que le secteur minier en Amérique latine soit dominé par les investissements privés, les décisions relatives au développement du secteur minier national sont prises par les gouvernements centraux. L'Argentine fait exception, car elle délègue ce pouvoir aux gouvernements provinciaux. L'instrument le plus couramment utilisé dans la région est l'octroi de concessions. Les régimes fiscaux dans le secteur minier de chaque pays sont réglementés au niveau national, à l'exception de l'Argentine, où certaines obligations fiscales sont appliquées par les autorités régionales. En outre, l'Argentine, la Bolivie, le Brésil, la Colombie, le Mexique et le Pérou prélèvent également des redevances basées sur le volume d'extraction ou la valeur des ventes.

Des accords de libre-échange ont été signés par l'UE avec la Colombie, le Pérou et l'Équateur ainsi qu'un accord d'association avec les pays d'Amérique centrale en vigueur depuis 2013. Le Chili a été en 2023 le premier pays de la région à signer un Accord de nouvelle génération (AFA - advanced framework agreement). Il porte notamment sur les métaux, sur l'hydrogène vert et comprend des incitations à la mise en place de chaîne de valeur sur place. Le pays a nationalisé sa production de cuivre en 1971 (via la société d'État Codelco). Les autorités ont un projet similaire dans le lithium. L'accord est assez ambigu sur la question du prix dans le sens où l'existence d'un prix unique, sur le marché intérieur et à l'export est affirmée mais en même temps des dérogations sont prévues dans le cas d'une valorisation sur place du lithium. Plusieurs ONG ont critiqué cet accord, estimant qu'il ne contraint pas les acteurs locaux à des pratiques minières durables et que les principes énoncés ne seront pas aisés à concrétiser.

Signé en janvier 2026, l'Accord UE-Mercosur concerne notamment le Brésil et l'Argentine (sans inclure le Chili riche en lithium), le Brésil étant l'un des principaux pourvoyeurs de métaux et l'Argentine une puissance montante dans le domaine du lithium. Si la Bolivie rejoignait le Mercosur, son potentiel minier renforcerait naturellement la portée de l'Accord. Par ailleurs, en janvier 2025,

²²⁷ Yusuf Khan, « Lithium Industry Looks to Australia for Refining, Not Just Mining », *Wall Street Journal*, 21 February 2023, <https://www.wsj.com/articles/lithium-industry-looks-to-australia-for-refining-not-just-mining-7cd93cd4>.

les négociations politiques visant à actualiser l'accord global entre l'UE et le Mexique ont abouti. Un nouvel accord d'association devrait être signé, remplaçant l'accord de partenariat en vigueur depuis 2000. Les relations commerciales entre l'UE et le Mexique sont actuellement régies par le volet commercial d'un accord conclu en 2000, intitulé «Accord de partenariat économique, de coordination politique et de coopération entre l'Union européenne et le Mexique» (également appelé «accord global»).

Asie

L'Asie du Sud-Est recèle d'importantes ressources minérales dont le potentiel pour contribuer à la diversification des chaînes d'approvisionnement mondiales en minéraux est de plus en plus reconnu. L'Indonésie, notamment, possède environ 22 % des réserves mondiales de nickel, environ 16 % des réserves mondiales d'étain et environ 4 % des réserves mondiales de bauxite. En deuxième position dans la région en termes de réserves de nickel, les Philippines représentent 5 % des réserves mondiales. Le Vietnam et le Myanmar détiennent chacun environ 18 % des réserves mondiales de terres rares (le Vietnam abritant également environ 18 % des réserves mondiales de bauxite).²²⁸

Plusieurs économies riches en ressources ont mis en place des restrictions à l'exportation²²⁹, à la nationalisation²³⁰ et à d'autres outils destinés à favoriser le développement d'installations de transformation nationales. Les exemples les plus marquants concernent le raffinage du nickel et les batteries pour véhicules électriques en Indonésie (des investissements dans les filières industrielles ont effectivement eu lieu, pour la plupart provenant d'entreprises chinoises). Bien que toutes ces mesures soient motivées par des préoccupations légitimes et des objectifs stratégiques, elles sont principalement tournées vers l'intérieur et pourraient perturber considérablement les chaînes d'approvisionnement en minéraux essentiels.

Pionner des stratégies de diversification, le Japon s'est fixé pour objectif d'être autosuffisant à hauteur de 80 % pour certains métaux d'ici 2030. Sa dépendance vis-à-vis d'un seul fournisseur devrait être portée à moins de 50 % et des stocks stratégiques (pour 34 métaux critiques) couvrant soixante jours de consommation nationale sont constitués. La stratégie nationale s'appuie sur la JOGMEC²³¹ qui prend des participations dans des projets miniers au Chili (lithium), en Indonésie (nickel), en Australie (pour l'extraction de terres rares) ou encore en France (projet CAREMAG de traitement des terres rares). La diplomatie japonaise a par ailleurs noué des partenariats à l'international, avec par exemple l'Australie, l'Inde, le Vietnam, le Kazakhstan.

Le Japon vise spécifiquement les objectifs suivants : atteindre une autosuffisance de 80 % pour certains métaux de base d'ici 2030 ; réduire la dépendance vis-à-vis d'un seul fournisseur à moins de 50 % ; créer des stocks stratégiques couvrant soixante jours de consommation nationale pour trente-quatre métaux critiques ; atteindre une capacité de production nationale de batteries de 750 GWh (150 GWh pour le marché intérieur, 600 GWh pour l'exportation).

Cette stratégie est menée par le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), en partenariat avec la JOGMEC, qui peut co-investir dans des projets miniers à l'étranger et soutenir les

²²⁸ Han Phoumin, « Southeast Asia's potential in critical minerals », *The Strategist*, Australian Strategic Policy Institute, 15 avril 2024.

²²⁹ Indonesia's Nickel Export Ban, Interview from the Energy Security Program, Impacts on Supply Chains and the Energy Transition, Interview with Michael Merwin, 19 novembre 2022.

²³⁰ Alexander Villegas and Ernest Scheyder, « Chile unveils plans to nationalise vast lithium industry », *Financial Review*, 21 avril 2023.

²³¹ Japan Organization for Metals and Energy Security (Organisation japonaise pour la sécurité des métaux et de l'énergie).

entreprises japonaises par le biais de garanties et de subventions. Depuis 2022, un fonds de 100 milliards de yens a été déployé pour subventionner jusqu'à 50 % des dépenses d'investissement des projets stratégiques, à condition que les matériaux transitent par le Japon.

Le Japon s'appuie sur plusieurs leviers : investissements directs à l'étranger (par exemple, lithium au Chili, nickel en Indonésie et uranium au Kazakhstan) par l'intermédiaire de grands conglomérats tels que Sumitomo, Mitsui et Sojitz. Le recyclage est également promu (celui, par exemple, des terres rares récupérées à partir de déchets électroniques). Des financements importants sont alloués à la recherche et développement, par exemple pour soutenir le remplacement des matériaux critiques par des technologies de pointe (par exemple, céramiques, polymères, nanomatériaux). La constitution de stocks stratégiques pour trente-quatre minéraux a également été amorcée.

Des partenariats bilatéraux et une participation à des alliances multilatérales ont également été engagés. Les partenariats bilatéraux ont notamment été signés avec l'Australie, l'Inde, le Vietnam et le Kazakhstan, axés sur l'accès aux minéraux et le développement conjoint de chaînes de valeur. Le Japon reste fortement dépendant de la Chine. Cela est particulièrement vrai pour le graphite, dont 90 % sont importés de Chine. L'exploitation minière nationale reste sous-développée et les chaînes de valeur sont encore vulnérables aux tensions géopolitiques.

En Corée du Sud, une politique visant à réduire la part du principal fournisseur pour une sélection de métaux et à renforcer les stocks a été introduite. Créé en 2021, la KOMIR²³² s'apparente à la JOGMEG japonaise et accompagne les projets miniers des entreprises sud-coréennes à l'étranger. Des accords ont été signés avec l'Australie (2020, 2021), la Mongolie (2023), le Kazakhstan (2024) dans le cadre de l'initiative « K-Silk Road Cooperation ».

La Corée du Sud importe la quasi-totalité de ses métaux critiques. En tant que deuxième producteur mondial de semi-conducteurs depuis 2013, elle considère l'accès aux matières premières comme crucial pour sa compétitivité économique. Les restrictions chinoises à l'exportation de gallium et de germanium à la mi-2023 ont confirmé la vulnérabilité du pays en cas de tensions avec Pékin.

En 2023, le gouvernement a classé 33 minéraux critiques comme prioritaires pour la sécurité économique et a mis l'accent sur 10 d'entre eux comme « minéraux stratégiques » essentiels pour des industries telles que les véhicules électriques (VE) et les batteries. Il s'agit notamment du lithium, du nickel, du cobalt, du manganèse et du graphite, cruciaux pour les batteries des VE. Dans le but de réduire à 50 % sa dépendance vis-à-vis des importations de minéraux critiques d'ici 2030, la Corée du Sud a accru sa capacité de stockage²³³. Le nombre de types de métaux stockés a été augmenté et les modalités de leur allocation aux industriels ont été revues. Le gouvernement vise à porter le taux de recyclage des métaux critiques clés à 20 % d'ici 2030. L'objectif est d'atteindre un taux de recyclage de 20 % des minéraux critiques clés d'ici 2030, a déclaré le ministère de l'Industrie en 2025²³⁴.

²³² Korea Mine Rehabilitation and Mineral Resources Corporation.

²³³ Ji-Hoon Lee, The Korea economic daily, December 30, 2022

²³⁴ <https://en.yna.co.kr/view/AEN20250325005600320>. Consulté le 12 novembre 2025.

En outre, la Corée du Sud s'est engagée à fournir un soutien financier aux entreprises de recyclage et des incitations fiscales pour la recherche et le développement, ainsi qu'à créer des pôles industriels afin de promouvoir le recyclage des minéraux²³⁵.

En 2021 a été créée le KOMIR, une organisation dédiée au soutien des projets miniers à l'étranger et des partenariats nouveaux sont établis. En juin 2024, la Corée du Sud et le Kazakhstan ont ainsi signé un accord de partenariat sur les métaux critiques « en combinant les ressources minérales abondantes du Kazakhstan et la technologie de pointe de la Corée du Sud ». Le Kazakhstan possède d'importantes réserves d'uranium, de chrome, de titane et de métaux rares, ce qui fait de ce pays riche en ressources un partenaire important pour les fabricants de puces et de batteries sud-coréens. D'autres protocoles d'accord prévoient l'exploration et le développement conjoints de mines de lithium, ainsi qu'une coopération technologique entre les secteurs public et privé pour la commercialisation des métaux rares. Ces accords visent à développer un partenariat couvrant l'ensemble du cycle d'exploration, d'extraction et de raffinage des minéraux clés, y compris le lithium, et à donner la priorité aux entreprises coréennes dans le développement de minéraux économiquement viables.

Au cours du sommet de 2024, Yoon et Tokayev ont discuté des moyens de mettre en œuvre l'initiative « K-Silk Road Cooperation » (Coopération K-Route de la soie) de Séoul, qui vise à relier les capacités d'innovation de la Corée du Sud aux ressources et au potentiel de développement de l'Asie centrale. Des accords ont également été signés avec le Canada, l'Australie (2020, 2021), la Mongolie (2023) et des négociations sont en cours avec l'Équateur.

Taïwan ne dispose pas de réserves nationales importantes de minéraux essentiels. Après s'être engagée en 2022 à atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, l'île est confrontée à des défis similaires à ceux de ses voisins de la région à l'égard de la Chine. Les terres rares sont particulièrement cruciales pour Taïwan, compte tenu de leur rôle essentiel dans les principaux secteurs manufacturiers de l'île. Elles sont des composants clés dans la production de semi-conducteurs, qui représente près de 40 % des exportations totales de Taïwan. L'un des principaux défis auxquels Taïwan est confronté est son manque de capacités de raffinage et de traitement. 95 % des terres rares sont importées. Taïwan importe environ 3 000 tonnes de terres rares chaque année et dispose de capacités de raffinage et de traitement limitées, avec seulement une ou deux entreprises actives dans le segment en amont de la chaîne d'approvisionnement en terres rares de Taïwan²³⁶.

Des investissements massifs sont consacrés à la recherche-développement en matière d'économie circulaire pour les matériaux critiques, notamment le recyclage des batteries et la récupération des terres rares. Des entreprises telles qu'Aleees (Advanced Lithium Electrochemistry) et E-One Moli (Molicel) contribuent à l'innovation technologique dans le domaine des batteries. Des organisations à but non lucratif et de la société civile telles que le Circular Taiwan Network contribuent à l'élaboration de stratégies de circularité des minéraux, tandis que des instituts de recherche tels que l'Institut de recherche sur la défense et la sécurité nationales explorent des techniques d'extraction et de substitution respectueuses de l'environnement, souvent dans le cadre de collaborations internationales. Taïwan a également rejoint des initiatives mondiales telles que la Semiconductor

²³⁵ Agence internationale de l'énergie, *Recycling of Critical Minerals. Strategies to scale up recycling and urban mining. A World Energy Outlook Special Report*. Novembre 2024.

²³⁶ <https://www.taipeitimes.com/News/editorials/archives/2019/06/19/2003717171>. Consulté le 12 août 2025.

Supply Chain Initiative (SSCI) qui, grâce à la participation de TSMC, contribue à sécuriser les chaînes d'approvisionnement en minéraux critiques de l'île²³⁷.

L'Inde a adopté une approche similaire fondée sur la signature d'accords avec des pays fournisseurs et sur des prises de participation dans des projets miniers à l'étranger à travers l'agence KABIL²³⁸. Le Fonds de souveraineté finance depuis 2025 une « Mission nationale de métaux critiques » centrée sur 24 métaux. Les acteurs industriels sont accompagnés dans leurs investissements étrangers, par exemple pour l'acquisition d'actifs liés au cuivre au Pérou (3^{ème} producteur mondial) dans le contexte d'un accord de libre-échange en préparation.

Canada

Le sous-sol québécois, riche en nickel, lithium, graphite, zinc ou cobalt, attise la convoitise des compagnies minières du monde entier. Elus et citoyens s'inquiètent du coût environnemental et social²³⁹. Au Canada, à un mètre de profondeur, le sous-sol n'appartient pas aux propriétaires des terres, mais à la Couronne, c'est-à-dire aux provinces. Promulguée en 1864, la loi sur les mines porte la marque de la période d'expansion territoriale vers l'Ouest.

Les titres de prospection s'obtiennent aisément et couvrent désormais près de 11 % de la superficie du Québec. Le boom minier ne concerne plus les seuls territoires éloignés, vides de toute population, mais touche désormais le sud de la province bien plus densément habité. Les autorités provinciales affichent leur ambition de devenir un « champion de la décarbonation ». Soutenu par les autorités fédérales, le gouvernement québécois est parvenu en 2023 à convaincre Northvolt de s'implanter près de Montréal où les autorités ont mis en exergue l'énergie locale en partie décarbonnée (grâce à l'hydro-électricité) et le voisinage d'actifs miniers.

À l'échelle internationale, le Canada a lancé en 2022, en collaboration avec l'Australie, la France, l'Allemagne, le Japon, le Royaume-Uni et les États-Unis, l'Alliance pour les minéraux critiques durables, à laquelle s'est jointe la Suède en 2024, afin de promouvoir l'adoption à l'échelle mondiale de pratiques d'extraction, de traitement et de recyclage respectueuses de l'environnement, socialement inclusives et responsables, ainsi que de chaînes d'approvisionnement responsables en minéraux critiques. Un plan d'action conjoint Canada-États-Unis sur les minéraux critiques a été adopté. Le Canada fournit déjà nombre des minéraux jugés critiques par les États-Unis. En 2023, le commerce bilatéral des minéraux était évalué à 146 milliards de dollars, avec plus de 300 sociétés minières canadiennes et un total de 45,5 milliards de dollars d'actifs miniers canadiens au sud de la frontière.

Un partenariat stratégique Canada-Union européenne (UE) sur les matières premières a également été adopté, visant à promouvoir la valeur, la sécurité et la durabilité du commerce et des investissements liés aux minéraux et métaux critiques nécessaires à la transition. Les domaines de collaboration convenus comprennent l'intégration des chaînes de valeur des matières premières, la collaboration en matière de science, de technologie et d'innovation. Annoncé le 28 septembre 2023, le dialogue bilatéral Canada-France sur les minéraux essentiels vise à renforcer la coopération afin de

²³⁷ Yang Ren-Xuan, Fang Sheng-Yu, Jean Chou and Angela Chang, "Impact and response to the supply chain crisis of key rare earth materials," Taipei: CTCI Foundation, December 2023

²³⁸ Khanij Bidesh India Ltd.

²³⁹ Hélène Jouan, « Au Québec, où les compagnies minières veulent extraire des métaux stratégiques, la population organise la résistance », *Le Monde*, 16 février 2024.

sécuriser les chaînes d'approvisionnement, de favoriser la R&D et de promouvoir des normes ESG élevées. Cette initiative s'appuie sur des partenariats existants, notamment le Partenariat stratégique Canada-UE sur les matières premières et l'Alliance pour les minéraux essentiels durables, qui soutiennent la Stratégie canadienne sur les minéraux essentiels et la collaboration mondiale en faveur d'un approvisionnement durable et sûr de ces ressources essentielles.

Des accords ont été signés avec le Chili (en 2024), le Japon, la Corée du Sud et l'Indonésie. En 2025, l'Allemagne et le Canada ont signé une déclaration commune pour sécuriser les chaînes d'approvisionnement en métaux critiques, indispensables aux technologies énergétiques et de défense. A cette occasion, Mark Carney a souligné que « *depuis trop longtemps, les vastes réserves canadiennes de nickel, cobalt et autres minerais stratégiques sont sous-exploitées, laissant la Russie et la Chine dominer le marché mondial* », ajoutant que le Canada était « *prêt à être un fournisseur fiable pour ses alliés, en particulier l'Allemagne* ». Trois accords industriels ont été annoncés, dont un contrat de cuivre avec Aurubis et un partenariat sur les terres rares impliquant Torngat Metals. Le Premier ministre a aussi évoqué des investissements portuaires à Montréal et Churchill pour soutenir ces exportations²⁴⁰. Le Canada a par ailleurs écarté des entreprises d'État chinoises de plusieurs projets et a relancé une tradition minière qui remonte au 18^{ème} siècle et qui contribue aujourd'hui au quart des exportations du pays.

États-Unis

Acteur clef du marché des terres rares jusqu'aux années 70, les États-Unis ont entrepris de contester la suprématie chinoise pour les terres rares, en raison notamment des besoins de l'industrie de défense. Avec l'ambition de constituer une filière allant de la mine à l'aimant permanent d'ici 2027, un soutien de 8,5 milliards USD a été accordé au secteur en 2025. Le Ministère de la Défense a pris des participations directes dans plusieurs entreprises et un prix plancher a été établi.

La diplomatie minérale se traduit par des partenariats avec l'Arabie Saoudite (pour l'exploitation de mines), le Brésil (pour deux projets autour des terres rares) ainsi qu'en Afrique et en Asie centrale (au Kazakhstan notamment). Dans les pays concernés, acteurs américains et chinois sont désormais régulièrement en concurrence autour d'actifs proposés à des investisseurs étrangers. Avec l'Australie, un accord a été signé en 2025 autour de huit projets situés dans l'Ouest de l'Australie et aux États-Unis.

Le 30 juin 2025, l'administration américaine a publié un mémorandum présidentiel prescrivant une approche coordonnée à l'échelle du gouvernement en matière de financement et d'autorisation des projets liés à l'énergie et aux matières premières. Il introduit un cadre de coordination des agences chefs de file et une plateforme centralisée de financement public, ainsi qu'une stratégie visant à réduire les délais administratifs.

La première mine de terres rares mise en service depuis 70 ans a débuté son activité en 2025 dans le Wyoming²⁴¹. Ramaco Resources a initié son projet tout en exploitant parallèlement d'autres métaux comme le scandium, le gallium, le germanium sur une ancienne mine de charbon pour un

²⁴⁰ Timothé Boudet, « Le Canada cherche en Europe un contrepoids à l'Amérique », *Les Échos*, 26 août 2025.

²⁴¹ <https://www.wyomingpublicmedia.org/natural-resources-energy/2025-07-09/came-for-the-coal-stayed-for-the-rare-earths-nw-mine-breaks-ground-in-wyoming-friday>. Consulté le 3 septembre 2025.

investissement estimé à près de 600 millions USD²⁴². Le gouvernement américain a également noué un partenariat avec la principale mine de terres rares aujourd'hui en exploitation (Mountain Pass) via un investissement de 400 millions USD²⁴³. Le Ministère de la Défense prévoit notamment de s'approvisionner à un prix plancher en neodymium et en praseodymium.

De même, les États-Unis ont élaboré une stratégie à plusieurs volets visant à renforcer les chaînes d'approvisionnement en minéraux essentiels et à se diversifier hors de Chine, notamment en rapatriant les chaînes d'approvisionnement chez des « partenaires de confiance »²⁴⁴, en concluant des accords bilatéraux avec des alliés et en établissant des partenariats plus larges²⁴⁵ dans le cadre du Partenariat pour la sécurité minérale et du Cadre économique indo-pacifique (IPEF) dirigés par les États-Unis²⁴⁶.

Enfin, Washington développe des alliances globales en Asie aux dépens de la Chine. Les États-Unis ont ainsi lancé un cadre économique indo-pacifique pour la prospérité en collaboration avec l'Australie, le Brunei Darussalam, la Malaisie, la Nouvelle-Zélande, les Philippines, Singapour, la Thaïlande et le Vietnam. Cet accord régional ne concerne pas seulement les métaux et minerais critiques mais couvre également d'autres sujets économiques sensibles : il s'agit d'une sorte de contre-projet aux routes de la soie chinoises.

De même, en juin 2022, le pays a conclu un partenariat pour la sécurisation des métaux avec l'Australie, le Canada, la Finlande, la France, l'Allemagne, le Japon, la Corée du Sud, la Suède, le Royaume-Uni et l'Union européenne. Ce dernier doit permettre de renforcer le partage d'informations sur les pays partenaires, les investissements dans les chaînes d'approvisionnement sécurisées en minéraux critiques et le développement de technologies de recyclage.

En juillet 2024, la commission sur le renseignement du Sénat américain a adopté une proposition de loi visant à conférer davantage de moyens diplomatiques et financiers à cette stratégie. Celle-ci inclut notamment la création d'un fonds d'investissement dans le secteur des ressources stratégiques et le renforcement de l'aide diplomatique aux investissements privés réalisés dans ce secteur à l'étranger. Elle réclame également une évaluation des taxes imposées aux importations de ces ressources, en particulier lorsqu'elles proviennent de Chine, ainsi qu'un effort global du gouvernement fédéral pour mieux former la main-d'œuvre américaine appelée à travailler dans ce domaine Avec l'objectif de réduire les dépendances américaines dans le domaine des métaux, l'IRA, mise en place en 2022, adopte une approche protectionniste des ressources minières. Elle impose, en effet, le respect d'une cible basée sur la valeur de marché en minerais critiques du contenu d'un produit pour bénéficier des crédits d'impôts prévus par le programme.

²⁴² Brook Mine Rare Earth Project, Preliminary Economic Assessment Summary, Project Preliminary Economic Assessment (PEA) Report, 9 juillet 2025.

²⁴³ <https://investors.mpmaterials.com/investor-news/news-details/2025/MP-Materials-Announces-Transformational-Public-Private-Partnership-with-the-Department-of-Defense-to-Accelerate-U-S--Rare-Earth-Magnet-Independence/default.aspx>.

²⁴⁴ Industrial policy for electric vehicle supply chains and the US-EU fight over the Inflation Reduction Act
Chad P. Bown (PIIE)

Working Paper 23-1

May 2023

²⁴⁵ <https://www.state.gov/minerals-security-partnership>. Consulté le 3 septembre 2025.

²⁴⁶ <https://ustr.gov/trade-agreements/agreements-under-negotiation/indo-pacific-economic-framework-prosperity-ipef/trade-pillar>. Consulté le 3 septembre 2025.

Concrètement, pour l'octroi de crédits d'impôt, l'IRA impose que, d'ici à 2027, un véhicule électrique dispose d'une batterie dont 80 % de la valeur marchande en minerais critiques provient des États-Unis ou de pays avec lesquels ceux-ci disposent d'un accord de libre-échange. Toutefois, les États-Unis étant encore très dépendants des importations en provenance de pays ne disposant pas de ce type d'accords (à 77 % pour le cobalt et à 46 % pour le nickel et le lithium), les objectifs de l'IRA paraissent très ambitieux.

La nécessité de partenariats internationaux renouvelés

Un débat est en cours au sein de la Commission, mais aussi entre les États membres, pour savoir si l'UE peut sécuriser ses chaînes d'approvisionnement en minéraux critiques par la seule diversification des importations ou si elle doit également renforcer ses capacités industrielles dans les pays tiers. Jusqu'à présent, l'UE a poursuivi des stratégies dans ces deux directions, en concluant des accords commerciaux et d'investissement afin d'élargir son réseau de partenaires commerciaux privilégiés et en signant des partenariats stratégiques afin de créer des opportunités d'investissement à l'étranger.²⁴⁷

Les pays africains tels que Madagascar, le Mozambique et la Tanzanie détiennent environ un quart des ressources mondiales en graphite, tandis que l'Allemagne, le Japon, la Corée et les États-Unis ont la capacité et l'intention de produire des matériaux d'anode en graphite. De même, l'Australie, le Brésil, le Vietnam et d'autres pays disposent d'abondantes ressources en terres rares, tandis que l'Europe, la Malaisie et les États-Unis investissent dans des installations de séparation. Des capacités de fabrication d'aimants permanents sont en cours de développement en Europe, au Japon, en Corée et aux États-Unis. Cartographier les opportunités de connexion sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, plutôt que de se concentrer uniquement sur une partie de la chaîne de valeur, peut aider à réaliser le potentiel des partenariats en matière de diversification des sources d'approvisionnement.

La question des métaux critiques peut notamment être une opportunité pour redéfinir les relations Europe-Afrique. Plusieurs accords ont été entérinés. L'UE et le Rwanda ont ainsi signé un protocole d'accord sur les chaînes de valeur durables des matières premières²⁴⁸. Cinq domaines de coopération ont été privilégiés : intégration des chaînes de valeur des matières premières durables et soutien à la diversification économique, coopération en vue d'une production et d'une valorisation des matières premières critiques et stratégiques. Cela inclut une diligence raisonnable et une traçabilité accrues, une coopération dans la lutte contre le trafic illégal de matières premières et l'alignement sur les normes internationales en matière environnementale, sociale et de gouvernance (ESG).

Les riches minérales sont essentielles à l'économie du Rwanda. Le pays est un acteur majeur dans l'extraction mondiale de tantale. Il produit également de l'étain, du tungstène, de l'or et du niobium, et dispose d'un potentiel en lithium et en éléments de terres rares. Une raffinerie d'or existe, et une raffinerie de tantale est en projet. Le Rwanda possède également la seule fonderie d'étain en activité

²⁴⁷

<https://think.europa.dk/brief/2024-03-hvordan-vil-eu-sikre-en-robust-forsyning-af-kritiske-raastoffer#:~:text=Den%20europ%C3%A6iske%20t%C3%A6nk%20tank%20CEPS%20finder,procent%20af%20niEU's external critical raw materials strategies are outlined not in the CRMA itself but in a Communication from the Commission published together with the draft regulation of the CRMA: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2023%3A165%3AFIN>. Consulté le 12 septembre 2025.

²⁴⁸ Commission européenne, *EU and Rwanda sign a Memorandum of Understanding on Sustainable Raw Materials Value Chains*, Brussels, 19 février 2024.

en Afrique. Ce protocole d'accord avec le Rwanda fait suite à la signature d'un protocole d'accord avec la République démocratique du Congo et la République de Zambie.

La RDC a pour ambition de traiter son propre cobalt et de progresser dans la chaîne d'approvisionnement des batteries. Si le pays restera le principal fournisseur de cobalt après 2030, il ne représente aujourd'hui qu'environ 3 % de la chaîne d'approvisionnement des batteries et des véhicules électriques. La production de précurseurs en RDC permettrait de réduire les émissions de la chaîne d'approvisionnement et d'ajouter de la valeur au cobalt du pays. Le raffinage en RDC du cobalt extrait réduirait sensiblement les émissions liées à la consommation d'électricité (grâce à l'hydro-électricité) et au transport.

Le gouvernement zambien a lancé sa stratégie nationale pour les minéraux critiques 2024-2028 qui vise, entre autres, à renforcer les activités à forte valeur ajoutée sur le territoire national. Parallèlement, la Namibie cherche à développer les industries minières en aval grâce à la mise en œuvre de sa stratégie d'enrichissement des minerais 2021-2030. Le pays dispose également d'un secteur naissant de l'hydrogène vert, qui a le potentiel de stimuler la valeur ajoutée verte, une ambition énoncée dans sa stratégie sur l'hydrogène vert et ses dérivés.

L'enjeu pour l'UE est de s'impliquer davantage dans la constitution de chaînes de valeur minières africaines. Dans un secteur où d'autres puissances, notamment la Chine, sont très présentes, un engagement crédible à soutenir la valeur ajoutée locale dans les pays partenaires africains permettrait à l'offre européenne de se démarquer²⁴⁹. Bien qu'ils possèdent environ un tiers des ressources minérales mondiales, les pays africains ont en effet peu profité de cette manne pour diversifier leurs tissus économiques. De l'Europe à l'Amérique, en passant par la Chine et le Golfe, les puissances mondiales ont extrait d'importantes quantités de minéraux d'Afrique pour alimenter leur propre croissance industrielle avec de faibles retombées industrielles pour les pays concernés. En Zambie, par exemple, après près d'un siècle de production de cuivre, les capacités industrielles du pays se limitent encore largement à la production de fils et de câbles.

Entre 2016 et 2022, 73 % des projets d'investissements directs étrangers (IDE) annoncés en Afrique subsaharienne ont été consacrés à l'extraction²⁵⁰. Seuls 26 % concernaient la transformation et la fabrication. La demande mondiale croissante en minéraux essentiels constitue ici une opportunité pour monter en gamme. En décembre 2024, l'Union africaine a lancé la Stratégie africaine pour les minéraux verts, qui vise à mettre en place des chaînes de valeur clés en « *garantissant l'industrialisation grâce à la valorisation locale, à la fabrication de technologies vertes et à la transformation économique basée sur les minéraux* ». Un nombre croissant de gouvernements africains partagent les objectifs de cette stratégie et mettent en œuvre des politiques nationales visant à maintenir une plus grande partie de la transformation de leurs ressources sur leur sol.

Une coopération régionale renforcée permettrait également aux économies africaines de tirer parti de leurs richesses. À cet égard, la Zambie a signé en 2022 un accord de coopération avec la RDC pour créer une zone économique spéciale dédiée aux précurseurs de batteries et à la fabrication de batteries pour véhicules électriques. Il existe également plusieurs initiatives de corridors

²⁴⁹ Sarah Logan, Theophilus Acheampong, *From ore to more : mineral partnerships for African industrialisation*, ECFR, Policy brief, Août 2025.

²⁵⁰ Id.

économiques régionaux en Afrique australe qui pourraient faciliter la coopération régionale en matière de valeur ajoutée. Pour la Namibie, les principaux développements comprennent la modernisation du corridor de Walvis Bay et la construction d'entrepôts, de capacités de stockage de conteneurs et de capacités de manutention de carburants verts à Walvis Bay. Du côté zambien, un projet d'extension du corridor ferroviaire de Lobito vers la Zambie est mis en œuvre par la Société financière africaine avec le soutien des États-Unis, de l'UE, de la Banque africaine de développement et d'autres acteurs²⁵¹.

Les entreprises européennes ont néanmoins des difficultés à rivaliser avec un nombre croissant d'autres puissances qui recherchent un accès aux minéraux africains, notamment la Chine. Les arguments ne manquent pas pour justifier une implication plus forte des entreprises européennes dans la constitution de chaînes de valeur en Afrique, notamment en raison des coûts de production. L'UE a signé des partenariats stratégiques dans le domaine des minerais et de l'énergie avec la RDC, la Namibie, le Rwanda et la Zambie. Ces partenariats incluent précisément des engagements de l'UE à soutenir une plus grande valorisation des minerais dans ces pays. Ils visent à encourager le secteur privé européen à participer à l'exploitation minière et à la création de valeur ajoutée locale afin de créer de nouvelles sources plus diversifiées de minéraux essentiels.

À ce jour, cependant, la participation européenne à ces activités a été négligeable. Les entreprises chinoises se sont montrées les plus réceptives aux ambitions de développement des pays africains en matière de valeur ajoutée, comme en témoigne leur soutien à un projet d'usine de batteries pour véhicules électriques en Zambie. La nature verticalement intégrée de certaines entreprises chinoises (elles associent exploitation minière, transformation et fabrication de produits intermédiaires), les aide à proposer un large éventail d'investissements dans les pays hôtes. Les sociétés minières de la plupart des autres pays ne sont pas structurées de cette manière et ont tendance à se spécialiser uniquement dans l'extraction et la transformation de base.

Les pays africains concernés doivent de leur côté être en capacité de proposer une électricité et des services publics fiables, des conditions de financement favorables, un environnement réglementaire stable, de bonnes infrastructures de transport. Les pénuries d'électricité ont contraint les entreprises à investir dans des solutions énergétiques hors réseau, qui peuvent entraîner des coûts d'investissement élevés (comme la construction d'une centrale solaire) ou des coûts d'exploitation élevés (comme les générateurs diesel), et peuvent nuire à leur viabilité économique.

La pénurie d'eau est également un problème majeur dans cette région aride, ce qui a conduit certaines sociétés minières à construire des usines de dessalement. Enfin, la stabilité politique demeure un pré-requis. En 2019, la moitié des 55 pays de l'Union africaine étaient des démocraties. Cette proportion n'est plus que d'un tiers, ce qui crée un contexte moins favorable à l'UE qu'à Moscou et Pékin. L'UE se targue d'être le plus grand pourvoyeur d'aide à l'Afrique, mais les contentieux commerciaux, les modalités de l'aide au développement, l'accès limité aux nouvelles technologies et les barrières toujours plus élevées pour les migrants ont détérioré les relations. L'influence de l'Europe a longtemps été incontestée en Afrique, mais aujourd'hui, d'autres puissances la surpassent²⁵².

²⁵¹ Id.

²⁵² Giles Merritt, *Why Europe is losing Africa to Moscow and Beijing*, Global Europe, 18 Jun 2024

Dans son action extérieure, l'UE affiche volontiers sa différence. L'accent est mis sur la constitution de filières et sur le développement durable quand la Chine est supposée privilégier ses seuls intérêts. En Asie centrale, la présidente de la Commission européenne soulignait en 2025 : « L'offre européenne est spécifique (...) la valeur ajoutée doit rester sur place ». L'année précédente, en Argentine, le Président français pointait les « entreprises prédatrices » qui « imposent des clauses léonines pour mieux exploiter les ressources du continent, ne laissant derrière elles qu'une population appauvrie et une nature ravagée »²⁵³.

Les acteurs européens sont ici confrontés à plusieurs défis. D'une part, les États partenaires peuvent être réticents à se reconnaître dans des principes européens de durabilité définis sans eux et contestés au sein même de l'UE. D'autre part, la montée en gamme suppose que le pays partenaire dispose d'un cadre réglementaire et de conditions favorables à l'investissement étranger. Sans oublier que si l'Europe abrite les deux pôles majeurs du commerce mondial des métaux (Genève et Londres) aucun n'est lié par les règles édictées par l'UE en matière de développement durable.

Enfin, l'UE est en concurrence dans les régions minières avec d'autres acteurs, la Chine notamment qui pour répondre à ses besoins doit importer de nombreux métaux, y compris des terres rares. Les investissements opérés au titre de la BRI²⁵⁴ ont connu une forte hausse en 2025, dépassant au cours du seul premier semestre le montant de l'année 2024. Les acquisitions minières de Pékin ont atteint leur plus haut niveau depuis plus d'une décennie. Les acteurs chinois confortent ainsi leur position avant une éventuelle nouvelle dégradation du contexte politique mondial. Les États partenaires sont-ils enjoints à s'endetter au-delà du raisonnable par Pékin ? Vérifiée dans de nombreux cas, l'hypothèse est moins pertinente dans le cas de l'industrie minière. Le quart des prêts est adossé à un garant chinois, un niveau supérieur à celui observé dans d'autres secteurs²⁵⁵.

L'image d'une Chine puissance coloniale rapatriant les matières premières sans égard pour les intérêts des pays fournisseurs doit également être nuancée, notamment en Asie centrale, pôle majeur pour l'Europe en raison de sa proximité géographique et des nombreuses découvertes récentes de gisements de terres rares (notamment au Kazakhstan²⁵⁶ et en Ouzbékistan²⁵⁷). La présence chinoise y est devenue significative (75% de la production d'or du Tadjikistan est aux mains d'entreprises chinoises) et la stratégie s'adapte aux pays d'accueil.

Avec le Kazakhstan (où les acteurs chinois ont investi 23 milliards USD au cours du seul premier semestre 2025) qui a des ambitions industrielles, des filières se constituent. Les groupes chinois verticalement intégrés ont l'expertise nécessaire aux différentes étapes de la chaîne de valeur pour se conformer aux attentes des autorités. Contourner les barrières douanières érigées dans le monde contre les importations chinoises pourrait en outre s'avérer ainsi plus aisé. Avec les autres pays (au Kirghizstan par exemple où le gisement de Kutessay a fait l'objet d'un accord en février 2025 entre Xi Jinping et Sadyr Japarov), la coopération se limite pour l'essentiel à des activités extractives. Dans

²⁵³ <https://reporterre.net/Macron-a-la-conquete-du-lithium-en-Amerique-latine>.

²⁵⁴ Belt and Road Initiative.

²⁵⁵ Escobar, B., Malik, A. A., Zhang, S., Walsh, K., Joosse, A., Parks, B. C., Zimmerman, J., & R. Fedorochko. (2025). Power Play book: Beijing's Bid to Secure Overseas Transition Minerals. Williamsburg, VA: AidData at William & Mary.

²⁵⁶ "Kazakhstan to Boost Investments in Rare Earth Metals Production," *The Astana Times*, May 2, 2024, <https://astanatimes.com/2024/05/kazakhstan-to-boost-investments-in-rare-earth-metals-production/>.

²⁵⁷ "Uzbekistan launches \$2.6B initiative to bolster minerals sector," *mining.com*, <https://www.mining.com/uzbekistan-launches-2-6b-initiative-to-bolster-minerals-sector/>.

ce contexte, l'UE mise pour sa part sur une coopération élargie à différents secteurs, l'accès aux métaux critiques n'étant qu'un volet parmi d'autres. Lors du premier sommet UE- Asie centrale de 2025, un soutien technique et financier a ainsi été apporté aux infrastructures de transport. L'axe terrestre « *middle corridor* » est ici concerné au premier chef. Reliant l'Asie centrale (ainsi que l'ouest de la Chine) à l'UE par la route la plus courte, il permet de tirer profit de la réouverture des frontières de l'Arménie avec la Turquie et l'Azerbaïdjan et de contourner la Russie.

Vis-à-vis de ses partenaires, l'UE doit également pouvoir compter sur des financements similaires à ce que d'autres puissances industrielles consacrent à la prise de participation dans des actifs miniers à l'étranger et plus largement aux coopérations nouées dans le monde. Le Global Gateway²⁵⁸ est la stratégie phare de l'UE visant à soutenir des projets d'infrastructure à travers le monde dans le but d'améliorer la connectivité. Il s'agit d'une réponse à l'initiative chinoise « Belt and Road ». Global Gateway manque cependant d'un mandat clair et les doutes sont permis sur sa capacité à générer les investissements escomptés (300 milliards d'euros) grâce à l'approche « Team Europe ».²⁵⁹

Plusieurs États-membres ont par ailleurs initié leur propre diplomatie minérale. À la suite du Conseil des ministres franco-allemand, qui s'est tenu à Toulon (Var) à la fin du mois d'août, la France et l'Allemagne ont convenu d'une coopération approfondie. « Nous allons créer un organe commun sur les métaux critiques et les terres rares », a fait savoir Marc Ferracci, ministre de l'Industrie et de l'Énergie²⁶⁰. Après l'Australie fin septembre, la France a signé le 12 octobre un accord de partenariat sur les métaux stratégique et critiques avec la Mongolie lors d'une visite à Paris du président mongol, Ukhnaa Khutelsukh²⁶¹.

L'éligibilité du financement de la Banque européenne d'investissement pour toutes les étapes de la chaîne de valeur des métaux critiques à partir de juillet 2023 a constitué une première étape importante. À l'heure actuelle, la taxonomie de l'UE ne couvre que le recyclage des matières premières critiques. L'ajout de l'exploitation minière et du raffinage, sous réserve du respect de normes environnementales élevées, pourrait contribuer à générer des investissements privés. Toutefois, un soutien financier public supplémentaire s'avérera probablement nécessaire.

Pour l'EIT RawMaterials, l'Union européenne devrait réserver des fonds dans son prochain budget septennal à partir de 2028 pour promouvoir l'exploitation minière et le recyclage. « Il faudrait probablement commencer avec au moins un ou deux milliards d'euros, avec la possibilité d'augmenter considérablement ce montant à l'avenir. » L'organisme appelle à la création d'un fonds d'exploration d'environ 10 milliards d'euros qui, associé à des investissements privés, permettrait d'atteindre environ 100 milliards d'euros²⁶². Dans la préparation du prochain budget communautaire, cette question apparaît pour l'heure non tranchée. Si les matières premières sont mentionnées dans le projet de budget, notamment dans la section « Activités spécifiques visant à soutenir les politiques de résilience » de l'article 42 de la proposition de règlement relatif au Fonds européen pour la

²⁵⁸ The Global Gateway was officially launched in December 2021. The proposed plan aims to mobilise EUR 300 billion in investments through the “Team Europe” approach, which brings together EU institutions, EU member states, European financial institutions and national development finance institutions.

²⁵⁹ The Emperor's New Clothes: What's new about the EU's Global Gateway? - Eurodad. See also <https://www.rosalux.de/news/id/51019/etikettenschwindel-global-gateway>

²⁶⁰ Pierrick Merlet, « France-Allemagne : une alliance inédite pour sécuriser les matières premières critiques », *Les Échos*, 4 septembre 2025.

²⁶¹ Paul Messad, « Métaux critiques : la France répond à l'Australie et signe deux accords de coopération », *Euractiv*, 27 septembre 2023.

²⁶² Philip Blenkinsop, EU must set aside over 10 billion euros for key minerals, says agency head, Agence Reuters, 14 mai 2025.

compétitivité, l'ambition n'est pas clairement exprimée. Rappelons que dans son rapport de 2024 intitulé « L'avenir de la compétitivité européenne », l'ancien président de la BCE et Premier ministre italien Mario Draghi, classait les matières premières au deuxième rang des domaines stratégiquement vitaux pour l'Europe, juste derrière l'énergie.

Si les instruments financiers sont nombreux (Horizon Europe, plateforme « Technologies stratégiques pour l'Europe » (STEP), Fonds européen pour le climat (ECF), InvestEU, etc), il manque probablement une plateforme unifiée permettant une approche européenne plus cohérente.

Conclusion

Avec 6% de la population mondiale, l'UE consomme 25-30% des métaux produits dans le monde et la tendance est à la hausse en raison de la double transition, numérique et énergétique. La transition européenne ne peut se penser en faisant abstraction de l'arrière plan historique. Le discours selon lequel la prospérité européenne s'est construite entre autres sur l'exploitation des richesses de l'hémisphère sud doit être nuancé mais il ne peut être occulté. L'ampleur des besoins en métaux de la transition énergétique est parfois vue comme une nouvelle dépendance dans la perspective européenne. Mais selon une autre perspective, celle du « sud », c'est une nouvelle ère de relation centre-périphérie qui s'ouvre avec l'ambition de l'UE d'importer massivement des métaux depuis des pays dont beaucoup sont d'anciennes colonies européennes.

Pour limiter les tensions d'approvisionnement qui pourraient ralentir la transition énergétique, il est primordial de favoriser la sobriété, en mettant en place des politiques publiques adaptées (par exemple pour encourager à limiter la taille des voitures ou des batteries)²⁶³. Il reste que d'autres outils sont indispensables compte-tenu d'une demande orientée à la hausse, entretenue par le déploiement des énergies renouvelables, la modernisation des réseaux, le véhicule électrique et le secteur du numérique. La recherche de solutions techniques alternatives, le recyclage, la négociation de nouveaux partenariats à l'échelle mondiale constituent ici les principaux piliers d'une réponse européenne.

Commentant les initiatives américaines de 2025, le Secrétaire d'État américain concluait : « la Chine perdra sa capacité de chantage sur les terres rares en moins de 24 mois »²⁶⁴. Le doute est ici permis. Le succès dans le secteur des terres rares comme dans le raffinage des autres métaux réside moins dans la géologie que dans la technologie et la mise en place d'une chaîne de valeur nécessite des capitaux et des compétences que la Chine a su rassembler. Par ses investissements massifs dans les actifs miniers dans le monde et ses innovations, la Chine a pu acquérir une avance significative pour un large éventail de technologies nécessaires à la mise en place de systèmes énergétiques compétitifs et décarbonés.

Avec les restrictions à l'export imposées peu à peu depuis les années 90, elle suscite désormais en retour des stratégies de diversification qui aboutiront *in fine* à desserrer la géographie de l'approvisionnement en métaux critiques et notamment en terres rares. Les stratégies concertées entre pays proches et partageant la même vision des risques industriels et politiques de la dépendance à l'égard de la Chine sont de nature à créer des solidarités concrètes.

Le défi industriel, lui, reste entier. Au-delà des enjeux autour de l'extraction minière et du raffinage des métaux, la capacité de l'Europe à maîtriser les technologies suppose probablement de poursuivre les efforts déployés pour protéger le marché européen des pratiques déloyales. Loin d'impliquer un

²⁶³ ADEME, Les avis de l'ADEME, *Transition énergétique et matériaux stratégiques : dépendances, sobriété et recyclage*, Juin 2025.

²⁶⁴ Demetri Sevastopulo, "China 'made a real mistake' by 'firing shots' on rare earths, says Scott Bessent", *Financial Times*, 30.10.2025.

repli sur soi national, la quête de souveraineté implique une intégration européenne renforcée et un renouvellement des interdépendances avec les pays fournisseurs. Elle invite également à repenser le rôle la puissance publique dans une économie de marché car, comme le souligne Jean Pisani-Ferry, « les conditions pour créer de l'innovation sont la concurrence et la planification, que la Chine sait allier ».²⁶⁵

²⁶⁵ Dominique Seux, « Le grand blues social-démocrate », *Les Échos*, 10 septembre 2025.,