

SÉCURISATION DES MATIÈRES PREMIÈRES

Pierre Toulhoat et Jean-Pierre Chevalier

Membres de l'Académie des technologies

Séance du 13 avril 2022

Résumé

La croissance démographique, mais aussi les transitions énergétique et numérique entraînent l'explosion des besoins en matières premières ainsi que leur forte diversification, avec un recours croissant à des matériaux rares. Les chaînes d'approvisionnement sont souvent complexes et parfois dominées par quelques pays seulement, d'où le risque de voir une dépendance aux ressources minérales se substituer à la dépendance aux énergies fossiles. Le recyclage, même fortement développé, ne couvrira qu'une partie des besoins et, même si des innovations technologiques permettent de remplacer certains matériaux par d'autres plus répandus, il faudra inévitablement ouvrir de nouvelles mines, y compris en Europe et en France. Compte tenu de la mauvaise image de l'activité minière héritée du passé mais également liée aux dommages environnementaux et sociaux provoqués par de nombreuses mines à travers le monde, un préalable indispensable consistera à élaborer un modèle de mine responsable, équitable et participative, se traduisant par une norme certifiable par des tiers, qui constituera aussi un élément de différenciation majeur à l'international. L'industrie minière devrait également adopter une approche plus globale consistant à fournir des matériaux tirés à la fois du recyclage et de l'extraction, afin de représenter une solution aux problèmes environnementaux plutôt qu'une source d'aggravation perpétuelle de ces derniers.

Intervenants

Christophe Poinssot

Directeur général délégué et Directeur scientifique du BRGM

Patrice Christmann

Chercheur indépendant. Ancien Directeur Scientifique Adjoint du BRGM (2010-2016) et ancien membre du Groupe International pour l'Etude des Ressources des Nations Unies (2011-2020)

Corinne Gendron

Académicienne et UQAM

Bruno Jacquemin

Délégué général d'A3M et délégué permanent du Comité stratégique de filière Mines et métallurgie

Philippe Varin

Ancien président de France Industrie, auteur d'un rapport sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières premières minérales

Sommaire

Exposé de Christophe Poinssot	2
Exposé de Patrice Christmann	3
Exposé de Corinne Gendron	4
Exposé de Bruno Jacquemin	6
Conclusion par Philippe Varin	6



Exposé

Christophe Poinssot

Christophe Poinssot est directeur général délégué et directeur scientifique du BRGM.

D'une dépendance à l'autre ?

La décarbonation de nos économies et, en particulier, de nos moyens de production d'énergie va entraîner une forte augmentation de nos besoins en ressources minérales (il existe un facteur six entre les ressources minérales mobilisées par MWh installé dans une centrale à charbon et dans une éolienne off-shore) mais aussi leur diversification, car les technologies bas-carbone mobilisent un nombre de plus en plus important des éléments du tableau de Mendeleïev, y compris certains très rares. Selon l'AIE (Agence internationale de l'énergie), d'ici 2040, la mobilité électrique et la production d'électricité vont entraîner, par exemple, une multiplication des besoins en lithium par 42 et des besoins en cobalt, graphite et nickel par 20.

La transition numérique va avoir des effets comparables. La quantité de données que nous utilisons et stockons s'accroît très rapidement et se traduit par une consommation intense de matières premières, par exemple pour la fabrication des fibres optiques, qui comprennent des quantités importantes de métal, dont certains critiques comme le germanium, sans parler des objets connectés qui sont, eux aussi, riches en métaux, à commencer par nos smartphones.

Nous allons devoir produire davantage de ressources minérales d'ici 2050 que depuis le début de l'humanité, y compris pour les métaux majeurs. On peut donc s'attendre à des conflits d'usages, en particulier pour ceux considérés comme critiques ou stratégiques. Nous sommes ainsi en train de passer de façon insidieuse d'une dépendance aux énergies fossiles à une dépendance aux ressources minérales.

Des filières d'approvisionnement complexes

À ceci s'ajoute le fait que les filières d'approvisionnement en matières premières sont extrêmement complexes. Les opérations de traitement du lithium, par exemple, sont réparties entre différents acteurs industriels et différents pays. Sécuriser l'approvisionnement nécessite d'analyser cette chaîne de valeur et d'investir sur l'ensemble de ses maillons. C'est ce que la Chine a compris depuis plusieurs décennies déjà.

Cette analyse révèle notamment qu'une grande part des métaux stratégiques ne sont pas extraits pour eux-mêmes mais dépendent de la production d'un "métal-hôte", ce qui entraîne une dépendance de ces marchés à des marchés tiers. L'hafnium, par exemple, est tiré de la purification du zirconium, utilisé pour la fabrication des gaines de combustible nucléaire. Le jour où l'on fermera les centrales nucléaires, on cessera de produire à la fois du zirconium et de l'hafnium.

À la suite du rapport sur la sécurisation de l'approvisionnement de l'industrie en matières premières minérales rendu par Philippe Varin en janvier 2022, devrait être créé un Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles (OFREMI) pour décrypter les chaînes de valeur, anticiper les ruptures d'approvisionnement, mener des analyses de criticité et des tests de résilience, et assurer une veille permanente sur les chaînes de valeur et les cours boursiers.

Quelles ressources disponibles en France et en Europe ?

Au cours des dernières décennies, la France et l'Europe ont largement perdu leur souveraineté minérale. Une grande partie de notre industrie primaire et de notre industrie de transformation a été transférée vers des pays à bas coût et moins regardants sur les impacts environnementaux. L'Europe est désormais largement dépendante des importations étrangères, en particulier chinoises, mais également russes. Ainsi, 42 % du palladium sont produits en Russie, de même que 33 % des diamants et 20 % du titane. De même, un tiers des importations européennes de nickel et d'aluminium ainsi qu'un quart des importations de cuivre viennent de Russie.

Comment réduire cette dépendance ? Le recyclage apparaît comme une opportunité à la fois en termes de relocalisation, de maîtrise industrielle, d'économie de la ressource et de souveraineté. À l'exception de l'argent et du plomb, pour lesquels le recyclage est supérieur à 50 %, et de quelques métaux de base (Fe, Cu, Zn, Al), les taux actuels de recyclage sont presque tous inférieurs à 10 %. À supposer que l'on parvienne à collecter beaucoup plus efficacement les objets en fin

de vie, il faudra mettre en place des procédés de recyclage efficaces mais également toute une industrie de transformation.

Le recyclage ne saurait cependant couvrir la totalité des besoins, car une partie seulement des objets peut être recyclée et l'augmentation de la demande crée un décalage avec la quantité de matières premières comprise dans des objets produits il y a dix ou vingt ans. On estime qu'un tiers des besoins, tout au plus, pourrait être couvert par le recyclage.

Ouvrir des usines de recyclage des métaux présenterait cependant le grand avantage de sensibiliser nos concitoyens à la nécessité de relancer l'industrie extractive en France, car il va être indispensable de mobiliser les ressources encore présentes dans le sol. Des opérations importantes de prospection sont actuellement menées un peu partout dans le monde, pour un montant évalué à mille milliards de dollars. La France ne participe pas à cet effort, alors qu'elle n'est pas le pays le plus mal loti en termes de ressources minières.

Selon le dernier inventaire minier réalisé en France, qui remonte aux années 1970 et portait seulement sur trois cents mètres de profondeur, notre pays dispose de gisements intéressants en tungstène, antimoine, mais aussi lithium et germanium, situés principalement dans le Massif central, en Bretagne et dans les Pyrénées. La méthode de cartographie prédictive développée par le BRGM dans le cadre du projet européen ProMine (2009-2013), reposant sur la connaissance des mécanismes géologiques permettant la constitution de gisements, a permis de mettre en évidence un potentiel significatif pour le cobalt, le gallium, le platine ou encore le lithium.

Ouvrir des mines va cependant être un défi complexe dans notre pays et prendra beaucoup de temps. Selon l'AIE, il s'écoule, en moyenne, 17 ans entre le démarrage d'une exploration et l'ouverture d'une mine. On peut s'attendre à des délais encore plus longs dans un pays où la réglementation environnementale est particulièrement précautionneuse.

Une partie des 4 000 anciens sites miniers que compte notre pays ont produit des terrils qui mériteraient d'être réexploités avec les technologies actuelles, bien plus performantes que celles du XIXe siècle ou du début du XXe, que ce soit pour rechercher le même matériau qu'à l'époque, ou des matériaux secondaires qui n'étaient pas exploités autrefois. La mine ariégeoise de Salau, par exemple, a produit 15 000 tonnes de tungstène et en recèle sans doute encore autant, avec un taux de concentration de 1,5 % qui la place parmi les meilleurs gisements mondiaux, et un taux de concentration également très élevé (0,80 %) dans les haldes, c'est-à-dire dans ce qui a été laissé de côté à l'époque. Tout l'équipement de cette mine est resté en place et elle serait facile à remettre en activité. Les anciennes mines

de plomb ou de zinc sont, pour leur part, très riches en germanium, un élément de grand intérêt aujourd'hui.

Pour pouvoir ouvrir ou rouvrir des mines, il faudra limiter au maximum leur impact environnemental, mais également associer les populations locales aux prises de décision, sans quoi les compagnies minières risquent de se heurter à des oppositions rédhibitoires. La mise en place d'une norme partagée a minima à l'échelle européenne sur la mine responsable paraît indispensable si l'on veut rendre possibles de nouvelles activités extractives en France. Ces nouvelles réglementations devront s'appliquer non seulement aux nouvelles mines européennes mais également aux importations si l'on veut se protéger de tout contournement par des pays tiers de ces normes, qui induiront forcément un renchérissement des matières premières.



Exposé

Patrice Christmann

Patrice Christmann est géologue, ancien directeur adjoint à la direction de la stratégie du BRGM, membre de UNEP International Resource Panel jusqu'en 2020.

Dans les décennies à venir, en raison de la transition énergétique, mais aussi de la croissance démographique et de l'urbanisation, le besoin de matières premières va connaître une croissance exponentielle.

L'évaluation des capacités de l'industrie minérale mondiale

L'industrie minérale mondiale pourra-t-elle faire face à une telle augmentation ? Les entreprises minières à capitaux privés n'ont aucune obligation de publier leurs données et celles fournies par les entreprises à capitaux d'État, notamment chinoises, ne sont guère fiables. Les seules données factuelles disponibles sont celles publiées dans les rapports des entreprises faisant appel à l'actionnariat public et cotées sur les deux bourses ayant mis en place des obligations de rapportage de données, à savoir Toronto et Sidney, ce qui représente environ deux mille entreprises. L'analyse de leurs données procure des indications significatives sur la dynamique de l'exploration minière mondiale.

En ce qui concerne le lithium, par exemple, selon l'USGS (Service géologique des États-Unis), les réserves mondiales sont de 22 millions de tonnes, mais cette estimation repose essentiellement sur les informations fournies par les gouvernements, qui peuvent faire l'objet de manipulations. En compilant les données publiées par les sociétés cotées à Toronto et Vancouver, j'ai recensé 77 gisements représentant 51 millions de tonnes de lithium en termes de stocks géologiques, dont 30 millions de tonnes ont été assez bien mesurées, mais seulement 6,5 millions de tonnes sont réellement documentées et peuvent ainsi être véritablement considérées comme des réserves.

Des exemples de substitutions technologiques

Face à l'accroissement des besoins en matières premières critiques et à la réalité des réserves, l'innovation technologique pourrait permettre de remplacer certaines matières premières rares par d'autres plus répandues. En voici quelques exemples.

De nouvelles batteries pour l'électromobilité

Il est désormais possible de fabriquer des batteries au lithium sans anodes en graphite, celles-ci étant remplacées par la migration du lithium à travers un séparateur et son dépôt, sous forme d'anode temporaire, sur une feuille de substrat métallique. Des développements industriels majeurs reposant sur cette innovation sont actuellement mis en œuvre par la société américaine SES, en partenariat avec Quantumscape et Samsung. La production industrielle pourrait démarrer dès 2023 ou 2024.

Les batteries à nanotubes de carbone sont une innovation française née des travaux du CEA. Cette innovation permet, comme la précédente, de faire disparaître la demande en graphite de haute pureté pour les batteries, mais également de réduire significativement la demande en cobalt et en nickel. Elle est portée par Nawa technologies et la production industrielle pourrait démarrer en 2025.

Des céramiques à matrice composite pour l'aéronautique

La partie haute pression des réacteurs d'avion comprend des turbines dont les disques et les aubes sont fabriqués en superalliages à base de nickel, intégrant du rhénium, du tantale, du ruthénium et d'autres éléments rares. L'emploi de céramiques à matrice composite pourrait permettre d'éviter de recourir à ces matières premières rares, mais aussi d'alléger le poids des réacteurs et de réduire la consommation d'énergie. Cette innovation est notamment portée par Safran et General Electric et un premier réacteur démonstrateur a été développé dans le cadre d'un programme de la Défense américaine. Une nouvelle génération de réacteurs, basé sur les

composites à matrice céramique pourrait voir le jour au cours de la prochaine décennie.

De nouveaux matériaux magnétiques

Les aimants permanents à très haute performance, impliquant l'emploi de terres rares telles que dysprosium, néodyme, praséodyme et terbium, sont essentiels à de nombreux secteurs d'activité (défense, télécommunications, éoliennes, etc.). Or, la plupart de ces éléments sont issus de mines situées en Chine, la production des aimants se faisant en Chine et, dans une moindre mesure, au Japon, dont les entreprises sont très dépendantes des matières premières chinoises. Plusieurs entreprises japonaises mènent des recherches qui pourraient aboutir, à partir de 2030, à la fabrication industrielle d'aimants permanents à partir de terres rares surabondantes, comme le lanthane et le cérium, voire du nitrure de fer ou d'alliages de fer et de nickel.

Des initiatives à soutenir par les pouvoirs publics

La compréhension et la documentation des innovations susceptibles de modifier la demande en ressources minérales devrait former un chapitre spécifique des études de criticité, afin d'ouvrir une perspective plus dynamique que statique et d'éclairer les politiques publiques, qui ont un rôle déterminant à jouer pour accompagner ces initiatives. L'accès aux capitaux sera en effet essentiel à la réussite des projets de substitution.



Exposé

Corinne Gendron

Corinne Gendron est juriste et sociologue, professeur au département de stratégie, responsabilité sociale et environnementale de l'École des sciences de la gestion de l'Université du Québec à Montréal, membre de l'Académie des technologies.

L'importance stratégique de plusieurs matériaux conduit à envisager la relance des activités minières en France et en Europe, mais ce sera loin d'être facile, car

beaucoup de nos concitoyens ont une image très négative de la mine.

Une image négative

Celle-ci repose, tout d'abord, sur des souvenirs du passé tel qu'illustré par le roman et le film *Germinal*, qui marquent encore les esprits. Même si, aujourd'hui, les pratiques d'exploitation des travailleurs concernent surtout les mines informelles, cette image négative rejailit sur l'industrie minière en général.

L'image négative des mines repose aussi sur le fait qu'elles provoquent souvent des nuisances pour les riverains, que ce soit en termes de santé, d'environnement ou de relocalisation, en sorte qu'elles sont généralement perçues comme synonymes de perte de qualité de vie et d'options économiques, au point de générer des conflits sociaux. Certains de ces conflits viennent du fait que l'activité minière entre en concurrence avec d'autres usages du sol, comme l'agriculture, l'urbanisation, le tourisme. Au Canada, par exemple, outre le manque de dialogue et une gouvernance mal adaptée, l'opposition à l'exploitation des gaz de schistes a été nourrie par l'incompatibilité de cette industrie avec les activités récréotouristiques qui se sont développées dans les régions concernées.

La dénonciation de l'impact environnemental et social négatif des mines va bien au-delà des riverains immédiatement concernés. Au Canada, des projets d'exploitation minière dans les territoires nordiques reculés ou les océans (donc sans riverains immédiats) ont suscité des controverses, la population s'insurgeant contre la perspective de dégrader encore davantage des écosystèmes nécessitant d'être protégés.

Une autre opposition, plus dispersée, conteste le modèle de développement productiviste que symbolise la mine : a-t-on vraiment besoin de toutes ces ressources minérales et ne peut-on trouver des solutions alternatives ?

L'argument inopérant de l'utilité

De leur côté, les acteurs du secteur minier considèrent que, si leurs concitoyens veulent pouvoir se servir des produits fabriqués à partir de différents minerais, comme leurs smartphones, ils devraient admettre que l'activité minière est indispensable. Mais cet argument de l'utilité des mines ne réussit pas à convaincre. Même si cela peut paraître paradoxal, nous sommes tous traversés par des contradictions et, sur le plan psychologique, il est parfaitement possible d'être attaché à son smartphone et révolté par les projets miniers. Par ailleurs, comme le montre le cas de

l'agriculture, l'utilité n'absout pas un secteur des impacts qu'il génère.

À quelles conditions une opération minière peut-elle être acceptée ?

Sachant qu'une opération minière implique nécessairement une altération du milieu naturel, pour qu'elle soit acceptée par la population, il faut qu'elle réponde à un besoin reconnu comme fondamental et urgent, et que la richesse qu'elle crée soit supérieure à la valeur qui va être détruite ou perturbée, que ce soit en termes environnementaux ou sociaux.

Cette opération doit également être équitable. La compagnie minière doit assumer dans leur intégralité non seulement les coûts de production, mais également les coûts environnementaux et sociaux qui pourraient être engendrés par son activité. Elle doit chercher au maximum à éviter, minimiser, réparer et compenser les dommages dans le cadre d'une évaluation d'impact environnemental et social. Au-delà de la redevance traditionnellement versée à la collectivité, elle doit proposer un partage équitable de la richesse créée avec les populations occupant le territoire, ce partage s'imposant d'autant plus que les ressources deviennent rares.

Les projets miniers doivent également être participatifs, car l'instauration d'un dialogue est une condition indispensable pour éviter le conflit et esquisser les modalités d'une exploitation acceptable, même si elle n'est pas toujours suffisante. Ce dialogue doit être mené à la fois avec les populations riveraines, pour se mettre d'accord sur le partage des ressources, la formation ou encore les embauches, mais aussi avec les mouvements environnementaux et sociaux qui portent des causes à l'échelle nationale ou internationale.

Pour que ce dialogue soit fructueux, il faut instaurer une relation de confiance et ce sera d'autant plus aisé que l'entreprise minière sera reconnue depuis dix ou quinze ans comme respectant l'environnement et mettant en œuvre des pratiques sociales innovantes. Dans certains cas, les territoires prennent l'initiative de mettre en concurrence plusieurs opérateurs sur la base de leurs pratiques environnementales et sociales. Les relations sont alors plus faciles, puisque l'opérateur a été choisi par une collectivité qui a pu préciser ses priorités.

Adopter une approche globale

Une façon pour l'industrie minière de construire son acceptabilité sociale serait d'adopter une approche plus globale. De même que l'industrie pétrolière est en train de se redéfinir comme une industrie d'approvisionnement énergétique incluant les énergies

renouvelables, l'industrie minière pourrait se concevoir comme une industrie d'approvisionnement en matériaux incluant le recyclage des déchets ou celui des terrils. Elle apparaîtrait ainsi comme une partie de la solution, et non comme une source perpétuelle d'aggravation des problèmes environnementaux.



Exposé

Bruno Jacquemin

Bruno Jacquemin est délégué général d'A3M, alliance des minerais, minéraux et métaux et délégué permanent du comité stratégique de filière mines et métallurgie.

La fédération A3M est une alliance entre les filières du minerai, des minéraux et des métaux. Elle réunit trois grandes entreprises d'extraction (Orano, Imerys, Eramet), opérant essentiellement à l'international ou en outremer, et très peu en métropole ; une vingtaine de PME et ETI sur le recyclage et le raffinage ; les groupes sidérurgistes européens tels que ArcelorMittal/Industeel, Aperam, Saartstahl, etc. ; une dizaine d'électrométallurgistes ; quelques PME et TPE spécialisées dans l'exploration des métaux ; une vingtaine de PME travaillant sur les minéraux industriels ; un écosystème paraminier riche, actif à l'international ; et enfin une douzaine de startups. Au total, cela représente 350 entreprises, 62 000 emplois et 41 milliards d'euros de chiffre d'affaires.

En nous appuyant sur les préconisations du rapport de Philippe Varin, nous identifions quatre grands enjeux pour l'approvisionnement en métaux : réindustrialisation, réglementation et RSE, dynamique européenne, dynamique aval.

En matière de réindustrialisation, nous devons aider les opérateurs miniers français à se développer, que ce soit en renforçant la diplomatie minérale sur des pays cibles, par exemple au Canada, en Afrique, en Amérique du sud ou en Australie sur une série de métaux cibles (nickel, lithium, cobalt/manganèse, terres rares, cuivre, graphite, niobium), et en encourageant nos industriels à se mobiliser sur la chaîne aval, c'est-à-dire à la première transformation, le recyclage, ou encore au traitement et à la réincorporation des stocks de métaux recyclés dont certains, comme la ferraille sont actuellement trop exportés. De son côté, la filière métallurgique devra

innover pour économiser de la matière, développer des process économes en ressources et décarbonés, et faciliter la réincorporation des déchets multi-métaux dans les chaînes de production.

Le nouveau code minier s'est inspiré du code de l'environnement pour les enquêtes d'impact environnemental et social ainsi que les règles de participation des parties prenantes. Un des enjeux de ce code est la taxonomie, c'est-à-dire l'identification des projets contribuant au développement durable et à la lutte contre le réchauffement climatique. La capacité de l'activité minière à trouver des financements dépendra de son inclusion dans cette taxonomie. Sur le plan de la RSE, nous travaillons à un référentiel Mine et approvisionnement responsables, partagé si possible avec les filières en aval, qui nous aidera à co-construire des projets miniers et métallurgiques sur les territoires.

L'Europe s'est saisie de la question des approvisionnements en matières premières à travers, notamment, la KIC (*Knowledge and Innovation Community*) RawMaterials de l'EIT (*European Institute of Innovation and Technology*). Celle-ci emploie une vingtaine de personnes qui travaillent à l'identification des projets et à la mise en place de partenariats afin de développer une vraie filière à l'échelle européenne.

Enfin, nous travaillons avec les filières aval (automobile, aéronautique, ferroviaire...) à l'identification des criticités diffuses, et, malheureusement, le contexte actuel de la guerre en Ukraine nous y aide.



Conclusion

Philippe Varin

Philippe Varin est un ancien président de PSA, d'Orano, de Suez et un ancien président de France Industrie, également auteur d'un rapport sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières premières minérales (janvier 2022).

Nous sommes confrontés à une croissance très forte des besoins, dans une situation de risque géopolitique accru. La nouvelle guerre froide qui s'est instaurée entre la Chine et les États-Unis s'étend désormais aux relations entre l'Union européenne et la Russie.

C'est dans ce contexte que les ministres Agnès Pannier-Runacher et Barbara Pompili m'ont confié, en septembre 2021, la rédaction d'un rapport sur la sécurisation de l'approvisionnement de l'industrie en matières premières minérales, dans lequel j'ai formulé trois grandes recommandations.

Un véhicule « privé public » pour des participations publiques dans des compagnies minières

Pour la première fois dans l'histoire, les industriels de l'automobile passent des contrats directement avec les opérateurs miniers afin de sécuriser les approvisionnements de leurs fournisseurs. C'est Elon Musk qui a ouvert la voie, car son entreprise ne produit que des véhicules électriques et il avait besoin de s'assurer de disposer de suffisamment de lithium ou encore de nickel. L'industrie automobile est d'autant plus sensible à ce risque qu'elle souffre déjà d'une pénurie de composants électroniques et qu'il faut désormais attendre six mois à un an pour se faire livrer un véhicule.

Dans ce contexte, j'ai proposé la création d'un fonds qui pourrait être d'abord français, puis devenir européen, et prendrait des participations minoritaires dans des compagnies minières présentant différents degrés de maturité. Pour en avoir parlé avec plusieurs opérateurs anglo-saxons, sud-africains ou encore canadiens, cette idée pourrait les intéresser car elle leur permettrait, en Afrique notamment, de se présenter avec le « *European halo* », c'est-à-dire en étant porteurs des principes de la mine responsable et équitable que nous sommes en train de développer. Ce fonds aurait à la fois des actionnaires publics et privés.

Cette suggestion a été favorablement accueillie par les deux ministres. Les travaux de création du fonds sont en cours et devront s'accompagner d'une véritable "diplomatie des métaux". Le BRGM a identifié une douzaine de cibles pays / métal. Les ambassadeurs auront la charge de promouvoir l'engagement sur les principes de mine responsable et équitable que nous développons en Europe et que nous pourrions valoriser en Afrique, Amérique latine ou Asie, en tant qu'éléments majeurs de différenciation par rapport à nos concurrents chinois, notamment.

Localiser en France les étapes de transformation

Entre l'extraction des minerais et la fabrication d'une batterie, l'activité industrielle se répartit grossièrement en trois tiers : un tiers pour la mine, un tiers pour la Gigafactory et, entre les deux, un tiers pour les étapes de transformation.

La deuxième recommandation du rapport concerne la localisation en France de ces étapes intermédiaires. Pour le secteur automobile, nous proposons de privilégier la région de Dunkerque, qui dispose d'une plateforme logistique extrêmement performante et de sources importantes d'énergie décarbonée. Pour les aimants, une filière de recyclage qui pourrait couvrir 20 % des besoins européens est en train de se mettre en place sur le site de Lacq. D'autres pistes innovantes pourront être intégrées à cette feuille de route. La localisation d'étapes intermédiaires de valeur ajoutée nécessitera d'importants efforts de formation et la relance de l'enseignement minier.

L'ouverture de nouvelles mines en Europe

La troisième recommandation porte sur l'ouverture de nouvelles mines en Europe, avec l'objectif de couvrir 30 % des besoins.

Après avoir fait entrer le nucléaire et le gaz dans la taxonomie des industries vertes, il a peut-être paru trop compliqué d'y faire entrer également l'industrie minière, ce qui est une anomalie pour des activités habilitantes pour la transition écologique. Cela ne deviendra envisageable qu'à condition de restaurer la confiance et, pour cela, d'élaborer un concept de mine responsable, tel que l'a présenté Corinne Gendron. Ce concept devrait se traduire par une norme, certifiable par des tiers, qui puisse être intégrée dans la réglementation des batteries, au même titre que le taux de recyclage ou les émissions de CO₂. Les constructeurs automobiles y sont favorables et les compagnies minières, de plus en plus également. Tout cela pourrait être facilité par l'adoption, à l'échelon européen, d'un *Critical Materials Act* qui couvrirait les questions de taxonomie, de financement, de formation, etc.

Les entreprises doivent développer une vision à long terme

Il existe une convergence entre l'exigence de transition énergétique et numérique et les nouvelles contraintes géopolitiques, ce qui est un point très positif. En revanche, nous manquons d'une boussole économique, car le PIB ne valorise que la croissance de la production et non le capital de la Nature. De son côté, la classe politique a du mal à prendre en compte les questions de long terme.

J'en tire une conclusion assez simple, à savoir qu'il revient aux responsables d'entreprises de construire cette vision à long terme, et ce pour deux raisons. Non seulement les investisseurs vont être de plus en plus regardants sur ces sujets, mais les entreprises ne parviendront plus à recruter si elles n'adoptent pas cette approche.

Cela doit nous motiver à construire au niveau européen un concept et une norme de mine responsable, équitable et participative, à même de restaurer la confiance dans le secteur minier et de nous permettre d'améliorer la sécurisation de nos approvisionnements en matières premières.

Mots clés : approvisionnement, industrie minière, matières premières, métaux, mine responsable, recyclage, terres rares, transition énergétique, transition numérique

Citation : Pierre Toulhoat, Jean-Pierre Chevalier, Christophe Poinssot, Patrice Christmann, Corinne Gendron, Bruno Jacquemin & Philippe Varin. (2022). *Sécurisation des matières premières*. Les séances thématiques de l'Académie des technologies. @

Retrouvez les autres parutions des séances thématiques de l'Académie des technologies sur notre site

Académie des technologies. Le Ponant, 19 rue Leblanc, 75015 Paris. 01 53 85 44 44. academie-technologies.fr

Production du comité des travaux. Directeur de la publication : Denis Ranque. Rédacteur en chef de la série : Hélène Louvel. Auteur : Élisabeth Bourguinat. N°ISSN : 2826-6196.

Les propos retranscrits ici ne constituent pas une position de l'Académie des technologies et ils ne relèvent pas, à sa connaissance, de liens d'intérêts. Chaque intervenant a validé la transcription de sa contribution, les autres participants (questions posées) ne sont pas cités nominativement pour favoriser la liberté des échanges.