



INSTITUT
POUR QUE L'AVENIR AIT BESOIN DE NOUS
SAPIENS



Le chemin semé d'embûches de l'Europe vers les matières premières critiques

À propos de l'auteur



Grégoire Verdeaux

Directeur de l'Observatoire Echanges Internationaux

Après une carrière en cabinet au Quai d'Orsay, à l'Elysée, à la Commission européenne et aux Nations Unies, Grégoire Verdeaux représente depuis 2011 certaines des plus grandes entreprises mondiales dans des secteurs hautement régulés. Il se spécialise dans l'analyse du retour du contrôle des Etats sur les échanges internationaux.



À propos de l'Institut Sapiens

L'Institut Sapiens est un *think tank* (laboratoire d'idées) indépendant et non partisan réfléchissant aux nouvelles conditions d'une prospérité partagée à l'ère numérique. L'humanisme est sa valeur fondamentale. Son objectif est d'éclairer le débat économique et social français et européen.

Il fédère un large réseau d'experts issus de tous horizons, universitaires, avocats, chefs d'entreprise, entrepreneurs, hauts fonctionnaires, autour d'adhérents intéressés par les grands débats actuels. Sapiens s'attache à relayer les recherches académiques les plus en pointe.

Les travaux de Sapiens sont structurés autour de **onze observatoires thématiques** : développement durable ; agriculture ; IA et éthique ; science et société ; santé et innovation ; travail, formation et compétences ; politiques, territoire et cohésion sociale ; innovation économique et sociale ; droit social ; immobilier ; échanges internationaux.

Pour en savoir plus, visitez notre site internet : institutsapiens.fr



1. La vulnérabilité des industries européennes face aux chaînes d'approvisionnement en matières premières critiques

La plupart des secteurs clés européens - énergie, chimie, industrie pharmaceutique, automobile, défense, semiconducteurs - sont confrontés à un défi commun : leur besoin vital d'être approvisionnés en « matières premières critiques » (MPC). Chaque secteur, et même chaque acteur en fonction de ses propres décisions technologiques et stratégiques, a sa propre liste prioritaire de MRC, mais les intérêts convergent vers un nombre relativement restreint de matériaux : le lithium, le graphite, l'antimoine, le cuivre, le cobalt, le nickel et, bien sûr, les fameux éléments de terres rares (ETR, certains lourds, d'autres légers). Et alors que l'Europe revient à une ambition de production nucléaire - mieux vaut tard que jamais... -, il faut ajouter l'uranium à la liste (plus d'informations à ce sujet au chapitre 11 ci-dessous).

Alors que l'attention du monde entier se concentre soudainement sur le détroit d'Ormuz et les perturbations qui secouent les marchés mondiaux du pétrole et du gaz, il convient de rappeler que l'économie mondiale dépend aujourd'hui bien davantage de l'approvisionnement en gaz naturel liquéfié (GNL) que du pétrole qui transite (ou non) par ce détroit.

Peut-être que cette obsession pour le pétrole et le gaz du Golfe est un héritage culturel de conflits passés célèbres - la nationalisation du canal de Suez en 1956 et les chocs des prix de 1973 et de 1979 -1980 - mais ce qui s'y passe est littéralement éclipsé par la dépendance vis-à-vis des pays du Conseil de coopération du Golfe (CCG), qui se trouvent au bout des chaînes d'approvisionnement les plus fragiles au monde.

Contrairement au pétrole, au gaz naturel ou aux matières premières agricoles, les CRM - ces métaux et minéraux qui sont à la base de tout, des véhicules électriques aux éoliennes, en passant par les semi-conducteurs et le matériel militaire - ne sont pas négociés sur des marchés centralisés, profonds et liquides, où s'affrontent des dizaines de fournisseurs. Il n'existe pas d'équivalent du Brent pour l'hydroxyde de lithium, les oxydes de terres rares ou le graphite destiné aux batteries.

Cette caractéristique structurelle rend les industries clés européennes extrêmement vulnérables. L'Union européenne (UE) et les économies voisines (EEE, Royaume-Uni, Suisse) comptent parmi les plus grands consommateurs mondiaux de CRM. Pourtant, elles n'en produisent pratiquement pas sur leur territoire.

Dans les chaînes de valeur des batteries, qui revêtent une importance capitale pour les secteurs de l'automobile et du stockage d'énergie, la Chine a couvert 81,9 % des besoins d'importation de l'UE entre 2021 et 2023, ce chiffre atteignant 86 % pour la seule année 2023. En ce qui concerne l'uranium, l'UE importe la quasi-totalité de ses besoins - plus de 99% -, l'approvisionnement étant concentré sur un petit nombre de pays d'origine. Dans le domaine des technologies à double usage liées à la défense, l'Europe ne produit qu'environ 1 % des métaux rares et des terres rares (CRM) nécessaires, tandis que la Chine en fournit environ 40 %. Et la liste est encore longue.

Au-delà de mettre en évidence l'ampleur de cette dépendance, qui est une réalité tangible depuis des années déjà mais qui reste néanmoins sous-estimée, l'ambition de ce document est d'évaluer quelles solutions pratiques les industries européennes peuvent raisonnablement mettre en oeuvre pour l'atténuer, et à quel moment.

Il ne serait pas réaliste de dresser un inventaire exhaustif de l'ensemble des métaux critiques; concentrons-nous donc « simplement » ici sur ceux qui sont indispensables à la transition énergétique et à la transformation numérique : le cuivre, le lithium, le cobalt, le nickel, le manganèse, le graphite, les terres rares et les matériaux du cycle du combustible nucléaire. Car, en réalité, les défis - et les solutions - liés à leur approvisionnement sont communs à d'autres métaux critiques utilisés dans d'autres secteurs industriels.

2. Les matériaux les plus importants : le cuivre, le lithium, le graphite et la transition énergétique

Considérons l'ampleur de la demande à laquelle l'Europe va devoir faire face. Selon le scénario « 2 °C » de l'Agence internationale de l'énergie, la demande mondiale en batteries devrait atteindre 3,7 TWh par an d'ici 2030, les voitures particulières représentant entre 78 et 85 % de cette demande. Dans le domaine du stockage stationnaire, les nouvelles installations de systèmes de stockage d'énergie par batterie dans l'UE ont atteint 16 GWh en 2023, représentant 12 % du marché mondial - un marché qui devrait atteindre 750 GWh d'ici 2030.

En bref : la demande mondiale est en hausse structurelle, et l'Europe devra se battre pour s'approvisionner.

Chaque TWh de capacité de batterie nécessite d'énormes quantités de matériaux transformés. À titre d'exemple, une seule cellule de batterie NMC811, généralement utilisée pour un véhicule électrique

(VE), nécessite 100g de lithium, 750g de nickel, 90g de cobalt et 870g de graphite par kWh.

Ces quantités ne sont pas négligeables. Multipliées par les déploiements à l'échelle du térawattheure imposés par la politique européenne, elles se traduisent par des dizaines de milliers de tonnes de matériaux transformés de qualité batterie qui doivent être approvisionnés, raffinés et livrés - chaque année - aux sites de fabrication européens.

Le lithium est emblématique de ce défi. En 2023, aucune mine européenne ne produisait de lithium de qualité batterie, et aucune usine de traitement du lithium n'était en activité sur le continent. L'ensemble de la chaîne de valeur européenne des batteries, dans laquelle des dizaines de milliards d'euros sont investis - gigafactories pour les cellules, installations de cathodes, usines d'électrolytes - dépend du lithium transformé importé. Il en va de même, à des degrés divers, pour le cobalt, le nickel, le manganèse et surtout le graphite, où la Chine domine la production de matériaux raffinés de qualité batterie, représentant 60 % de l'offre mondiale en 2023.

Les terres rares posent un défi similaire. Les aimants au néodyme-fer-bore (NdFeB), indispensables aux moteurs des véhicules électriques, aux éoliennes et à un large éventail d'applications dans le domaine de la défense, reposent sur des matériaux dont l'approvisionnement est contrôlé à plus de 60 % par la Chine. L'UE ne dispose pratiquement d'aucune chaîne d'approvisionnement indépendante pour ces composants.

3. L'effet domino : les contrôles à l'exportation de la Chine et le mécanisme de choc des prix (2023-2025)

Cette vulnérabilité structurelle n'a rien de théorique. Elle a été concrètement et brutalement mise en évidence entre 2023 et 2025. Dans une série de mesures de plus en plus strictes, la Chine a imposé des contrôles à l'exportation sur une série de métaux rares et de terres rares (CRM), démontrant précisément le mécanisme par lequel la concentration de la chaîne d'approvisionnement se traduit par une perturbation industrielle :

- Le 3 juillet 2023, la Chine a annoncé des contrôles à l'exportation sur le gallium et le germanium, avec effet au 1er août 2023, obligeant les exportateurs à obtenir des licences.

- Le 20 octobre 2023, des mesures de contrôle sur le graphite ont été annoncées, avec effet au 1er décembre 2023: le graphite destiné aux batteries est désormais soumis à des licences d'exportation devant être renouvelées tous les six mois.
- Le 3 décembre 2024, une interdiction totale d'exportation a été imposée sur le gallium, le germanium et l'antimoine à destination des États-Unis, accompagnée d'une interdiction de transbordement.
- Enfin, le 4 avril 2025, les contrôles ont été étendus à sept terres rares, y compris les aimants à terres rares et les produits finis.

Les répercussions sur le marché ont été immédiates et sévères. Les prix au comptant européens ont bondi de 289 % (pour le dysprosium, une TER), 365 % (pour le gallium brut), 400 % (pour le germanium travaillé), etc.

Le calcul est simple: lorsqu'un fournisseur ultra-dominant - en l'occurrence la Chine, qui contrôle 90 % ou plus des capacités de raffinage de plusieurs de ces matériaux - restreint ses exportations, les industries européennes sont confrontées à la fois à une rupture immédiate de l'approvisionnement et à une inflation massive des coûts.

Avec, cela va sans dire, une manne extraordinaire sous la forme d'une rente de rareté pour tout fournisseur non chinois disposant de capacités disponibles.

Le cas de l'antimoine (un composant ignifuge essentiel pour les applications de défense et les semi-conducteurs) offre un angle d'approche complémentaire et particulièrement instructif, cette fois-ci en amont, au niveau de la matière première elle-même. Le 15 août 2024, la Chine a annoncé des contrôles sur l'antimoine, entrant en vigueur le 15 septembre 2024, dans le cadre d'un régime de licences d'exportation à double usage. Cela a fait passer le prix de l'antimoine métallique de 14 000 \$ la tonne en juillet 2024 à 38 000 \$ la tonne en décembre 2024 - soit une hausse de 171 % en cinq mois. Il est intéressant de noter que, si l'UE est un importateur net de minerai d'antimoine avec une production nationale de métal négligeable, elle est en réalité un exportateur net de matériaux transformés (oxydes d'antimoine). Cette force comparative dans la production d'oxydes dépend donc de la disponibilité continue (et du prix) des matières premières métalliques importées, qui sont elles-mêmes soumises à des contrôles à l'exportation...

Il ne s'agit pas d'une défaillance du marché au sens traditionnel du terme. Il s'agit d'une caractéristique structurelle des chaînes d'approvisionnement concentrées fonctionnant dans un contexte

de tensions géopolitiques, due à un manque d'anticipation et de diversification des fournisseurs du côté des utilisateurs finaux du marché.

D'une certaine manière, la vulnérabilité actuelle des industries européennes face aux métaux rares rappelle à quel point les Européens se sont laissés surprendre par les membres arabes de l'OPEP lors du choc pétrolier de 1973. Une autre similitude réside dans le fait que les États-Unis étaient, à l'époque également, beaucoup moins exposés: tout comme aujourd'hui, les États-Unis se sont détournés de la décarbonisation de leur économie, se découplant de facto de l'approvisionnement chinois en CRM dans ces domaines.

Après 1973, il a fallu plus d'une décennie et des efforts considérables (notamment des mesures d'austérité salariale, les marges de nombreuses entreprises ayant été durement touchées) pour réduire l'emprise de la concentration de l'approvisionnement en pétrole sur les économies européennes.

La production nucléaire française, qui reste aujourd'hui l'un des piliers de la résilience économique du pays, est l'héritage de cette réponse d'urgence des années 1970. Une réponse positive à long terme est donc possible. Mais laquelle ?

4. La loi européenne sur les matières premières critiques : un (petit) pas dans la bonne direction

L'Union européenne n'est pas restée totalement indifférente à ce problème. La loi sur les matières premières critiques (CRMA), adoptée en 2024, constitue à ce jour la réponse politique la plus importante au niveau européen. Elle fixe des objectifs quantitatifs pour les capacités nationales d'ici 2030 : 10 % de la consommation annuelle doit provenir de l'extraction nationale, 40 % de la transformation nationale et 25 % du recyclage national, avec un plafond de diversification ne dépassant pas 65 % pour toute matière première stratégique provenant d'un seul pays tiers à n'importe quelle étape de la chaîne d'approvisionnement.

La loi introduit également un cadre d'autorisation accéléré pour les « projets stratégiques », avec des durées maximales fixées à 24 à 27 mois pour l'extraction et à 12 à 15 mois pour la transformation et le recyclage. Elle confère aux projets stratégiques le statut d'« intérêt public » et prévoit des périodes de consultation publique raccourcies.

Ce sont bien sûr des objectifs louables. Le problème est que, comme c'est souvent le cas avec les grandes décisions de l'UE, la CRMA est riche en orientations, mais pauvre en exécution, le tout enveloppé dans un compromis typiquement bruxellois.

Ce n'est pas tant que les critères de référence ne soient pas juridiquement contraignants, étant explicitement présentés comme des objectifs ambitieux plutôt que comme des obligations exécutoires (c'est pourquoi discuter des pourcentages fixés dans la CRMA relève au mieux d'un exercice d'intérêt intellectuel). Dans l'ensemble, l'ambition est louable.

Mais cette avancée présente de sérieuses lacunes, au moins à deux égards : d'une part, parce que l'octroi des autorisations ne constitue qu'une étape d'un processus beaucoup plus long, et qu'outre la phase administrative (dont la durée moyenne varie considérablement d'un État membre de l'UE à l'autre, allant d'un an à sept ans), il convient de prendre en compte tout ce qui précède la demande d'autorisation, comme l'exploration géologique, les études de faisabilité et l'élaboration du projet. Deuxièmement - et c'est là la lacune la plus grave -, la CRMA ne crée pas de nouvel instrument de financement européen pour les projets stratégiques. L'UE renvoie ici la balle aux budgets nationaux et aux investisseurs privés. Alors que 12 des 27 pays de l'UE affichent un déficit budgétaire excessif, ce qui fait d'eux des candidats peu susceptibles d'investir massivement dans l'approvisionnement en CRM, il revient donc au capital privé de financer des projets aux délais de mise en oeuvre longs et aux issues réglementaires incertaines.

Comme nous le verrons plus loin dans cet article, la solution pourrait consister à traiter spécifiquement chaque maillon de la chaîne d'approvisionnement.

5. Anatomie de la chaîne d'approvisionnement : où se trouve la véritable vulnérabilité

Examinons la chaîne d'approvisionnement CRM en détail plutôt que comme un pipeline unique et indifférencié allant de la mine à l'usine.

La chaîne de valeur de tout CRM suit un schéma globalement similaire :

- extraction (exploitation minière ou, dans le cas de l'uranium, traitement),

- suivis de la transformation, de la séparation, du raffinage ou de la sous-traitance - les étapes dites « intermédiaires »,
- puis la fabrication des composants
- et enfin l'assemblage en produits finis.

L'idée clé, qui n'est pas suffisamment prise en compte dans la plupart des débats publics, est que la plus grande vulnérabilité de l'Europe ne se situe pas à la sortie des mines. Elle se situe en amont.

Ce constat s'applique plus ou moins à chaque maillon de la chaîne d'approvisionnement des métaux rares : par exemple, le traitement du lithium de qualité batterie, du graphite de qualité batterie, etc. se déroule en grande majorité hors d'Europe. Aucun site produisant des précurseurs de matériaux actifs pour cathodes (pCAM) - l'étape intermédiaire cruciale entre les produits chimiques bruts et la cathode - n'est actuellement implanté en Europe. La Chine domine cette partie de la chaîne d'approvisionnement de manière quasi omniprésente.

Pourquoi ? Si l'on prend l'exemple des terres rares (TR), dont le raffinage est contrôlé à 91 % par la Chine, on constate que le traitement et la séparation des TR sont, par nature, des opérations complexes, toxiques et à forte intensité capitaliste qui nécessitent une expertise technique spécialisée. Cela requiert des investissements importants, une expertise et un soutien sans réserve de la part des régulateurs.

Cela explique en partie pourquoi il est si difficile de diversifier l'approvisionnement. Lorsque la Chine a imposé ses premières restrictions à l'exportation de terres rares en 2010, le choc d'approvisionnement qui en a résulté a montré à quel point la mise en place de capacités de traitement alternatives pouvait être lente : il a fallu près d'une décennie pour que des installations de traitement alternatives voient le jour en Asie du Sud-Est et aux États-Unis.

La tendance qui se dégage de toutes ces chaînes de valeur est constante : plus on s'éloigne de l'extraction du minerai brut vers l'aval, plus la concentration est forte, plus la spécificité technique est grande et plus l'exposition de l'Europe est marquée. Ce n'est pas un hasard géologique. C'est le résultat de décennies de politique industrielle en Chine - un investissement délibéré et soutenu dans les capacités de transformation et de raffinage, s'inscrivant dans une stratégie visant à capter la valeur ajoutée des matières premières et à exercer une influence sur les industries en aval à l'échelle mondiale.

6. Combler le fossé du secteur intermédiaire : un défi à notre portée

Si c'est au niveau du secteur intermédiaire que la vulnérabilité est la plus grande, c'est aussi le seul endroit où une remédiation rapide est peut-être réaliste. C'est cette asymétrie cruciale que la politique européenne devrait exploiter.

Les délais de construction et de mise en service des installations de traitement diffèrent fondamentalement de ceux des projets miniers. Les installations de traitement du lithium peuvent être opérationnelles en cinq ans, voire moins (selon les normes chinoises). Cette différence s'explique par des facteurs liés à la réglementation, à la planification et au marché du travail, plutôt que par une impossibilité technique inhérente. Pour le traitement du graphite de qualité batterie, la modernisation des installations de recyclage et la fabrication de précurseurs de cathodes, les délais s'inscrivent également dans la fourchette 2024-2030 - à condition que le financement soit assuré, que l'obtention des permis ne soit pas retardée par des litiges et que les contrats d'achat garantissent la sécurité des revenus nécessaire pour financer l'investissement.

De plus, l'Europe ne part pas de zéro dans de nombreux domaines: elle dispose déjà d'une infrastructure partielle sur laquelle s'appuyer, et la base industrielle en aval génère une demande pour la transformation intermédiaire. Les fabricants européens de cellules et de composants ont besoin d'hydroxyde de lithium de qualité batterie, de matériaux d'anode en graphite de qualité batterie, de matériaux actifs pour cathodes et de sels électrolytiques. Si la transformation intermédiaire européenne est en mesure de fournir ces matériaux à des conditions compétitives, elle dispose de son propre marché intérieur. Dans le cas contraire, les fabricants européens de cellules resteront dépendants des intermédiaires transformés en Chine - même si les cellules elles-mêmes sont assemblées dans des gigafactories européennes. Ce serait le pire des deux mondes : des investissements massifs dans la fabrication en aval sans aucune sécurité d'approvisionnement pour les intrants essentiels.

La logique commerciale est donc incontestable. Les gouvernements européens et les institutions financières de développement devraient donner la priorité aux investissements dans la transformation intermédiaire dont les délais de mise en oeuvre sont les plus courts, en ciblant les goulets d'étranglement spécifiques identifiés dans la chaîne d'approvisionnement : la transformation chimique du lithium, la production de graphite pour les anodes, la fabrication

de précurseurs de cathodes (pCAM) et la modernisation des installations de recyclage hydrométallurgique. Il s'agit de projets qui peuvent raisonnablement être mis en service avant 2030, qui comblent des lacunes avérées dans l'approvisionnement et qui ont des acheteurs européens identifiables.

7. Le rêve chimérique d'une extraction européenne

Si la transformation en amont est la priorité réaliste, il faut être tout aussi lucide sur ce qui ne l'est pas : une expansion significative de l'extraction primaire de métaux rares et de terres rares sur le sol européen dans un délai pertinent au regard du défi actuel de sécurité d'approvisionnement.

Commençons par les bases : l'Europe ne dispose pas des réserves de CRM nécessaires. La plupart n'existent tout simplement pas en quantités commercialement viables sur le territoire européen - ou, lorsqu'elles existent, les gisements sont petits, profonds, de faible teneur ou, d'une manière ou d'une autre, non rentables par rapport aux juridictions concurrentes d'Afrique, d'Amérique latine, d'Australie ou d'Asie centrale.

C'est là que les calculs deviennent vraiment impitoyables. Il faut non seulement tenir compte du risque inhérent à tout projet d'exploration minière, de la phase initiale jusqu'à la phase « prête à démarrer », mais aussi des autres « risques européens ».

Premier facteur de risque : le cadre réglementaire européen est extrêmement complexe et strict. L'Europe dispose des réglementations environnementales les plus exigeantes au monde - et ce, pour de bonnes raisons. Mais l'effet cumulatif des exigences en matière d'évaluation de l'impact environnemental, de protection de la biodiversité, d'obligations en matière de gestion de l'eau, d'autorisations relatives au bruit et aux émissions, d'autorisations pour les installations de traitement des déchets et de permis de construire donne lieu à un processus d'autorisation impliquant plusieurs autorités et s'étalant sur plusieurs années, ce qui est fondamentalement incompatible avec les délais de développement rapides qu'exige la sécurité d'approvisionnement. En Autriche, par exemple, un seul projet minier peut nécessiter des permis de construire, des permis relatifs à l'eau, des permis liés à l'environnement et à l'impact sur les forêts, des permis de protection contre les produits chimiques, le bruit et les émissions, ainsi que des permis d'exploitation minière et des permis pour les installations de gestion des déchets - chacun délivré par une autorité différente, chacun avec son propre calendrier, sa procédure de recours et son risque de litige.

Deuxième facteur de risque : le défi lié à l'acceptabilité sociale est de taille. L'Europe est l'une des régions les plus densément peuplées et les plus développées au monde. Les projets miniers sont intrinsèquement perturbateurs - ils impliquent des travaux de terrassement à grande échelle, une consommation d'eau importante, des nuisances dues à la poussière et au bruit, ainsi qu'un impact visuel - et se heurtent inévitablement à une opposition organisée de la part des communautés locales, des ONG environnementales et des acteurs politiques. Le cas du projet lithium Jadar de Rio Tinto en Serbie est révélateur : le permis d'exploitation minière a été suspendu puis retiré en raison de l'opposition locale, malgré l'importance stratégique du projet pour l'approvisionnement européen en lithium. Et quand on voit Imerys repousser à 2030 le démarrage de la production de son site de lithium en Centre-Val de Loire, on peut se demander combien de temps durera réellement la saga de ce projet. Et ainsi de suite.

Dernier facteur de risque : le contexte politique européen n'a jamais été aussi instable. La politique européenne, tant au niveau national qu'au niveau de l'UE, se caractérise par une fragmentation croissante et une vision à court terme. L'engagement politique nécessaire pour mener à bien un projet de développement minier s'étalant sur 15 ans, à travers de multiples cycles électoraux, face à une opposition locale organisée et à des priorités environnementales changeantes, est en pratique très difficile à maintenir.

En conséquence, à condition que le minerai approprié soit disponible, tout projet d'extraction d'une ampleur suffisante pour les industries européennes prendrait 15 ans, voire plus, et comporterait de nombreux risques tout au long du processus. Cela n'est pas seulement peu attrayant pour les investisseurs ; cela s'inscrit également totalement en dehors des délais applicables aux segments intermédiaires et en aval de la chaîne d'approvisionnement.

8. Recyclage : nécessaire mais insuffisant

Un réalisme similaire doit s'appliquer au recyclage, souvent présenté comme une solution partielle à la dépendance de l'Europe vis-à-vis des métaux rares et critiques. L'UE a en effet développé une capacité de recyclage importante : la capacité de recyclage des batteries lithium-ion a dépassé les 300 000 tonnes par an en décembre 2024 et devrait atteindre 400 000 tonnes par an d'ici fin 2025. Ces chiffres sont impressionnants. Mais ils masquent un problème de qualité fondamental.

La plupart des recycleurs à échelle commerciale en Europe ne proposent que des filières de recyclage mécaniques ou pyrométallurgiques. Ces procédés produisent ce que l'on appelle de la « masse noire » - un produit intermédiaire mixte contenant des métaux précieux, mais pas sous une forme directement utilisable par les fabricants de batteries. La masse noire nécessite un traitement hydrométallurgique supplémentaire pour être convertie en matières premières secondaires de qualité batterie. Or, c'est précisément cette étape hydrométallurgique que la plupart des recycleurs européens ne réalisent pas. Le résultat est paradoxal : la masse noire est généralement achetée pour être traitée à moindre coût en dehors de l'UE, principalement... en Chine. Les capacités de recyclage européennes génèrent ainsi une matière première secondaire qui est exportée pour subir un traitement à valeur ajoutée ailleurs - reproduisant ainsi la même dépendance vis-à-vis des intermédiaires qui existe pour les matières premières primaires.

Il existe également une contrainte temporelle. Les batteries doivent arriver en fin de vie avant de pouvoir être recyclées, et les batteries lithium-ion sont conçues pour durer entre 12 et 14 ans. La génération actuelle de batteries pour véhicules électriques, déployée en volumes significatifs seulement à partir du milieu des années 2010, ne sera largement disponible pour le recyclage qu'après 2030. Au cours de la période critique de 2024 à 2030, les matières premières pour le recyclage se limiteront principalement aux déchets de fabrication et aux unités présentant une défaillance précoce, et non aux volumes massifs de batteries en fin de vie qui seraient nécessaires pour apporter une contribution significative à l'approvisionnement.

En résumé, la capacité de recyclage européenne connaît une croissance rapide en valeur nominale, mais elle ne produit pas de matières premières secondaires de qualité batterie à grande échelle ; sa contribution effective pour la période 2024-2030 est limitée par la durée de vie des batteries. Le recyclage est un élément indispensable d'une stratégie à long terme en faveur de l'économie circulaire, mais il ne peut pas combler de manière significative le déficit d'approvisionnement en matières premières critiques pendant la période la plus cruciale.

9. Partenariats commerciaux et « friendshoring » : la solution la plus accessible

Si l'extraction nationale n'est pas envisageable avant une décennie et que le recyclage ne peut combler le déficit, l'alternative logique consiste à s'assurer un approvisionnement en dehors

de l'Europe - mais auprès de juridictions politiquement alignées, commercialement accessibles et institutionnellement stables. C'est là l'essence même du « friendshoring » et c'est, comparativement, un fruit à portée de main.

L'Amérique latine et les pays de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADC) offrent les opportunités les plus importantes. Le Chili, l'Argentine et la Bolivie détiennent environ 60 % des ressources mondiales identifiées en lithium au sein du « triangle du lithium ». La RDC détient quant à elle environ 70 % des réserves mondiales de cobalt. La Namibie, l'Afrique du Sud et le Mozambique possèdent d'importants gisements de graphite, de terres rares et bien d'autres encore. Il s'agit de juridictions avec lesquelles l'UE a généralement établi d'excellentes relations diplomatiques, où les entreprises européennes ont une expérience opérationnelle de longue date, et où les investissements dans les infrastructures peuvent créer des avantages mutuels : l'UE s'assure un approvisionnement à long terme, tandis que les pays partenaires développent leurs propres « champions », un objectif souvent envisagé mais qui a trop souvent échoué faute de capitaux (plus d'informations à ce sujet ci-dessous).

L'UE a en effet déjà pris contact avec des régions riches en ressources. Des accords non contraignants (protocoles d'accord) sur la gestion responsable des ressources ont été signés avec le Canada (2021), la Namibie (2022), l'Argentine (2023), le Chili (2023) et la République démocratique du Congo (2023). Ils s'inscrivent dans le cadre de l'initiative « Global Gateway » de l'UE, lancée en 2021, qui vise à mobiliser des investissements publics et privés dans les infrastructures - ports, chemins de fer, routes - des économies riches en minerais. Et puis, bien sûr, il y a les accords commerciaux, comme celui entre l'UE et le Chili, qui comporte un chapitre spécifique sur l'accès européen au lithium chilien. Cependant, ces accords ont leurs limites : ils garantissent un accès non discriminatoire et réduisent les droits de douane de l'UE - mais ceux-ci sont déjà assez bas.

Une fois de plus, au sein de l'UE, les discours stratégiques ne manquent pas, avec des expressions à la mode telles que « partenariats stratégiques », un « club CRM » de « pays partageant les mêmes valeurs », le « Partenariat pour la sécurité minérale » du G7, etc.

Mais on ne peut s'empêcher de penser à la célèbre scène de Jerry Maguire : « Montre-moi l'argent ! »

10. *Le paradoxe du financement des petites sociétés minières*

Car, en effet, un paradoxe frappant se cache au coeur de l'opportunité du « friendshoring ». Au moment même où l'appétit mondial pour l'approvisionnement en CRM n'a jamais été aussi grand - alors que les industries européennes, américaines, japonaises et coréennes cherchent toutes à réduire leur dépendance vis-à-vis de la Chine et à s'assurer un accès à long terme au lithium, au cobalt, aux terres rares et à d'autres matériaux stratégiques -, le financement des petites sociétés minières dans les juridictions de « friendshoring » est en réalité en baisse.

Ce paradoxe a des causes structurelles. Les petites sociétés minières - ces entreprises de taille modeste qui, au stade de l'exploration, découvrent et développent de nouveaux gisements minéraux - constituent par nature des entreprises à haut risque. Elles opèrent au stade le plus précoce et le plus incertain de la chaîne de valeur minière : l'exploration géologique. Elles sont généralement cotées sur des bourses spécialisées (TSX Venture au Canada, ASX en Australie, AIM à Londres) et financées par des levées de fonds auprès d'investisseurs spécialisés dans le secteur minier. Depuis 2021, la conjonction de la hausse des taux d'intérêt, de l'aversion au risque chez les investisseurs institutionnels, de la sousperformance des actions des matières premières par rapport aux valeurs technologiques et de la sélection fondée sur les critères ESG, qui exclut souvent les sociétés minières, a réduit le volume de capitaux disponibles pour les petites sociétés d'exploration.

Il en résulte un déficit de financement précisément au niveau de la chaîne de valeur où les intérêts stratégiques européens sont les plus engagés. L'Europe a besoin que de nouveaux gisements de CRM soient découverts, délimités et développés dans des juridictions partenaires - mais les sociétés qui mènent ces activités peinent à lever des capitaux. Pendant ce temps, les entités soutenues par l'État chinois et les sociétés minières privées chinoises, opérant avec un horizon temporel plus long, des capitaux moins coûteux (souvent subventionnés par des banques publiques) et un mandat stratégique de Pékin, continuent d'investir massivement dans l'exploration et le développement précoce à travers l'Afrique, l'Amérique latine et l'Asie du Sud-Est.

Le risque est qu'au moment où les acheteurs industriels européens seront prêts à signer des contrats d'approvisionnement, les actifs les plus attractifs des juridictions de « friendshoring » auront déjà

été accaparés par des intérêts chinois ou proches de la Chine. Sans parler, bien sûr, des géants mondiaux du négoce intégrés verticalement - tels que Glencore, Cargill et Trafigura - qui opèrent sur l'ensemble de la chaîne de valeur et ne sont guère susceptibles de privilégier les intérêts européens au détriment d'opportunités à plus forte marge en Chine ou aux États-Unis.

Ce paradoxe financier a une implication directe pour la stratégie industrielle européenne : si les entreprises européennes veulent s'assurer un approvisionnement provenant de juridictions de « friendshoring », elles ne peuvent pas se contenter d'attendre que les mines entrent en production pour négocier ensuite des contrats d'achat. Elles doivent s'engager plus tôt dans la chaîne de valeur - dès la phase d'exploration et de développement - en utilisant des instruments financiers et des structures de transaction qui réduisent les risques liés à l'investissement privé tout en alignant les intérêts des acheteurs européens, des promoteurs miniers, des gouvernements des pays hôtes et des bailleurs de fonds des projets.

Il est intéressant de noter que cela constitue un élément clé du modèle japonais JOGMEC¹, qui fournit des prises de participation, des prêts et des garanties de passif pour aider les industries japonaises à accéder à des projets miniers à l'étranger et à s'assurer des débouchés - y compris un soutien financier pour les coûts d'exploration.

11. La dimension nucléaire : une erreur stratégique aggravée par la dépendance

Il convient de mentionner tout particulièrement le secteur de la production nucléaire, qui ajoute une dimension tout à fait distincte - et, à certains égards, plus aiguë - à la vulnérabilité de l'Europe en matière de gestion des risques de crise.

Après une quinzaine d'années au cours desquelles de nombreux pays européens ont annulé leurs projets de construction de nouvelles centrales et ont même démantelé des installations existantes - l'Allemagne a fermé ses trois derniers réacteurs en avril 2023, la Belgique avait prévu une sortie totale du nucléaire avant de faire partiellement marche arrière, l'Italie a officiellement renoncé au nucléaire à la suite d'un référendum en 2011, et même le président français Macron a, de manière surprenante, sacrifié deux réacteurs en 2020 -, on assiste à un revirement de situation remarquable. La France s'est désormais engagée à construire six nouveaux réacteurs EPR², avec une option pour huit autres. Le Royaume-Uni construit actuellement Hinkley Point C et s'est engagé

dans le projet Sizewell C. La Pologne a lancé son premier programme nucléaire. La République tchèque lance un appel d'offres pour de nouvelles tranches à Dukovany. Même la Suède, qui avait depuis longtemps prévu une sortie du nucléaire, s'est montrée ouverte à la construction de nouvelles centrales nucléaires. La présidente de la Commission européenne, Mme von der Leyen, qui, ironiquement, a autrefois été proche de la plus grande opposante que l'industrie nucléaire ait jamais eue en Europe (la chancelière allemande Merkel), a elle-même reconnu que l'abandon du nucléaire était « une erreur stratégique ».

Ce revirement crée une demande énorme - et largement méconnue - en services et matériaux liés au cycle du combustible nucléaire, que l'Europe est dans l'incapacité totale de satisfaire sur son propre territoire.

L'UE importe la quasi-totalité de son uranium, soit environ 14 000 tonnes de matières et de produits nucléaires au total, en provenance d'une poignée de pays : le Kazakhstan, le Niger, le Canada et, bien sûr, la Russie.

Mais le minerai d'uranium n'est que le début du cycle du combustible. Les dépendances critiques se situent plus en aval - dans la conversion et l'enrichissement, où la complexité technique, l'intensité en capital et les exigences de qualification créent des barrières redoutables à l'entrée et au changement de fournisseur.

Au niveau de la conversion - le processus consistant à transformer l'oxyde d'uranium (« yellowcake ») en hexafluorure d'uranium en vue de l'enrichissement -, le marché mondial n'est desservi que par quatre entreprises : Orano (France), Cameco (Canada), CNNC (Chine) et Rosatom (Russie), et l'usine de conversion d'Orano fonctionne déjà à près de sa capacité maximale. D'un point de vue européen, nous sommes donc clairement confrontés à une pénurie de services de conversion sans investissements supplémentaires. Il s'agit d'un goulot d'étranglement structurel qui entrave l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement européenne en combustible nucléaire.

Dans le domaine de l'enrichissement, la concentration est encore plus marquée et revêt une dimension géopolitique plus forte. En 2023, 55 % des services d'enrichissement étaient fournis par des prestataires basés dans l'UE (principalement Urenco), mais 38 % provenaient de Russie - soit à peine moins qu'avant l'invasion russe de l'Ukraine... Parallèlement, les prix de l'enrichissement ont plus que doublé ces dernières années, reflétant la répercussion des contraintes géopolitiques et de capacité sur les prix du marché.

La dépendance vis-à-vis de la Russie en matière de combustible nucléaire n'est pas seulement un inconvénient commercial. Il s'agit d'une vulnérabilité stratégique qui va directement à l'encontre de l'objectif déclaré de l'Europe de réduire sa dépendance vis-à-vis des approvisionnements énergétiques russes à la suite de l'invasion de l'Ukraine. Elle constitue, par exemple, un obstacle au déploiement des modèles de petits réacteurs modulaires (SMR) que l'Europe s'efforce activement de mettre en place.

L'ironie est criante : alors que l'Europe s'est largement affranchie du gaz et du pétrole russes - à un coût énorme -, elle reste profondément dépendante des services russes en matière de combustible nucléaire, en particulier de l'enrichissement.

L'ampleur de cette dépendance a été illustrée de manière frappante sur le plan opérationnel lorsque, le 1er mars 2022, un avion-cargo russe a obtenu une autorisation spéciale pour atterrir en Slovaquie, malgré l'interdiction de l'UE visant les aéronefs russes, afin de livrer des barres de combustible aux centrales nucléaires slovaques. Le message symbolique était sans équivoque : même au plus fort de la confrontation avec la Russie au sujet de l'Ukraine, les exploitants nucléaires européens ne pouvaient se passer du combustible russe. Cette dépendance ne s'est bien sûr manifestée que lorsque certains pays européens (essentiellement en Europe centrale et orientale) exploitent des réacteurs de conception russe.

En résumé, le secteur nucléaire présente les mêmes caractéristiques structurelles que celles des batteries et des terres rares - concentration en amont, coûts techniques de changement de fournisseur, longs délais de qualification -, mais avec la complication supplémentaire de la dépendance vis-à-vis de la Russie et de la spécificité de la conception des réacteurs.

Si l'on considère la situation dans son ensemble, il est assez frappant de constater que deux des objectifs les plus importants que l'Europe s'est fixés en matière de politique énergétique pour assurer son autonomie stratégique - la mobilité électrique et le stockage, ainsi que le maintien et l'extension de la capacité de production nucléaire pour plus de la moitié des pays européens - dépendent massivement de la Chine pour le premier, et de la Russie pour le second.

12. Conclusion : une voie étroite

L'analyse présentée dans cet article aboutit à une conclusion concise mais exploitable. Les industries européennes sont confrontées à un défi de sécurité d'approvisionnement en CRM qui est structurel, et non conjoncturel. Il ne peut être résolu par les seuls mécanismes du marché, car les marchés en question ne sont pas concurrentiels. Il ne peut être résolu par la seule extraction nationale, car les délais sont incompatibles avec l'urgence. Il ne peut être résolu par le seul recyclage, car les capacités sont insuffisantes et la qualité déficiente. Et le CRMA de l'UE, bien que son orientation soit correcte, ne prévoit pas les ressources nécessaires à la stratégie qu'il énonce.

La seule ligne de conduite réaliste pour les industries européennes est donc une approche à deux volets, menée simultanément et de toute urgence :

- Premièrement, investir au niveau national dans des projets de transformation intermédiaire dont les délais de mise en oeuvre sont les plus courts, afin de réduire la dépendance vis-à-vis des produits intermédiaires contrôlés par la Chine aux points de congestion spécifiques où la concentration est la plus forte et où le risque de flambée des prix est le plus aigu.
- Deuxièmement, investir en amont hors d'Europe dans des juridictions favorables afin de conclure des accords d'approvisionnement à long terme en métaux rares, ce qui nécessitera de réduire les risques financiers liés à l'exploration minière, à la mise en production précoce et aux infrastructures associées dans les juridictions partenaires.

Dans les deux cas, le dénominateur commun réside dans les garanties publiques - des instruments de partage des risques par les pouvoirs publics qui permettent aux capitaux privés de s'orienter vers des investissements que le marché, laissé à lui-même, ne financerait pas suffisamment dans les délais requis. Il ne s'agit pas ici d'un appel à l'intervention de l'État au sens d'une subvention de projets non rentables. Il s'agit de reconnaître que la sécurité d'approvisionnement est un bien public générant des externalités - réduction du risque de rupture d'approvisionnement, stabilité des prix, autonomie stratégique - que les investisseurs privés ne peuvent pas pleinement appréhender et dans lesquelles ils sous-investiront donc systématiquement. Le rôle de l'État est de corriger cette défaillance du marché en partageant les risques que le marché évalue à un coût trop élevé et en garantissant la

sécurité de la demande (par le biais de cadres d'achat et de mandats d'approvisionnement) qui rend l'investissement privé bancable.

La voie est étroite, mais l'Europe aurait tort d'attendre encore longtemps avant de s'y engager : d'autres ne s'y engagent pas.

