



Transformation des minéraux critiques

retard de l'Occident en matière de raffinage et technologies disponibles pour combler les lacunes

À présent que l'Occident a cédé le raffinage des minéraux critiques à la Chine, l'un des défis industriels de la décennie est de reconstruire cette capacité d'une manière qui soit respectueuse de l'environnement, économiquement viable, évolutive et en accord avec les cadres réglementaires occidentaux.

Pourquoi le raffinage est-il parti en Chine?

La Chine contrôle 70 % du marché mondial du raffinage pour 19 des 20 minéraux les plus essentiels au monde, parmi lesquels les éléments des terres rares, dont plus de 90 % sont transformés dans le pays. Cette position dominante est l'effet combiné de trois forces structurelles qui se complètent entre elles au fil du temps.

Économie. En Chine, le faible coût de la main-d'œuvre, les subventions en faveur de l'énergie et le soutien étatique à l'industrie ont engendré une structure de coûts avec laquelle les usines de traitement occidentales ne pouvaient pas rivaliser, compte tenu des prix des marchandises.

Environnement. Le raffinage conventionnel des terres rares repose sur une cuisson à l'acide sulfurique, plusieurs étapes de lixiviation et une extraction avec solvants, ce qui génère des déchets toxiques et des résidus radioactifs. Selon une analyse de Harvard, pour chaque tonne de terre rare produite, le raffinage conventionnel génère près de 2000 tonnes de déchets toxiques. Les territoires occidentaux internalisent ces coûts sous la forme de systèmes de permis, de responsabilité environnementale et d'opposition des communautés.

Écosystème industriel. À mesure de l'expansion de sa capacité de raffinage, la Chine a attiré des talents en ingénierie et des producteurs en aval, tandis que la demande des utilisateurs finaux a augmenté – chaque facteur venant renforcer les autres. En revanche, le raffinage de l'Occident s'est replié pendant une quarantaine d'années, ce qui a mené les marchés financiers à cesser de financer les projets, les institutions à cesser de former les talents,

et les producteurs en aval à se rabattre sur l'approvisionnement en Chine. La Chine est dans la situation inverse, puisqu'elle bénéficie de quatre décennies de connaissance du raffinage, d'expertise en ingénierie et de propriété intellectuelle qui font barrière au retour de l'occident dans cette industrie.

Enjeu environnemental et réponse technologique

Si l'Occident menait la reconstruction de sa capacité de raffinage sur la base du modèle chinois, il se heurterait aux mêmes obstacles qui ont causé la délocalisation de cette activité. De plus, la situation est aggravée par les contrôles d'exportation mis en place par la Chine en octobre 2025 à l'égard des équipements et technologies de raffinage. Une voie plus facile serait d'engager directement la responsabilité environnementale liée aux méthodes conventionnelles et, ce faisant, d'améliorer le rendement économique.

Les subventions et décisions d'approvisionnement donnent une indication des méthodes de raffinage ayant atteint les seuils élémentaires de viabilité. Depuis 2022, le département de la Guerre des États-Unis, le ministère de l'Énergie et le gouvernement du Canada ont investi des capitaux importants dans la transformation des minéraux critiques de nouvelle génération.

Déchets et résidus. De nouvelles méthodes de traitement telles que le grillage éclair et les échangeurs d'ions modulaires réduisent considérablement, voire éliminent les déchets, ce qui permet d'autoriser des projets où les méthodes de traitement conventionnelles ne seraient pas acceptables.

La société canadienne Ucore Rare Metals en est un exemple. Sa plateforme RapidSX est un système d'extraction en colonne avec solvants destiné à la séparation des terres rares, qui est environ trois fois plus rapide que les mélangeurs-décanteurs conventionnels. Son empreinte physique est réduite et il ne nécessite pas d'équipements ou technologies chinois. Le département de la Défense des États-Unis a accordé 4 millions de dollars américains aux installations de démonstration d'Ucore à Kingston, en Ontario, puis 18 millions de dollars américains à son centre Strategic Metals Complex (SMC) en Louisiane. Lors de la réunion des ministres des Ressources du G7 en octobre 2025, le gouvernement du Canada s'est engagé à investir 36 millions de dollars dans le raffinage du samarium et du gadolinium.

Émissions. Quant au processus de décarbonation, il repose principalement sur les sources d'énergie. Le remplacement des fours à combustibles fossiles par des solutions basées sur des énergies alternatives (énergie hydroélectrique ou autres sources propres) résoudrait donc le problème des émissions, tout en améliorant la rentabilité compte tenu de la baisse des coûts de l'électricité propre. La plupart des activités mondiales de raffinage des minéraux critiques reposent sur une forte utilisation du charbon en Chine. L'utilisation de l'énergie hydroélectrique, comme le propose le Québec, modifie considérablement le profil d'émissions associé à cette industrie.

La société australienne Metallium Resources Inc. travaille à une solution pour transformer la récupération des métaux et recycler les déchets grâce à un système de grillage éclair – impulsions électriques d'une milliseconde pour monter à une température de plus de 3000 degrés Celsius permettant d'extraire les métaux de façon sélective, sans acide ni eau. Le département de la Guerre des États-Unis a accordé une première subvention axée sur le gallium et sélectionné cette technologie comme une étape de traitement dans le cadre d'un projet de récupération des boues rouges en Louisiane. L'usine de démonstration de Metallium au Texas a été commandée, avec un approvisionnement en matière première assuré par une convention exécutoire conclue avec la société Glencore plc.

Recyclage. L'AIE a découvert que les minéraux de transition énergétiques recyclés, tels que le nickel, le titane et le lithium, produisent en moyenne 80 % moins d'émissions de gaz à effet de serre que les matériaux provenant directement des mines. Les taux de recyclage des éléments de terres rares et du lithium demeurent inférieurs à 5 % à l'échelle mondiale, mais les matières premières s'accumulent rapidement : batteries de VE, aimants d'éoliennes en fin de vie et déchets électroniques des infrastructures d'IA dont le contenu en métaux critiques peut être récupéré.

L'UE a institutionnalisé la demande de produits recyclés au moyen d'une réglementation exécutoire. En vertu du règlement 2023/1542 de l'UE relatif aux batteries, les fabricants sont tenus de respecter des exigences minimales en matière de contenu recyclé. Il s'agit de seuils de conformité exécutoires, et non de cibles. Ces dispositions donnent le signal d'une demande structurelle en matériaux de récupération que l'infrastructure de raffinage actuelle ne peut pas satisfaire.

ReElement Technologies ambitionne de transformer les débris en matériaux miniers. ReElement est une filiale d'American Resources Corp qui exploite un échangeur d'ions modulaire et une plateforme de raffinage avec solvants

qui transforme les débris magnétiques des terres rares et la masse noire des piles au lithium-ion en produits séparés d'une purification élevée. La plateforme prend en charge plusieurs types de matières premières sans utiliser les concentrés chinois. ReElement a reçu un financement des départements de la Défense et de l'Énergie dans le cadre des efforts des États-Unis pour établir une capacité nationale de raffinage des terres rares et des métaux de batterie.

Il faudra du temps pour rivaliser avec la prédominance de la Chine dans le secteur du raffinage, mais le financement de technologies expérimentales, avec le soutien de mesures politiques, laisse penser que la transition est amorcée.

Shaz Merwat, responsable principal, Politique énergétique, Leadership avisé de RBC