

Terres Rares - Largement Utilisées, D'une Importance Stratégique

Les terres rares forment un groupe de 17 minéraux, tous étant des métaux, composés d'yttrium, des 15 éléments lanthanides et de scandium. Les composés d'oxyde de terre rare sont largement utilisés - bien que généralement en petites quantités - dans les appareils électroniques de tous les jours tels que les ordinateurs, les batteries, les téléphones portables, les aimants et les ampoules fluorescentes.

Elementum Metals: 22/04/2021

22/04/2021



Les terres rares forment un groupe de 17 minéraux, tous étant des métaux, composés d'yttrium, des 15 éléments lanthanides et de scandium. Les composés d'oxyde de terre rare sont largement utilisés - bien que généralement en petites quantités - dans les appareils électroniques de tous les jours tels que les ordinateurs, les batteries, les téléphones portables, les aimants et les ampoules fluorescentes. Ils sont utilisés en plus grandes quantités dans les moteurs et générateurs électriques, les équipements aéronautiques de haute technologie ainsi que dans le matériel de défense sophistiqué. Les plus grands gisements de terres rares sont situés en Chine, qui domine donc la production de ces éléments utiles.

Ce groupe de 17 métaux est historiquement connu sous le nom de "terres rares", car leurs gisements sont peu répandus dans le sol et sont donc qualifiés comme "rares" ; "terre" est un terme ancien qui fait référence à la manière dont ils sont extraits par dissolution avec de l'acide. Les terres rares ne sont pas rares, mais leur présence en petites quantités rend l'extraction économiquement viable difficile. Les terres rares ont de nombreuses propriétés géologiques similaires, ce qui signifie qu'elles sont trouvées ensemble dans certains gisements géographiques. Les éléments de terres rares les plus abondants sont le cérium, l'yttrium, le lanthane et le néodyme, qui sont à peu près aussi courants que le nickel, le zinc ou le plomb. Les plus rares sont le thulium et le lutécium, bien que ces gisements sont estimés à 200 fois la taille de l'or,¹ illustrant à quel point le terme "terre rare" est mal choisi.

Les plus grands gisements de terres rares se trouvent en Chine et représentent environ 37 % des réserves mondiales. D'autres réserves importantes se trouvent en Russie, en

Amérique du Nord et en Australie.² Environ 80 % du traitement des terres rares se fait en Chine, et de petites quantités au Japon, en Estonie et en Malaisie.³

La domination de la Chine sur la production remonte aux années 1980 et 1990.

L'extraction et le traitement des terres rares étaient considérés par la plupart des entreprises occidentales comme marginalement viables d'un point de vue économique, et encore moins attrayants en raison des coûts environnementaux élevés associés aux processus d'extraction et de purification. La Chine a depuis longtemps reconnu l'importance stratégique de ces minéraux pour son économie et s'est donc engagée à poursuivre sa production, notamment en tant qu'intrants uniques dans la fabrication de produits électroniques, le fondement de son économie à la fin du XXe siècle. En 1987, Deng Xiaoping a déclaré : "Le Moyen-Orient a du pétrole, la Chine a des terres rares", ce qui illustre bien la façon dont les dirigeants du pays ont perçu le potentiel d'exploitation de leur importance stratégique.⁴

Un composant essentiel des appareils électroniques, des moteurs électroniques et du matériel militaire

Les terres rares sont utilisées en petites quantités sous forme de composés oxydés pour leurs propriétés électroniques et magnétiques uniques dans de nombreux appareils électroniques, tels que les ordinateurs, les téléphones portables, les téléviseurs, les batteries et les ampoules fluorescentes. Par exemple, les iPhones utilisent des terres rares dans les haut-parleurs, les appareils photo et les moteurs tactiques. Toutefois, en termes de quantité, le trois quarts de la production de terres rares est consommé par les catalyseurs des réactions chimiques, tandis que la céramique, le verre, les lasers et le matériel chirurgical constituent d'autres utilisations importantes.⁵

Apart ces sources de demande de longue date, un secteur émergent rapidement pour les terres rares est celui des aimants. Un moteur électrique est essentiellement une bobine de fil de cuivre entourée d'aimants permanents. La bobine tourne car le courant électrique émet un champ magnétique qui repousse les aimants permanents opposés qui l'entourent, ce qui alimente le moteur.⁶ Les aimants à base de terres rares proviennent de minéraux légers qui représentent 85 % des réserves de minéraux lourds, ces derniers étant mieux adaptés à une utilisation dans les véhicules électriques (VE). Le samarium et le néodyme sont tous deux utilisés dans les aimants, bien que ce dernier soit le plus couramment utilisé, diffusé avec du dysprosium pour fournir une combinaison supérieure de puissance et de poids, offrant une efficacité énergétique élevée d'une importance vitale pour les VE.⁷ D'ici 2030, on estime qu'il y aura 125 millions de VE, s'élevant à 900 millions de VE d'ici 2040.⁸ Environ 90 % des VE actuels contiennent des aimants en terres rares, utilisant entre 2 et 5 kg de terres rares dans les moteurs, tandis que les batteries, les systèmes de transmission et les systèmes de freinage en utilisent de plus petites quantités, pour un total d'environ 9 kg, dont 95 % de néodyme.⁹

L'évolution des technologies des VE devrait permettre de réduire les quantités de terres rares utilisées, grâce à des découvertes telles que le développement par Toyota d'une technologie d'aimants utilisant beaucoup moins de néodyme.¹⁰ Inversement, alors que les premiers modèles Tesla utilisaient de petites quantités de terres rares, le nouveau modèle 3 Long Range utilise une technologie de moteur avec des aimants en néodyme.¹¹

Les générateurs électriques des éoliennes utilisent également des aimants permanents ; selon l'UE, c'était le cas de presque toutes les turbines terrestres en Europe en 2018, et de 76 % des éoliennes offshore. Des progrès sont réalisés dans le développement de

technologies alternatives, telles que les générateurs à base de supraconducteurs et les générateurs à entraînement hybride qui utilisent des aimants permanents plus petits, réduisant jusqu'à deux tiers la quantité de néodyme, de praséodyme et de dysprosium utilisée, cependant la plupart des remplacements sont moins efficaces.¹²

Les terres rares sont également largement utilisées dans les équipements militaires de haute technologie pour leurs caractéristiques électroniques et magnétiques spécifiques ; par exemple, le lanthane est utilisé dans les lunettes de vision nocturne, le samarium dans les missiles guidés de précision et le néodyme dans les systèmes de guidage laser. Le F-35, l'avion principal de combat utilisé par les forces américaines, ainsi que par l'OTAN, utilise environ 417 kg par avion dans son électronique hautement sophistiquée, tandis que chaque sous-marin de la classe Virginia utilise 4,2 tonnes.¹³

Les terres rares sont des composants essentiels dans des applications militaires sophistiquées

Technology	Application	Elements	Examples
Compact, powerful permanent magnets	Guidance and control, electric motors and actuators	Neodymium Praseodymium Samarium Dysprosium Terbium	Tomahawk cruise missiles Smart bombs Predator unmanned aircraft
Energy storage, density amplification, capacitance	Electronic warfare, directed energy weapons	Numerous	Jamming devices Aerial denial systems Long range acoustic devices on Stryker vehicle
Targeting and weapons	Amplification of energy and resolution	Yttrium Europium Terbium	Laser targeting SaborShot photonic disruptor Laser Avenger
Compact, powerful permanent magnets	Electric drive motors	Neodymium Praseodymium Samarium Dysprosium Terbium	Integrated starter generator Joint Strike Fighter Zumwalt DDG 1000 Hub mounted traction drive
Amplification, enhanced resolution of signals	Radar, sonar, radiation and chemical detection	Neodymium Yttrium Lanthanum Lutetium Erbium	Sonar transducers Radar Radiation Detection Integrated Chemical Agent Alarm

La production occidentale reprend

La mine de Mountain Pass dans le désert de Mojave en Californie, exploitée pour la première fois dans les années 1950, était en fait la source principale de terres rares au monde, mais l'installation a été fermée dans les années 1990. Par conséquent, la fabrication s'est déplacée vers l'Est face à la concurrence à faible coût de la Chine et aux préoccupations concernant la détérioration de l'environnement.¹⁵

En 2010/11, les prix des terres rares ont rapidement grimpé lorsque le gouvernement chinois, qui était la source de 97 % de l'offre mondiale, a annoncé une interdiction d'exportation, apparemment en raison de considérations environnementales limitant l'augmentation des quotas de production, et afin de préserver l'offre pour la fabrication nationale. Cette alerte à l'approvisionnement a temporairement relancé la production à l'extérieur du pays, mais cet épisode n'a guère modifié les tendances de production à long terme, la Chine ayant rapidement accédé à une décision de l'Organisation mondiale du commerce visant à lever l'interdiction et à reprendre les exportations.¹⁶ Le résultat à plus long terme a probablement été celui attendu par la Chine, encourageant davantage les fabricants internationaux d'électronique à délocaliser leurs activités en Chine, où des approvisionnements fiables en terres rares étaient assurés.

Les plus grands importateurs de composés dissous de terres rares sont les États-Unis, qui

Les plus grands importateurs de composés d'oxydes de terres rares sont les États-Unis, qui ont importé 110 millions de dollars de terres rares en 2020, et le Japon.¹⁷ Les préoccupations relatives à l'importance stratégique et à la sécurité de l'approvisionnement, compte tenu du risque d'élévation potentielles des prix comme celles observées en 2010/11, ont contraint les gouvernements, ces dernières années, à travailler avec les mineurs pour réactiver les capacités d'extraction et de traitement.

La tension commerciale croissante a conduit le gouvernement américain à soutenir la Lynas Corporation, le plus grand producteur de terres rares en dehors de la Chine, pour construire une installation d'extraction et de raffinage de terres rares au Texas afin de garantir l'approvisionnement de l'armée du pays. La montagne Round Top au Texas est riche en terres rares et en matériaux magnétiques et offre la perspective d'une autosuffisance américaine grâce à la production annuelle de 2 000 tonnes d'aimants.¹⁸ En Australie, le gouvernement encourage les investissements importants dans l'extraction et le traitement par Northern Minerals qui développe une usine de dysprosium dans les Territoires du Nord, tout en soutenant Hastings Technology Metals dans la mise en service d'une usine de néodyme et de praséodyme en Australie occidentale.¹⁹

La suggestion de l'ancien président Donald Trump, au plus fort des tensions commerciales entre les États-Unis et la Chine, selon laquelle les États-Unis pourraient acheter le Groenland, une région autonome du Danemark, a été considérée à l'époque comme ridicule par de nombreux Européens ; l'idée illustre cependant la valeur stratégique des 38,5 millions de tonnes de réserves de terres rares inexploitées au Groenland, une proportion importante du compte total mondial de 120 millions de tonnes.²⁰

Selon les estimations, la demande mondiale de terres rares augmente de 5 % par an, bien que les augmentations de la demande soient particulièrement rapides en Chine, où la croissance des VE permet au pays de tenir son engagement en faveur de l'absence d'émissions.²¹ La demande est de plus en plus en décalage avec les augmentations autorisées des quotas d'exploitation minière d'environ 6 % par an ; la demande intérieure est maintenant estimée dépasser l'offre de 30 %, ce qui conduit la Chine à importer du Myanmar et même des États-Unis.²²

Pratiques non durables

L'extraction des terres rares peut être écologiquement nuisible si elle n'est pas réglementée efficacement. En Chine, les terres rares sont généralement extraites soit en enlevant la terre végétale, le sol et la roche pour les séparer des terres rares dans des bassins de lixiviation à l'aide de produits chimiques et d'acides, soit en pompant de l'eau et des produits chimiques dans les collines et en récupérant les déchets dans des bassins de lixiviation. Le processus de lixiviation génère de l'ammoniac et des sous-produits azotés, tandis que le plomb et le cadmium sont libérés du sol comme sous-produits. Le ministère chinois de l'industrie et des technologies de l'information estime que la dépollution de la province de Jiangxi, dans le sud-est du pays, coûtera environ 5,5 milliards de dollars.²³ Actuellement, une très faible proportion de terres rares est recyclée pour être réutilisée à partir d'aimants, de batteries et d'ampoules fluorescentes, ce qui ne représente, selon les estimations, que 1 % de la consommation annuelle, vu que le recyclage est entravé par la conception de produits de consommation non destinés à être recyclés et par les très faibles quantités utilisées.²⁴

Les minéraux de terres rares sont de plus en plus importants dans les appareils de haute technologie et les technologies vertes, bien que certains substituts et technologies alternatives soient en cours d'identification. La Chine devrait rester la source principale de

alternatives soient en cours d'identification. La Chine devrait rester la source principale de minéraux bruts et de composés d'oxyde traités, malgré les initiatives nationales visant à limiter l'impact environnemental et le développement de nouvelles installations aux États-Unis et en Australie. L'approvisionnement en terres rares devrait rester stratégiquement important et potentiellement politiquement litigieux.

Notes de bas de page

1. Geology.com. <https://geology.com/articles/rare-earth-elements/>
2. British Geological Survey. <https://www.bgs.ac.uk/news/rare-earth-elements-a-beginners-guide-from-the-bgs/n>
3. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earths.pdf>
4. Financial Times. <https://www.ft.com/content/3cd18372-85e0-11e9-a028-86cea8523dc2>
5. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earths.pdf>
6. Bunting, Rare Earth Magnets in Electric Vehicle Motors. <https://www.buntingeurope.com/rare-earth-magnets-in-electric-vehicle-motors/>
7. Electronic Design. <https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21805919/4-things-you-should-know-about-magnets-for-electric-vehicles>
8. International Energy Agency. Global EV Outlook 2018 – Analysis - IEA Wood MacKenzie. <https://www.woodmac.com/news/opinion/batteries-powering-the-fight-against-climate-change/>
9. Electronic Design. <https://www.electronicdesign.com/technologies/analog/article/21805919/4-things-you-should-know-about-magnets-for-electric-vehicles>
10. Financial Times. <https://www.ft.com/content/3cd18372-85e0-11e9-a028-86cea8523dc2>
11. Reuters. <https://www.reuters.com/article/us-metals-autos-neodymium-analysis-idUSKCN1GO28I>
12. European Commission. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/role-rare-earth-elements-wind-energy-and-electric-mobility>
13. Financial Times. <https://www.ft.com/content/d3ed83f4-19bc-4d16-b510-415749c032c1> + China Power. <https://chinapower.csis.org/china-rare-earths/>
14. Congressional Research Service <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf>
15. Financial Times. <https://www.ft.com/content/b13a3c4e-e80b-4a5c-aa6f-0c6cc87df638>
16. Financial Times. <https://www.ft.com/content/fb2b6cea-26d7-4f25-ac7c-8395f66db784>
17. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-rare-earths.pdf>
18. Forbes. <https://www.forbes.com/sites/jimvinoski/2020/04/07/the-us-needs-china-for-rare-earth-minerals-not-for-long-thanks-to-this-mountain/?sh=5ae06a5c28b9>
19. Financial Times. <https://www.ft.com/content/fc43a3c6-ce0f-11e9-99a4-b5ded7a7fe3f>
20. Financial Times. <https://www.ft.com/content/f418bb86-bdb2-11e9-89e2-41e555e96722>
21. Chemical and Engineering News. <https://cen.acs.org/articles/95/i34/whole-new-world-rare-earths.html>
22. Financial Times. <https://www.ft.com/content/b13a3c4e-e80b-4a5c-aa6f-0c6cc87df638>

22. Financial Times. <https://www.ft.com/content/615d3c7c-660b-4d3c-9d0f-9c3c3c3c7d03d>
23. Yale Environment 360. <https://e360.yale.edu/features/china-wrestles-with-the-toxic-aftermath-of-rare-earth-mining>
24. Chemical and Engineering News. <https://cen.acs.org/articles/95/i34/whole-new-world-rare-earths.html>