

Les voitures électriques et hybrides peuvent contenir

de 9 à 11 kg¹ de terres rares

(Deux fois la quantité trouvée dans les voitures à essence)

Additif au carburant diesel
Cérium
Lanthane

Pile hybride NiMH
Lanthane
Cérium

Convertisseur catalytique
Cérium/Zirconium
Lanthane

Plus de 25 moteurs électriques partout dans le véhicule
Aimants de Nd



Pare-brise anti-UV
Cérium

Vitres et miroirs Poudre à polir
Cérium

Écran ACL
Europium
Yttrium
Cérium

Capteurs des composants
Yttrium

Moteur et générateur électrique hybride
Néodyme
Praséodyme
Dysprosium
Terbium

¹Source : « The Race for Rare Metals », The Globe and Mail, 16 juillet 2011

https://mern.gouv.qc.ca/wp-content/uploads/fascinantes_terres_rares.pdf

https://fr.wikipedia.org/wiki/Terre_rare

Les **terres rares** sont un groupe de métaux aux propriétés voisines comprenant le scandium $_{21}Sc$, l'yttrium $_{39}Y$, et les quinze lanthanides.

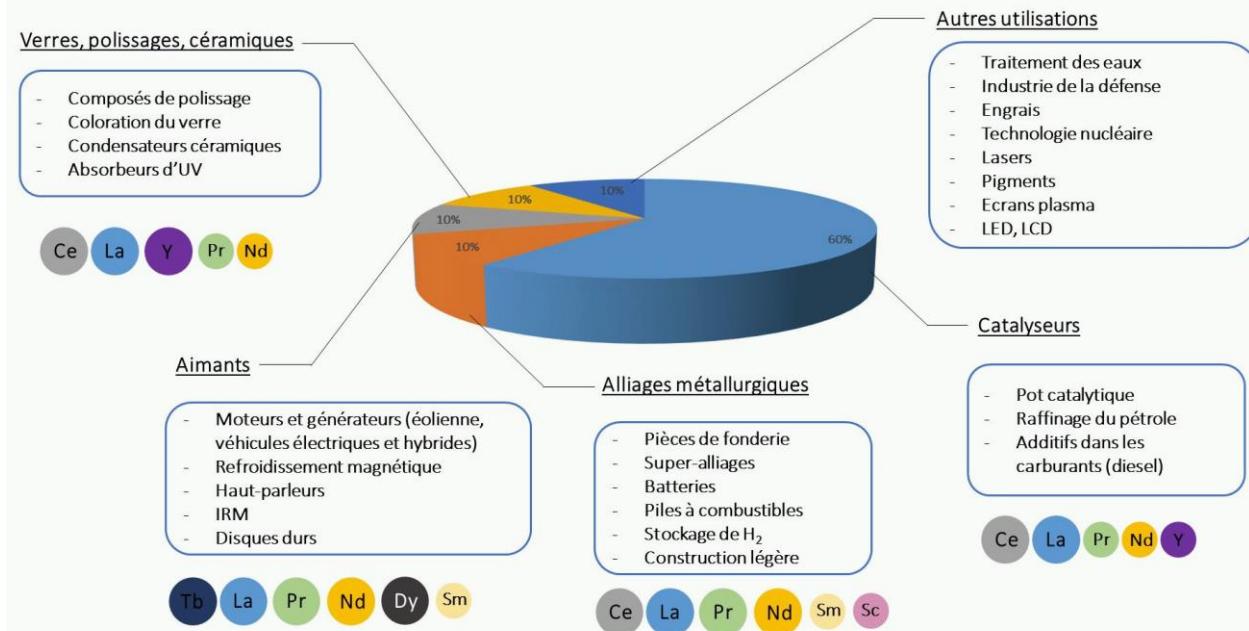
Ces métaux sont, contrairement à ce que suggère leur appellation, assez répandus dans la croûte terrestre, à l'égal de certains métaux usuels. L'abondance du cérium est d'environ 48 ppm, par contre celle du thulium et du lutécium n'est que de 0,5 ppm. Sous forme élémentaire, les terres rares ont un aspect métallique et sont assez tendres, malléables et ductiles. Ces éléments sont chimiquement assez réactifs, surtout à des températures élevées ou lorsqu'ils sont finement divisés.

Leurs propriétés électromagnétiques proviennent de leur configuration électronique avec remplissage progressif de la sous-couche 4f, à l'origine du phénomène appelé contraction des lanthanides.

Il faut attendre le projet Manhattan dans les années 1940 pour que les terres rares soient purifiées à un niveau industriel et les années 1970 pour que l'une d'elles, l'yttrium, trouve une application de masse dans la fabrication de luminophores des tubes cathodiques utilisés dans la télévision couleur. Du point de vue de l'économie mondiale, les terres rares font désormais partie des matières premières stratégiques.

[...] Nombre de ces éléments possèdent des propriétés uniques qui les rendent utiles dans de nombreuses applications : optiques (coloration du verre et de la céramique, télévision couleur, éclairage fluorescent, radiographie médicale), chimiques et structurales (cracking du pétrole, pots catalytiques), mécaniques (leur dureté associée à une réaction chimique facilite le polissage du verre dans l'optique de pointe), magnétiques (propriétés exceptionnelles leur permettant, en alliage avec d'autres métaux, la miniaturisation d'aimants très performants, utilisés notamment dans les éoliennes, la téléphonie, l'électroménager) ; ainsi l'utilisation des terres rares s'est accrue depuis la fin du XX^e siècle. En outre, les terres rares sont utilisées pour la croissance verte.

Domaine d'application des terres rares en 2014



Sources : USGS 2015, Oko-Institut. Réalisation : Polyfinances

<http://www.geologues-prospecteurs.fr/dictionnaire-geologie/t/terre-rare.jpg>

https://www.lepoint.fr/technologie/terres-rares-la-bombe-a-retardement-11-03-2018-2201477_58.php

Connaissez-vous les terres rares ? Elles désignent 17 métaux : le scandium, l'yttrium, et quinze autres qui font partie de la famille des lanthanides (lanthane, cérium, praséodyme, néodyme, prométhium, samarium, europium, gadolinium, terbium, dysprosium, holmium, erbium, thulium, ytterbium ou encore lutécium). Ce sont pour la plupart des matériaux brillants, avec un éclat argenté, qui sont souvent malléables. Découvert pour le premier d'entre eux en 1787 par l'armateur suédois Carl Axel Arrhenius, on les retrouve dans des lasers infrarouges ou à rayons X, les panneaux photovoltaïques, les diodes luminescentes, des horloges atomiques, les aimants permanents ou encore les pierres à briquet. L'yttrium est, par exemple, utilisé dans la fabrication des lampes LED. De leur côté, le lanthane, le cérium, le néodyme ou le praséodyme sont utilisés dans les batteries rechargeables.

Aujourd'hui encore faiblement sollicités (leur consommation n'est égale qu'à 17 grammes par habitant et par an), les besoins devraient fortement augmenter à l'avenir. Ainsi, si la voiture électrique s'impose en 2040, il faudra extraire davantage de terres rares que ce que l'humanité a prélevé depuis 70 000 ans, explique Guillaume Pitron dans *La Guerre des métaux rares* (éd. Les Liens qui libèrent). Déjà, depuis 2017, les prix du néodyme et du praséodyme ont augmenté de plus de 80 %, estime le Bureau de recherche géologique et minière (BRGM).



Les terres rares sont impliquées dans la mise en œuvre des technologies innovantes à visées éco-responsables. Mais les conditions de leur exploitation ainsi que les enjeux économiques en cause génèrent bien des controverses.

Les travaux proposés ici sont en deux parties.

Partie 1 séparation : il s'agit d'une étude quantitative d'une technique de séparation chimique des terres rares par extraction liquide-liquide.

Documents de travail : [\[1 separation.pdf\]](#)

Documents exploitables : [\[1 terres rares.pdf\]](#) ; [\[1 solvent-extraction.pdf\]](#)

Fichier de calcul : [\[0 separation.xlsx\]](#) (mise en œuvre des calculs permettant la vérification demandée)

Documents complémentaires : [\[extraction.pdf\]](#) ; [\[extraction-2.pdf\]](#)
[\[extraction-liquide-liquide.pdf\]](#)

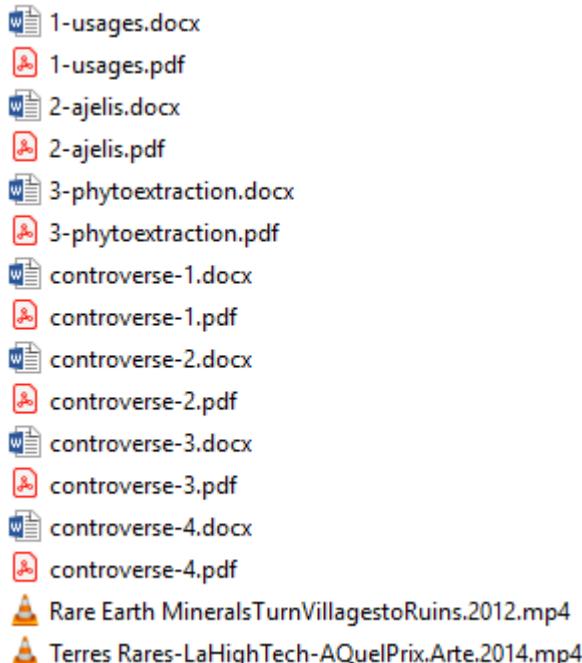
La consigne de travail individuel proposée dans le document de travail peut être suivie d'une **mise en commun et mise au point en groupe** puis une **animation tableau** permet la synthèse.

Deux documents supplémentaires sont disponibles :

Un diaporama : [\[fascinantes_terres_rares.pdf\]](#)

Une vidéo illustrant en particulier la mise œuvre industrielle de la méthode de séparation :
[\[recyclage-terres-rares-ampoules.2014.mp4\]](#)

Partie 2 controverses : une collection de documents permet d'aborder (**sous forme de « congrès d'experts » par exemple**) les **problématiques et controverses** liées à l'exploitation des terres rares.



Le premier document indique les usages des terres rares, les deux suivants présentent deux méthodes nouvelles de leur séparation (séparation par les molécules-cages calixarènes d'une part, phytoextraction d'autre part) ; enfin quatre documents (de différentes dates) donnent des éléments de controverse.