



## Titre : DEFINITIONS DES TERRES RARES = Minerais rares (Monde)

Aller à : [Navigation](#), [rechercher](#)

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

Ces métaux sont, contrairement à ce que suggère leur appellation, assez répandus dans l'écorce terrestre, à l'égal des métaux usuels — l'abondance du [cérium](#) (60 ppm) est ainsi du même ordre que celle du [cuivre](#), tandis que 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 aussi généralement chimiquement assez réactifs, surtout à températures élevées ou lorsqu'ils sont finement divisés. Leur nom vient du fait qu'on les a découverts au début du [XIX<sup>e</sup> siècle](#) dans des minerais (d'où le nom de « terres », utilisé à l'époque en français, langue des échanges internationaux, pour les oxydes) peu courants à cette époque : *terres rares* signifiait donc « *minerais rares* ». Cependant, en raison de leurs propriétés [géochimiques](#), ils sont répartis très inégalement à la surface de la [Terre](#), le plus souvent en-deçà des concentrations rendant leur exploitation minière économiquement viable.

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	
<u>1</u>	<a href="#">H</a>																	<a href="#">He</a>	
<u>2</u>	<a href="#">Li</a>	<a href="#">Be</a>											<a href="#">B</a>	<a href="#">C</a>	<a href="#">N</a>	<a href="#">O</a>	<a href="#">F</a>	<a href="#">Ne</a>	
<u>3</u>	<a href="#">Na</a>	<a href="#">Mg</a>											<a href="#">Al</a>	<a href="#">Si</a>	<a href="#">P</a>	<a href="#">S</a>	<a href="#">Cl</a>	<a href="#">Ar</a>	
<u>4</u>	<a href="#">K</a>	<a href="#">Ca</a>	<a href="#">Sc</a>	<a href="#">Ti</a>	<a href="#">V</a>	<a href="#">Cr</a>	<a href="#">Mn</a>	<a href="#">Fe</a>	<a href="#">Co</a>	<a href="#">Ni</a>	<a href="#">Cu</a>	<a href="#">Zn</a>	<a href="#">Ga</a>	<a href="#">Ge</a>	<a href="#">As</a>	<a href="#">Se</a>	<a href="#">Br</a>	<a href="#">Kr</a>	
<u>5</u>	<a href="#">Rb</a>	<a href="#">Sr</a>	<a href="#">Y</a>	<a href="#">Zr</a>	<a href="#">Nb</a>	<a href="#">Mo</a>	<a href="#">Tc</a>	<a href="#">Ru</a>	<a href="#">Rh</a>	<a href="#">Pd</a>	<a href="#">Ag</a>	<a href="#">Cd</a>	<a href="#">In</a>	<a href="#">Sn</a>	<a href="#">Sb</a>	<a href="#">Te</a>	<a href="#">I</a>	<a href="#">Xe</a>	
<u>6</u>	<a href="#">Cs</a>	<a href="#">Ba</a>	*	<a href="#">Lu</a>	<a href="#">Hf</a>	<a href="#">Ta</a>	<a href="#">W</a>	<a href="#">Re</a>	<a href="#">Os</a>	<a href="#">Ir</a>	<a href="#">Pt</a>	<a href="#">Au</a>	<a href="#">Hg</a>	<a href="#">Tl</a>	<a href="#">Pb</a>	<a href="#">Bi</a>	<a href="#">Po</a>	<a href="#">At</a>	<a href="#">Rn</a>
<u>7</u>	<a href="#">Fr</a>	<a href="#">Ra</a>	*	<a href="#">Lr</a>	<a href="#">Rf</a>	<a href="#">Db</a>	<a href="#">Sg</a>	<a href="#">Bh</a>	<a href="#">Hs</a>	<a href="#">Mt</a>	<a href="#">Ds</a>	<a href="#">Rg</a>	<a href="#">Cn</a>	<a href="#">Uut</a>	<a href="#">Uuq</a>	<a href="#">Uup</a>	<a href="#">Uuh</a>	<a href="#">Uus</a>	<a href="#">Uuo</a>
				↓															
				*	<a href="#">La</a>	<a href="#">Ce</a>	<a href="#">Pr</a>	<a href="#">Nd</a>	<a href="#">Pm</a>	<a href="#">Sm</a>	<a href="#">Eu</a>	<a href="#">Gd</a>	<a href="#">Tb</a>	<a href="#">Dy</a>	<a href="#">Ho</a>	<a href="#">Er</a>	<a href="#">Tm</a>	<a href="#">Yb</a>	
				*	<a href="#">Ac</a>	<a href="#">Th</a>	<a href="#">Pa</a>	<a href="#">U</a>	<a href="#">Np</a>	<a href="#">Pu</a>	<a href="#">Am</a>	<a href="#">Cm</a>	<a href="#">Bk</a>	<a href="#">Cf</a>	<a href="#">Es</a>	<a href="#">Fm</a>	<a href="#">Md</a>	<a href="#">No</a>	

## Sommaire

- [1 Occurrence naturelle](#)
  - [1.1 Minerais](#)
  - [1.2 Gisements et production](#)
    - [1.2.1 Potentiel de réserve](#)
  - [1.3 Hégémonie de la production chinoise](#)
- [2 Géographie économique](#)
- [3 Utilisation](#)
  - [3.1 Composants pour véhicules électriques et hybrides](#)
  - [3.2 Alliages métalliques](#)
  - [3.3 Colorants](#)
- [4 Précautions](#)
- [5 Configurations électroniques des terres rares](#)



- [6 Références](#)

## Occurrence naturelle

### Minerais

Deux minéraux représentent l'essentiel des réserves mondiales de terres rares :

- la [bastnäsite](#)  $(\text{Ce,La,Y})\text{CO}_3\text{F}$ , essentiellement en [Chine](#) et aux [États-Unis](#) ;
- la [monazite](#), essentiellement en [Australie](#), au [Brésil](#), en [Chine](#), en [Inde](#), en [Malaisie](#), en [Afrique du Sud](#), au [Sri Lanka](#), en [Thaïlande](#) et aux [États-Unis](#), déclinée en quatre variétés selon leur composition chimique (les éléments indiqués entre parenthèses le sont par concentration décroissante) :
  - « monazite-[Ce](#) »  $(\text{Ce,La,Pr,Nd,Th,Y})\text{PO}_4$ ,
  - « monazite-[La](#) »  $(\text{La,Ce,Nd,Pr})\text{PO}_4$ ,
  - « monazite-[Nd](#) »  $(\text{Nd,La,Ce,Pr})\text{PO}_4$ ,
  - « monazite-[Pr](#) »  $(\text{Pr,Nd,Ce,La})\text{PO}_4$ .

Les autres ressources de terres rares exploitables sont :

- l'[apatite](#)  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,Cl,OH})$ ,
- la [chéralite](#)  $(\text{Ca,Ce})(\text{Th,Ce})(\text{PO}_4)_2$ ,
- l'[eudialyte](#)  $\text{Na}_{15}\text{Ca}_6(\text{Fe,Mn})_3\text{Zr}_3\text{SiO}(\text{O,OH,H}_2\text{O})_3(\text{Si}_3\text{O}_9)_2(\text{Si}_9\text{O}_{27})_2(\text{OH,Cl})_2$ ,
- la [loparite](#)  $(\text{Ce,Na,Ca})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$ ,
- les [phosphorites](#)  $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH,F,Cl})_2$ ,
- les [argiles](#) à terres rares (adsorption ionique),
- la monazite secondaire,
- les rejets de solutions d'uranium,
- le [xénotime](#).

### Gisements et production

En raison de leurs usages multiples, souvent dans des domaines de haute technologie revêtant une dimension stratégique, les terres rares font l'objet d'une communication restreinte de la part des États, de sorte que les statistiques macroéconomiques à leur sujet demeurent très lacunaires. Les réserves mondiales en oxydes de terres rares étaient estimées par l'[USGS](#) (USA) à 110 millions de tonnes fin 2010<sup>1</sup> détenues à 50 % par la [Chine](#), devant la [Communauté des États indépendants](#) (17 %), les [États-Unis](#) (12 %) et l'[Inde](#) (2,8 %). La Chine estime quand à elle détenir seulement 30 % des réserves mondiales de terres rares, bien qu'elle fournisse 90 % des besoins de l'industrie et se penche sur les techniques de recyclage de ces terres rares dans les déchets électroniques<sup>2</sup>. La production mondiale d'oxydes de terres

## Royaume du Maroc



Conseil Régional de Tourisme Région Guelmim Es Smara

Portail CRT

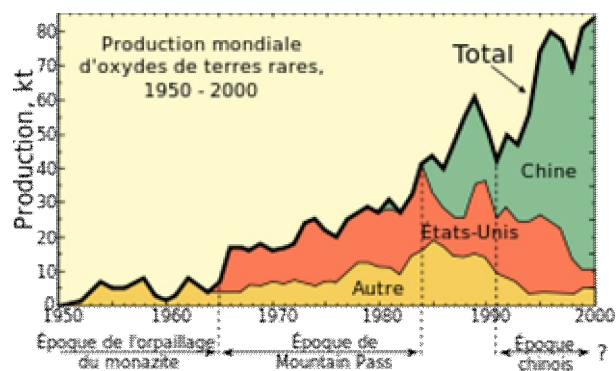
rare de la [Chine](#) s'est élevée à environ 130 000 tonnes en 2010, constituant un quasi monopole mondial (l'[Inde](#), deuxième producteur « déclaré », n'en aurait extrait que 2 700 tonnes), mais la production de la [CEI](#), des [États-Unis](#) et de la plupart des autres producteurs mineurs (qui cumuleraient tout de même un cinquième des réserves mondiales) n'est pas communiquée<sup>1</sup>.

### Potentiel de réserve

En juillet 2011, une équipe de scientifiques japonais indique avoir trouvé une nouvelle réserve de terres rares dans les [eaux internationales](#) du Pacifique<sup>3</sup>. Ce même groupe indique que cela peut porter le niveau réserve connue actuelle à environ 100 milliards de tonnes.

Cette même source indique que les réserves sont réparties sur 78 sites à des profondeurs de 3500 à 6000 mètres<sup>4</sup>. Même si cette découverte est intéressante étant donné la demande grandissante de ces matériaux, son extraction pose des problèmes environnementaux importants<sup>5</sup>.

### Hégémonie de la production chinoise



Répartition de la production mondiale de terres rares de 1950 à 2000.

Jusqu'en 1948, la plupart des sources de terres rares provenait de dépôts de sable en [Inde](#) et au [Brésil](#). Durant les années 1950, l'[Afrique du Sud](#) est devenu le principal producteur après la découverte d'immenses veines de terres rares (sous forme de monazite) à Steenkampskraal.

Depuis le début des années 2000, ces mines indiennes et brésiliennes produisent toujours quelques concentrés de terres rares, mais sont surpassées par la production chinoise qui assure, en 2010, 95 % de l'offre de terres rares<sup>6</sup>. Les États-Unis et l'Australie disposent de réserves importantes (15 et 5 % respectivement), mais ont cessé de les exploiter en raison des prix très concurrentiels de la Chine et des inquiétudes environnementales<sup>7</sup>.

Cette prépondérance inquiète les pays occidentaux, qui cherchent à diversifier leur approvisionnement, d'autant plus que la Chine a annoncé le 1<sup>er</sup> septembre 2009 vouloir réduire ses quotas d'exportation à 35 000 tonnes par an (sur une production de 110 000 tonnes) dès 2010. L'argumentation justifiant cette décision porte sur la volonté de préserver des ressources rares et l'environnement. En effet, le ministère chinois du Commerce a récemment affirmé que les réserves de terres rares du pays avaient chuté de 37% entre 1996 et 2003<sup>8</sup>. Mais ces mesures visent surtout à satisfaire sa demande interne, en forte croissance. De 2006 à 2010, la Chine a réduit ses quotas d'exportation de 5 % à 10 % par an, et la production a été limitée de peur que ses réserves ne s'épuisent d'ici quinze ans<sup>7</sup>.

La mine de terres rares de Mountain Pass en [Californie](#) devrait ainsi faire l'objet d'importants investissements afin de limiter cette sujétion ; la réouverture de la mine sud-africaine est à l'étude<sup>9</sup>. Certains gisements [canadiens](#) ([Hoidas Lake](#)), [vietnamiens](#), [australiens](#) et [russes](#) sont aussi en cours d'évaluation.



Toute la gamme des terres rares est extraite par la [Chine](#) principalement en [Mongolie Intérieure](#) comme par exemple le dépôt de [Bayan Obo](#), dans le [district minier de Baiyun](#). On trouve aussi des terres rares sur le [plateau tibétain](#)<sup>10</sup>. Les mines illégales sont répandues dans la campagne chinoise et souvent liées à des pollutions des eaux environnantes.

La Chine annonce qu'elle réduira ses exportations et sa production de Terres rares de 10 % pour 2011 pour des « questions environnementales »<sup>11</sup>. Après une plainte déposée par l'Union Européenne, les États-Unis et le Mexique en fin 2009, l'OMC condamne le [7 juillet 2011](#) la Chine à mettre un terme aux quotas imposés pour les terres rares<sup>12,13</sup>.

## Géographie économique

Les terres rares sont un groupement de 17 minéraux utilisés principalement *dans les produits de haute technologie ainsi que dans les produits des nouvelles technologies vertes*. Les principales concentrations de minerai de terres rares se trouvent en Chine (Mongolie-intérieure), aux États-Unis, en ex URSS.

La Chine assure un quasi monopole de la production de terres rares dans le monde. De plus, la Chine consomme plus de 50% de sa propre production. Les autres pays consommateurs de terres rares sont le Japon, les États-Unis, l'Europe.

Pour faire face au monopole de la Chine, certains Etats reprennent leurs activités d'extraction, malgré les conséquences environnementales et les coûts élevés de leur production.

Comment les terres rares, incontournables dans le domaine de l'industrie innovante et de haute technologie, redéfinissent les enjeux industriels et politiques mondiaux ?

Pour asseoir son contrôle sur ces minéraux stratégiques, Pékin met en œuvre une politique industrielle de long terme<sup>14</sup>, amplement critiquée par le capitalisme occidental, et s'emploie à bousculer le grand jeu géopolitique mondial<sup>15</sup>.

Pékin instaure des quotas sévères depuis 2005, et réduit ses exportations de 5 à 10% par an. En quelques décennies seulement, la Chine a pris le contrôle de l'industrie des terres rares.

En limitant les exportations de métaux rares, la Chine incite les plus gros consommateurs à prendre les devants. Toutefois, la stratégie générale reste le jeu d'alliances entre producteurs chinois et transformateurs occidentaux.

Aujourd'hui, la problématique de restriction des terres rares inquiète au niveau des industries de la défense. La montée en puissance militaire de la Chine a mis en lumière l'erreur stratégique commise par les occidentaux<sup>16</sup>.

## Utilisation

Nombre de ces éléments possèdent des propriétés uniques qui les rendent utiles dans de nombreuses applications (voir ci-après) ; ainsi l'utilisation des terres rares s'est accrue depuis la fin du XX<sup>e</sup> siècle. En outre, les Terres rares sont utilisées pour la croissance verte<sup>17</sup>.

### Composants pour véhicules électriques et hybrides

La probable croissance des véhicules électriques renforce l'intérêt pour certaines terres rares : composant d'[accumulateurs](#) de type NiMH (lanthane) et la fabrication d'[aimants](#) compacts pour les moteurs électriques synchrones dit "[sans balais](#)" (néodyme, dysprosium, samarium).

### Alliages métalliques



L'oxyde d'yttrium  $Y_2O_3$  est utilisé dans les alliages métalliques pour renforcer leur résistance à la [corrosion à haute température](#).

## Colorants

Les oxydes de terre rare sont également utilisés comme [pigments](#), en particulier pour le rouge (pour remplacer l'oxyde de chrome) et pour leurs propriétés [fluorescentes](#), notamment dans les [lampes à décharge](#) ([néons](#), [ampoules fluocompactes](#)), les « filets » des lampes à gaz de camping, comme [photophores](#) des [écrans cathodiques](#) ainsi que, récemment, comme dopant dans différents types de [laser](#).

Toutefois, une part importante de la production de terres rares est utilisée en mélange.

Le mélange des métaux de terres rares appelé [mischmétal](#) est généralement riche en terres cériques. Du fait de cette importante proportion de [cérium](#), il est incorporé dans les alliages pour pierre à briquet. On l'utilise également comme catalyseur, pour le piégeage de l'[hydrogène](#) (réservoir).

## Précautions

Les utilisateurs professionnels courent des risques. Voir la brochure de l'INRS sur ce sujet : [INRS ND 1881](#)

## Configurations électroniques des terres rares

<u>Élément chimique</u>	<u>Série chimique</u>	<u>Configuration électronique</u>
n° 21 <b>Sc</b> <a href="#">Scandium</a>	<a href="#">Métal de transition</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^1$
n° 39 <b>Y</b> <a href="#">Yttrium</a>	<a href="#">Métal de transition</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^1$
n° 57 <b>La</b> <a href="#">Lanthane</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 5d^1 (*)$
n° 58 <b>Ce</b> <a href="#">Cérium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^1 5d^1 (*)$
n° 59 <b>Pr</b> <a href="#">Praséodyme</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^3$
n° 60 <b>Nd</b> <a href="#">Néodyme</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^4$
n° 61 <b>Pm</b> <a href="#">Prométhium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^5$
n° 62 <b>Sm</b> <a href="#">Samarium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^6$
n° 63 <b>Eu</b> <a href="#">Europium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^7$
n° 64 <b>Gd</b> <a href="#">Gadolinium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^7 5d^1 (*)$
n° 65 <b>Tb</b> <a href="#">Terbium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^9$
n° 66 <b>Dy</b> <a href="#">Dysprosium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{10}$
n° 67 <b>Ho</b> <a href="#">Holmium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{11}$
n° 68 <b>Er</b> <a href="#">Erbium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{12}$
n° 69 <b>Tm</b> <a href="#">Thulium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{13}$
n° 70 <b>Yb</b> <a href="#">Ytterbium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14}$
n° 71 <b>Lu</b> <a href="#">Lutécium</a>	<a href="#">Lanthanide</a>	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^1$

(\*) Exceptions à la [règle de Klechkowski](#) : [lanthane](#)  $_{57}\text{La}$ , [cérium](#)  $_{58}\text{Ce}$ , [gadolinium](#)  $_{64}\text{Gd}$ .

## SOURCE WEB Wikipedia