

# Le Dysprosium (Dy) – éléments de criticité

		Sources
<b>1 - USAGES ET CONSOMMATION</b>		
1.1 - Principaux usages dans le Monde (2014)	- Aimants permanents Nd-Fe-B : 98,5 % - Autres (alliages métallurgiques, lampes à vapeur d'halogénures, contrôle de réacteurs nucléaires, protection rayons X, etc.: 1,5 %	Estimation d'après Roskill, 2013-2015
1.2 - Principaux usages en Europe (2014)	Comparables aux usages mondiaux (usages pour aimants permanents ultra-majoritaires)	
1.3 - Principales applications dans les domaines de haute technologie	Tous moteurs électriques miniaturisés (dont informatique, aérospatiale, défense, etc.)	
1.4 - Applications dans le domaine de l'énergie	- Eoliennes (en particulier off-shore) ; - Véhicules électriques	
1.5 - Consommation	de l'ordre de <b>980 t Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> en 2014, soit 854 t Dy	Estimation d'après Roskill, 2015
1.6 - Perspectives d'évolution de la consommation mondiale	Croissance de la consommation attendue à 6 à 8 % par an. Tirée par la demande d'appareils utilisant des aimants permanents à Terres Rares, mais atténuée par la tendance à la réduction de la quantité de Dy utilisée dans ces aimants.	Roskill, 2015 ; Kingsnorth, 2016
<b>2 - PRODUCTION MONDIALE ET RESSOURCES</b>		
2.1 - La substance est-elle un sous-produit	Oui	
2.2 - Métaux principaux dont la substance est un sous-produit ou co-produit	Ensemble des Terres Rares (TR) ; Minerai de fer (Chine) ; Niobium (Brésil) ; Etain (Malaisie).	
2.3 - Production minière mondiale (2014)	de l'ordre de <b>1 450 t Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> contenu dans les TR extraites.	Estimation d'après données mixées Roskill, SNL, TMR
2.4 - Principaux pays producteurs miniers en 2014	Chine : 97%, Australie : 1,3%	
2.5 - Concentration géographique de la production minière	Concentration monopolistique (IHH = 0,94)	
2.6 – Variation sur 10 ans de la concentration de la production minière mondiale	Part de la Chine pour la production minière de l'ensemble des TR passée de 96 à 87 %, avec l'émergence des productions USA et Australie, mais ces derniers produisent très peu de Dy. Monopole chinois toujours très fort.	
2.7 - Production métallurgique mondiale primaire (2014)	Pas de données sur Dy seul. De l'ordre de 1 kt	
2.8 - Production métallurgique mondiale secondaire (2014)	Non publié. Probablement ≤ 1,5 t Dy (soit 0,15% de la production primaire)	
2.9 - Principaux pays producteurs métallurgiques en 2014	Chine	
2.10 - Concentration géographique de la production métallurgique	Concentration monopolistique (IHH > 0.9)	
2.11 - TCAM lissé sur 5 ans de la production minière sur 30 ans (1984-2014)	+2,93 % /an pour l'ensemble des TR	
2.12 - TCAM lissé sur 2 ans de la production minière sur 10 ans (2004-2014)	+3,21 % /an pour l'ensemble des TR	
2.13 - Réserves connues en 2015	Estimation approchée à <b>690 kt Dy<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> , soit >450 ans de production 2014, 56 ans si croissance de 6%/an (estimé d'après réserves globales de TR de 65 à 90 Mt OTR, et proportion de Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> variable selon les gisements, de 0,05% (Mountain Pass, USA) à 8,8% (Brockmans, Australie), probablement en moyenne entre 0,9 et 1,3 % Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).	Sources mixées TMR, 2015, SNL, 2016, Roskill, 2015, Kingsnorth, 2016, Panorama BRGM, 2015
2.14 - Evolution des réserves 1995-2015	Réserves estimées en 2015 accrues de 30 % par rapport à 1995, pour une production qui s'est accrue de 91 % pendant la même période	USGS
2.15 - Principaux pays détenteurs de réserves	Chine (88%), Australie (2,7%), Etats-Unis (2,3%), Groenland (2,3%)	Calculs d'après sources mixées Roskill, SNL, TMR
2.16 - Concentration géographique des réserves minières	Concentration monopolistique (IHH= 0,78)	
2.17 - Perspectives d'évolution de la production	Projets d'exploitation de TR hors Chine presque tous en sommeil pour cause de prix trop faibles. A court/moyen terme, le monopole chinois perdurera. La production chinoise devrait pouvoir continuer à croître à court/moyen terme, mais reste très dépendante des politiques minière, commerciale et environnementale chinoises.	

Fiche de synthèse sur la criticité des métaux - Le dysprosium - Août 2016

		Sources
<b>3 - SUBSTITUABILITE</b>		
3.1 - Potentiel de substitution dans les principaux usages	- Non substituable dans les aimants permanents FeNdB sans perte de performances (sauf terbium, non moins critique), mais recherches positives pour diminuer les quantités nécessaires ; - Substituabilité des aimants FeNdB par d'autres technologies d'aimants permanents, mais au prix de masses bien plus importantes.	<i>Critical Raw Materials for EU 2014, Panorama BRGM, 2015</i>
<b>4 - RECYCLAGE</b>		
4.1 - Taux de recyclage	< 1% en 2011 (UNEP) ; Production pilote de Dy à partir du recyclage d'aimants permanents. Quantité non publiée, estimée à < 50 t/an d'aimants, soit probablement < 1,5 t/an Dy. La part du Dy secondaire pourrait contribuer à 10 à 20% de l'approvisionnement en 2020.	
<b>5 - PRIX</b>		
5.1 - Etablissement des prix	Pas de cotation sur les marchés boursiers. Prix établis par négociation directe de contrats entre producteurs primaires et transformateurs ou utilisateurs. Les échanges internationaux concernent surtout de l'oxyde de dysprosium et des oxydes de terres rares non séparées. Metal-Pages publie 2 fois par semaine des fourchettes de prix d'échanges d'oxyde de dysprosium et de dysprosium-métal, FOB Chine et sur le marché domestique chinois.	<i>Metal-Pages</i>
5.2 - Prix moyen en 2016 (janv. à juil.)	290 US\$/kg (Dy métal 99% FOB Chine) ; 206 US\$/kg (Dy2O3 99%, FOB Chine).	<i>Metal-Pages</i>
5.3 - Ecart-type relatif des prix sur 1 an (août 2015-juil. 2016)	+/- 6.5%	<i>Metal-Pages</i>
5.4 - Evolution du prix sur 1 an (moyenne août 2015-juil.2016/moyenne août 2014-juil.2015)	- 33%	<i>Metal-Pages</i>
5.5 - Evolution du prix depuis 2002-2003 (moyenne janv.-juil.2016) / moyenne sur 2 ans 2002-2003)	+ 845% (métal) ; + 1 124% (oxyde)	<i>Metal-Pages</i>
5.6 - Ordre de grandeur de la valeur de marché de la production minière annuelle de la substance	<b>299 M US\$</b> (1 450 t (production 2014 estimée) x 206 US\$/kg (prix moyen janv-juil 2016))	
<b>6 - RESTRICTIONS AU COMMERCE INTERNATIONAL, REGLEMENTATIONS</b>		
6.1 - Restrictions au commerce international	- Quotas d'exportation chinois jusqu'en 2014, supprimés en janv.2015 ; - Taxes à l'exportation chinoises, supprimées en mai 2015 ; - Quotas de production chinois maintenus.	
6.2 - Réglementation REACH	Non concerné	
<b>7 - PRODUCTION FRANCAISE ET RESSOURCES</b>		
7.1 - Production minière française 2013	0	
7.2 - Production minière française historique	0	
7.3 - Part dans la production minière mondiale 2013	0%	
7.4 - Ressources évaluées en France métropolitaine	0	
7.5 - Production métallurgique française	0	
<b>8 - LA FILIERE INDUSTRIELLE EN FRANCE</b>		
8.1 - Entreprises minières françaises	<b>Eramet</b> (Paris) étudie le projet minier à niobium et Terres Rares au Gabon à travers sa filiale Maboumine, en sommeil en 2016.	
8.2 - Entreprises métallurgiques en France	<b>Solvay France</b> ( <a href="http://www.solvay.fr">www.solvay.fr</a> ), branche française du groupe Solvay, ex Rhodia (acquise en 2011 par Solvay), et en particulier son usine de La Rochelle.	<i>Panorama BRGM, 2015</i>
8.3 - Entreprises de produits intermédiaires en France	Producteurs d'aimants permanents : Euomag, First Magnetic France, etc.	<i>Panorama BRGM, 2015</i>
8.4 - Industries françaises aval dépendantes de cette matière première	Défense, Automobile, Electronique, Energies renouvelables, Nucléaire	<i>Panorama BRGM, 2015</i>
<b>9 - COMMERCE EXTERIEUR ET CONSOMMATION FRANCAISE</b>		
9.1 - Commerce extérieur français	chiffres non disponibles pour Dy seul	<i>Le Kiosque de Bercy</i>
9.2 - Consommation française apparente (production + imports - exports)	chiffres non disponibles pour Dy seul	
9.3 - Recyclage en France	Production d'un peu de Dy par recyclage d'aimants permanents. Chiffres non publiés	
<b>10 - DIVERS</b>		
10.1 - Panorama BRGM disponible ?	Oui, Panorama BRGM 2014 publié en 2015	
10.2 - Remarques spécifiques		

Acronymes : IHH : Indice d'Herfindahl-Hirschmann; REACH : Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals

TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen ; USGS : United States Geological Survey ; TMR : Technological Metals Research

WMD : World Mining Data (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Autriche)

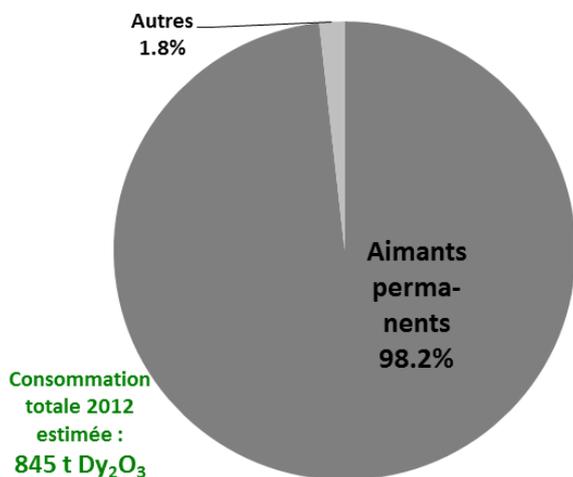
Note : Détails et explications sur l'obtention et la lecture des champs à consulter sur le rapport BRGM/RP-64269-FR

# Le dysprosium en graphiques

## USAGES

Répartition des usages mondiaux du dysprosium en 2012

(source : CE 2014 d'après Roskill/IMCOA, 2013)



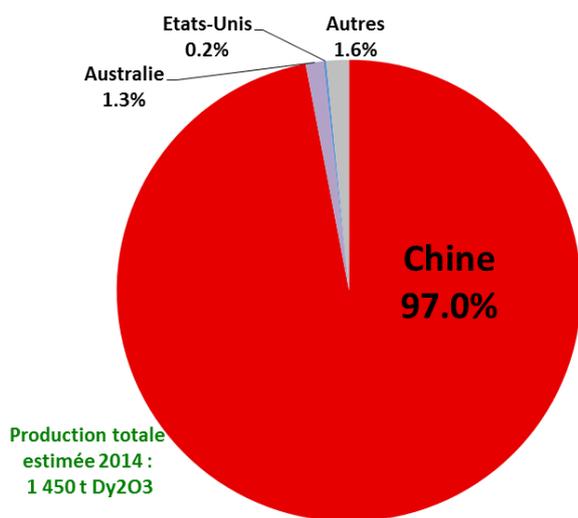
Les principaux domaines d'application des aimants permanents à Terres Rares

Secteurs	Applications
Equipements électroniques grand public	Ordinateurs (disques durs internes et externes), imprimantes et photocopieurs, appareils photo numériques, smartphones, lecteurs CD/DVD, baladeurs MP3, hauts-parleurs, caméscopes, ...
Equipements électriques grand public	Machines à laver, réfrigérateurs, climatiseurs, rasoirs électriques, robots de cuisine, outillage, vélos électriques, ...
Automobile	Démarrateurs, ABS, pompes d'injection, moteurs électriques d'accessoires (lève-vitres, essuie-glaces, etc.), systèmes audio (hauts-parleurs), générateurs et moteurs d'entraînement des véhicules hybrides et électriques, ...
Energies renouvelables	Génératrices d'éoliennes
Aérospatiale et défense	Moteurs pas à pas, boussoles électroniques, capteurs, systèmes d'embrayage et de freins, radars, systèmes de guidage des missiles, accéléromètres, ...
Autres	Ascenseurs, robots industriels, séparateurs magnétiques, ...

## PRODUCTION ET RESERVES MONDIALES

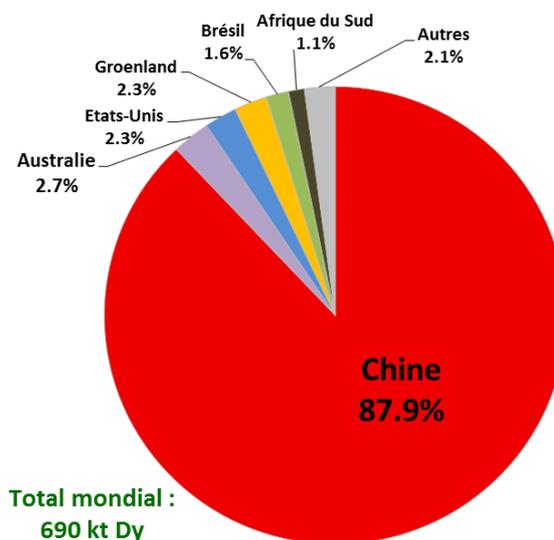
Production minière de dysprosium en 2014

(estimation approximative d'après données Roskill et TMR, 2015)

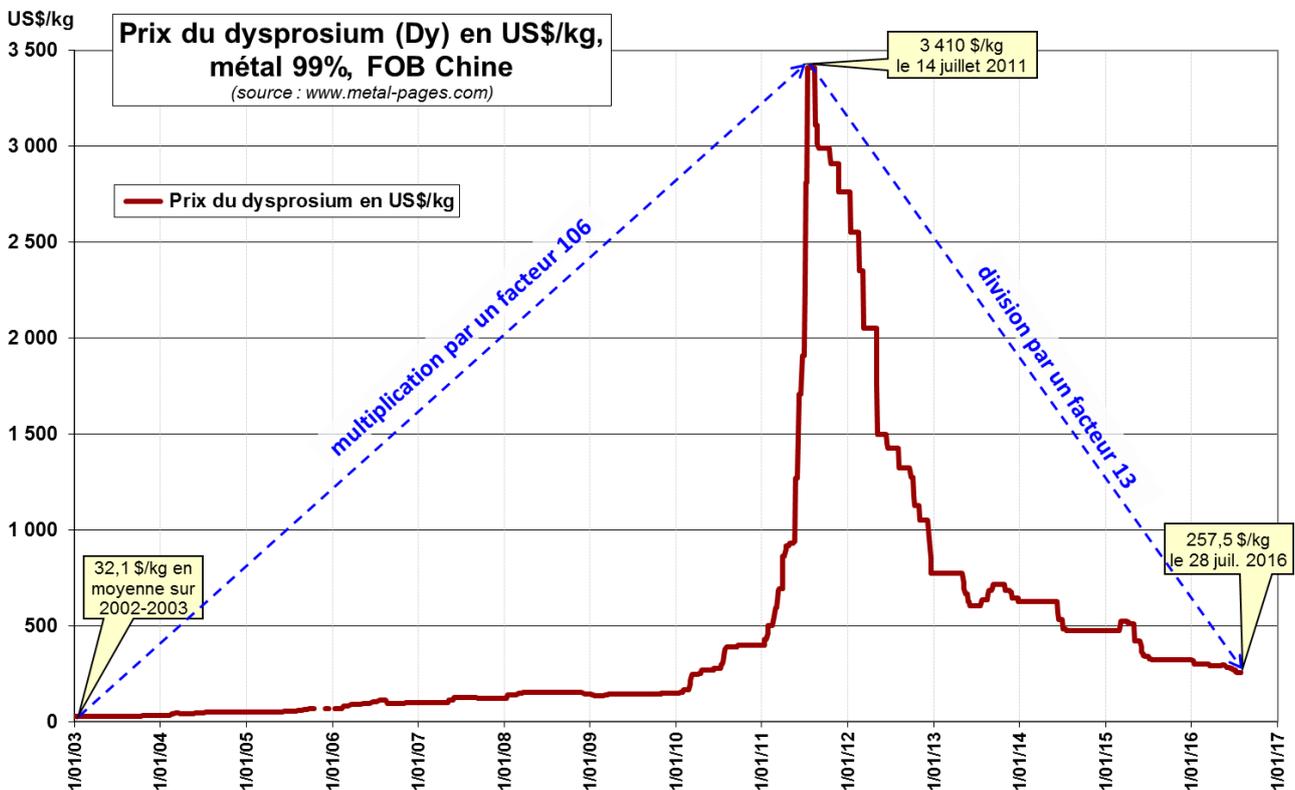
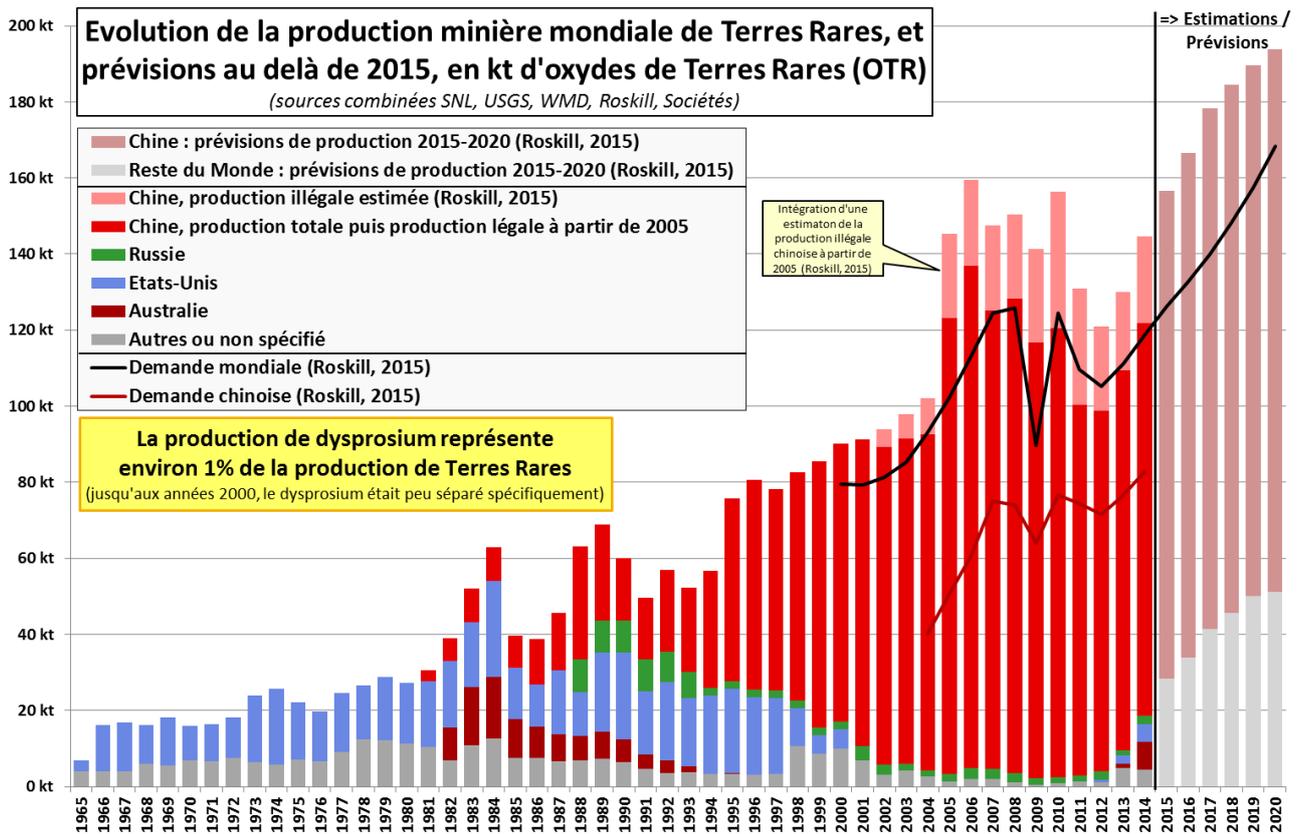


Répartition des réserves en dysprosium estimation 2015

(sources mixées SNL, TMR, Roskill, 2015)



## EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DES PRIX



## COMMERCE EXTERIEUR DE LA FRANCE

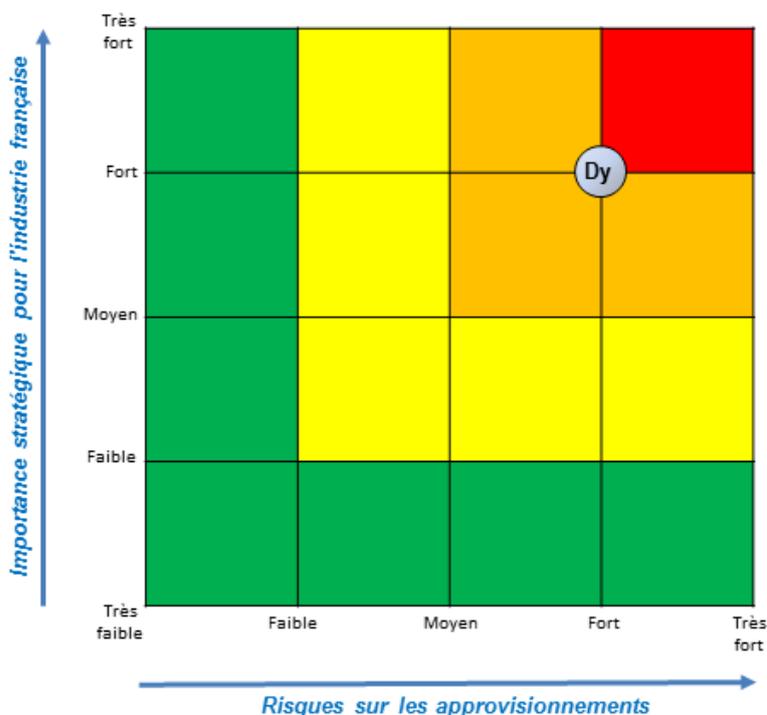
Statistiques françaises d'import-export de produits bruts et intermédiaires de TR ou susceptibles de contenir des TR

Données brutes de collecte, CAF-FAB hors matériel militaire. Source : <http://lekiosque.finances.gouv.fr>

	2013			2014			2015			Evolution 2014-2015		Principaux partenaires en 2014 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	En valeur	En masse	
<b>Métaux de terres rares, scandium et yttrium, mélangés ou alliés entre eux (28053010) ou non (28053090)</b>												
Exportations	243 k€	14 t	17.4 €/kg	152 k€	8 t	19.0 €/kg	334 k€	20 t	16.7 €/kg	120%	150%	Allemagne 70% Chine 97%
Importations	3 150 k€	337 t	9.3 €/kg	1 245 k€	190 t	6.6 €/kg	1 057 k€	164 t	6.4 €/kg	-66%	-51%	
<b>Solde</b>	<b>-2 907 k€</b>	<b>-323 t</b>		<b>-1 093 k€</b>	<b>-182 t</b>		<b>-723 k€</b>	<b>-144 t</b>				
<b>Composés, inorganiques ou organiques, de terres rares, Y ou Sc, à l'exclusion des composés du Ce (28469000)</b>												
Exportations	37 807 k€	1 877 t	20.1 €/kg	23 706 k€	843 t	28.1 €/kg	18 037 k€	908 t	19.9 €/kg	-23.9%	7.7%	USA 50%, Japon 24%, Italie 13% Japon 39%, Chine 34%, USA 15%
Importations	46 255 k€	1 395 t	33.2 €/kg	19 795 k€	572 t	34.6 €/kg	22 120 k€	623 t	35.5 €/kg	11.7%	8.9%	
<b>Solde</b>	<b>-8 448 k€</b>	<b>482 t</b>		<b>3 911 k€</b>	<b>271 t</b>		<b>-4 083 k€</b>	<b>285 t</b>				
<b>Cumul métaux et composés de terres rares, hors cérium et ferrocérium</b>												
Exportations	38 050 k€	1 891 t		23 858 k€	851 t		18 371 k€	928 t		-23.0%	9.0%	
Importations	49 405 k€	1 732 t		21 040 k€	762 t		23 177 k€	787 t		10.2%	3.3%	
<b>Solde</b>	<b>-11 355 k€</b>	<b>159 t</b>		<b>2 818 k€</b>	<b>89 t</b>		<b>-4 806 k€</b>	<b>141 t</b>				
<b>Autres nomenclatures susceptibles de contenir des Terres Rares mais non explicitement mentionnées dans leur dénomination douanière</b>												
<b>Aimants permanents et articles destinés à devenir des aimants permanents après aimantation, en métal (85051100)</b>												
Exportations	7 968 k€	408 t	19.5 €/kg	9 072 k€	557 t	16.3 €/kg	8 090 k€	352 t	23.0 €/kg	-10.8%	-36.8%	Allemagne 15%, Pologne 14%, Italie 11% Chine 59%, Allemagne 16%
Importations	48 538 k€	2 492 t	19.5 €/kg	49 310 k€	2 858 t	17.3 €/kg	56 253 k€	3 618 t	15.5 €/kg	14%	27%	
<b>Solde</b>	<b>-40 570 k€</b>	<b>-2 084 t</b>		<b>-40 238 k€</b>	<b>-2 301 t</b>		<b>-48 163 k€</b>	<b>-3 266 t</b>				

NB : Les nomenclatures douanières regroupent l'ensemble des Terres Rares à l'exception du cérium, et il n'existe pas de chiffres spécifiques pour le dysprosium..

## CRITICITE DU DYSPROSIUM



# LE DYSPROSIUM, PROPRIETES

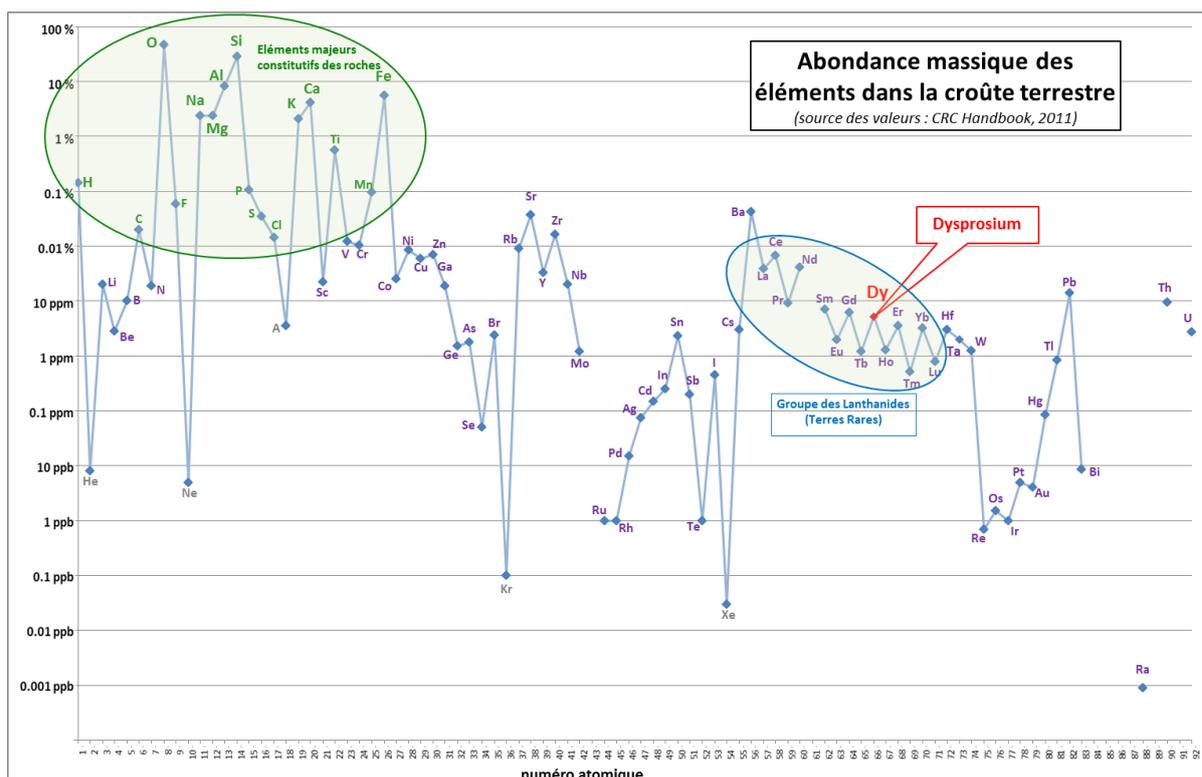
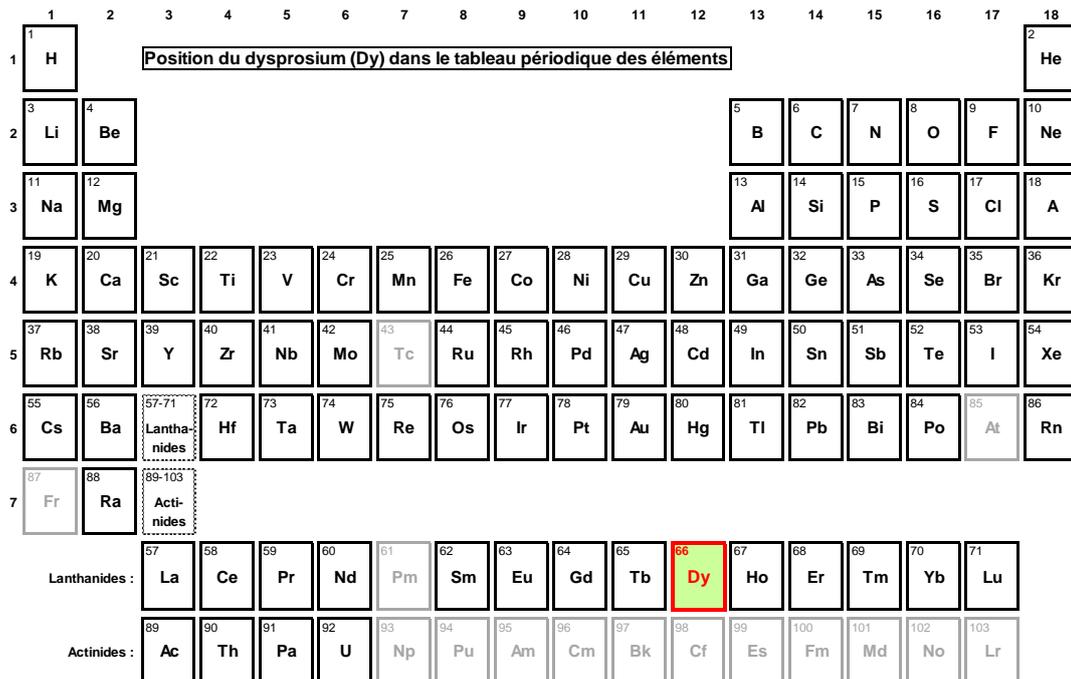
## Quelques propriétés du dysprosium

Numéro atomique : 66  
 Masse atomique : 162.5  
 Température de fusion : 1 412 °C  
 Température d'ébullition : 2 567 °C  
 Densité : 8,55  
 Dureté Brinell : 500 MPa  
 Abondance naturelle : 5,2 ppm

Le dysprosium est un métal du groupe des lanthanides, classé comme Terre Rare lourde.

Les propriétés magnétiques du dysprosium sont recherchées dans la fabrication des aimants permanents Nd-Fe-B car son ajout augmente la résistance à la démagnétisation aux hautes températures (températures d'utilisations passant de 80°C à 200°C). Cette application constitue 98% des usages du dysprosium.

Le dysprosium n'a pas de rôle biologique connu et n'a pas de toxicité aux doses d'exposition usuelles.



## AVERTISSEMENT

Les informations, chiffres et graphiques figurant dans la présente "fiche de synthèse sur criticité" sont extraites de bases données construites à partir des meilleures sources ouvertes de données, internationalement reconnues. Certaines sont gratuites, d'autres ne sont accessibles que sur abonnement. Les sources utilisées sont précisées sur chaque fiche.

Il faut cependant savoir que de nombreux problèmes affectent la qualité des données disponibles sur l'industrie minérale mondiale et sur les nombreux maillons des chaînes de valeur qui en dépendent. Certains pays, parmi lesquels la Chine, aujourd'hui le principal producteur mondial de 28 matières premières minérales, ne publient guère de données statistiques relatives à leur industrie minérale, et les données qui sont publiées ne sont pas toujours vérifiables. Dans certains pays, des règles interdisent la publication de données de production ou de réserves lorsque cette publication pourrait divulguer des données considérées comme confidentielles par des entreprises productrices, dès lors que le nombre restreint de producteurs nationaux est restreint au point que la publication des données de production pourrait amener à dévoiler la stratégie industrielle de ces producteurs. C'est le cas par exemple aux États-Unis et en France. Toutes les entreprises n'ont pas non plus les mêmes obligations de rapportage de leurs activités, ces obligations étant très faibles ou nulles pour les entreprises non cotées en bourse, financées par des capitaux privés ("private equity"). Et tous les États n'imposent pas non plus les mêmes obligations de transparence aux entreprises établies sur leurs territoires.

Certaines données de production, consommation ou échanges proviennent des statistiques du commerce mondial, basées sur la nomenclature statistique internationale des produits définie par l'Organisation Mondiale des Douanes, et sur les déclarations d'importations et d'exportations fournies par les douanes de chaque pays, centralisées dans la base de données "Comtrade" des Nations Unies. Ces données sont cependant, elles aussi, délicates à utiliser ou à interpréter : certains chiffres relatifs aux exportations et aux importations mondiales ne se correspondent pas, certains pays ne fournissent pas leurs informations. De plus, ces données ne fournissent pas d'indications sur la consommation intérieure de minéraux et métaux produits à l'intérieur d'un même pays.

Cette situation complique les analyses pour certaines matières premières, notamment pour les métaux utilisés pour des applications de haute technologie. La fiabilité de certaines données peut être douteuse lorsque celles-ci proviennent de simples déclarations par les autorités de pays producteurs interrogés pour calculer le montant des réserves de telle ou telle matière première minérale.

L'existence d'un marché noir de certaines matières premières est également à prendre en compte. C'est probablement le cas d'une petite partie de la production chinoise, mais aussi des pays limitrophes (Birmanie, etc.).

Ces limitations peuvent cependant être parfois contournées en recoupant plusieurs sources d'information.

De même, les prix des métaux rares et des minéraux industriels ont des degrés de précision et de fiabilité divers. Seuls les métaux de base (Al, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Co, Mo) et les métaux précieux (Au, Ag, Pt, Pd, Rh) font l'objet de cotations quotidiennes sur les marchés boursiers. Les autres métaux font l'objet de commercialisations dans le cadre de contrats de gré à gré entre producteurs et acheteurs, qui peuvent être des maisons de négoce. Les prix de transaction ne sont pas rendus publics. Des sources d'information spécialisées, accessibles uniquement sur abonnement, telles qu'Industrial Minerals (pour les minéraux industriels), Metal-Pages, Metal Bulletin ou Platts fournissent des fourchettes de prix de transactions pour une vaste gamme de matières premières minérales. L'évolution de ces prix, qui peuvent ne représenter qu'une faible partie du marché réel, est la principale source d'information sur l'évolution de l'offre et de la demande.

Ainsi malgré tout le soin que le BRGM peut apporter à l'utilisation et au traitement des données et des informations auxquelles il a accès, les chiffres doivent le plus souvent être considérés comme des ordres de grandeur. Ce sont les évolutions temporelles, les dynamiques qui traduisent le mieux les marchés et leurs évolutions. En cas d'enjeux économiques importants pour une entreprise, il est fortement recommandé de faire appel à une ou plusieurs expertises externes.

En tout état de cause le BRGM et le COMES déclinent toute responsabilité relative aux dommages directs ou indirects, quelle qu'en soit la nature, que pourrait subir un utilisateur des fiches du fait de décisions prises au vu de leur contenu. L'utilisation des informations fournies est de l'entière responsabilité des utilisateurs.