

# Le Néodyme (Nd) – éléments de criticité

		Sources
<b>1 - USAGES ET CONSOMMATION</b>		
1.1 - Principaux usages dans le Monde (2013)	- Aimants permanents Nd-Fe-B : 89% - Céramiques : 5 % - Mischmétal : 2 % - Autres (cristaux lasers, luminophores) : 4 %	<i>Critical Raw Materials for EU 2014</i>
1.2 - Principaux usages en Europe (2013)	Proportions spécifiques non disponibles (cf. répartition mondiale)	
1.3 - Principales applications dans les domaines de haute technologie	Aérospatiale, Défense, Lasers	
1.4 - Applications dans le domaine de l'énergie	Génératrices et moteurs électriques (Eoliennes, voitures électriques, etc.)	
1.5 - Consommation	<b>19,9 kt</b> en 2012	<i>Critical Raw Materials for EU 2014</i>
1.6 - Perspectives d'évolution de la consommation mondiale	Forte croissance attendue de la consommation (+7 %/an), tirée par la demande d'appareils utilisant des aimants permanents Nd-Fe-B	<i>Critical Raw Materials for EU 2014</i>
<b>2 - PRODUCTION MONDIALE ET RESSOURCES</b>		
2.1 - La substance est-elle un sous-produit	Partiellement	
2.2 - Métaux principaux dont la substance est un sous-produit ou co-produit	Nd fait partie de la famille des Terres Rares. C'est un co-produit des autres Terres-Rares, elles-mêmes partiellement un sous produit du fer (comme à Bayan Obo, Chine)	
2.3 - Production minière mondiale (2014)	~ <b>23,8 kt Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b> (env. 16,5 % d'une production totale de 144 kt d'oxydes de Terres Rares)	<i>Roskill 2015</i>
2.4 - Principaux pays producteurs miniers en 2014	Chine : 87,1%, Australie 5,0%; Etats-Unis 3,3%; Russie : 1,5%	<i>Roskill 2015 ; SNL ; Lynas ; Solikamsk</i>
2.5 - Concentration géographique de la production minière	Très forte concentration (IHH= 0,76)	
2.6 - Variation sur 10 ans de la concentration de la production minière mondiale	En dix ans (2005-2014) la part de la Chine dans la production mondiale de Terres Rares (dont le néodyme) a baissé de 98% à 87%, et l'indice IHH est passé de 0,95 à 0,76. La Chine continue à largement dominer la production minière de Terres Rares.	
2.7 - Production métallurgique mondiale primaire (2013)	Pas de données sur Nd seul	
2.8 - Production métallurgique mondiale secondaire (2013)	Très faible	
2.9 - Principaux pays producteurs métallurgiques en 2013	Chine, Japon, Etats-Unis, Malaisie, France, Estonie (% non disponibles)	
2.10 - Concentration géographique de la production métallurgique	Forte concentration (forte domination chinoise, IHH non déterminé)	
2.11 - TCAM lissé sur 5 ans de la production minière sur 30 ans (1984-2014)	+ 4.0%	
2.12 - TCAM lissé sur 2 ans de la production minière sur 10 ans (2004-2014)	+ 3.2%	
2.13 - Réserves connues en 2015	<b>9,3 à 13,5 Mt</b> (estimations), équivalent à >400 ans de production au rythme de 2014, et >50 ans avec une croissance de 6% par an	<i>Panorama BRGM 2014</i>
2.14 - Evolution des réserves	>400 ans au rythme de consommation de 2014 ; >50 ans avec une croissance de 6% par an	
2.15 - Principaux pays détenteurs de réserves	Chine (>80%), Australie (3.1%), Etats-Unis (2.1%)	<i>Panorama BRGM 2014</i>
2.16 - Concentration géographique des réserves minières	Forte à très forte concentration (IHH = 0,66 à 0,86 selon les sources)	<i>Panorama BRGM 2014</i>
2.17 - Perspectives d'évolution de la production	Les prévisions récentes de hausse de production hors Chine s'avèrent aujourd'hui erronées. Ces productions sont en grande difficulté en 2015 (faillite et arrêt de Molycorp) et les projets avancés peinent à se financer. A moyen terme, l'approvisionnement proviendra toujours majoritairement de Chine, qui a les ressources suffisantes pour augmenter sa production si nécessaire.	
<b>3 - SUBSTITUABILITE</b>		
3.1 - Potentiel de substitution dans les principaux usages	Dans les aimants permanents, pas de substituabilité sans perte de performances (sauf praséodyme, non moins critique)	<i>Critical Raw Materials for EU 2014</i>
<b>4 - RECYCLAGE</b>		
4.1 - Taux de recyclage	Taux de recyclage en fin de vie : < 1% (Terres Rares totales)	<i>UNEP 2011</i>

		Sources
<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. Publiés sur Metal-Pages	Metal-Pages
5.2 - Prix moyen en 2015 (janv. à oct.)	- Nd métal à 99% FOB Chine : 69,3 US\$/kg - Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> à 99% FOB Chine : 49,9 US\$/kg	Metal-Pages
5.3 - Ecart-type relatif des prix sur 1 an (nov. 2014-oct. 2015)	20,1%	Metal-Pages
5.4 - Evolution du prix sur 1 an (moyenne nov.2014-oct.2015/moyenne nov.13-oct.14)	- 18,2%	Metal-Pages
5.5 - Evolution du prix depuis 2002-2003 (moyenne janv.-oct.2015) / moyenne sur 2 ans 2002-2003)	+ 935%	Metal-Pages
5.6 - Ordre de grandeur de la valeur de marché de la production minière annuelle de la substance	<b>1,5 G US\$</b> (21,7 kt (production annuelle la plus récente estimée,2012) x 69,3 US\$/kg (prix moyen janv-oct 2015))	
<b>6 - RESTRICTIONS AU COMMERCE INTERNATIONAL, REGLEMENTATIONS</b>		
6.1 - Restrictions au commerce international	Les quotas et taxes à l'exportation chinois sur les Terres Rares ont été supprimés à partir de mai 2015.	Panorama BRGM 2014
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	En 1967-1968, 78 t de monazite à 13-14% Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> extraites du Grand-Fougeray (Ile-et-Vilaine).	Panorama BRGM 2014
7.3 - Part dans la production minière mondiale 2013	0%	
7.4 - Ressources évaluées en France métropolitaine	Très faibles	
7.5 - Production métallurgique française	Production française non publiée. Solvay / Rhodia annonce une production d'environ 6 000 t/an de produits de formulation à base de Terres Rares à La Rochelle	
<b>8 - LA FILIERE INDUSTRIELLE EN FRANCE</b>		
8.1 - Entreprises minières françaises	0	
8.2 - Entreprises métallurgiques en France	Solvay, usine de La Rochelle (anciennement Rhodia)	
8.3 - Entreprises de produits intermédiaires en France	- Solvay (Poudres de luminophores. Produit aussi des catalyseurs et supports de catalyseurs à Terres Rares mais néodyme marginal) ; - Producteurs d'aimants permanents	Panorama BRGM 2014
8.4 - Industries françaises aval dépendantes de cette matière première	Défense, automobile, éoliennes, informatique, etc.	Panorama BRGM 2014
<b>9 - COMMERCE EXTERIEUR ET CONSOMMATION FRANCAISE</b>		
9.1 - Commerce extérieur français	Chiffres non disponibles pour Nd seul. Excédent commercial de 89 t et 2,8 M€ pour les Terres Rares hors cérium (métaux et composés). Déficit commercial de 2 300 t et 40.2 M€ pour les aimants permanents métalliques, sans distinction de types.	Le Kiosque de Bercy
9.2 - Consommation française apparente (production + imports - exports)	Chiffres non disponibles pour Nd seul	
9.3 - Recyclage en France	Chiffres non disponibles pour Nd seul	
<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

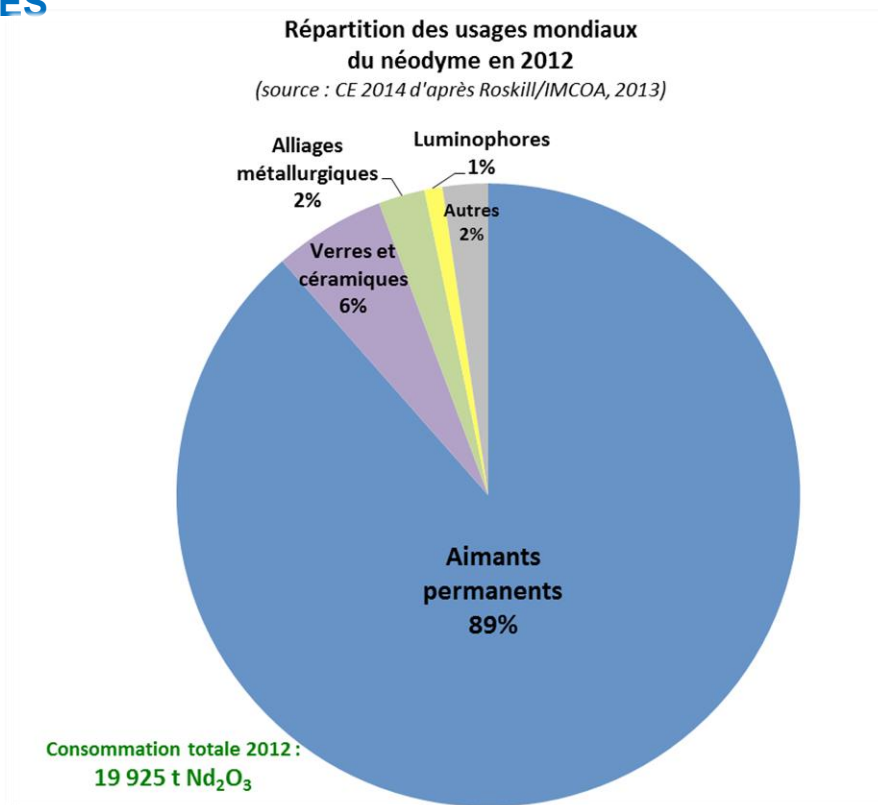
SCF: Société Chimique de France; TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen; USGS : United States Geological Survey

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

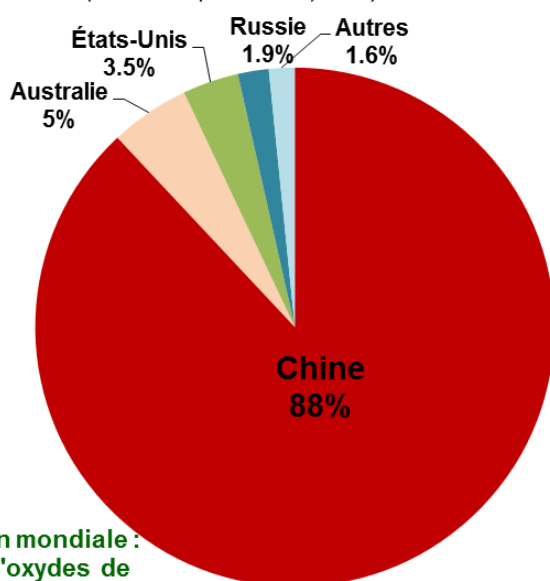
## Le néodyme en graphiques

### USAGES



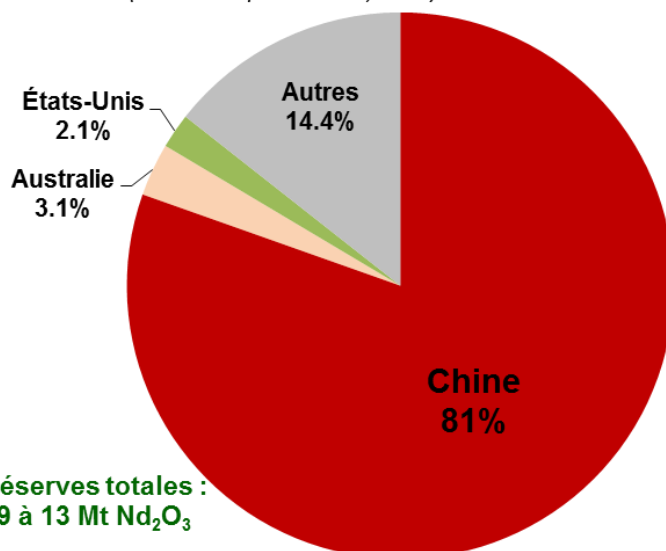
### PRODUCTION ET RESERVES MONDIALE

Répartition de la production minière de néodyme en 2014 (Estimé d'après Roskill, 2015)



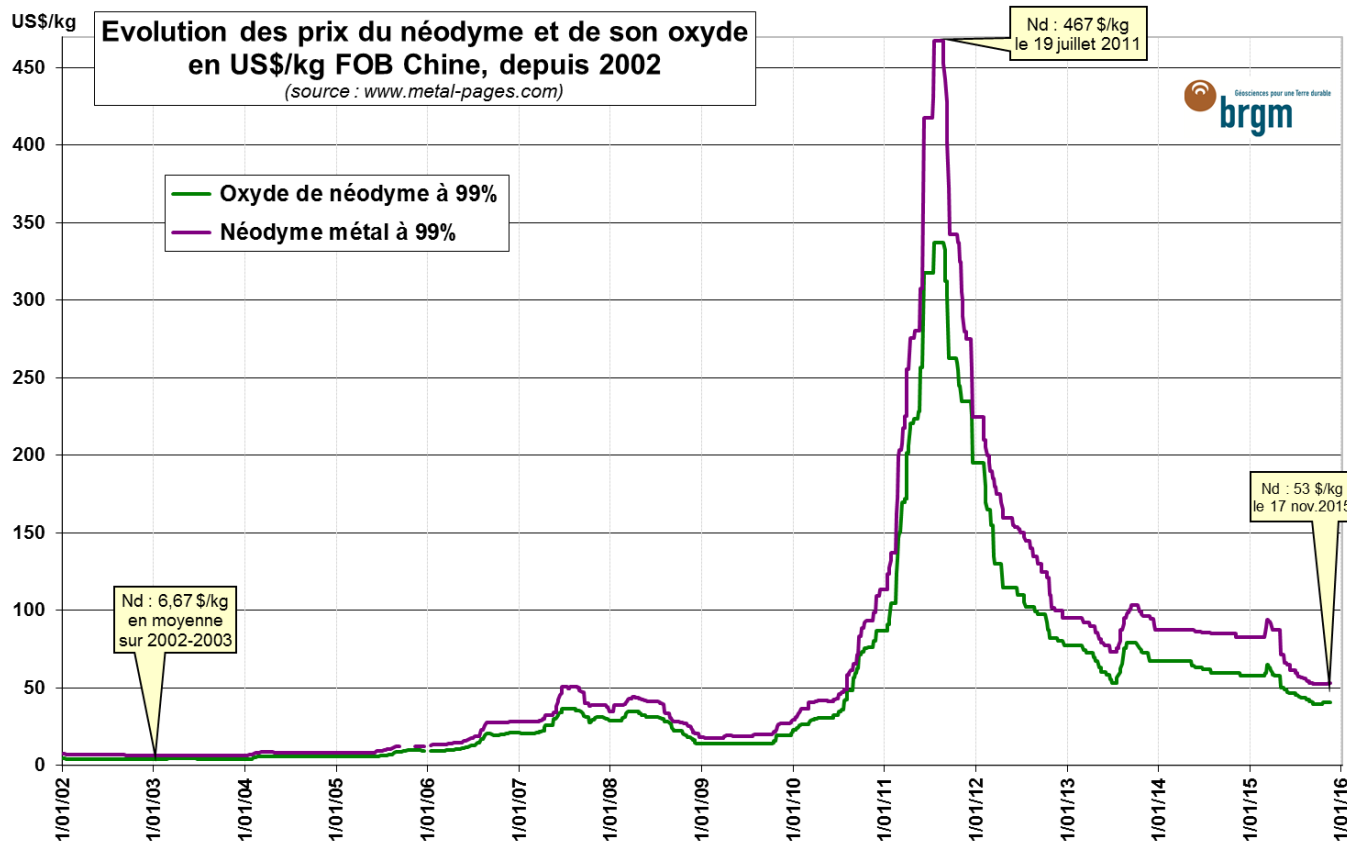
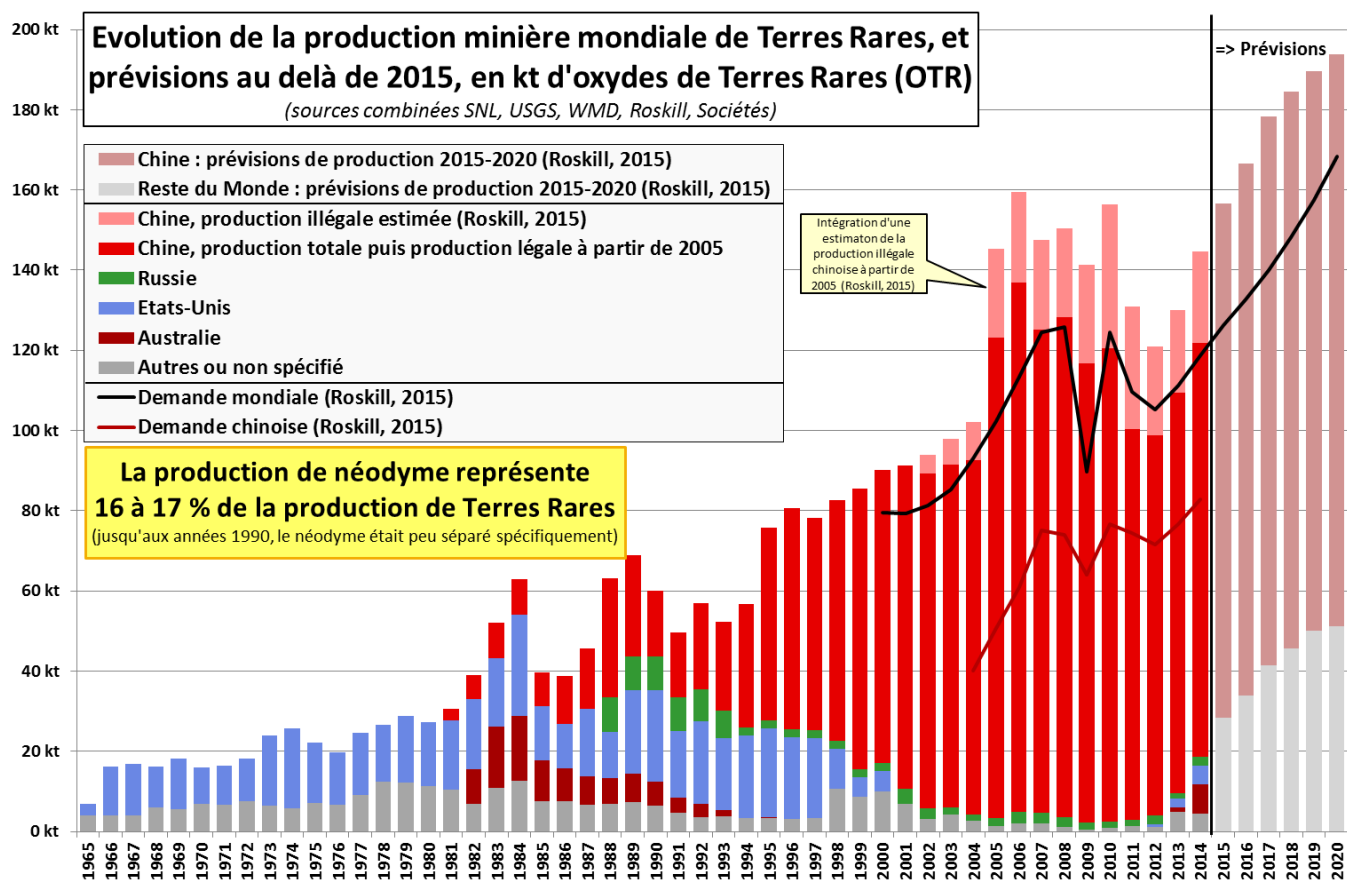
Production mondiale : ~23,8 kt d'oxydes de néodyme (Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Répartition des réserves de néodyme (Estimé d'après Roskill, 2015)



Réserves totales : 9 à 13 Mt Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## EVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DES PRIX



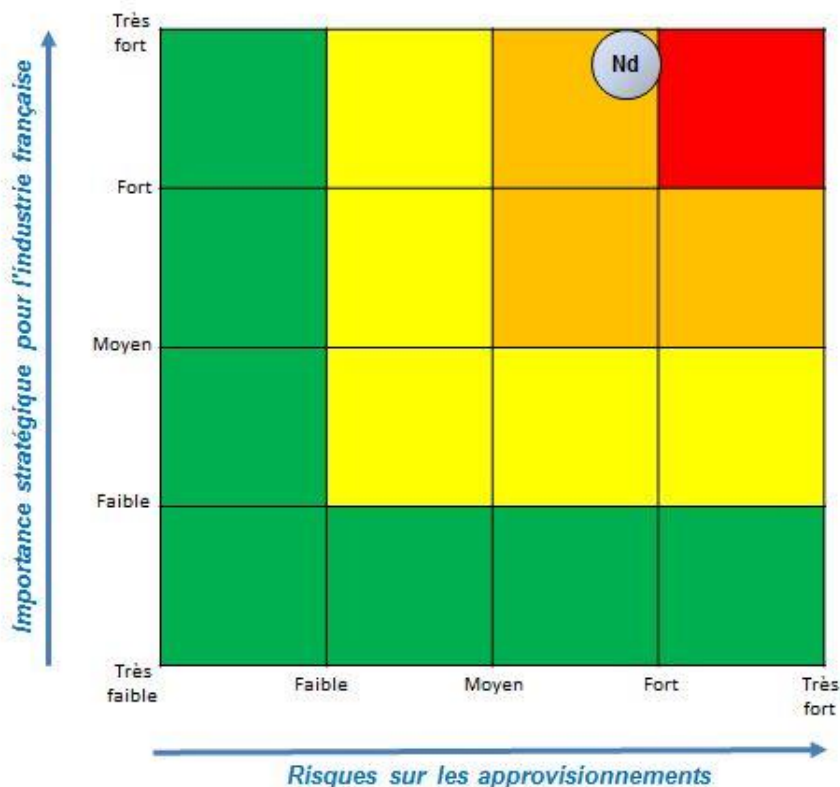
## COMMERCE EXTERIEUR DE LA FRANCE

Statistiques françaises d'import-export de produits bruts, intermédiaires et susceptibles de contenir des Terres Rares (dont Nd)

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

	2012			2013			2014			Evolution 2013-2014		Principaux partenaires en 2014 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	En valeur	En masse	
<b>Composés, inorganiques ou organiques, de terres rares, Y ou Sc, à l'exclusion des composés du cérium (28469000)</b>												
Exportations	72 925 k€	2 095 t	34,8 €/kg	37 807 k€	1 877 t	20,1 €/kg	23 706 k€	843 t	28,1 €/kg	-37,3%	-55%	Chine 33%, USA 28%, Japon 17%
Importations	92 527 k€	1 301 t	71,1 €/kg	46 255 k€	1 395 t	33,2 €/kg	19 795 k€	572 t	34,6 €/kg	-57%	-59%	Japon 34%, Chine 23%, USA 17%
Solde	-19 602 k€	794 t		-8 448 k€	482 t		3 911 k€	271 t				
<b>Métaux de terres rares, scandium et yttrium, mélangés ou alliés entre eux (28053010)</b>												
Exportations	405 k€	11 t	36,8 €/kg	167 k€	11 t	15,2 €/kg	65 k€	5 t	13,0 €/kg	-61,1%	-54,5%	Allemagne 99%
Importations	3 706 k€	222 t	16,7 €/kg	2 836 k€	320 t	8,9 €/kg	932 k€	165 t	5,6 €/kg	-67,1%	-48,4%	Chine 99%
Solde	-3 301 k€	-211 t		-2 669 k€	-309 t		-867 k€	-160 t				
<b>Métaux de terres rares, scandium et yttrium, non-mélangés ni alliés entre eux (28053090)</b>												
Exportations	42 k€	1 t	42,0 €/kg	76 k€	3 t	25,3 €/kg	87 k€	3 t	29,0 €/kg	14,5%	0,0%	Roumanie 67%, Espagne 33%
Importations	926 k€	57 t	16,2 €/kg	314 k€	17 t	18,5 €/kg	313 k€	25 t	12,5 €/kg	-0,3%	47,1%	Chine 88%, Italie 8%, Autriche 4%
Solde	-884 k€	-56 t		-238 k€	-14 t		-226 k€	-22 t				
<b>Cumul composés, métaux et alliages de terres rares, hors cérium et ferrocérium (28053010, 28053090 et 28469000)</b>												
Exportations	73 372 k€	2 107 t		38 050 k€	1 891 t		23 858 k€	851 t				
Importations	97 159 k€	1 580 t		49 405 k€	1 732 t		21 040 k€	762 t				
Solde	-23 787 k€	527 t		-11 355 k€	159 t		2 818 k€	89 t				
<b>Autres nomenclatures : Aimants permanents [...] en métal (85051100)</b>												
Exportations				7 968 k€	408 t	19,5 €/kg	9 072 k€	557 t	16,3 €/kg	13,9%	36,5%	Espagne 12%, Allemagne 11%, Russie 10%
Importations				48 538 k€	2 492 t	19,5 €/kg	49 310 k€	2 858 t	17,3 €/kg	1,6%	14,7%	Chine 63%, Allemagne 16%,
Solde				-40 570 k€	-2 084 t		-40 238 k€	-2 301 t				

## CRITICITE DU NEODYME



# LE NEODYME, PROPRIETES

## Quelques propriétés du néodyme

Numéro atomique : 60  
 Masse atomique : 144,2  
 Température de fusion : 1 016 °C  
 Température d'ébullition : 3 074 °C  
 Densité : 7,0  
 Dureté Brinell : 265 MPa  
 Abondance naturelle : 41,5 ppm

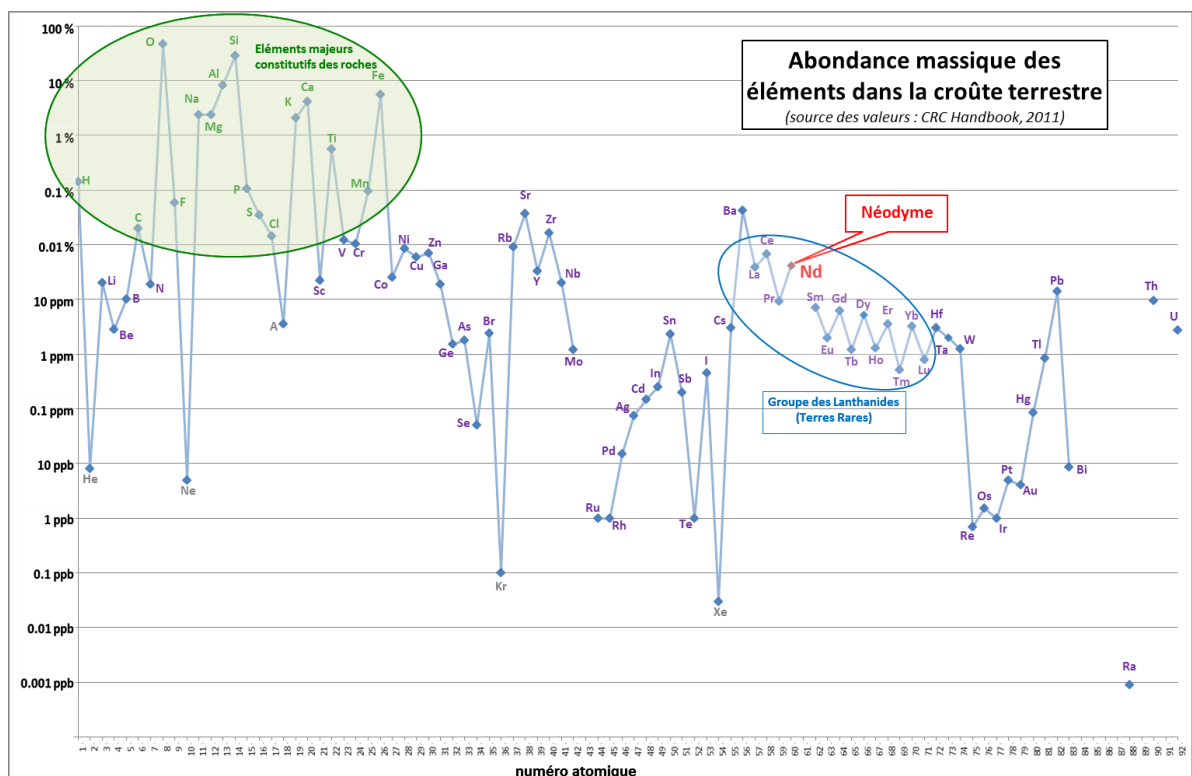
Le néodyme est un métal du groupe des lanthanides et des Terres Rares (lanthanides + yttrium). C'est une Terre Rare légère.

Les propriétés magnétiques du néodyme sont recherchées dans la fabrication des aimants permanents Nd-Fe-B, qui sont les plus puissants et les plus résistants produits à échelle industrielle à ce jour. Cette application constitue 89% des usages du néodyme.

Ses propriétés optiques sont également mises à profit dans certains verres et céramiques, comme luminophore, et comme dopant dans certains cristaux laser.

**Position du néodyme (Nd) dans le tableau périodique des éléments**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57-71 Lan- tha- nides	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-103 Acti- nides															
Lanthanides :		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
Actinides :		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	





## 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.