

Le zirconium (Zr) – éléments de criticité

		Sources
1 - USAGES ET CONSOMMATION		
1.1 - Principaux usages dans le Monde (2015)	Consommation de zirconium : - 97% sous forme de zircon ($ZrSiO_4$) ou de zircone (ZrO_2) - 3% sous forme de Zr métal (éponges) Consommation de ZrO_2 : - Céramiques : 47% - Produits chimiques : 21% - Matériaux réfractaires : 17% - Sables de fonderies : 12% - Autres : 3% Consommation de Zr métal : - Nucléaire : environ 2/3 - Autres utilisations dont chimie, aéronautique, électronique et électrique, superalliages : environ 1/3	TZMI Société Chimique de France
1.2 - Principaux usages en Europe	Proportions spécifiques non disponibles (cf. répartition mondiale)	
1.3 - Principales applications dans les domaines de haute technologie	Alliages et superalliages	
1.4 - Applications dans le domaine de l'énergie	Nucléaire : alliages (ex : Zircaloy) pour la fabrication de gaines de combustibles	
1.5 - Consommation (2016)	Environ 1,3 Mt (en concentré de zircon)	
1.6 - Perspectives d'évolution de la consommation mondiale	- ZrO₂ : selon TZMI, en raison d'une consommation de céramiques toujours plus importante, la demande en zircon devrait afficher une hausse annuelle de 3% d'ici 2020. - Zr métal : malgré le développement des énergies renouvelables et les craintes d'accidents, le secteur du nucléaire devrait continuer à croître ces prochaines années (57 réacteurs en construction et 158 projets de construction), tirant ainsi vers le haut la demande en zirconium métal.	TZMI Association Mondiale du Nucléaire
2 - PRODUCTION MONDIALE ET RESSOURCES		
2.1 - La substance est-elle un sous-produit	Oui pour >99% de la production	
2.2 - Métaux principaux dont la substance est un sous-produit ou co-produit	En raison de sa forte densité, le zircon se concentre dans des sables de types placers, associé à d'autres minéraux lourds, comme le rutile et l'ilménite (minerais de titane), la magnétite (minerai de fer) ou la monazite (minerai de terres rares).	
2.3 - Production minière mondiale (2016)	1,38 Mt (en concentré de zircon)	
2.4 - Principaux pays producteurs miniers en 2016	Australie 40% ; Afrique du Sud 27% ; Chine 7% ; Mozambique 5% ; Sénégal 4%	
2.5 - Concentration géographique de la production minière	Concentration modérée (IHH de 0,25)	
2.6 - Variation sur 10 ans de la concentration de la production primaire mondiale	En 10 ans (2006-2016), la concentration de la production minière de zircon a diminué (IHH de 0,28 en 2006). En 2006, seulement 9 pays exploitaient du zircon, contre 19 en 2016.	
2.7 - Production métallurgique mondiale primaire	Environ 7 kt d'éponges de zirconium en 2012	
2.8 - Production métallurgique mondiale secondaire	n.d (cf. 4.1 et 4.2)	
2.9 - Principaux pays producteurs métallurgiques	Principaux pays producteurs d'éponges de zirconium, toutes qualités confondues en 2012 : Etats-Unis 43% ; France 26% ; Russie 14% ; Chine 11% et Inde 6%	
2.10 - Concentration géographique de la production métallurgique	Concentration modérée (IHH de 0,29) en 2012	
2.11 - TCAM lissé sur 5 ans de la production minière sur 30 ans (1986-2016)	+ 1,8%	
2.12 - TCAM lissé sur 2 ans de la production minière sur 10 ans (2006-2016)	+ 1,8%	
2.13 - Réserves connues en 2017	74,4 Mt ZrO₂ (soit au maximum 55 Mt Zr contenu) sous forme de zircon. Cette estimation ne prend pas compte les autres minéraux contenant du zirconium comme la baddeleyite.	
2.14 - Evolution des réserves	Les réserves répertoriées en 2017 équivalent à 53 ans de la production de 2016 ou 38 ans avec une poursuite du taux de croissance à 1,74%/an. Les réserves répertoriées par l'USGS en 1996 (32 Mt ZrO ₂) équivalaient à 35 ans de la production de 1995.	
2.15 - Principaux pays détenteurs de réserves en 2017	Australie 63% ; Afrique du Sud 19% ; Inde 4% ; Mozambique 2% ; Chine 1% ; Etats-Unis 1%	
2.16 - Concentration géographique des réserves minières	Concentration élevée (IHH : 0,45)	

Fiche de synthèse sur la criticité des métaux - Le zirconium - Juin 2018

		Sources
2.17 - Perspectives d'évolution de la production	<ul style="list-style-type: none"> - Minéraux : la production devrait pouvoir faire face à une augmentation de la demande, que ce soit à court ou long terme. Les réserves sont conséquentes et de nombreux projets sont en cours de développement. - ZrO₂ : les capacités de production sont suffisamment élevées pour répondre à la demande croissante. - Zr métal : bien que la fabrication d'éponges soit localisée dans quelques pays, l'augmentation des capacités de production devrait permettre de faire face à la croissance de la demande, en particulier dans le secteur du nucléaire. La Chine devrait jouer un rôle croissant du fait de l'augmentation du nombre de réacteurs nucléaires en construction sur son sol. 	
3 - SUBSTITUABILITE		
3.1 - Potentiel de substitution dans les principaux usages	<ul style="list-style-type: none"> - Chimie : titane ou matériaux synthétiques - Applications haute-température : dolomite et spinelle - Fonderie : chromite et olivine - Nucléaire : niobium, tantale et aciers inoxydables - Superalliages : hafnium (mais production bien inférieure et entièrement dépendante de celle du zirconium donc peu probable) 	USGS 2018
4 - RECYCLAGE		
4.1 - Taux de recyclage	<ul style="list-style-type: none"> - ZrO₂ : le recyclage de la zircone est quasi inexistant du fait de ses usages dispersifs. - Zr métal : majoritairement recyclé à partir des chutes de fabrication ("new scrap") des éponges de zirconium. Graedel (2011) estimait le taux de recyclage en fin de vie ("End-of-life recycling rate") <1% 	UNEP 2011
4.2 - Contenu en matériaux recyclés	Graedel (2011) estimait le contenu de l'approvisionnement en métal secondaire ("recycled content") entre 1 et 10%.	UNEP 2011
5 - PRIX		
5.1 - Etablissement des prix	Pas de cotation publique sur les marchés boursiers. Prix établis par négociations directes de contrats entre producteurs primaires et transformateurs ou utilisateurs. Fourchettes de prix spot publiées quotidiennement par Argus Media	
5.2 - Prix moyen en 2018 (janvier à mai 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Sable à zircon australien, min. 66% ZrO₂ : 1 374 US\$/t - Zircone à 98,5% ZrO : 4 764 US\$/t (31 724 CNY/t) - Eponges de zirconium métal Zr + Hf à 99,7% : 30,7 US\$/kg (260 CNY/kg) <i>NB : taux de conversion au 11/06/18, 1 CNY = 0,15 US\$, 1CNY = 0,13 €</i>	Argus Media
5.3 - Ecart-type relatif des prix sur 1 an (juin 2017 - mai 2018)	<ul style="list-style-type: none"> - Sable à zircon australien, min. 66% ZrO₂ : +/- 10,9% - Zircone à 98,5% ZrO : +/- 10,2% - Eponges de zirconium métal Zr + Hf à 99,7% : +/- 26,4% 	Argus Media
5.4 - Evolution du prix sur 1 an (moyenne juin 2017-mai 2018/moyenne juin 2016-mai 2017)	<ul style="list-style-type: none"> - Sable à zircon australien, min. 66% ZrO₂ : + 29,5% - Zircone à 98,5% ZrO : + 56,8% - Eponges de zirconium métal Zr + Hf à 99,7% : + 52,5% 	Argus Media
5.5 - Evolution du prix depuis 2002-2003	n.d	
5.6 - Ordre de grandeur de la valeur de marché de la production annuelle	<ul style="list-style-type: none"> - Marché du zircon : 1,9 GUS\$ (1,38 Mt (prod. primaire en 2016) x 1 374 \$/t (prix moyen janv.-mai 2018)) - Marché du Zr métal : 215 MUS\$ (7 kt (prod. primaire en 2012) x 30 700 \$/t (prix moyen janv.-mai 2018)) 	
6 - RESTRICTIONS AU COMMERCE INTERNATIONAL, REGLEMENTATIONS		
6.1 - Restrictions au commerce international	<ul style="list-style-type: none"> - Minerais et concentrés de zirconium : taxe à l'exportation pour la Chine (10%), l'Inde (20%) et le Vietnam (20%) - Dioxyde de zirconium : quota d'exportation pour le Brésil (1 000 t), taxe à l'exportation pour la Chine (5%) et l'Inde (20%) - Poudres de zirconium : taxe à l'exportation pour l'Inde (20%), le Mozambique (50%) et le Vietnam (5%) - Déchets et débris de zirconium : taxe à l'exportation pour l'Argentine (5%), l'Inde (20%), la Jordanie (5%), le Maroc (7,5%), la Russie (3,25%), le Vietnam (22%) et la Zambie (25%) ; ban sur les exportations en dehors des pays membres de la Communauté de l'Afrique de l'Est pour le Burundi, le Kenya et le Rwanda ; licence d'exportation pour la Chine, le Ghana, la Jamaïque et le Maroc - Articles en zirconium : taxe à l'exportation pour l'Inde (20%), le Mozambique (50%) et le Vietnam (5%) ; licence d'exportation pour la Chine 	OCDE 2014
6.2 - Réglementation REACH	60 composés contenant ou susceptibles de contenir du zirconium sont enregistrés dans REACH (au 11/06/18), dont certains présentent un danger (ex : acétate ou phosphate de zirconium). 3 composés figurent dans la liste de restriction (annexe XVII, version du 12/09/17) : sels et arsénide de zirconium ainsi que le trioxyde de cadmium-zirconium.	Règlement (CE) No 1907/2006 du Parlement européen et du Conseil
7 - PRODUCTION FRANCAISE ET RESSOURCES		
7.1 - Production minière française 2017	0	
7.2 - Production minière française historique	0	
7.3 - Part dans la production minière mondiale 2017	0	

Fiche de synthèse sur la criticité des métaux - Le zirconium - Juin 2018

		Sources
7.4 - Ressources évaluées en France métropolitaine	Les principales ressources connues sont associées aux minéraux de titane dans les grès armoricains : - Teillay 2 (35) : 220 kt ZrO ₂ ; - La Glacerie (50) : 100 kt ZrO ₂ ; - Saint-Pierre-du-Bû (61) : non déterminées ; Ces ressources sont modestes et semblent difficiles à traiter (finesse du grain, recristallisations).	BRGM
7.5 - Production métallurgique française	1 800 t en 2012 (capacité de production en 2012 : 2 200 t)	Société Chimique de France
8 - LA FILIERE INDUSTRIELLE EN FRANCE		
8.1 - Entreprises minières françaises	- Tizir (www.tizir.co.uk), détenue par Eramet (50%) et Mineral Deposits (50%) exploite depuis 2014 des sables à minéraux lourds dont du zircon haute qualité sur le site de Grande Côte au Sénégal. Ce zircon haute qualité est susceptible d'être utilisé dans la fabrication du zirconium métal.	Tizir (www.tizir.co.uk)
8.2 - Entreprises métallurgiques en France	- Framatome (18 sites en France, www.framatome.com), filiale d'EDF (depuis le 01/01/18, auparavant filiale d'Areva), produit des éponges de zirconium à partir de zircone sur le site de Jarrie (38). Ces éponges sont livrées à l'usine d'Ugine (73) pour y être transformées en alliages pour l'industrie nucléaire notamment.	Framatome (www.framatome.com)
8.3 - Entreprises de produits intermédiaires en France	cf. 8.2	
8.4 - Industries françaises aval dépendantes de cette matière première	Industries liées au secteur du nucléaire (EDF), de la chimie, de l'aéronautique, de l'électronique et l'électrique et des superalliages; etc.	
9 - COMMERCE EXTERIEUR ET CONSOMMATION FRANCAISE		
9.1 - Commerce extérieur français	Déficit commercial de 30,6 M€ et 22,1 kt en 2017 pour le cumul de tous les produits à base de zirconium. Ce déficit est porté en valeur par les minerais et concentrés de zirconium (16,2 M€) et les ouvrages en zirconium (11,2 M€) et en masse par les minerais et concentrés de zirconium (18,6 kt). Les seuls produits affichant une balance commerciale positive sont les dioxydes de zirconium mais étant mélangés avec les oxydes de germanium, il est difficile de tirer des conclusions sur ces valeurs (7,2 M€ et 0,8 kt).	Le Kiosque de Bercy
9.2 - Consommation française apparente en 2017 (production + imports - exports)	Consommation apparente de 20 kt de zirconium en 2017 sous forme de composés (teneurs variables).	
9.3 - Recyclage en France	Aucun circuit de recyclage n'est identifié spécifique au zirconium en France. Il est cependant très probable que la société Framatome récupère les chutes de production ("new scrap") des éponges de zirconium et les réutilise en cycle court.	
10 - DIVERS		
10.1 - Panorama BRGM disponible ?	Non	
10.2 - Remarques spécifiques		

Acronymes : CE : Commission Européenne ; ECHA : European Chemicals Agency ; IHH : Indice d'Herfindahl-Hirschmann ; MMTA : Minor Metals Trade Association ; OCDE : Organisation de Coopération et de Développement Economiques ; REACH : Registration, Evaluation and Authorization of Chemical ; TCAM : Taux de Croissance Annuel Moyen ; UNEP : Programme des Nations Unies pour l'Environnement ; TZMI : Titanium-Zirconium Minerals International Pty Ltd ; USGS : United States Geological Survey ; WMD : World Mining Data (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft, Autriche)

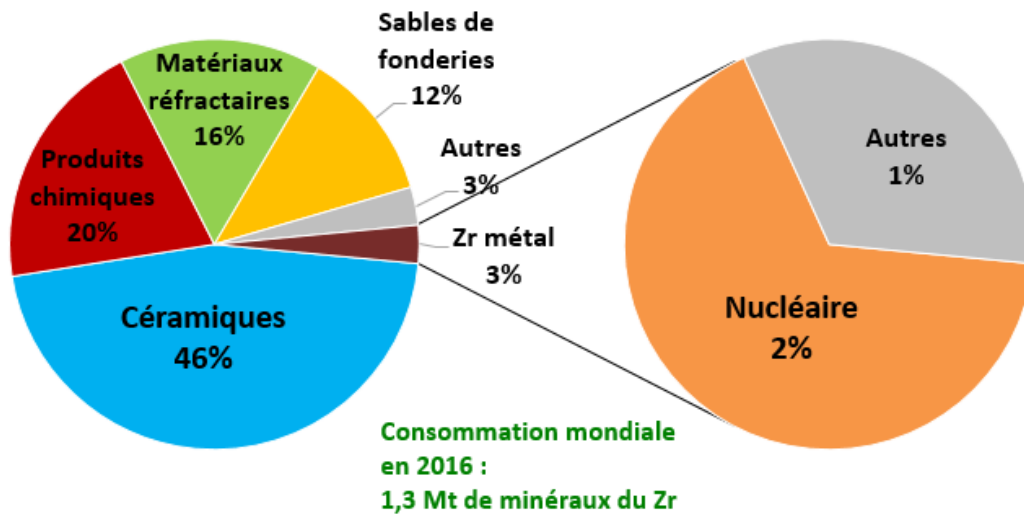
Note : Détails et explications sur l'obtention et la lecture des champs à consulter sur le rapport BRGM/RP-64269-FR

Le zirconium en graphiques

USAGES

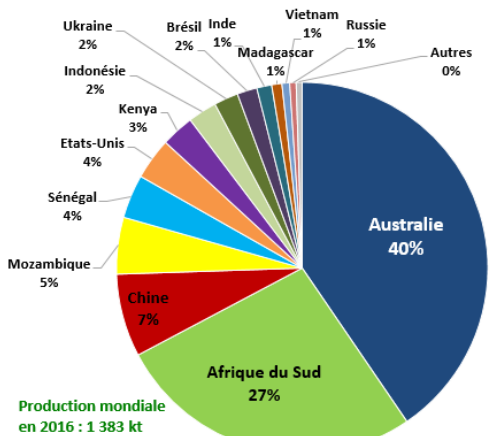
Répartition des usages des minéraux du Zr

Source : TZMI



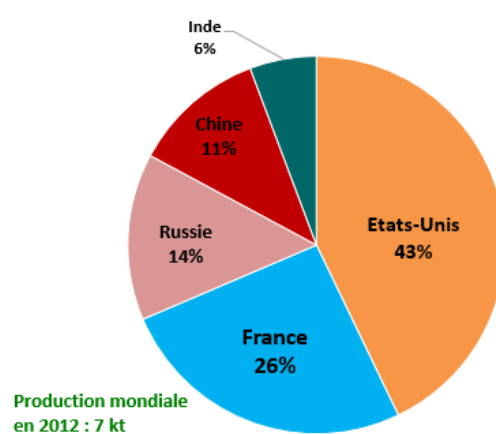
PRODUCTION ET RÉSERVES MONDIALES

Répartition de la production minière mondiale de minéraux de Zr en 2016 (source : WMD 2018)



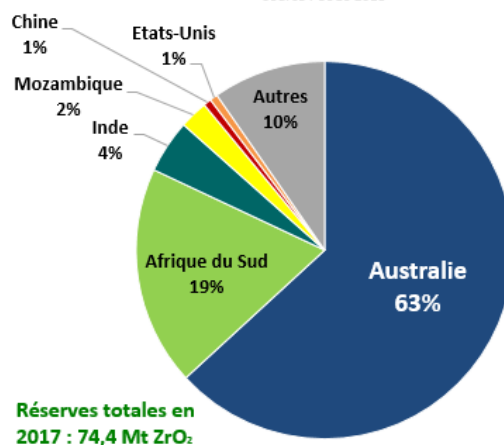
Répartition de la production mondiale d'éponges de zirconium métal en 2012

Sources : MMTA, Société Chimique de France

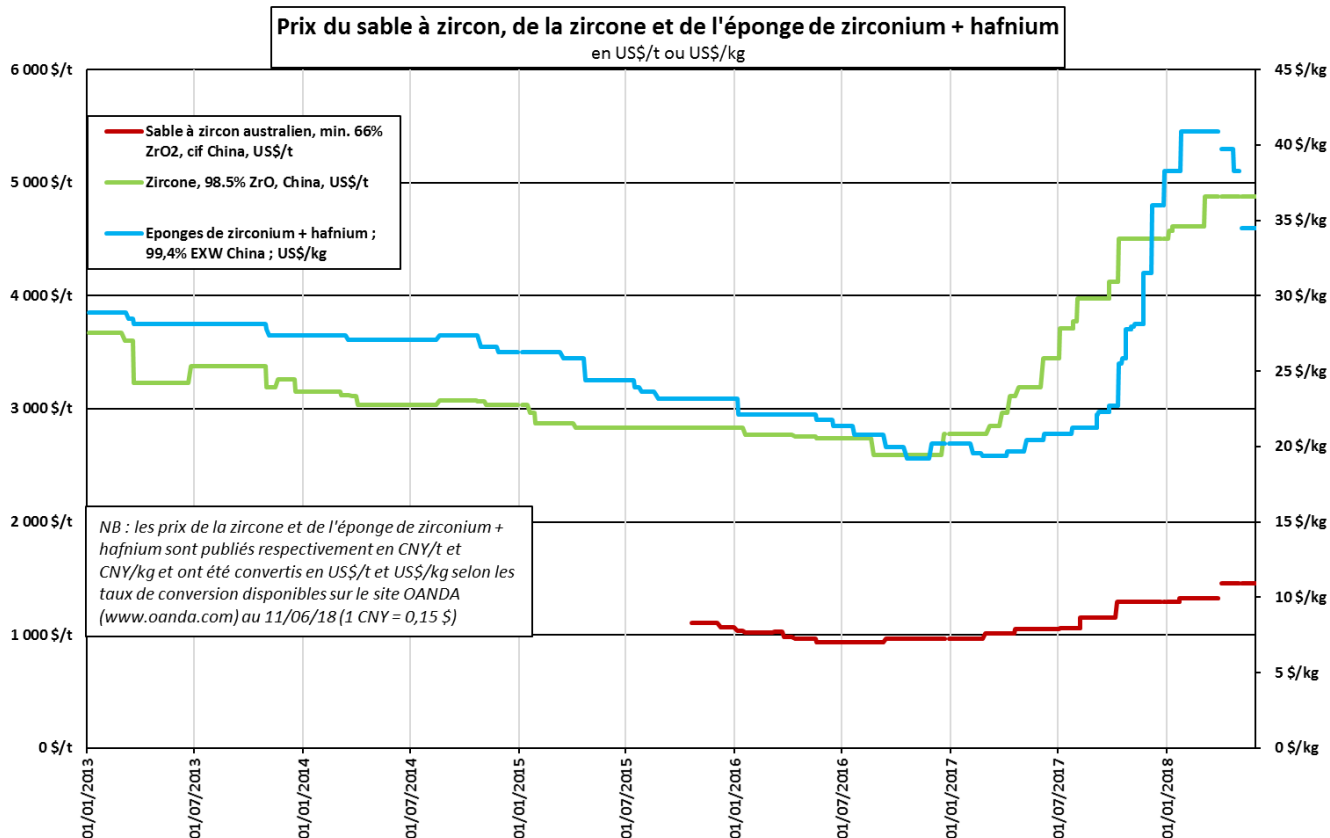
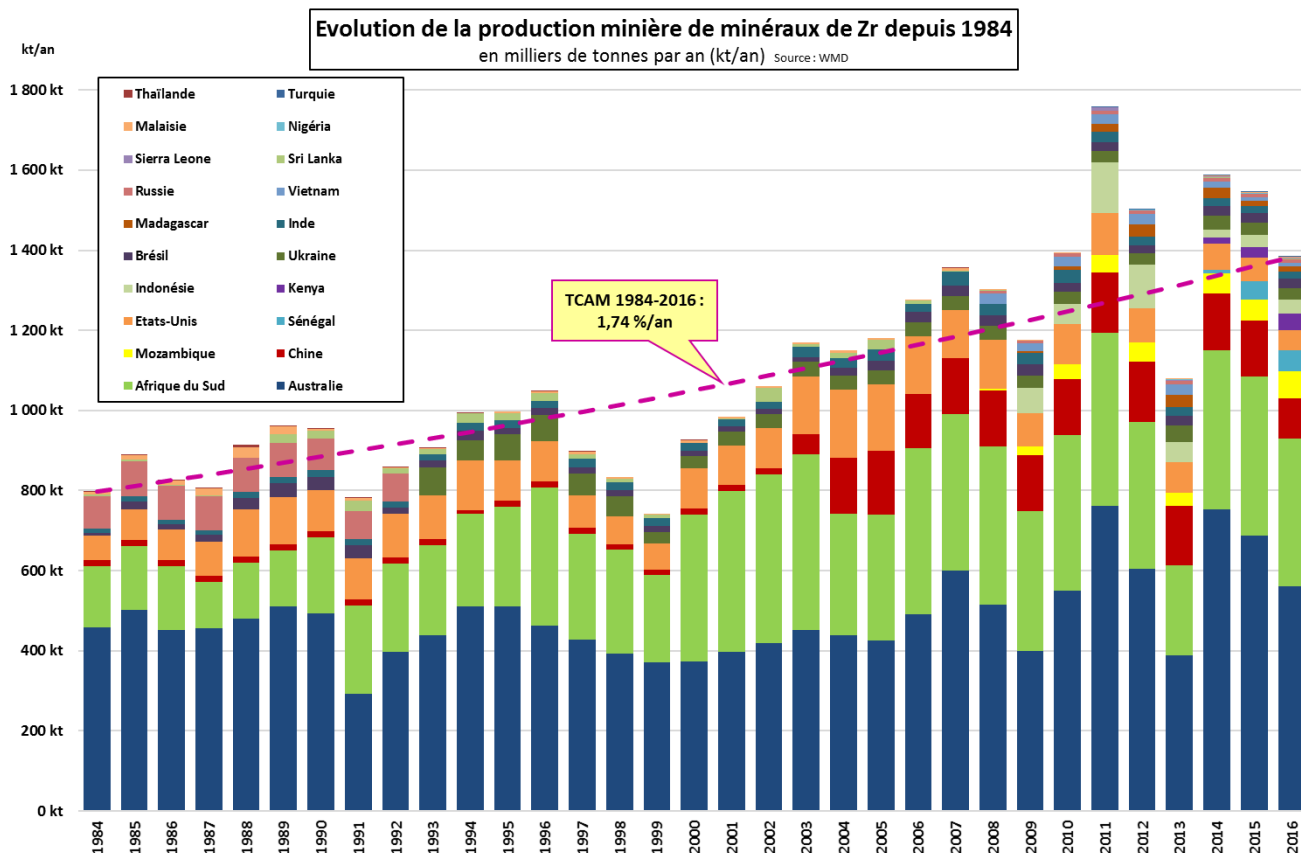


Répartition des réserves mondiales des minéraux de Zr

Source : USGS 2018



ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION ET DES PRIX



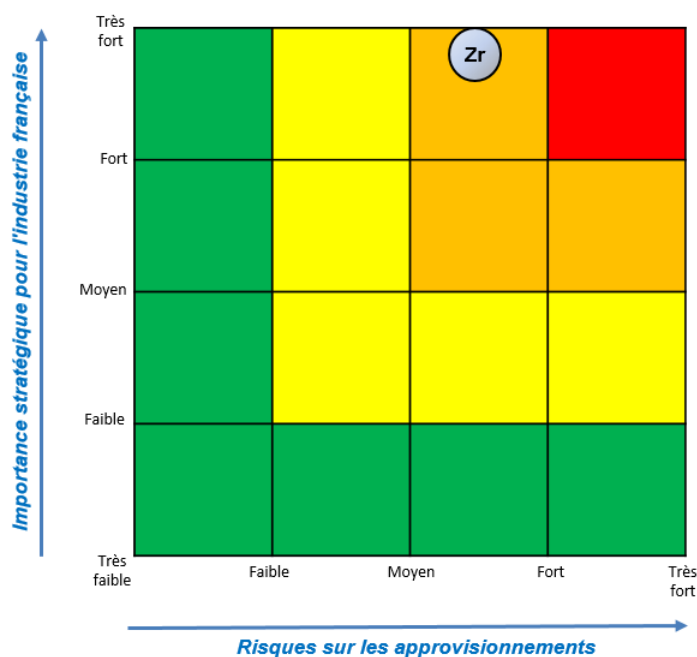
COMMERCE EXTÉRIEUR DE LA FRANCE

Statistiques françaises d'import-export de produits bruts et intermédiaires de zirconium

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

	2016			2017			Evolution 2016-2017		Principaux partenaires en 2017 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val.unit	Valeur	Masse	val.unit	En valeur	En masse	
Minerais de zirconium et leurs concentrés (26151000)									
Exportations	4 897 k€	2 944 t	1,7 €/kg	5 661 k€	3 488 t	1,6 €/kg	15,6%	18%	Italie 60%, Roy.-Uni 15%, Autriche 12% Afrique du Sud 47%, Mozambique 15%, Sénégal 15 %, Australie 12%
Importations	22 399 k€	22 729 t	1,0 €/kg	21 906 k€	22 092 t	1,0 €/kg	-2%	-3%	
Solde	-17 502 k€	-19 785 t		-16 245 k€	-18604 t				
Zirconium sous forme brute; poudres de zirconium (81092000)									
Exportations	<i>Pas de flux significatifs à l'exportation pour ce produit</i>								
Importations	2 585 k€	2 022 t	1,3 €/kg	3 066 k€	3 172 t	1,0 €/kg	18,6%	56,9%	Allemagne 99%
Solde	-2 585 k€	-2 022 t		-3 066 k€	-3 172 t				
Ouvrages en zirconium, n.d.a. (81099000)									
Exportations	<i>Pas de flux significatifs à l'exportation pour ce produit</i>								
Importations	6 643 k€	1 524 t	4,4 €/kg	11 175 k€	219 t	51,0 €/kg	68,2%	-85,6%	Allemagne 71%, Etats-Unis 27%
Solde	-6 643 k€	-1 524 t		-11 175 k€	-219 t				
Déchets et débris de zirconium (sauf cendres et résidus contenant du zirconium) (81093000)									
Exportations	<i>Pas de flux significatifs à l'exportation pour ce produit</i>								
Importations	18 k€	168 t	0,1 €/kg	150 k€	109 t	1,4 €/kg	733,3%	-35,1%	Espagne 88%, Chine 12%
Solde	-18 k€	-168 t		-150 k€	-109 t				
Oxydes de germanium et dioxyde de zirconium (28256000)									
Exportations	21 813 k€	3 254 t	6,7 €/kg	25 816 k€	4 575 t	5,6 €/kg	18,4%	41%	Espagne 40%, Etats-Unis 22%, Italie 15% Chine 60%, Australie 30%
Importations	18 946 k€	3 936 t	4,8 €/kg	18 635 k€	3 817 t	4,9 €/kg	-2%	-3%	
Solde	2 867 k€	-682 t		7 181 k€	758 t				
Cumul produits à base de zirconium (minerais, concentrés, poudres, forme brute, ouvrages, déchets et débris)									
Exportations	4 897 k€	2 944 t		5 661 k€	3 488 t		15,6%	18,5%	
Importations	31 645 k€	26 443 t		36 297 k€	25 592 t		14,7%	-3,2%	
Solde	-26 748 k€	-23 499 t		-30 636 k€	-22 104 t				

CRITICITÉ DU ZIRCONIUM MÉTAL



LE ZIRCONIUM, PROPRIÉTÉS

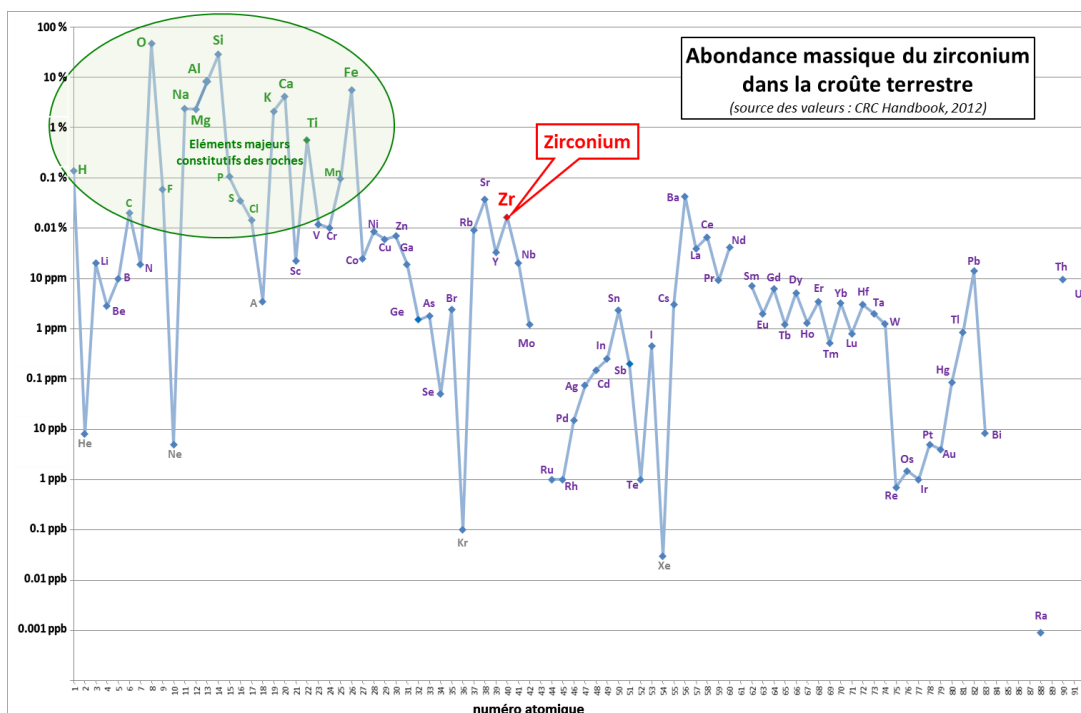
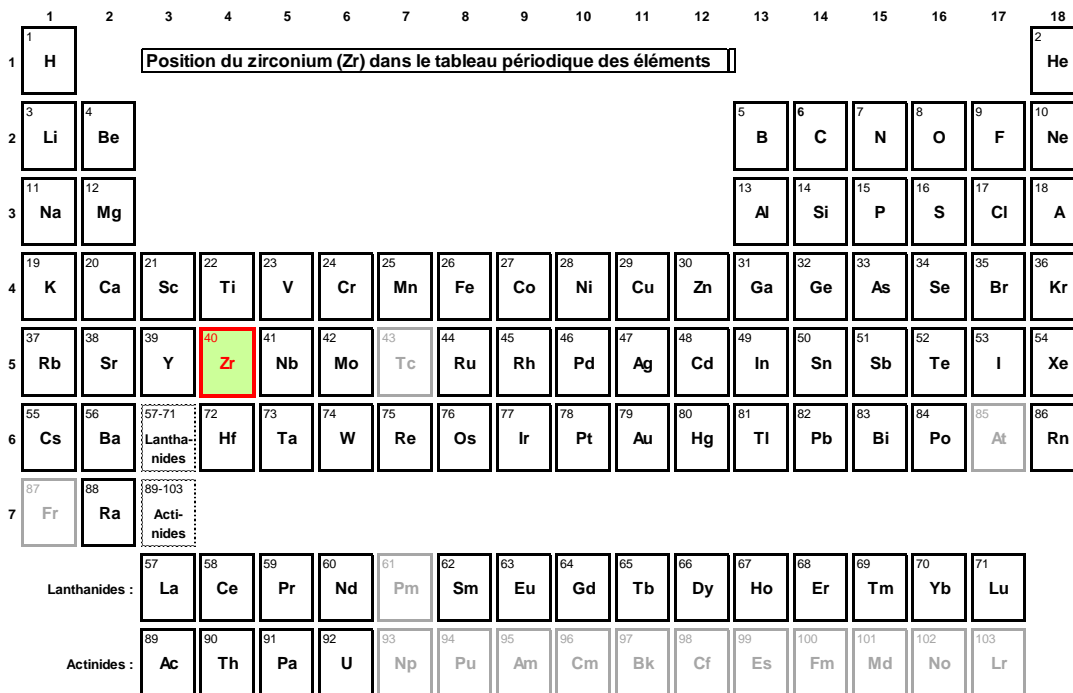
Quelques propriétés du zirconium

Numéro atomique : 40
Masse atomique : 91,22
Température de fusion : 1 852 °C
Température d'ébullition : 4 377 °C
Densité : 6,49
Dureté Mohs : 5
Abondance naturelle : 165 ppm

Le zirconium est un métal de transition 3 fois plus abondant que le cuivre, principalement exploité sous forme de zircon.

Situé sur la même colonne que le titane et l'hafnium avec qui il partage certaines caractéristiques physico-chimiques. Par son excellente transparence aux neutrons (faible section efficace), le zirconium métal est surtout utilisé dans l'industrie nucléaire.

Néanmoins, le zirconium métal ne représente que quelques pourcents de l'usage du zirconium, le reste étant consommé essentiellement pour les industries des céramiques sous forme de dioxyde ZrO_2 .



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.

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), Argus Media, 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.