

## ZIRCON 2013

**Minerais** : de formule  $ZrSiO_4$ , le zircon renferme du hafnium, généralement avec un rapport massique entre Zr et Hf de 50 pour 1. Le zircon peut renfermer également du thorium et de l'uranium radioactifs. Leur teneur (U + Th) dans le zircon commercialisé doit être inférieure à 500 ppm.

Il se rencontre, associé au dioxyde de titane et à des oxydes de fer, dans des sables, en général, dans l'hémisphère sud.

Le zircon, ainsi que les oxydes de titane font partie de la famille des minéraux lourds, ceux-ci possédant une densité supérieure à 2,87. Provenant de l'érosion de roches, ils se rassemblent souvent dans des placers, comme l'or également dense, sous forme de sables, présents en bordure de côtes (Australie, Afrique du Sud, Inde, Mozambique, Madagascar, Sénégal, Ukraine), sous une épaisseur d'une dizaine de mètres. Sous l'action du vent ces sables peuvent avoir formé des dunes, d'une centaine de mètres de hauteur, par exemple dans la province de KwaZulu-Natal, en Afrique du Sud.

L'oxyde de titane est associé aux oxydes de fer dans l'ilménite, oxyde mixte de formule  $(TiO_2, FeO, Fe_2O_3)$  et se présente aussi sous forme de rutile ( $TiO_2$ ) ou de leucoxène (ilménite altérée).

Les teneurs de ces sables en minéraux lourds (zircon, ilménite, rutile...) varient de 0,5 à plus de 20 % et celle des minéraux lourds en zircon de 1 à 50 %. En général, le rapport massique entre le dioxyde de titane et le zircon est compris entre 4 et 5 pour 1, sauf pour la mine de Jacinth-Ambrosia dans laquelle les teneurs sont sensiblement égales.

### **Minéralurgie :**

Lorsque le minerai se présente sous forme de sables, en bord de mer, l'extraction a lieu à l'aide de dragues flottantes. Dans le cas de dunes fossiles, de puissants jets d'eau permettent d'entraîner le minerai.

La première étape de traitement, après l'extraction, consiste à éliminer les impuretés organiques, les argiles, le quartz et les autres minéraux légers. Cette opération est réalisée, en voie humide, par tamisage, séparation par un hydrocyclone puis par gravité, à l'aide de séries de spirales de Humphrey qui permettent d'éliminer, en particulier, le quartz. Ce triage gravimétrique utilise les différences de densité entre les minéraux lourds (4,5 à 5,0 pour l'ilménite, 4,2 à 4,3 pour le rutile, 4,7 pour le zircon) et les autres minéraux présents, principalement le quartz de densité 2,65. Le produit obtenu est un concentré de minéraux lourds qui contient jusqu'à 98 % de minéraux lourds. Cette étape est réalisée sur le lieu d'extraction minière.

Une deuxième étape permet, à partir du concentré de minéraux lourds, de séparer, à sec, les divers minéraux contenus : ilménite, rutile, leucoxène, zircon. Cette opération est effectuée à l'aide de procédés physiques utilisant les différences de propriétés magnétiques et électriques des divers minéraux. Sous champ magnétique, le rutile et le zircon qui ont une faible susceptibilité magnétique sont séparés de l'ilménite et du leucoxène, à forte susceptibilité magnétique. Ensuite, le zircon et le rutile sont séparés par voie électrostatique, le zircon n'étant pas conducteur, contrairement au rutile.

Le zircon, commercialisé une teneur de 65 à 66,9 % en  $ZrO_2 + HfO_2$ , avec de 0,5 à 2 % de  $HfO_2$ . La teneur théorique du zircon pur est, en masse, de 67,22 % de  $ZrO_2$ .

**Productions minières** : en 2013, en milliers de t de zircon. Monde : 1 540.

Australie	600	Inde	40
Afrique du Sud	360	Ukraine, en 2011	27
Chine	140	Viet Nam, en 2011	24
Indonésie	120	Brésil, en 2011	24
Etats-Unis (estimation)	105	Madagascar, en 2011	13
Mozambique	65	Russie*, en 2011	13

Source : USGS pour 2013 et DERA pour 2011

\* La production russe de baddeleyite, minéral de zircone, (8 500 t) a été convertie en zircon.

Début 2014 a débuté la production de la mine de Kwale, au Kenya, par la société australienne Base Resources. Les capacités de production sont de 30 000 t/an de zircon, 340 000 t/an d'ilménite et 80 000 t/an de rutile. Les ressources estimées sont de 146 millions de t de minéral renfermant 2,59 % d'ilménite, 0,65 % de rutile et 0,29 % de zircon.

Début 2014 a également débuté la production de la mine de Tormin, en Afrique du Sud, sur la côte ouest, à 400 km au nord du Cap. Exploitée par la société australienne Mineral Commodities (MRC), la production prévue est de 38 000 t/an de zircon, 100 000 t/an d'ilménite et 5 500 t/an de rutile.

**Producteurs** : en 2011, répartition d'une production de 1,4 million de t de zircon.

<u>Iluka</u> (Australie, Etats-Unis)	38 %	<u>Cristal</u> (Australie, Brésil)	4 %
<u>Rio Tinto</u> (Afrique du Sud, Madagascar)	16 %	<u>Kenmare</u> (Mozambique)	3 %
<u>Tronox</u> (Afrique du Sud, Australie)	14 %	<u>VV Minerals</u> (Inde)	1%

Source : Iluka

Iluka Resources a produit, en 2013, 285 100 t de zircon, 584 500 t d'ilménite, 127 000 t de rutile. Les exploitations minières sont situées en Australie et aux Etats-Unis.

- En Australie, les mines de Tutunup et Eneabba, dans la région de Perth, dans l'ouest et de Jacinth-Ambrosia, dans le bassin d'Eucla, dans le sud, ont approvisionné les usines de Capel et de Narngulu, au sud et au nord de Perth, avec une production de 185 700 t de zircon, 211 200 t d'ilménite et 33 300 t de rutile. En Australie de l'Est, la production du bassin de Murray a été de 59 800 t de zircon, 183 700 t d'ilménite et 93 700 t de rutile.

- Aux Etats-Unis, l'usine de Stony Creek, en Virginie, a produit, à partir de minéral provenant de 2 mines Brink à 53 km et Concord à 26 km, 39 600 t de zircon et 189 600 t d'ilménite.

Rio Tinto, produit du zircon en Afrique du Sud et à Madagascar :

- En Afrique de Sud, la production est effectuée dans la province de KwaZulu-Natal, par la société Richard's Bay, filiale, à 74 % de Rio Tinto, qui extrait, depuis 1977, le zircon, l'ilménite et le rutile de sables côtiers avec une capacité de production de 250 000 t/an de zircon.

- A Madagascar, la production est réalisée à Fort Dauphin, au sud-est de l'île, par la société QIT Madagascar Minerals détenue à 80 % par Rio Tinto, avec une capacité de 60 000 t/an de zirsill, mélange de zircon et de sillimanite (Al<sub>2</sub>SiO<sub>5</sub>). Le sable extrait, qui contient 95 % de quartz et 5 % de minéraux lourds, est dragué sur une profondeur de 20 m, au rythme de 22 millions de t/an.

Tronox a produit, en 2013, 183 000 t de zircon. La société exploite 3 mines :

- En Australie de l'ouest, à Cooljarloo, au nord de Perth, le minéral est exploité à l'aide de 2 dragues

et séparé et traité à Chalanda avec une capacité de production de 80 000 t/an de zircon, 220 000 t/an de rutile synthétique, 37 000 t/an de rutile et 20 000 t/an de leucoxène.

- En Afrique du Sud, avec une participation de 74 % dans la société KZN Sands, à Hillendale, dans le KwaZulu-Natal, le minerai étant extrait sous l'action de jets d'eau à haute pression, puis séparé et transformé à Empangeni avec une capacité de production de 60 000 t/an de zircon, 220 000 t/an de slag, 121 000 t/an de fonte et 30 000 t/an de rutile et à Brand-se-Baai, 35 km au nord du Cap, sur le gisement de Namakwa, le minerai étant traité à Saldanha avec une capacité de production de 135 000 t/an de zircon, 160 000 t/an de slag, 100 000 t/an de fonte et 31 000 t/an de rutile.

Cristal Global, exploite une mine au Brésil, à Paraiba, ainsi que les mines de Ginkgo et Snapper, en Australie de l'Est, et Gwindinup, en Australie de l'Ouest.

Kenmare, exploite la mine de Moma, sur le dépôt de Namalope, au Mozambique. En 2013, la production a été de 21 000 t de zircon et 720 000 t d'ilménite, à l'aide de deux dragues. Les réserves sont de 842 millions de t de sable contenant 3,0 % d'ilménite, 0,0613 % de rutile et 0,20 % de zircon.

VV Minerals, exploite des sables, dans le Golfe de Mannar, au sud de l'Inde. Les capacités de production sont de 12 000 t/an de zircon, 225 000 t/an d'ilménite, 5 000 t/an de rutile et 150 000 t/an de grenats utilisés comme abrasifs.

TiZir est une joint-venture 50-50 créée entre Eramet, à travers sa filiale Eramet Titanium & Iron, et Mineral Deposit Limited pour exploiter des sables sénégalais, avec une production prévue, à compter de 2014, de 85 000 t/an de zircon, 575 000 t/an d'ilménite et 20 000 t/an de rutile et leucoxène. Le gisement, situé à 50 km au nord de Dakar, s'étend sur 100 km de côte et 4 km de largeur. Ses réserves prouvées et probables sont de 751 millions de t contenant 1,8 % de minéraux valorisables.

**Réserves** : en 2013, en milliers de t de ZrO<sub>2</sub> contenu. Monde : 67 000.

Australie	40 000	Mozambique	1 100
Afrique du Sud	14 000	Etats-Unis	500
Inde	3 400	Chine	500

Source : USGS

**Consommations** : en 2011, dans le monde, de 1 385 000 t de zircon, à 41 % en Chine.

**Secteurs d'utilisation du zircon** : répartition, en 2011.

Céramiques	54,7 %	Produits réfractaires	10,7 %
Produits chimiques	13,8 %	Zirconium métal	1 %
Fonderie	13,7 %		

Source : Roskill dans DERA

Le zircon, dans l'industrie céramique est utilisé à 85 % dans la fabrication de carreaux, 14 % de produits sanitaires, 1 % de vaisselle. Broyé finement entre 5 et 9 µm, il entre dans la composition des émaux, à des teneurs comprises entre 6 et 15 % en poids, où il apporte un fort pouvoir opacifiant, une bonne résistance à l'abrasion et une bonne résistance aux agents chimiques.

Le zircon est la matière première de départ pour l'élaboration du zirconium, de la zircone et des divers composés du zirconium, le principal étant l'oxychlorure  $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ , utilisé par exemple comme antitranspirant et comme précurseur des différents composés du zirconium.

En fonderie, le zircon, en poudre fine, est utilisé pour élaborer des moules pour le coulage de métaux fondus. Ses principales qualités dans ce domaine sont une grande stabilité thermique, un faible coefficient de dilatation thermique, une grande conductivité thermique et il n'est pas mouillé par les métaux fondus ce qui permet d'obtenir un bon état de surface des métaux moulés et un recyclage facilité pour le zircon.

Le zircon est également employé dans le moulage à la cire perdue.

Elaboré sous forme de briques, le zircon est employé dans des revêtements réfractaires de la sidérurgie et de l'industrie verrière. Il possède en particulier une grande résistance à la corrosion par le verre fondu.