

## ZIRCON 2022

### Matières premières

**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. La présence de ces éléments radioactifs permet par ailleurs de dater la formation des roches renfermant des cristaux de zircon, ceux-ci résistant bien à l'érosion.

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 fait partie de la famille des minéraux denses, 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), avec 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 denses (zircon, ilménite, rutile...) varient de 0,5 à plus de 20 % et celle des minéraux denses 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, en Australie, 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 qui permettent d'éliminer, en particulier, le quartz. Ce triage gravimétrique utilise les différences de densité entre les minéraux denses (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 denses qui contient jusqu'à 98 % de minéraux denses. Cette étape est réalisée sur le lieu d'extraction minière. Les conditions d'exploitation permettent des arrêts momentanés de la production et sa reprise rapide en fonction des besoins.

Une deuxième étape permet, à partir du concentré de minéraux denses, 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 a une teneur de 65 à 66,9 % exprimée en  $ZrO_2 + HfO_2$ , avec de 0,5 à 2 % de  $HfO_2$ . La teneur théorique du zircon pur, exprimée en  $ZrO_2$ , est de 67,22 % en masse.

**Différentes qualités.** On distingue :

- La qualité premium : avec une teneur minimale de 66,0 % exprimée en  $ZrO_2 + HfO_2$  et de faibles teneurs en  $TiO_2$  et  $Fe_2O_3$ . Elle est destinée à la production de céramiques de bonne qualité et à des utilisations en fonderie de précision.
- La qualité standard : avec une teneur minimale de 65,0 % exprimée en  $ZrO_2 + HfO_2$  et des teneurs en impuretés variables destinée à l'impression numérique sur céramiques, à la fonderie, à la production de céramiques de moins bonne qualité et à la production de composés chimiques.
- Les concentrés de zircon, renfermant de 25 à 50 % exprimée en  $ZrO_2 + HfO_2$ . Ceux-ci sont des résidus non magnétiques de concentration, de moindre valeur.

En 2019, les ventes de la société Iluka qui ont porté sur 274 000 t concernaient à 42 % la qualité premium, 28 % la qualité standard et à 30 % les concentrés de zircon.

## Productions minières

[fc-chart id="production-zircon"]

	en milliers de t de concentrés			
Australie	500	Sénégal	64	
Afrique du Sud	320	Indonésie	55	
Chine	140	Kenya	30	
Mozambique	100	États-Unis	30	

*Source : USGS*

En Australie, les gisements sont principalement exploités par Iluka et Tronox (voir ci-dessous). Par ailleurs, en 2015 a débuté l'exploitation par MZI Resources de la mine de Keysbrook, en Australie de l'Ouest à 70 km au sud de Perth, les minéraux étant séparés à Picton. En 2017-18, la production a été de 20 621 t de zircon et 54 060 t de leucoxène. Les réserves prouvées et probables sont de 57,6 millions de t renfermant 2,2 % de minéraux denses composés de 11,7 % de zircon et 81,6 % de leucoxène. En juillet 2019, la mine a été acquise par [Doral Mineral Sands](#), filiale du groupe japonais [Iwatani](#).

En Afrique du Sud, les gisements sont principalement exploités par Tronox et Rio Tinto (voir ci-dessous). Par ailleurs, début 2014 a débuté la production de la mine de Tormin, sur la côte ouest de l'Afrique du Sud, à 400 km au nord du Cap. Exploitée par la société australienne [Mineral Commodities \(MRC\)](#), en 2022, la production a été de 7 309 t de concentrés de zircon et rutile renfermant 73,8 % de zircon et 17,5 % de rutile, 35 256 t de concentrés d'ilménite et 178 766 t de concentrés de grenats.

Pour les autres pays, voir ci-dessous le paragraphe producteurs.

Pour plus de précisions voir également le chapitre [dioxyde de titane](#).

**Commerce international** : de minerais de zirconium et de leurs concentrés, en 2022.

Principaux pays exportateurs :

en tonnes			
Afrique du Sud	402 403	Sierra Leone	34 623
Mozambique	99 254	Kazakhstan	34 429
Indonésie	97 383	Malaisie	31 662
Sénégal	89 085	Kenya	29 004
Australie	50 195	Madagascar	26 821

Source : ITC

Les exportations d'Afrique du Sud sont destinées à 58 % à la Chine, 8 % à l'Espagne, 7 % aux Pays Bas.

Principaux pays importateurs sur un total de 1,846 million de t, en 2021.

en tonnes			
Chine	1 215 786	Italie	42 375
Espagne	123 589	Japon	26 685
Inde	83 499	Brésil	22 925
États-Unis	54 496	Belgique	21 877
Malaisie	48 715	France	21 430

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 52 % d'Australie, 20 % d'Afrique du Sud, 7 % du Mozambique.

[fc-chart id="reserves-zircon"]

en milliers de t de ZrO <sub>2</sub> contenu			
Australie	50 000	États-Unis	500
Afrique du Sud	5 900	Chine	500
Mozambique	1 800	Kenya	50

Source : USGS

## Producteurs

En 2021, répartition de la production mondiale de zircon sur un total d'environ 1 million de t.

<a href="#">Tronox</a> (Afrique du Sud, Australie)	21 %	<a href="#">Kenmare</a> (Mozambique)	5 %
<a href="#">Iluka</a> (Australie, Sierra Leone)	21 %	<a href="#">Chemours</a> (États-Unis)	2 %
<a href="#">Rio Tinto</a> (Afrique du Sud, Madagascar)	9 %	<a href="#">Base Resources</a> (Kenya)	2 %
<a href="#">TiZir</a> (Sénégal)	6 %		

Source : Eramet

Les principaux producteurs de zircon sont également producteurs de minerais de dioxyde de titane : ilménite, rutile et leucoxène.

- [Tronox](#) possède, en 2022, une capacité de production de 182 000 t/an de rutile et leucoxène, 240 000 t/an de rutile synthétique, 410 000 t/an de laitier de dioxyde de titane, 250 000 t/an de fonte et 297 000 t/an de zircon. La production a été de 1,156 million de t d'ilménite, 159

124 t de rutile et 199 733 t de zircon. La société exploite 5 mines, après l'achat, en avril 2019, des activités dans les minéraux denses et le dioxyde de titane de la société d'Arabie Saoudite Cristal :

- En Australie de l'ouest, à Cooljarloo, au nord de Perth, le minerai est exploité à l'aide de 2 dragues et séparé et traité à Chalanda avec une capacité de production de 230 000 t/an de rutile synthétique, 15 000 t/an de rutile, 20 000 t/an de leucoxène et 40 000 t/an de zircon. Les réserves prouvées et probables sont de 340 millions de t renfermant 1,8 % de minéraux denses composés de 61,1 % d'ilménite, 8,0 % de rutile et leucoxène et 11,4 % de zircon.
- En Australie de l'ouest, dans le bassin de Perth, la mine de Wonnerup acquise auprès de Cristal possède une capacité de production de 12 000 t/an de rutile et leucoxène et 12 000 t/an de zircon. Les réserves prouvées et probables sont de 13 millions de t renfermant 5,4 % de minéraux denses à 72,6 % d'ilménite, 16,5 % de rutile et leucoxène, 9,4 % de zircon.
- En Nouvelle Galles du Sud, les mines de Ginkgo et Snapper, issues de l'achat de Cristal, dans le bassin de Murray possèdent une capacité de production de 80 000 t/an de rutile et leucoxène et 65 000 t/an de zircon. Les réserves prouvées et probables sont de 26 millions de t renfermant 1,9 % de minéraux denses à 51,5 % d'ilménite, 16,3 % de rutile et leucoxène, 12,7 % de zircon. La mine sera fermée en 2024 et remplacée par la mine d'Atlas Campaspe qui possède des réserves prouvées et probables de 110 millions de t renfermant 6,3 % de minéraux denses à 60,7 % d'ilménite, 11,8 % de rutile et leucoxène, 12,5 % de zircon.
- En Afrique du Sud, avec une participation de 74 % dans la société KZN Sands, à Fairbreeze, dans le KwaZulu-Natal, le minerai étant extrait sous l'action de jets d'eau à haute pression, avec des réserves prouvées et probables de 209 millions de t contenant 5,5 % de minéraux denses composés de 61,3 % d'ilménite, 7,3 % de rutile et leucoxène et 7,6 % de zircon, puis séparé et transformé à Empangeni avec une capacité de production de 220 000 t/an de slag, 120 000 t/an de fonte, 25 000 t/an de rutile et 55 000 t/an de zircon.
- A Brand-se-Baai, 35 km au nord du Cap, sur le gisement de Namakwa, avec des réserves prouvées et probables de 687 millions de t renfermant 5,8 % de minéraux denses contenant 49,7 % d'ilménite, 10,6 % de rutile et leucoxène et 10,8 % de zircon, le minerai est traité à Saldanha avec une capacité de production de 190 000 t/an de slag, 100 000 t/an de fonte, 30 000 t/an de rutile et leucoxène et 125 000 t/an de zircon.
- Au total, avec les mines planifiées et en projet, les réserves prouvées et probables de Tronox sont de 1,385 milliard de t renfermant 4,7 % de minéraux denses à 54,2 % d'ilménite, 10,0 % de rutile et leucoxène et 10,5 % de zircon.
- Au Brésil, la mine de Paraiba, acquise auprès de Cristal a été arrêtée en 2020.
- [Iluka Resources](#) a produit, en 2022, 591 000 t d'ilménite, 139 000 t de rutile et 303 000 t de zircon. Les exploitations minières sont situées en Australie et de fin 2016 à mi-2022 en Sierra Leone.
  - En Australie, la mine de Cataby entrée en production en avril 2019, dans la région de Perth, dans l'ouest a produit 419 000 t d'ilménite, 34 400 t de rutile et 55 000 t de zircon, et celles de Jacinth-Ambrosia, dans le bassin d'Eucla, dans le sud, ont produit 137 100 t d'ilménite, 20 700 t de rutile et 283 700 t de zircon. Les concentrés

produits ont approvisionné les usines de Capel et de Narngulu, au sud et au nord de Perth. Les réserves prouvées et probables sont de 162 millions de t de minerai renfermant 5,6 % de minéraux denses à 53 % d'ilménite, 17 % de zircon et 3 % de rutile.

- En Sierra Leone, la société [Sierra Rutile](#), a été acquise en décembre 2016 et devenue indépendante en août 2022. En 2022, la production a été de 84 000 t de rutile, 34 800 t d'ilménite et 4 000 t de zircon.
- [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 Minerals](#), filiale, à 74 % de Rio Tinto, qui extrait, depuis 1977, l'ilménite, le rutile et le zircon, de sables côtiers avec une capacité de production de 1 million de t/an d'ilménite et 250 000 t/an de zircon. Les réserves sont de 1,393 milliard de t renfermant 2,3 % de TiO<sub>2</sub> et 0,3 % de zircon. La capacité de production de l'usine métallurgique est de 1,05 million de t/an de TiO<sub>2</sub> sous forme de slag et 565 000 t/an de fonte.
  - 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 750 000 t/an d'ilménite et 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 denses, est dragué sur une profondeur de 20 m, au rythme de 22 millions de t/an. Les réserves sont de 309 millions de t renfermant 3,7 % de TiO<sub>2</sub> et 0,2 % de zircon. L'ilménite produite contient 60 % de TiO<sub>2</sub>. La production est traitée au Canada dans l'usine métallurgique de Sorel-Tracy.
- [TiZir](#) a d'abord été une joint-venture 50-50 entre [Eramet](#), à travers sa filiale Eramet Titanium & Iron, et Mineral Deposit Limited pour exploiter, par la filiale Grande Côte Opérations (GCO), des sables sénégalais puis le 1<sup>er</sup> juillet 2018, Eramet a pris le contrôle total de TiZir. La production du gisement sénégalais a débuté au cours de l'année 2014. En 2021, la production a été de 543 000 t d'ilménite, 11 400 t de rutile et leucoxène, 63 700 t de zircon et 27 000 t de concentrés de zircon. 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 1,267 milliard de t contenant 1,49 % de minéraux valorisables à 70,0 % d'ilménite, 10,3 % de zircon, 3,2 % de leucoxène et 2,5 % de rutile.
- [Kenmare](#), exploite la mine de Moma, sur le dépôt de Namalope, au Mozambique. En 2022, la production a été de 1,088 million de t d'ilménite, 8 900 t de rutile, 58 359 t de zircon et 45 200 t de concentrés de zircon, à l'aide de quatre dragues. Les réserves sont de 1,507 milliard de t de sable contenant 3,2 % de minéraux denses renfermant 83 % d'ilménite, 0,18 % de zircon et 0,059 % de rutile. La société Kenmare développe le projet de Toliara, à Madagascar qui possède des réserves prouvées et probables de 904 millions de t de sable contenant 6,1 % de minéraux denses renfermant 73 % d'ilménite, 5,9 % de zircon et 2,0 % de rutile et leucoxène.
- [Chemours](#), exploite trois mines, l'une en Floride, près de Starke, depuis 1949, les autres à Nahunta et Jesup, en Géorgie. La mine de Nahunta a été acquise, en août 2019, auprès de [Southern Ionics](#). Les capacités de production de Southern Ionics étaient de 63 000 t/an d'ilménite, 35 900 t/an de rutile, 16 700 t/an de leucoxène et 31 700 t/an de zircon.

- Début 2014 a débuté la production de la mine de Kwale, au Kenya, par la société australienne [Base Resources](#). En 2022, la production a été de 325 148 t d'ilménite, 74 349 t de rutile, 25 569 t de zircon et 2 550 t de concentrés de zircon. Les réserves prouvées et probables sont de 40 millions de t de minerai renfermant 2,7 % de minéraux denses constitués de 55 % d'ilménite, 14 % de rutile et 6 % de zircon. Développe, à Madagascar, sur de dépôt de Ranobe, le projet Toliara qui possède des réserves de 586 millions de t renfermant 6,5 % de minéraux denses à 74 % d'ilménite, 5,9 % de zircon, 2 % de rutile et leucoxène. La production prévue serait de 780 000 t/an d'ilménite, 53 000 t/an de zircon et 7 000 t/an de rutile.
- [VV Minerals](#), exploite des sables, dans le Golfe de Mannar, au sud de l'Inde. Les capacités de production sont de 225 000 t/an d'ilménite, 5 000 t/an de rutile, 12 000 t/an de zircon et 150 000 t/an de grenats utilisés comme abrasifs.

## Situation française

En 2022.

Pas de production.

### Commerce extérieur :

Les exportations étaient de 3 103 t avec comme principaux marchés à :

- 51 % l'Italie,
- 16 % le Royaume Uni,
- 14 % l'Autriche,
- 4 % les Émirats Arabes Unis.

Les importations s'élevaient à 21 430 t en provenance principalement à :

- 61 % d'Afrique du Sud,
- 11 % du Sénégal,
- 7 % d'Australie,
- 7 % du Mozambique.

## Utilisations

**Consommations** : en 2020, elles sont, dans le monde, de 1 million de t de zircon.

[fc-chart id="secteurs-dutilisation-zircon"]

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 masse, 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 autres composés du zirconium. L'élaboration de la zircone représente environ la moitié de la consommation, les autres produits chimiques l'autre moitié, le principal étant l'oxychlorure  $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ , utilisé par exemple comme anti-transpirant et comme précurseur des différents composés du zirconium. En 2017, la production mondiale d'oxychlorure est principalement effectuée en Chine avec 346 000 t/an.

Élaboré 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.

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.