

ZIRCON 2024

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 $(\text{TiO}_2, \text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3)$ et se présente aussi sous forme de rutil (TiO_2) ou de leucoxène (ilménite altérée).

Les teneurs de ces sables en minéraux denses (zircon, ilménite, rutil...) 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 rutil, 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, rutil, 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 rutil 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 rutil sont séparés par voie électrostatique, le zircon n'étant pas conducteur, contrairement au rutil.

Le zircon commercialisé a une teneur de 65 à 66,9 % exprimée en $\text{ZrO}_2 + \text{HfO}_2$, 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

Productions minières de concentrés de zircon

En milliers de t, en 2024, sur un total de 1,5 million de t de concentrés. Source : USGS

en milliers de t de concentrés			
Australie	500	Indonésie	95
Afrique du Sud	300	Sénégal	60
Mozambique	160	Madagascar	30
Chine	100	Kenya	20
États-Unis	100	Sierra Leone	20

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 2023, la production a été de 11 202 t de concentrés de zircon et rutile renfermant 71,3 % de zircon et 16,5 % de rutile, 67 785 t de concentrés d'ilménite et 96 485 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 2024.

Principaux pays exportateurs sur un total de 1,324 million de t :

en tonnes			
Afrique du Sud	556 974	Sierra Leone	71 161
Mozambique	119 561	Australie	67 964
Sénégal	99 010	Kazakhstan	35 128

Nigéria	82 313	Madagascar	31 357
Indonésie	80 646	Vietnam	25 745

Source : ITC

Les exportations d'Afrique du Sud sont destinées à 77 % à la Chine, 4 % à la Malaisie.

Principaux pays importateurs.

en tonnes			
Chine	1 770 594	États-Unis	29 107
Inde	94 631	Italie	28 203
Malaisie	48 144	Pays Bas	25 418
Vietnam	29 898	Japon	19 988
Russie	29 574	Brésil	14 933

Source : ITC

Les importations chinoises proviennent à 40 % d'Australie, 24 % d'Afrique du Sud, 8 % du Mozambique, 5 % du Nigéria.

Réserves de zircon

En milliers de t de ZrO₂ contenu, en 2024, sur un total de plus de 70 millions de t (source : USGS)

en milliers de t de ZrO ₂ contenu			
Australie	55 000	Madagascar	2 100
Afrique du Sud	5 300	Mozambique	1 500
Sénégal	2 600	États-Unis	500

Source : USGS

Producteurs

En 2024, répartition de la production mondiale de zircon sur un total d'environ 1,2 million de t.

Tronox (Afrique du Sud, Australie)	17 %	Eramet (Sénégal)	6 %
Iluka (Australie, Sierra Leone)	13 %	Kenmare (Mozambique)	4 %
Rio Tinto (Afrique du Sud, Madagascar)	12 %	Chemours (États-Unis)	4 %

Source : Eramet

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

- [Tronox](#) possède 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. En 2024, la production a été de 1,416 million de t d'ilménite, 171 995 t de rutile et 197 154 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 291 millions de t renfermant 1,8 % de minéraux denses composés de 60,2 % d'ilménite, 7,8 % de rutile et leucoxène et 11,4 % de zircon. En 2024, la production est de 110 745 t d'ilménite, 11 707 t de rutile et leucoxène et 19 300 t 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 9 millions de t renfermant 5,3 % de minéraux denses à 72,9 % d'ilménite, 16,4 % de rutil et leucoxène, 9,2 % de zircon.

- En Nouvelle Galles du Sud, les mines de Ginkgo, Crayfish et Snapper, issues de l'achat de Cristal, dans le bassin de Murray possédaient une capacité de production de 80 000 t/an de rutil et leucoxène et 65 000 t/an de zircon. La mine de Snapper a été fermée en avril 2022 et celles de Ginkgo et Crayfish ont fermé mi-2024. La production est compensée par l'exploitation de la mine d'Atlas-Campaspe qui possède des réserves de 105 millions de t renfermant 5,8 % de minéraux denses à 60,5 % d'ilménite, 11,3 % de rutil et leucoxène, 12,8 % de zircon. En 2024, la production a été de 262 884 t d'ilménite, 83 111 t de rutil et leucoxène et 39 760 t 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 190 millions de t contenant 5,5 % de minéraux denses composés de 61,0 % d'ilménite, 7,6 % de rutil et leucoxène et 7,5 % 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 rutil 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 646 millions de t renfermant 5,9 % de minéraux denses contenant 49,0 % d'ilménite, 10,4 % de rutil et leucoxène et 10,6 % 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 rutil et leucoxène et 125 000 t/an de zircon.
- Au total, les réserves prouvées et probables de Tronox sont de 1,241 milliard de t renfermant 4,9 % de minéraux denses à 53,5 % d'ilménite, 9,8 % de rutil et leucoxène et 10,3 % de zircon.
- [Iluka Resources](#) a produit, en 2024, 398 100 t d'ilménite, 57 800 t de rutil et 227 200 t de zircon. Les exploitations minières sont situées en Australie et de 2016 à 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, en 2024, 616 000 t de concentrés denses, et celles de Jacinth-Ambrosia, dans le bassin d'Eucla, dans le sud, ont produit, en 2024, 260 000 t de concentrés denses. 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 311 millions de t de minerai renfermant 5,6 % de minéraux denses à 40 % d'ilménite, 16 % de zircon et 5 % de rutil.
 - En Sierra Leone, la société [Sierra Rutil](#), a été acquise en décembre 2016. En 2023, la production a été de 113 000 t de rutil et, en 2022, 35 000 t d'ilménite et 4 000 t de zircon. Les réserves prouvées et probables sont, fin 2023, de 204 millions de t renfermant 1,4 % de rutil, 0,9 % d'ilménite et 0,1 % de zircon. En août 2022, la société Sierra Rutil est devenue indépendante.
- [Rio Tinto Iron & Titanium](#) (RTIT) :
 - Au Canada, la société [Rio Tinto Fer et Titane](#) (RTFT), filiale à 100 % de Rio Tinto, extrait, depuis 1950, à ciel ouvert à l'aide d'explosifs, du minerai d'ilménite rocheuse, au Lac Tio, à l'est du Québec, avec, en 2024, des réserves prouvées et probables de 143 millions de t de minerai renfermant de 32 à 36 % de TiO_2 . C'est le plus grand dépôt d'ilménite massive au monde. Le minerai est transporté sur 43 km par rail jusqu'au port du Havre-Saint-Pierre puis en bateaux sur 900 km sur le Saint-Laurent jusqu'à l'usine métallurgique de Sorel-Tracy, située au sud-ouest de la

province, qui traite également du minerai malgache. La capacité de production de l'usine de Sorel-Tracy est de 1,3 million de t/an de TiO_2 et 1 million de t/an de fonte avec 9 fours électriques à arc. En 2024, la production minière de RTIT a été de 0,990 million de t de TiO_2 contenu.

- 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 1,157 milliard de t renfermant 2,5 % de TiO_2 et 0,3 % de zircon. La capacité de production de l'usine métallurgique est de 1,05 million de t/an de TiO_2 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_2SiO_5). 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 275 millions de t renfermant 3,2 % de TiO_2 et 0,1 % de zircon. L'ilménite produite contient 60 % de TiO_2 . 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^{er} juillet 2018, Eramet a pris le contrôle total de TiZir. La production du gisement sénégalais a débuté au cours de l'année 2014. En 2024, la production a été de 570 000 t d'ilménite, 10 200 t de rutile et leucoxène, 68 000 t de zircon et 35 400 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 992 millions de t contenant 1,46 % 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 2024, la production a été de 1 008 900 t d'ilménite, 9 800 t de rutile, 50 500 t de zircon et 46 300 t de concentrés de zircon, à l'aide de quatre dragues. Les réserves sont de 1,391 milliard de t de sable contenant 2,6 % d'ilménite, 0,16 % de zircon et 0,054 % 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 2023-24 la production a été de 159 395 t d'ilménite, 41 317 t de rutile, 17 354 t de zircon, 8 914 t de concentrés de rutile et 1 120 t de concentrés de zircon. Les réserves prouvées et probables sont de 7,6 millions de t de minerai renfermant 1,8 % de minéraux denses constitués de 52 % d'ilménite, 16 % de rutile et 6,2 % de zircon. L'arrêt de la production a eu lieu à la fin de l'année 2024. Développe, à Madagascar, sur le dépôt de Ranobe, le projet Toliara qui possède des réserves de 904 millions de t renfermant 6,1 % de minéraux denses à 73 % 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 2024.

Pas de production.

Commerce extérieur :

Les exportations étaient de 2 627 t avec comme principaux marchés à :

- 52 % l'Italie,
- 21 % le Royaume Uni,
- 10 % l'Autriche,
- 3 % l'Espagne.

Les importations s'élevaient à 13 125 t en provenance principalement à :

- 60 % d'Afrique du Sud,
- 9 % du Mozambique,
- 9 % des Pays Bas,
- 8 % des États-Unis,
- 6 % d'Australie.

Utilisations

Consommations : en 2024, elles sont, dans le monde, de 1,1 million de t de zircon.

Secteurs d'utilisation du zircon

En 2020, dans le monde (source : Tronox)

Secteurs d'utilisation : en 2020, dans le monde.

Céramiques	46 %	Fonderie	11 %
Produits chimiques et zircone	22 %	Zr métal	1 %
Réfractaires	19 %	Divers	1 %

Source : Tronox

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 $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, 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.