

# Tantale 2023

## Matières premières

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 0,7 ppm.

Le [niobium](#) est souvent associé au tantale dans ses gisements, les deux éléments possédant des propriétés chimiques proches. Toutefois, il existe des mines de niobium dans lesquelles le tantale n'est pas récupéré et réciproquement des mines de tantale dans lesquelles le niobium n'est pas exploité.

Le tantale, est également parfois associé au [lithium](#), présent dans le spodumène,  $\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$ , dans des pegmatites comme dans les gisements de l'ouest australien ou de Volta Grande au Brésil ou associé à l'[étain](#) comme dans la mine de Pitinga au Brésil.

De même, le [zirconium](#), le [titane](#), le [césium](#) et le [béryllium](#) sont parfois associés au tantale.

## Minerais

Les principaux minerais sont des oxydes avec, parmi les principaux :

- La famille des niobio-tantalites ou colombo-tantalites, appelée coltan en Afrique centrale, de formule :  $(\text{Fe},\text{Mn})(\text{Nb},\text{Ta})_2\text{O}_6$ . Appelée niobite ou colombite lorsque le minerai est plus riche en niobium et tantalite lorsque c'est l'inverse. En 2014, 59 % de la production mondiale provient de minerais de tantalite.
- La famille des pyrochlores, avec une composition évoluant entre  $(\text{Na},\text{Ca})_2\text{Nb}_2\text{O}_6(\text{O},\text{OH},\text{F})$  et celle de la microlite  $(\text{Na},\text{Ca})_2\text{Ta}_2\text{O}_6(\text{O},\text{OH},\text{F})$ .
- La wodginite,  $(\text{Ta},\text{Nb},\text{Sn},\text{Mn},\text{Fe})_4\text{O}_8$ .

Les teneurs des minerais de tantale, exprimées en  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , sont comprises entre 0,02 et 0,07 %.

Le tantale est également présent dans des minerais d'[étain](#) et de [titane](#), en substitution à l'étain dans la cassitérite et au titane dans le rutil et l'ilménite. Dans la cassitérite, le tantale peut substituer jusqu'à 4 % de l'étain. Cette source compte, en 2014, pour environ 15 % de la production.

Les minerais de tantale renferment souvent de l'[uranium](#) et du thorium, radioactifs. Lorsque la radioactivité des produits commercialisés atteint 10 Bq/g celle-ci doit être déclarée et des précautions prises. Cette radioactivité correspond à une teneur de 0,13 % de  $\text{ThO}_2$  et 0,048 % de  $\text{U}_3\text{O}_8$ .

## Minéralurgie

Les concentrés obtenus, après broyage, à l'aide de diverses méthodes de séparation physique : gravimétriques avec des tables à secousse, des cyclones, magnétiques et électrostatiques, contiennent de 20 à 60 % de  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ .

## Productions minières

### Productions minières de tantale

*En 2022, en tonnes de Ta contenu sur un total mondial de 2 000 t.*

R.D. du Congo	860	Australie	57
Brésil	370	Burundi	39
Rwanda	350	Russie	39
Nigeria	110	Ouganda	38
Chine	78	Mozambique	34

Source : USGS

Les données concernant les productions sont à prendre avec réserves, les productions effectuées dans les exploitations artisanales illégales dans les zones de conflits, en particulier en République Démocratique du Congo, sont difficilement chiffrables.

En 2018, avec une production totale, y compris le recyclage, de 2 450 t, la production des mines industrielles représentait 24,7 % de la production totale, celle des mines artisanales, 51,3 %, celle issue des laitiers de production d'étain, 4 %, le recyclage comptant pour 20 %. Avec le développement des exploitations artisanales, principalement en République Démocratique du Congo, diverses exploitations minières importantes ont été mises en sommeil :

- Les mines australiennes de Wodgina et de Greenbushes exploitées par [Global Advanced Metals](#) (GAM) étaient les principaux fournisseurs de minerais de tantale, avec 557 t de Ta en 2008.
  - La mine de Wodgina, exploitée depuis 1905 à ciel ouvert, avec une capacité de production de 640 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, est située dans le nord-ouest de l'Australie de l'Ouest. Son exploitation a été mise en sommeil en 2012 puis a été achetée, en septembre 2016, par le groupe [Mineral Resources](#) pour extraire du minerai de lithium, Global Advanced Metals conservant les droits sur le tantale. Le minerai produit renfermant 1,5 % de Li<sub>2</sub>O est exporté, depuis mi-2017, vers la Chine. En 2022, l'exploitation minière a repris.
  - GAM exploitait aussi, en souterrain et à ciel ouvert, la mine de Greenbushes, également en sommeil, dans le sud-ouest de l'Australie de l'Ouest, d'une capacité de 450 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les concentrés des deux mines étaient traités à Greenbushes. La mine de Greenbushes a été vendue à [Talison Lithium](#) pour l'exploitation du lithium, GAM conservant ses droits sur le tantale.
- La mine de Marropino au Mozambique, vendue par Noventa à un fonds d'investissement, avec une capacité de production de 90 t/an est en sommeil.
- ainsi que, en Éthiopie, la mine de Kenticha, exploitée par Ethiopian Mineral Development Share Company, qui avait produit 207 t, en 2011, et qui a suspendu ses exportations depuis que l'[Agence Internationale de l'Énergie Atomique](#) AIEA a diminué la limite de classification des marchandises radioactives dangereuses de 70 à 10 Bq/g.

Au Brésil la production provient des mines de Volta Grande et Pitinga. Le tantale contenu dans les minerais de niobium exploités dans la mine d'Araxá, n'est pas valorisé.

- La mine de Volta Grande, à Nazareno, dans l'État de Minas Gerais, est exploitée par la société [AMG Mineração](#) (ex-Mibra), détenue par le groupe néerlandais [AMG](#) avec une capacité de production de 137 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, contenu dans les concentrés miniers produits. Les réserves sont de 6,3 millions de t contenant 375 g/t de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 92 g/t de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 283 g/t d'étain. Les concentrés miniers sont traités dans les installations métallurgiques et chimiques situées à São João del Rei. Le lithium présent dans le minerai à des teneurs de 1,06 % de

Li<sub>2</sub>O est valorisé depuis mi-2018 avec une capacité de production de 90 000 t/an de spodumène portée à 130 000 t/an, en 2022.

- La mine de Pitinga, en Amazonie, est exploitée par [Mineração Taboca](#), filiale du groupe péruvien [Minsur](#). La production de niobiotantalite est associée à celle de cassitérite avec une capacité de production de 140 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> à partir d'un minerai renfermant 0,195 % d'étain et 0,250 % de (Nb,Ta)<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les concentrés miniers sont traités près de São Paulo pour donner d'une part de l'étain et d'autre part un ferroalliage FeNbTa renfermant 45 % de Nb et 4,2 % de Ta. En 2022, la production a été de 6 311 t d'étain et de 4 008 t de ferroalliages renfermant 46,87 % de NbTa. Les réserves prouvées et probables sont de 211 millions de t renfermant 0,153 % de Sn, 0,207 % de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 0,027 % de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En Australie, a débuté, en 2018, la production de la mine de lithium et tantale de Bald Hill, exploitée par [Alliance Mineral Assets](#), avec une production prévue de 155 000 t/an de spodumène et de 120 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Les réserves prouvées et probables sont de 11,3 millions de t de minerai renfermant 1,01 % de Li<sub>2</sub>O et 160 ppm de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et de 2 millions de t de minerai renfermant 313 ppm de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Par ailleurs, toujours en Australie, a débuté, fin 2018, la production de la mine de lithium et tantale de Pilgangoora exploitée par [Pilbara Minerals](#). La production prévue est de 330 000 t/an de concentré de spodumène et de 145 t/an de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. En 2021-22, la production a été de 377 902 t de spodumène et de 29,51 t de concentré de tantalite. Les réserves prouvées et probables sont de 159 millions de t de minerai renfermant 1,2 % de Li<sub>2</sub>O et 101 ppm de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### **Initiatives visant à contrôler la production et l'origine des matières premières**

L'exploitation artisanale par des groupes armés, en République Démocratique du Congo, de gisements de cassitérite et de niobiotantalite (coltan), a conduit, les Nations Unies, l'OCDE, l'Union européenne et le gouvernement des États-Unis à diverses initiatives destinées à tarir cette source de financement. Les Nations Unies incitent à la publication de statistiques de production et d'exportation, l'OCDE a publié un « [Guide de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque](#) », l'Union européenne a voté un [règlement fixant des obligations pour les importateurs](#), aux États-Unis, le « [Dodd-Frank Wall Street reform and consumer protection act](#) » vise à contrôler l'origine des matières premières.

Un organisme de certification minière a été créé, l'[iTSCi](#), l'International Tin Supply Chain Initiative, pour la production de la région des Grands Lacs en Afrique, avec comme pays concernés, la République Démocratique du Congo, le Rwanda, le Burundi et l'Ouganda et comme minerais, ceux d'étain, tantale et tungstène. En 2020, 2 306 sites miniers employant 176 124 mineurs sont contrôlés par cet organisme.

### **Réserves**

Les réserves mondiales, en 2022, étaient supérieures à 320 000 t et se situaient principalement dans les pays suivants :

en t de Ta contenu

Chine	180 000 t	Brésil	40 000 t
Australie	99 000 t		

Sources : USGS

## Préparation industrielle

À partir de niobiotantalite la première étape consiste à produire du fluorotantalate de potassium,  $K_2TaF_7$ , à partir duquel seront produits divers composés de tantale : oxyde, carbure, métal...

### Obtention du fluorotantalate de potassium, $K_2TaF_7$

La production du fluorotantalate de potassium, est obtenue par hydrométallurgie, à l'aide d'une lixiviation à chaud par de l'[acide fluorhydrique](#) et de l'[acide sulfurique](#) selon la réaction :



Le niobium et le tantale sont extraits par solvant, par exemple à l'aide de méthylisobutylcétone (MIBK) puis, le niobium est récupéré en solution aqueuse sous forme d'ion  $NbOF_5^{2-}$  par lavage à l'acide sulfurique alors que le tantale reste dans la phase organique d'où il est ensuite extrait. Un ajout de fluorure de potassium, KF, précipite le fluorotantalate de potassium,  $K_2TaF_7$ .

### Obtention du tantale

Le métal est obtenu sous forme de poudre par réduction, en sel fondu, à l'aide de [sodium](#). La réaction réalisée sous atmosphère d'[argon](#) entre 600 et 900°C, est représentée par l'équation suivante :



Après refroidissement, la poudre fine de tantale est dispersée dans le mélange de sels. Un broyage suivi d'une dissolution des sels en milieu acide permet de libérer la poudre. Enfin, une désoxydation sous vide en présence de réducteurs tels que [Na](#), [Ca](#) ou [Mg](#) donne une poudre à 99,9 % de Ta. La poudre de tantale est la principale forme d'utilisation du tantale, en particulier dans les condensateurs.

Le métal massif est obtenu par fusion de la poudre, par bombardement électronique.

## Producteurs

Les principaux producteurs sont :

- [Global Advanced Metals](#) (GAM) possède des usines métallurgiques d'élaboration de tantale et de production de condensateurs aux États-Unis, à Boyertown, en Pennsylvanie et au Japon, à Aizu.
- [HC Starck](#), possède des usines métallurgiques d'élaboration de tantale à Goslar et Laufenburg en Allemagne, Mito au Japon et Map Ta Phut en Thaïlande. En 2018, la société a été vendue au groupe japonais [JX Nippon Mining & Metals](#).
- [Ningxia Non-Ferrous Metals](#), en Chine.

## Commerce international

En 2023, sous forme brute.

Principaux pays exportateurs sur un total de 706 t :

		en tonnes	
Chine	138	Éthiopie	38

Thaïlande	116	Estonie	16
États-Unis	114	Italie	14
Japon	112	République tchèque	9
Kazakhstan	110	Panama	6

Source : ITC

Les exportations chinoises sont destinées à 36 % au Salvador, 24 % aux États-Unis, 14 % à Israël, 9 % aux Philippines.

Principaux pays importateurs sur un total de 1 123 t :

en tonnes			
États-Unis	321	Thaïlande	56
Salvador	207	République tchèque	43
Malaisie	204	Israël	36
Indonésie	62	Royaume Uni	27
Japon	57	Allemagne	23

Source : ITC

Les importations des États-Unis proviennent à 41 % de Chine, 26 % d'Allemagne, 17 % du Kazakhstan, 9 % de Thaïlande.

## Recyclage

Mondialement, il compte, en 2018, pour 20 % de la consommation.

## Situation française

### Production

Les Kaolins de Beauvoir, filiale d'[Imerys](#), produisent à Echassières (03), 100 t/an de concentrés d'étain-tantale-niobum, sous-produits d'une exploitation de kaolin. La teneur des concentrés est de 45 à 50 % d'étain, de 8 à 12 % de Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 4 à 5 % de Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### Commerce extérieur

Les **exportations**, en 2023, sous forme brute, étaient de 295 kg avec comme principaux marchés à :

- 60 % l'Allemagne,
- 24 % l'Italie,
- 11 % le Royaume Uni,
- 5 % Taïwan.

Les **importations**, en 2023, sous forme brute, s'élevaient à 55 t en provenance principalement à :

- 93 % d'Allemagne,
- 7 % du Kazakhstan.

## Utilisations

### Consommations

En 2021, la consommation dans le monde est estimée à 2 500 t, dont 1 200 t aux États-Unis, en 2022.

### Secteurs d'utilisation

En 2016.

Condensateurs	32 %	Composés chimiques	11 %
Superalliages	23 %	Métal laminé	10 %
Cibles de pulvérisation	17 %	Carbures	7 %

Source : Roskill

### Condensateurs

Les condensateurs en tantale représentent, en nombre d'unités, 1 % de la production mondiale et 10 % en valeur. Ce sont des condensateurs à électrolyte liquide ou solide. Ils utilisent comme anode de la poudre très fine de tantale, de haute pureté, 99,99 %, pressée autour d'un fil très fin de tantale qui est ensuite frittée, sous vide, à une température comprise entre 1500 et 2000°C tout en restant poreuse. Le diélectrique est obtenu par oxydation anodique de l'anode frittée, dans une solution d'[acide phosphorique](#), qui forme une couche très fine d'oxyde de tantale Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, à la surface des grains de tantale. La cathode est formée par du [dioxyde de manganèse](#) obtenu par imprégnation des pores de l'anode frittée à l'aide d'une solution de nitrate de manganèse suivie d'une calcination vers 300-400°C.

### Superalliages à base nickel

Le tantale est un élément de composition de ces alliages pour la fabrication de pales monocristallines de turbines destinées à des turboréacteurs. Il permet d'accroître leur résistance thermique en particulier dans les zones proches de la chambre de combustion. Exemples de composition, en % massique :

	<u>Cr</u>	<u>Co</u>	<u>Mo</u>	<u>W</u>	Ta	<u>Nb</u>	<u>Al</u>	<u>Ti</u>	<u>Re</u>	<u>Hf</u>	<u>Ru</u>
CMSX 10	2,0	3,0	0,4	5,0	8,0	0,1	5,7	0,2	6,0	0,03	–
Rene N6	4,2	12,5	1,4	6,0	7,2	–	5,7	–	5,0	0,1	–
MC-NG	4,0	–	1,0	5,0	5,0	–	6,0	0,5	4,0	0,1	0,1

Source : K. Leszczynska-Sejda, IMN

### Microélectronique

Les cibles de pulvérisation en tantale sont employées pour réaliser des dépôts en phase vapeur (PVD) sur des semiconducteurs afin de former à la surface des interconnexions en [cuivre](#) des couches barrière à la diffusion.

### Outils de coupe

Le carbure de tantale, TaC, est ajouté aux carbures cémentés [WC-Co](#) afin d'accroître leur résistance en température.

**Industries chimiques et pharmaceutiques**

Le tantale métallique qui possède une excellente résistance à la corrosion en milieu acide est utilisé sous forme de feuilles fines ou de dépôt mince dans diverses installations.