

## ALUMINE ALPHA 2022

### État naturel

L'alumine naturelle existe sous forme de corindon (alumine alpha) ou d'émeri (mélange de corindon et de magnétite,  $Fe_3O_4$ ) et est utilisée pour ses propriétés abrasives (9 dans l'échelle de Mohs). Les abrasifs actuels à base de corindon font plutôt appel à de l'alumine synthétique fondue.

### Élaboration

On distingue :

- L'alumine alpha, pure, obtenue par la transformation complète de l'[hydrargillite](#) entre 1100 et 1250°C après environ 1 h de maintien en température. Dénommée alumine calcinée elle peut être utilisée sous forme de poudre ou frittée pour obtenir un matériau compact par chauffage vers 1550°C (la température de fusion de l'alumine est de 2050°C). L'alumine frittée transparente est élaborée par frittage d'alumine ultra pure (99,99 %), sous [dihydrogène](#). Elle peut aussi être fondue pour donner le corindon blanc.
- Le corindon blanc, ou alumine fondue, est obtenue par fusion à 2100°C de l'alumine calcinée dans un four électrique à arc qui donne après 12 h de chauffage des blocs de 7 à 10 t de corindon blanc (à 99,5 % de  $Al_2O_3$ ).
- Le corindon brun est lui obtenu à partir de bauxite calcinée fondue et réduite à l'aide de [coke](#). Dans ce dernier cas, le [ferrosilicium](#) formé est séparé, par décantation, de l'alumine qui est sous forme de corindon brun (97 % de  $Al_2O_3$ , 2 % de [TiO<sub>2</sub>](#)).

Le corindon est ensuite broyé et utilisé comme abrasif libre, sur support souple (papier) ou aggloméré dans des meules. Il est également utilisé comme matériau réfractaire, dans l'industrie des céramiques émaillées (pour le corindon blanc).

### Productions

D'alumine fondue.

Les capacités mondiales de production sont, en 2022, de 1,3 million de t/an :

en milliers de t de capacité annuelle

Chine	800	Brésil	50
Allemagne	80	France	40
États-Unis et Canada	60	Inde	40
Autriche	60	Japon	15
Australie	50		

Source : USGS

En 2011, la production chinoise était de 695 000 t.

La production des États-Unis est, en 2022, de 10 000 t, [Saint-Gobain](#) possède une usine de production aux États-Unis, à Huntsville, dans l'Alabama.

Le groupe [Imerys](#) est un producteur important avec 10 sites de production en France, Autriche, Allemagne, Italie, Slovénie, Brésil, États-Unis, Chine et Bahreïn. La capacité de production est de 400 000 t/an.

**Commerce international** : en 2022.

Principaux pays exportateurs sur un total de 1,470 million de t, en 2021 :

en tonnes

Chine	877 391	Bahreïn	33 990
Allemagne	52 872	Brésil	32 681
France	40 683	Italie	30 476
Slovénie	35 883	Hongrie	29 742
Inde	35 317	États-Unis	20 040

*Source : ITC*

Les exportations chinoises sont destinées à 20 % aux États-Unis, 14 % au Japon, 9 % à l'Inde, 9 % aux Pays Bas.

Principaux pays importateurs :

en tonnes

États-Unis	224 707	Pays Bas	59 017
Allemagne	145 403	Italie	58 421
Japon	138 705	Émirats Arabes Unis	49 448
Corée du Sud	75 920	Pologne	41 857
Turquie	59 390	Inde	39 072

*Source ITC*

Les importations des États-Unis proviennent à 70 % de Chine, 7 % du Canada, 6 % du Brésil.

## Situation française

Du corindon blanc est produit par le groupe [NICHE](#) (Noranda Industrial Chemicals) qui a acquis, en 2017, les activités, dans ce domaine, d'[Imerys](#) à La Bâthie (73), avec une capacité de production de 30 000 t/an. [Imerys](#) a acquis en octobre 2016 auprès d'[Alteo](#) l'usine de Beyrède (65) qui produit du corindon brun, avec une capacité de production de 30 000 t/an.

La société [Baïkowski](#) produit, à Annecy, de l'alumine frittée transparente ultra pure pour être utilisée dans les tubes des lampes à décharge à vapeur de [sodium](#), ainsi que pour le polissage et la production de monocristaux.

## Utilisations

**Produits réfractaires** : sous forme de briques contenant plus de 50 % d'alumine, de ciments aluminocalciques (de 70 à 80 % d'alumine) qui font prise, de fibres de silicates (de 45 à 60 % d'alumine) qui résistent à des températures de 800 à 1250°C et remplacent dans divers domaines les fibres d'amiante, de briques électrofondues en alumine-zircone-silice (50 % d'alumine) utilisées dans les fours des verreries.

**Verres spéciaux** : l'alumine, oxyde formateur du verre, augmente sa résistance à la dissolution par l'eau et les acides, sa dureté et sa température de fusion.

En général, l'alumine est apportée sous forme de silicoaluminates naturels. Mais lorsqu'on désire élaborer des verres de haute qualité (non colorés par les oxydes de fer) les minéraux naturels ne conviennent plus. Dans ce cas l'alumine calcinée est employée.

Principales utilisations : le [verre](#) optique, le verre pour flacons de pharmacie et ampoules injectables (qui contiennent 4 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), le verre de table (10 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

### **Fabrication d'émaux.**

**Utilisation en polissage** de l'alumine fondue. En 2018, la consommation des États-Unis de corindon est de 150 000 t.

### **Alumine frittée :**

Utilisée comme matériau réfractaire par exemple dans des tubes de fours tubulaires de laboratoire, les nez de fusées et missiles guidés par radar car l'alumine est transparente aux ondes radar.

Matériau biocompatible, elle est employée en prothèse comme tête de fémur, fixée, par exemple, à une tige d'alliage de [titane](#) elle-même fixée dans la diaphyse du fémur.

Des membranes céramiques en alumine frittée sont utilisées en microfiltration (pores de 1,4 à 0,1 micromètres).

### **Monocristaux d'alumine (saphirs et rubis) :**

Le rubis (rouge) est du corindon dans lequel les ions  $\text{Al}^{3+}$  sont partiellement substitués par des ions  $\text{Cr}^{3+}$  (0,1 à 2 %). La couleur rouge est due à l'effet du champ cristallin,  $\text{Cr}^{3+}$ , plus gros que  $\text{Al}^{3+}$ , déforme le site octaédrique.

Le saphir (bleu) est du corindon dans lequel les ions  $\text{Al}^{3+}$  sont partiellement substitués par des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Ti}^{4+}$ . Un apport d'énergie faible, d'environ 2 eV, suffit pour provoquer un transfert de charge avec formation de  $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Ti}^{3+}$ . Le spectre d'absorption s'élargit (du jaune à l'infrarouge).

Ces monocristaux sont principalement fabriqués à l'aide du chalumeau de Verneuil. Un mélange de poudre (< 50 micromètres) de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  et  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  (pour un rubis) tombe à travers un chalumeau oxyhydrique (chauffé par combustion de [H<sub>2</sub>](#) avec [O<sub>2</sub>](#)). La poudre fond et cristallise à la surface d'un cristal placé dans l'orientation souhaitée. Lors de l'élaboration, le cristal est soumis à un mouvement de rotation et est abaissé de façon continue (1 cm/h) afin de maintenir constante la distance surface du cristal - chalumeau. Ces cristaux sont également fabriqués par fusion de zone à l'aide de la technique de la zone flottante. La production est de 400 à 500 t/an dans le monde. Ils sont utilisés en joaillerie et industriellement comme fenêtre en milieu corrosif, à haute température, en optique infrarouge, UV et laser, comme substrat électronique.