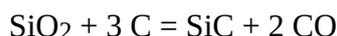


## CARBURE DE SILICIUM 2023

Le carbure de silicium est présent dans la nature sous forme d'un minéral extrêmement rare, la moissanite. Pour les applications industrielles il est synthétisé.

### Fabrication industrielle

Au four électrique vers 2 400°C pendant 2 à 20 jours, à partir de [sable](#) pur et de coke de pétrole, selon le procédé Acheson, découvert en 1891. La consommation d'énergie est de 23,8 MJ/kg de SiC.



Il existe 2 qualités courantes de carbure de silicium, qualités qui sont obtenues simultanément :

- cristallisée (pureté > 97,5 %) : utilisée pour élaborer des briques réfractaires pour hauts fourneaux et comme abrasif pour le travail des métaux et de la pierre.
- amorphe (pureté d'environ 90 %) : utilisé comme élément d'addition dans la fonte et les aciers.

SiC se forme dans la partie centrale du four. Les couches externes dans lesquelles la réaction est incomplète sont recyclées dans une nouvelle production.

### Productions

#### Capacités de production du carbure de silicium

*En milliers de t/an, en 2023 sur un total mondial de 1 million de t/an. Source : USGS*

en milliers de t/an			
Chine	450	États-Unis	40
Norvège	80	Allemagne	35
Japon	60	Venezuela	30
Mexique	45	France	20
Brésil	40	Inde	5

*Source : USGS*

En 2023, la production des États-Unis est de 40 000 t.

**Commerce international** : en 2023.

Principaux pays exportateurs sur un total de 678 644 t :

en tonnes			
Chine	351 903	Allemagne	24 265
Pays Bas	38 695	Belgique	18 300
Vietnam	37 240	Ukraine	16 306
Brésil	35 472	Venezuela	15 850
Russie	29 344	Corée du Nord	13 449

*Source : ITC*

Les exportations chinoises sont destinées à 29 % aux États-Unis, 17 % au Japon, 10 % à la Corée du Sud, 7 % au Mexique.

Principaux pays importateurs :

en tonnes

Allemagne	114 569	Belgique	31 847
États-Unis	114 258	Norvège	30 728
Japon	61 536	France	27 578
Corée du Sud	47 034	Pologne	27 414
Inde	46 184	Italie	17 060

*Source : ITC*

Les importations allemandes proviennent à 32 % des Pays Bas, 25 % de Chine, 9 % d’Afrique du Sud.

### **Producteurs**

- [Fiven](#), a été créée, en mai 2019, à partir des activités, sauf en Inde, de [Saint-Gobain](#) dans le domaine du carbure de silicium. Les filiales [Norton](#) et [Carborundum](#), possèdent une capacité de production de 170 000 t/an dans leurs usines en Norvège à Lillesand et Arendal avec 67 000 t/an de capacité, au Brésil à Barbacena et en Belgique à Hody.
- [Grindwell Norton](#), est une filiale de Saint-Gobain avec des productions à Tirupati, dans l’État de l’Andhra Pradesh, en Inde et à Phuentsholing, au Bhutan.
- REF-Processing avec ses filiales [ESD-SIC](#) et [ESK-SIC](#) produit du carbure de silicium à Greifrath, en Allemagne avec une capacité de 33 000 t/an et à Delfzijl, aux Pays Bas, avec 65 000 t/an.
- [Washington Mills](#), possède une capacité de production de 60 000 t/an, aux États-Unis, à Hennepin dans l’Illinois et, en Norvège, à Orkanger.
- [Volzhsky Abrasive Works](#), filiale du groupe indien [Carborundum Universal Limited](#) (CUMI), possède en Russie une capacité de production de 70 000 t/an. Par ailleurs CUMI produit du carbure de silicium en Inde, en particulier à Koratty.

### **Situation française**

En 2023.

**Production** : la capacité de production est de 20 000 t/an.

**Commerce extérieur** :

Les exportations étaient de 2 897 t avec comme marchés principaux à :

- 91 % l’Espagne,
- 3 % la Belgique,
- 3 % l’Allemagne.

Les importations s’élevaient à 27 578 t en provenance principalement à :

- 23 % de Chine,
- 14 % d’Allemagne,
- 12 % de Belgique,

- 10 % du Brésil,
- 9 % d'Espagne,
- 5 % de Norvège.

## Utilisations

La consommation des États-Unis, en 2023, est de 150 000 t.

### Secteurs d'utilisation du carbure de silicium

Abrasifs 50 % Produits réfractaires 15 %  
Métallurgie 35 %

### Autres utilisations

On retrouve le carbure de silicium dans d'autres usages :

- Comme résistances électriques.
- Dans des automobiles pour élaborer des roues de turbocompresseur, des joints de pompe à eau...
- Des fibres monocristallines de SiC (whiskers) de 1 µm de diamètre et de 10 à 100 µm de longueur sont produites et utilisées comme fibres de renforcement de céramiques (par exemple [Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>](#) avec 25 à 30 % en masse de SiC), de métaux (par exemple l'[aluminium](#) qui atteint ainsi le module élastique de l'[acier](#) tout en n'ayant que 1/3 de sa masse volumique), de polymères. Des alumines renforcées aux fibres sont utilisées dans l'usinage de [superalliages](#) utilisés dans l'aéronautique, l'aluminium renforcé dans la fabrication de pistons pour les automobiles.
- Dans la réalisation de miroir pour télescopes spatiaux. Par exemple, le miroir du télescope Herschel de 3,5 m de diamètre est constitué de 12 segments en carbure de silicium assemblés par brasage. Ils ont été élaborés par frittage à 2100°C par la société [Mersen Boostec](#) filiale du groupe [Mersen](#) à Bazet (65).
- En électronique, sous forme monocristalline, comme semi-conducteur, il concurrence le silicium grâce aux bonnes propriétés suivantes :
  - Large bande interdite.
  - Bonne conductivité et stabilité thermique.
  - Mobilité des porteurs de charges importantes.
  - Bonne résistance mécanique.
  - Bonne résistance aux rayonnements.

La large bande interdite permet au carbure de silicium de travailler à de hautes températures avec des courants et tensions élevés, de supporter des densités de puissance importantes et de réduire les pertes. Les wafers ont jusqu'à maintenant des diamètres de 150 mm et une transition vers des diamètres de 200 mm est en cours. Ce matériau est destiné à des applications électroniques en milieux « hostiles » tels que les secteurs militaire et spatial et surtout aux automobiles électriques. En 2019, le groupe franco-italien [STMicroelectronics](#) a acheté la société suédoise Norstel qui produit à Norrköping, en Suède, des wafers de 150 mm de diamètre en vue de produire, en Europe, à compter de 2022 des wafers de 200 mm. Par ailleurs, la société [Wolfspeed](#) a construit une usine de wafers en SiC de 200 mm à Mohawk Valley dans l'État de New York qui a été inaugurée en avril 2022. Un autre producteur important est la société [SiCrystal](#), filiale du groupe japonais [Rohm](#).