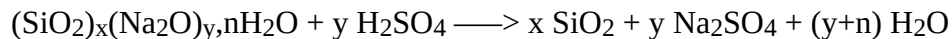


## SILICES SYNTHETIQUES 1995

Ces silices (sauf les monocristaux de quartz) sont amorphes. En conséquence, elles ne présentent pas de risque de silicose comme les silices cristallisées.

**Silices précipitées** : représentent 80 % de la production mondiale des silices amorphes synthétiques. Elles sont obtenues par action d'un acide (principalement [H2SO4](#), mais aussi [HCl](#), [CO2](#)...) sur une solution de silicate de sodium (de rapport molaire SiO<sub>2</sub>/Na<sub>2</sub>O compris entre 2 et 3,5). Le pH est maintenu > 7, la concentration de la solution est de 40 à 150 g de SiO<sub>2</sub>/L.



- Le silicate de sodium est préparé soit par fusion alcaline (avec [Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>](#)) à 1050-1100°C du sable naturel, soit par attaque à 180-220°C du sable par la [soude](#). Les capacités annuelles de production mondiale sont, en 1995, de l'ordre de 3 millions de t, la production des Etats-Unis de 1,1 million de t, celle du Japon de 836 000 t. Autres utilisations du silicate de sodium : dans les [détergents](#), le collage des cartons, pour la préparation des [zéolithes](#).

- Consommation par t de SiO<sub>2</sub> précipitée par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, le silicate étant préparé par fusion alcaline

Sable : 1 050 kg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> : 500 kg H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : 430 kg

**Propriétés** : insolubles dans les acides (sauf HF) et solubles dans les solutions basiques (de pH > 9). Surface spécifique de 20 à 600 m<sup>2</sup>/g. Les groupes silanols (Si-O-H) présents en surface leur confèrent leur caractère hydrophile. L'eau physisorbée peut être éliminée à 180°C.

**Productions** : en capacités annuelles de production en 1989. Monde : 720 000 t.

Europe : 300 000 t      États-Unis : 150 000 t      Asie : 150 000 t

- En France, usine de [Rhône-Poulenc](#) à Collonges-au-Mont-d'Or (69), usine CECA ([Elf Aquitaine](#)) à Honfleur (14).

- Rhône-Poulenc produit également des silices précipitées à Inchéon (65 000 t/an, Corée du Sud), Paulinia (Brésil), Chicago Heights (20 000 t/an, Illinois, Etats-Unis) et construit une nouvelle usine en Chine, à Qingdao (20 000 t/an, province de Shandong). Au total, Rhône-Poulenc détiendrait 20 % du marché mondial. Autre producteur mondial important : Degussa (Allemagne).

**Utilisations** : principalement le renforcement des [élastomères](#) des semelles des chaussures de sport, en remplacement des [noirs de carbone](#) qui présentent l'inconvénient de laisser des traces noires sur le sol.

Dans les pneumatiques (pneus verts), en association avec le noir de carbone jusqu'à 50-50, elles diminuent de 30 % leur résistance au roulement et ainsi entraînent une consommation moindre d'essence de 4,5 %. Leur adhérence au caoutchouc est assurée par un organosilane. Des pneus ne contenant que de la silice à la place du noir de carbone peuvent être colorés dans la masse.

Dans les dentifrices elles apportent leur pouvoir polissant et nettoyant et permettent de régler la rhéologie des pâtes.

Pouvant adsorber 2 fois leur masse de liquide, elles sont utilisées comme support de liquides visqueux et hygroscopiques afin de les transformer en poudre sèche (vitamines A et E...). Fixant l'humidité, elles s'opposent à la prise en masse de poudres (antimottage) et ainsi sont utilisées comme fluidifiant du sel de table, de la poudre de café, du sucre glace... Utilisées dans la fabrication de papiers spéciaux : comme couche barrière pour éviter la pénétration du solvant de l'adhésif dans le papier des étiquettes autocollantes.

Utilisées comme activateur des [bétons](#) projetés à la place de l'aluminate de calcium.

**Gel de silice** (silicagel) : obtenu de la même façon que les silices précipitées mais à  $\text{pH} < 7$ . La suspension d'hydrogel formé est filtrée, lavée et séchée. Sans frittage on obtient un aérogel, avec frittage, un xérogel. Très poreux (surface spécifique : de 300 à 1000  $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ , diamètre des pores : environ 2,5 nm), très hydrophile : peut adsorber de l'eau jusqu'à plus de 40 % de sa masse. La présence de sel de [cobalt](#), qui change de couleur en fonction du taux d'adsorption (anhydre : bleu, hydraté : rose), facilite l'utilisation du gel de silice qui est régénéré par chauffage, à l'air, vers 120°C.

Production : capacités annuelles mondiales, en 1989 : 60 000 t.

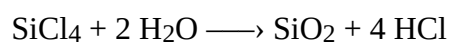
Utilisations : comme agent desséchant dans les laboratoires. L'industrie des dentifrices utilise du gel de silice comme abrasif et épaississant.

**Sols de silice** (silice colloïdale) : suspensions stables, dans l'eau, de particules quasi sphériques (de 10 à 100 nm de diamètre), de concentration en  $\text{SiO}_2$  en général  $< 50\%$  en masse. Obtenus par passage d'une solution de silicate de sodium sur des résines échangeuses de cations.

Production : capacités annuelles mondiales, en 1989 : 15 000 t.

Utilisations : agent de polissage des plaquettes de [silicium pour applications en microélectronique](#). Après coagulation, utilisés comme liant de produits réfractaires, précurseur pour la fabrication de fibres minérales de silice, support de catalyseurs, donnent des propriétés antistatiques et antistatiques au revêtements de sols, clarifient des boissons.

**Silices de pyrohydrolyse** : formée par hydrolyse de  $\text{SiCl}_4$  à 1000°C.



- De haute pureté (99,7 %), présentent un faible caractère hydrophile (pas de microporosité).
- Capacités annuelles de production mondiale : 70 000 t.
- Utilisées pour renforcer les élastomères silicones.

**Silices à l'arc** : obtenues par fusion, à 1800-2100°C de sable de grande pureté, à l'arc électrique, pendant environ 15 h. Le verre de silice est coulé en lingots qui sont ensuite broyés. Présentent une résistance importante aux chocs thermiques et ont une faible conductibilité thermique. Utilisées pour l'encapsulation de composants électroniques.

**Microsilice** (fumée de silice) : sous-produit de la fabrication du silicium, du ferro-silicium et des silico-alliages. Les particules, amorphes, ont des dimensions de 0,01 à 1  $\mu\text{m}$ .

Jusqu'en 1985, cette silice n'était pas valorisée. Ces "poussières" étaient d'abord rejetées dans l'atmosphère puis, pour protéger l'environnement, récupérées par filtration des fumées et placées en décharge.

- Production mondiale estimée à 600 000 t/an. N°1 mondial : Elkem Chemical (Norvège).
- En France, [Pechiney](#) Électrométallurgie a produit en 1992, 40 000 t sur 8 sites de production, dont 8 000 à 9 000 t à Clavaux (38).
- Utilisée dans les [bétons hautes performances](#) : augmente la fluidité, la résistance à la compression (qui passe, à 28 jours, de 20-40 MPa à 60-120 MPa) et diminue la perméabilité (voir le chapitre ciments).

Productions de ferro-silicium, silicium et fumée de silice densifiée : en 1990, en milliers de t.

	FeSi	Si	Fumée		FeSi	Si	Fumée
Norvège	397	77	130	Yougoslavie	109	13	20
Amérique du Nord	500	166	100	Italie	40	13	12
Amérique du Sud	320	142	40	Espagne	37	10	10
Asie/Australie	177	135	35	Islande	64	-	10
France	78	65	22	Allemagne	12	13	4
Afrique du Sud	78	36	20				

**Cristaux monocristallins de quartz** (de haute pureté) : élaborés par croissance hydrothermale à partir d'une solution de SiO<sub>2</sub> dans [NaOH](#), à 360°C et 1,7 kbar. Il faut environ 2 mois pour obtenir un quartz d'un kg par croissance à partir de quartz naturel. Des quartz de 7 kg peuvent être ainsi obtenus.

- En France, la Société Industrielle des Combustibles Nucléaires (SICN, [Cogema](#)) à Annecy a produit, en 1995, 2 370 cristaux soit une masse de 1 320 kg.
- Utilisés comme matériau piézo-électrique (dans les filtres de fréquence, l'électromécanique (déplacements du microscope à effet tunnel), les électrophones).