

## FLUORURE DE CALCIUM 2014

### ÉTAT NATUREL :

La teneur de l'écorce terrestre est de 0,06 à 0,07 % en élément fluor.

Le fluorure de calcium (fluorite ou spath fluor),  $\text{CaF}_2$ , est la source naturelle principale de l'élément fluor. Les minerais tout venant ont une teneur comprise entre 11 % de  $\text{CaF}_2$  en Afrique du Sud et 85 % au Mexique.

La mine la plus importante au monde est celle de Las Cuevas (San Luis de Potosi), située au Mexique. La mine souterraine, propriété du groupe [Mexichem](#), exploite, depuis 1957, un minerai titrant de 73 à 95 % de  $\text{CaF}_2$  avec des réserves de 32 millions de t. La capacité de production est de 1,23 million de t/an. Une partie de la fluorite produite alimente l'usine de production d'acide fluorhydrique de Matamoros (Tamaulipas) du même groupe, avec une capacité de production de 154 000 t/an, l'acide produit étant exporté à 98 % vers les Etats-Unis.

Le minerai, après broyage, est concentré par flottation afin d'obtenir la qualité souhaitée.

On distingue principalement deux types de produits :

- le spath fluor dit "acide" ou "chimique", contenant plus de 97 % de  $\text{CaF}_2$ , destiné surtout aux applications chimiques. Il est sous forme de poudre.
- le spath fluor "métallurgique" contenant de 60 à 97 % de  $\text{CaF}_2$ . Il se présente en grains.
- Une qualité supplémentaire est parfois distinguée, le spath fluor "céramique" contenant de 94 à 96 % de  $\text{CaF}_2$ .

Dans certaines applications, le spath fluor est concurrencé, comme source de fluor, par l'acide fluosilicique, sous-produit de l'industrie des [engrais phosphatés](#). En effet, les phosphates naturels exploités par l'industrie des engrais phosphatés sont généralement des fluorapatites qui contiennent environ 3,5 % en masse d'élément fluor. Lors des traitements subis par le minerai il y a formation d'acide fluosilicique ( $\text{H}_2\text{SiF}_6$ ) qui est récupéré. Par exemple, en 2014, aux Etats-Unis, 74 000 t d'acide fluosilicique, soit l'équivalent de 131 000 t de spath fluor à 92 % de  $\text{CaF}_2$ , provenant de l'industrie des engrais phosphatés, ont été utilisées, principalement pour la fluoration de l'eau de consommation.

**PRODUCTIONS** : en 2014, en milliers de t. Monde : 6 850. Union européenne (Espagne, Bulgarie, Allemagne, Royaume Uni), en 2013 : 277.

Chine	4 400	Espagne	107
Mexique	1 200	Kenya	90
Mongolie	340	Maroc	70
Afrique du Sud	230	Iran	70

Source : USGS

En 2013, la qualité acide a été produite à 3,6 millions de t, la qualité métallurgique à 2,5 millions de t

La production chinoise ne représentait que 11 % de la production mondiale, en 1982. Dans ce pays, la production est assurée dans 650 mines exploitées par 15 producteurs.

Le groupe [Mexichem](#) qui exploite la mine de Las Cuevas, est le principal producteur mondial. Il a acquis, fin 2011, la société mexicaine Fluorita de Mexico qui exploite à Muzquiz (Coahuila) de la fluorite de grande pureté avec 100 000 t/an et des réserves de 13 millions de t. En 2014, sa production est de 365 947 t de fluorite de qualité acide et 495 808 t de fluorite de qualité métallurgique. Mexichem exporte 80 % de sa production.

Les mines mongoles sont exploitées par [Mongolroostsvetmet](#) (51 % état Mongol - 49 % état Russe) avec une production, en 2010, de 130 000 t de qualité acide et de 20 000 de qualité métallurgique. Les mines principales (2 mines souterraines et 3 à ciel ouvert) de Bor Undur, possèdent des réserves de 9 millions de t de minerai contenant 35,4 % de CaF<sub>2</sub>.

La principale mine sud-africaine est celle de Vergenoeg (propriété à 74 % de Minersa, voir ci-dessous), dans la province de Mpumalanga, avec une capacité de production de 240 000 t/an. Dans ce pays, la société [Sepfluor](#) développe l'exploitation, à ciel ouvert, de la mine de Nokeng, située dans la province de Gauteng, à 80 km au nord de Pretoria, d'un minerai titrant 24,6 %. La production devrait débuter en 2017, avec 185 000 t/an de qualité acide et 30 000 t/an de qualité métallurgique. Le minerai doit être traité à Ekandustria, près de Bronkhortspruit, pour produire 60 000 t/an de fluorure d'hydrogène et 60 000 t/an de trifluorure d'aluminium.

Les principales mines espagnoles, exploitées par [Minersa](#), sont situées dans la province des Asturies, près du port d'Avilès. Les capacités de production des 3 mines sont de 140 000 t de concentrés. Une partie de la production alimente la société du même groupe, [Derivados del fluor](#), dont l'usine, située à Ontón, en Cantabrie, produit du fluorure d'hydrogène et divers dérivés. Par ailleurs, Minersa possède 74 % de la mine sud-africaine de Vergenoeg.

Au Kenya, la production est assurée par [Kenya Fluorspar Company](#), qui exploite, à ciel ouvert, 7 sites de production sur le gisement de Kimwarer. Découvert en 1967, le gisement, d'une teneur d'environ 40 % en CaF<sub>2</sub>, a été exploité à partir de 1971. La capacité de production est de 120 000 t/an de qualité acide.

Au Maroc, la production de la [mine d'El Hamman](#), située à 63 km de Meknès, est réalisée par Samine, filiale du groupe [Managem](#), avec une capacité de production de 100 000 t/an.

Les mines namibiennes, à ciel ouvert, d'Okurusu, ouvertes en 1986 et propriété du groupe [Solvay](#) depuis 1997, qui produisaient 120 000 t/an, ont fermé fin 2014. Par ailleurs, le groupe Solvay a acquis la mine de Chiprovtsi, en Bulgarie, avec une production de 50 000 t/an.

La société française [Arkema](#) s'est associée, en 2011, à parts égales à la société canadienne [Canada Fluorspar](#) pour réouvrir la mine souterraine, fermée par Alcan en 1978, de St Lawrence à Terre Neuve, dans la péninsule de Burin, avec une production prévue de 120 000 à 180 000 t/an.

**Réserves (phosphates non compris) : en 2014, en millions t de CaF<sub>2</sub> contenu. Monde : 240. Les réserves russes, marocaines et françaises ne sont pas prises en compte.**

Afrique du Sud	41	Espagne	6
Mexique	32	Kazakhstan	5
Chine	24	Etats-Unis	4
Mongolie	22		

Les réserves les plus importantes au monde, sont celles de la mine à ciel ouvert de Vergenoeg, en Afrique du Sud. Elles sont estimées à 122 millions de t de minerai à 37 % de  $\text{CaF}_2$ . La mine, propriété à 74 % du groupe espagnol Minersa, a une capacité de production de 240 000 t/an. La durée de vie de la mine est de plus de 100 ans.

Les réserves mondiales de phosphates naturels sont très importantes : 67 milliards de t dans le monde soit l'équivalent de 4,8 milliard de t de  $\text{CaF}_2$ , comptées à 100 %. Aux Etats-Unis, ces réserves sont de 1,1 milliard de t de phosphates, soit l'équivalent de 79 millions de t de  $\text{CaF}_2$ .

**Commerce international** : en 2013.

Qualité acide : exportations mondiales : 1 284 000 t, importations mondiales : 1 278 000 t.

- Principaux pays exportateurs : Mexique : 487 000 t, Chine : 335 000 t, Afrique du Sud : 151 000 t.  
- Principaux pays importateurs : États-Unis : 512 000 t, Italie : 213 000 t, Allemagne : 194 000 t, Canada : 72 000 t.

Qualité métallurgique : exportations mondiales : 1 013 000 t, importations mondiales : 1 121 000 t.

- Principaux pays exportateurs : Mongolie : 334 000 t, Mexique : 289 000 t, Chine : 61 000 t.  
- Principaux pays importateurs : Union européenne : 284 000 t, Russie : 164 000 t, États-Unis : 131 000 t, Chine : 124 000 t.

## **RECYCLAGE**

Une partie du fluor utilisé dans diverses applications est récupéré sous forme de fluorure de calcium "synthétique" (5 000 à 8 000 t/an) qui peut être ainsi recyclé. Cela est le cas, en particulier, lors de la fabrication du [combustible nucléaire](#) et dans l'alkylation du [pétrole](#). Dans le cas de la production d'[aluminium](#) les ions fluorures récupérés sont recyclés directement.

**SITUATION FRANÇAISE** : en 2014.

Les dernières mines françaises, situées dans le Tarn, ont fermé en juin 2006. La mine du Burc, était exploitée souterrainement depuis 1943, celles de Montroc et Moulinal, étaient exploitées à ciel ouvert.

Le production française cumulée, entre 1861 et 2006, a été de 11 millions de t avec un maximum, en 1972, de 370 000 t. Les principales mines exploitées ont été : Escaro (66) qui a fourni 2 millions de t, fermée en 1991, Fonsante (83) qui a fourni 2 millions de t, fermée en 1987, Montroc (81), 2 millions de t, fermée en 2006, Le Burc (81), 1,2 million de t, fermée en 2006, Langeac (43), 1,1 million de t, fermée en 1975.

Les principales réserves françaises de minerai, contenant de 30 à 40 % de  $\text{CaF}_2$ , sont situées sur le pourtour du Morvan. Elles sont estimées à près de 10 millions de t.

Importations :

- Qualité acide : 4 774 t à 85 % d'Allemagne, 9 % d'Espagne.  
- Qualité métallurgique : 11 021 t à 36 % du Royaume Uni, 35 % du Mexique, 16 % d'Allemagne, 8 % d'Espagne.

Exportations :

- Qualité acide : 9 t à 56 % vers la Chine, 22 % l'Afrique du Sud, 11 % l'Argentine, 11 % la Malaisie.
- Qualité métallurgique : 33 t à 64 % vers l'Espagne, 18 % l'Allemagne, 18 % l'Italie.

### **UTILISATIONS :**

**Consommations** : la consommation mondiale est, en 2013, de 3,66 millions de t de qualité acide et de 2,52 millions de t de qualité métallurgique. La consommation de la Chine, en 2013, est de 3,2 millions de t, celle de l'Europe de l'Ouest de 800 000 t, celle des Etats-Unis est de 578 000 t, en 2014.

**Secteurs d'utilisation**, en 2011 : chimie : 53 %, sidérurgie : 29 %, industrie de l'aluminium : 10 %.

### **Utilisations diverses :**

La fluorite est principalement employée pour fabriquer du fluorure d'hydrogène qui en solution aqueuse donne l'acide fluorhydrique lui-même employé, en partie, pour produire du fluorure d'aluminium destiné à l'industrie de l'aluminium (voir ci-dessous). Aux Etats-Unis, cela représente 85 % de la consommation.

La fluorite est également utilisée directement comme fondant dans :

- l'électrolyse de l'[aluminium](#),
- la [sidérurgie](#) qui utilise le spath fluor métallurgique afin de rendre plus fluide le laitier et surtout dans la phase d'affinage-désulfuration, comme fondant de la [chaux](#),
- l'industrie céramique comme opacifiant des émaux,
- l'industrie du [verre](#) : dans la fabrication du verre opale, des fibres de verre et de verres spéciaux.