

# Fiches détaillées

## Fluorine ou spathfluor<sup>1</sup>

**Christine Bonnet**

**Ingénieur en traitement des minerais, SNC-Lavalin Inc.**



Fluorine indigo  
Gisement de Tounfite (Maroc)  
© Terrafossils

### Un minéral recherché par les collectionneurs...

La fluorine est un minéral à l'éclat vitreux, se présentant sous forme de cubes et plus rarement d'octaèdres en masses compactes à clivage parfait, et prenant fréquemment des couleurs vives qui font toute la beauté des spécimens utilisés en ornementation comme les balustres des balcons du grand escalier de l'Opéra de Paris. Elle peut toutefois être confondue avec de la calcite, de la dolomite ou de la barytine quand elle se présente sous forme pierreuse et blanchâtre et son identification nécessite alors des analyses RX ou chimiques. La teneur de l'écorce terrestre en fluor est inférieure à 0,1 %.

### ... et utilisé par les industriels pour ses propriétés remarquables:

L'origine étymologique du nom fluorine vient du latin fluere signifiant fondre, couler. La fluorine est utilisée depuis le Moyen Âge comme agent pour liquéfier les scories lors de la production des métaux.

Son point de fusion est d'environ 1 390 °C et elle devient phosphorescente quand on la chauffe.

C'est un fluorure de calcium de formule chimique  $\text{CaF}_2$  qui possède une teneur en fluor d'environ 49 %. Le calcium peut être substitué par les terres rares, yttrium ou cérium. Pure, la fluorine est incolore, parfaitement transparente et elle est alors recherchée pour ses qualités optiques (macrocristaux, lentilles synthétiques) avec un indice de réfraction de 1,434. Lorsqu'elle est colorée par des impuretés, on rencontre par ordre de fréquence décroissante le vert, le violet, parfois le bleu vert, assez rarement le jaune, le bleu, très rarement le rose, le noir ou violet très foncé, le rouge.

La fluorine a une dureté moyenne de 4 dans l'échelle de Mohs et c'est un minéral fragile. Sa densité est de 3,18 mais atteint jusqu'à 3,6 dans certaines variétés riches en terres rares.

La fluorine est aussi appelée spath fluor ou fluorite où elle désigne un minerai contenant une proportion suffisante de fluorine pour présenter un intérêt commercial. En anglais, la fluorine est appelée fluor spar alors que fluorine désigne l'élément fluor.

### Deux grands types de gisements

Les gisements de fluorine sont largement distribués dans le monde dans des environnements géologiques très variés tels que roches sédimentaires, métamorphiques ou ignées.

Les principales exploitations mondiales peuvent être rattachées à deux grands types morphologiques :

- les gîtes stratiformes de couvertures sédimentaires ;
- les gîtes filoniens à remplissage hydrothermal.

Les gîtes stratiformes dans des roches sédimentaires : on regroupe dans cette catégorie tous les gîtes qui sont localisés dans un niveau sédimentaire particulier, les corps minéralisés pouvant être parallèles à la stratification ("mantos") ou discordants, sécants sur la stratification, en remplissage de karsts ou même en filons à l'intérieur de la couche.

Le Mexique, deuxième producteur mondial de fluorine, tire la plus grosse partie de sa production de "mantos" de trois à cinq mètres de puissance situés dans des calcaires.

La province à gîtes de fluorine stratiformes du Transvaal (Afrique du Sud) comporte les plus anciennes concentrations de fluorine datées entre 2,0 et 2,3 milliards d'année (Précambrien) qui affectent des dolomies.

En France, à proximité du socle hercynien du Morvan, la fluorine imprègne des arkoses et grès triasiques ou des calcaires liasiques. Sept gisements potentiels ont été recensés et cinq ont été démontrés : Pierre-Perthuis, Pontaubert, Marigny-sur-Yonne, Courcelles-Frémoy et Antully-Marquisat. Aucune production significative n'a été recensée jusqu'à présent.

Les gîtes filoniens : ce sont les plus répandus et les plus importants ; ils assurent plus de 50 % de la production mondiale. On les rencontre soit dans les socles anciens ("filons de socle"), soit dans les séries de couverture et la géométrie des corps minéralisés est en général simple. Les gisements sont en général subverticaux, connus sur des allongements de 100 à 1 000 m et des hauteurs de 100 à 400 m en moyenne. On distingue les filons en extension et les filons associés à de grandes zones cisailantes (anciennes mines de Montroc, Burc et Moulinal dans l'Albigeois).

Les principaux gîtes de Chine (Yinkuangchong, Zhaishan, Jianshan, Yucun) sont des filons hydrothermaux situés dans une aire anticlinale faillée.

**Une exploitation contrastée, de souterraine et très sélective à ciel ouvert avec une mécanisation intensive...**

L'extraction dans un filon vertical de un à quatre mètres de puissance où la fluorine est à haute teneur se pratique par la méthode des sous-niveaux ou défilage par chambres et piliers. La méthode des chambres remblayées est utilisée pour les filons à épontes de mauvaise tenue. La mécanisation de l'extraction est minime si les filons sont minces et plus développée dans les filons épais avec introduction de pelleteuses dans les descenderies.

L'extraction du spath chimique porte sur des gisements de moyenne ou basse teneur. De ce fait, les exploitations s'attaquent à des corps minéralisés plus importants que les filons classiques, et se prêtent à une extraction à ciel ouvert en gradins, et à une mécanisation intensive avec des engins lourds.

**suivie par des procédés de traitement qui dépendent de la teneur du tout venant et du produit recherché, pour un usage métallurgique ou chimique :**

Le traitement des filons pour le spath métallurgique ne nécessite souvent qu'un tri sur bande transporteuse puisque le minerai est commercialisé avec une granulométrie grossière; le minerai est ensuite lavé avec des étapes classiques de concassage, débouillage et calibrage.

Pour les filons où le minerai est moins pur, le minerai peut être traité dans un atelier de concentration gravimétrique: milieux denses, jigs et tables à secousses permettent d'éliminer la calcite, la sidérite et le quartz.

La flottation permet de valoriser des minerais de plus basse teneur qui sont destinés à l'industrie chimique, voire même à l'industrie métallurgique après agglomération des concentrés en boulets, briquettes ou pellets.

La flottation est précédée d'un broyage fin pour libérer les espèces minérales à séparer en utilisant des réactifs appropriés. On récupère ainsi jusqu'à 95% de la fluorine contenue mais aussi selon les cas des sous-produits marchands comme des concentrés de galène, de barytine, de cuivre...

**Une utilisation prépondérante dans deux grands secteurs industriels :**

La fluorine est utilisée principalement :

- dans l'industrie chimique, dénommé spath acide sous forme de poudre sèche ou humide (filtercake) contenant plus de 97 % de  $\text{CaF}_2$  et moins de 1 % de  $\text{SiO}_2$ , comme source de l'élément fluor, que ce soit en chimie organique (plastiques, fluides frigorigènes, mousses isolantes, solvants) ou pour la fabrication de produits minéraux comme l'acide fluorhydrique et le fluorure d'aluminium ; il faut entre 20 et 60 kg de spath fluor pour produire une tonne d'aluminium, qui représentent environ 1/3 de la consommation mondiale. Les produits dérivés de la chimie du fluor sont aussi employés dans divers secteurs industriels de pointe, comme la pharmacie, les carburants pour fusée ou les supraconducteurs.
- dans la sidérurgie, dénommé spath métallurgique, contenant entre 85 % et 93 % de  $\text{CaF}_2$  et 15 % max de  $\text{SiO}_2$  avec une granulométrie de 5 à 60 mm (lumpy) comme fondant, surtout pour la désulfuration.

Par ailleurs, HF est la source du fluor obtenue par électrolyse, utilisé pour oxyder  $\text{UF}_4$  en  $\text{UF}_6$  pour l'enrichissement de l'uranium par diffusion gazeuse. La fluorine est également utilisée dans l'industrie céramique comme opacifiant des émaux et dans l'industrie du verre : verre opale, fibres de verre, verres spéciaux.

Aujourd'hui, l'application chimie est plus importante en volume et en valeur dans le monde que l'application sidérurgie.

La production mondiale en 2010 est évaluée à 6 Mt, toutes qualités confondues, avec la Chine qui représente à elle seule plus de 50 % avec 3,3 Mt dont 1,9 Mt de spath acide.

Le deuxième producteur mondial est le Mexique (1,07 Mt), et on retrouve ensuite une production morcelée entre plusieurs pays, dont la Mongolie, la Russie, et l'Afrique du Sud. L'ensemble de la Communauté Européenne ne représente que 4 % de la production mondiale. La France n'a plus de production de fluorine sur son territoire depuis la fermeture des mines du Tarn en avril 2006.

Les principaux pays importateurs sont les Etats-Unis (539 000 t en 2010) et le Japon.

**Références bibliographiques**

Mémento roches et minéraux industriels : la fluorine ou spath fluor, BRGM décembre 1999

USGS 2010 Minerals Yearbook FLUORSPAR [Advance Release]

