



**HAL**  
open science

## Les ressources de la France en spath fluor

Alexis Chermette

► **To cite this version:**

Alexis Chermette. Les ressources de la France en spath fluor. Mémoires du BRGM (Paris) , 1960, 1, 56p. hal-03624284

**HAL Id: hal-03624284**

**<https://brgm.hal.science/hal-03624284>**

Submitted on 30 Mar 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

A. CHERMETTE

**LES RESSOURCES  
DE LA FRANCE  
EN SPATH FLUOR**

1  
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINÉRIÈRES

1960

ÉDITIONS

techniP

---

© 1960. Société des Editions Technip. Paris.  
Tous droits de reproduction, de traduction réservés pour tous pays.

A. CHERMETTE

**LES RESSOURCES  
DE LA FRANCE  
EN SPATH FLUOR**



Les demandes accrues de l'industrie moderne ont fait du spath fluor un des minerais non métalliques les plus importants de l'économie mondiale. Les programmes de la sidérurgie, l'extraordinaire expansion de l'aluminium et la nouvelle chimie du fluor placent cette substance au premier rang de l'actualité.

Les nations hautement industrialisées font l'inventaire de leurs ressources et s'efforcent d'en obtenir le meilleur rendement. La France a vu ses réserves sensiblement augmentées par la découverte sur son territoire de nouveaux gisements. Cette heureuse conjoncture jointe au caractère exceptionnel de ses gisements traditionnels garantissent l'approvisionnement de ses usines pendant les deux prochaines décades compte non tenu de nouvelles découvertes toujours possibles.

La France qui absorbe pratiquement sa production, ne risque-t-elle pas, au moment de l'ouverture du marché commun, une entrée massive sur son territoire des produits de ses partenaires européens et pourra-t-elle alors, comme elle l'avait fait entre les deux guerres, se tourner du côté du marché extérieur pour maintenir ses exploitations en activité ?

Parmi les membres de la Communauté Européenne, la République Fédérale allemande et l'Italie sont à la fois gros producteurs et gros exportateurs de spath fluor. L'industrie lourde allemande, en pleine expansion, absorbe des tonnages rapidement croissants de spath fluor tandis que les besoins de l'industrie italienne sont beaucoup moindres. Les U.S.A. qui représentent le plus gros client des mines allemandes et surtout italiennes, demeureront de gros importateurs du double fait de l'accroissement excessivement rapide de leur consommation et de la stabilisation de leur production sur les bases actuelles qui ne représentent que 50% de leurs besoins. Par ailleurs, l'approvisionnement des ensembles africains exigera peut être dans un avenir relativement proche de gros tonnages supplémentaires. Or, il semble bien que les réserves allemandes et italiennes ne soient pas suffisantes pour supporter un accroissement considérable du taux actuel de la production.

Les réserves françaises paraissent a priori mieux en mesure d'alimenter un certain marché d'exportation sans nuire à la consommation nationale. Dans ces conditions, les perspectives de l'industrie française du spath fluor semblent pouvoir être envisagées avec un certain optimisme.

Le but essentiel de cette étude est de faire le point des ressources de la France en spath fluor et de préciser sa position vis-à-vis de ses partenaires du marché commun.

Dans une première partie seront brièvement rappelées les propriétés fondamentales du spath fluor, ses conditions de gisement ainsi que les données économiques essentielles le concernant.

Une deuxième partie sera consacré à la description des gisements français de spath fluor et à leur comparaison rapide avec les principaux gisements mondiaux.

Une troisième partie traitera enfin de l'aspect économique du problème tant en ce qui concerne l'étude des centres de production, que le marché et la consommation. Dans un aperçu sur les ressources mondiales en spath fluor, le cas de l'Europe Occidentale sera plus spécialement évoqué et la question des réserves traitées d'après les données les plus récentes, tous éléments qui nous permettront de bien situer le spath fluor français et de formuler quelques pronostics d'avenir.

## PREMIÈRE PARTIE

### RAPPEL DES DONNÉES GÉNÉRALES CONCERNANT LE SPATH FLUOR

#### I - Propriétés fondamentales.

Le spath fluor a de tout temps attiré l'attention par la beauté et la diversité de ses colorations. Il était déjà connu des mineurs primitifs comme un accompagnateur fréquent des minerais métalliques et apprécié comme flux des anciens métallurgistes.

Le terme de « spath fluor » est une appellation du commerce et de l'industrie pour désigner un produit contenant toujours une certaine proportion d'impuretés. Le minéral pur est la fluorine, un fluorure naturel de calcium,  $\text{CaF}_2$ , titrant 48,7% de fluor et 51,3% de calcium. Son poids spécifique varie de 3,1 à 3,2 (3,18), sa dureté est de 4 et son point de fusion de  $1360^\circ\text{C}$ .

La fluorine est pratiquement insoluble dans l'eau pure (1/25 000 environ) mais attaquable par les acides forts (acide sulfurique).

La fluorine cristallise dans le système cubique; les cristaux ont généralement la forme du cube non modifié, ils sont souvent maclés et présentent un clivage octaédrique parfait, l'octaèdre est plus rare à l'état de forme primitive.

Le spath fluor se rencontre habituellement en masses cristallines d'éclat vitreux aux colorations vives et variées. Le vert et le violet sont les plus répandues, mais il existe également des variétés jaunes, bleues, noires, grises, incolores; le rose est fort rare, le rouge pratiquement inconnu. La diversité extrême des colorations de la fluorine a donné lieu à bien des controverses. De récents travaux font état de la présence d'hydrocarbures et attribuent un rôle prépondérant à la température de formation déterminée expérimentalement. Pour certains auteurs, la présence de terres rares jouerait un rôle déterminant, pour d'autres enfin, la coloration de certaines fluorines serait d'origine radioactive.

La poudre est généralement blanche à l'exception de certaines fluorines foncées qui présentent, après broyage, une légère teinte rosâtre ou violâtre.

Les cristaux transparents de fluorine ont un indice de réfraction très bas et sont beaucoup plus perméables que le quartz aux rayons ultra-violet. La plupart des fluorines sont thermoluminescentes et intensément fluorescentes à l'ultra-violet.

#### II - Répartition générale du spath fluor.

Le fluor n'est pas un élément rare dans la croûte terrestre, dont on évalue la teneur à 0,08%. Le spath fluor qui est aujourd'hui le composé naturel du fluor le plus important dans l'industrie, est caractérisé par une extrême dispersion dans la nature. On le rencontre aussi bien comme élément accessoire de nombreuses roches ignées que très largement répandu dans les séries sédimentaires mais les concentrations exceptionnelles que représentent les gîtes exploitables sont surtout d'origine hydrothermale. Le spath fluor est un

minéral essentiellement filonien, très abondant dans les filons formés à faible profondeur et à température relativement basse (filons épithermaux); c'est une gangue très fréquente des filons plombo-zincifères dans lesquels il devient abondant au point de rendre les filons exploitables pour lui-même. Il constitue également des amas de remplacement stratiformes et divers types de minéralisation dans des formations sédimentaires variées.

### III - Caractères généraux des principaux types de gisements de spath fluor.

Nous venons de voir la très large diffusion de la fluorine dans les formations géologiques les plus diverses. Sa présence est en particulier tout à fait caractéristique des gîtes pneumatolytiques d'étain de haute température, où elle est associée à d'autres minéraux fluorés (topaze, tourmaline, lépidolite, apatite). Nous ne retiendrons toutefois ici que les gîtes hydrothermaux qui, seuls, présentent une importance économique. Ils se rapportent à deux types bien distincts :

- a) gîtes d'imprégnation ou de remplacement dans des assises sédimentaires ;
- b) filons proprement dits.

#### Gîtes d'imprégnation ou de remplacement.

Ils se rencontrent dans des grès, des calcaires ou des marnes. Ils sont particulièrement bien représentés dans le district fluoré de l'Illinois - Kentucky aux U.S.A., qui demeure le plus gros centre de production du spath fluor dans le monde. Le spath fluor forme des filons et des amas de remplacement de forme aplatie ou de type lité dans les grès et les calcaires mississippiens faillés. Dans une gangue de quartz et de calcite, le spath fluor est associé à de la blende, de la galène, de la barytine et à de petites quantités de pyrite, de marcasite, de chalcopirite et de withérite. On admet généralement que ces filons de type épithermal se sont formés à des températures inférieures à 200° C. En Europe, des gîtes analogues sont activement exploités en Grande-Bretagne, dans les calcaires carbonifères du Derbyshire et d'autres dans le Trias des Asturies (Espagne). Les calcaires crétacés du nord du Mexique (état de Coahuila) renferment encore de très importants gisements du même type. En France, ce type de minéralisation se rencontre abondamment avec barytine et galène dans l'auréole sédimentaire du Massif Central, mais sans offrir d'importance économique notable.

#### Filons.

L'association du fluor et du plomb est très commune et l'on rencontre fréquemment des filons plombo-zincifères normalement développés dans les roches cristallines et dans lesquelles la gangue de fluorine devient l'élément majeur du remplissage. Ces filons sont excessivement nombreux le long des chaînes hercyniennes et acquièrent un développement remarquable dans le Massif Central français. Les sulfures arrivent à disparaître presque complètement dans ce type de gisements qui ne comprennent plus, avec la fluorine, qu'une certaine proportion de quartz et de barytine. Ce sont les « filons essentiellement fluorés » qui ont une si grande importance économique dans le Massif Central. On rencontre des gîtes semblables en France, dans le Var, en Allemagne Occidentale dans le Haut Palatinat, en Sardaigne et en Lombardie, en Catalogne et en Amérique du Nord à Terre-Neuve.

#### IV - Données économiques.

##### Usages.

L'emploi fondamental du spath fluor est son utilisation dans l'élaboration de certains aciers (acier martin basique et acier électrique) où l'on met à profit son pouvoir de rendre la scorie plus fluide et faciliter l'élimination du soufre et du phosphore contenus dans le bain.

L'industrie chimique vient ensuite et tend à devenir rapidement le premier débouché du spath fluor, comme source de l'acide fluorhydrique et du fluor élémentaire, produits clés de l'industrie nouvelle en pleine expansion du fluor. L'étude des composés organiques de ce dernier est activement poussée et ses possibilités d'utilisation sont telles qu'une nouvelle chimie, la « chimie organique du fluor » est en train de naître.

La fabrication de la cryolite artificielle, universellement utilisée aujourd'hui comme bain solvant dans l'électrometallurgie de l'aluminium, demeure le débouché majeur de l'acide fluorhydrique, mais de nouveaux produits fluorés trouvent des applications de plus en plus nombreuses dans l'industrie. Les gaz Fréon (dérivés chlorofluorés) sont communément utilisés comme agents de réfrigération. L'industrie des matières plastiques emploie de plus en plus largement le Téflon et le Kel - F qui sont des fluorocarbures universellement appréciés pour leur extraordinaire résistance aux agents chimiques et à la chaleur.

L'acide fluorhydrique anhydre a été utilisé sur une très large échelle aux U.S.A. pendant la deuxième guerre mondiale comme agent catalyseur dans l'obtention de carburants à haut indice d'octane. Le fluor intervient encore dans l'industrie nucléaire et dans la fabrication de produits insecticides.

Le troisième débouché du spath fluor concerne l'industrie céramique, où son pouvoir opacifiant est traditionnellement utilisé.

Le spath fluor est encore utilisé pour abaisser le point de fusion de certains ciments fondus. Il trouve enfin des applications moindres dans la fabrication des électrodes de carbone et des abrasifs.

En raison de leurs propriétés optiques (bas indice de réfraction, isotropie), les cristaux de fluorine parfaitement clairs et incolores sont recherchés pour la confection de lentilles de divers instruments d'optique.

Les très belles variétés de spath fluor brillamment coloré sont encore utilisées très localement sur une petite échelle dans la fabrication d'objets divers d'ornementation.

Il arrive tout à fait exceptionnellement que le spath fluor naturel soit suffisamment pur pour être enrichi par simple triage à la main. Le minerai brut contient normalement d'autres minéraux qui doivent être éliminés par un traitement approprié. Les impuretés appartiennent aux éléments lithophiles (quartz, barytine, calcite) et aux minerais métalliques (galène, blende, pyrite, chalcopirite, oxydes de fer).

Les méthodes de traitement dépendent de la composition et des caractères physiques du minerai et de l'usage auquel le produit marchand est destiné. Dans bien des cas, les poids spécifiques des constituants du minerai sont trop voisins (quartz 2,6 - calcite 2,7 - spath fluor 3,1) pour qu'une bonne séparation puisse être réalisée par des méthodes gravimétriques. Les procédés de séparation en milieu dense et de flottation ont donné les meilleurs résultats et sont de plus en plus universellement employés aujourd'hui.

On admet généralement les spécifications suivantes pour les différentes industries consommatrices :

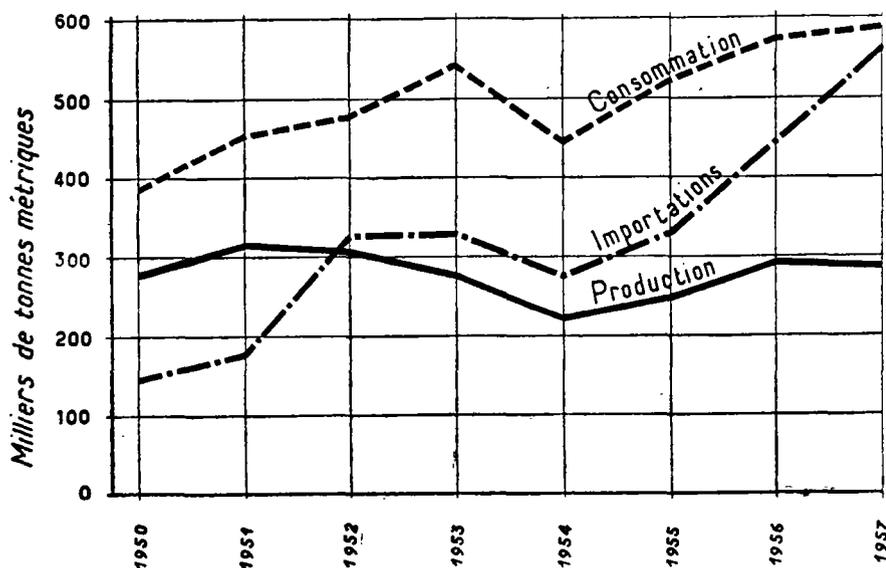
## DIFFÉRENTES QUALITÉS COMMERCIALES DE SPATH FLUOR

Qualité	Usage industriel	Granulométrie	Spécifications %			Observations
			CaF <sub>2</sub> min.	SiO <sub>2</sub> max.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> max.	
Métallurgique	Acier martin basique	Gravier (moins de 15% de fines)	85	5	—	moins 0,3% S
	Acier électrique					
Céramique	Verre et émail	Poudre	95	2,5	0,12	moins 1 CaCO <sub>3</sub>
Chimique	Acide fluorhydrique et dérivés fluorés	Gravier et fines	97	1	—	moins 0,03 S et 1,25 CaCO <sub>3</sub>

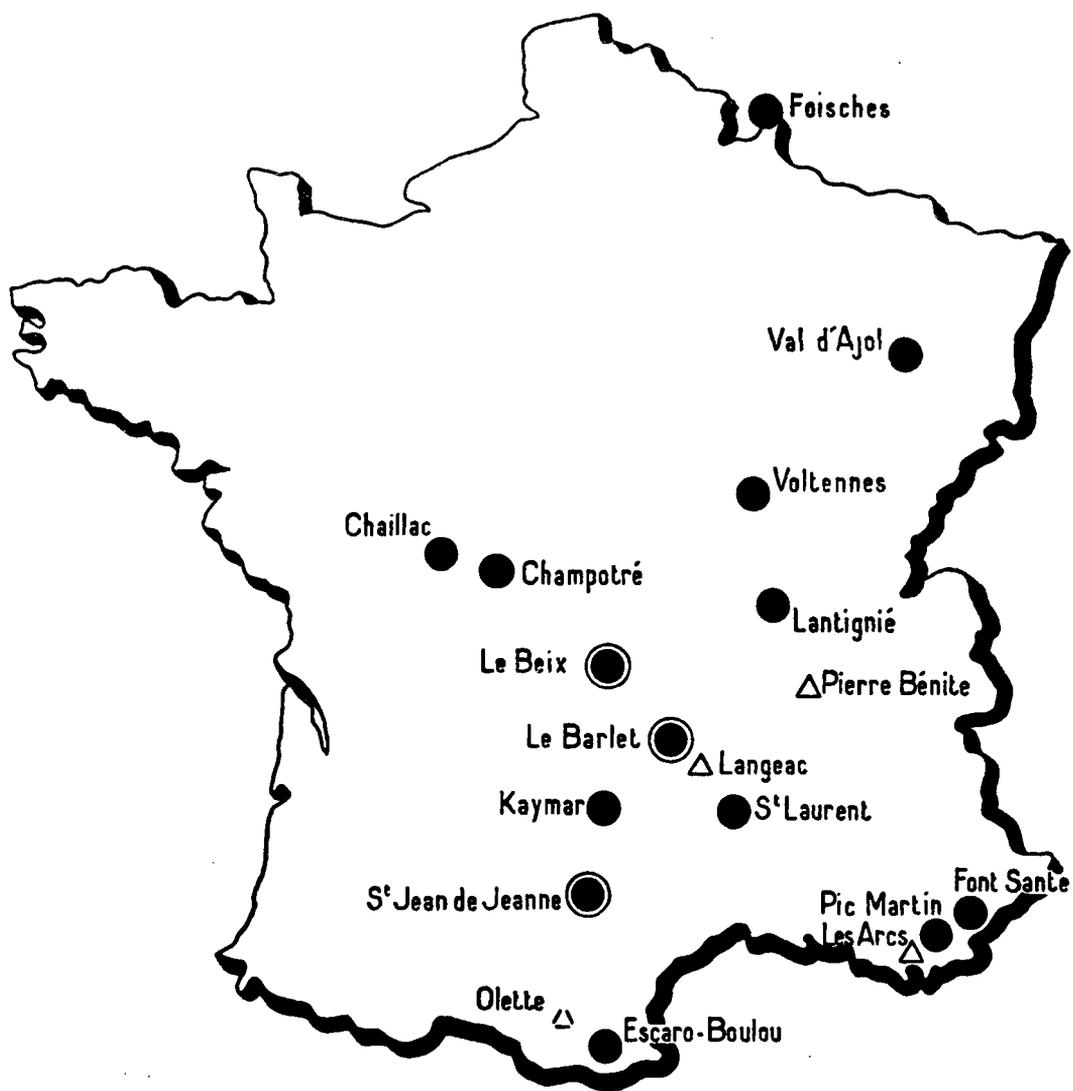
On utilise actuellement en moyenne 3 kg de spath fluor par tonne d'acier martin basique produite et 5 kg par tonne d'acier électrique. En ce qui concerne l'industrie de l'aluminium, la fabrication d'une tonne de métal requiert 75 kg de spath fluor. Les pourcentages employés dans l'industrie céramique sont essentiellement variables.

**Production.**

Les fluctuations de la production mondiale suivent l'évolution de la sidérurgie et de la fabrication de l'aluminium qui absorbent plus de 90% du spath fluor produit dans le monde. En fait, cette dernière production double tous les quinze ans, étant passée de 200 000 tonnes en 1913 à 1 600 000 tonnes en 1957. Au début du siècle, les Etats-Unis, l'Angleterre et l'Allemagne étaient les seuls producteurs notables dans le monde. Entre les



Evolution de la production des importations et de la consommation du spath fluor aux U.S.A.



- *Centre producteur*
- *Centre produisant plus de 10.000 tonnes métriques*
- △ *Usine de flottation*
- △ *Usine de flottation projetée*



Répartition géographique des centres producteurs de spath fluor en France.

deux guerres, la France et l'U.R.S.S. devaient accroître sensiblement leur production pendant que les Etats-Unis et l'Allemagne venaient largement en tête avec des chiffres équivalents. Pendant la deuxième guerre mondiale, les grandes nations belligérantes (Etats-Unis, Allemagne, Japon), allaient être contraintes de recourir à l'importation pour satisfaire leurs besoins démesurément accrus. Il devait s'ensuivre un développement excessivement rapide de la production dans plusieurs pays dont les ressources avaient été à peine effleurées jusqu'alors (Chine, Corée, Mexique, Terre-Neuve, Espagne). Après la guerre, les anciens pays producteurs n'ont marqué qu'une assez faible progression de leur production - on note même un léger recul des Etats-Unis. L'Allemagne et l'Angleterre doublent leur rendement, la France augmente de deux tiers. Les progressions les plus spectaculaires sont marquées par Terre-Neuve, l'Espagne, l'Italie et surtout par le Mexique qui, à partir de 1956 arrive en tête de la production mondiale devant les U.S.A. (22 % en 1957). On note également la progression de la Chine passée au rang des grands producteurs et une montée régulière de l'Union Sud-Africaine. Les productions de l'Europe Occidentale et de l'Amérique s'équilibrent devant le bloc soviétique rapidement grandissant.

#### Consommation. Marché.

L'augmentation considérable de la consommation a eu pour effet de modifier sensiblement la physionomie du marché mondial du spath fluor. Ce dernier est dominé par les énormes besoins de l'industrie américaine largement tributaire de l'importation. L'envahissement du marché américain par les spaths de provenance étrangère est tel que depuis 1952 le volume des importations dépasse la production (570 000 t contre 300 000 t en 1957). Les sources d'approvisionnement des U.S.A. ont beaucoup varié au cours des dernières décades. La Grande-Bretagne était pratiquement le seul exportateur avant 1914, puis l'Allemagne et la France entre les deux guerres. Actuellement, le Mexique est de loin le premier fournisseur des U.S.A. (62% des importations totales en 1957) suivi par l'Italie puis par l'Espagne dont les pourcentages ont considérablement augmenté. On peut admettre que le bloc soviétique se suffit à lui-même, l'Union Soviétique important vraisemblablement de gros tonnages d'Allemagne Orientale, de Chine et de Corée. En Europe Occidentale, la France et la Grande-Bretagne consomment pratiquement leur production. Par contre, la République Fédérale allemande et surtout l'Espagne et l'Italie disposent d'un fort excédent pour l'exportation (environ 200 000 t au total pour une production de 370 000 t en 1957).

Jusqu'à ces dernières années, les besoins des usines françaises étaient intégralement couverts par la production nationale, qui laissait même un léger excédent disponible pour l'exportation. On note récemment l'entrée sur le territoire français de petites quantités de spath allemand et surtout italien, sensiblement du même ordre que les exportations (moins de 10% de la consommation).

La sidérurgie demeure le premier débouché du spath fluor, eu égard à l'énormité de la production mondiale d'acier. Il convient de souligner toutefois la progression excessivement rapide des fournitures de spath chimique, qui dépassent aux U.S.A. depuis 1954 celles de spath métallurgique (300 000 t contre 220 000 t sur une consommation totale de 585 000 t en 1957).

## DEUXIÈME PARTIE

### DESCRIPTION DES GISEMENTS FRANÇAIS DE SPATH FLUOR

Les gisements de spath fluor se rencontrent essentiellement en France dans les massifs hercyniens. Ils sont particulièrement nombreux dans le Massif Central (Haute-Loire, Puy-de-Dôme, Saône-et-Loire, Rhône), dans le Tarn et dans le Var. D'autres existent dans les Pyrénées, dans les Vosges et dans les Ardennes.

#### I - Types de gîtes. Les filons essentiellement fluorés.

L'existence de gîtes fluorés est connue de longue date sur le sol de France, mais leur mise en valeur remonte seulement à l'époque d'entre deux guerres. Le plus grand nombre des formations fluorées connues et exploitées en France sont du type filonien hydrothermal dans des formations cristallophyliennes et plus rarement cristallines acides. Nous avons vu déjà que ces venues étaient caractérisées par une prédominance marquée de la fluorine sur les autres éléments pierreux (quartz et barytine) du remplissage et par l'absence pratique de sulfures. C'est donc à juste titre que l'on a pu parler de « filons essentiellement fluorés » constituant un type métallogénique bien défini. Ces filons sont en général nettement concrétionnés et offrent une disposition en chapelet, étant moins réguliers en puissance qu'en direction. On constate fréquemment un certain appauvrissement avec la profondeur, où le quartz a tendance à se substituer à la fluorine, alors que la barytine, lorsqu'elle est présente, paraît plutôt caractéristique des parties hautes des fractures. La puissance est éminemment variable, mais des élargissements peuvent atteindre des valeurs exceptionnelles.

La pureté habituelle du minerai a grandement facilité la mise en valeur des filons essentiellement fluorés en permettant, dans bien des cas, d'obtenir du minerai marchand par simple débourbage et triage à la main sur le carreau des exploitations. C'est ce type de gîte devenu classique dans le Massif Central, et retrouvé sur le littoral méditerranéen dans le massif de l'Estérel, qui a pratiquement fourni pendant longtemps la totalité de la production française.

De récentes découvertes sont en train de modifier sensiblement les sources traditionnelles d'approvisionnement du spath fluor en France. A la fin de la deuxième guerre mondiale, des gisements d'un type différent ont été trouvés dans le département du Tarn. Il s'agit de filons hydrothermaux dans un horizon de schistes siluro-cambriens. Le remplissage est encore de fluorine très pure, mais on note par place la présence de la sidérite et de la chalcopryrite dont les proportions augmentent avec la profondeur au détriment de la fluorine.

Plus récemment, des types encore différents ont été mis en évidence dans le massif du Canigou (Pyrénées-Orientales). Ce sont des amas de substitution dans des schistes et dans

des calcaires primaires, où l'on exploite depuis longtemps des amas d'hématite manganesifère passant à la sidérose en profondeur. Le minerai présente un aspect tout à fait inhabituel puisqu'il s'agit d'une fluorine ferrugineuse contenant 20 à 25% d'oxydes de fer et 5 à 10% de silice, sans baryte mais avec un peu de galène. La puissance d'un amas atteint 40 m et place le gisement parmi les plus importants connus, sa mise en exploitation est prévue dans le plus bref avenir.

### 11 - Localisation préférentielle. Relations avec le houiller.

Nous avons vu que les minéralisations fluorées jalonnaient en France les massifs hercyniens et qu'on les rencontrait surtout dans des formations cristallophyliennes ou dans des assises primaires. Les « filons essentiellement fluorés » sont les mieux connus, parce que les plus anciennement exploités. Or, on a remarqué depuis longtemps une localisation préférentielle de ces filons en bordure de bassins houillers faillés. Ce caractère est particulièrement net dans la moitié ouest du Massif Central, où la grande fracture connue sous le nom de « Sillon houiller » est pratiquement jalonnée de gisements de fluorine entre Saint-Eloy au nord et Decazeville au sud. Le grand Sillon houiller est bordé lui-même de petits bassins houillers très étirés, qui représentent les restes laminés du grand chenal houiller stéphanien. La proximité de la fluorine et du charbon est soulignée en de nombreux points le long du grand accident. Le fait est surtout net pour le filon de fluorine du Beix, qui vient en quelque sorte butter sur le bord ouest du Sillon. Le filon fluoré de la Rochette, à quelques km au nord, est à proximité immédiate du petit bassin houiller de Puy Saint-Gulmier, où le charbon était encore tout dernièrement exploité. Vers l'extrémité sud du Sillon, les filons de fluorine de de Valzergues viennent pareillement se heurter au terrain houiller d'Aubin-Decazeville (Aveyron). Du côté de l'est, le filon du Kaymar n'est pas non plus très éloigné de la traînée houillère.

Dans le centre du massif, nous trouvons les filons du Barlet (Haute-Loire) qui viennent butter perpendiculairement contre le bord du petit bassin houiller de Langeac, où le charbon a été longtemps exploité. Au nord du massif, dans le Morvan, le filon traditionnel de Voltennes se place à la limite nord du bassin permo-carbonifère d'Autun. Le travers-bancs qui permet d'accéder au filon a même recoupé des passées charbonneuses avec un peu de charbon.

En dehors du Massif Central, on note la persistance du même caractère dans le massif de l'Estérel, où les filons de Font Sante et du Garrot sont situés de part et d'autre du synclinal houiller du Reyran où le charbon a été extrait aux mines de Boson.

Les gisements du Tarn se trouvent en bordure de bassins houillers disloqués, mais leurs relations avec ces derniers paraissent moins évidentes. On a remarqué, par contre, le caractère particulièrement charbonneux des schistes encaissants. On peut donc se demander au moment même où se développe une chimie organique très importante du fluor si le carbone n'a pas joué un rôle dans les émissions fluorées.

La localisation des gîtes fluorés à proximité du houiller vient peut-être aussi de ce que les synclinaux houillers ont dû correspondre à des zones de moindre résistance tectonique, favorables à la formation de cassures par où seraient arrivées les venues fluorées postérieures. Les minéralisations semblent bien représenter, en effet, des manifestations tardives de la minéralisation hercynienne.

Les relations entre le houiller et la fluorine et plus généralement entre le carbone et le fluor sont assez difficiles à établir, leur discussion sortirait d'ailleurs du cadre de

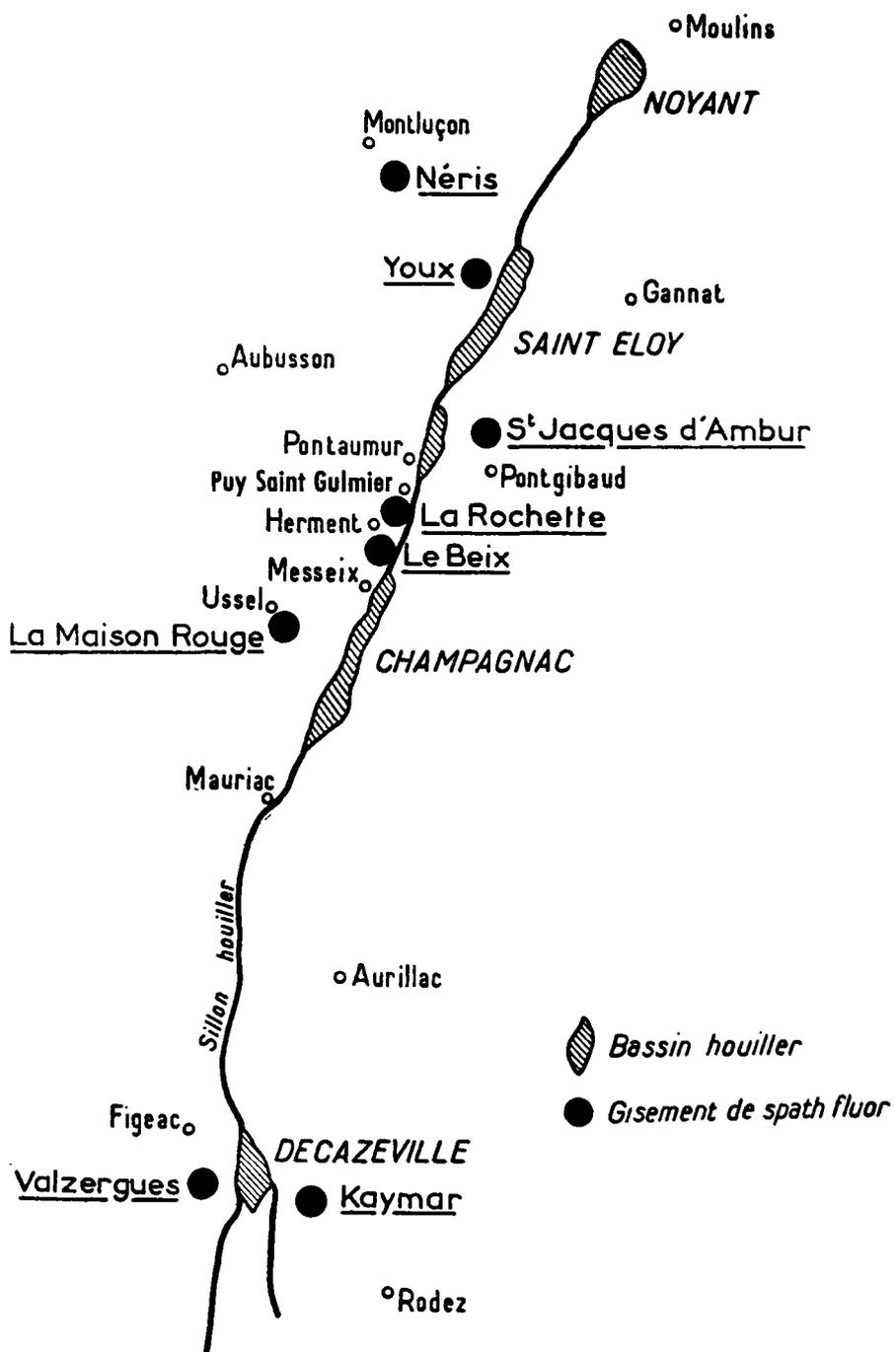
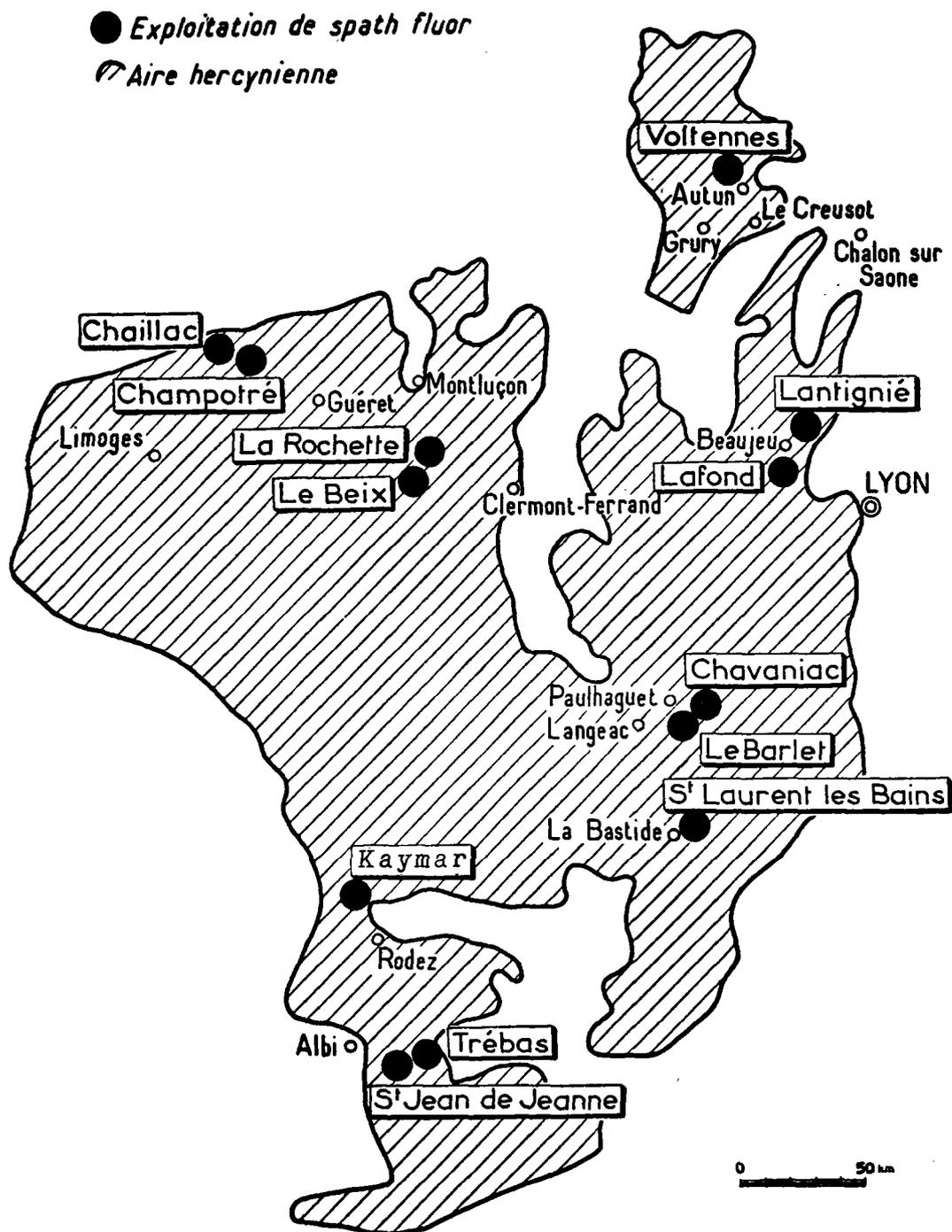


Schéma montrant la localisation des gisements fluorés à proximité du sillon houiller.



Répartition régionale des exploitations du spath fluor dans le Massif Central et dans le Tarn.

cette étude. Quoiqu'il en soit, le problème métallogénique est posé et son étude viendra peut-être apporter des éléments nouveaux aux méthodes classiques de la prospection du spath fluor.

### III - Les grands ensembles géographiques.

La description des principaux gisements français du spath fluor sera présentée par région : Massif Central, Tarn, Var, Vosges, Ardennes et Pyrénées. Cette subdivision d'ordre essentiellement géographique ne correspondra évidemment pas à une classification géologique rigoureuse des gisements, mais elle aura l'avantage de présenter un coup d'œil d'ensemble sur les formations caractéristiques d'une région déterminée. La description des gisements ne comportera pas, en principe, de considérations économiques, que l'on a préféré grouper dans le chapitre suivant.

#### Massif Central.

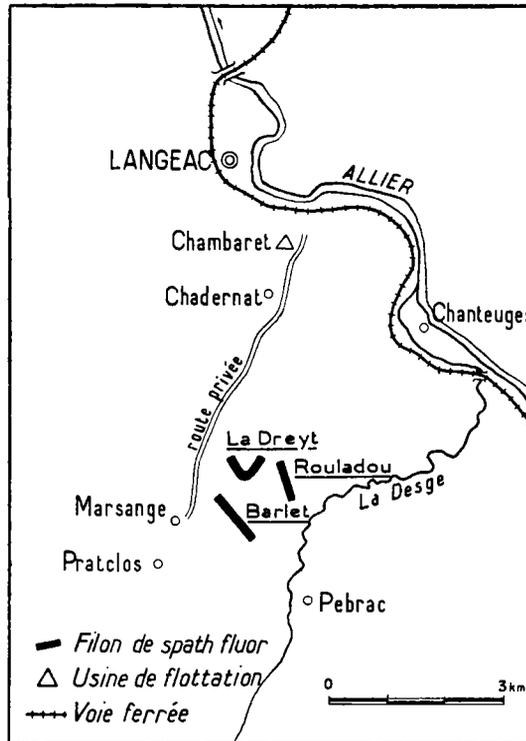
Le Massif Central continue à venir en tête de la production française de spath fluor (430 000 t sur 690 000 t produites soit 62% pour la période 1949-1958), mais l'accroissement rapide de la production du Tarn tend à réduire progressivement la part prépondérante qui lui revenait depuis longtemps. Et l'épuisement prochain du gîte traditionnellement le plus important joint à la perspective de mise en valeur prochaine des gisements pyrénéens hâteront vraisemblablement encore le déclin du Massif Central.

Nous examinerons successivement les gisements de la Haute-Loire, du Puy-de-Dôme, de Saône-et-Loire, du Rhône et du reste du Massif Central.

#### Haute-Loire.

Le district fluoré de la Haute-Loire se place dans le sud-ouest du département. Le gisement le plus important est le gîte devenu classique du Barlet, situé à 7 km au sud de la petite ville de Langeac, sur les contreforts des monts de la Margeride. Le gisement comporte une dizaine de filons de direction nord-ouest - sud-est. La puissance est extrêmement variable, mais peut atteindre des valeurs exceptionnelles (10 m et plus). Le remplissage est de fluorine de teinte généralement verte, barrée de nombreuses veinules de silice, la barytine est absente. On note la persistance d'une minéralisation sulfurée complexe (pyrite, chalcopryrite, bournonite, blende) en filonnets distincts dans la formation fluorée. Les filons sont encaissés dans un gneiss à mica blanc au contact immédiat du petit bassin houiller de Marsanges. Le gneiss est surmonté de tufs volcaniques et de coulées basaltiques datées du tertiaire, il n'existe aucune manifestation éruptive ancienne. Plusieurs galeries d'accès aux filons traversent le houiller extrêmement laminé, il existe même un lambeau de gneiss qui a été refoulé sur le terrain houiller. La fluorine ne donne aucun signe d'écrasement. Il semble bien que la minéralisation fluorée soit postérieure à la tectonique houillère.

Le gisement est limité par deux failles. Le filon principal résulte de la réunion de quatre veines. La longueur du grand panneau, dont on achève l'exploitation est de 120 m avec une relevée de 80 m (pendage 80° nord) et une puissance utile pouvant atteindre vers le haut, la valeur tout à fait exceptionnelle de 18 m. Les recherches actuellement en cours en aval pendage tendent à montrer un resserrement des fractures et une prédominance de la silice en profondeur. Les filons du Barlet ont été exploités à flanc de coteau sur une hauteur de 200 m. Il a dû être extrait au total 600 000 t de produits marchands depuis



District fluoré de Langeac (Haute-Loire).

le début des travaux aux environs de 1880. Le minerai est enrichi dans un atelier de flottation situé immédiatement au sud de Langeac et raccordé à la voie ferrée Clermont-Nîmes. La grosse lentille du filon principal est enlevée sur toute sa largeur par tranches horizontales avec remblayage complet.

En dehors du faisceau du Barlet proprement dit, plusieurs autres filons avaient été antérieurement travaillés dans la zone des affleurements. Ces filons sont actuellement l'objet de travaux de recherches en profondeur entrepris avec l'espoir de prolonger de quelques années l'existence du secteur.

Le filon de la Dreyt, dont l'affleurement est incurvé vers le sud, à environ 600 m au nord du village du Barlet, a été reconnu sur une hauteur de 120 m avec un allongement de 100 m. La puissance utile est de l'ordre de 2 m, le minerai est très siliceux (50% Ca F<sub>2</sub>). Le filon doit encore venir buter sur le houiller du côté de l'ouest; un travers-bancs a recoupé plusieurs petites veines de charbon lors de la traversée du houiller.

A environ 1 km vers l'est, le filon du Rouladou est une formation en chapelet dans les micaschistes décomposés.

Au sud de Marsanges, le filon de Praticlos vient encore finir « en queue de poisson » sur le houiller, le minerai est barytique.

A une dizaine de km au nord-est de Langeac, il existe deux filons parallèles nord-est - sud-est plongeant vers le nord, dans le gneiss, à 1 km au nord du village de Chavaniac-Lafayette. La puissance de la fracture septentrionale atteint 5 m mais le minerai contient un certain pourcentage de barytine et la silice prédomine en profondeur, le gisement est

connu sur une hauteur de 50 m. Plus au nord encore, plusieurs filons, plus ou moins barytiques, de direction nord-est - sud-est sont connus dans le gneiss dans la vallée de la Sénouire, les formations sont de caractère lenticulaire. Plusieurs filons fluoro-barytiques, peu puissants, existent encore dans le granite dans le secteur de Vorey, au nord du Puy.

#### **Puy-de-Dôme.**

Tout un ensemble de filons fluorés gravite dans la partie occidentale du département du Puy-de-Dôme autour du Sillon houiller. Cette traînée fluorée, longue d'une cinquantaine de km se développe parallèlement au cours du Sioulet pour venir se terminer sur le plateau granitique d'Ussel.

Le filon du Beix est le plus important et le plus représentatif du groupe. Il est situé à 2 km à l'est du petit village de Lastic, commune de Saint-Germain près d'Herment, à une quinzaine de km au nord nord-est de la gare de Bourg Lastic sur la ligne Clermont-Bordeaux. Le filon de direction nord-ouest (pendage 70° ouest) est encaissé dans une lame de granite interposée entre les gneiss et les micaschistes, à proximité immédiate du sillon houiller et à une douzaine de km au nord du petit bassin houiller de Messeix. L'absence de tout écrasement et le recouvrement partiel du filon par un placage de sables oligocènes démontrent que la minéralisation fluorée est postérieure à la tectonique post-stéphaniennne et antérieure au Tertiaire.

Le filon du Beix est d'une régularité frappante (puissance moyenne de 4 m). Le remplissage est nettement concrétionné, offrant une succession de bandes parallèles de fluorine très pure, violet foncé près des épontes, puis verte et mauve avec persistance dans l'axe d'une bande de barytine mouchetée de galène. La longueur exploitée du filon est de 270 m.

Au fond actuel des travaux à 145 m de la surface, la puissance est de 2,50 m mais il a été déjà constaté des pincements semblables aux niveaux supérieurs. Le filon a tendance à se charger en silice du côté de l'est, la colonne minéralisée paraissant plonger vers l'ouest.

L'exploitation a lieu par le puits Saint-Jean. Il a dû être extrait depuis le début du siècle environ 230 000 t, dont 130 000 de 1949 à 1958.

Plusieurs autres filons d'importance moindre ont été l'objet de travaux épisodiques aux environs d'Herment et de Sauvagnat (filons de Boisset, de la Rochette, du Four). Ils sont tous encaissés dans le gneiss, de caractère nettement lenticulaire et plus ou moins barytiques.

Plus au nord, à une quinzaine de km au nord de Pontgibaud, le filon classique de Martinèche La Barre commune de Saint-Jacques d'Ambur a donné lieu, entre les deux guerres, à l'extraction de 100 000 t de spath fluor. La cassure, de direction nord-sud, d'une extension latérale de plusieurs centaines de mètres et de plus de 100 m en profondeur, a présenté de beaux élargissements dans les parties hautes mais s'est rapidement resserrée en profondeur avec prédominance de quartz. Un peu à l'ouest, le filon du Cornet a été reconnu sur une cinquantaine de mètres de hauteur, plus à l'ouest encore, le filon des Isserts contenait une certaine proportion de galène. La liaison entre les filons du secteur fluoré de Saint-Jacques d'Ambur et les filons du district plombifère de Pontgibaud est établie par le filon intermédiaire de Ville-vieille, près de La Goutelle, qui, outre, le quartz et la galène, contient de la fluorine. Les filons ont été décapités par la pénélaine éogène et ne peuvent être attribués qu'à une minéralisation antéfértiaire.

Du côté de l'extrémité septentrionale du Sillon houiller enfin, un filon de fluorine est connu à Youx, à l'ouest du bassin houiller de Saint-Eloy ; il établit la liaison avec les filons fluorés, anciennement explorés aux environs de Nérès, immédiatement au sud de Montluçon.

#### Saône-et-Loire.

Le troisième district fluoré se place dans le Morvan à la pointe nord du Massif Central. Le gisement le plus important et le plus connu du secteur est celui de Voltennes, commune de La Petite Verrière, à une quinzaine de km au nord-ouest d'Autun. Il comprend plusieurs filons parallèles nord-ouest - sud-est (plongement est) dans des tufs, sur le rebord nord du bassin permo-carbonifère d'Autun. Le plus important d'entre eux (Grand Filon) est connu sur une longueur de 4 000 m et sur une hauteur de plus de 100 m parallèlement à la vallée de la Selle. La puissance moyenne est de l'ordre de 1,50 m, mais il existe des renflements de 8 m. La fluorine est assez pure, de teinte verte, parfois violette à proximité des épontes. Le remplissage comporte quelques filonnets de quartz et quelques intercalations de barytine rose d'un éclat nacré tout à fait caractéristique et surtout disposées dans l'axe de la cassure. Les sulfures se réduisent à quelques très rares mouches de galène, pyrite et chalcopryrite.

Le filon a tendance à se diviser en deux branches en direction nord et à se coucher en profondeur. Du côté sud, la proportion de barytine augmente et la fluorine est de moins belle qualité (présence de poches de glaise). Le grand filon est exploité sans interruption par la famille de Champeaux depuis 1861. L'exploitation a lieu par piliers abandonnés. Le grand panneau, en cours de dépilage, mesure 160 m avec une relevée de 100 m. Deux autres filons situés plus à l'est ont été l'objet de travaux à différentes époques. L'ensemble a dû fournir un minimum de 200 000 t de produits marchands depuis le début.

A une trentaine de km au sud-ouest de Voltennes, un filon géologiquement semblable a été travaillé anciennement sur le territoire de la commune de Chiddes, au sud de Luzy.

A une cinquantaine de km, plus au sud, un filon de spath fluor a été exploité vers 1930 au lieudit le Crôt Blanc, commune de Grury. La puissance de la caisse filonienne atteignait 8 et même 10 m, mais le remplissage comportait une forte proportion de silice cryptocristalline grisâtre ou rougeâtre; la fluorine vert et violet foncé contenait des paillettes de chalcopryrite. Il est intéressant de noter que c'est sur le prolongement nord du filon de fluorine du Crôt Blanc que se trouve le filon quartzo-fluoré de La Faye minéralisé en uranium. Plus au nord encore à proximité d'Issy l'Evêque, le gisement de Bauzot comporte plusieurs filons caractérisés par la présence de fluorine antozonaire, noire ou violet foncé, minéralisée en pechblende. Le filon des Combes à remplissage essentiellement fluoré avec fluorine plus claire et plus développée est généralement stérile.

Tous ces filons (faisceau de Grury et faisceau d'Issy l'Evêque), de direction sensiblement nord-sud, appartiennent au grand batholite de granite de Luzy. On admet aujourd'hui la postériorité des gros filons fluorés sur les filons fluorés minces à pechblende. Seuls les premiers sont économiquement intéressants pour la fluorine alors que les seconds sont exploités intensivement pour l'uranium.

#### Rhône.

Un nouveau district fluoré se rencontre sur la bordure orientale du Massif Central, dans le Beaujolais et dans le Lyonnais, mais les gisements n'ont pas l'importance des précédents. Le plus développé est celui de Lantignié, présentement exploité à l'est de Beaujeu.

Il comporte, au nord du hameau de Monternier un système de trois filons parallèles nord-ouest - sud-est et d'un croiseur. La puissance utile atteint 2 m. A une douzaine de km à l'ouest de Beaujeu, le filon nord-sud de Lafond, commune de Chênelle, contient une certaine proportion de fluorine. Tous ces filons ont pour caractères communs une allure en chapelet et un fort pourcentage de barytine avec présence fréquente de galène dans le remplissage. Il en existe d'autres entre Beaujeu et Villefranche.

Dans le plateau lyonnais, à une quinzaine de km à l'ouest de Lyon, on a exploité entre les deux guerres, à Pollionnay, deux veines parallèles nord-ouest - sud-est dans le gneiss. La puissance était de l'ordre de 1 m et le minerai très barytique. La fluorine se rencontre surtout d'ailleurs dans le Lyonnais comme élément subordonné des filons barytiques.

#### Autres régions du Massif Central.

En dehors des ensembles précédents, on rencontre isolément dans le Massif Central quelques gîtes fluorés. Le plus important semble être celui de Saint-Laurent les Bains (Ardèche), à 8 km de La Bastide et à une cinquantaine de km au sud-est de Barlet. Il s'agit d'une cassure nord-ouest au contact gneiss-micaschiste. Le filon a été reconnu sur une hauteur de 100 m et la minéralisation semble devoir persister en aval pendage. La puissance est de l'ordre de 2 m. Le spath sableux sans baryte ni sulfures est facile à enrichir. Le gisement a fourni déjà 50 000 t de minerai métallurgique.

Beaucoup plus à l'ouest, dans le département de l'Aveyron, à une trentaine de km au nord-ouest de Rodez on travaille depuis une trentaine d'années le filon du Kaymar commune de Pruines, canton de Marcillac. Le spath fluor se présente au toit d'une formation d'hématite manganésifère. L'extraction a dû atteindre 50 000 t depuis le début.

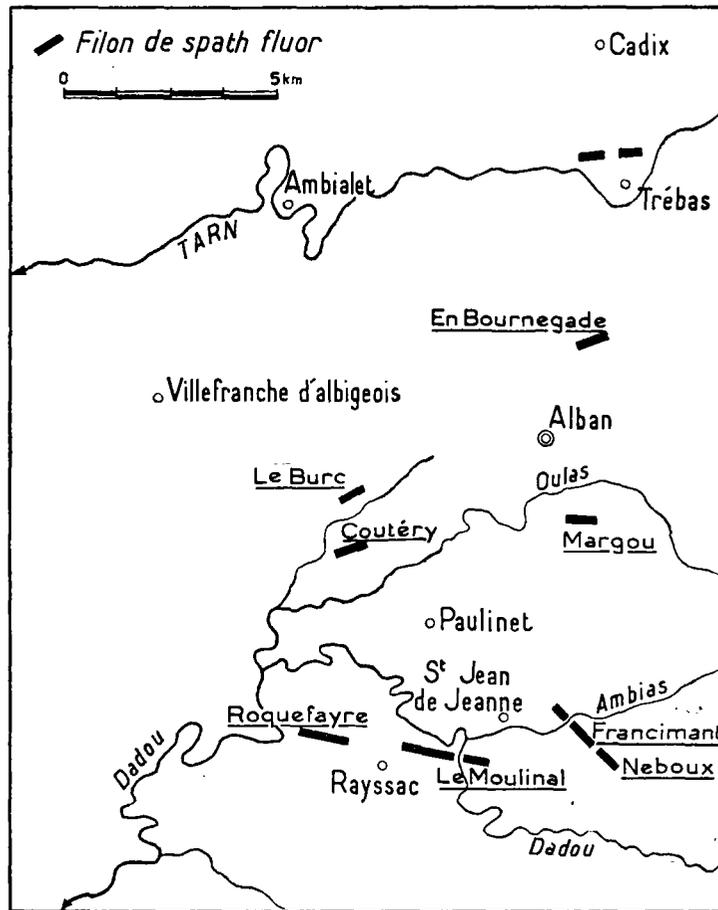
Nous retrouvons dans le même secteur à l'extrémité sud du grand Sillon houiller, les filons fluorés de Valzergues qui viennent se heurter contre le terrain houiller d'Aubin. Le gisement n'a pas encore été mis en valeur.

Sur le rebord nord-ouest du Massif Central, un nouveau gisement est travaillé depuis quelques années à Champotré sur le territoire de la commune de Crozant (Creuse), à environ 40 km au nord-ouest de Guéret. Une minéralisation fluorée a été rencontrée dans une zone de laminage, en bordure nord du batholite de Crozant, au contact des micaschistes. La zone de fracturation comporte un double système de cassures : une grande faille nord 10° ouest recoupée par plusieurs fractures moindres de direction nord 45° est. La grande ligne de fracture subméridienne est minéralisée en fluorine. La minéralisation a tendance à s'éparpiller dans les encaissants, les plus fortes concentrations, atteignant 6 m, semblent se localiser aux points de rencontre des deux systèmes de cassures. C'est un exemple typique de formation en chapelet. Dans les gros grains du chapelet, la fluorine est de belle qualité, de teinte sombre, affectant un mode de cristallisation en rognons très purs emballés dans des argiles de friction. Le gisement a fourni environ 12 000 t depuis 1953. Un peu plus à l'est enfin, le gisement plus barytique de Chaillac (Indre) est exploité depuis longtemps sur un échelle artisanale.

#### Tarn.

Les gisements du Tarn, de découverte récente (1944) présentent des caractères différents de ceux décrits dans le Massif Central. Ils ont pris rapidement une grande importance économique et viennent aujourd'hui en tête de la production française (32% en 1958).

Le district fluoré du Tarn se situe à une trentaine de km au sud-est d'Albi, dans les secteurs d'Alban et de Saint-Jean de Jeannes. Le pays appartient à l'Albigeois cristallin, ancienne pénéplaine assez monotone de micaschistes intensivement plissés en bordure de bassins houillers disloqués. Le soulèvement de la pénéplaine a provoqué l'enfoncement des cours d'eau (Tarn, Dadou et ses affluents Oulas, Ambias) qui entaillent profondément le plateau schisteux. De grosses lentilles de dolérite se rencontrent au sein des micaschistes.



District fluoré du Tarn.

La région est essentiellement caractérisée par l'existence de gros dykes de quartz de direction est-ouest, faisant saillie et que l'on a pu suivre sur plusieurs km, ils sont surtout bien visibles sur le flanc des vallées. Les filons de fluorine se localisent au toit des dykes de quartz. Ces filons très redressés (70° nord) offrent un remplissage de fluorine assez peu colorée, très pure, légèrement siliceuse, peu ou pas barytique sur des épaisseurs pouvant atteindre 5 et 6 m dans la zone des affleurements. Fait essentiel, distinguant les gîtes du Tarn de ceux du Massif Central, la fluorine contient normalement des mouches de chalcopryrite et des inclusions de sidérite, dont l'importance augmente en profondeur en même temps que l'on constate une double chute de la puissance et de la qualité du minerai. La

minéralisation cuivreuse prend de l'importance en profondeur, où elle a été l'objet d'anciens travaux miniers excessivement importants, dont l'origine remonte à l'époque gallo-romaine. Il semble que l'on doive normalement passer en profondeur à une minéralisation sulfurée dans une gangue de carbonates.

La tectonique est-ouest qui affecte les bassins houillers encadrant la région (Carmaux, Albi, Réalmont) paraît bien être pareillement responsable de la mise en place des filons. Les venues fluorées du Tarn se rapporteraient alors à la même phase tardi-hercynienne que les gîtes essentiellement fluorés du Massif Central.

La minéralisation fluorée est surtout dense autour de Saint-Jean de Jeannes. Le gisement du Moulinal recoupé par la vallée du Dadou, paraît le plus important. Il compte, au toit d'un gros dyke quartzeux, quatre filons de spath fluor qui se relayent. Le faisceau filonien, suivi en surface sur 1 500 m a été tracé sur 850 m à l'ouest du Dadou et reconnu sur une hauteur de 100 m, dont 30 m en aval pendage. Des épanouissements atteignant 7 et 8 m dans la zone des affleurements peuvent être exploités à ciel ouvert. Le secteur est resté à reconnaître.

Le faisceau du Moulinal semble se prolonger en direction ouest par le gisement de Roquefayre qui atteint 8 m de puissance sur le plateau de Rayssac, où plusieurs milliers de tonnes ont déjà été extraites en carrière. On serait alors en présence d'une formation dépassant 4 km de longueur.

A 3 km à l'est de Saint-Jean de Jeannes, une grosse émergence de 8 m de spath est encore visible au toit d'un filon de quartz qui recoupe la vallée de l'Ambias. C'est l'alignement de Francimant, prolongé au sud par l'affleurement de Neboux, l'ensemble ayant 1 000 m d'allongement avec 200 m d'amont pendage et une direction aberrante nord-ouest - sud-est.

Au nord de Paulinet, plusieurs affleurements d'importance moindre sont connus (Margou, Le Burc, Coutéry). Du cuivre natif a été trouvé dans le filon de Coutéry avec une assez forte proportion de chalcoppyrite et de sidérite manganésifère. Le filon du Burc offre, à 25 m de la surface, 4 m de belle fluorine.

Les filons s'appauvrissent en s'éloignant vers le nord. Les deux formations parallèles d'En Bournegade ont été exploitées à 2 km au nord d'Alban, aux épontes d'un dyke quartzeux est-ouest.

Plus au nord encore, un alignement fluoré de 2 km est connu au-delà de la vallée du Tarn. Les travaux les plus importants se situent au quartier de La Girardié, à 1 km au nord-est du village de Trébas. La formation a été retrouvée, en direction ouest, dans les vallées de Requista et de Cadix. Les schistes encaissants sont très plissés et la fracture affectée de nombreux rejets; le minerai contient de la baryte avec un peu de galène et des mouches de minerais cuivreux.

L'ensemble a dû produire environ 150 000 t depuis 1944. Les travaux les plus importants sont faits dans le secteur de Saint-Jean de Jeannes. Le Moulinal a produit à lui seul 80 000 t, les réserves sont importantes.

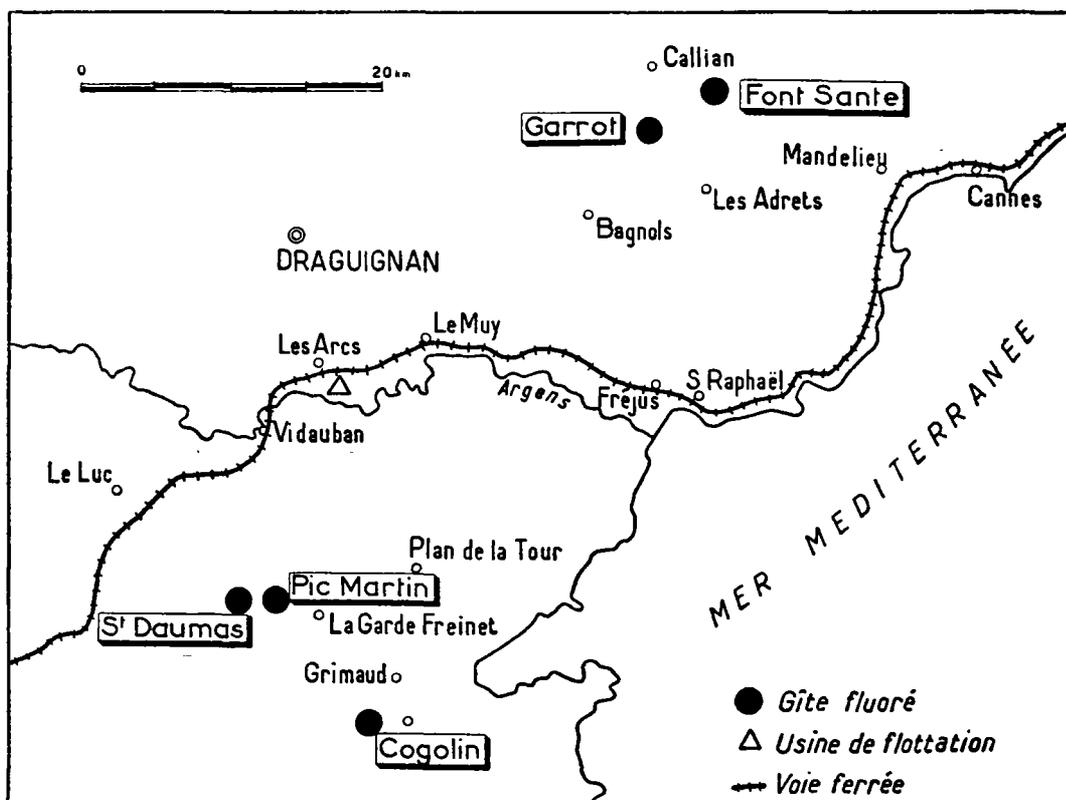
### **Var.**

Le district fluoré du Var compte un grand nombre de filons inclus dans le socle cristallophylien sur le littoral méditerranéen. Ces filons sont de type essentiellement fluoré à l'est, dans le massif de l'Estérel, et passent à l'ouest à des formations plombifères à gangue fluorée dans le massif des Maures.

La concentration la plus importante est celle de Font Sante, sur le versant méridional du massif de Tanneron, dans l'Estérel, à une vingtaine de km au nord de Saint-Raphaël. Le gîte comporte une dizaine de filons est-ouest fortement redressés, affectés de nombreux rejets nord-sud. On attribue un âge permien aux cassures qui auraient été ultérieurement influencées par des rejeux pyrénéens, la minéralisation étant encore d'origine tardi-hercynienne.

Le champ filonien s'étend sur 1 800 m du nord au sud et sur 750 m de l'est à l'ouest. Les filons s'échelonnent sur une hauteur de 130 m avec une longueur d'allongement pouvant atteindre 450 m. La puissance moyenne est de 1 m avec épanouissements locaux atteignant 5 m. Les filons se retrouvent en profondeur avec leurs caractéristiques des niveaux supérieurs. Le remplissage est de fluorine assez pure avec de la silice et de la barytine et une certaine proportion de sellaïte (fluorure de magnésium), les sulfures (galène, pyrite) ne constituent qu'un accessoire minéralogique de certains filons.

Après avoir été primitivement exploité à flanc de côteau dans la zone des affleurements, le gîte est aujourd'hui reconnu en aval pendage. Il a dû être extrait depuis le début environ 200 000 t, dont la moitié par les premiers exploitants. Les réserves sont importantes. Le gisement était destiné à prendre la relève du Barlet (Haute-Loire), mais il est vraisemblable que la mise en exploitation du gisement très important de l'Escaro dans les Pyrénées entraînera la mise en réserve de Font Sante. Le gisement de Garrot, situé à 6 k ouest



District fluoré du Var.

sud-ouest de Font Sante est parallèlement constitué de filons de fluorine dont certains sont situés dans la grande faille nord-sud qui met en contact le socle cristallophyllien et le carbonifère du bassin du Reyran, où la houille a été exploitée dans les vieilles mines de Boson. Nous retrouvons une fois de plus l'association d'un gisement de fluorine et d'un bassin houiller stéphanien.

Le filon central du Garrot a été travaillé en aval pendage. La faille a été prospectée sur une longueur de 4 km et des minéralisations fluorées atteignant 3 m de puissance ont été mises à jour. Le secteur du Garrot a dû produire environ 100 000 t antérieurement à 1940.

Le massif des Maures apparaît comme un autre point de concentration des filons fluorés. Les terrains sont constitués essentiellement par les gneiss avec quelques intercalations de micaschistes et quelques injections de granite et de lamprophyre. Les cassures de direction est-ouest semblent encore en rapport avec les mouvements permien. Comme dans l'Estérel, les filons sont recoupés par de nombreuses failles nord-sud. La minéralisation comporte toujours une proportion notable de barytine et les sulfures (galène, blende) ne sont jamais absents. Plusieurs des filons fluorés du secteur ont même été exploités pour le plomb qui a donné lieu à l'institution de plusieurs concessions.

Un premier ensemble filonien se rencontre dans le secteur de La Garde-Freinet, à une vingtaine de km au sud de la gare des Arcs. Deux filons fluoro-barytiques (filon « Christian » et filon « Joseph ») sont travaillés en aval pendage dans la concession de Pic Martin. Le filon sud (filon « Joseph ») atteint 4 m de puissance. Le spath contient une assez forte proportion de galène (avec blende). Le filon a été tracé sur 300 m à 50 m de la surface. Les filons se poursuivent dans la concession voisine de Saint Daumas.

Dans le même secteur, le filon très barytique du ravin Caoïd a été reconnu sur une hauteur de 200 m avec un allongement de 500 m.

Une usine de flottation a été construite au bord de l'Argens, près de la gare des Arcs. Cette usine, très bien équipée, permet la séparation des éléments constituant des minerais (silice, barytine, calcite, blende et galène), les sulfures récupérés sont marchands.

Plus au sud, il existe un autre groupe de filons fluorés analogues à l'ouest du village de Cogolin. Le filon Courchet est connu en surface sur une longueur de 2 km. On remarque qu'en allant du nord au sud l'importance de la fluorine diminue au profit des sulfures.

D'autres filons d'importance très inégale sont encore connus. L'ensemble représente très vraisemblablement un tonnage important de spath fluor. Les minerais sont toujours barytiques et sulfurés, mais la région dispose d'un excellent atelier de concentration dans une situation géographique excellente à proximité d'un port d'embarquement.

### **Autres régions du Territoire.**

#### **Vosges.**

Le spath fluor a été signalé en maintes localités de la région vosgienne et plus spécialement dans les Vosges méridionales. Il s'agit beaucoup plus de filons métallifères à gangue fluorée que de filons essentiellement fluorés, ce qui n'a pas permis à la région, malgré sa proximité des grandes usines métallurgiques de l'Est, de devenir un centre producteur de spath fluor.

Le gisement le plus important est celui du Val d'Ajol, non loin de Plombières, à une trentaine de km au sud d'Epinal. Il s'agit de deux filons est-ouest situés dans la vallée

des Roches au lieu dit Bas d'Hérival, dans la zone de contact granite permien, au nord d'une grande cassure soulignée par un énorme dyke de quartz, visible sur 2 km et atteignant 60 m de puissance. Les filons sont puissants, mais le remplissage est surtout barytique et siliceux.

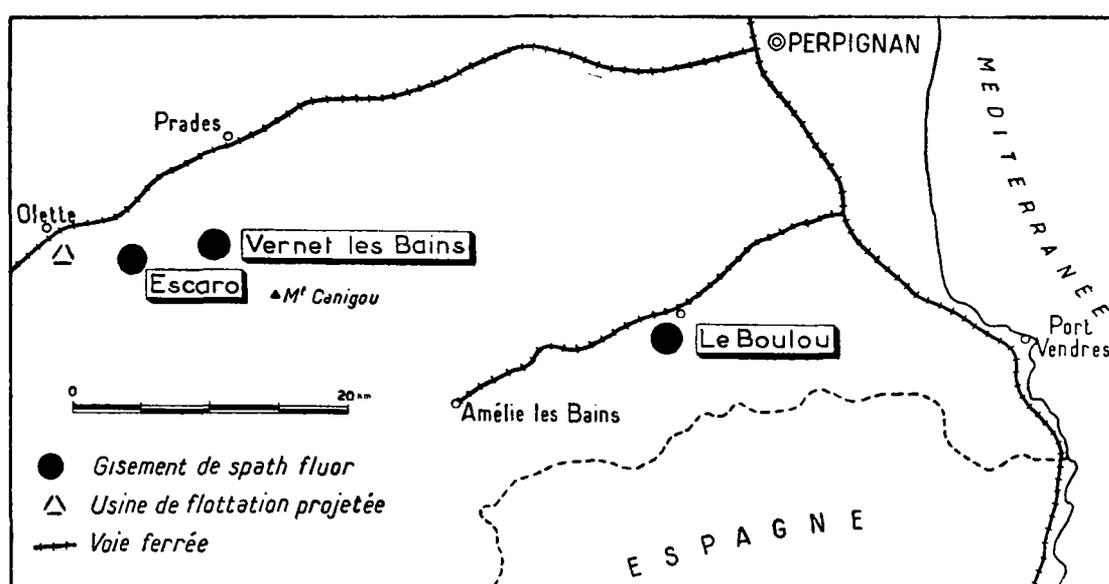
#### Ardennes.

Une minéralisation d'un type très particulier existe à la frontière belge, à 4 km au sud-ouest de Givet, sur le territoire de la commune de Foisches.

Le gîte consiste en imprégnations et en poches de substitution de fluorine dans les calcaires bleus du givétien près du contact des schistes frasniens. Les lentilles qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>, ne présentent aucune continuité. Il s'y rencontre des nodules d'une variété de fluorine très pure remarquable par ses belles colorations vertes et améthyste que l'on utilise dans l'ornementation. Le gisement a dû fournir 10 000 t de produits marchands depuis 1930.

#### Pyrénées.

Très récemment (1955), un gîte fluoré excessivement important a été reconnu dans les Pyrénées-Orientales, sur les contreforts du massif du Canigou, dans la concession d'Escaro nord, à une vingtaine de km au sud-ouest de Prades. Il existe autour du massif du Canigou, de nombreux amas irréguliers d'hématite manganésifère passant en profondeur à la sidérite dans des schistes primaires disloqués par les plissements pyrénéens. L'institution de la concession d'Escaro nord remonte à une centaine d'années ; l'actuel concessionnaire y exploite une formation ferrugineuse d'orientation générale est-ouest avec un pendage de 45° vers le sud. Les travaux miniers pour l'exploitation du minerai de fer ont mis en évidence l'existence d'une formation prise longtemps pour de la silice au mur de la formation ferrugineuse. Il s'agit, en réalité, d'une variété tout à fait inhabituelle de spath fluor, souillée par les oxydes de fer, en partie pulvérulente, contenant 60 à 70% de CaF<sub>2</sub> avec 20 à 25% d'oxydes de fer et 5 à 10% de SiO<sub>2</sub>, dépourvue de barytes avec quelques traces de



District fluoré des Pyrénées.

galène. La formation qui atteint 40 m de puissance a été retrouvée en des points extrêmes distants de 750 m avec un amont pendage de 200 m. La continuité de la minéralisation fluorée n'est pas encore démontrée sur toute l'étendue du gisement, mais l'importance des tonnages reconnus avec certitude place déjà le gîte de l'Escaro au rang des plus grandes concentrations de spath fluor qui existent actuellement dans le monde.

Une formation du même type a été retrouvée à Vernet-les-Bains, à une dizaine de km à l'est d'Escaro. La construction d'une importante usine de flottation est prévue à Olette au bord de la Têt. La production envisagée doit pouvoir satisfaire tous les besoins de l'industrie chimique française en spath acide flotté et même laisser un excédent disponible pour l'exportation.

Il existe quelques gisements d'importance bien moindre plus près de la côte, celui du Boulou est actuellement travaillé pour l'obtention de spath métallurgique.

#### IV - Comparaison avec les principaux gisements mondiaux.

Si l'on excepte les gisements du Tarn, de découverte récente et les gisements pyrénéens, non encore mis en valeur, les ressources de la France en spath fluor ont été caractérisées jusqu'à présent par le développement vraiment exceptionnel que prennent les filons essentiellement fluorés dans le Massif Central. Nous avons retrouvé le même type de minéralisation en France dans le massif de l'Estérel.

Hors de France, des formations tout à fait proches sont connues et plus particulièrement en Bavière dans le Haut Palatinat (Oberpfalz) où il existe, non loin de la frontière tchécoslovaque, un ensemble tout à fait remarquable de filons essentiellement fluorés intensivement travaillés pour l'extraction du spath fluor. Un faisceau de filons fluorés s'allonge parallèlement à un gros dyke de quartz nord-ouest - sud-est dans un massif de granite, en bordure d'un bassin permien. La traînée fluorée, qui atteint une dizaine de km de longueur, se développe au sud de la localité de Nabburg (80 km est Nuremberg), de part et d'autre de la vallée de la Naab, affluent du Haut Danube. La puissance moyenne des fractures qui sont très franches est de 1 m, mais des épanouissements locaux atteignent 8 et 10 m. Le remplissage est, tout comme dans le Massif Central, de fluorine très pure avec une certaine proportion de silice et de baryte. Très localement (Wölsendorf), une fluorine noire du type antozonite se rencontre, comme dans le Morvan, en association avec des minerais d'uranium. La minéralisation ne présente pas de changement notable à 200 m de la surface. La capacité de production de l'ensemble est de 120 000 t/an. Les réserves sont vraisemblablement importantes.

En Amérique du Nord, un autre ensemble de filons du type « essentiellement fluoré », d'une très grande importance économique existe encore dans un batholite de granite, dans la presqu'île de Burin, sur la côte sud de l'Île de Terre-Neuve à proximité du petit port de Saint-Lawrence.

Un champ filonien extrêmement important comporte une trentaine de filons sur une superficie de moins de 100 ha. Aux éléments habituels du remplissage (fluorine, silice, baryte) s'ajoute un pourcentage assez important (10%) de calcite, les sulfures étant très peu importants. Certaines veines ont été tracées sur plus de 2 000 m et le fond des travaux est à 300 m de la surface. La puissance moyenne est de l'ordre de 1 m, mais peut atteindre des valeurs absolument exceptionnelles (22 m). On ne prévoit pas de changement important dans la minéralisation avant 500 m de profondeur. Le gisement de Saint-Lawrence est peut-être actuellement le plus important connu dans le monde. Il en a été extrait 1 100 000 t depuis 1933, dont 660 000 t pendant la période 1950-1956.

En dehors des « filons essentiellement fluorés », les filons plombifères à gangue de fluorine prédominante, représentés en France dans le massif des Maures, se retrouvent en de nombreuses autres contrées. Un exemple typique et à la fois très important se trouve en Lombardie dans le Valle Trompia, à une trentaine de km au nord de Brescia. Il s'agit du filon de la mine Torgola, de direction nord - nord-ouest, encaissé dans une porphyrite. La cassure est connue sur une longueur de 1 000 m et sur une hauteur de 200 m avec une puissance utile de 8 m. Le remplissage est nettement concrétionné et comporte une succession de bandes de fluorine de teinte claire, de silice et de calcite avec une proportion importante de blende et de galène. La blende remplace la galène en profondeur. La mine Torgola a une capacité de production de 6 000 - 8 000 t/mois de spath acide flotté.

Un autre bon exemple de formation plombifère fluorée est fourni par la mine Osor, dans la province de Gerona (Espagne) au nord-est de Barcelone et à 60 km du petit port méditerranéen de San Feliu de Guixols. Le filon est-ouest a été tracé sur 500 m, le fond actuel des travaux étant à 210 m de la surface. La puissance atteint localement 10 m et le minerai contient 3 à 5% de blende et 2% de galène, avec silice, calcite et barytine (55 à 60% de  $\text{CaF}_2$ ).

D'autres formations fluorées plombifères se rencontrent encore dans la chaîne Pennine au nord de la Grande Bretagne (district de Weardale, comté de Durham).

Les gîtes français des Pyrénées, encore incomplètement étudiés se rattacheront vraisemblablement à la catégorie des gîtes d'imprégnation ou de remplacement dans des assises sédimentaires qui sont économiquement les plus importants connus. Ceci nous amène à dire quelques mots du district Illinois-Kentucky aux U.S.A., qui représentait encore à lui seul 22% de la production mondiale en 1951.

La zone fluorée se situe de part et d'autre de l'Ohio, dans les comtés de Hardin (Illinois) et de Crittenden (Kentucky). Ils sont inclus dans une série gréso-calcaire (mississipien) avec quelques intrusions de péridotite. L'ensemble est coupé de failles nord-est - sud-ouest. Les gisements sont de deux sortes : filons dans des failles ou bien amas stratoides dans des bancs calcaires, souvent au mur de niveaux schisteux. La tectonique est post-carbonifère et l'on donne un âge crétacé aux minéralisations fluorées. Les filons ont été les plus productifs dans le district de Rosiclare, comté de Hardin (Illinois). La minéralisation rubanée comporte fluorine, calcite, quartz et barytine avec quelques sulfures (galène, blende). La calcite a tendance à remplacer la fluorine en profondeur. Les cassures atteignent plusieurs centaines de mètres de développement avec des puissances pouvant dépasser 8 et 10 m, le point le plus bas des travaux est à 300 m de la surface.

Les gîtes de remplacement sont surtout développés dans le district de Cave in Rock (Illinois) qui a fourni à lui seul 22% du tonnage total extrait de l'Illinois entre 1880 et 1947. En se basant sur la présence d'inclusions de pétrole dans la fluorine, on a pu conclure à une température de formation inférieure à 200° C.

Des gîtes du même type se rencontrent, mais sur une échelle moindre, en Grande-Bretagne dans le Derbyshire, dans des calcaires carbonifères avec intercalations de basalte. D'autres sont connus en Espagne, dans le Trias des Asturies.

Les gîtes les plus productifs du Mexique appartiennent encore aux gisements de remplacement dans des calcaires crétacés, en relation avec des intrusions rhyolitiques. Le district de Mariposa dans l'état de Coahuila, en bordure du Texas offre quelque ressemblance avec celui de Cave in Rock (Illinois).

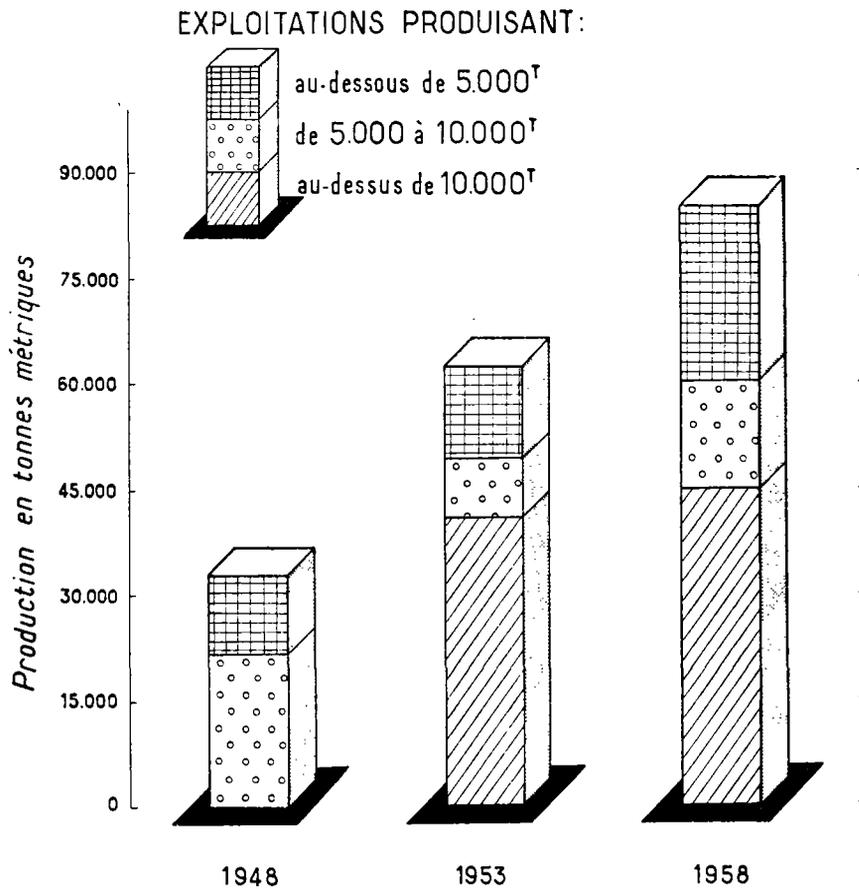
Les grands gisements soviétiques d'Amderma, au bord de la mer de Kara, et d'Aurakhmat en Asie Centrale, sont encore du même type dans des calcaires paléozoïques.

TROISIÈME PARTIE

ÉTUDE ÉCONOMIQUE

I - L'exploitation du spath fluor en France.

On comptait en France, au 1<sup>er</sup> janvier 1959, vingt-quatre exploitations de spath fluor ayant produit 84 000 tonnes en 1958. Ces exploitations sont d'importance très inégale. On peut schématiser comme suit la répartition de la production.



## PRODUCTION DE SPATH FLUOR EN FRANCE EN 1958

Caractères des exploitations.

Exploitations	Nombre	Production
Ayant produit plus de 10 000 t . . . .	3	45 000 t
Ayant produit de 5 000 à 10 000 t . .	2	15 000 t
Ayant produit moins de 5 000 t . . . .	19	24 000 t
Total . . . .	24	84 000 t

Il ressort de ce tableau qu'en dehors de trois sièges d'extraction équipés vraiment industriellement, appartenant à des sociétés importantes et totalisant 53% de la production, la majorité des chantiers sont de caractère quasi artisanal, employant une main-d'œuvre restreinte. C'est là un des caractères essentiels de l'industrie extractive du spath fluor en France.

Il convient d'ajouter que le nombre des sièges en activité est éminemment variable. En dehors de quelques affaires traditionnelles de caractère stable (6 exploitations seulement sur les 24 citées plus haut sont en activité permanente depuis 1939) ; il existe maints petits chantiers travaillés de manière épisodique en fonction des fluctuations du marché. On compte parmi les exploitations existantes :

2 exploitations employant plus de	50 ouvriers
19 — — — moins de	30 —
5 — — —	20 —

L'ensemble doit employer environ 400 personnes (y compris le personnel des ateliers de concentration des minerais et les employés), encore convient-il de préciser que, sur ce chiffre de 400, le nombre des ouvriers qualifiés (mineurs) ne doit guère excéder 60, le plus fort pourcentage de la main-d'œuvre comprenant des manœuvres occupés à la manutention des produits extraits. Cette remarque constitue le second trait caractéristique de l'industrie française du spath fluor.

La pureté des minerais extraits des « filons essentiellement fluorés » permet dans bien des cas d'obtenir du spath métallurgique marchand pratiquement sans traitement préalable. En fait, la plupart des exploitations artisanales peuvent se contenter d'une petite installation de débourbage et de triage à main, ou au maximum d'un petit atelier de concentration gravimétrique. Il n'existe que trois centres d'extraction dotés d'un atelier moderne de flottation pour l'obtention de spath flotté de qualité acide.

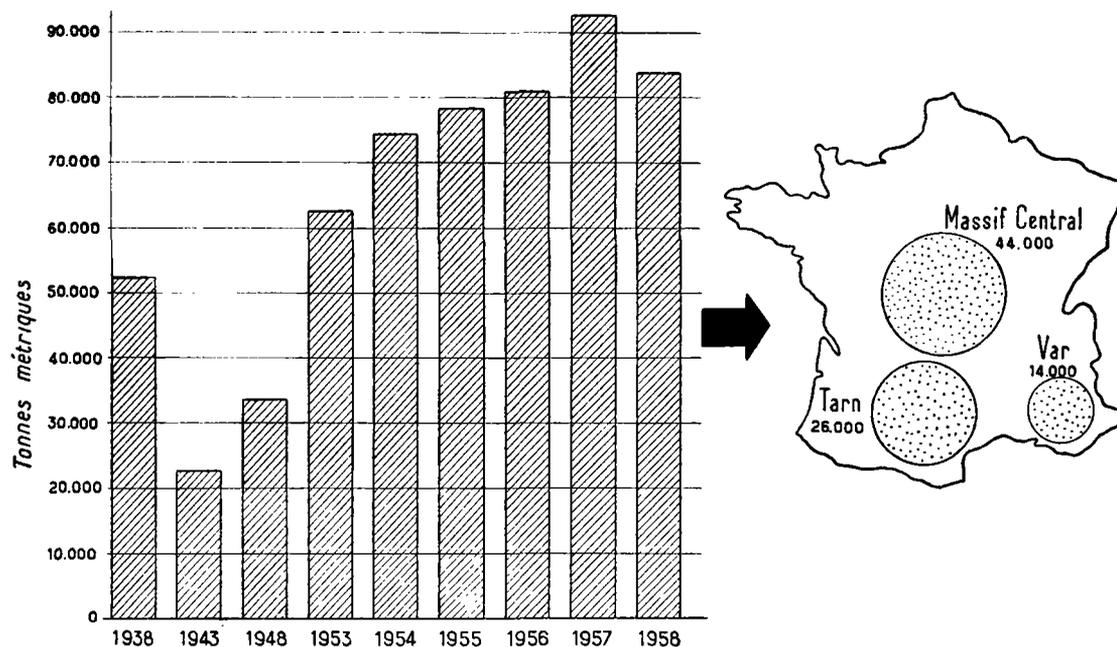
En 1958, pour une production de 84 000 t de spath fluor, les livraisons françaises se sont ainsi réparties :

33 000 t à l'industrie chimique, soit	51%
32 000 t à la métallurgie, soit	49%

Dernier caractère distinctif de cette industrie très particulière, la quasi totalité du spath destiné à l'industrie chimique provient de gisements appartenant en propre à des sociétés qui ne les exploitent que pour alimenter leurs usines. Au contraire, la majeure partie du spath métallurgique est livré par les petits et moyens exploitants.

**Régime.**

En France, le spath fluor a été classé par la loi des mines du 21 avril 1810 dans la catégorie des « carrières », comme les autres gangues pierreuses qui n'avaient pratiquement pas d'emplois à l'époque. De nos jours, un accroissement excessivement rapide des besoins — l'extraction du spath fluor a décuplé depuis le début du siècle — confère un



Production française de spath fluor.

intérêt tout particulier à la recherche et à la mise en valeur des gisements de cette substance. C'est pourquoi la Direction des mines a envisagé de faire passer le spath fluor dans la classe des « mines ». Une enquête a été récemment ouverte sur l'ensemble du territoire en vue de la réalisation de ce projet.

**Etude économique des centres de production.**

La description des gisements français de spath fluor nous a montré que les centres de production étaient actuellement le Massif Central, le Tarn et le Var. Le Massif Central est demeuré pendant longtemps largement en tête de la production, mais le développement excessivement rapide des exploitations nouvelles du Tarn et la progression du Var viennent rapidement diminuer la part qui lui revient dans la production française (45% en 1958 contre 75% en 1950). Le déclin du Massif Central est surtout dû à l'épuisement prochain du gisement traditionnel du Barlet, qui fait que le département de la Haute-Loire n'intervient plus que pour 15% dans la production française en 1958 contre 44% en 1950. Le Puy-de-Dôme maintient sa production aux environs de 1 000 t/mois et il en va de même de l'ensemble des autres producteurs du Massif Central (Saône-et-Loire, Creuse, Aveyron, Ardèche).

L'ampleur des formations fluorées du secteur de Saint-Jean de Jeannes a fait monter en flèche la production du Tarn, passant de 4 500 t en 1950 à 26 000 t en 1958. Le Var, qui fut un gros producteur entre les deux guerres, devant même la Haute-Loire, voit sa part augmenter avec la mise en valeur récente du secteur des Arcs dans le massif des Maures.

#### PRODUCTION FRANÇAISE PAR DÉPARTEMENT

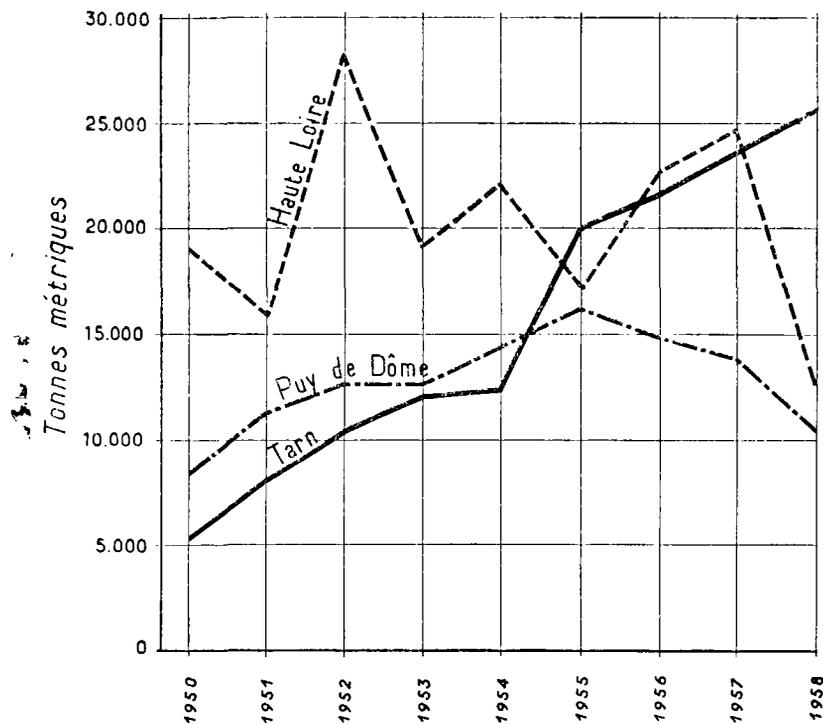
	Pourcentages		
	1939	1950	1958
Haute-Loire . . . . .	24 %	44 %	15 %
Puy-de-Dôme . . . . .	8 %	20 %	15,5 %
Tarn . . . . .	—	14 %	31 %
Var . . . . .	41 %	12 %	17 %

Tout porte à croire que dans les années à venir, le Tarn et le Puy-de-Dôme conserveront leur activité présente pendant que se consommera en une dizaine d'années l'épuisement du secteur du Barlet. Le Var risque de voir sa production augmenter en attendant la mise en valeur du gisement de l'Escaro dans les Pyrénées qui viendra sensiblement modifier le schéma actuel de la production.

La production française a été essentiellement dominée depuis une vingtaine d'années par la prédominance du gîte exceptionnel du Barlet qui a fourni à lui seul 30% de la production de 1939 à 1958. Les caractéristiques exceptionnelles du gisement (puissance atteignant 18 m, présence de silice comme seule impureté notable du gisement) en ont facilité la mise en valeur intensive. Il a été construit un important atelier de flottation, capable de traiter du minerai à partir de 50 % de  $\text{CaF}_2$  à raison de 120 t/j. L'usine a été récemment complétée par une installation de séchage pour le spath flotté qui peut être maintenant expédié sec dans des wagons-silo directement aux fabriques de dérivés fluorés de la société. Il existe également un atelier de pulvérisation. Le secteur est donc pourvu d'un excellent atelier de concentration qui pourra fort bien, après épuisement du Barlet, continuer à flotter les minerais de diverses autres provenances comme il a commencé à le faire déjà depuis que la production de la mine a diminué.

Le centre producteur du Puy-de-Dôme comprend essentiellement aujourd'hui le filon de Beix, exploité par puits et galeries. L'extraction a lieu par le puits Saint-Jean. Le filon est en cours de traçage au niveau — 145 mais le fonçage des puits est prévu jusqu'à la cote — 180. Des recherches sont également prévues latéralement, au-delà des limites connues de la lentille, la minéralisation fluorée n'ayant été encore épuisée à aucun niveau. La pureté du minerai permet d'obtenir par simple triage du spath marchand à 90 - 95% de  $\text{CaF}_2$ . Au niveau — 145, le filon est moins beau, mais la minéralisation persiste avec ses mêmes caractéristiques que dans les étages supérieurs. Le siège du Beix comporte également un atelier de pulvérisation fournissant deux qualités à 92 - 95% et 98% de  $\text{CaF}_2$ .

Les autres affaires du Massif Central conservent un caractère plutôt artisanal, le prototype en étant la carrière de Voltennes (Saône-et-Loire) qui produit régulièrement 200 à 250 t/mois de spath métallurgique.



Evolution de la production du spath fluor dans les départements de la Haute-Loire, du Puy-de-Dôme et du Tarn (France).

Le secteur du Tarn comprend surtout les exploitations de Saint-Jean de Jeanne qui expédient actuellement 1 500 t/mois de minerai à 70 - 80% de  $\text{CaF}_2$ , les produits à 50% étant stockés sur place en vue d'un traitement ultérieur. Les minerais destinés aux fabrications sont enrichis dans un atelier de flottation situé à Pierre Bénite, un peu en aval de Lyon, sur la rive droite du Rhône.

Dans le Var, les formations à baryte et à sulfures des Maures sont encore insuffisamment connues, mais paraissent importantes du fait de la multiplicité des filons. Et le secteur dispose maintenant aux Arcs, tout près de la côte, d'une excellente usine de flottation bien équipée pour le traitement des minerais complexes du secteur, rappelant fort ceux de la mine lombarde de Torgola et de la mine espagnole d'Osor.

Depuis une dizaine d'années, se poursuivait le découpage en aval pendage du gîte de Font Sante (Estérel) en vue de son exploitation ultérieure intensive. Le programme comportait la construction d'une usine de flottation. L'ensemble étant destiné à prendre la relève du Barlet. Or, la décision prise récemment de mettre en valeur le gisement de l'Escaro (Pyrénées-Orientales) aura vraisemblablement pour premier résultat la mise en sommeil de Font Sante. La production de l'usine de flottation prévue dans les Pyrénées doit être suffisante en effet pour approvisionner en spath flotté toutes les usines françaises de produits fluorés et peut-être même encore alimenter dans une certaine mesure un marché exportation.

**Le problème des réserves.**

Il semble difficile de chiffrer avec quelque précision l'importance de nos réserves en spath fluor, tout au plus peut-on prétendre en définir l'ordre de grandeur. Une remarque s'impose a priori : hormis des cas tout à fait exceptionnels (Barlet, le Beix, Voltennes), les gisements filoniens de par même leur caractère éminemment lenticulaire ne peuvent guère isolément correspondre qu'à des tonnages assez restreints. Les plus petits gisements contiendront 15 000 à 50 000 t, les plus importants de 100 000 à 200 000 t et les très importants plus de 200 000 t. Le filon principal du Barlet, qui a fourni à lui seul 250 000 t doit être considéré comme un cas absolument exceptionnel, de même que le filon du Beix (230 000 t) et le grand filon de Voltennes (200 000 t).

Il en va tout autrement des gisements de remplacement qui sont à une échelle tout autre et peuvent renfermer individuellement plus de 500 000 t. C'est précisément le cas du gîte pyrénéen de l'Escaro, dont la découverte est venue très sensiblement majorer le montant de nos réserves.

Compte tenu des données les plus récentes, on peut estimer les réserves françaises à un total de 3 M t de minerais à une teneur moyenne de 70% de  $\text{CaF}_2$ ; dans bien des gisements (filons essentiellement fluorés) le pourcentage moyen en  $\text{CaF}_2$  est plus près de 80% mais le taux de 70% exprimé tient compte de la teneur relativement basse des spath ferrugineux des Pyrénées.

**II - Le marché du spath fluor. Evolution de la consommation.**

A la veille de la seconde guerre mondiale, avec une production sensiblement du même ordre qu'actuellement (63 000 t en 1939) et des besoins bien moindres, la France exportait près de la moitié de sa production (47% en 1938) principalement aux U.S.A. Ce commerce extérieur était surtout alimenté par les carrières de l'Estérel (Font Sante et Garrot) jouissant seules d'une situation géographique favorable à proximité de la côte. Les exportations devaient cesser pendant la guerre et la production tomber en flèche (moins de 15 000 t en 1944).

Depuis la guerre, le relèvement assez lent de notre production qui ne devait retrouver qu'en 1952 son rythme de 1939 et l'expansion rapide de nos industries de l'acier et de l'aluminium, qui ont respectivement doublé et triplé, ont fait que la totalité de la production a été pratiquement absorbée par nos usines. C'est là le trait fondamental de l'industrie française actuelle du spath fluor.

Le volume de nos exportations n'a pas excédé 4% de la production pour la période 1949-1958. Jusqu'à ces dernières années, les entrées de spath étranger étaient pratiquement nulles sur le territoire français. On note toutefois depuis peu, l'introduction d'un certain tonnage de spath allemand et surtout italien (au total 9 000 t pour les années 1957 et 1958, dont 7 000 t d'Italie). Dans le même temps il est vrai, nos exportations sont en hausse (4 878 t en 1958 contre 1 857 en 1957). Le volume total de nos échanges demeure malgré tout assez faible en 1958 (10 500 t) eu égard à notre production (84 000 t), la balance penchant légèrement du côté des importations (excédent de 8 000 t pour l'année 1958).

Les minerais d'importation ont surtout été consommés par l'industrie chimique et consistent principalement en spath flotté de provenance italienne (4 507 t en 1958 sur un total de 5 679 t importées). Les fournitures italiennes viennent des mines lombardes des provinces de Bergamo et de Brescia (Mineraria Préalpina). Ces exploitations équipées pour une production intensive de spath flotté livrent normalement aux U.S.A. et tout à fait

exceptionnellement à la grande industrie chimique française. Cette situation momentanée est due au déclin du gisement du Barlet en attendant le démarrage de l'Escaro, qui se trouve beaucoup mieux placé géographiquement que les gîtes de Lombardie pour approvisionner les centres de consommation du sud de la France. Ajoutons d'ailleurs que les importations italiennes ont cessé au début de 1959 et que l'usine de flottation des Arcs dans le Var fournit actuellement l'appoint aux usines de produits fluorés.

Le cours moyen de la qualité métallurgique (spath fluor en roches à 85% de  $\text{CaF}_2$ ) est passé par les valeurs suivantes au cours des vingt dernières années (prix à la tonne métrique, départ carrière) :

<u>année</u>	<u>cours</u>
1939	240 F (1)
1944	616 F
1947	2 450 F
1950	3 700 F
1952	5 100 F

Les prix, qui ont été mis en liberté en mai 1957, ont été majorés de 22% en février 1959, ce qui porte à 6 200 F (1) le cours actuel, départ carrière, hors taxes, du spath métallurgique. Il n'y a pratiquement pas de cours en France pour le spath flotté, du fait que les seuls consommateurs produisent dans leurs propres mines la quasi totalité de leurs besoins.

### III - Aperçu sur les ressources mondiales et plus spécialement sur celles de l'Europe Occidentale.

Les grands producteurs mondiaux : Etats-Unis, Mexique, Canada, bloc sino-soviétique.

La production mondiale, pour 1957, se décompose comme suit :

U.S.A. . . . .	298 000 t/m	
Mexique . . . . .	354 000 «	
Canada . . . . .	60 000 «	
République Fédér. allemande ..	140 000 «	
Allemagne Orientale . . . . .	80 000 «	(estimée)
Grande-Bretagne . . . . .	104 000 «	
France . . . . .	93 000 «	
Italie . . . . .	144 000 «	
Espagne . . . . .	80 000 «	
U.R.S.S. . . . .	100 000 «	(estimée)
Chine . . . . .	100 000 «	
Corée . . . . .	20 000 «	
Union Sud-Africaine . . . . .	32 000 «	
Total mondial (estimé) . . . . .	1 605 000 t/m	
Amérique . . . . .	44%	
Europe occidentale . . . . .	35%	
Bloc sino-soviétique . . . . .	19%	
Divers . . . . .	2%	
	<u>100%</u>	

(1) Tous les prix en « Francs » mentionnés dans cet ouvrage sont exprimés en « anciens Francs ».

La production mondiale a été pendant très longtemps largement dominée par la prédominance des U.S.A., mais on assiste aujourd'hui à une certaine régression de la production américaine qui ne représente plus pour la période 1954-1957 que 19% du total mondial contre 34% pour la période 1944-1953. Ce recul tient essentiellement au déclin des centres traditionnels de l'Illinois et du Kentucky que ne parvient pas à compenser le rendement pourtant en hausse des Etats de l'ouest (Montana). La production tend à se stabiliser autour de 300 000 t et ce chiffre ne semble pas devoir augmenter dans les années à venir attendu que les réserves à haute teneur s'épuisent plus vite que ne peuvent être reconstitués de nouveaux gîtes.

La montée en flèche de la production mexicaine est bien le fait le plus spectaculaire de l'après-guerre. Le Mexique arrive en tête des producteurs mondiaux en 1957 avec plus de 350 000 t battant les U.S.A. et l'Allemagne. Le développement de cette industrie, qui ne remonte qu'à une quinzaine d'années a été favorisé par la proximité des gîtes les plus importants de la frontière des U.S.A. D'importantes affaires américaines ont pris de grosses participations dans les mines mexicaines et l'état de Coahuila en bordure du Texas (district de Piedras Negras) est devenu un centre majeur de la production du spath fluor dans le monde. On compte plusieurs mines, pourvues d'installations modernes de concentration (milieu dense et flottation), deux d'entre elles produisent chacune plus de 50 000 t/an.

La quasi totalité de la production est exportée aux U.S.A. (350 000 t en 1957). Il est vraisemblable que le Mexique demeurera le premier fournisseur des U.S.A.

Le Canada n'est devenu un producteur important qu'avec la mise en valeur intensive des ressources de Terre-Neuve pendant la seconde guerre mondiale. Une très forte densité de gîtes fluorés font de la presqu'île de Burin, au sud de l'île, un des points de concentration du spath fluor les plus remarquablement connus dans le monde, dans une situation géographique hors de pair, à proximité du port de Saint Lawrence.

La production a été de l'ordre de 140 000 t en 1956. Une des deux sociétés exploitantes, la *Newfoundland Fluorspar Ltd*, filiale de l'*Aluminium Co of Canada*, a porté récemment à 100 000 t la capacité de ses installations. L'industrie canadienne de l'aluminium absorbe actuellement environ 80 000 t de spath fluor, le reste est exporté aux U.S.A. Les réserves de la presqu'île de Burin sont largement suffisantes pour faire face à l'expansion de l'industrie canadienne de l'aluminium (usines d'Arvida et de Kitimat).

Il ne semble pas que la production soviétique de spath fluor se soit développée au même rythme que l'industrie de l'acier et de l'aluminium. Le grand éloignement des gisements (Russie Septentrionale, Turkestan, Sibérie Orientale) des centres de consommation oblige vraisemblablement l'Union Soviétique à recourir de plus en plus largement aux ressources de ses satellites (Allemagne Orientale, Chine communiste, Corée du Nord). Or, on estime à environ 280 000 t la consommation de l'ensemble du bloc sino-soviétique en regard d'une production évaluée à 300 000 t mais il convient de préciser qu'une certaine fraction de la production chinoise, concentrée surtout dans les provinces côtières de Chantoung et de Tché-Kiang est exportée sur le Japon et que l'Allemagne Orientale livre du spath à la République Fédérale allemande. Enfin, les ressources en spath fluor des autres satellites européens (Bulgarie, Hongrie, Tchécoslovaquie) semblent des plus réduites. Un appel a été récemment lancé par le Ministre de la Géologie pour l'intensification des recherches de spath fluor sur l'ensemble du territoire de l'Union.

## Cas de l'Europe Occidentale.

Face au bloc américain qui représente 44% de la production mondiale en 1957, la part de l'Europe Occidentale ressort à 35%. Le tableau ci-dessous donne par le détail les productions comparées de l'Europe Occidentale et de l'Amérique pour les années 1939 et 1957.

## PRODUCTION COMPARÉE DE L'EUROPE OCCIDENTALE ET DE L'AMÉRIQUE EN t/m

Pays	1939	1957	% d'augmentation
République Fédérale allemande. . .	92 000 <sup>(1)</sup>	140 000	50 %
France . . . . .	63 000	93 000	50 %
Italie. . . . .	13 000	144 000	1 000 %
Grande-Bretagne . . . . .	39 000	104 000	250 %
Espagne . . . . .	8 000	80 000	1 000 %
Total Europe Occidentale . .	215 000	561 000	250 %
Amérique . . . . .	177 000	710 000	400 %
Monde . . . . .	580 000	1 600 000	275 %

(<sup>1</sup>) Bavière et Forêt Noire réunies.

L'augmentation de la production européenne est due surtout à la montée en flèche de l'Italie et de l'Espagne qui ont décuplé leur production tandis que la Grande-Bretagne n'a guère que doublé la sienne et l'Allemagne et la France assez peu développé la leur.

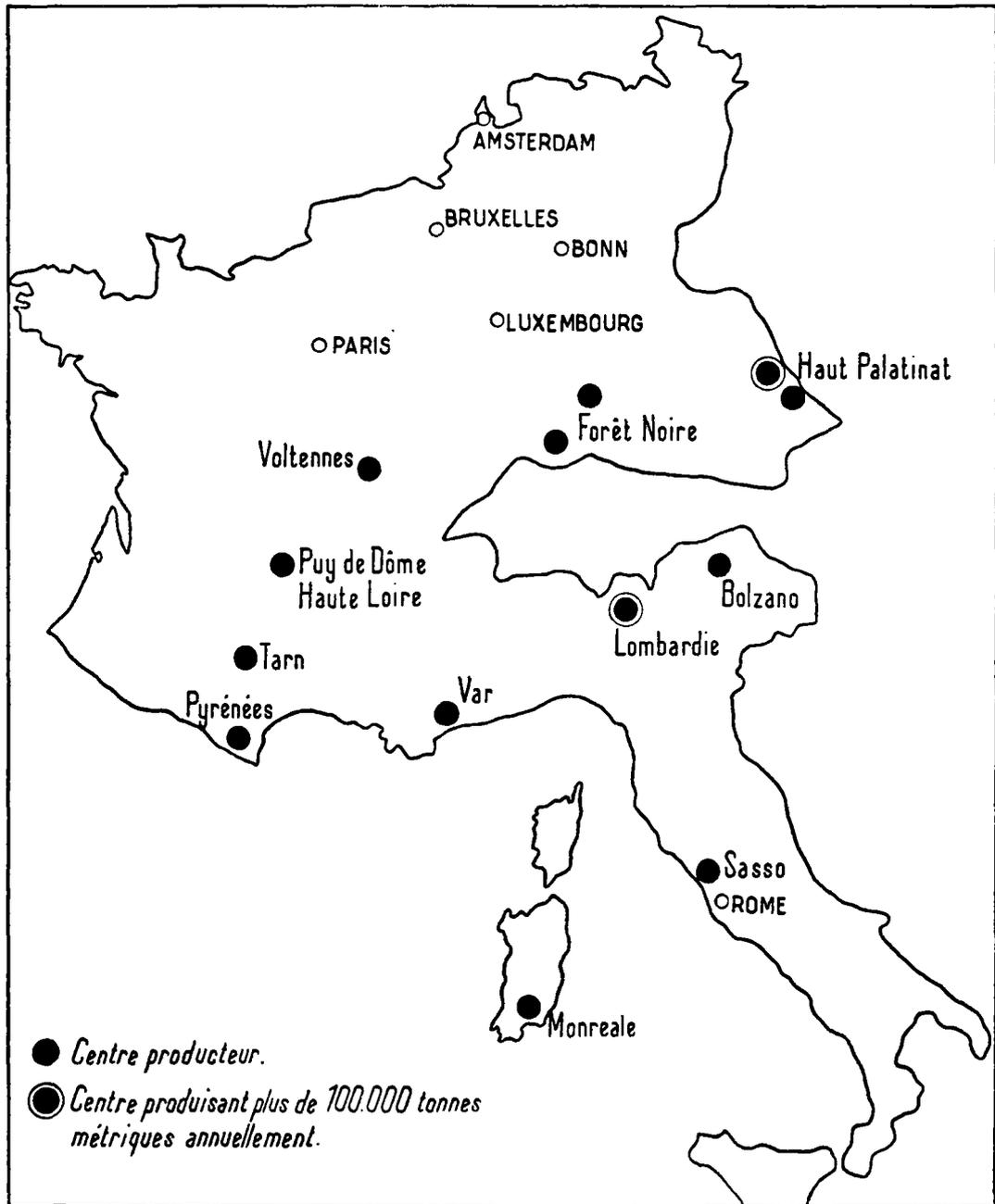
Le centre producteur le plus important d'Europe demeure le secteur de Wölsendorf, dans le Haut Palatinat bavarois, où une douzaine de mines emploient un millier de personnes pour produire plus de 100 000 t annuellement. La persistance de la minéralisation fluorée en profondeur et le beau développement des fractures garantissent l'avenir du secteur. Il existe trois ateliers de flottation bien équipés pour le traitement des minerais quartzo-fluoro-barytiques et une importante fabrique de fluor élémentaire.

La Bavière est suivie de près depuis peu par la Lombardie où la seule mine de Torgola, dans l'arrière pays de Brescia (Alpes bergamasques) fournit encore 80 000 t de spath acide. Les gisements moins importants de Sardaigne fournissent un appoint appréciable.

La Grande-Bretagne a développé ses gîtes fluorés de la chaîne Pennine. Les centres de production sont surtout nombreux dans le district de Weardale (Durham) et dans le Derbyshire, à proximité du grand centre métallurgique de Sheffield.

Les gîtes espagnols de Catalogne (OSOR) et des Asturies sont maintenant bien équipés pour la production de spath acide et les réserves paraissent importantes.

La France, nous l'avons vu, a dû surtout l'accroissement de sa production à la richesse vraiment exceptionnelle du gîte du Barlet et à l'ampleur des formations récemment mises en évidence dans le Tarn, en attendant la mise en valeur des gisements pyrénéens encore plus importants.



La Communauté économique européenne.

**Importance des réserves.**

D'après les évaluations les plus récentes, les réserves mondiales de spath fluor sont détaillées dans le tableau suivant.

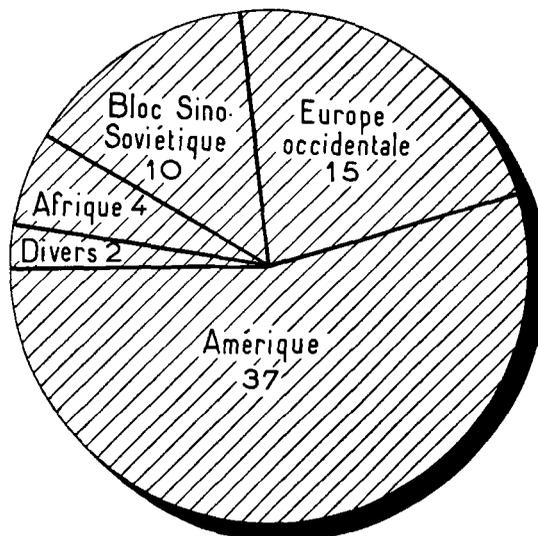
**RÉSERVES MONDIALES DE SPATH FLUOR EN t/m**

Pays	Réserves	Pourcentage
République Fédérale allemande. . .	2 M t	
France . . . . .	3 «	
Italie . . . . .	2 «	
Espagne . . . . .	3 «	
Grande-Bretagne . . . . .	3 «	
Divers . . . . .	2 «	
<b>Total Europe Occidentale . .</b>	<b>15 M t</b>	<b>22 %</b>
Etats-Unis. . . . .	20 M t	
Mexique. . . . .	6 «	
Canada . . . . .	10 «	
Amérique du Sud. . . . .	1 «	
<b>Total Amérique. . . . .</b>	<b>37 M t</b>	<b>54 %</b>
U.R.S.S. . . . .	6 M t	
Allemagne Orientale . . . . .	1 «	
Chine . . . . .	3 «	
<b>Total bloc sino-soviétique . .</b>	<b>10 M t</b>	<b>15 %</b>
Afrique du Nord . . . . .	1 M t	
Afrique du Sud . . . . .	3 «	
<b>Total Afrique. . . . .</b>	<b>4 M t</b>	<b>6 %</b>
Divers (Asie, Océanie) . . . . .	2 M t	3 %
<b>Total général. . . . .</b>	<b>68 M t</b>	<b>100 %</b>

Les tonnages exprimés en millions de tonnes, se rapportent à des minerais contenant plus de 35% de  $\text{CaF}_2$  et ont été arrondis aux 500 000 t supérieures.

Les réserves les plus importantes se rencontrent aux U.S.A. (20% de l'ensemble dont 40% (8 M t) se trouvent dans le vieux district classique de l'Illinois-Kentucky. Il convient de remarquer que dans la plupart des pays les recherches n'ont pas été poussées encore autant qu'aux U.S.A.

Le chiffre avancé pour le Canada (10 M t) correspond très certainement en particulier à un minimum. En ce qui concerne l'Europe Occidentale, la France avec ses 3 M t (minerais à 70% de  $\text{CaF}_2$ ) vient en assez bonne position (4,5% des réserves mondiales).



Réserves mondiales de spath fluor (en millions de t/m).

Il est fortement à présumer que les contrées encore assez peu prospectées de l'Amérique du Sud, de l'Afrique et de l'Asie réserveront de nouvelles découvertes, comme cela a récemment eu lieu au Mexique. Et même les ressources de vieux pays tels que la France peuvent être encore complétées par d'intéressantes découvertes (exemple du gîte français de l'Escaro tout récemment découvert).

#### IV - Le spath fluor français et le marché commun.

##### Position de la France.

Antérieurement au 1<sup>er</sup> Janvier 1959, le spath fluor n'était pas libéré sur le marché français, il n'y avait pas de contingent fixé et les importations demeuraient soumises à la délivrance d'une licence d'importation. Au début de 1959, l'entrée en vigueur du marché commun a rendu libres les entrées sur le territoire français des spaths en provenance de nos partenaires.

Il semblerait a priori que cette mesure doive favoriser les producteurs allemands et italiens, qui paraissent mieux placés que leurs collègues français (charges sociales moindres, large emploi dans les mines bavaroises de main-d'œuvre féminine moins rémunérée). En fait, la dévaluation du franc, survenue en décembre 1958, a permis de maintenir dans une certaine mesure le caractère compétitif des prix français, malgré la décision prise en février 1959, par la Chambre Syndicale du spath fluor, de majorer les prix de vente du spath de 22%.

Les importations de spath italien (8 350 t sur un total de 11 150 t importées, soit 75% pour la période 1956-1958) sont très réduites depuis le début de 1959 (124 t pour les trois premiers mois). Nous avons précédemment précisé les circonstances tout à fait occasionnelles qui avaient amené les utilisateurs à demander l'appoint de leurs besoins en spath flotté aux mines italiennes.

Il est bien évident en effet que les exploitations du Massif Central et du Tarn sont mieux situées géographiquement que les gisements de Lombardie pour alimenter les centres de consommation du sud de la France. Il ne semble donc guère que ces entrées de spath italien soient appelées à devenir plus importantes; nos prix restant compétitifs sur le marché intérieur à côté des cours moyens des minerais italiens (14 717 F/t début 1959 pour du spath flotté).

Pour ce qui est des spaths d'origine allemande, les mines de la région de Fribourg (Forêt Noire) sont plus proches de nos grands centres sidérurgiques que nos exploitations du Massif Central et du Tarn et a fortiori du Var. Mais une fois encore, nos prix demeurent compétitifs auprès des aciéristes (de l'ordre de 12 000 pour du spath métallurgique rendu centre utilisateur contre 13 800 F pour du spath de provenance allemande). Tout au contraire, en dehors de nos fournitures traditionnelles aux sidérurgistes belges et luxembourgeois, on assiste depuis peu à certaines entrées de spath français sur le marché intérieur allemand (2 123 t en 1958). Il s'agit de spath en roche à faible teneur du prix de 10 000 F la tonne environ, très vraisemblablement destiné à l'approvisionnement d'une usine de flottation allemande manquant de matière première. Ces divers échanges conservent un caractère éminemment occasionnel.

## FRANCE - EXPORTATIONS DE SPATH FLUOR (t/m)

Pays	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Algérie .. . . . . .	—	—	10	15	55	—
Brésil. . . . . . .	600	780	—	—	—	—
Finlande. . . . . . .	—	—	180	—	—	—
Italie .. . . . . .	—	—	—	100	—	—
Japon .. . . . . .	—	—	—	—	40	—
Nouvelle-Calédonie ..	175	—	—	—	—	—
Rép. Féd. allemande ..	—	—	—	96	—	2 123
Suède .. . . . . .	820	1 035	—	—	—	700
Suisse .. . . . . .	20	100	80	101	20	40
U.E.B.L. . . . . . .	637	1 617	3 556	2 968	1 760	1 935
Union indienne .. . .	—	—	30	290	—	—
U.S.A. . . . . . .	975	200	—	—	—	—
Yougoslavie. . . . .	200	105	182	100	—	—
Divers .. . . . . .	124	84	30	—	—	80
Total ..	3 551	3 921	4 068	3 670	1 875	4 878

## FRANCE - IMPORTATIONS DE SPATH FLUOR (t/m)

Pays	1953	1954	1955	1956	1957	1958
Rép. Féd. allemande ..	245	300	100	446	1 177	1 163
Italie .. . . . . .	—	—	—	300	3 550	4 507
Divers .. . . . . .	—	—	—	—	—	10
Total ..	245	300	100	746	4 727	5 680

En tout état de cause, il ne semble pas que la France doive redevenir le gros exportateur qu'elle avait été entre les deux guerres. Sur un plan plus général, il est fortement à prévoir que l'accroissement rapide des besoins, en regard de réserves somme toute assez limitées, amènera tôt ou tard chacun des pays de l'Europe Occidentale à restreindre le volume de ses exportations et par voie de conséquence à stabiliser sa production. Déjà le potentiel de la République Fédérale allemande accuse un certain recul en se maintenant aux environs de 130 000 t. L'Italie semble bien avoir atteint avec ses 145 000 t en 1957, le plafond de son extraction. Les gîtes lombards, qui en un temps record (1950-1958) ont fourni plus de 500 000 t de produits marchands, commencent à donner certains signes de fléchissement. De son côté, la production espagnole, semble bien stabilisée aux environs de 70 - 80 000 t et les gisements, peu éloignés de la côte, sont essentiellement axés sur les livraisons aux U.S.A. (67% de la totalité des exportations).

En ce qui concerne le Royaume-Uni enfin, naguère gros exportateur aux U.S.A. tout comme la France du reste, on sait que, depuis pas mal d'années, il absorbe pratiquement l'intégralité de sa production.

## ITALIE - EXPORTATIONS DE SPATH FLUOR (t/m)

Pays	1953	1954	1955	1956	1957
Autriche . . . . .	1 046	811	3 120	2 046	—
France . . . . .	—	—	5	300	3 611
Nouvelle-Zélande . . . . .	2 305	—	—	—	—
Rép. Féd. allemande.	48	3 115	4 021	13 789	9 364
U.S.A... . . . . .	46 334	35 905	75 325	44 447	63 177
Autres pays. . . . .	110	1 699	2 773	2 012	3 836
Total... . .	49 843	41 530	85 244	62 594	79 988

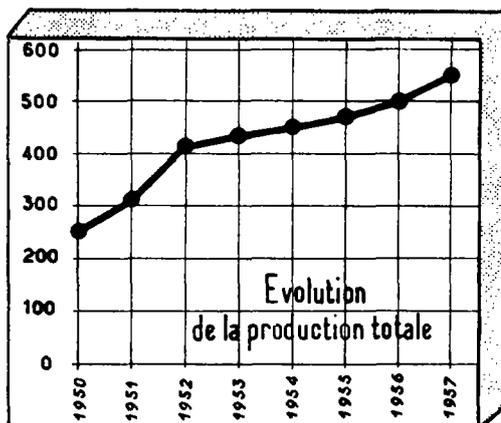
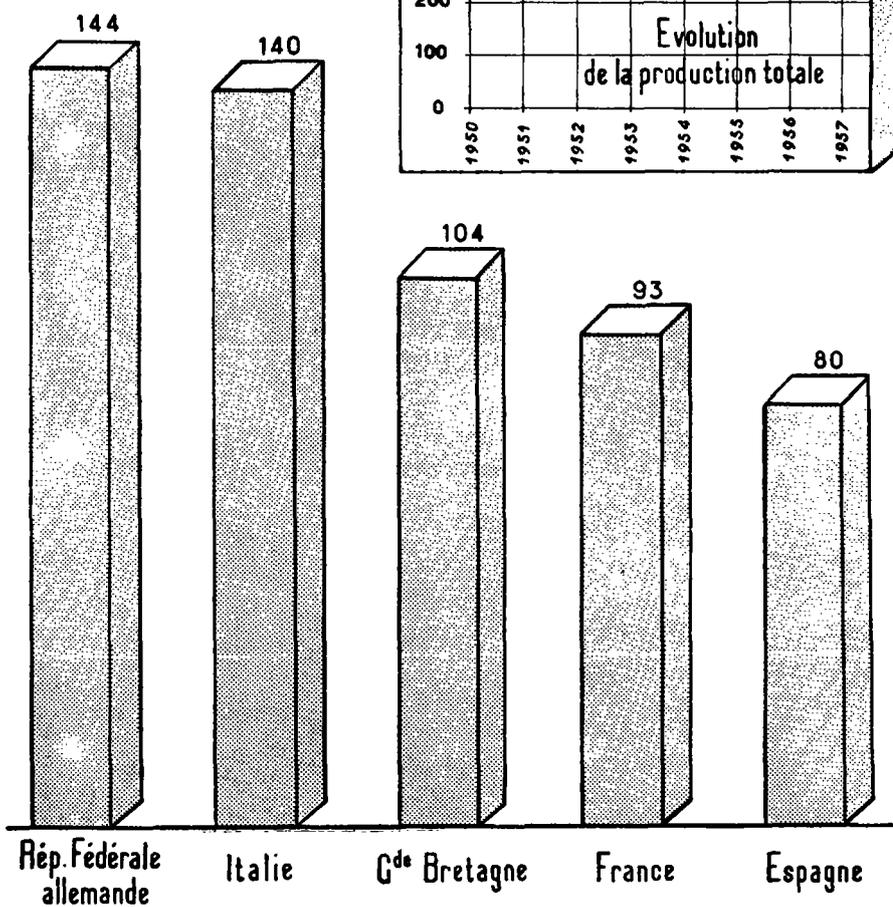
## ESPAGNE - EXPORTATIONS DE SPATH FLUOR (t/m)

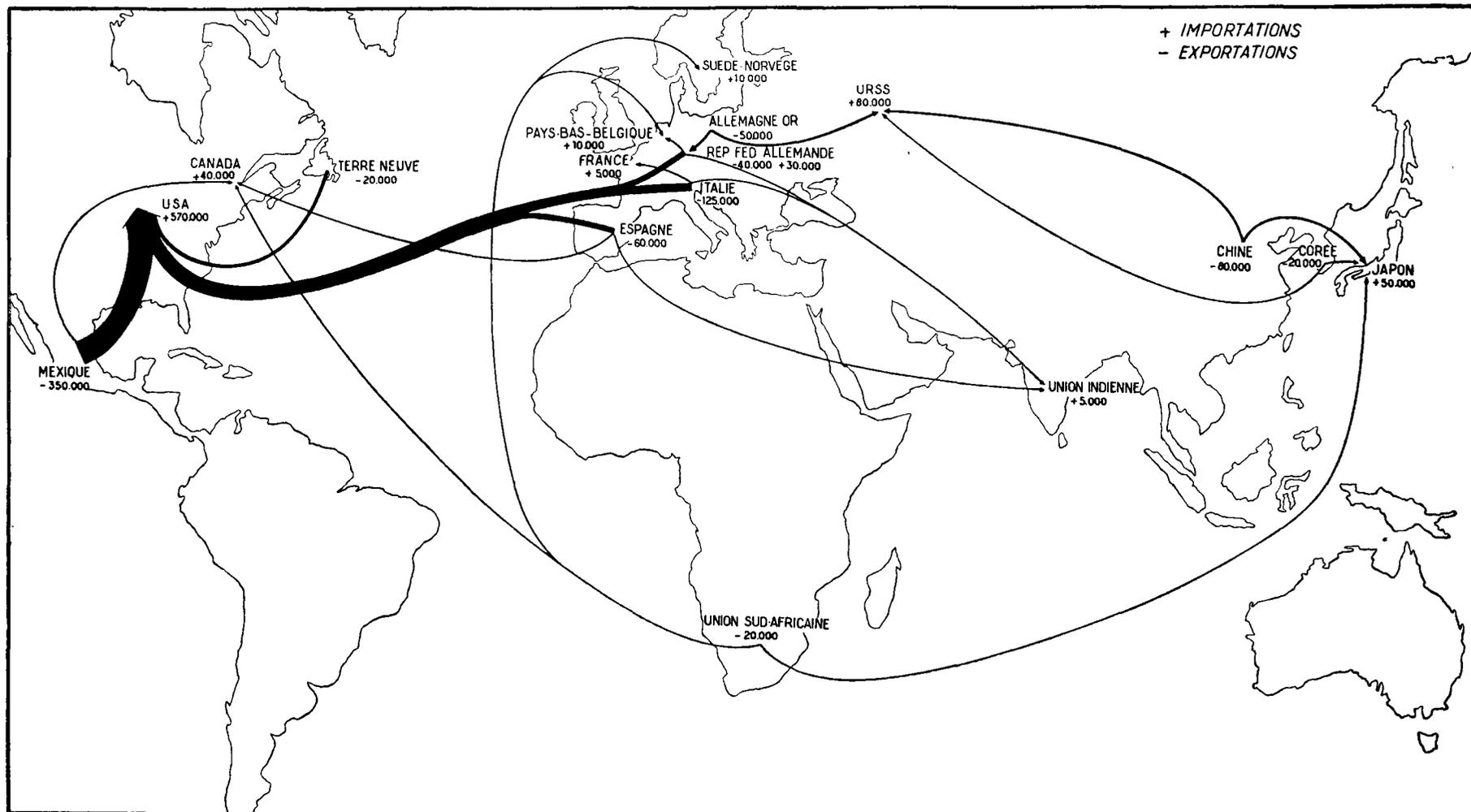
Pays	1953	1954	1955	1956	1957
Canada... . . . .	1 551	—	11 504	—	—
Hollande . . . . .	6 163	6 580	1 760	—	649
Rép. Féd. allemande..	—	550	7 162	5 125	1 811
U.S.A... . . . . .	46 446	40 784	39 158	56 923	64 279
Autres pays. . . . .	72	10	1 165	40	646
Total... . .	54 232	47 924	60 749	62 088	67 385

## Besoins et approvisionnements de l'Europe Occidentale.

Nous nous sommes efforcés de schématiser, dans le tableau ci-dessous, les besoins en spath fluor de l'Europe Occidentale en regard de la production. Les chiffres donnés se rapportent à l'année 1957 et ont été établis d'après les meilleures sources d'information concernant les pourcentages moyens de spath fluor utilisé dans les industries consommatrices de base de l'acier et de l'aluminium.

EUROPE OCCIDENTALE  
 —  
 PRODUCTION DE SPATH FLUOR  
 EN 1957  
 (en milliers de tonnes)





Trafic international du spath fluor en 1957.

Production et consommation de spath fluor par industrie dans les pays de la communauté européenne et de l'Europe Occidentale (t/m) :

Année 1957	C.E.E.			Europe Occidentale		
<b>Industrie de l'acier.</b>						
Production acier .. . . .	60 M t			85 M t		
Consommation spath fluor ..		180 000			255 000	
<b>Industrie de l'aluminium.</b>						
Production aluminium .. .	380 000			620 000		
Consommation spath fluor ..		30 000			50 000	
<b>Industries diverses.</b>						
Consommation spath fluor ..		30 000			50 000	
Consom. totale spath fluor..			240 000			355 000
Production spath fluor.. .		375 000			560 000	
Importations spath fluor. . .		40 000			40 000	
Production et importations cumulées .. . . .			415 000			600 000
Excédent sur consommation (exportations) .. . . .			175 000			245 000

Il ressort de ce tableau que les besoins actuels sont très largement couverts par la production, qui laisse un fort excédent (40%) disponible pour l'exportation.

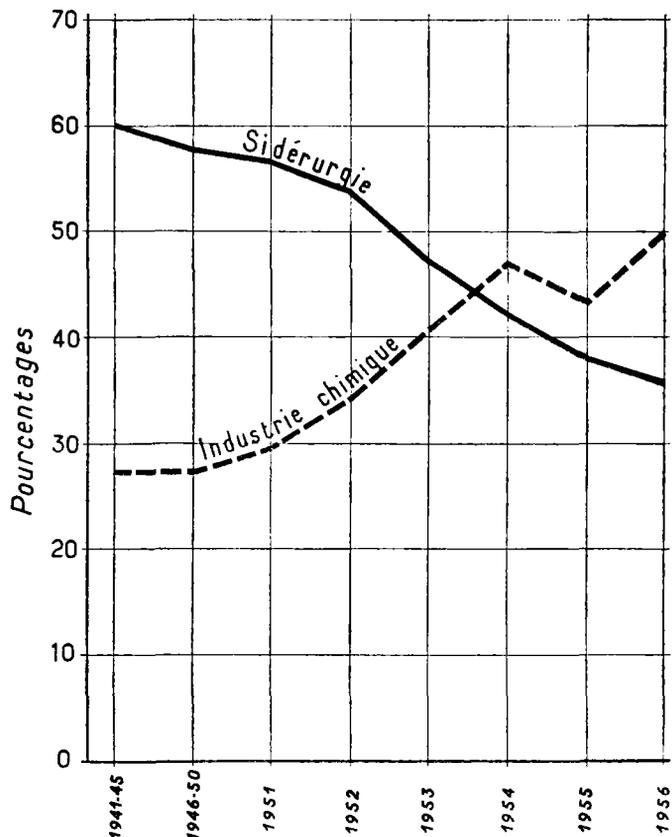
Tout au contraire, les U.S.A. sont traditionnellement tributaires dans une large mesure de l'étranger pour leur approvisionnement. Il convient toutefois de noter que, pour l'année 1957, la totalité des besoins américains (U.S.A. et Canada réunis) auraient pu être couverts par la production domestique avec l'appoint du Mexique (710 000 t au total), l'excédent d'importation en provenance de l'Europe Occidentale ayant été absorbé par l'achèvement du programme de « stockpile » du gouvernement des U.S.A.

Signalons au passage que les exportations de l'Europe Occidentale aux U.S.A. concernent surtout des spaths de qualité acide (95% du tonnage total importé en 1957), les minerais à plus de 97% n'acquittant à l'entrée qu'un droit de \$ 1,875 par short ton contre \$ 7,5 pour les minerais moins riches (spath métallurgique).

L'ensemble des pays de l'Europe Occidentale reçoit pratiquement peu de spath en provenance d'autres pays. D'assez faibles tonnages, représentant environ 10% de la production totale, sont importés d'une part de l'Allemagne Orientale dans la République Fédérale allemande et d'autre part, d'Afrique du Sud aux Pays-Bas et dans les Pays Scandinaves.

A l'intérieur du bloc Ouest européen, les échanges sont relativement réduits, les plus gros consommateurs ayant leurs besoins largement couverts par leurs propres ressources. A noter un premier courant en provenance d'Italie et d'Espagne et dirigé sur la République Fédérale allemande (45 000 t au total pour la période 1953-1957). Par ailleurs les pays du Bénélux, qui ne sont pratiquement pas producteurs, doivent importer environ 10 000 t/an de spath métallurgique. La Hollande est approvisionnée par l'Espagne et par l'Allemagne Occidentale. La France livre traditionnellement du spath à l'Union belgo-luxembourgeoise (15 000 t pour la période 1946-1951). La Suisse importe de petites quantités de France, d'Allemagne de l'Ouest et d'Italie.

Le plus gros volume des exportations Ouest européennes continue à être absorbé par le marché américain (83% des exportations italiennes et espagnoles cumulées pour la période 1953-1957). Il convient de mentionner enfin les livraisons assez considérables faites par les



Pourcentages comparés de la consommation du spath fluor aux U.S.A. dans l'industrie sidérurgique et dans l'industrie chimique.

pays de l'O.E.C.E. au Japon (respectivement 10 000 t livrées par l'Italie en 1951 et 22 600 t livrées par l'Allemagne de l'Ouest entre 1951 et 1956). Le Japon, qui produit peu de spath (moins de 10 000 t/an) doit en effet recourir très largement à l'importation pour alimenter son industrie en rapide expansion.

#### Perspectives d'avenir.

L'industrie du spath fluor demeure étroitement solidaire en France, de même que dans la zone du marché commun et plus généralement encore dans toute l'Europe Occidentale, du programme d'expansion de la sidérurgie et de l'industrie de l'aluminium.

Il ne semble pas, a priori, que l'on doive s'attendre en Europe, du moins dans les toutes prochaines années à venir, à un développement de l'industrie des dérivés fluorés aussi spectaculaire qu'en Amérique. On prévoit, en effet, aux U.S.A., d'ici 1965, une augmentation de 250% du taux actuel de production des produits synthétiques fluorés et l'on assiste à une montée rapide du pourcentage du spath utilisé dans l'industrie chimique (50% contre 35% pour la sidérurgie en 1956).

Il convient pourtant de noter que la quantité moyenne de spath consommé lors de l'élaboration d'une tonne d'acier basique a tendance à diminuer, étant passée en une vingtaine d'années de 6 à 4 livres par short ton aux U.S.A. Il en va un peu de même en ce qui concerne l'électrométallurgie de l'aluminium (consommation actuelle de l'ordre de 75 kg de spath par tonne d'aluminium produite), mais les perspectives d'avenir de ce métal sont telles que l'on prévoit une augmentation de 70% de la capacité de l'ensemble des pays de l'O.E.C.E. au cours des sept années à venir et ce chiffre doit être plus que doublé d'ici une quinzaine d'années.

En ce qui concerne plus spécialement la France, les projets actuels laissent prévoir pour 1970-1975 une capacité de l'ordre de 690 000 t qui se décomposerait ainsi :

EXPANSION PRÉVUE DE L'INDUSTRIE FRANÇAISE DE L'ALUMINIUM (t/m)

	Production	Date réalisation	Production française cumulée
<b>Projets métropolitains.</b>			
Usines françaises au 1-1-59..	170 000	1958	170 000
Lacq Lannemezan. . . . .	75 000	1960 - 1961	245 000
<b>Projets africains.</b>			
Edéa . . . . .	45 000	1959	290 000
Konkouré . . . . .	150 000	1964 - 1965	440 000
Kouilou . . . . .	250 000	1970 - 1975	690 000

Grâce à l'utilisation du gaz de Lacq, la capacité métropolitaine va connaître dès 1960-1961 une nouvelle progression de 75 000 t par la mise en service de la nouvelle usine de Lacq-Nogueres et par l'augmentation de la capacité de l'usine de Lannemezan. En Afrique, l'usine d'électrolyse d'Edéa, au Cameroun, doit atteindre sa pleine capacité de 45 000 t/an au cours de l'été 1959.

Les grands projets africains prévoient une capacité de 150 000 t d'aluminium sur le Konkouré (Guinée) et de 250 000 t de métal sur le Kouilou (Moyen Congo). Pour la réalisation de projets aussi grandioses, il est bien évident qu'à l'industrie française se trouveront associés plusieurs participants étrangers, européens et même américains. Et, il convient également de citer, pour les autres pays de l'O.E.C.E., le projet belge d'Inga sur le Congo et le projet de la Volta au Ghana, qui envisagent encore l'équipement d'une capacité d'aluminium de l'ordre chacun de 200 000 t/an. Parallèlement, l'expansion prévue de la sidérurgie qui double normalement tous les 20 ans, exigera des tonnages de spath considérablement accrus. Pour la France, les prévisions de consommation ont été résumées dans le tableau ci-dessous, sans qu'il faille évidemment s'illusionner sur l'apparente précision des chiffres donnés, car les productions d'acier et d'aluminium sont des grandeurs largement variables.

## CONSOMMATION FRANÇAISE DE SPATH FLUOR PRÉVUE EN (t/m) PAR INDUSTRIE

Année	Acier		Aluminium		Industries diverses	Consommation totale
	Production (en millions de tonnes)	Consommation spath fluor	Production	Consommation spath fluor		
1958	14	45 000 <sup>(1)</sup>	180 000 <sup>(2)</sup>	15 000 <sup>(3)</sup>	5 000	65 000
1961	16	50 000 <sup>(1)</sup>	290 000 <sup>(2)</sup>	25 000 <sup>(3)</sup>	7 000	82 000
1965	18	55 000 <sup>(1)</sup>	440 000 <sup>(4)</sup>	40 000 <sup>(3)</sup>	8 000	103 000
1970	20	60 000 <sup>(1)</sup>	690 000 <sup>(4)</sup>	60 000 <sup>(3)</sup>	10 000	130 000

<sup>(1)</sup> spath métallurgique à 85 % CaF<sub>2</sub>.

<sup>(2)</sup> y compris Edéa.

<sup>(3)</sup> y compris Edéa aluminium Lacq-Lannemezan.

<sup>(4)</sup> y compris Edéa aluminium ensembles africains (Konkouré Kouilou).

<sup>(5)</sup> spath flotté acide à 97-98% CaF<sub>2</sub>.

En moins de 15 ans, la consommation française de spath doit donc doubler, passant de 65 000 à 130 000 t/an. Si les projets d'Escaro se réalisent normalement, l'usine de flottation d'Olette doit être en mesure vers 1970 de fournir à elle seule les quelques 60 000 t de spath flotté requis par les usines françaises d'électrolyse. Et les 70 000 t de spath (métallurgique) complémentaires pourraient être alors livrées par les affaires du Massif Central et du Tarn, dont la capacité actuelle de production est précisément de cet ordre, sans parler du secteur varois que sa position géographique oriente traditionnellement vers le marché extérieur.

Parallèlement, pour une production prévue de 1 500 000 t d'aluminium et de 130 M t d'acier, les besoins de l'ensemble des pays de l'O.E.C.E. se monteront vers 1975 à environ 520 000 t de spath, dont 120 000 t de flotté et 400 000 t de métallurgique, soit approximativement l'équivalent de la production actuelle (560 000 t). Il est fortement à prévoir que l'Allemagne de l'Ouest aura de plus en plus tendance à consommer l'intégralité de sa production, comme le font déjà la France et la Grande-Bretagne. A la condition de maintenir son potentiel actuel de production et de renoncer progressivement à ses exportations d'Espagne et d'Italie sur les U.S.A., le bloc Ouest européen serait alors normalement en mesure de se suffire. Or, il n'est pas chimérique de l'imaginer attendu que la raréfaction de ce produit amènera tôt ou tard les consommateurs à une restriction de plus en plus sérieuse de leurs exportations. Dans le même temps, les exigences du bloc Nord américain dépasseront le million de tonnes que les ressources propres des U.S.A. jointes aux extraordinaires possibilités du Mexique et de Terre-Neuve doivent pouvoir satisfaire, même privées de l'appoint européen, avec peut être, par contre, le concours de l'Afrique du Sud et de quelques producteurs nouveaux (Argentine, Brésil).

A l'intérieur de la Communauté européenne, il se peut qu'un certain pourcentage de produits fluorés (cryolite) nécessaires à la marche des futures usines d'électrolyse africaines vienne à être fourni par des firmes allemandes, voire italiennes. A priori, la réalisation des projets actuels doit permettre aux gisements français d'alimenter à eux seuls pendant les deux prochaines décades l'intégralité de l'industrie franco-africaine de l'aluminium.

En raison de l'accroissement excessivement rapide de la consommation mondiale, qui a doublé depuis 1948, les réserves mondiales, n'auront qu'une durée limitée malgré leur importance (68 M t). Le remplacement des gisements, qui seront assez vite épuisés, conserve, dans la grande majorité des cas, un caractère essentiellement problématique. Il importe donc que l'exploitation des ressources existantes soit faite avec le maximum de soin et de vigilance. La teneur limite des gisements a été progressivement abaissée. Vers 1920, on rejetait des minerais à moins de 50% de  $\text{CaF}_2$  et l'on envisage de descendre à 25 et même 15% et de retirer la fluorine des minerais complexes comme on le fait pour les sulfures métalliques. Du coup, les réserves mondiales se trouvent sensiblement accrues ; c'est ainsi qu'aux U.S.A., en dehors des réserves officielles, on a déjà reconnu l'existence de 11 M t de minerai titrant de 35 à 15% dont on envisage parfaitement le traitement.

Le perfectionnement des méthodes de concentration permet de traiter avec profit des minerais de moins en moins riches et le nombre des ateliers de flottation s'est rapidement accru. On en compte aujourd'hui une quinzaine dans les divers pays de la Communauté (8 en Allemagne, 4 en Italie et 3 en France). Les plus petites concentrations de minerai ne doivent pas être négligées et l'on préconise de plus en plus l'édification d'usines collectives de flottation, capables de traiter les minerais d'un ensemble régional de gisements individuellement trop petits pour supporter les frais d'édification d'un atelier (cas des usines de Langeac et des Arcs en France). Le temps n'est peut-être pas très éloigné où tous les minerais fluorés extraits seront sans distinction enrichis par flottation, avec agglomération ultérieure des produits destinés aux usages métallurgiques.

L'expansion rapide de l'industrie des produits fluorés a incité les gros utilisateurs des pays hautement industrialisés à rechercher l'acquisition de gisements pour garantir l'alimentation de leurs usines (cas des sociétés Pechiney et Ugine en France et des grosses firmes américaines d'aluminium).

En prévision d'une raréfaction rapide du spath fluor, les chimistes ont recherché de nouvelles sources de fluor. On s'est tout naturellement tourné vers les autres composés fluorés. Le plus riche est la cryolite naturelle (54% de fluor), mais la seule concentration industrielle connue, sur la côte sud du Groënland (Ivigut) est en voie rapide d'épuisement. Il a donc fallu se rabattre sur des minéraux fluorés moins riches, mais dont les autres constituants sont utilisables.

Les phosphates, avec une teneur moyenne de 3%, constituent la réserve mondiale la plus importante de fluor. Les procédés de récupération du fluor des phosphates ne sont encore utilisés que pour une échelle réduite, du fait de leur coût encore élevé, mais on prévoit aux U.S.A. que dans un avenir prochain la totalité du fluor nécessaire à l'industrie chimique et à l'industrie de l'aluminium sera extrait des phosphates et non du spath fluor.

Déjà la *Tennessee Valley Authority* (T.V.A.) a mis au point un procédé de récupération à partir des fumées dégagées pendant les opérations de transformation des phosphates bruts. 100 000 t de fluor auraient été perdues aux U.S.A. en 1955 au cours du traitement de 11 M t de phosphates. Il paraît hautement recommandable de récupérer le fluor tout en débarrassant l'atmosphère qu'il pollue. Les produits obtenus peuvent servir de matière première pour la préparation de la cryolite.

Le bloc sino-soviétique, avec ses besoins actuels de quelques 300 000 t/an, et ses réserves estimées seulement à 10 M t semble devoir être le plus rapidement menacé de pénurie et ceci d'autant plus d'ici 1965 la seule production d'aluminium doit atteindre 2,8 fois le niveau actuel, soit 1 550,000 t, mais un appoint important de produits fluorés pour-

rait être fourni par les gisements soviétiques de fluorapatite, qui contiennent environ 1% de fluor avec néphéline, magnétite, titanifère et niobium récupérables. Ces gisements, dont les réserves sont évaluées à 2 M t, correspondent déjà, avec une extraction annuelle de 3 M t, à un apport substantiel de produits fluorés.

On a pareillement envisagé la récupération du fluor que contiennent les millions de tonnes de scories rejetées par les usines métallurgiques (environ 1%), mais le problème est plus difficile en l'absence de matières d'accompagnement.

## CONCLUSION

Les réserves de spath fluor actuellement connues en France et leur développement envisagé sont en mesure de satisfaire, pendant les deux prochaines décades, les besoins de la sidérurgie et de l'industrie chimique françaises. Et il en va pratiquement de même en ce qui concerne les réserves des autres pays producteurs de la C.E.E. (Allemagne, Italie) et de l'ensemble des pays de l'O.E.C.E. (Royaume-Uni). La pénurie de spath fluor ne semble donc pas à redouter dans le plus prochain avenir. Mais la durée des gisements connus paraît nettement limitée.

En matière de conclusion, il semble par conséquent hautement recommandable d'encourager à la fois la recherche de nouveaux gisements et une récupération toujours plus poussée du fluorure de calcium contenu dans les minerais, à la condition bien entendu que les produits marchands obtenus soient capables de soutenir la concurrence. Un des premiers résultats de la libre circulation des produits dans la zone du marché commun sera bien en effet de développer au maximum la productivité par le moyen d'une amélioration substantielle de rendement. Les moyennes et les petites affaires pourront être alors amenées à mettre en commun leurs ressources pour installer des ateliers modernes de concentration (flottation) tirant le rendement maximal de leurs minerais. Le caractère lenticulaire des gisements ne permet pas en effet, dans la pluralité des cas, de gros investissements sur un même gîte.

Il en va du spath fluor comme de beaucoup de matières premières, dont les ressources, relativement modestes en face des besoins démesurément croissants de l'industrie moderne, devront être utilisées dorénavant avec le maximum de prudence et d'efficacité.

---



## ANNEXE

## RÉPERTOIRE DES PRODUCTEURS FRANÇAIS DE SPATH FLUOR

Raison sociale	Adresse	Exploitations	Observations
<b>MASSIF CENTRAL</b>			
<b>Haute-Loire</b>			
Compagnie Pechiney . . . . .	23, rue Balzac, Paris (8 <sup>e</sup> )	Le Barlet	Usine de flottation avec installation de séchage et atelier de pulvérisation à Langeac (Haute-Loire)
Béranger-Delabre . . . . .	Saint-Georges d'Aurac (Haute-Loire)	Chavagniac-Lafayette	
Monsieur Pierre Lebrat . . . . .	11, avenue Danton Langeac (Haute-Loire)	Costes Bois Marsanges	
<b>Puy-de-Dôme</b>			
Etablissements Teisset-Kessler. . .	10, rue du Général Foy Paris (8 <sup>e</sup> )	Le Beix	Atelier de pulvérisation au Beix.
<b>Saône-et-Loire</b>			
Monsieur Al. de Champeaux. . .	La Petite Verrière, par La Selle-en-Morvan (Saône-t-Loire)	Voltennes	
<b>Rhône</b>			
Compagnie Française d'Exploitations Minières . . . . .	1, quai Charles-Voisin Belleville (Rhône)	Lantignié Lafond	
<b>Autres Régions du Massif Central</b>			
Société Française du Spath Fluor	Route de Bray Longueville (S-et-M)	St-Laurent-les-Bains (Ardèche)	
Monsieur Henri Campanac . . . . .	St-Cyprien-sur-Dourdou (Aveyron)	Le Kaymar (Aveyron)	
J. Roques et Cie . . . . .	9, Bd Victor-Hugo Limoges (Haute-Vienne)	Champotré (Creuse)	
Société Industrielle du Centre .. (S.I.C.)	Chaillac (Indre)	Chaillac	
Aciéries de Paris et d'Outreau . .	82, rue de Courcelles Paris (8 <sup>e</sup> )	Chaillac	
<b>TARN</b>			
Société d'Electrochimie, d'Electrometallurgie et des Aciéries Electriques d'Ugine. . . . .	10, rue du Général Foy Paris (8 <sup>e</sup> )	Saint-Jean de Jeanne	Usine de flottation à Pierre Bénite (Rhône).
Société minière du spath fluor.. (S.O.F.L.U.O.R.)	17, rue Lafayette Paris (9 <sup>e</sup> )	Trébas	Atelier de pulvérisation à Arthes, près de Saint-Juéry (Tarn).
Monsieur Pierre Lebrat . . . . .	11, avenue Danton Langeac (Haute-Loire)	Alban	

Raison Sociale	Adresse	Exploitations	Observations
<b>VOSGES</b>			
Mines de Garrot S.A. . . . .	5, rue Frédéric Mistral Saint-Raphaël (Var)	Le Val d'Ajol	
<b>ARDENNES</b>			
Monsieur J. Coupaye . . . . .	Aubrives (Ardennes)	Foishes	
<b>PYRENEES</b>			
Société de concentration de miné- raux fluorés . . . . . (COMIFLUOR)	12, rue d'Athènes, Paris (9 <sup>e</sup> )	Escaro	Gisement en cours d'a- ménagement - Usine de flottation prévue à Olette
Société Denain-Anzin . . . . .	12, rue d'Athènes, Paris (9 <sup>e</sup> )	Le Boulou	
<b>VAR</b>			
Société d'Entreprises Carrières et Mines de l'Estérel . . . . . (S.E.C.M.E.)	1, rue Jean-Jaurès, Saint-Raphaël (Var)	Font Sante	
Société Industrielle et Minière du Fluor. . . . . (S.I.M.F.L.U.O.R.)	27, rue de la Bienfaisance Paris (8 <sup>e</sup> )	Pic Martin	Usine de flottation avec installation de séchage aux Arcs-s-Argens (Var).
Mines de Garrot S.A. . . . .	5, rue Frédéric Mistral Saint-Raphaël (Var)	Le Garrot	





