

Le filon de La Gardette : souvenirs quarante cinq ans après ...

par Bernard Poty

Le Musée des Cristaux de Chamonix expose, durant l'été 2009, des bijoux de La Gardette. A cette occasion votre Président, Pierre Bavuz, m'a demandé d'évoquer, dans le bulletin du club, mon expérience à La Gardette. Bien que n'ayant pas travaillé sur La Gardette depuis quarante cinq ans j'ai accepté, car la plupart des travaux publiés sur ce gisement sont aujourd'hui d'accès difficile aux membres du club.

Ma première visite à La Gardette remonte à 1960, lorsque je terminais mon service militaire au 4e Régiment du Génie à Grenoble. Les fins de semaine étaient des moments propices pour se promener dans l'Oisans. Après avoir visité la plupart des grands filons de quartz de l'Hexagone (mon sujet de thèse) je n'avais qu'une envie : étudier les beaux cristaux de l'Oisans que l'on voyait dans tous les musées de minéralogie du monde, et en premier lieu à Paris et à Grenoble.

J'avais lu, quelque part dans une publication de Lacroix, que les cavités à cristaux de l'Oisans étaient épuisées. Et je le croyais, car je ne connaissais pas encore les Chamoniards ... Mais les entrées de la mine de La Gardette, au sud ouest de la commune de Bourg d'Oisans, étaient indiquées sur la carte topographique au 25 000e et je m'y suis rendu. A l'époque je faisais peu de montagne, et ne m'aventurais dans les galeries qu'avec précaution. Je ne suis descendu dans le puits principal qu'en 1961, après avoir fait connaissance de la seule personne que j'aie jamais rencontrée dans la mine à cette époque : André Argentier, un jeune employé d'une société de travaux publics. Il fut malheureusement victime d'un accident de chantier mortel quelques années plus tard. En dehors de ce compagnon amateur de minéraux, qui y venait le samedi ou le dimanche, personne, à l'époque, ne venait à La Gardette. La tradition de la recherche des cristaux en Oisans s'était apparemment perdue : cela explique pourquoi un scientifique, non cristallier, pouvait encore échantillonner sans trop de difficultés.

Je logeais à l'Hôtel de la Poste. Son propriétaire qui, au début des années soixante, était âgé d'environ quatre-vingts ans, se souvenait très bien de l'exploitation de la mine qui avait repris quand il était enfant et s'était arrêtée définitivement en 1901.

Mes recherches à La Gardette se sont essentiellement déroulées de 1961 à 1964 : il y a de cela plus de 45 ans ... Quand je relis mes notes de 1963 où je décris des géodes de 50 cm par 50 cm, ou encore la grande géode, au fond du puits principal de plusieurs mètres de haut et de quelques mètres de longueur horizontale, il y a de quoi faire rêver les personnes qui visitent actuellement le gisement ...

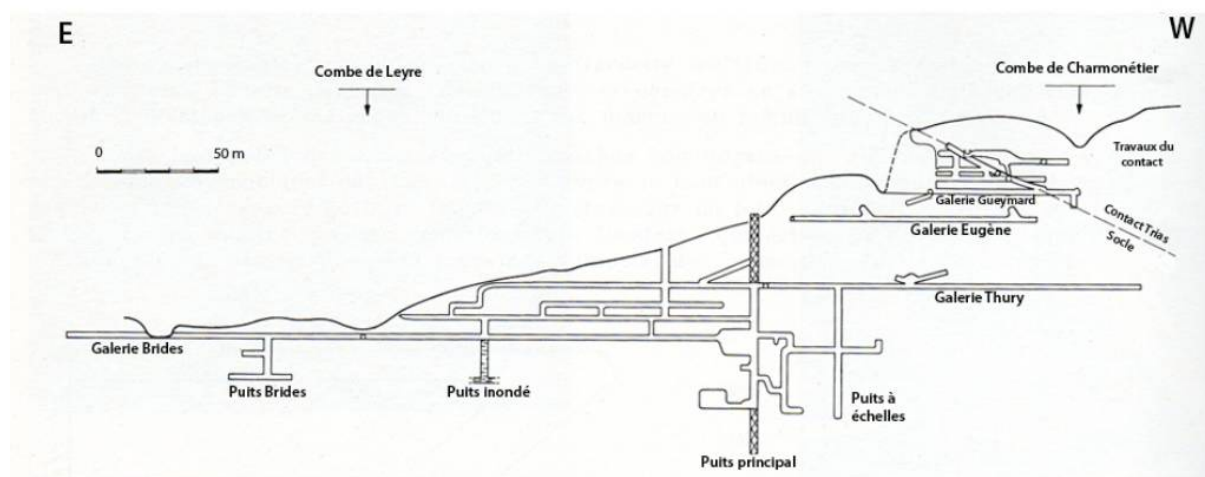


Fig. 1 - Plan vertical des travaux miniers à La Gardette, d'après les Archives du Service des Mines de l'Isère. Les plans utilisés datent l'un de 1899, le second, plus complet, signé A.Laporte, de 1900. Ces plans ont été mis à jour en 1962 en fonction de l'état des lieux. Mais les galeries actuelles à La Gardette ont été profondément modifiées par les travaux des cristalliers (comblement de puits par les déblais) puis par les destructions opérées sur ordre de la DRIRE.

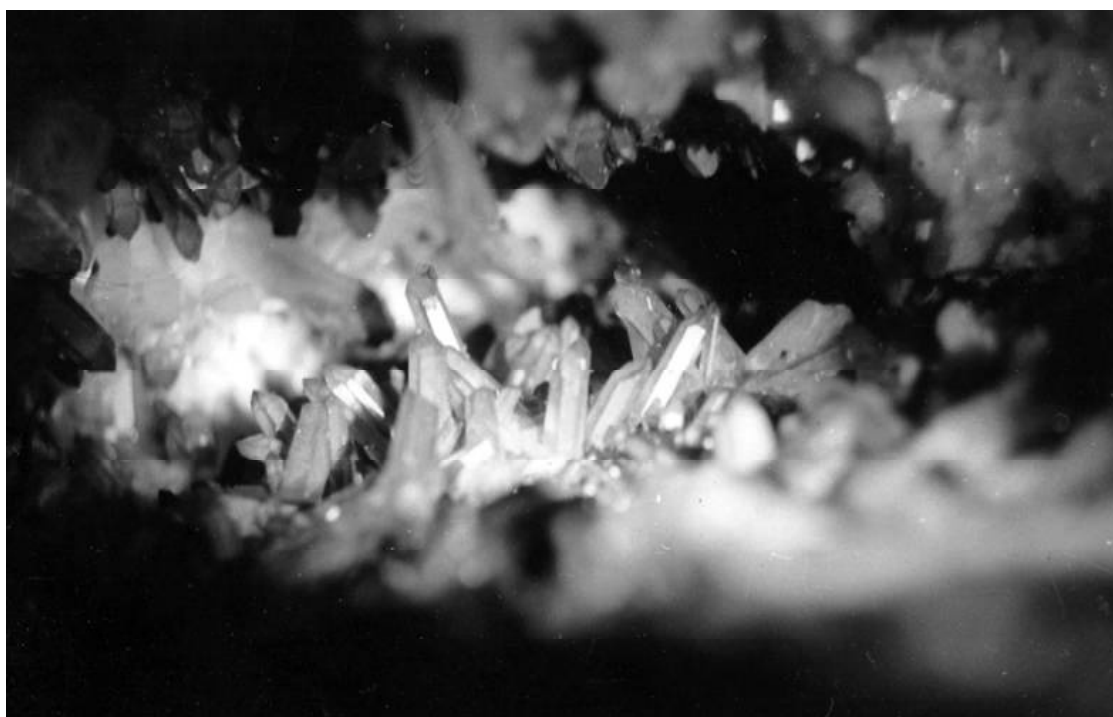


Fig. 2 – Base de la grande géode au fond du puits principal. Photo prise en 1962 avec des moyens rudimentaires.

La Gardette est le filon que les minéralogistes connaissent bien. Mais il y a aussi, à côté, la mine de plomb du Pontet, juste au dessus de la route de Bourg d'Oisans à Villard-Notre-Dame, bien visible sur le chemin que j'empruntais pour aller à La

Gardette. Le filon du Pontet est différent de celui de La Gardette par son orientation et sa paragenèse. Si le filon de La Gardette est indubitablement d'âge alpin, celui du Pontet est probablement d'âge hercynien avec, peut-être (?), un remaniement à l'alpin. Ce qu'on appelle la « mine à Giraud », située tout près du filon du Pontet, que Roger Fournier et Bernard Ravanel ont beaucoup travaillée dans les années 70, était connu au début des années soixante sous forme de grattages que j'avais examinés. Ces minéralisations en tous points comparables à celles de La Gardette n'appartiennent pas au filon de La Gardette proprement dit, mais à un filon parallèle situé plus au nord est. Cela indique qu'il y a sûrement d'autres filons semblables à celui de La Gardette dans la région, mais qu'ils sont situés sous le Trias, au sud ouest, et nécessiteraient de gros travaux pour être découverts.

En 1962 Jean Knobel, un ami géologue qui faisait son service militaire à l'EHM de Chamonix, me téléphone alors qu'il redescend du Grépon : « Bernard viens à Chamonix, je marche sur des boulevards de cristaux, tu vas trouver ici tout ce que tu cherches ». J'arrive quelques jours plus tard et, avec son ami Michel Comte, nous montons à l'aiguille de l'A Neuve où je me trouve pour la première fois devant un four, un four prolifique, tout près du sommet, avec beaucoup de cristaux faciles à récolter, car pour l'essentiel détachés de leur socle. Puis Michel Comte me conduira dans le bassin de Talèfre et me montrera plusieurs fours qu'il avait exploités. Merveilleux pour un chercheur qui ne connaît pas le massif !

En 1965 je monte à Argentière pour élargir ma connaissance du massif. Jean Eyheralde, le curé d'Argentière, grand naturaliste, m'envoie chez celui avec qui il pensait que je ferais le mieux affaire : le cristallier Roger Fournier. Là, le contact est immédiat : Roger comprend que nous sommes très complémentaires : lui sait trouver les cristaux, moi j'ai des idées sur la façon dont ils poussent. Malgré ses fortes occupations - il a deux métiers : restaurateur et guide depuis cette année - nous sommes quelques jours plus tard dans l'arête des Améthystes et par la suite ferons ensemble de nombreuses courses aux cristaux dans le bassin d'Argentière, au Grimsel, dans l'Oisans, etc ...

Alors j'ai renvoyé l'ascenseur. Durant l'été 1965 j'emmène Roger et Michel à La Gardette qu'ils ne connaissaient pas. Et là, j'ai vu les Chamoniards à l'œuvre ! Rappel dans le puits principal, et puisque la grande géode du fond nécessitait des travaux sérieux pour récupérer les plaques, ils ont gratté dans la boue. Nous avons rapporté à Montroc un gros sac de pommes de terres rempli de blocs d'une boue infâme qui se révélèrent, sous le jet de l'hôtel de la gare, de superbes spécimens de cristaux de la Gardette. Je n'étais pas habitué à travailler comme cela ...

Après 1967, j'ai été happé par la géologie de l'uranium. Je ne suis revenu à La Gardette que deux fois : dans les années soixante dix, avec Roger Fournier et Bernard Ravanel, à la « mine à Giraud », puis dans les années 90, conduit sur le site par Pascal Guiguet-Bologne en compagnie d'Alain Martaud. Déception en revoyant les lieux trente années plus tard, les puits où je récoltais des cristaux étaient comblés, et il n'y avait plus de cristaux visibles faciles à détacher comme dans les années soixante. Mais la collection de Pascal m'a montré que la tradition des cristalliers de l'Oisans était rescutée. Merveilleux !

Les minéraux du filon de la Gardette

La minéralogie du filon de la Gardette est bien connue. Je reprends la liste dressée par Lacroix (1897-1910) car à l'époque de l'exploitation la minéralogie était bien connue, et surtout l'abondance relative des différents minéraux bien établie.

Quartz



Fig. 3 – Groupement typique de cristaux de La Gardette. Echantillon récolté par Roger Fournier dans les années soixante.

Le minéral le plus abondant à La Gardette est le quartz, ses cristaux sont allongés, transparents et incolores, sauf au contact de la brannérite (minéral radioactif) qui leur donne une couleur fumée. Leur habitus est l'habitus « Dauphiné » universellement connu : avec une face du rhomboèdre positif souvent prédominante. Cela se produit essentiellement lorsque le cristal pousse à l'horizontale. Dans les cas où il pousse en position inclinée la distorsion de facies est beaucoup plus faible, voire inexistante.

Les cristaux de quartz de La Gardette sont probablement le plus bel exemple de cristaux à structure « lamellaire » (Bambauer et al, 1961). Cette structure, non visible à l'œil nu, peut être révélée par une irradiation prolongée aux rayons X. Le cristal est formé d'une succession de couches, qui s'empilent les unes sur les autres, comme les pelures d'un oignon. Mais la comparaison avec l'oignon s'arrête là, car évidemment les nouvelles couches ne se forment pas au cœur du cristal, comme dans l'oignon, mais en périphérie.

Chaque nouvelle couche se forme lors du rejeu de la fracture dans laquelle le filon s'est formé, et suite à l'arrivée d'une nouvelle quantité de solution sursaturée en silice. Au début de la croissance d'une couche le quartz qui se dépose est très impur (jusqu'à 2500 parties par million d'aluminium, de lithium, etc ...) puis la teneur en impuretés diminue au fur et à mesure de la croissance de la couche. En fin de croissance le contenu en impuretés est environ trois fois moindre qu'au début. Puis la croissance s'arrête et une nouvelle couche se forme lors du rejeu suivant de la fracture. Ce mode de croissance saccadé est très différent de celui des cristaux de quartz du massif du Mont-Blanc qui, pour l'essentiel, au moins dans la première phase (Q1), la plus importante, est un processus continu, avec des teneurs en

impuretés faibles.

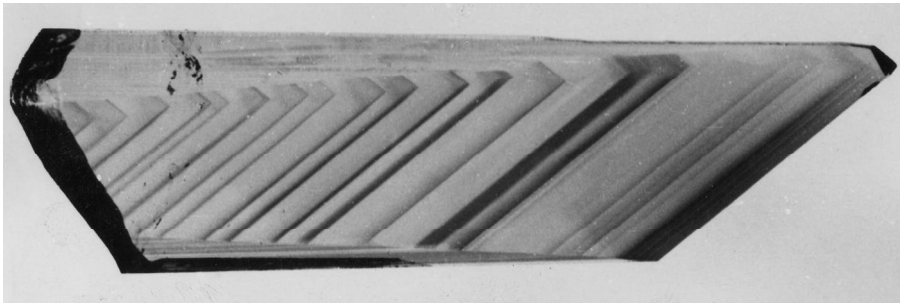


Fig.4 - Lamme polie, parrallèle à l'axe c et perpendiculaire à la grande face du rhomboèdre positif, à droite. L'irradiation prolongée aux rayons X a mis en évidence les zones de croissance, alors que le cristal récolté était incolore dans le gisement.

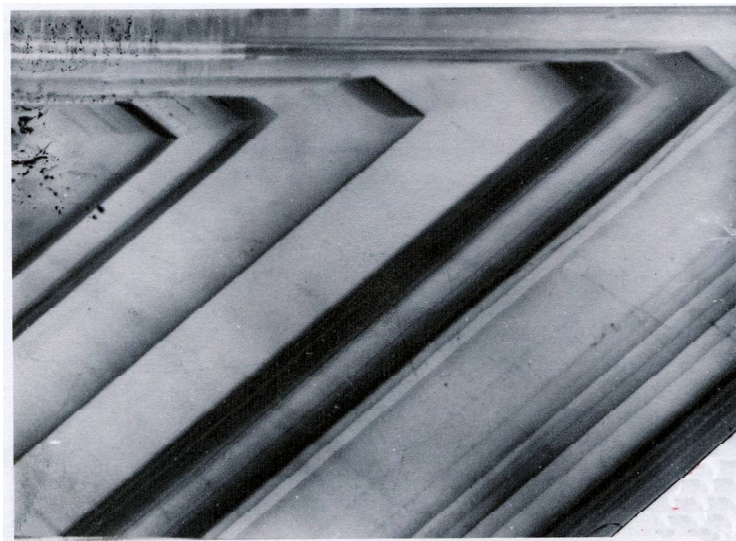


Fig : 5 - Portion d'une lame orientée de la même manière que sur la fig 4, montrant de façon plus nette les différentes couches de croissance du Quartz.

La mâcle à axes inclinés, décrite par Weiss en 1829, puis Des Cloizeaux et d'autres, n'a été connue, pendant très longtemps, que dans le gisement de La Gardette.

Brannérite (titanate d'uranium) antérieure au quartz, en cristaux d'un noir brillant, allongés (jusqu'à 1 cm) et striés. Lacroix n'avait pas identifié ce minéral mais avait découvert qu'il contenait de l'uranium. Il l'appelait Polycrase. Le minéral étudié par Geffroy (1963) ne présente aucune raie de diffraction aux rayons X. Il est métamicté : le rayonnement alpha de l'uranium (la teneur en uranium est d'environ 50% d' U_3O_8) a complètement détruit le réseau cristallin. Mais un chauffage à 800°C restaure le réseau qui donne alors les raies de la brannérite.

La présence de brannérite a conduit le Commissariat à l'Energie Atomique à effectuer des recherches à La Gardette en 1945. Ces recherches furent rapidement abandonnées, mais elles conduisirent à la découverte de l'indice de brannérite-orannabergite à La Motte-les-Bains (Isère).

Or natif trouvé surtout dans un quartz bleuâtre, associé à la brannérite. Il se présente en plages pouvant atteindre le centimètre entre les cristaux de quartz. Il se présente parfois en octaèdres atteignant 2 mm groupés en dendrites. Selon Lacroix, tous les sulfures présents à La Gardette sont aurifères.

Chalcopyrite en sphénoèdres striés de toute beauté et de grande taille - jusqu'à 8 cm d'arête - implantés sur les quartz ou les englobant.

Barite crêtée, en boules rayonnantes, implantées sur des cristaux limpides de quartz.

Galène, en très grandes lames, imprégnée d'or natif et contenant des aiguilles de brannérite. Parfois altérée en cérusite dans les zones oxydées.

Sphalerite et Pyrite

En dehors de ces minéraux les plus abondants, et le plus souvent d'habitus spectaculaire, car géodiques, il y en a d'autres, moins notables : cuivre gris, aikinite (sulfure de Bi,Pb,Cu), etc...

L'ordre apparent de cristallisation, selon Geffroy, serait :

brannérite – quartz – or – galène – barite

Que dire sur la genèse de ce filon ?

a – Age

α - Age déterminé par la tectonique (fil à plomb)

La répartition des débris sur les faces des cristaux (fil à plomb minéralogique, Poty, 1966) montre que le filon s'est formé après le plissement du synclinal de Bourg d'Oisans, qui contient de sédiments triasiques et liasiques.

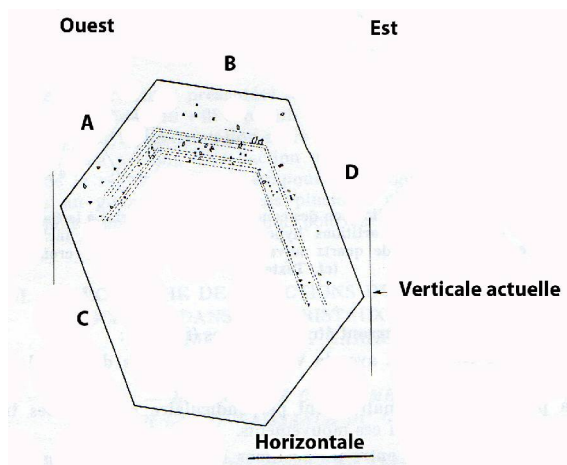


Fig : 6 - **Position 1** - Coupe d'un cristal prélevé dans le filon, dont l'axe c était parallèle à l'axe du synclinal de Bourg d'Oisans. On remarque que les particules et débris de cristaux, dont la taille varie entre un et cinquante millièmes de millimètre, qui ont sédimenté sur les faces A, B et D durant la croissance du cristal sont cohérents avec la verticale du lieu. Le cristal a donc pu pousser dans la position où il se trouvait au moment de son échantillonnage.

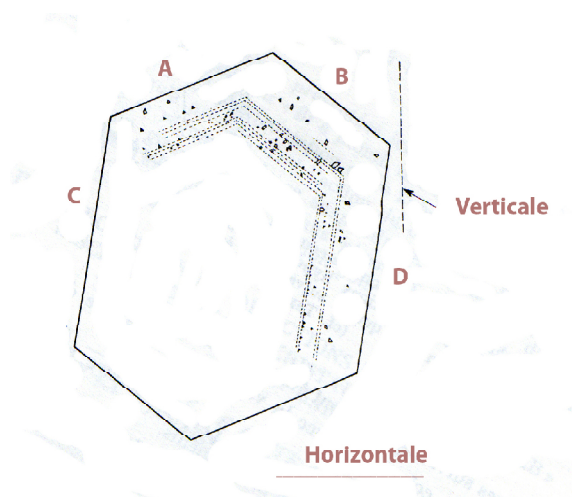


Fig : 7 - **Position 2** - Coupe du même cristal, mais dans la position qu'il aurait eue s'il avait poussé avant le plissement du synclinal de Bourg d'Oisans (base du socle ramenée à l'horizontale). On voit que dans ce cas la face D, qui est surplombante, n'aurait pas pu recevoir de débris, et la face C, qui n'est pas surplombante, aurait dû recevoir des débris. Comme cela n'est pas le cas le cristal n'a pas pu pousser dans la position 2, mais seulement dans la position 1, donc après le plissement du synclinal de Bourg d'Oisans.

Mais dans ces synclinaux on n'a jamais retrouvé de traces de sédiments tertiaires. Ces synclinaux se sont donc peut être formés à la fin du Crétacé, ce qui fixe une limite supérieure de 60 Ma. Cela démontre donc l'âge alpin du gisement de La Gardette mais, avouons le, avec une très faible précision.

Le filon, qui est encaissé dans les gneiss, pénètre sur une faible longueur (quelques dizaines de cm selon mes observations) dans les sédiments du Trias sus-jacent. A son contact les sédiments ne sont pas altérés, alors que les gneiss le sont légèrement. Cela prouve que les fluides étaient en quasi équilibre avec les sédiments. Ceci est un deuxième argument en faveur de l'âge alpin du filon de la Gardette.

β – âge radiométrique

Les tentatives pour déterminer l'âge du filon en mesurant celui de la brannérite avec la méthode Uranium/Plomb n'ont pas, jusqu'à présent, donné de résultats très sûrs. Geffroy (1963) a mesuré la teneur en plomb du minéral. Cet âge « chimique », c'est à dire sans mesure des différents isotopes du plomb, donne entre 50 et 60 Ma. Mais dans un gisement contenant autant de galène il est possible que la brannérite ait poussé en incorporant du plomb, ce qui fausserait le résultat. Nous ne devrions donc pas nous focaliser sur cet âge, en l'absence d'autres arguments.

Les fentes à cristaux de la chaîne alpine ne se sont pas toutes formées au même moment (Mullis et al, 1994) :

- dans le massif du Mont-Blanc l'intervalle de temps est entre 22 et 15 Ma.
- dans les massifs de l'Aar et du Gothard : également entre 22 et 15 Ma
- au Tessin : entre 22 et 18 Ma
- dans les chaînes subalpines (Helvétique) elles sont plus récentes : 16 à 10 Ma.

De nouvelles recherches sont donc nécessaires pour déterminer l'âge des fentes à cristaux de l'Oisans. Les méthodes nucléaires pourront sûrement aider car il y a de nouveau des cristalliers en Oisans, qui trouvent des minéraux radioactifs : titanites, monazites (comme au Plan du Lac), brannérites, etc ... Des mesures à la microsonde ionique, sur des portions de cristaux peu transformés, pourraient peut-être faire avancer la question.

b - nature des fluides dans lesquels les quartz ont poussé.

Le quartz contient de nombreuses inclusions fluides, d'assez bonne taille (plusieurs dizaines de micromètres) donc facilement étudiables.

Les études réalisées dans les années soixante, avec des techniques frustes, montrent que les fluides sont des solutions de sels peu concentrées (11,5 % en poids d'équivalent NaCl), et contenant environ 2 moles % de CO₂. Ces inclusions dont la bulle de gaz disparaît vers 180°C au chauffage sont assez typiques d'eaux sédimentaires. Dans la partie du filon qui se poursuit dans le Trias les inclusions sont identiques. Les inclusions des nodules des calcaires dolomitiques du Trias sus-jacent sont assez semblables, avec toutefois une salinité un peu inférieure (9%). Mais j'ai observé dans les années soixante dix (non publié) une inclusion dans un quartz du filon de La Gardette contenant du CO₂ liquide, ce qui ne s'observe jamais dans les eaux sédimentaires en équilibre avec la calcite.

Les fluides à La Gardette ont probablement plusieurs origines, même si les eaux connées des sédiments sus-jacents semblent prédominer. Il est clair qu'une nouvelle étude devrait être menée avec des techniques modernes. Ces fluides sont assez différents de ceux observés dans les axinites, qui sont beaucoup plus riches en sels et peut être plus chauds.

Différentes considérations (isochore, ou courbe PT à partir de l'homogénéisation de l'inclusion lors du chauffage, et gradient thermique plausible) suggèrent une température de croissance des cristaux de l'ordre de 330°C, sous une pression de 2 000 bars soit un recouvrement par 7 000 à 8 000 mètres de sédiments. Il n'existe pas dans la région de séries aussi épaisses. Peut-être faut-il relier ces pressions au passage de nappes, comme au Mont-Blanc.

Conclusions

Pour comprendre la genèse du filon de La Gardette il faut tenir compte des éléments suivants, déjà bien compris par Geffroy en 1963 :

1 – La Gardette fait **partie intégrante des fentes à cristaux de la chaîne alpine**. On trouve des cristaux de quartz hyalin et géodique non seulement en Oisans, mais des cristaux tout à fait similaires à ceux de La Gardette à Servoz (gîtes métallifères de la montagne de Pormenaz), au Buet (arête des cristaux), au nord du massif de l'Aar (Windgällen Hütte), à Vättis et Calanda (Grisons).

2 – La Gardette contient un **minéral titanifère précoce** (brannérite) comme de nombreuses fentes alpines de l'Oisans : titanites et anatases (combe de la Selle). Le titane est probablement libéré par la chloritisation des biotites des gneiss ou des granites hercyniens.

3 – La Gardette est, vraisemblablement, un **gîte de réjuvenation** de minéralisations plus anciennes. Il faut en effet signaler la présence de minéralisations sulfurées sédimentaires à pyrite, blende, galène, cuivre gris et parfois chalcopyrite dans la dolomie susjacentes du Trias de toute la région (combes de Charmonétier, Blanche, du Pontet, etc ..) c'est à dire quelques mètres au dessus du filon. C'est, de mon point de vue, la source des minéralisations sulfurées observées dans le filon.

Or il existe de nombreux gîtes de réjuvenation en Oisans : filons de sidérite d'Allevard, filons à Co-Ni des Chalanches, filons BPGC du Grand Clot à la Grave, association à or natif- brannérite- annabergite à La Motte les Bains, etc ...

Enfin l'association or-BPGC et barite est inconnue dans l'Hercynien (Geffroy 1963).

Mes travaux à La Gardette portent la marque de l'époque à laquelle ils ont été réalisés (années soixante), avec l'indigence des moyens analytiques de cette époque. De plus, la grande révolution des sciences de la terre, due à l'introduction des méthodes quantitatives et à la modélisation, n'avait pas encore eu lieu : elle pointait timidement son nez. Des travaux ont été réalisés par la suite sur les fentes à cristaux de l'Oisans, en particulier à l'université de Grenoble, mais pas, à ma connaissance, sur La Gardette. Certains travaux ont été effectués à l'université de Nancy (com. pers. M.Cathelineau) mais ne sont pas encore publiés.

C'est dire qu'un nouveau travail sur La Gardette, avec les idées et les techniques actuelles, nous apprendrait sûrement beaucoup sur les mécanismes de formation du filon, comme sur les Alpes. Un tel travail sera grandement facilité par l'intense activité des cristalliers en Oisans.

Références bibliographiques

Bambauer H.U., Brunner G.O. and Laves F. 1961 - Beobachtungen über Lamellenbau an BergKristallen. Z. Kristallogr., Dtsch., 116, 173-181.

Geffroy J. 1963 – La brannérite du filon aurifère de la Gardette (Isère) et sa signification métallogénique. Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr., 86, 129-132.

Lacroix A. 1897 – Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris. Librairie Polytechnique, Baudry et Cie, Ed. Tome 2, 2^e partie

Lacroix A. 1910 – Minéralogie de la France et de ses colonies. Paris. Librairie

Polytechnique, Ch. Béranger, Ed. Tome 4, 1^{ère} partie

Mullis J., Dubessy J., Poty B. and O'Neil J. 19945 – Fluid regimes during late stages of a continental collision : Physical, chemical, and stable isotope measurements of fluid inclusions in fissure quartz from a geotraverse through the Central Alps, Switzerland. *Geoch. et Cosmoch. Acta*, Vol.58, N° 10, 2239-2267.

Poty B. 1966 - Inclusions solides et « Fil à plomb minéralogique » : l'âge du filon de la Gardette (Isère). *Sciences de la Terre*, T XI, n°1, 41-53. Nancy.

Poty B. 1968 - The growth of lamellar quartz on the example of the La Gardette Quartz vein (Isère, France). *Papers and Proceedings of the fifth general meeting, International Mineralogical Association. The Mineralogical Society, London, XV*, 350 p. 54-62.

Poty B. 1969 - La croissance des cristaux de quartz dans les filons sur l'exemple du filon de la Gardette (Bourg d'Oisans) et des filons du massif du Mont-Blanc. *Sciences de la Terre, Mémoire n° 17*, 162 p.

Poty B., Stalder H.A. and Weisbrod A. 1974 - Fluid Inclusions Studies in Quartz from Fissures of Western and Central Alps.- *Schweiz. Min. Petr. Mitt.*, Vol. 54, 2/3, 718-752.

24 juin 2009