

L'Auvergne en bleu et rouge.

Partie II. Les gisements de corindon en contexte métamorphique

Jean-Marc Labouille, membre de la SAGA.

Dans une première partie, nous avons évoqué les gisements magmatiques de corindon en France, dont certains ont eu un passé économique. Dans cette seconde partie, nous présentons les gisements « métamorphiques », moins connus, mais qui ont un grand intérêt géologique et minéralogique.

Septembre 2013. Après quelques jours passés dans une nouvelle recherche assez peu fructueuse de saphir « volcanique » et alluvionnaire vellave (la Cizière à Saint-Eble, la Gouise à Chomelix), l'idée vient de tenter la chance, pour la première fois, dans le domaine métamorphique et colluvionnaire*¹. Une recherche, qui consiste à battre la campagne en observant la surface du sol, offre l'avantage d'être moins statique que le travail au pan/batée, de mieux voir venir les vipères et permet au moins de faire de belles promenades, sachant que le secteur à visiter est beaucoup moins vaste que celui du saphir précité. Cette sortie sera rééditée en septembre 2024, occasionnant la collecte de quatre nouveaux rubis. Mais il faut auparavant se documenter sur ce domaine moins connu. Les informations minimales suivantes qui méritent d'être exposées, parallèlement à la présentation de la récolte de ces demi-journées qui étonnamment ne furent pas stériles, doivent tout aux travaux de chercheurs comme C. Simonet, 1997 et 2000, François-Hubert Forestier et Bernard Lasnier (1963, 1969 et 1977).

Les gisements métamorphiques (tels que celui du secteur de Chantel au point 2 ci-après) doivent être distingués des gisements metasomatiques tels que la plumasite à saphir du secteur de Salzuit (point 3 ci-après), avec lesquels ils forment un groupe très varié et une source importante de corindon industriel et gemme.

Dans le premier cas, il y a un changement minéralogique sans modification de la chimie de la roche (isochimique). Les facteurs influençant les minéralisations sont la composition chimique et minéralogique du protolithe, les conditions de pression, de température et de pression de fluides.

Dans le second cas, le changement minéralogique s'opère dans un système ouvert, avec apport et départ

d'éléments chimiques (anisochimique). Les caractéristiques des minéralisations dépendent de la pression et de la température, de la composition chimique des roches et des fluides impliqués.

Ces facteurs se retrouvent souvent à l'échelle d'une région, ce qui explique l'existence de provinces riches en gisements d'origines variées de rubis et saphirs, telles que la Ceinture du Mozambique.

1. Les amphibolites à rubis : généralités

Un environnement géologique important dans la formation des gisements de corindons est le métamorphisme de roches gabbroïques en faciès granulite*, assez courant dans les ceintures métamorphiques liées aux grandes chaînes de montagne. Il est à l'origine de nombreux gisements de rubis à travers le monde, le plus connu étant celui de Longido en Tanzanie. Les gisements d'amphibolites à rubis livrent rarement des pierres de qualité gemme, mais sont plus connus pour leurs roches ornementales appréciées, telles que la « ruby-smaragdite » de Caroline du Nord.

Les amphibolites à rubis sont des roches de couleur vert émeraude du fait de la teneur en chrome élevée de l'amphibole. Dans la plupart des gisements, les paragenèses sont assez semblables et constantes : corindon, pargasite, gedrite, plagioclase basique, sapphirine, etc. C'est le cas en Haute-Loire. Le saphir est quasiment absent, cela est dû à la présence, dans le protolithe (gabbro, troctolite...), de minéraux riches en chrome. Lors du métamorphisme, ce dernier se répartit dans certains des minéraux formés : corindon, amphibole alumineuse (pargasite), zoïsité (site de Longido).

Typiquement, le corindon incolore ou rose à rouge sombre (rubis) est présent. Le rubis a souvent un habitus caractéristique en tablettes pseudo-hexagonales. Il est rarement astérié, malgré la présence d'oxyde de titane sous forme d'inclusions de cristaux de rutile.

¹ Les termes marqués par un astérisque sont expliqués dans le glossaire en fin d'article.

2. Les amphibolites à rubis de Chantel, au sud de Brioude (Haute-Loire, France)

Contrairement au saphir vellave et du plateau du Devès (pour une vue d'ensemble sur cette région volcanique, il y a également lieu de consulter Audubert *et al.*, 2012), cette variété de corindon et de gisement n'est connue que depuis très récemment (années 1960-70) et n'a jamais fait l'objet d'une exploitation. L'intérêt économique de ces gisements est d'ailleurs considéré comme très limité. Au mieux, d'après le prospecteur Raymond Sdei, des pierres de qualité cabochon ont été trouvées dans un petit gisement alluvionnaire directement associé aux affleurements d'amphibolites à rubis. Mais, à coup sûr, ces pierres n'ont et n'iront jamais embellir quelque couronne que ce soit. L'absence de pierres de

qualité gemme ici est bien conforme à ce qu'on peut attendre des gisements d'amphibolites à rubis.

Le gisement se situe entre Paulhaguet et Salzuit à l'est, Saint-Privat du Dragon au sud et Saint-Ilpize et Chantel à l'ouest (cartes en figures 1 et 2, photos en figures 3 et 4). Sur la carte géologique (figure 1), des lanières d'amphibolite à corindon et sapphirine (1) ponctuent des leptynites (gneiss à grain fin) (2) pour former le groupe leptyno-amphibolitique, encadré par des gneiss anatectiques au nord (4), des gneiss à biotite et sillimanite (3) au sud, portant eux-mêmes à l'ouest un chapelet de formations volcaniques basanitiques (5). L'attention doit se porter au nord-ouest de Peygerolles (chemin vers Gaillardes, Escoutaradon et Pracours) et à l'ouest de Cerzat du Dragon et vers Grenier et Chantel, pour une recherche efficace du rubis en éluvions* (figures 1 et 2).

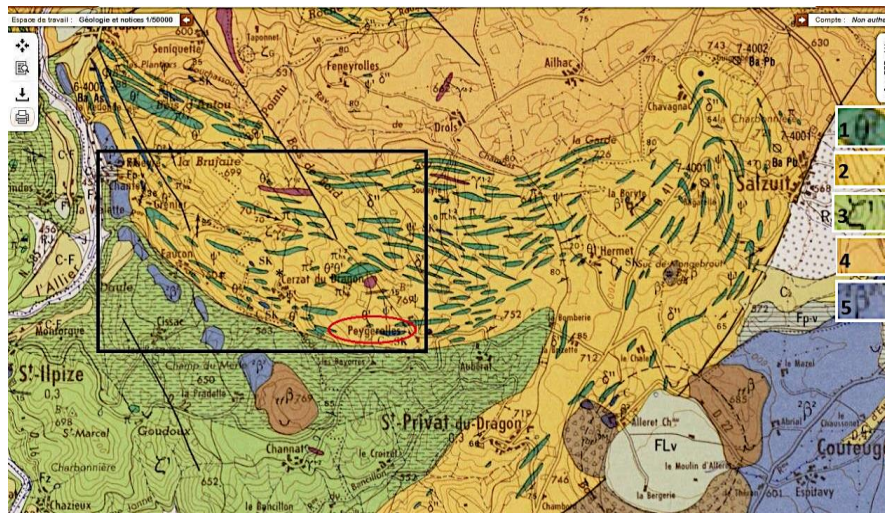


Figure 1. Les amphibolites à rubis de la région de Chantel et Peygerolles.

Source : infoterre.brgm.fr.

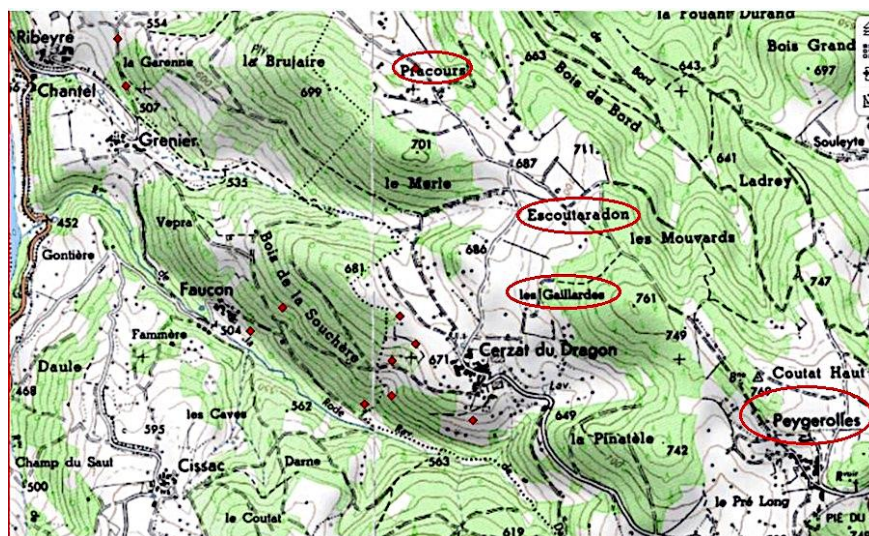


Figure 2. Secteur gemmifère entre Peygerolles et Chantel. Source : infoterre.brgm.fr.



Figure 3. Chemin menant au bois des Gaillardes.
Photo J.-M. Labouille.



Figure 4. Chemin passant au nord du bois des Gaillardes, à droite. Septembre 2013. Photo J.-M. Labouille.

Un processus « rétromorphique »

Les roches qui nous intéressent font partie du « Groupe leptyno-amphibolitique » de Haute-Loire, entité pétrographique et structurale située à la base des gneiss anatectiques, dérivée de granulites* partiellement rétromorphosées, ainsi que de péridotites serpentinisées (harzburgites). Bien représentées dans le Massif central, ce groupe associe des roches métamorphiques ultrabasiques (d'origine mantellique), basiques (amphibolites) et acides (leptynites), associées à des lithologies variées, d'origine continentale (carbonates, gneiss, etc.). Les amphibolites et leptynites représentent rarement plus de 20 % du volume des roches du groupe.

Par « granulites », on entend des roches de divers chimismes, dont les paragenèses sont attribuables à un métamorphisme plus fort que celui du métamorphisme « amphibolite » postérieur. La rétromorphose définit

l'apparition de néo-minéraux, au détriment de paires « réactionnelles » rendues instables à pression et/ou température moindres. La pression venant à diminuer pour une raison quelconque (surrection d'une chaîne de montagne, par exemple, avec élévation ou entraînement de la base de la croûte), les assemblages stables à HP-HT peuvent être rendus instables (Lasnier, 1977). Les roches affleurantes à l'état de reliques sont protégées dans un encaissant moins métamorphique. La grande hétérogénéité des granulites dans la série du Haut-Allier se traduit à l'affleurement par une sorte de mégapoudingue impossible à cartographier avec précision, tant la variabilité et l'imbrication sont grandes.

Un mode de transport « tectonique »

Le Groupe leptyno-amphibolitique (1 et 2 sur la carte de la figure 1) a été transporté tectoniquement, au cours de la collision hercynienne, jusqu'à sa position actuelle sur des terrains moins métamorphiques. Il contient des matériaux océaniques et continentaux, preuves de l'existence d'un océan avant la collision. Situés au-dessus du Groupe leptyno-amphibolitique, les gneiss anatectiques (4 sur la carte) désignent des roches, dont une grande partie provient de la rétro-morphose des termes acides et alumineux. Ces deux groupes montrent une évolution métamorphique rétrograde et anatectique (unité supérieure des gneiss), depuis les conditions de haute pression (de 15 à 20 kb) dont témoignent les « reliques » jusqu'aux conditions de moyenne pression du métamorphisme régional.

Les formations leptyno-amphibolitiques chevauchent des formations autochtones gneissiques à biotite sillimanite (3 sur la carte), dérivant d'une ancienne série sédimentaire pélito-grauwackeuse et à métamorphisme de moyenne pression (de 6 à 8 kb) et à évolution prograde. L'amplitude de ce chevauchement du Groupe leptyno-amphibolitique dans la région du Haut-Allier serait de 150 km (Nicollet et Bouloton). À la base de l'unité chevauchante leptyno-amphibolitique, un contact peu visible est matérialisé par un niveau de (rares) boules de péridotite serpentinisée. Au-dessus, l'unité chevauchante (de 1 à 2 km d'épaisseur) a une lithologie variée : amphibolites, leptynites (gneiss fins), orthogneiss, roches carbonatées, alternent en niveaux décimétriques à décamétriques.

Sur le terrain, les gneiss leptynitiques (de nature essentiellement plagioclasique) sont fréquemment associés à des roches « granulitiques » basiques, voire ultrabasiques. Ces dernières sont plus ou moins affectées par les produits des diverses rétro-morphoses qu'elles ont subies et se présentant sous diverses variétés, telles que des gabbros et roches gabbroïques

associées coronitiques, des élogites et élogitoïdes et des amphibolites à saphirine et corindon.

En résumé, les amphibolites à rubis de Chantel proviendraient donc de la rétomorphose de gabbros et se situent dans une série de gneiss précambriens, atteinte à sa base par l'anatexie. La composition isotopique de l'oxygène du rubis de Peygerolles (0,5 %) est conforme à ce type de gisement. La couleur vert « émeraude » est caractéristique de ces roches à structure granoblastique*. Outre le corindon et la saphirine (décrite pour la première fois en France dans ce gisement), elles sont surtout constituées de plagioclase (anorthite pratiquement pure An95-97) et d'amphibole pargasitique, dont la couleur vert émeraude est due à une teneur élevée en Cr₂O₃, atteignant 1,11 % (Hunstiger, 1989).

Description sommaire des rubis collectés et de leurs accompagnateurs

Le corindon

Rhomboédrique, il se présente plus fréquemment en cristaux xénomorphes sous forme de tablettes pseudo-hexagonales, suivant la face c [00.1] du pinacoïde comme sur la figure 5, mais aussi sous forme de grains allongés ou non (figures 6 et 7) et parfois sous forme de barillets rouges ou roses.

Des cristaux apparaissent parfois en lamelles dans la roche, il s'agit alors de tablettes vues en section. Le

développement en plaquette dans le plan perpendiculaire à l'axe ternaire est beaucoup plus fréquent pour le rubis que pour le saphir et ce type laminaire est commun aux élogites et aux amphibolites (Lasnier, 1977).

Contrairement au saphir des gisements volcaniques, dont les dimensions ont toujours été modestes, certains cristaux tabulaires des rubis trouvés sur le secteur ont atteint 10 cm (carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Brioude, BRGM). Le plus grand collecté en septembre 2013 et présenté ici (figure 5) mesure 5 mm pour 0,45 carat, un autre collecté en 2024 pèse 2,7 carats (figure 10).

Le rubis chromifère de Chantel-Peygerolles est, comme ici, dans différentes nuances de couleur rose à rouge. Il est opacifié par de nombreuses fractures, et ne montre pas d'astérisme*. Observé dans la roche, il est parfois entouré d'une auréole de spinelle vert, lui-même circonscrit de zoïsite, au contact du plagioclase. La figure 5 montre ce qui paraît être des stries de croissance caractéristiques du corindon (des stries incurvées dénonceraient une gemme synthétisée selon le procédé Verneuil*), ou peut-être de simples fractures.

En 2024, de nouvelles recherches au-dessus de Peygerolles ont permis de récolter quatre nouveaux rubis cumulant 4,7 carats (figures 8 à 10). Les zones vertes sur le rubis de 2,7 carats, figure 10, sont de la pargasite NaCa₂(Mg₄Al)(Si₆Al₂)O₂₂(OH)₂, amphibole verte des roches métamorphiques et des roches volcaniques.



Figure 5, à gauche. Rubis en tablette collecté en 2013, au nord de Peygerolles. Longueur 5 mm, 0,45 carat.

Figures 6 et 7, à droite. Rubis granulaires, d'un rose plus prononcé que celui de la figure précédente. 2 et 4 mm.

Figures 8, 9, 10, de gauche à droite : rubis en tablette épaisse de 1,4 carat ; rubis de 0,15 carat ; rubis de 1,4 et 2,7 carats. Coll. et photos J.-M. Labouille.

La sapphirine

L'examen des chemins autour de Peygerolles a permis la découverte de ce petit grain de couleur bleue (figures 11A et 11B). Si certains ruisseaux au nord de Chantel ont livré quelques saphirs en même temps que des rubis dans leurs alluvions, le saphir n'est pas réputé pour être présent dans ce secteur, notamment en contexte éluvionnaire. Il est bien présent dans le domaine des plumasites à corindon du Haut-Allier (Salzuit, Coureuges, etc.), mais qui sont relativement distantes des amphibolites à rubis du secteur de Chantel-Peygerolles.



Figure 11A et 11B. Sapphirine éluvionnaire, alentours de Peygerolles, septembre 2020. L : 3 mm.
Coll. et photos J.-M. Labouille.

Il s'agit donc plutôt de sapphirine, minéral monoclinique à la formule chimique complexe $Mg_4(Mg_3Al_9)O_4[Si_3Al_9O_{36}]$, dont la couleur bleue est due au fer sous forme de transfert de charge $Fe^{2+} - O - Fe^{3+}$ et qui se présente habituellement en grains, agrégats grenus et parfois tablettes. Elle est signalée dans l'amphibolite, en inclusions dans le plagioclase ou en auréoles autour du corindon, où on pense qu'elle se forme au détriment du spinelle, avant d'être remplacée par le rubis. Ainsi, le corindon germerait dans la sapphirine, celle-ci pouvant être ou non associée à du spinelle. Toutefois, Simonet (2000) indique que cette idée des réactions a varié dans le temps. Avant que Lasnier (1977) propose l'évolution : [spinelle → sapphirine → corindon], les réactions proposées par Forestier et Lasnier (1969) étaient plutôt : [corindon + anorthite → pléonaste (spinelle) vert foncé ou sapphirine ; puis : spinelle → zoïsite].

Le rutile

Sur les chemins autour de Peygerolles affleurent des cristaux rouge orangé comme celui des figures 12A et 12B. Plutôt que de corindon, il peut s'agir de rutile (TiO_2) issu des lentilles d'éclogite, fréquentes au voisinage des affleurements d'amphibolites à corindon et sapphirine, au sein des leptynites. Ce type très particulier d'éclogite est caractérisé par la présence d'une omphacite gris-bleu, associée à du plagioclase

primaire d'ordinaire absent dans une éclogite standard.

Cette éclogite contient 1 à 2 % de graphite, quelques apatites centimétriques, de teinte brun cassonade et surtout, parfois, du rutile. Celui-ci forme des cristaux centimétriques typiquement rouge orangé, groupés en niveaux frustes (BRGM, notice explicative de la feuille Brioude à 1/50 000, 1982) et présentant un habitus xénomorphe classique dans les éclogites (Lasnier, 1977). L'étude à la microsonde électronique pour rechercher l'origine de leur coloration rouge orangé par B. Lasnier a révélé quelques ppm de Fe uniformément répartis et une quantité de Cr nulle.



Figure 12A et 12B. Rutile ? L : 7 mm.
Coll. et photos J.-M. Labouille.

3. La plumasite à saphir de Salzuit, au sud de Brioude (Haute-Loire, France)

La plumasite est un exemple de réaction métamorphique à la mise en contact de roches de chimisme de différents types. Elle a été découverte au début du XX^e siècle dans le comté de Plumas en Californie. Typiquement, les filons plumasitiques sont des roches silico-alumineuses (pegmatites granitiques...) qui subissent une désilicification au contact de roches déficientes en silice (péridotites...) et voient leur quartz disparaître, l'alumine cristalliser sous forme de corindon, la teneur en anorthite du plagioclase augmenter et une auréole plus ou moins complexe apparaître, à phlogopite et amphibole magnésienne. Ce corindon descend encore en gamme. Les plumasites ne sont pas source de corindon gemme comme les gisements volcaniques, ni des pierres ornementales comme les autres gisements métamorphiques, mais fournissent surtout du corindon pour abrasif.

Les plumasites de Haute-Loire [Traignac, Le Bois, Laboue, Coureuges et, ici, Salzuit (figures 13A, 13B et 13C)] montrent des boudins de péridotite serpentinisée (anciennes harzburgites à spinelle), recoupés par deux générations successives de filons de pegmatite, liées aux migmatites encaissant les péridotites. À Salzuit, l'assemblage minéral résultant comprend : plagioclase (oligoclase-andésine) ; corindon, parfois

en barillets très allongés selon l'axe c, colorés en gris à bleu, plus ou moins astériés et pouvant atteindre 50 % en volume de la roche ; biotite « en couteau », allongée selon l'axe b ; apatite, zircon, rutile, spinelle, andalousite, diaspore, talc, chlorite, minéraux serpentineux, prehnite, scapolite.



Figure 13A, B, C. Plumasite à saphir, collectée à Salzuït, en 2024. Coll. et photos J.-M. Labouille.

Conclusion

On peut tenter de résumer la situation avec Bernard Bonin (1998) et la figure 14, de la façon suivante.

La croûte inférieure sous les continents ne peut s'observer qu'indirectement par des échantillons ramenés, soit par les magmas des volcans (cas des saphirs), soit par des phénomènes tectoniques de surrection (cas des rubis). Ces échantillons de socle continental ramenés à la surface (enclaves volcaniques ou allochtone de collision) appartenaient au départ au faciès des granulites (pression moyenne de 9 à 12 kb ; environ 30 km de profondeur), qui comprend, notamment, des roches magmatiques de composition granitique et de composition basique. Le quartz s'y présente en rubans ou en plaquettes, définissant la texture granulitique et l'aluminium en excès peut se présenter sous forme de spinelle hercynite, voire de corindon.

Puis, les roches de composition basique ont été métamorphosées à 3 kb avec des températures de 700 à 800 degrés pour donner des amphibolites à rubis, ramenées ensuite à la surface par une tectonique de collision. Ces formations catazonales sont en principe exemptes de toute fusion, à cause de leur paragenèse anhydre.

Celles de composition acide se trouvent avoir été généralement ramenées à la surface à la faveur d'événements éruptifs soumettant les roches préexistantes à un phénomène d'anatexie (fusion partielle), par augmentation de la température au contact de la coulée de lave. Ces enclaves de socle fondues présentent un faciès de sanidinites : le quartz est remplacé par la tridymite ou la cristobalite, l'orthose par la sanidine, etc. Les roches fondues dans les coulées basaltiques montrent des verres et des minéraux déstabilisés ou corrodés.

Cette fusion partielle est incongruente, car le matériau de départ n'avait pas la même composition que le liquide produit et qu'il demeure un résidu solide constitué de matériaux réfractaires (restite). Le liquide refroidi génère de son côté des roches acides friables (buchites*) et, parmi les matériaux réfractaires de la restite, les minéraux alumineux, mullite, corindon (saphirs du Velay) et spinelle hercynite, sont issus de la décomposition des micas, qui, en libérant de l'eau, ont facilité la fusion.

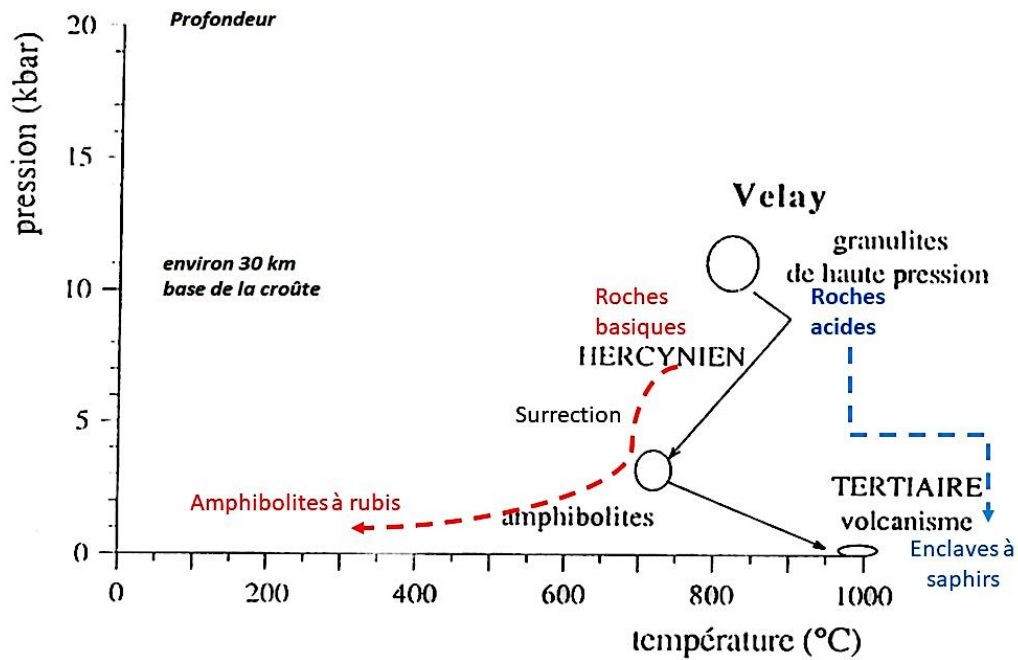
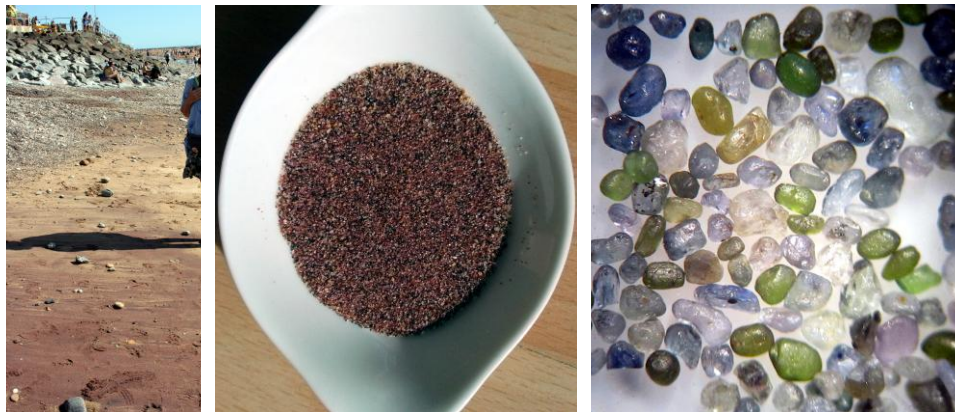


Figure 14. Évolution au cours des épisodes hercyniens et tertiaires des granulites en enclaves dans les laves basaltiques du Velay. D'après Leyreloup, 1973 repris dans Pétrologie endogène de B. Bonin (1998), p. 105.

Un mot concernant la présence du corindon en roches sédimentaires ou gisements secondaires (dépôts alluviaux, éluviaux ou colluviaux*).

Les gisements de type cordon littoral sont très peu décrits, mais on peut présenter un rare exemple connu des placers à grenats et saphirs des plages de Brétignolles-sur-Mer, en Vendée (figures 15A, B, C). Ces placers rougeâtres, dont la localisation varie notamment au gré des courants, se composent de trois groupes de minéraux : grenats, ilménite, magnétite sont les plus nombreux ; staurotide, rutile et zircon forment le bataillon intermédiaire et apparaissent, plus rarement, apatite, amphibole, tourmaline, épidote et des saphirs, dont la plupart présente des formes émoussées et une couleur bleu marine, bleu nuit, verte ou incolore.

La question principale posée par ce corindon est celle de son origine, encore assez largement indéterminée et sachant qu'il n'a jamais été reconnu dans les roches environnantes. Le lien avec l'Auvergne est possible, mais pas certain. Au plus près, on ne peut pas exclure que des sources péri-granitiques métamorphisées (environs de La Roche-sur-Yon) ou des sources basiques et ultrabasiques (complexe des Essarts) aient pu produire des corindons, transportés ensuite vers les plages par le réseau du bocage. Plus loin, des gisements bretons, eux-mêmes secondaires (la Mercredière ...), ont pu également constituer une source de corindons déplacés par les courants côtiers. Enfin, la Loire, puis les courants côtiers auraient pu aussi apporter un contingent de corindons de la Haute-Loire, du Haut-Allier et du Cantal.



Figures 15A, B et C. Sables lourds à grenats et saphirs. Brétignolles-sur-Mer, novembre 2023. Coll. et photos J.-M. Labouille.

Lorsqu'un éloignement significatif de la source est envisageable (dépôts alluviaux, cordons littoraux), l'origine géologique des minéraux peut toutefois être approchée à partir de l'analyse des inclusions solides et fluides et, désormais, par leur composition isotopique en oxygène. Dans le cas présent, une étude succincte sur quelques saphirs a révélé des valeurs des isotopes de l'oxygène ($\delta^{18}\text{O}$ en pour mille, ‰) homogènes et autour de 8 ‰ et permis, au moins, de supposer une source géologique unique et probablement métamorphique. La méthode est peu discriminante et ne permet pas de déterminer avec certitude la provenance d'une pierre, mais elle permet d'exclure certaines provenances.

On remarquera que la plupart des corindons gemmes du marché proviennent de l'exploitation de gisements secondaires sédimentaires, d'origine détritique, plus faciles à exploiter et moins coûteux et, en outre, le transport abrase les parties non gemmes des minéraux et en améliore la qualité.

Glossaire

Alluviaux, éluviaux, colluviaux

Alluviaux : matériaux détritiques transportés par un cours d'eau et généralement déposés le long de son lit, soit dans son lit même, soit sur sa plaine d'inondation.

Colluviaux : matériaux altérés transportés par gravité, par exemple sur les éboulis.

Éluviaux : matériaux altérés encore à leur point de formation ou à proximité.

Buschite (ou buchite), buschitisé

Roche métamorphique crustale partiellement fondue par la lave d'un volcan, compacte, vésiculaire, de composition quelconque, contenant plus de 20 % de verre en volume.

Faciès granulite

Un faciès métamorphique désigne une catégorie de roches déterminée par un assemblage minéralogique associé à un intervalle de conditions de température et de pression (P-T) de formation, qui caractérise ce degré de métamorphisme. Une granulite est une roche métamorphique catazonale, formée en profondeur à moyenne ou haute pression et haute température. De structure granoblastique, elle est composée de quartz et de feldspath (orthose, plagioclase) avec, selon les cas, de l'hypersthène (pyroxène) et du grenat. Les amphiboles ou les micas disparaissent à de telles conditions de formation. Les granulites définissent un faciès métamorphique de fort degré.

Granoblastique

Texture d'une roche définie par des grains visibles à l'œil nu, des joints de grains suturés et des grains approximativement équidimensionnels. Dans des conditions idéales, les joints de grains s'intersectent à des jonctions triples à 120 °.

Procédé Verneuil

Procédé de fusion à la flamme pour la fabrication de corindons synthétiques. De l'oxyde d'aluminium très fin et à l'état pur est fondu à l'aide d'un chalumeau oxyhydrique (oxygène + hydrogène), à une température de plus de 2 000 °C. Cette matière tombe goutte à goutte sur un germe cristallin qui grandit continuellement comme une stalagmite et fait ainsi naître un cristal en générant des stries de croissance.

Saphir astérié

Astérisme : effet d'étoile ou de croix sur certaines pierres, formé par l'interférence de la lumière avec les inclusions, par exemple le rutile dans les corindons, la magnétite pour le diopside. Les raies lumineuses sont au nombre de 4, 6 et, rarement, 12 et l'effet peut être spectaculaire sur les pierres taillées en cabochon.

Bibliographie

Audubert F., Conan M.-T. et Mahéault r., 2012. La Commission de volcanisme dans le Devès, *Saga Information*, n° 317, p. 4-16.

Bonin B., 1998. Pétrologie endogène, Dunod, Paris, 336 pages.

Forestier F.-H., 1961. Métamorphisme hercynien et antéhercynien dans le bassin du Haut-Allier (Massif central français). Thèse, Faculté des sciences de l'Université de Clermont-Ferrand, 309 pages.

Garnier V., Giuliani Gaston, Ohnenstetter D. et Schwarz D., 2004. Les placers à corindon gemme. *Le Règne Minéral*, n° 55, p. 36-47.

Hunstiger C., 1989. Darstellung und Vergleich primärer Rubinorkommen in metamorphen Muttergesteinen. Teil 1. *Z. Dt. Gernmol. Ges.*, 38(4), p. 113-138.

Lacroix A., 1962, Minéralogie de la France et de ses territoires d'Outre-Mer, Tome troisième, nouveau tirage, Librairie scientifique et technique Albert Blanchard, p. 237-247 et 211-214.

Lasnier B., 1977. Persistance d'une série granulitique au cœur du Massif central français, Haut-Allier : les termes basiques, ultrabasiques et carbonatés. Thèse Université de Nantes, laboratoire de pétrologie et de minéralogie, 351 pages + planches photo.

Nicollet Ch. et Bouloton J. La série métamorphique du Haut-Allier : un exemple de l'évolution géodynamique de la chaîne hercynienne.

<http://christian.nicollet.free.fr/page/enseignement/HautAllier/HA.html>. Cours en ligne, consulté en juin 2026.

Phan D K - Cours de minéralogie - 1990 – ENSM.

Règne Minéral (Le), n° 93, mai-juin 2010 et n° 46, juillet-août 2002. Les saphirs des plages vendéennes.

Simonet C., 2000. Géologie des gisements de saphir et de rubis. L'exemple de la John Saul mine, Mangari, Kenya. Thèse de Doctorat, Université de Nantes, 349 pages.

À toutes les époques, certaines pierres ont beaucoup voyagé

Cette figurine nue (au musée du Louvre depuis 1866, département des Antiquités orientales), de 25 cm, représente peut-être la grande déesse de la sexualité et de la fertilité babylonienne Ishtar, ou au moins la représentation d'un principe de fécondité et de féminité (figure 16A et 16B).

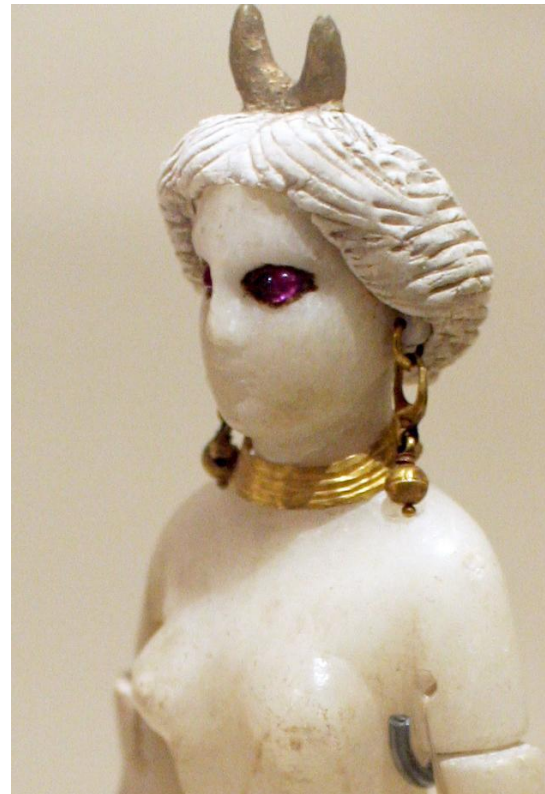


Figure 16 A et B. Déesse parthe aux yeux de rubis. Photos collection personnelle.

Il pourrait aussi s'agir d'une compagne de la déesse lunaire Nanaya, la fille du dieu lunaire Sin, ancienne divinité babylonienne assimilée à Artémis. Comme d'autres statuettes similaires, de style gréco-babylonien, réalisées à l'époque parthe entre le II^e siècle av. J.-C. et le I^{er} siècle ap. J.-C., la figurine était déposée dans un tombeau familial, près de la tête de la défunte, à quelques kilomètres au sud de Babylone.

Cette technique de sculpture composite mêle albâtre, coiffure en stuc, surmontée d'un croissant en bronze doré, oreilles et cou portant des bijoux en or, **yeux et nombril incrustés de rubis**. Après avoir été considérés comme de la pâte de verre colorée en rouge, les yeux et le nombril se sont révélés être des pierres

naturelles, d'origine birmane, à plus de 6 000 km de la Mésopotamie, grâce à AGLAE, l'Accélérateur de particules Grand Louvre d'Analyse Élémentaire et à la méthode PIXE (fluorescence X induite par faisceaux d'ions accélérés), nouvelle technique de recherche en gemmologie historique. Ce serait la plus ancienne attestation de l'utilisation de rubis au Proche-Orient, et du goût pour les pierres rouges en général sous l'empire parthe.

Ces rubis birmans montrent que les échanges se faisaient avec des contrées de plus en plus lointaines au début de notre ère, permettant aux pierres précieuses de parvenir jusqu'en Mésopotamie.