

L'Auvergne en bleu et rouge

Partie I. Les gisements de corindon « volcaniques » des plateaux basaltiques

Jean-Marc Labouille, membre de la SAGA.

Les ressources en pierres « gemmes » métropolitaines sont anecdotiques. Mais elles ne sont pas nulles et c'est bien là l'essentiel. Il ne manque que le diamant. De plus, elles entretiennent, s'agissant ici du corindon, un agréable rapport avec l'histoire et présentent une gamme intéressante de contextes et d'origines géologiques.

Les corindons magmatiques, qui se rencontrent dans les roches plutoniques et dans les roches volcaniques, seront présentés dans cette première partie. Les corindons qui apparaissent également en contexte métamorphique, feront l'objet d'une seconde partie dans un prochain numéro du bulletin.

Février 2020. À quelques jours du confinement, ma seconde visite à Saint-Eble (43), au pied du petit cône strombolien du mont Coupet, s'avère être la bonne. Une demi-heure de « glanage » aux abords des champs, rapide et anarchique en termes de méthodologie prospective, met au jour deux saphirs et un spinelle (figure 1 et, plus loin, figures 13 et 21). Ils s'ajoutent aux rares trouvailles de ces vingt dernières années, faites à l'occasion d'une demi-douzaine de passages éclair dans la région vellave, notamment sur le riu Pezzouliou et dans le Haut-Allier, comme ce rubis découvert en 2013 (figure 2). Ces collectes, complétées en 2024 (échantillons illustrés en figure 22 de cette première partie et en figures 8, 9 et 10 de la seconde partie), sont l'objet de cet article.

Une vieille histoire

La circulation des pierres a été très dynamique, même dans des temps très reculés, comme le suggère l'exemple babylonien cité *in fine*. Au Moyen Âge, outre les célèbres améthystes auvergnates, quelques ressources en pierres gemmes de France faisaient l'objet d'une exploitation économique, notamment à travers la fabrication de bijoux, par les orfèvres du Puy-en-Velay, une des corporations les plus importantes de la ville. Celle-ci utilisait des zircons et surtout des corindons (saphirs) provenant d'un petit cours d'eau, le riu Pezzouliou, près d'Espaly, coulant au pied d'un édifice volcanique, le mont Croustet. Les saphirs ornaient des bijoux de type religieux : anneaux, croix, reliquaires, statuettes de la vierge noire, ceintures en or (cf. Mémoires et procès-verbaux de la Société agricole et scientifique de la Haute-Loire, 1879-1880). Les saphirs, zircons, corindons verts, spinelles et grenats sont ainsi connus depuis longtemps, au moins dans cette région du Massif central. Un inventaire de la succession d'Eudes, comte de Nevers, décédé à Acre en Palestine en 1266, mentionne déjà des anneaux fabriqués de la sorte par les artisans du Puy. À la mort du roi Charles V, en 1380, l'inventaire de son mobilier mentionne dix pièces

serties de saphirs du Puy, dont une ceinture en or à charnières garnie de perles, émeraudes et rubis, une croix d'or avec cinq saphirs, cinq grenats et huit turquoises, deux croix, dont une portant sept saphirs, des perles et des émeraudes, et divers anneaux ou bagues.



Figure 1. Saphir Al_2O_3 collecté en 2020 en colluvions au nord-est du mont Coupet. 0,8 carat, 7 mm.



Figure 2. Rubis Al_2O_3 en tablette collecté en 2013 au nord de Peygerolles. 0,45 carat, 5 mm.
Coll. et photos J.-M. Labouille.

Cette industrie commence à décliner lorsque, en 1505, le portugais Vasco de Gama découvre Ceylan. Durant les XVI^e et XVII^e siècles, les explorations des portugais et des hollandais enrichissent l'Europe des produits de ces lointaines contrées et, sur les marchés, apparaissent des diamants du Bengale et des saphirs de Ceylan, d'une meilleure eau et d'une plus grande valeur que ceux d'Espaly. Néanmoins la tradition a la vie dure. Dans son unique poème, la Velléiade, publié vers 1630, Hugues d'Avignon, seigneur de Monteils et avocat en la sénéchaussée du Puy, fait une élégie descriptive du pays du Velay, où il consacre des vers aux richesses naturelles de la contrée, dans un inventaire plus ou moins exact et un langage nettement laudatif :

*L'on y voit certains lieux où sont les minéraux
De l'or de l'argent, voir encor des ruisseaux
D'où l'on tire beaucoup de pierres précieuses
Des saphirs, des rubis, choses si merveilleuses
Et si belles à l'œil, qu'elles (le plus souvent)
Surpassent de leur prix les pierres du Levant...*

Au XVIII^e siècle, Leroux-Dufié (*Traité de la science des pierres précieuses*) notait qu'un paysan d'Espaly faisait encore métier de rechercher les saphirs du riuou. Et quand Louis Pascal publie son *Étude géologique du Velay* en 1865, alors que la joaillerie ne fait plus usage depuis longtemps des gemmes de la Haute-Loire, il appelle encore de ses vœux une prospection « industrielle » de ces gisements gemmifères. La nouvelle d'une collecte impressionnante de plus de 10 000 carats (2,5 kg) de corindon sur le seul gîte du mont Coupet, près de Langeac, venait de se répandre.

Quelques brefs repères sur l'origine du corindon

Les corindons sont des oxydes d'aluminium, Al₂O₃, de structure rhomboédrique (ou trigonale), très durs (de 8 à 9) et relativement denses (de 3,80 à 4,06). Initialement incolores, leur coloration est due aux éléments en traces : vert (fer), bleu (fer et titane), rouge (chrome)...

Les corindons magmatiques se rencontrent dans les roches plutoniques et dans les roches volcaniques :

- les exemples de gisements de corindon « plutoniques » sont rares, hormis dans certaines syénites sous-saturées en silice et enclaves d'anorthoclases, toujours dans un environnement alcalin peralumineux ;

- le corindon est un minéral plus commun dans certaines roches volcaniques. Mais il n'a pas cristallisé dans ces laves et y est généralement présent à l'état de xénocrystal, ce qui a été longtemps une énigme. Le cas typique est celui des gisements de *basaltes continentaux alcalins à saphir*. La grande majorité de

la production mondiale de saphirs provient de dépôts alluviaux récents ou anciens liés à des terrains basaltiques. Les grands producteurs sont l'Australie, l'Asie du Sud-Est, la Chine, le Nigeria, et le Kenya. D'autres gisements sont présents en Europe (Massif central), en Afrique saharienne, au Rwanda, et en Amérique latine.

Les corindons apparaissent également en contexte métamorphique, dans des conditions thermobarométriques extrêmement variées : métamorphisme de basse pression et haute température ; marbres à corindon (Birmanie, Pakistan, Afghanistan, Tanzanie) ; gneiss, granulites et charnockites (Sri Lanka, Afrique de l'Est) ; anatexites (Tanzanie) ; amphibolites à rubis (Caroline du Nord, Massif central, etc.). On le connaît également dans les roches métasomatiques, telles que les plumasites (Appalaches, Massif central, Cachemire, Californie) et les skarns, etc.

En contexte sédimentaire, ils sont hérités de roches métamorphiques ou magmatiques sous forme de dépôts alluviaux, éluviaux ou colluviaux* (voir sur ce point les éléments en conclusion).

* Voir glossaire en fin d'article.

En France, la plupart des occurrences du corindon existent donc, mais quelques gisements plus remarquables sont connus dans le Velay et à sa bordure occidentale (figure 3).

- D'une part, des **gisements « volcaniques »** sont associés au plateau basaltique du Devès et au bassin du Puy, prolongeant au sud le graben de la Limagne. L'activité miocène à quaternaire a été accompagnée de grands accidents cassants orientés et d'un important dynamisme phréatomagmatique, il y a 3 Ma. Elle se caractérise par l'abondance de maars, de tufs qui leur sont associés et des cheminées de brèches. Les autres édifices sont des coulées de lave interstratifiées avec des niveaux de tufs phréatomagmatiques ou stromboliens, et des cônes de cendres isolés (dynamisme strombolien) ou alignés en crêtes (éruptions fissurales).

- D'autre part, des **gisements « métamorphiques »** (et métasomatiques, variante anisochimique) du bassin du Haut Allier existent à l'est de la bordure occidentale du vaste massif granitique du Vivarais-Velay-Forez.

Les premiers gisements ont livré, depuis le Moyen Âge, des corindons de la variété « saphir » et ont été exploités sporadiquement. Les seconds, découverts beaucoup plus récemment dans les années 1960, sans intérêt économique, ont fourni des corindons roses à rouges de la variété « rubis » dans les amphibolites de la région de Chantel.

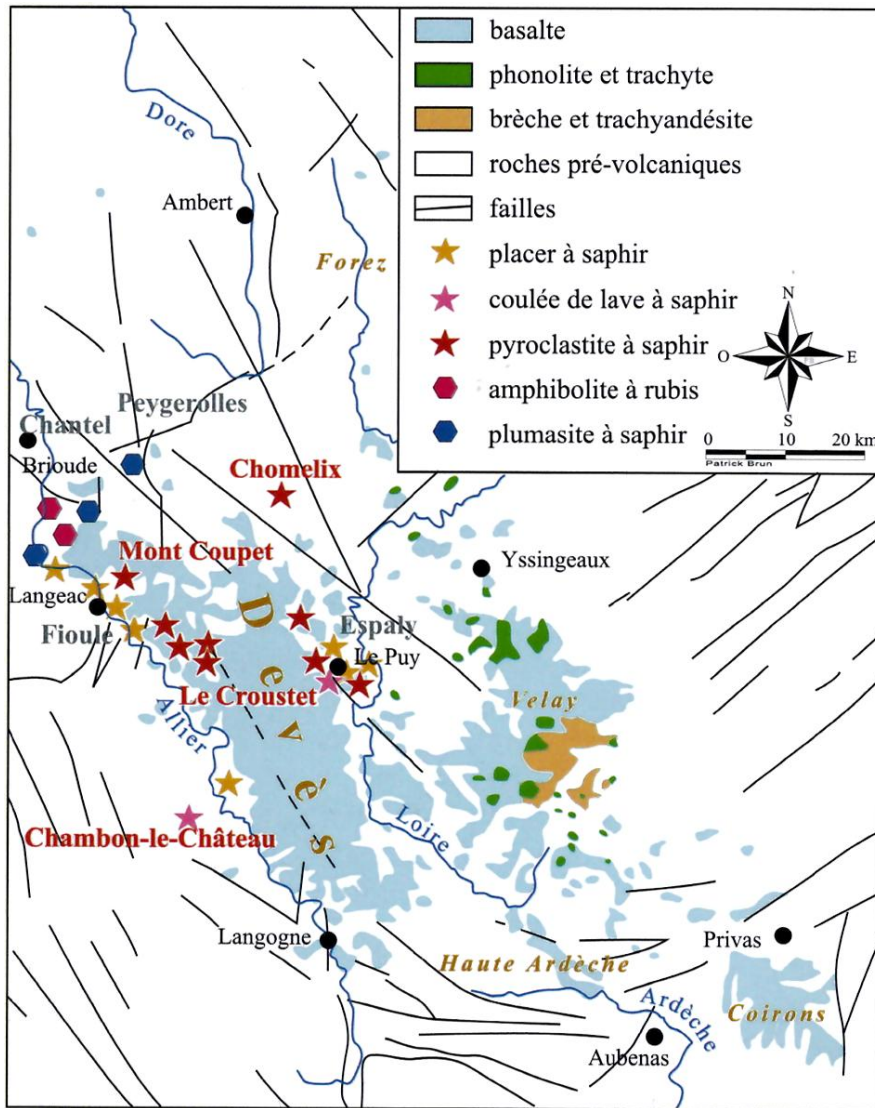


Figure 3. Localisation des principaux indices à saphirs dans les régions volcaniques du Massif central. Les indices à corindons métamorphiques et métasomatiques sont également reportés. (D'après le Règne Minéral, n° 93, fig. 1, p. 6).

Le contexte pétrologique de ces gisements est, d'après les auteurs, le suivant :

- les **laves** du plateau du Devès et du bassin du Puy, dont certaines ont livré quantité de saphirs, ont des spectres de terres rares typiques des basaltes alcalins (surtout basanites et mélanéphélinites à olivine), parfois subalcalins et parfois des laves plus différenciés, hawaiites et trachybasaltes potassiques ;

- sous les laves, le substratum de ces formations volcaniques est constitué de roches métamorphiques hercyniennes, allant du faciès schiste vert aux granulites, parmi lesquels des micaschistes, des gneiss à biotite, sillimanite et grenat, des amphibolites et des leptynites (gneiss à grain fin). Certaines de ces roches ont livré des échantillons de corindon en place : du rubis dans des granulites basiques (voir partie consacrée aux amphibolites à rubis) et du corindon gris dans des filons de plumasite.

Les gisements « volcaniques » des plateaux basaltiques

Les saphirs d'origine basaltique ont typiquement des couleurs bleu sombre, bleu vert, vert ou jaune. Ils sont associés aux laves et pyroclastites alcalines de certains rifts continentaux et sont fréquemment accompagnés de zircon.

Cela se vérifie en Velay-Devès, où les saphirs, plus ou moins abondants, sont extraits de dépôts alluviaux anciens ou récents et d'éluvions et de colluvions. Les gammes de couleur varient beaucoup d'une localité à l'autre, mais le saphir a souvent une couleur gris bleu à bleu foncé avec un pléochroïsme net bleu/vert. En site alluvial, il est classiquement associé au zircon, à la magnétite, au spinelle noir, à l'olivine. D'autres minéraux volcaniques ou métamorphiques peuvent être présents dans les concentrés.

Les gisements de saphirs du Velay ont été une source importante de saphirs pour l'Europe médiévale. Actuellement, les gisements vellaves ne sont pas exploités et seuls quelques collectionneurs de minéraux s'y intéressent et les visitent. Il en est de nombreux, mais nous regarderons de plus près :

- le plus célèbre de ces gisements, dans les alluvions du **riou Pezzouliou** circulant au pied du Croustet, à Espaly près du Puy-en-Velay, qui a fait l'objet d'une exploitation artisanale très discontinue du XIII^e au XIX^e siècle. La question de l'origine géologique des pierres précieuses de la Haute-Loire a été posée, en 1856, devant le congrès scientifique de France, tenant ses assises au Puy ;

- le second gisement notable du Velay-Devès, qui se trouve au **mont Coupet**, en site alluvionnaire dans le lit d'un petit ruisseau, la Cizière. Il s'agit du même type de gisement que celui décrit dans le riu Pezzouliou, mais la provenance des saphirs y est plus sûre, encore que la roche hôte n'ait pas été identifiée avec certitude, dès lors que des échantillons y sont retrouvés abondamment en colluvions et sur les pentes du volcan.

Rendu célèbre par Dorlhac en 1853 et Bertrand de Lom, l'exploitation du site du mont Coupet a débuté vers 1855. Environ 2 kg en ont été extraits. Bertrand de Lom, prospecteur-minéralogiste vellave, membre de la Société géologique de France, a découvert le plus gros spécimen (165 carats ; 33 grammes, un magnifique saphir astérié* bleu indigo) en 1861. Guy Pégère, membre de la même Société, raconte qu'à l'époque, les bergers ramassaient les saphirs en gardant leurs troupeaux, pour les joailliers et autres collecteurs, contre un peu de monnaie ou de tabac « gris ».

De la roche mère à la roche hôte ... d'où viennent-ils ?

La réponse à cette question n'est pas simple. L'orientation générale a été donnée notamment par A. Lacroix, qui signalait l'existence « à la Denise et sur le Croustet des fragments de gneiss enclavés dans les tufs basaltiques et renfermant des cristaux rouges de zircon et des fragments de corindon bleu identiques à ceux que l'on recueille dans le ruisseau d'Espaly et les tufs du mont Coupet. Les zircons que l'on rencontre dans les basaltes de la région ne seraient donc que les restes des enclaves de gneiss ou de granulite détruites par les basaltes qui les ont englobés » (Lacroix, 1890). Pour simplifier, disons que la roche mère de ces minéraux serait constitutive du socle métamorphique (« granulites » imparfaitement fondues à partir de granite ou de gneiss), la roche volcanique ne constituant

que le véhicule vers la surface (roche hôte). Des enclaves de cette roche mère se retrouvent à la surface, englobées dans des brèches, des tufs, des scories, des coulées.

Ajoutons que, depuis Lacroix, dans le cas du Coupet, l'hypothèse reposant sur des enclaves de socle a soulevé de nombreux problèmes, qui poussent les chercheurs vers d'autres solutions (Gaillou, 2003). La roche mère des saphirs du mont Coupet n'a pas été retrouvée avec certitude et la roche hôte non plus, même si on présume que c'est bien le magma basanitique qui a remonté, à la fois, des morceaux du manteau (péridotite), du socle (gneiss büschitisé*) et des cristaux formés dans la chambre magmatique.

En effet, les analyses récentes suggèrent que les saphirs auraient majoritairement cristallisé à partir d'un magma de composition globalement trachytique et moins dans un contexte métamorphique (Gaillou, 2003). Mis à part ceux relevés par Lacroix (1962), à l'intérieur d'enclaves de granulites (granitoïdes métamorphiques), différents types d'enclaves ont été prélevées et analysés depuis, mais aucun saphir n'y a été trouvé. La concentration dans la roche mère, quelle qu'elle soit, serait très faible et les saphirs auraient été concentrés sur les pentes du volcan par un remaniement des roches sous-jacentes.

Le site d'Espaly

S'agissant du gisement d'Espaly (figure 4), on retiendra que les saphirs et zircons du riu Pezzouliou et son affluent le riu des Brus, tirent leur origine du cône strombolien du Croustet et sa coulée d'hawaïite (trachy-basalte à andésine), âgée de 3 +/- 0,3 Ma, riches en xénocristaux et enclaves de socle métamorphique (Simonet, 2000).

Description sommaire des saphirs collectés et des minéraux accompagnateurs

Les rares saphirs d'Espaly sont principalement des prismes hexagonaux ou des barillets allongés, de couleur bleu-vert, à éclat vitreux et dépassant rarement 5 mm. Les échantillons des figures 5A, 5B et 5C, collectés en 2015, sont de taille très inférieure. Certains montrent une tendance à la couleur verte. La couleur bleue n'est vraiment nette que sur les sections et cassures, les faces étant généralement plus sombres et plus ternes.

On peut aussi parfois collecter des saphirs en place dans leur roche mère (enclaves) ou dans des débris de tuf ou de lave (roche hôte), tel que celui trouvé, en 2006, le long du GR 65, sur le flanc sud du Croustet, illustré figures 6A à 6D.

Le **zircon** (dureté 7,5 ; densité de 4,6 à 4,7), associé au saphir, mais ici beaucoup plus fréquent, a lui aussi

été exploité sporadiquement et utilisé soit pour la joaillerie, soit à des fins pharmaceutiques. A faces brillantes, aux arêtes arrondies et souvent transparent, il est généralement rouge vif, orange ou jaune orangé (figures 7A à 7D) lorsqu'il est extrait (variété hyacinthe, due aux centres colorés avec niobium sous forme Nb^{4+}), mais il peut ternir lorsqu'il est exposé à la lumière, pour devenir brun sombre et plus ou moins

opaque. Quadratique, ses prismes, de section carrée et peu allongés, dépassent ici rarement 3 mm. Certains présentent les faces latérales [110] et [010] (figure 7D). François Périnet, membre de l'Association française de Microminéralogie, indique que les inclusions d'amphibole en baguettes et de magnétite noire sont assez fréquentes.

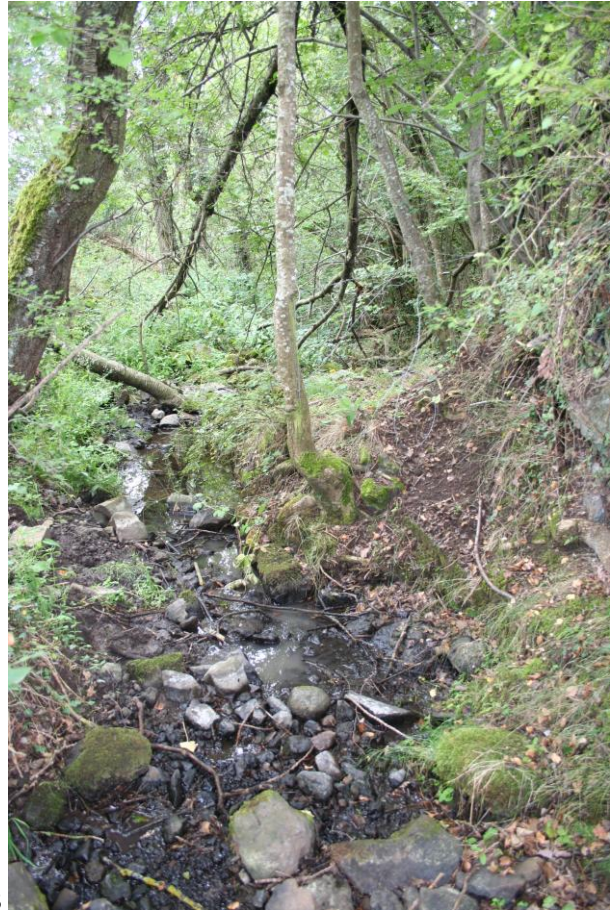
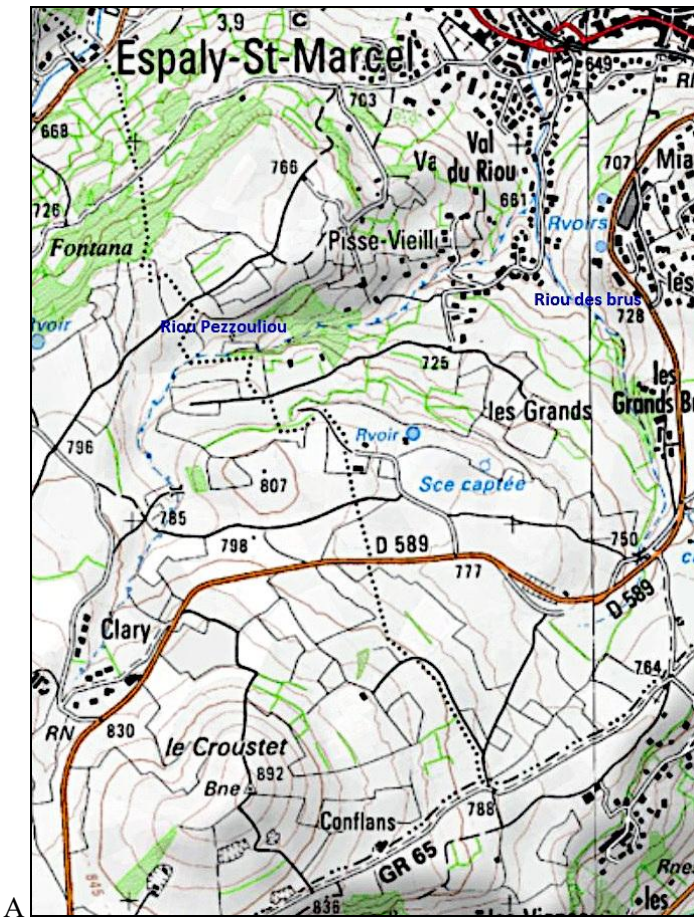


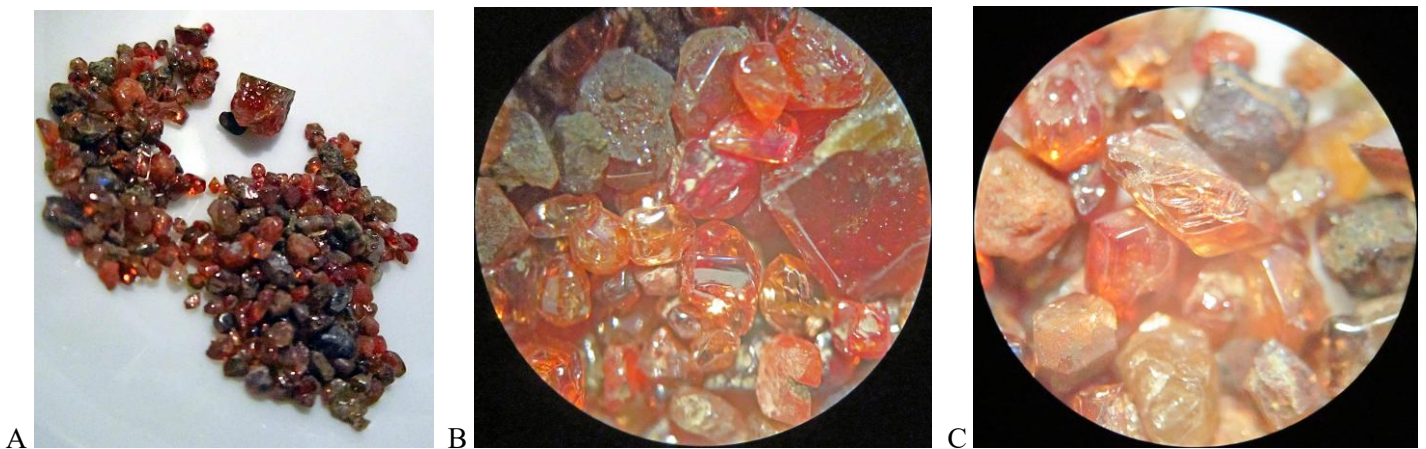
Figure 4. A. Carte de localisation du site d'Espaly.
 B. Le riou Pezzouliou et ses alluvions en 2006, largement à sec.
 Finalement, le bien le plus recherché, c'est l'eau...
 Photo J.-M. Labouille.



Figures 5A, 5B et 5C. Différents saphirs collectés dans les alluvions du riou Pezzouliou en 2015.
 Coll. et photos JM Labouille.



Figures 6A, 6B, 6C, 6D. A. Hawaïite du Croustet (environ 10 cm) et xéno cristal inframillimétrique de corindon bleu.
Sur la 6D, macles lamellaires formant une striation triangulaire typique.
Coll. et photos J.-M. Labouille.



Figures 7A, 7B et 7C. Zircons collectés dans le riu Pezzouliou.
En 7C, le zircon au centre montre des zones de croissances en gradins.
Coll et photos J.-M. Labouille.



Figure 7D. Zircon collecté dans le riu Pezzouliou. 5 mm.
Belle couleur rouge « hyacinthe » ou orangée.
Faces latérales [110] et [010].
Coll. et photo J.-M. Labouille.

On peut collecter des zircons en place dans leur roche mère (enclaves granulitiques) ou dans des débris de tuf ou de lave (roche hôte), tel celui visible sur la figure 8, trouvé dans des pâturages proches de la rive gauche du riu.

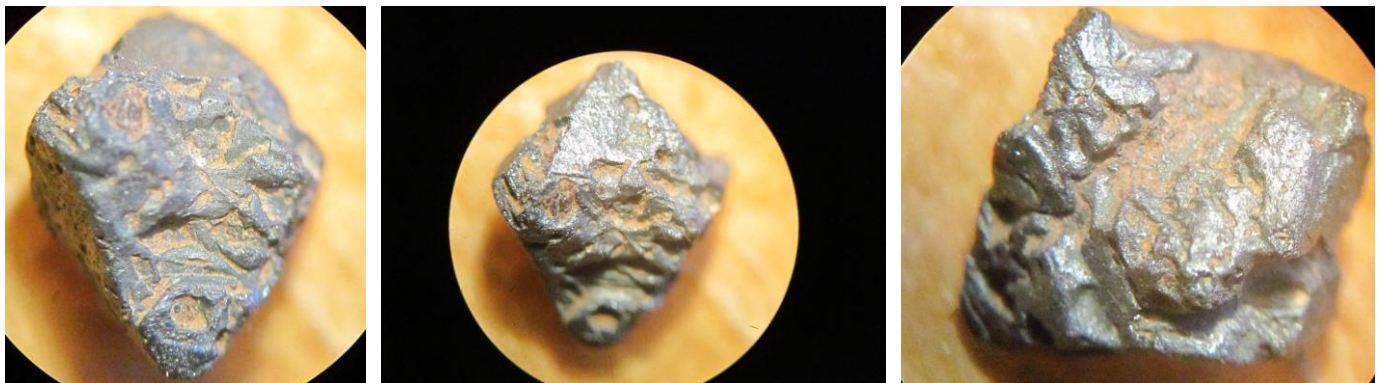


Figure 8 - Zircon dans une pierre volante (roche hôte, hawaïite ?), avec ses éléments caractéristiques : couleur, brillance et arêtes arrondies.
Rive gauche du riu Pezzouliou.
Coll. et photo J.-M. Labouille.

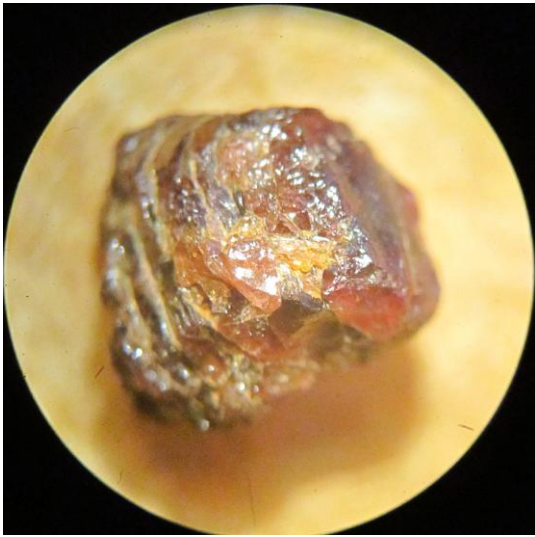
Outre la magnétite qui constitue une grande partie du sable alluvionnaire, on note l'occurrence, en fond de batée, d'un spinelle noir, riche en fer, également octaédrique, de la variété **hercynite** ($\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2\text{O}_4$ à MgAl_2O_4) et d'un **grenat** ($\text{X}_3\text{Z}_2(\text{SiO}_4)_3$, avec $\text{X} = \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ et $\text{Z} = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$).

La situation de l'**hercynite** (cubique) est incertaine. Bien qu'habituellement formée dans des roches métamorphiques ou certaines roches magmatiques ultrabasiques (péridotite), il est peu probable qu'elle en soit issue directement comme le grenat, le corindon ou le zircon. Il est plus probable qu'elle ait été néoformée, lors du refroidissement de la partie liquide de l'enclave partiellement fondue évoquée ci-dessus. Lorsqu'il est magnétique (mais pas ici), bien que plus dur et moins dense, ce spinelle est difficile à différencier de la magnétite ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$), dont il partage aussi l'opacité et l'éclat métallique, alors que les autres variétés de spinelle présentent plutôt un éclat vitreux et un caractère translucide. L'hercynite se présente assez rarement sous forme d'octaèdre, mais c'est le cas de l'échantillon des figures 9A, 9B, 9C.

Le **grenat** (cubique) est originaire d'une roche métamorphique et, comme les corindons et les zircons, n'a pas été formé dans la lave qui l'a transporté. Il est plus probablement issu d'une restite (résidu solide) d'une enclave de socle granitique et gneissique, partiellement fondue lors du contact BP-HT de cette enclave avec le magma. Le grenat présenté ici (figures 10A et B) n'a pas été identifié autrement que par ses stries de croissance qui lui donnent un faciès en escalier typique. Ces stries sont notamment rencontrées sur les grenats de la série pyrope almandin, le mélange de couleurs confirmant l'alternance de différentes phases de grenats dans un même spécimen.



Figures 9A, 9B, 9C. Hercynite collectée dans le riu Pezzouliou. Octaèdre. 0,8 cm, 0,48 g.
Coll. et photos J.-M. Labouille.



Figures 10A et 10B. Grenat collecté dans le riu Pezzouliou. Stries de croissance. 0,5 cm, 0,41 g.
Coll et photos J.-M. Labouille.

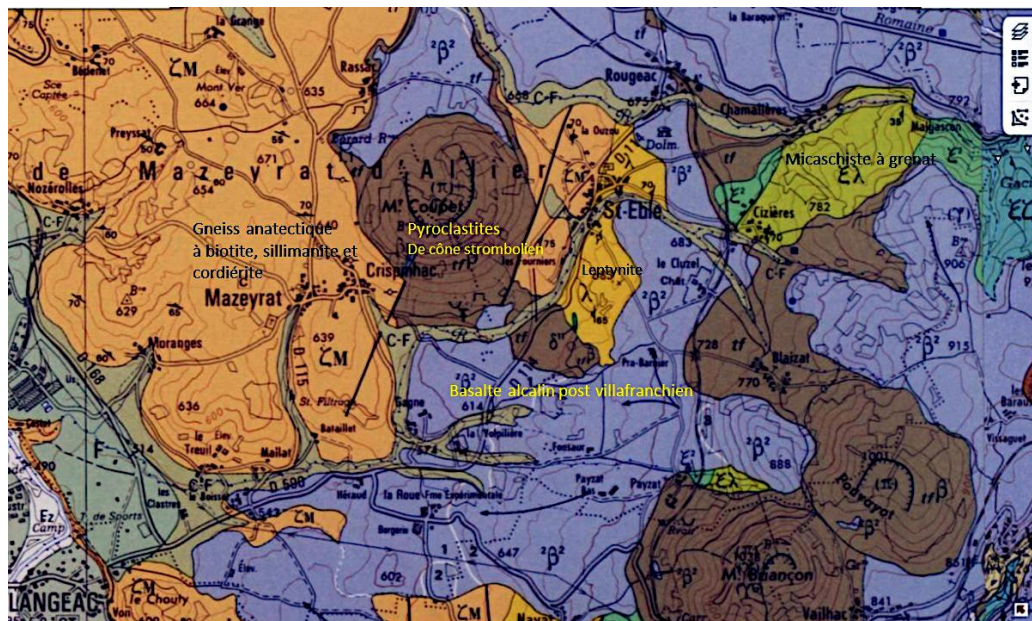
Le gisement du mont Coupet

Le mont Coupet se situe en Haute-Loire (à 5 km au nord-est de Langeac), dans le Velay, tout comme le Croustet. Rappelons que ces deux gisements sont associés à l'ensemble volcanique du Puy, comprenant le plateau basaltique du Devès et le bassin du Puy, dont l'activité est d'âge miocène et quaternaire et que les nombreuses structures liées au dynamisme phréatomagmatique cohabitent avec des coulées de laves et des cônes de cendres.

Le socle sur lequel est posé le Coupet est constitué notamment de gneiss à biotite, sillimanite et grenat. Le Coupet est un cône strombolien de plus de 100 mètres de haut (scories), emboîté dans un premier cratère de type maar, composé de retombées litées, englobant des blocs leucocrates büschitisés, elles-mêmes surmontées par une coulée de **basanite** d'âge incertain, de 1,92 à

4,52 Ma selon diverses datations K/Ar (figure 11). Les scories associées au cône strombolien surmontent la coulée de basanite et contiennent des nodules de péridotites à spinelle et des enclaves du socle (gneiss büschitisés, partiellement fondus lors du transport par la lave). Les dépôts de pentes localisés sur le flanc sud du cône sont des tufs ocreux qui ont livré une faune continentale du Villafranchien supérieur (entre 1,2 et 1,8 Ma), célèbre depuis le XIX^e siècle : *Mammuthus* (« *Elephas* ») *meridionalis*, *Anancus* (« *Mastodon* ») *arvernensis*, *Equus stenonis*, *Stephanorhinus* (« rhinoceros ») *etruscus*, des antilopes, des cervidés, des carnivores, etc.

Les corindons variété saphir sont trouvés à la fois en colluvions sur les pentes du volcan, avec zircon, orthopyroxène, clinopyroxène, clino-amphibole, et grenat rose, et en alluvions dans le petit ruisseau du Cizière, juste en contrebas du volcan (figure 12), avec



zircon, spinelle noir (pléonaste riche en Al, Fe, et Mg), olivine, enstatite, orthoclase et des quantités de magnétite, cette dernière étant un indicateur de concentrations de minéraux lourds.

Figure 11. Le cône strombolien du mont Coupet. Source Infoterre : <https://infoterre.brgm.fr>.

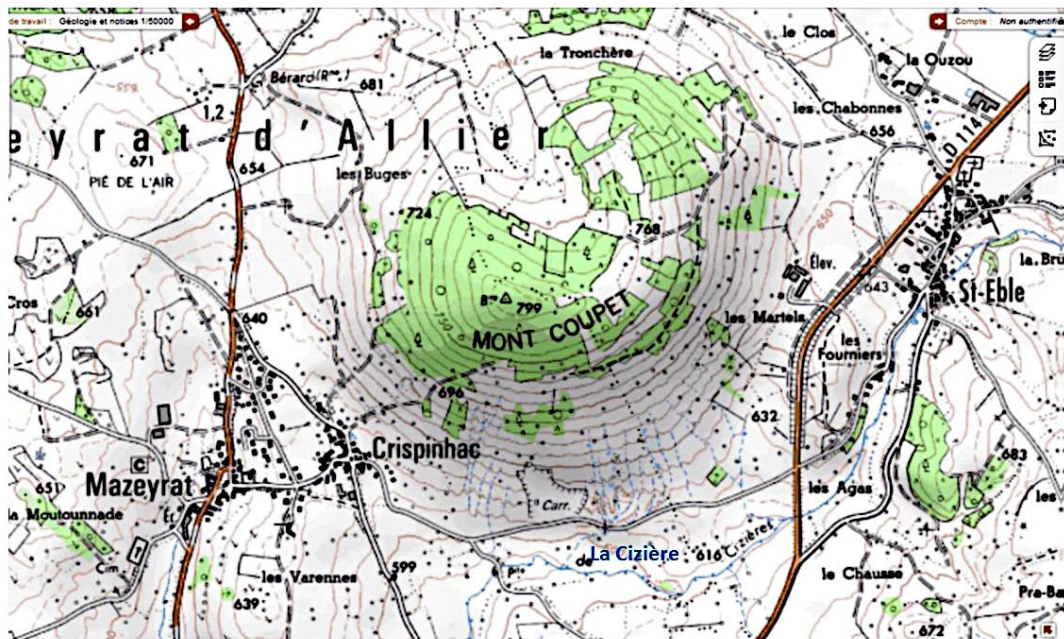


Figure 12. Les lieux de prélèvement en 2013 (alluvions de la Cizière) et en 2020 (colluvions du flanc nord-est). Source Infoterre : <https://infoterre.brgm.fr>.

Description sommaire des corindons du Coupet collectés, en les confrontant aux observations faites par Éloïse Gaillou dans son DEA sur les saphirs du Massif central (2003)

Dimensions : de quelques millimètres à plusieurs centimètres. Lacroix (1962) cite des cristaux atteignant 3 cm.

Couleur : très variée. De brun foncé à bleu clair, voire incolore, verdâtre ou légèrement rosée. Souvent avec une croûte de spinelle. La couleur est influencée par la composition chimique : la teneur en Fe de ces corindons est variable (de 0,17 à 1 % poids FeO) et est, en général, corrélée à la densité de la couleur, les teneurs les plus basses étant rencontrées dans des saphirs gris-bleu, tels que celui collecté en 2020 (figures 1, 13A et 13B), et les teneurs les plus élevées dans les saphirs d'un bleu dense. Les teneurs en Ti sont variables et dépassent rarement 0,1 % poids TiO₂. Le Ga a été détecté, ainsi que des traces de Cr et Mn.

Habitus : prismatique à base hexagonale, le plus souvent des barillets. Les saphirs présentent toujours une base et sont plus ou moins allongés suivant l'axe vertical, avec fréquemment des figures en marches d'escaliers triangulaires, comme le montrent les échantillons des figures 14 et 15.

Les cristaux brisés perpendiculairement à l'axe {c} du corindon ont un habitus en « écrous ». Le prisme hexagonal est assez rarement représenté seul. Les cristaux se présentent fréquemment sous une forme hémimorphe, à cause d'un développement particulier d'une face de l'une des extrémités. L'échantillon de la figure 16 montre un prisme hexagonal, vu perpendiculai-

rement à l'axe {c}.

Certains saphirs présentent des cannelures parallèles à une arête, dues à des empilements d'un grand nombre d'individus ayant les mêmes formes, mais présentant un développement très inégal de diverses faces. Comme le montre l'échantillon des figures 17A et 17B, les faces et les arêtes de ces saphirs sont presque toujours arrondies, corrodés par le magma basaltique plutôt que par un transport alluvial trop bref.

Les structures de surface sont typiques des surfaces et des figures de corrosion et des empreintes qui sont trouvées sur des saphirs « volcaniques » des gisements basaltiques. L'échantillon présenté en figure 18 montre de telles empreintes. Ces surfaces de dissolution seraient apparues lorsque les saphirs ont été repris par le magma qui les a remontés jusqu'à la surface, tout en étant en déséquilibre avec ce magma. Ce n'est pas interprétable sur la figure 18, mais cette dissolution traduit souvent la structure rhomboédrique des saphirs, par des enchevêtrements d'arêtes de pyramides triangulaires concaves, ou par des pyramides triangulaires plus ou moins en dépression.

Il reste à interpréter la corrosion interne qui se présente sous la forme d'un enduit rougeâtre de certains saphirs comme celui des figures 19A et 19B. Le corindon fait partie des grands résistants aux diverses agressions, mais on sait qu'il peut néanmoins finir par s'altérer en micas et diaspore (K. D. Phan – École des Mines, 1990), ce dernier étant un composant de la bauxite et de l'émeri. Ici, il s'agit plus probablement, mais sous toute réserve, de l'altération d'un minéral inclus dans ce corindon.



13A



13B



14



15



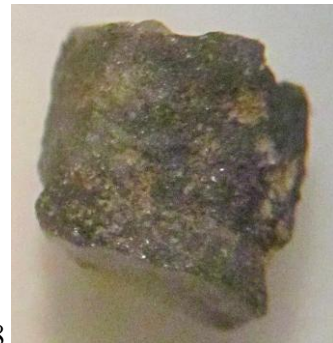
16



17A



17B



18



19A



19B

Figures 13A et 13B. Saphir gris bleu. 0,8 carat, 7 mm, en colluvions au nord-est du Coupet. Basse teneur en fer.
Figure 14 et figure 15. Différents échantillons de la Cizière en 2013, présentant des figures en "marches d'escalier".

Figure 16. Prisme hexagonal d'un saphir collecté en 2013 dans la Cizière.

Figures 17A et 17B. Faces et arêtes arrondies d'un court prisme hexagonal, collecté en 2013, dans la Cizière.

Figure 18. Corrosion de surface visible sur un saphir collecté dans la Cizière en 2013.

Figures 19A et 19B. Altération interne d'un saphir collecté dans la Cizière en 2013.

Coll. et photos J.-M. Labouille.

Les **inclusions** dans les saphirs du Coupet sont les oxydes suivants : tout d'abord la **colombite** $(\text{Fe,Mn})\text{O}\cdot\text{Nb}_2\text{O}_5$, avec en second lieu l'**ilménorutile** $(\text{Fe}_x[\text{Nb,Ta}]\cdot 4\text{Ti}_{1-x}\text{O}_2)$, deux minéraux contenant du Nb et présents sous forme de baguettes opaques, très allongées, et le **rutile** (TiO_2) . Les autres inclusions minérales sont des silicates (feldspaths, zircon) et un sulfure de Fe, peut-être de la pyrrhotite. Des inclusions vitreuses, riches en silice, sont reliées à l'extérieur du saphir, ce qui a pu modifier leur composition. Elles informent sur la composition du liquide dans lequel les saphirs ont poussé, qui serait ici une composition trachytique, riche en potassium. Il y a également différentes catégories d'inclusions fluides plus ou moins allongées, à CO_2 , liquide (H_2O) et sels. Les inclusions, peu visibles sur les échantillons des figures 20A et 20B et 21A et 21B, sont difficiles à identifier. Sur le premier, on note la présence d'un minéral rougeâtre faisant penser à un zircon ou à un rutile. Sur le second, la présence d'inclusions en baguettes peut faire penser

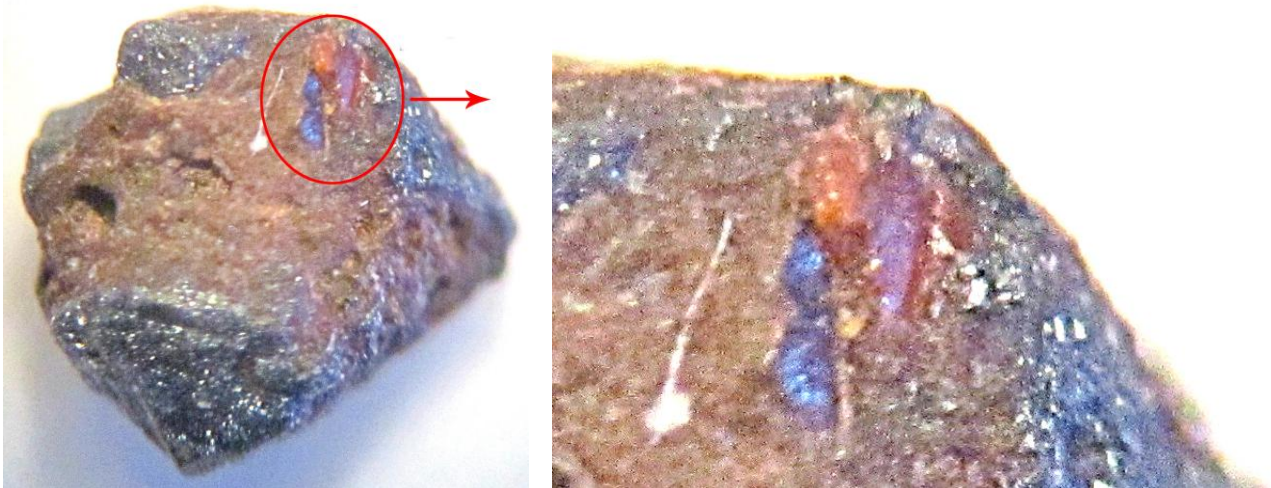
à la colombite ou à l'ilménorutile, ces deux minéraux étant très fréquents.

En 2024, de nouvelles recherches sur les bords de la Cizière et de l'Allier (Le Chambon) tout proche, ont permis la collecte de ce saphir accompagné de quelques zircons (figure 22).

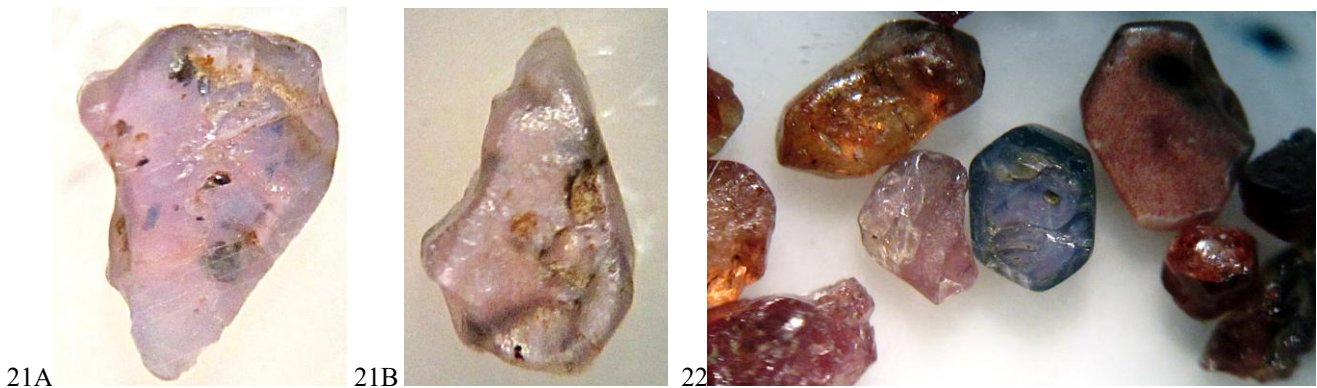
Les **zircons**, comme au Pezzouliou, sont de couleur rouge dite « hyacinthe » ou orangé, leurs arêtes sont arrondies, et les faces souvent courbes. Ils proviendraient, comme à Espaly, de granulites imparfaitement fondues à partir de granite ou de gneiss, en enclave dans le basalte ou le tuf, mais ils pourraient aussi être cogénétiques des saphirs.

Les **spinelles** MgAl_2O_4 riches en fer, comme celui présenté en figures 23A et 23B, peuvent être collectés en colluvions, sur et aux abords du volcan.

Les petits **grenats** roses présentés en figure 24, sont probablement un héritage du socle gneissique. Ils ont été collectés, en 2013, dans les alluvions de la Cizière.



Figures 20A et 20B. Inclusion rougeâtre dans un saphir collecté dans la Cizière, en 2013.



Figures 21A et 21B. Inclusion allongée en transparence (saphir de 4 mm collecté en colluvions au nord-est du Coupet) ; la teinte du saphir est légèrement rosée. Février 2020.

Figure 22. Saphir bleu et zircons hyacinthe, collectés en 2024.

Coll. et photos J.-M. Labouille.



Figures 23A et 23B. Spinelle collecté dans les champs, en février 2020, aux abords nord-est du Coupet. 6 mm.

Figure 24. Divers grenats alluvionnaires de la Cizière. 2013. Coll. et photos J.-M. Labouille.

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.

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 quatre, six, et rarement douze, et l'effet peut être spectaculaire sur les pierres taillées en cabochon.

Bibliographie

De Lom B., 1856. Déclaration sur un gisement de gemmes et ossements fossiles dans les communes de Mazeyrat et Saint- Eble. Congrès scientifique de France, 22^e session tenue au Puy.

Dorlhac J., 1854. Notice géologique sur le cratère de Coupet et sur son gisement de gemmes et d'ossements fossiles. *Annales de la société d'Agriculture du Puy*, vol. 19, p. 497-517.

Gaillou E., 2003. Les saphirs du Massif central : étude minéralogique des saphirs du Sioulot, du mont Coupet

et du Menoyre. Détermination de leur origine. DEA « Processus Magmatiques et Métamorphiques, Volcanologie », Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 68 pages.

Gonnard F., 1910. Sur les gisements gemmifères du Velay. *Bulletin de la Société française de minéralogie*, Paris, p. 152-161.

Lacroix A., 1890. Sur l'origine du zircon et du corindon de la Haute-Loire et sur les enclaves de gneiss et de granulites des roches volcaniques du Plateau Central. *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, volume 13, 3, p. 100-106.

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 p. 211-214.

Pascal L., 1865. Étude géologique du Velay. Éd. Lacroix Paris, 424 pages.

Phan D. K., 1990. Cours de minéralogie, ENSM (École nationale supérieure des mines), Paris.

Le Règne Minéral, n° 93, mai-juin 2010, Saphirs et Rubis de France 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, France, 349 pages.

La partie II, à venir, présentera le corindon auvergnat d'origine métamorphique, dont le gisement n'est connu que depuis très récemment, contrairement au saphir vellave, et qui n'a jamais été exploité.