

# EFFONDREMENT ET RECONSTRUCTION DU STRATO-VOLCAN DU CANTAL, VERSANT NORD-OUEST

*Dominique Rossier, Bruno Beyaert et Yves Grimault, membres de la SAGA.*

## Introduction

Cet article fait suite à la tribune libre donnée à la réunion de la SAGA du samedi 7 mai 2022, dont le titre était : « *Roche noire, un objet singulier* ». Dans cette tribune libre (mêmes auteurs que le présent article), nous relations les observations faites au cours de nos voyages de reconnaissance des mois d'août 2020 et 2021, dans le secteur nord-ouest du volcan. Les premières observations nous avaient conduits à nous interroger sur la trace fossile d'un effondrement de grande ampleur sur les flancs du strato-cône, lors de l'édification du strato-volcan. Nous les avons conduites en parallèle avec celles des avalanches de débris, si abondantes dans tous les secteurs distaux.

Le présent article n'a pas vocation à faire les récits de ces voyages, comme nous le faisons souvent dans le bulletin de la SAGA ; dans le cas du Cantal, voir Da Boa Vista (2010) et Berthoux *et al.* (2021a et b). Son but est plutôt d'exposer les recherches que nous avons menées sur la zone présumée de l'effondrement du paléovolcan, dans l'espoir de trouver des indices.

Pour cela, nous avons combiné l'observation morphologique du site de Roche Noire avec l'examen pétrographique de roches échantillonnées de façon systématique sur le site. L'évènement est d'abord replacé dans le cadre des gigantesques conglomérats déposés dans la vallée du Mars, dont l'observation conduit nécessairement à remonter vers leur origine.

*N.B.* Les lames minces référencées dans cet article seront décrites en détail dans *L'Atlas pétrographique* de la SAGA, chapitre Cantal (abréviation réf., suivie d'un numéro à cinq chiffres).

## Le strato-volcan du Cantal et ses avalanches de débris

C'est l'évènement de l'éruption du mont St. Helens dans l'état de Washington (18 mai 1980) qui a marqué l'histoire volcanologique du Cantal. Il a conduit à introduire les avalanches de débris et leurs déclen-

chements par des effondrements majeurs, comme cause d'immenses dépôts autour du strato-cône.

L'existence de témoins de cicatrices d'effondrement est mentionnée succinctement dans les publications et dans la notice de la carte géologique éditée par le BRGM (sous la direction de P. Nehlig, 2001, feuille Murat, n° 788). Leur mise en évidence est rendue difficile par l'âge du strato-volcan. Néanmoins, elle a fait l'objet de travaux coordonnés entre l'équipe de P. Nehlig (laboratoire de géologie de la Faculté des sciences d'Orsay) et celle de H. Leyrit de l'IGAL (ancien Institut de Géologie Albert de Lapparent, alors à Cergy-Pontoise), voir ci-dessous.

Sur le secteur nord-ouest du strato-cône, le tracé de la carte évoque de façon suggestive la trace d'un vaste amphithéâtre d'effondrement, que certains auteurs désignent par le terme de caldera d'effondrement<sup>1</sup>. Le tracé traverse le lieu-dit Roche Noire, qui est accessible des deux côtés par la D17, route d'accès au pas de Peyrol, au pied du puy Mary. Cependant les travaux de G. Fréour (1998), menés sous la direction de H. Leyrit, n'ont fait l'objet d'aucune publication détaillée dans les revues accessibles au public. Toutefois, ils sont consignés dans un mémoire IGAL, archivé dans la bibliothèque de l'Institut polytechnique Uni-LaSalle à Beauvais, à laquelle il ne nous a pas été possible d'accéder pour cette publication.

Aussi, à l'occasion de la campagne de reconnaissances que nous avons prévue pour août 2021, préparatoire au voyage d'étude de septembre de la même année, deux d'entre nous ont photographié et échantillonné abondamment le site. Puis nous avons effectué l'examen pétrographique systématique des prélèvements. Le tracé de la carte géologique suggère

---

<sup>1</sup> Nous n'avons pas adopté le terme « *caldera d'effondrement* », à cause de la confusion qu'il crée avec les vraies calderas. Les processus et les géométries d'effondrement sont nettement différents. Nous utiliserons le terme d'*amphithéâtre*, pour désigner la cicatrice fossile.

fortement que le site est traversé par la cicatrice fossile supposée de l'amphithéâtre d'effondrement. Jointes aux observations de terrain, les nombreux prélèvements effectués se sont révélés fructueux pour l'observation de lames minces et leur interprétation pétrographique dans le cadre de la cicatrice fossile d'effondrement. Ceci nous a conduit à proposer une description du site de Roche Noire et de son environnement immédiat. Notre conclusion est que ce site a une véritable valeur démonstrative.

Auparavant, nous replaçons cette recherche dans le cadre plus large des repères volcano-stratigraphiques de la vallée glaciaire du Mars. Ils sont connus pour être de bons témoins des deux types de conglomérats issus des processus d'effondrement et de reconstruction du strato-volcan : le complexe inférieur, ou conglomérats de type I, des dépôts d'avalanche de débris de la zone nord-ouest ; le complexe supérieur, ou conglomérats de type II, des dépôts de coulées de débris et de lahars créés lors de la reconstruction et de l'édification du néovolcan.

La carte de la figure 1 montre l'étendue de la zone concernée par nos recherches. La figure 2 est une lecture de paysage de la vallée du Mars, depuis la D19 avant le pas de Peyrol.



Figure 1. Vallée du Mars sur la carte IGN à 1/100 000. Les noms soulignés et les étoiles sont parmi les sites ou localités visités. L'accès à la vallée du Mars se fait en descendant du pas de Peyrol d'où a été prise la vue panoramique de la figure 2.

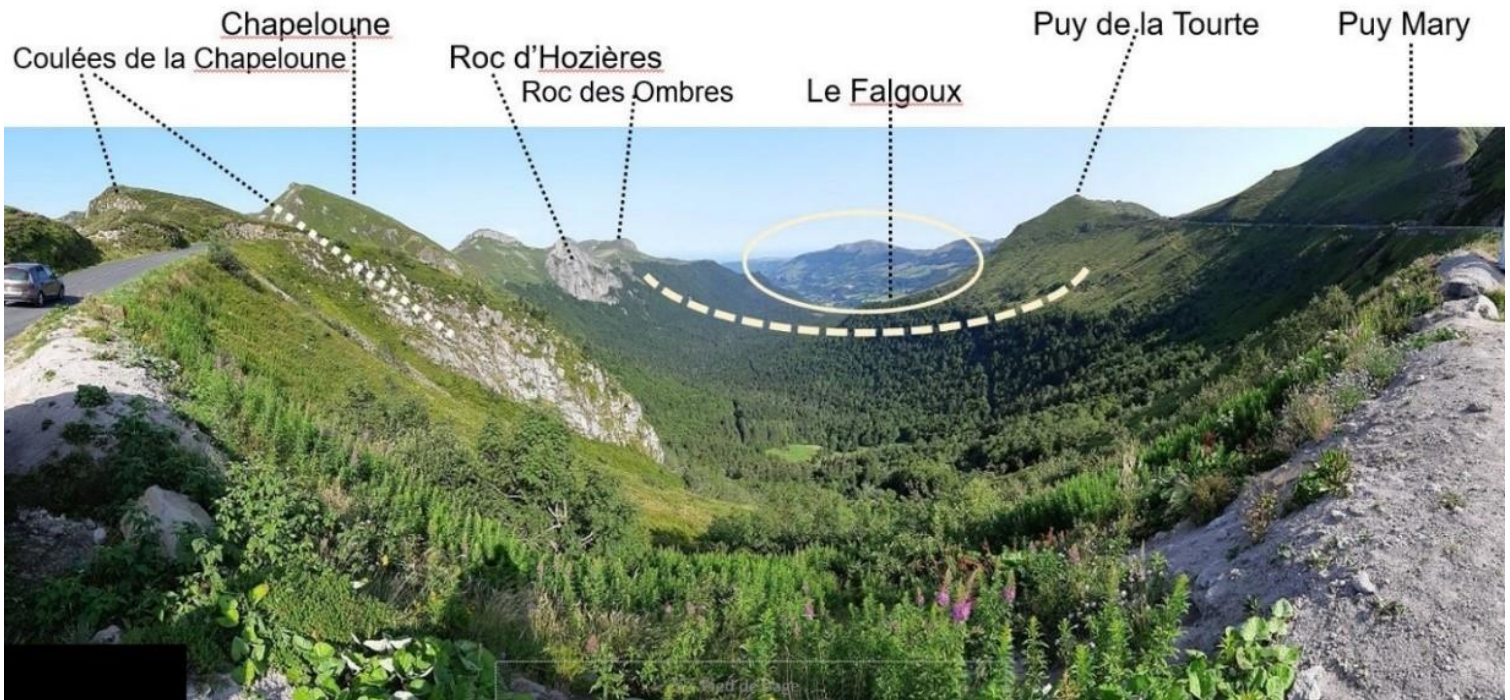


Figure 2. Cliché panoramique, pris par Bruno Beyaert depuis la D17, un peu avant le pas de Peyrol, dans la direction nord-nord-ouest. Au premier plan, le cirque du Falgoux et sa couverture forestière dense. Au fond, la vallée glaciaire du Mars s'infléchit vers le nord-ouest, surmontée par la ligne de crête qui court du suc Gros au suc de Rond. L'arc en tirets marque la limite symbolique du cône central.

## Première partie Repères volcano-stratigraphiques de la vallée du Mars, dans sa partie proche du strato-cône

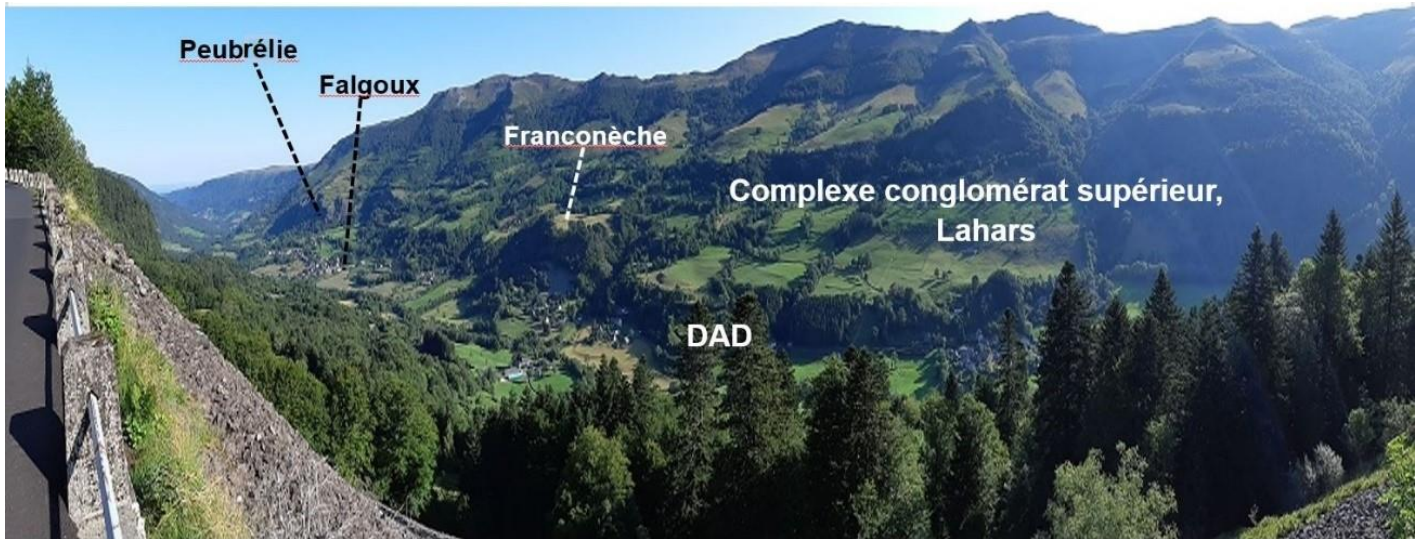


Figure 3. Vallée du Mars depuis la route D680, au pied du Roc de Merle. La succession des niveaux volcano-stratigraphiques, de bas en haut, est bien marquée grâce au profond creusement de la vallée par les glaciations du Quaternaire, suivies par les débâcles et l'érosion fluviale. La distance entre le village de Falgoux et le puy Griou, cœur du strato-cône, est de 10 km. Le dénivelé atteint 600 m, du fond de la vallée aux sommets de la crête. **DAD** est l'abréviation pour désigner les dépôts d'avalanche de débris.  
Photo B. Beyaert, avec légendes D. Rossier.

Nos observations ont porté sur les dix premiers kilomètres de la vallée à partir du cirque du Falgoux en s'aidant des indications données par les guides géologiques régionaux et par les relevés de la carte géologique éditée par le BRGM.

Notre premier objectif était de préparer le voyage d'étude de septembre 2021, en repérant les meilleurs sites en matière de lecture de paysage et d'affleurements significatifs. Ces sites sont pour la plupart décrits dans les guides référencés en fin d'article. Dans la pratique, nous recommandons pour la lecture de paysage (figure 3) la base du petit volcan strombolien du Roc de Merle, au bord de la route qui conduit au col de Néronne.

Au fond de la vallée du Mars, les sédiments glaciaires et fluviaux laissent par endroits apparaître le socle cristallin. Nous avons observé ce dernier au niveau du pont sur le Mars, à hauteur du village du Falgoux, et également sur le site patrimonial d'Espinoze, où l'avalanche a arraché la partie supérieure du socle. Une première barre très raide d'une cinquantaine de mètres de hauteur marque les dépôts de l'avalanche de débris majeure résultant de l'effondrement du flanc nord-ouest du paléovolcan. Ce sont des dépôts « secs », issus de l'instabilité de l'édifice et du glissement gravitaire en masse. Les volumes sont

impressionnants. Les évaluations conduisent à près de 250 km<sup>3</sup> pour la totalité du Cantal !

La barre est surmontée par un complexe de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, résultant de l'empilement de lahars, de coulées de débris, de nuées ardentes et de coulées interstitielles (voir nos observations au hameau de Las Costes, prochainement sur le site Internet de la SAGA, réf. 11 943 à 11 946). En résumé, ce sont, pour certaines, des coulées boueuses de débris volcaniques entraînées par l'eau sur des pentes mal consolidées. Les volumes, là encore, sont considérables.

Plus tardives, les émissions fluides de basalte dit supracantalien ont recouvert la région et forment les vastes planèzes du niveau supérieur. Les repérages et observations que nous avons faites sur les basaltes supracantaliens et sur les lahars des conglomérats supérieurs seront inclus dans le chapitre Cantal de *L'Atlas de pétrographie* de la SAGA en préparation.

Les observations au titre des repères volcano-stratigraphiques ont été faites sur de nombreux sites. Nous en avons retenu deux pour les décrire dans cet article :

- les « méga panneaux » au-dessus du hameau des Palières, au voisinage de la Peubrélie (voir figure 1) ;
- le petit édifice strombolien de basalte infracantalien de Franconèche, repérable sur le cliché de la figure 3.

## Les panneaux géants d'avalanche de débris de la Peubrélie

C'est un premier exemple de repère volcano-stratigraphique, à forte valeur démonstrative de ce qu'est une avalanche de débris dans la zone proximale (les premiers kilomètres à partir de la limite du strato-cône). L'observation, avec accès à la falaise verticale qui surplombe la vallée et prélèvement *in situ*, n'est guère possible qu'en un endroit situé à l'aplomb du lieu-dit les Palières (figure 4). On peut alors escalader le talus raide (chutes de pierres), et suivre la base des panneaux sur plusieurs dizaines de mètres. L'effort est

payant, car il permet d'identifier les panneaux dans leur diversité, et d'observer leurs structures et la jointure entre deux panneaux (figures 4, 5 et 6).

Le premier panneau (figure 5) est, en apparence, d'un seul tenant, fait d'une roche homogène, à patine claire et porphyrique ; les phénocristaux, qui apparaissent sur la roche massive, sont orientés dans une direction préférentielle. La fluidalité est l'indication du mode éruptif : le panneau est issu d'une coulée, ou d'une coulée de progression, compte tenu de la viscosité élevée. La fracturation peut s'interpréter comme de type *jig-saw* (figure 6).

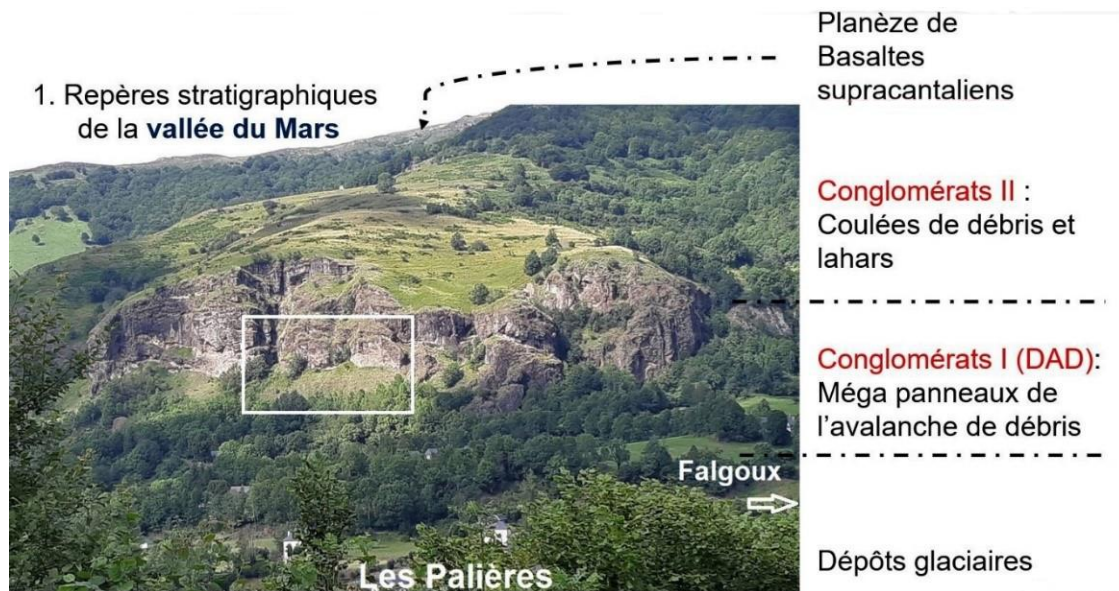


Figure 4. Le talus raide au-dessus des Palières est le seul endroit accessible à la base de la falaise des « méga panneaux ». Photo B. Beyaert, avec légendes D. Rossier.

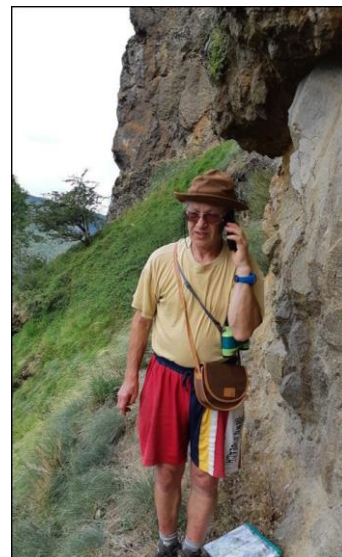


Figure 5. Yves Grimault explorant la base des panneaux géants de la Peubrélie, au-dessus des Palières. À gauche, la falaise est faite, en réalité, de plusieurs « méga blocs » empilés les uns sur les autres. Photos B. Beyaert.



Figure 6. Panneau de trachyandésite de l'avalanche de débris de la Peubrélie. Noter la fracturation du panneau en « jig saw », c'est-à-dire façon puzzle. Photo B. Beyaert.

L'analyse sur lame mince (réf. 11 938 et 11 939) conduit à la détermination d'une trachyandésite, à un stade avancé de différenciation, marqué par l'abondance des plagioclases (andésine) et de la hornblende, ainsi que la présence de la biotite et des minéraux accessoires comme l'apatite, et particulièrement le zircon (figure 7).

Un autre indice du degré de différenciation est la présence de manchons de feldspath alcalin autour des plagioclases. Cette trachyandésite est à la limite du domaine voisin des trachytes. La mésostase est à pâte

partiellement vitreuse, à composante microlithique très fine.

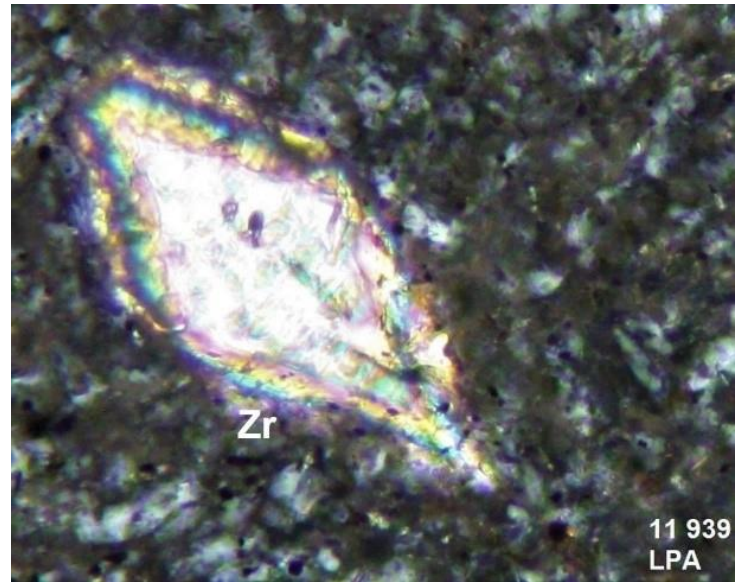


Figure 7. Cliché en lumière polarisée analysée : cristal de zircon, les franges d'interférence multiples étant dues à la très forte biréfringence. Échelle 0,1 mm à la base. Cliché D. Rossier.

L'intérêt d'accéder à la base de la falaise, malgré la difficulté et les risques, est de pouvoir observer la diversité des panneaux ou blocs de l'avalanche, ainsi que la liaison ou jointure entre deux panneaux : c'est le cas de l'observation présentée sur le cliché de la figure 8.

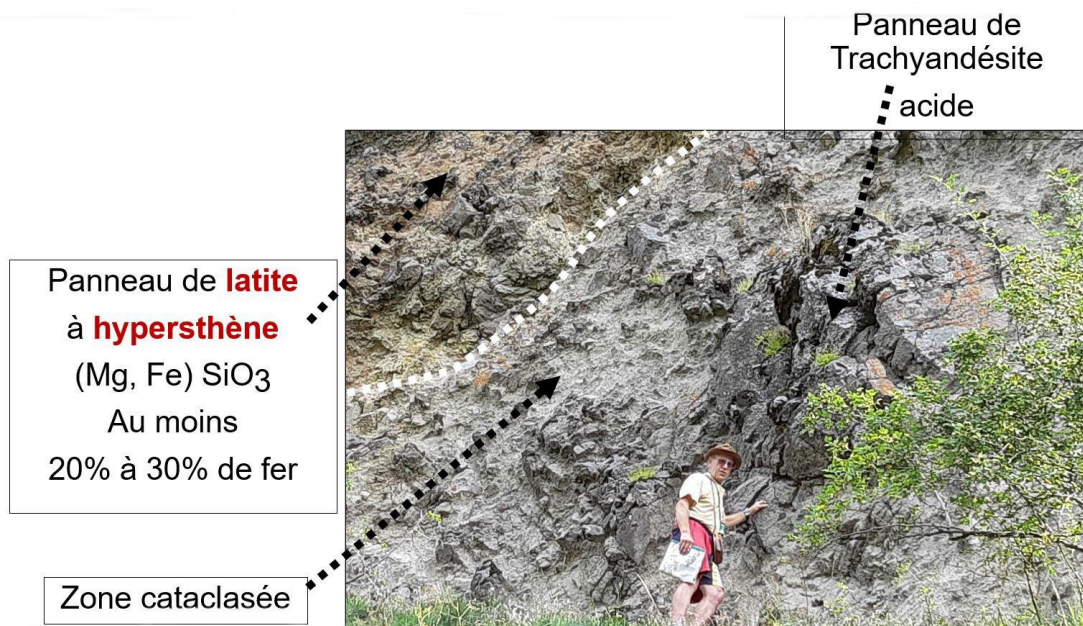


Figure 8. Yves Grimault explorant le joint entre deux panneaux géants de la Peubrélie, au-dessus des Palières. La zone cataclasée est le joint broyé entre deux panneaux de nature différente, mais empilés par l'avalanche. Photo B. Beyaert.

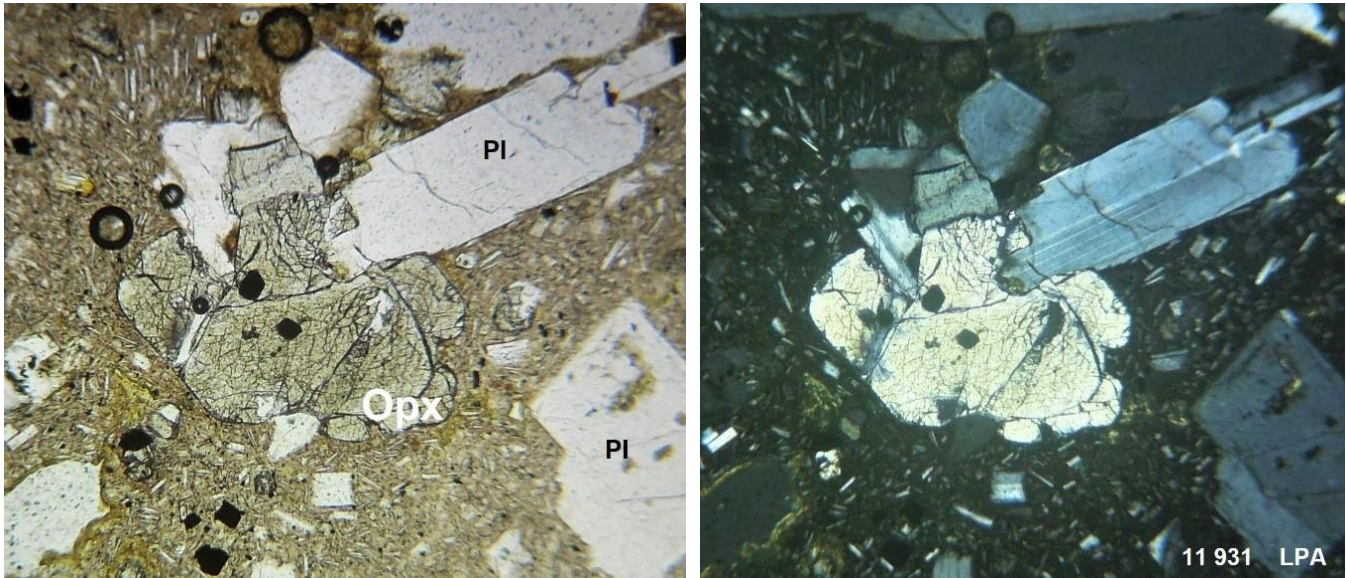


Figure 9. Clichés d'un phénocrystal d'hypersthène (noté **Opx** pour orthopyroxène), accolé à un plagioclase (noté **Pl** pour plagioclase). Noter les inclusions noires opaques de magnétite. La teinte naturelle gris verdâtre de l'orthopyroxène, en lumière polarisée non analysée sur le cliché de gauche, indique la présence d'une teneur significative de fer (entre 30 et 50 %) en substitution au magnésium. À droite, en lumière polarisée analysée. Clichés D. Rossier.

Le prélèvement sur le second panneau (à gauche sur la figure 8) a été analysé et donne une structure et une composition bien différentes (**réf. 11 931**). Il s'agit d'une brèche monogénique consolidée, tendre à la coupe et s'effritant un peu. La roche est porphyrique, avec des phénocristaux d'**hypersthène**<sup>2</sup> (figure 9), au côté de l'augite et de la hornblende, et une grande abondance de plagioclases de composition andésine. Les microlites d'hypersthène sont très abondants dans la mésostase. Les hypersthènes sont souvent agglomérés au pourtour des plagioclases, ou même en inclusion. Le feldspath alcalin (sanidine) est absent.

La brèche de ce panneau est une trachyandésite basique de type **latite**, désignée par la notation  $\tau\alpha_1$  dans la notice de la carte BRGM (Nehlig *et al.*, 2001b, p. 79). Autant la composition du premier panneau est normale dans le complexe du Cantal, autant celle de ce panneau de latite est peu banale et intéressante à ce titre.

D'où peut provenir cette latite retrouvée dans la grande brèche d'avalanche de débris de la Peubrélie ? Les latites sont peu fréquentes dans le complexe.

Or, il existe bien une coulée de latite sous le trachyte du puy Mary, sur ses versants est et sud-est, entre le trachybasalte de l'unité de Rolland et le trachyte du puy Mary (figure 10). Mais la carte n'en signale pas sur le côté ouest où a eu lieu l'effondrement.

Il est vraisemblable que, avant l'édification tardive du cône de trachyte du puy Mary, la coulée s'étendait quelques centaines de mètres plus à l'ouest et qu'elle a été emportée dans l'avalanche. Ainsi, nous en aurions trouvé un témoin.

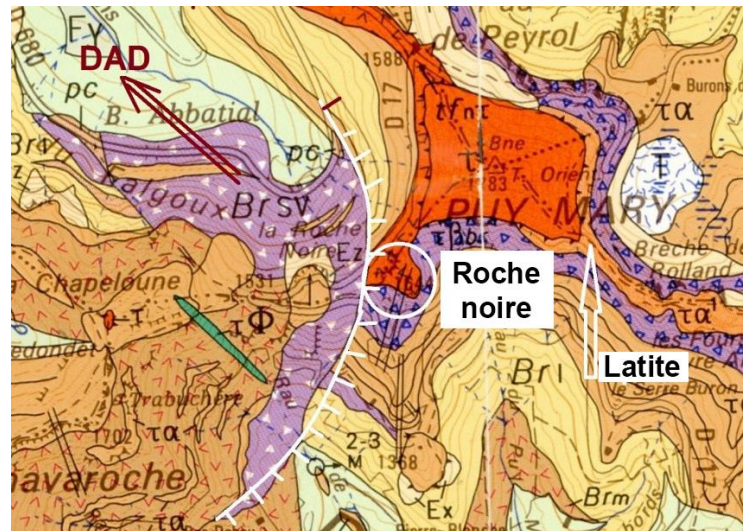


Figure 10. Nous avons superposé à la carte BRGM (zoom autour de Roche noire) un arc denté en blanc pour aider à visualiser la position supposée de l'amphithéâtre d'effondrement.  $\tau\alpha_1$  désigne la latite,  $\tau$  le trachyte du puy Mary,  $\tau\beta_{br}$  le trachybasalte de l'unité de Rolland, **Brsv** la brèche de versant que nous étudierons en détail dans la seconde partie de cet article. La flèche indique la direction de l'effondrement dans le cirque de Falgoux, à l'entrée de la vallée du Mars. **DAD** = dépôt d'avalanche de débris.

<sup>2</sup> L'hypersthène est un orthopyroxène, c'est-à-dire un pyroxène ferro-magnésien orthorhombique, que nous distinguons bien des habituels clinopyroxènes monocliniques (augites et salites...), grâce à de multiples critères optiques.

## L'édifice strombolien de basalte infracantalien de Franconèche

Le choix de ce petit édifice singulier, qui émerge du fond de la vallée (figures 11 et 12), s'explique par le besoin de connaître la période où l'effondrement s'est produit sur ce versant du complexe. Or, on ne peut pas dater directement des événements comme les dépôts de conglomérats, mais on peut les contraindre, c'est-à-dire les encadrer par les datations directes des dépôts en dessous et au-dessus du complexe conglomératique. On dispose de plusieurs datations pour les basaltes supracantaliens des planèzes au-dessus de la vallée. La plus précoce est celle d'une coulée de la planèze de Salers, que nous avons visitée (réf. 11 974), et dont le basalte est daté à  $7,6 \pm 0,4$  Ma (Nehlig *et al.*, 2001b, p. 116).

À l'inverse, pour les basaltes infracantaliens situés en dessous des avalanches de débris, la chance veut qu'il y ait un petit témoin daté à  $7,34 \pm 0,13$  Ma (Nehlig *et al.*, 2001b), ce qui est assez tardif par rapport à d'autres basaltes infracantaliens<sup>3</sup>. C'est le petit cône tronqué strombolien de la Franconèche, qui a été décapité par l'avalanche de débris de notre versant (figure 11).



Figure 11. Agrandissement de la carte géologique à 1/50 000. Le cône strombolien tronqué de la Franconèche est en bleu (β), il émerge de la masse des brèches notées **BrA** de l'avalanche de débris, et est partiellement recouvert par elles. L'étoile rouge indique le lieu de prélèvement.

<sup>3</sup> Seul celui du réservoir de Thiézac est aussi tardif, daté de  $7,31 \pm 0,4$  Ma (Baubron et Demange, 1977), les autres s'étalant entre 11 et 7,6 Ma (Nehlig *et al.*, 2001b).

Nous l'avons visité à son sommet, et à sa base sous un grand éboulis au-dessus du hameau, bien visible depuis le versant ouest de la vallée. L'affleurement au sommet est partiellement recouvert par les dépôts d'avalanche de débris (figure 12).

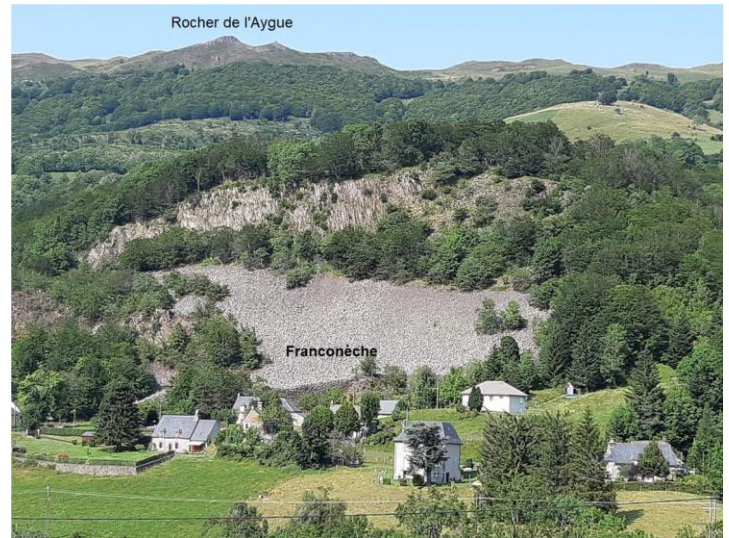


Figure 12. La coulée de basalte infracantalien au-dessus du hameau de Franconèche. Photo B. Beyaert.

L'analyse que nous avons faite (réf. 11 954) révèle un basalte homogène et complètement dégazé. Il est aphyrique, à l'exception d'enclaves remarquables qui sont des cumulats composés de centaines de microlites de pyroxène (augite) (figure 13).



Figure 13. Lame 11 954, prélèvement sur le cône strombolien tronqué de la Franconèche. Cliché LPNA. Cumulat composé de centaines de microlites d'augite, au sein d'une mésostase microcristallisée (plagioclases, olivine et clinopyroxène, magnétite, néphéline). Échelle : 2 mm à la base. Cliché D. Rossier.

Résumons les données de datation par le schéma ci-dessous (figure 14).

La barre d'erreur de mesure sur la coulée de la planèze de Salers est importante et plus large que celle de la Franconèche. C'est cette dernière qui contraint la période au cours de laquelle s'est produit l'effondrement majeur qui nous intéresse : dans une fourchette de 7,4 à 7,2 Ma.

La bascule autour de 7 Ma, entre basaltes « infra-cantaliens » et « supracantaliens », apparaît dans ce contexte du versant nord-ouest relativement arbitraire, puisque l'émission de basaltes n'a jamais cessé. Mais elle est bien commode, puisqu'elle coïncide en même temps avec l'évènement marquant de la grande avalanche de débris.



Basalte supracantalien d'une coulée de la planèze de Salers	8  7,2 Ma
Basalte infracantalien du cône décapité de la Franconèche	7,47  7,21 Ma

Figure 14. Données de datation de basaltes supracantaliens et infracantaliens.

## Seconde partie La cicatrice fossile de l'effondrement nord-ouest, Roche noire

La seconde partie, à publier prochainement, sera consacrée à l'observation et à la modélisation morphologique de Roche noire et de son accident ouest, combinée avec l'étude pétrographique détaillée des terrains proches. Elle apportera des confirmations de la proposition de G. Fréour d'identifier l'accident avec la cicatrice fossile d'un effondrement majeur, du type St. Helens.

### Bibliographie

Arnaud N., Leyrit H., Nehlig P., Binet F., Jamet A. et Vannier W., 2002. Les lahars du flanc nord-ouest du strato-volcan du Cantal. *Géologie de la France*, n° 1, p. 3-13.

Baubron J.-C. et Demange J., 1977. Chronologie absolue de quelques formations volcaniques du centre du stratovolcan du Cantal. Méthode potassium/argon. Implications volcanologiques. Rapport BRGM 77 SGN 268 MGA/GTH, inédit, 30 pages.

Berthoux C., Fromont J.-L. et Mahéroult R., 2021a. La Commission de volcanisme dans le Cantal. 1<sup>ère</sup> partie. *Saga Information*, n° 381, mars-avril 2021, p. 11-27.

Berthoux C., Fromont J.-L. et Mahéroult R., 2021b. La Commission de volcanisme dans le Cantal. 2<sup>e</sup> partie. *Saga Information*, n° 382, mai-juin 2021, p. 9-17.

Da Boa Vista C., 2010. La Commission de volcanisme dans le Cantal. *Saga Information*, n° 296, avril 2010, p. 11-18.

Fréour G., 1998. Modèle d'évolution volcano-structurale du Cantal : rôle et répartition des déstabilisations de flancs de volcans en zone proximale (Cantal, France). Mémoire de géologie, 5<sup>e</sup> année, n° 89, IGAL, Cergy, 2 tomes, 101 et 73 pages.

Leyrit H. et Nehlig P., 2001. Le strato-volcan du Cantal, un véritable laboratoire de terrain pour l'étude des brèches volcaniques. *Saga Information*, n° 210, octobre 2001, p. 6-13.

Nehlig P., Dardon A., Fréour G., Huguet D. et Leyrit H., 2001a. Les dépôts d'avalanche de débris du Cantal (France). *Géomorphologie*, 2001, n° 2, p. 107-120.

Nehlig P., Leyrit H., Arnaud N. [et al.], 2001b. Carte géologique de la France à 1/50 000, n° 788, Murat. Éd. BRGM, Orléans, 1 carte + 1 notice, 264 pages.

Platevoët P., Schneider J.-L., Lefèvre C. et Nehlig P., 1999. Les formations pyroclastiques du strato-volcan du Cantal sont-elles liées à une vaste caldera centrale ? Apport des dynamismes volcaniques. *Géologie de la France*, n° 4, p. 77-91.

### Sites Internet

[https://www.saga-geol.fr/Petrographie\\_frameset.html](https://www.saga-geol.fr/Petrographie_frameset.html), chapitre « Roches volcaniques », onglet « Cantal ».

Beyaert B., Grimault Y. et Rossier D., 2022. Roche noire, un objet singulier. Tribune libre SAGA du 7 mai 2022. En ligne dans « l'espace adhérents » du site Internet de la SAGA.