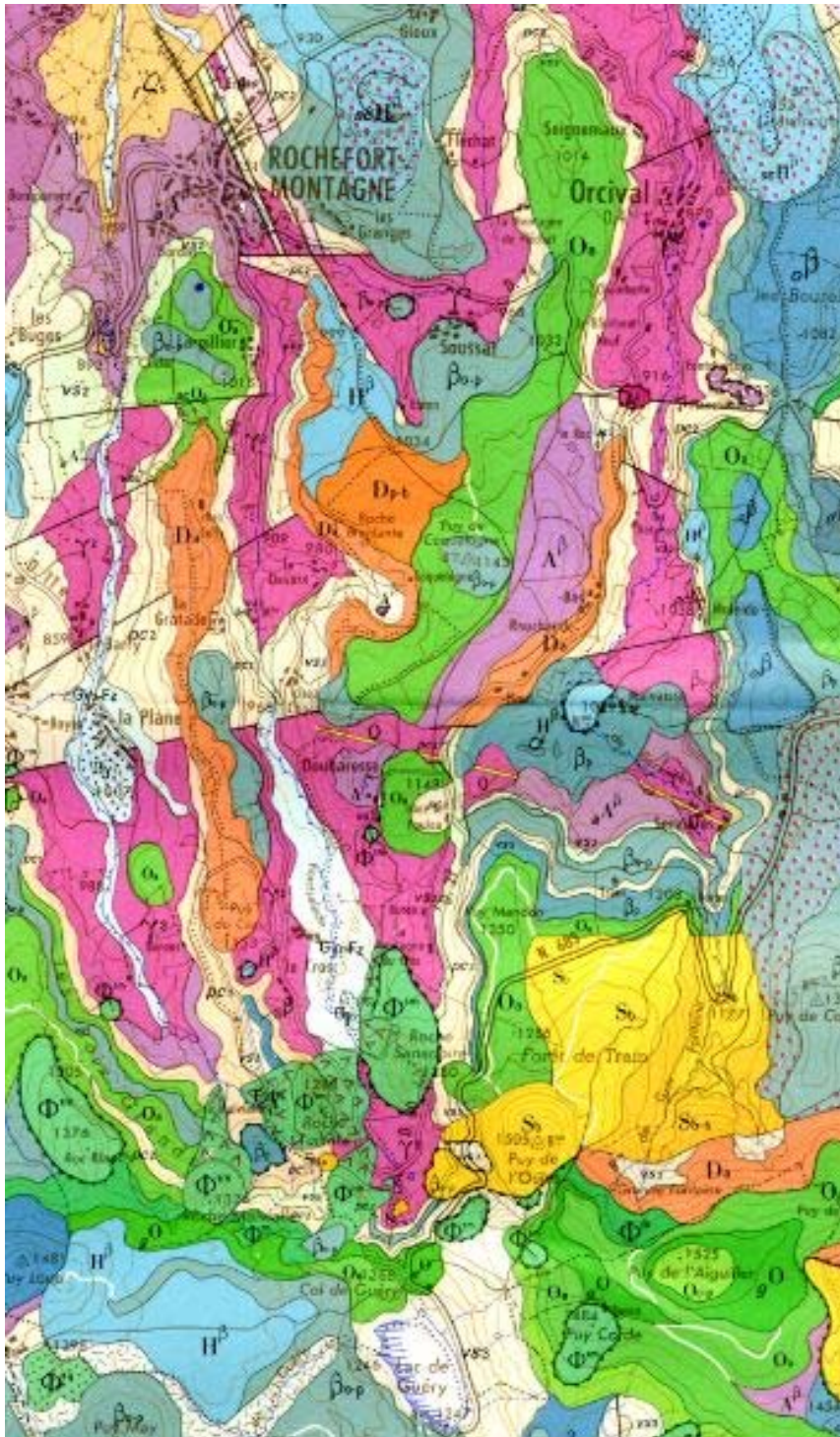


La Commission de volcanisme dans les monts Dore (1)

Voici la carte géologique en rapport avec le chapitre « Sur la route d'Orcival ; les coulées volcaniques du nord » paru dans Saga Information de septembre 2013 (page 19), qui n'avait pu être publiée faute de place.



Les principaux symboles géologiques ont été explicités dans le texte de ce chapitre. Cette portion de la carte géologique à 1/50 000^e (feuille Bourg-Lastic) permet de bien distinguer des formations de la série moyenne. À côté des coulées de laves peu différenciées (ankaramite, basaltes, hawaïite) dont la plupart appartient à la série moyenne, on voit notamment :

- des coulées de laves plus différenciées (mugéarites), assez fluides, qui s'étendent sur plusieurs kilomètres (ordanchite et doréite). On voit très bien, juste à l'ouest d'Orcival, la coulée d'ordanchite (en vert) qui a servi de carrière pour la construction de la basilique. Ces coulées semblent partir de la zone du col de Guéry–puy de l'Ouire–puy de l'Aiguiller ; elles ont recouvert le granite sous-jacent et la nappe de ponce de la série moyenne ;
- des éléments du socle granitique, ainsi que des dômes de phonolite, dont la Roche Tuilière et la Roche Sanadoire.

La Commission de volcanisme dans les monts Dore (2^e)

*François Audubert, Francine Dubois, Jean-Louis Fromont et Roland Mahéroul,
membres de la Commission de volcanisme de la SAGA3*

Nous poursuivons ici la relation du voyage d'étude que nous avons effectué dans les monts Dore et dont nous avons publié la première partie dans Saga Information de septembre 2013. Dans le présent numéro, il sera question d'une phase plus récente du volcanisme, avec l'étude du stratovolcan du Sancy, ainsi que du thermalisme qui constitue une ressource essentielle dans cette région.

3. La série supérieure

Après avoir visité et explicité les paysages, ainsi que la géomorphologie du nord du massif, en liaison avec l'histoire du système volcanique des monts Dore, nous nous dirigeons plus au sud, vers les sources de la Dordogne et les hauts sommets du Sancy et de ses environs immédiats. Chronologiquement, c'est une période plus proche de nous, dont nous allons essayer de reconstituer l'histoire.

Le stratovolcan du Sancy

L'histoire du Sancy

Après une interruption (probable) de toute activité pendant quelques centaines de milliers d'années, le stratovolcan du Sancy se met en place au sud de la caldeira de la haute Dordogne, entre – 1 et – 0,2 Ma.

Son édification, également complexe, montre des alternances de dépôts de toute nature, souvent détruits et/ou remaniés lors d'épisodes éruptifs successifs et parfois violents : de nombreux travaux ont pu mettre en évidence les diverses manifestations de ce qui constitue le troisième cycle de l'édification des monts Dore.

Avec certes encore de nombreuses incertitudes, les auteurs distinguent deux périodes (voir figure 3) :

- **la période 1**, entre – 1 et – 0,5 Ma, au sud de la caldeira de la haute Dordogne et à l'extérieur de la zone centrale actuelle du Sancy, avec :

- coulées de laves, coulées pyroclastiques de cendres et de ponces (Neschers, Rioubes-Haut, Rivaux-Chaufour). D'après certains auteurs, c'est peut-être la coulée de Neschers, suite à une éruption de type

plinien (– 0,6 Ma), qui aurait provoqué l'effondrement du toit de la chambre magmatique et serait à l'origine d'une éventuelle caldeira du Sancy,

- dépôts de nature phréatomagmatique liés à des éruptions en milieu aqueux : lacs de cratère ou de barrages provoqués par des coulées, nappes phréatiques, épisodes éruptifs sous-glaciaires (dépôts hyalo-clastiques) ;

- **la période 2**, entre – 0,5 et – 0,2 Ma, le stratovolcan du Sancy actuel se met en place, avec :

- coulées de laves qui recouvrent ses flancs nord-ouest et nord-est, extrusions (dômes, dômes-coulées) avec parfois destructions explosives de ces dômes et dépôts de nuées ardentes (peu visibles car déblayées par l'érosion),

- intrusion des dykes à travers les cheminées et les failles ouvertes dans l'encaissant (voir figure 35). C'est également dans cette période que se met en place, plus au nord, le massif Adventif.



Figure 24. Face nord du Sancy, vue du téléphérique.

Enfin, les dernières périodes glaciaires et fluvio-glaciaires ont joué un rôle déterminant dans le modelé

du massif. En déblayant les dépôts les plus fragiles, les glaces ont creusé des vallées parfois occupées aujourd'hui par des tourbières et prairies humides (Fontaine Salée). Elles ont également déchaussé de multiples aiguilles et dykes qui ponctuent le cirque glaciaire de la vallée de Chaudefour. Elles ont enfin, lors de leur retrait, participé à la formation de grands tabliers d'éboulis sur les versants des vallées, comme celle de Chaudefour.

Nous n'avons bien sûr pas pu visiter tous ces sites ; nous avons choisi de voir les plus marquants que nous allons décrire maintenant.

Notre découverte du Sancy, par beau temps !

Ce qui frappe d'entrée quand on arrive à la gare de départ du téléphérique qui nous conduit sur le Sancy, c'est la silhouette de ce sommet (figure 24) : à proximité des dômes arrondis et des vallées qui l'entourent, il présente des arêtes déchiquetées aux flancs parsemés de dykes alignés et de ravins profonds avec un aspect presque « alpin ».

À la sortie de la télécabine, il ne nous reste qu'une courte montée par des escaliers de planches pour notre premier arrêt : le Pas de l'Âne. Nous sommes au pied du puy de Sancy qui s'est édifié entre - 330 000 et - 250 000 ans. Ce point de vue nous permet d'observer la base du dôme-coulée du Sancy, avec plusieurs faisceaux de prismes volcaniques en gerbes (figure 25).



Figure 25. Faisceaux de prismes volcaniques en gerbes à la base du Sancy.

Les quatre photos ci-contre (les figures 26) ont été prises sur la table d'interprétation en céramique émaillée, créée par le géologue et volcanologue Pierre Lavina ; elles expliquent la mise en place du dôme-coulée du Sancy et la formation de cette prismation.

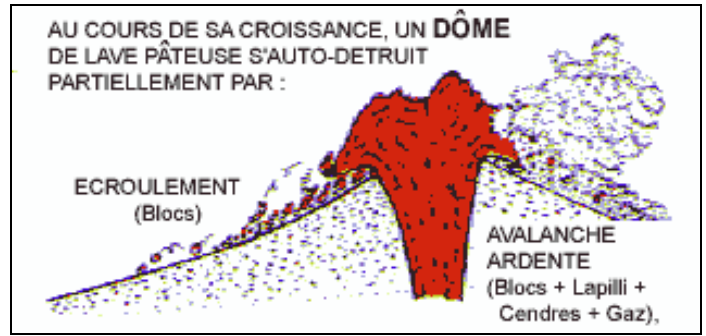


Figure 26a. Formation d'un dôme de lave visqueuse. Le puy de Sancy (1 886 m), point culminant du Massif central, est un dôme-coulée âgé de 330 000 ans.

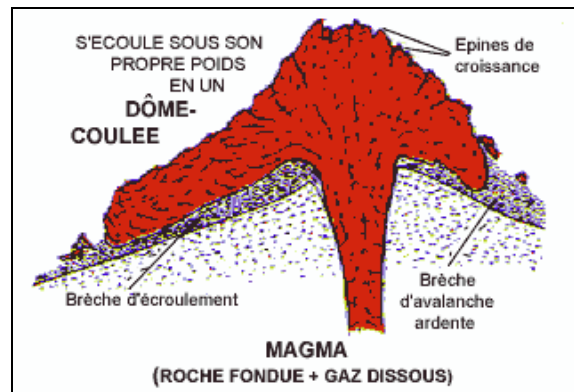


Figure 26b. Écroulement du dôme sous son propre poids en un dôme-coulée.

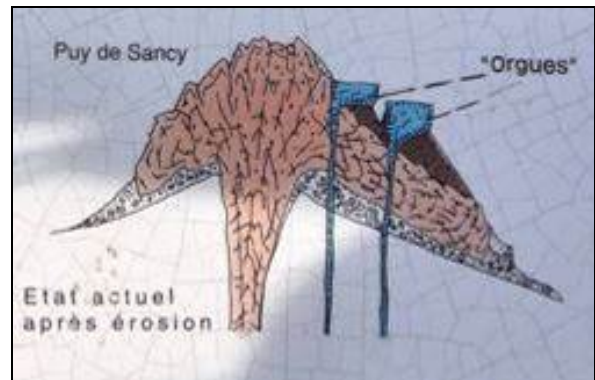


Figure 26c. À travers le flanc du dôme, une arrivée de magma a formé un lac dans les cônes de scories.

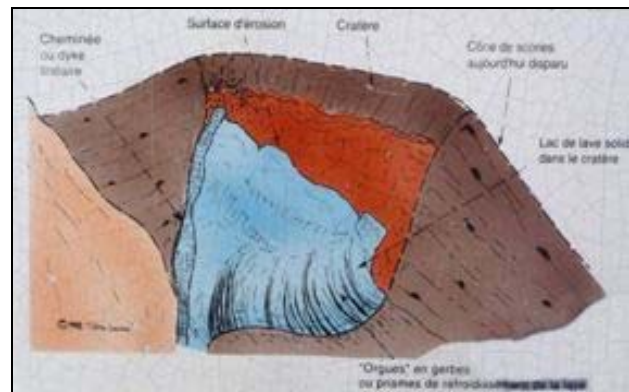


Figure 26d. Gros plan sur le lac de lave. Lors du refroidissement se forment les faisceaux d'orgues volcaniques disposés en gerbes d'orientations diverses qui dépendent de leur position dans le lac. La prismation s'effectue toujours perpendiculairement aux zones plus froides. Les cheminées d'alimentation ou les fractures dans lesquelles le magma s'est injecté formeront, après érosion de l'encaissant, les dykes si spectaculaires dans cette région du Sancy.

Après une courte mais rude ascension, le sommet du Sancy nous offre un magnifique panorama à 360° sur l'ensemble du massif des monts Dore.

Vers le nord (figure 27), creusé par la grande dépression de la Dordogne, le paysage se laisse bien lire à la lumière de ce que nous avons déjà visité, et on redécouvre sans peine la Banne d'Ordanche, avec son grand glacis ouest de coulées et, sur son côté est, le puy Gros, de la même génération volcanique.



Figure 28. Panorama vers le nord-est, sur la vallée de Chaudefour.

Derrière le lac de Guéry, deux pointes dépassent l'horizon : ce sont les sommets du dôme de la Roche Sanadoire et du laccolite de la Roche Tuilière, ainsi que le dôme arrondi de l'Ouire.

Vers le nord-est (figure 28), s'ouvre le majestueux cirque glaciaire de Chaudefour, avec ses célèbres dykes : la Dent de la Rancune, qui culmine à 1 493 m, et la Crête de Coq.

Les roches du Sancy et le paysage

Le puy de Sancy est un dôme-coulée très érodé. C'est sur ses flancs qu'Alfred Lacroix, en 1900, a échantillonné les roches qui le constituent et les a désignées sous le vocable de « sancyites ».



Figure 27. Panorama depuis le sommet du Sancy, en direction du nord.



29



30



31

Figure 29. La sancyite est une roche à structure porphyrique, presque entièrement cristallisée, avec en particulier de nombreux cristaux de sanidine de taille souvent centimétrique.

Figure 30. Un autre arrêt nous a permis d'échantillonner la dorite qui arme le puy Ferrand. Comme la sancyite, c'est une roche intermédiaire dans la série à tendance saturée (car il y a absence de quartz mais aussi d'olivine, donc elle n'est ni sursaturée, ni sous-saturée). Plus sombre, elle contient également des phénocristaux de sanidine à bords émoussés.

Figure 31. Association complexe de petits cristaux monocliniques de sanidine du Sancy (photo : geowiki.fr).

La descente vers le puy Ferrand suit un sentier escarpé dans ces sancyites (figure 29), ou benmoréites, qui constituent, avec les doréites (figure 30), ou mugéarites, dont nous reparlerons plus loin, la grande majorité des volumes émis lors de ce troisième cycle éruptif.

C'est l'abondance de la variété feldspath potassique, la sanidine, phase de hautes température et pression, qui avait frappé Alfred Lacroix, et qui l'avait conduit à inventer un nouveau nom pour cette roche volcanique originale.

Ces cristaux de sanidine (figure 31) se sont formés dans la chambre magmatique mais, au lieu de se déposer en cumulats, ils ont été maintenus en suspension par les courants de convection initiés par une arrivée permanente de magma dans cette chambre. La présence de ces gros et nombreux cristaux augmente considérablement la viscosité du mélange avant son expulsion à travers les cheminées et les failles ouvertes dans l'encaissant. Ceci explique en partie la formation des nombreux dômes et dykes de cette zone qui nécessite un magma visqueux.



Figure 32. Panorama vers le nord, depuis le puy Ferrand, avec l'identification des points remarquables.

Ce même arrêt nous offre encore un autre point de vue sur la partie nord du Sancy (figure 32).

Au premier plan de la photo, les éboulis constitués des débris de sancyites et/ou de doréites arment les pentes douces et herbeuses de la station de ski du Mont-Dore.

Le second plan nous présente un paysage typique des monts Dore (hors Sancy). Le modelé est en creux et en bosses : les vallées ont été creusées dans les secteurs des roches les moins résistantes, les dômes arrondis, les coulées et les dykes constitués de roches plus résistantes sont restés en relief. Partout un sol s'est formé, des prairies recouvrent dômes et vallées dont les zones les plus basses forment parfois des tourbières, comme celle de la Fontaine Salée. Le dernier épisode glaciaire a accentué ce modelé.

La descente vers la station du Mont-Dore s'est effectuée par le sentier escarpé qui domine la vallée de la Fontaine Salée au sud, le Val d'Enfer au nord, et qui suit la ligne de crête avant de plonger dans le Val de Courre (figure 33). Au sommet du Sancy, quelques membres du groupe avaient remarqué l'alignement des dykes. À l'aide d'une boussole, ils ont reporté sur un schéma les deux principaux alignements : Nord 120° et Nord 140°. Tout au long de la descente, le sentier sur la ligne de crête jalonnée de nombreux dykes suit ces

mêmes directions. Le Val de Courre est pour nombre d'entre nous l'occasion de délaissier un moment l'observation des énormes éboulis et des dykes spectaculaires pour nous intéresser aux stars du Val : un troupeau de superbes vaches Salers insensibles à nos attentions photographiques !



Figure 33. La descente sur Le Mont-Dore et l'alignement des dykes.

La Grande Cascade

Nous terminons cette journée bien ensoleillée par un dernier effort : une petite grimpe d'une demi-heure vers la Grande Cascade (figure 34). En bordure du dôme du Cuzeau, plateau de Durbize et au-dessus de la ville du Mont-Dore, la Grande Cascade franchit un front de coulée massif et très fissuré. À ses pieds, s'amoncellent de très nombreux blocs de toute taille. La particularité de cette roche tient dans le fait qu'on y trouve une composition minéralogique résultant de l'interpénétration de deux magmas, une mugéarite gris sombre, type doréite, et une benmoréite claire, type sancyite, donc plus différenciée. L'analyse des lames minces atteste de ce mélange et fera l'objet d'un article et d'un exposé en « Tribune libre » ultérieurement.



Figure 34. La Grande Cascade.

La vallée de Chaudefour

La vallée de Chaudefour, classée Réserve naturelle nationale, est un cirque glaciaire creusé sur le flanc oriental du Sancy (figure 35).

Cette Réserve est remarquablement équipée en sentiers balisés. La Maison de la Réserve accueille les visiteurs à la belle saison. À l'étage, une exposition donne toutes les explications souhaitables sur la géomorphologie et les types d'affleurements et de roches à visiter dans la vallée et sur ses flancs. Des sentiers de randonnée partent de la Maison et permettent de gagner le sommet du Sancy.

Malheureusement, nous découvrons la vallée avec une météo épouvantable, pluie et vent violents, visibilité n'atteignant pas les cent mètres. Nous y ferons cependant, courageusement, trois arrêts.

La source Sainte-Anne

À l'endroit où l'eau sort du sol, les roches et les vasques sont tapissées et imprégnées de dépôts d'oxydes et d'hydroxydes de fer d'une teinte rouge orangée. Ces eaux riches en gaz carboniques et sulfates sortent à une température d'environ 20 °C.

La Dent de la Rancune

Spectaculaire colonne de lave d'un ancien conduit d'alimentation, la Dent de la Rancune est un dyke de mugéarite (doréite). Elle dresse sa centaine de mètres vers le ciel et offre un magnifique terrain de jeu aux amateurs d'escalade « avertis ».

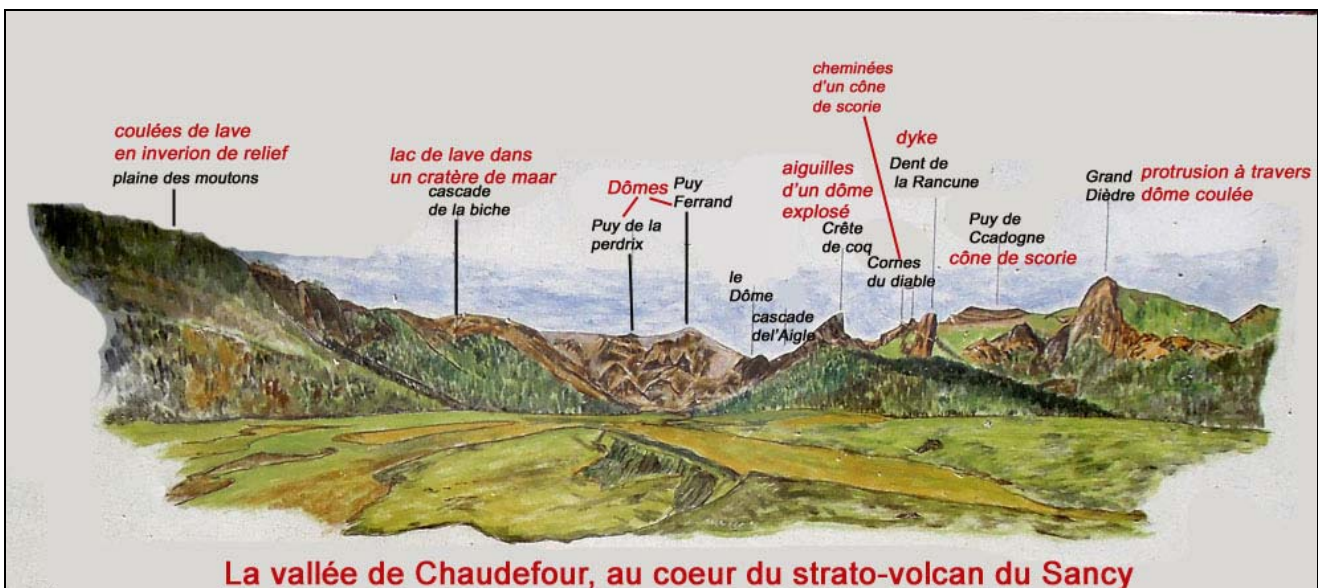


Figure 35. Panorama depuis l'entrée de la vallée de Chaudefour.
(Un panneau de la Maison de la Réserve naturelle nationale de Chaudefour).

La cascade de la Biche

Le sentier qui nous conduits (figure 36) à la cascade de la Biche longe des éboulis très importants constitués de blocs de toute taille de doréite et/ou de sanicyte. Ils sont la manifestation de mécanismes de décompression qui affectent les parois rocheuses après la disparition des glaces.



Figure 36. Une marche difficile dans les éboulis nous mène à la cascade de la Biche.

Le culot sur lequel coule la cascade est issu de la solidification d'une coulée d'un lac de lave issue d'un cratère, ici, un cratère d'explosion d'un maar. À la base de ce culot (figure 37), apparaissent des cinérites constituées de l'accumulation de cendres volcaniques très fines déposées au fond d'un lac. L'érosion a déblayé les dépôts encaissants pour nous offrir cette superbe cascade.



Figure 37. La cascade de la Biche coule sur un culot de lave aux belles colonnes sombres de doréite, d'une hauteur d'environ 40 m.

Dans la vallée de Chaudefour, les géologues ont dénombré au moins sept cratères d'explosion de maar qui ont été ensuite comblés soit par un lac de lave, soit par un dôme-coulée et aiguille comme le Grand-Dièdre, soit par des dykes comme la Crête de Coq.

Le thermalisme et les autres ressources induites par le volcanisme dans les monts Dore

Le thermalisme dans les monts Dore concerne les trois stations de La Bourboule, Le Mont-Dore et Saint-Nectaire. Cette activité est connue depuis l'Antiquité, comme en attestent les traces archéologiques dans la ville du Mont-Dore, et la toponymie à La Bourboule où Borvo, le dieu celte des eaux bouillonnantes, a donné son nom à la ville. Les bienfaits apportés par les eaux s'appuyaient alors largement sur les croyances et les pratiques religieuses. Les pratiques liées aux eaux étaient aussi – et sont encore – une source importante de revenus pour les habitants qui fournissaient la main-d'œuvre d'accompagnement des malades, percevaient des droits d'accès, procuraient l'hébergement, la restauration, etc.

Les choses n'ont pas tellement changé quand, au XIX^e siècle, la mode des « eaux » prend son essor, avec son cortège de soins diversifiés, distractions, casinos, salles de jeu, et d'une importante hôtellerie. On voit, à cette époque, affluer de nombreuses célébrités politiques, les écrivains, les aristocrates européens... Ce phénomène est d'autant plus marqué que les traitements efficaces de quantité de maladies n'existaient pas encore ; il n'y avait bien souvent que le recours aux plantes, à l'air pur de la montagne et au Soleil (par exemple pour soigner la tuberculose) et aux eaux thermales. Au cours du XX^e siècle, la fréquentation des stations thermales s'est démocratisée avec leur accès facilité aux gens du peuple, mais peu à peu l'importance du thermalisme dans la médecine a diminué et l'efficacité des eaux a été remise en cause.

Depuis quelques dizaines d'années, les stations thermales ont dû s'adapter en proposant des séjours plus courts et des activités de bien-être et de remise en forme à côté des soins médicaux. Les centres de cure des monts Dore essayent aussi d'étendre leur période d'activité en profitant du tourisme hivernal.

Les sources minérales qui alimentent ces stations sont fortement minéralisées, très riches en silice, bicarbonatées et sodiques. Elles émergent à des températures allant de 19 °C à 62 °C. On soigne au Mont-Dore les maladies ORL, les maladies ostéo-articulaires et les allergies grâce à une dizaine de sources captées de 38 °C à 44 °C. Le Mont-Dore a été appelé « la capitale mondiale de l'asthme ». À La Bourboule,

sont également soignées les maladies allergiques et respiratoires, les affections des muqueuses bucco-linguales. Il y a quatre sources utilisées dans deux établissements, les Grandes Thermes avec les sources Fenestre, dont les eaux sont froides, et les Thermes Choussy qui fournissent de l'eau à 56 °C. Ces eaux utilisées depuis des siècles dans les maladies dermatologiques contiennent une forte proportion d'arsenic. Saint-Nectaire dispose d'une quarantaine de sources de 38 °C à 62 °C, bicarbonatées, chlorurées et sodiques utilisées dans les soins de l'appareil urinaire et dans les maladies métaboliques.

À ces trois stations, il faut ajouter plusieurs sources entre La Bourboule et le Mont-Dore, et le forage Croizat, profond de 218 m, ainsi que plusieurs sources froides non captées (riches en sulfates) dans la vallée de Chaudefour.

L'origine et le trajet des eaux thermales. Le rôle du CO₂

Le schéma du système hydrothermal de socle cristallin, en bordure d'un fossé d'effondrement rempli de terrains sédimentaires, est représenté sur la figure 38.

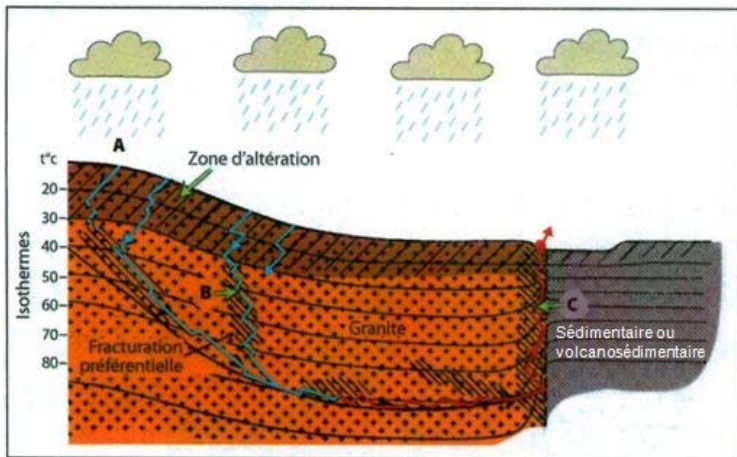


Figure 38. Schéma type du circuit de l'eau thermale.
A : aire d'alimentation ; B : réseau d'infiltration ;
C : drain de collecte et zone d'émergence.
(D'après Blavoux et Berthier, 1985, modifié).

On a pu établir par diverses méthodes que les eaux proviennent des eaux de pluie infiltrées dans des fractures du socle cristallin. Ainsi, des méthodes isotopiques qui sont utilisées dans l'analyse des aquifères (origine, temps de transit...) ont permis de montrer que les eaux minérales ont une teneur en ¹⁸O identique à celle des eaux de pluie. Les eaux infiltrées dans l'impluvium se réchauffent en profondeur par le gradient géothermique (3 °C/100 m, en moyenne, en France). Elles peuvent s'enfoncer de plusieurs kilomètres, et elles se chargent en sels minéraux qui

proviennent de la dissolution, à haute température et à pression élevée, des minéraux du socle.

La zone des monts Dore, qui constitue un impluvium bien alimenté, est en outre favorable à une dissolution importante des minéraux du sous-sol du fait de la présence de CO₂ profond associé au volcanisme, et du fait que le gradient thermique y est deux fois plus élevé que la moyenne nationale. Le CO₂, deuxième gaz en proportion dans les magmas après la vapeur d'eau, accélère la décomposition des roches cristallines avec lesquelles il est en contact. Les eaux thermo-minérales imprégnées de CO₂ deviennent alors des « eaux thermo-minérales carbo-gazeuses ». Ces eaux contiennent des ions Na⁺ et Ca⁺⁺ qui proviennent en premier lieu de la décomposition, sur plusieurs siècles, de plagioclases sodiques (albite) ou calciques (anorthite), des ions Mg⁺⁺ provenant de l'olivine ou de mica (biotite), des ions K⁺ de l'orthose ou de la sanidine. La silice, dont la solubilisation augmente avec la température, est dissoute sous forme non ionisée.

Les eaux profondes, après un séjour souterrain qui peut durer plusieurs milliers d'années, peuvent remonter assez rapidement à la faveur de failles du socle cristallin qui jouent le rôle de drains (c'est le cas de la faille de La Bourboule, à la Roche-aux-Fées) par effet de « thermosiphon » : d'une part, ces eaux chaudes sont moins denses que les eaux superficielles, d'autre part, leur remontée peut être facilitée par un dégagement de CO₂ formant une émulsion avec l'eau qui allège encore celle-ci. Au cours de sa remontée, l'eau tend néanmoins à se refroidir, et peut éventuellement se mélanger avec des eaux superficielles en général beaucoup moins chargées en sels minéraux (c'est le cas de la source Fenestre de La Bourboule). C'est pourquoi on fait actuellement des captages profonds qui permettent d'éviter de tels mélanges, et d'obtenir de l'eau plus chaude et plus minéralisée.

La visite des thermes Choussy et la grande faille de La Bourboule

Nous avons eu la chance de visiter, sous la conduite du Directeur des thermes Choussy, la salle de l'arrivée d'eau et de contrôle des machines de cet établissement thermal propriété de la Compagnie des Eaux de La Bourboule. L'eau chaude provenant d'un forage à 90 m de profondeur, le long de la faille qui limite le granite et la fosse volcano-sédimentaire (tufs, cendres trachytiques), est saturée en CO₂. Cette eau comporte des éléments rares et un peu de radon. Elle est bactériologiquement contrôlée tous les mois, notamment pour la légionellose et pour vérification de sa composition en minéraux.

Le Centre Thermal possède également son propre laboratoire d'analyse.

Nous avons pu observer le miroir de faille (figure 39) dans le socle granitique le long de la colline de la Roche-aux-Fées.

Cette faille impressionnante borde au NO la fosse volcano-tectonique du Mont-Dore ; elle est de direction NE-SO. Le miroir est incliné à 60° ; la faille est normale (faille de distension) ainsi que nous l'indiquent des petites écailles sur le granite formant des gradins qui sont dirigés dans le sens du mouvement, c'est-à-dire rabotées du haut vers le bas (figure 40).

afflux de touristes, il y a celui du maintien des sols dans les zones de grande fréquentation. Un ré-engazonnement est entrepris depuis 1990 sur les pentes du Sancy, avec pose d'escaliers en bois là où l'érosion l'impose.

L'élevage

Les montagnes volcaniques des monts Dore sont, comme dans le Cantal, assez élevées pour arrêter les nuages venus de l'ouest, et des pluies abondantes arrosent leurs versants ouest. D'où la présence des nombreux cours d'eau qui prennent leur source dans la zone de la caldeira, participant à l'abondance et à la qualité des zones d'estive.

Nous avons par endroits signalé la présence de troupeaux au cours de ces itinéraires : de moutons, et surtout de vaches. Les monts Dore sont en effet sur le territoire de l'AOC fromage de Saint-Nectaire auquel se rattachent soixante-douze communes du Puy-de-Dôme et vingt communes du nord du Cantal.

Une autre question, liée à celle du chapitre précédent, est celle du risque de marginalisation de l'agriculture et de l'abandon d'une partie des pâturages d'altitude au profit du tourisme.

L'utilisation des pierres volcaniques du pays

Cette ressource traditionnelle a déjà été évoquée pour l'église romane d'Orcival. Les pierres volcaniques ont servi de matériaux de construction pour de nombreux autres édifices : l'église néo-romane de La Bourboule en tufs volcaniques et doréite, les thermes de style néo-byzantin du Mont-Dore (1833), les établissements thermaux de La Bourboule en tuf volcanique, trachyte et andésite, etc. Mais également de nombreuses maisons paysannes (figure 41) utilisent des lauzes de phonolite en couverture des toitures, comme par exemple dans le petit hameau de La Gratade.



Figure 39. Le miroir de faille d'effondrement de Choussy, à La Bourboule.



Figure 40. Écailles du miroir de faille de Choussy.

Le tourisme

Il est devenu l'activité économique principale du massif des monts Dore. C'est un tourisme de moyenne montagne, campagnard, de repos, et aussi un tourisme culturel puisque la région est riche d'églises et de vieux villages. On peut aussi y pratiquer différents sports : randonnée et escalade l'été, ski de fond et ski alpin l'hiver sur les pentes du Sancy où la neige est souvent abondante, depuis les stations du Mont-Dore et de Super-Besse. Parmi les problèmes soulevés par cet



Figure 41. Maison paysanne à La Gratade.

Nous avons aussi évoqué les carrières de ponces. Enfin, nous ne saurions oublier le rôle économique de la Dordogne qui prend naissance au pied du massif du Sancy et qui fournit en aval une énergie renouvelable hydroélectrique.

Conclusion

Notre voyage dans cet ensemble volcanique des monts Dore nous a permis de mieux comprendre ce que recouvre l'appellation « stratovolcan ». Les quelques sites que nous venons de vous décrire sont autant de points de repère qui jalonnent les quelques millions d'années d'activité, rassemblant dans un espace réduit dômes, coulées diverses, lacs de lave, dykes, protusions, nappes de ponces, etc. En même temps, il nous a fait mesurer toute la difficulté d'en reconstituer l'histoire : les épisodes éruptifs se succèdent, s'imbriquent, se superposent, les plus récents masquant plus ou moins la trace des précédents. L'érosion, tout au long de cette histoire, et en particulier lors de la dernière glaciation, modèle les paysages en exhumant les roches les plus résistantes et en déblayant les plus tendres. Cette complexité se retrouve dans la variété des roches volcaniques que nous avons rencontrées et qui couvrent presque toute la série magmatique des roches alcalines et subalcalines.

De plus, il reste encore aujourd'hui des incertitudes dans la chronologie de certains événements, dans leur datation, dans la localisation des caldeiras et dans l'origine des magmas, avec la présence d'une ou deux chambres magmatiques. Ce dernier point fait encore l'objet d'un débat :

- pour Robert Brousse, deux réservoirs magmatiques auraient évolué indépendamment à partir d'un même magma initial : le premier, plus profond, engendrant par différenciation la série sous-saturée, basalte demi-deuil, labradorite, ordanchite et phonolite. Le second réservoir, plus superficiel, aurait subi la contamination du granite encaissant et donné la série saturée, doréite, sancyite et rhyolite (voir le diagramme TAS, fig. 5) ;

- pour René Maury, sous certaines conditions, on peut passer de la série sous-saturée à la série saturée sans évoquer la contamination du granite encaissant : la cristallisation précoce d'amphiboles, dont la structure permet de mobiliser plus de cations Fe, Mg, Na et Ca que ne l'aurait nécessité la cristallisation de pyroxène et/ou de feldspaths, permet d'enrichir le liquide résiduel en silice et de passer de la série sous-saturée à la série saturée. Encore du travail pour les géologues !

Remerciements

Les auteurs ne sauraient trop remercier Dominique Rossier pour ses nombreux conseils et corrections tout au long de l'élaboration de ce rapport.

Merci également à notre collègue Catherine Chevalier pour la première ébauche de l'introduction de cet article et aux participants de la Commission qui ont mis leurs photographies à la disposition de tous.



Figure 42. Les participants au voyage d'étude dans les monts Dore sous le sommet du puy de Sancy.

Bibliographie

- AUBERT T. et col. (2005) – Le volcanisme en Auvergne. Éd. Chamina, réf. 901.
- BERTIN C. et col. (2003) – Amélioration de la connaissance des ressources en eaux souterraines des sites thermaux en Auvergne. Site de La Bourboule. Brgm /RP-52394-FR.
- BROUSSE R. et col. (1981) – Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille La Tour-d'Auvergne, n° 740. BRGM.
- BROUSSE R. et col. (1984) – Carte géologique à 1/50 000, feuille Bourg-Lastic, n° 716. BRGM.
- BROUSSE R., LEFEVRE C. (1990) – Le volcanisme en France. Guides géologiques régionaux. Éd. Masson.
- CHASSIN A. (2001) – Le volcanisme du Mont-Dore et la variété des laves émises. *Saga Information*, n° 212.
- DECOBECQ D. et LAVINA P. – Synthèse sur le massif volcanique du Mont-Dore.
Site : <http://dominique-decobecq.perso.neuf.fr/montdore.html>
- FILLIAS F., JULIEN A. (2012) – Auvergne. Guides géologiques, 10 itinéraires de randonnée détaillés. Brgm. Éd. Omniscience.
- GUILLON A. Caldeira, ou caldera (1) et (2), Géol'Images : fiche volcan n° 35. *Saga Information*, n° 318 juin-juillet-août 2012, n° 319 septembre 2012, et n° 321, novembre 2012.
Site : www.volcanogeol.fr . Présentation : excursion dans les monts Dore, en 2003.

KRAFFT M., LAROUZIÈRE F.-D. (1999) – Guide des volcans d'Europe et des Canaries. Éd. Delachaux et Niestlé.

PETERLONGO J.-M. (1978) – Massif central. Guides géologiques régionaux. Éd. Masson.

RICHET P. (2003) – Guide des volcans de France. Brgm. Éd. Belin.

ROSSIER D. La nature des roches volcaniques. *Saga Information*, n° 321, novembre 2012.

FOUCAULT A. et RAOULT J.-F. (2010) – Dictionnaire de géologie. 7^e édition. Éd. Dunod.

- Balades et randonnées en Auvergne. Massif du Sancy et de l'Artense. Éd. Chamina.
- La géologie du Massif Central. *Géologues*, n° 130/131, décembre 2001.
- Les eaux minérales de France. *Géologues*, n° 175, décembre 2012.
- Géologie profonde de la France (1987) – Thème 9 : volcanisme récent du Massif Central (Mont-Dore). Document BRGM, n° 145.

Stage de l'IRSNB en Allemagne. À Idar-Oberstein

« Gem's trip » à la Toussaint 2013 : pierres précieuses, gemmes et volcanisme.

Les Animations en sciences naturelles du Service éducatif de l'Institut royal des sciences naturelles de Bruxelles (IRSNB) organisent, à la Toussaint 2013, un stage de quatre jours dans la région d'Idar-Oberstein, une ville allemande de la Rhénanie-Palatinat. Ce stage est animé par Jean-Michel Bragard, géologue et animateur du Muséum de Bruxelles, et son collaborateur Pierre Hautier, accompagnés par un spécialiste local, le Dr Wouter Südkamp, géographe.

Durée du stage : du jeudi 31 octobre au dimanche 3 novembre 2013.

Ce stage de découverte en géologie, gemmologie et archéologie minière se déroulera dans la belle région d'Idar-Oberstein, près de Trèves, au cœur de la plus florissante industrie de pierres précieuses d'Europe.

En effet, la présence d'une incroyable mine d'agate et de quartz améthyste a favorisé, depuis plus de 500 ans, l'essor de nombreuses tailleries artisanales et d'un savoir-faire unique dans cette région forestière de la vallée de la Nahe.

La visite du magnifique « Musée allemand des pierres précieuses », de musées de géologie et de

minéralogie, de carrières de basalte truffées de géodes à cristaux, d'ardoisières fossilifères, d'une ancienne mine de cuivre et de plusieurs cités médiévales sont également au programme. La recherche de fossiles (fougères, Trilobites...), de minéraux (agates, améthystes, quartz cristallisés, calcites...) et de roches variées sera possible dans plusieurs sites autorisés.

Une approche globale de la géologie locale, de la gemmologie et de la minéralogie sera progressivement mise en place durant le stage.

Conditions pratiques

- Participation aux frais : 499 €; tarif réduit : 450 €
Prix comprenant : frais de déplacement (car spacieux), logement et repas, entrées dans les musées et les sites, catalogues et participation des animateurs. Pension complète et confortable dans un hôtel-restaurant de la vallée d'Allenbach. Prévoir le pique-nique pour le déjeuner du 31 octobre.
- Prendre casque, bottes, chaussures de marche, vêtements chauds et de pluie, marteau, loupe de terrain, sachets plastique, gants et lunettes de protection, petite trousse de secours, appareil photo, Gsm, lampe de poche et sac à dos.
- Départ le 31 octobre, à 8 h 30, à l'entrée du Muséum de Bruxelles. Retour le 3 novembre vers 22 h.
- Inscription obligatoire par téléphone : 00 32 2 627 42 34. Date limite d'inscription : le vendredi 25 octobre (maximum de 30 participants).

Pour le programme détaillé de l'excursion et toute information complémentaire : **Jean-Michel Bragard**, Animations en sciences naturelles, Service éducatif du Muséum des sciences naturelles. Rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles. Tél. : 00 32 2 627 42 48.

E-mail : jean-michel.bragard@sciencesnaturelles.be
Site : www.sciencesnaturelles.be/educa



*Idar-Oberstein :
les 500 ans d'une région gemmifère.
Timbre postal émis, en 1997,
par la République Fédérale d'Allemagne.*