



Bulletin mensuel 151

Janvier 2016



SOCIÉTÉ DE VOLCANOLOGIE GENÈVE

c/o Jean-Maurice Seigne, Chemin de L'Etang 11, CH-1219 Châtelaine, SUISSE
(www.volcan.ch, E-MAIL: bulletin@volcan.CH)

Sommaire Bulletin SVG 151

- 3 Nouvelles de la société
 - Réunion du 11 janvier
 - Le mot du Président
 - Assemblée générale 2016
 - 13e Rencontre volcanologique de Lons-le-Saunier
 - Calendrier 2016
- 5 Vue d'en Haut
 - Aogashima, Japon
- 6 Micro Reportage
 - Une belle journée au Mont Vésuve
 - par Jean-Maurice Seigne
 - Les Ophiolites du Chenaillet
 - par Régis Etienne
- 8 Voyage
 - Zoom sur les coulées de Bischofite dans le Danakil
- 16 Focus
 - Riche témoin de la tectonique des plaques et du volcanisme



A NE PAS OUBLIER

La prochaine réunion, le lundi 8 février 2016.

Délais pour le bulletin de février :

- L'envoi de votre micro-reportage avant le 25 janvier,
- L'envoi des reportages de voyage avant le 20 janvier

Un grand merci d'avance

Couverture:

Dallol dans la dépression du Danakil Photo
© Pierre-Yves Burgi / 2015

Bulletin / Cotisations

Les personnes intéressées par une version électronique du bulletin mensuel de la SVG à la place de la version papier, sont priées de laisser leur adresse électronique, avec mention «Bulletin» à l'adresse suivante:

bulletin@volcan.ch

et ... le bulletin du mois prochain vous parviendra encore plus beau qu'avant.

Cotisation annuelle à la SVG
de janvier à décembre

Normal : 70.- SFR
Soutien : 100.- SFR ou plus.

Paiement membres Suisses:

CCP 12-16235-6
IBAN (pour la Suisse)
CH88 0900 0000 1201 6235 6

Un paiement en € est possible:

Normal : 65 €
Soutien : 100 € ou plus.
Paiement membres étrangers:
RIB, Banque 18106, Guichet 00034,
No compte 95315810050, Clé 96.
IBAN (autres pays que la France):
FR76 1810 6000 3495 3158 1005 096
BIC AGRIFRPP881

Impressum

Bulletin de la SVG No 150
7 décembre 2015
24 pages
Tirage 250 exemplaires

Rédacteur SVG: J. Kuenlin
Mise en page: J. Kuenlin
Corrections : J-M Seigne
Impression : F. Cruchon et le comité

Nous remercions :
Pierre-Yves Burgi, Jean-Maurice Seigne, Désiré Corneloup et Régis Etienne pour les textes et les photos.

Ainsi que toutes les personnes, qui participent à la publication du bulletin de la SVG.

Ce bulletin est uniquement destiné aux membres de la SVG. Il est non disponible à la vente dans le commerce et sans usage commercial.

Imprimé avec l'appui de:



NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

Réunion du 11 janvier

à 20h00 à la Maison de Quartier de Saint-Jean, Genève, avec pour sujet:

En première partie :

Genèse dans le Danakil

Par Pierre-Yves Burgi

En deuxième partie:

Dallol, les couleurs de l'arc-en-sel

Par Régis Etienne



Le mot du Président

Chers Amis de la SVG,

Chers Amis volcanophiles,

L'Etna a décidé de frapper un grand coup pour cette fin 2015. Il nous gratifie d'un de ses plus beaux spectacles pour annoncer la nouvelle année... Je profite de cette période explosive et assurément festive pour vous présenter mes meilleurs vœux pour l'année 2016. Je souhaite à tous bien sûr la santé, le bonheur, et aussi ce qui doit aller avec, à savoir beaucoup de voyages sur nos chers volcans. Les volcans, ceux-là même qui nous font marcher dans la même direction, ceux-là même qui nous réunissent, ceux-là aussi qui nous ont accordé tant de belles rencontres, converties pour nombre d'entre elles en Amitié, avec un grand « A ». Continuez, continuons à parcourir notre féerique planète, afin que vive notre belle Société de Volcanologie Genève, portée par tous ses amis.

Bonne Année.... Le président, Pour le comité,

Régis Etienne



Assemblée générale 2016

Vous êtes convoqués à l' 29ème Assemblée Générale ordinaire de la Société de Volcanologie Genève
Elle se tiendra dans le local de la maison de Quartier Saint-Jean à Genève

Ordre du jour

- Bilan des activités
- Site internet + bibliothèque
- Présentation des comptes 2015
 - Rapport des vérificateurs
 - Approbation par l'assemblée
- Budget pour 2016
- Divers

13e Rencontre volcanologique de Lons-le-Saunier

30 et 31 janvier 2016

Samedi 30 janvier

RV à partir de 11H30 à l'ESPE de Lons-le-Saunier (ex-IUFM). Apéritif, pique-nique (à amener)
Projections des images des adhérents LAVE et SVG de 14h à 19h.
Frais de Participation 3 euros.

Le soir possibilité de manger au restaurant ensemble.

Dimanche 31 janvier

Matin : randonnée-découverte de la région selon météo.

Midi : repas campagnard salle des fêtes de LE PIN.

Inscription

Pour vous inscrire à tout ou partie du week-end, merci de s'inscrire auprès de Patrick Marcel

email : marcelpatrick@wanadoo.fr
tel. : +33777824514

Calendrier 2016

Le Calendrier 2016 de la SVG est toujours aussi beau. Il sera en vente lors de la prochaine réunion.

Merci à tous ceux qui nous ont envoyé des photos. Merci à Fabien pour la mise en page et la réalisation.

En vente lors de la réunion de décembre au prix de CHF 30.-

(Le prix pour l'envoi par la poste sera majoré des frais de port et d'emballage)



VUE D'EN HAUT

Aogashima, Japon

Le volcan Aogashima est situé à environ 350 km au sud de Tokyo. Répertoriée comme un volcan actif de « classe C » par l'agence météorologique japonaise, l'île « Aogashima » a vécu sa dernière éruption à la fin du 18ème siècle. Cette éruption, qui a duré 4 ans entre 1781 et 1785, a tué 140 personnes, soit plus de la moitié de la population de l'île, les autres ayant eu le temps de s'enfuir.

Suite à ce cataclysme, l'île « Aogashima » est restée déserte pendant 50 ans. Puis, peu à peu, la population est revenue s'installer dans cet endroit fascinant. Ils étaient 205 en 2009 et seulement 165 en avril 2010. Une école accueille 25 élèves. L'île « Aogashima » est considérée comme le village le moins peuplé du Japon.

Les activités touristiques sont nombreuses pour les visiteurs en mal de sensations (camping, randonnées, plongée et bien d'autre).



L'île basaltique de Aogashima est entourée par des falaises abruptes et contient une petite caldeira de 1,7 x 1,5 km. Deux cônes pyroclastiques ont été formés à l'intérieur de la caldeira lors de la dernière éruption du volcan de 1780 à 1785. La croissance du volcan Aogashima a commencé avec la construction du stratovolcan Kurosaki dans la partie nord-ouest de l'île, après quoi le stratovolcan principal a commencé à grandir dans la partie SE de l'île. Les deux sommets ont produit des coulées pyroclastiques et des coulées de lave. Vers la fin de la construction du cône principal un cratère de 1 à 1,5 km s'est formé sur le flanc SE. Il y a environ 3000 ans des coulées pyroclastiques ont balayé toute l'île. Durant environ 600 ans, des coulées de lave et les dépôts de scories ont rempli le cratère SE, qui s'est également effondré à plusieurs reprises. Le cratère actuel Ikenosawa a été examiné par Takada (1992) qui en conclut qu'il a dû se former par l'effondrement d'une avalanche de débris, après quoi le volcan a été au repos jusqu'aux éruptions des temps historiques.

Eruptive History

Summary of Holocene eruption dates and Volcanic Explosivity Indices (VEI).

| Start Date | Stop Date | Eruption Certainty | VEI | Evidence | Activity Area or Unit |
|----------------------|--------------|--------------------|-----|---------------------------|-----------------------|
| 1780 Jul 27 | 1785 May (?) | Confirmed | 3 | Historical Observations | Maru-yama, SW part |
| 1670 | 1680 | Confirmed | 2 | Historical Observations | Ikenosawa crater |
| 1652 | Unknown | Confirmed | 3 | Historical Observations | Ikenosawa crater |
| 0600 BCE ± 200 years | Unknown | Confirmed | 4 | Radiocarbon (uncorrected) | SE flank (Kintagaura) |
| 1100 BCE ± 300 years | Unknown | Confirmed | | Tephrochronology | NNW flank |
| 1200 BCE ± 50 years | Unknown | Confirmed | | Radiocarbon (corrected) | |
| 1800 BCE ± 100 years | Unknown | Confirmed | 2 | Radiocarbon (corrected) | Northwest flank |

Références :

<http://7lameslamer.net/aogashima-l-ile-la-plus-insolite.html>
<http://kyz.fr/lieux-dexceptions/>
<http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=284060>

MICRO REPORTAGE

Une belle journée au Mont Vésuve

par Jean-Maurice Seigne



Eh oui ! Il fallait bien une fois - avant qu'il ne soit trop tard ... - rendre visite au plus célèbre des volcans, le seul à être entré en éruption dans les cent dernières années en Europe continentale.

Ce 27 octobre dernier, par un temps idéal, parce qu'agrémenté de quelques nuages...

Un micro-éboulement sur le chemin d'accès au cratère durant la nuit, et nous contraints d'y accéder par le versant est. Bien ensoleillé, avec vue en contre-jour sur les Appenins. On devine vers le sud une certaine ville engloutie... masquée par un linceul de brume matinale.

Le passage par le sommet permet d'en faire le tour, aux deux tiers à l'abri des foules. Même qu'on y a vu personne d'autre, que nous de toute la journée ! Nous, c'est-à-dire un groupe de 12 marcheurs, plus le guide naturellement.

Cela vaut bien une photo vue du sommet et quelques ombres, pointant vers le Monte Somma.

Bien à vous.





Les Ophiolites du Chenaillet

par Régis Etienne

Incroyable !!! Impensable (pour moi) ici !!! Hallucinant de beauté !!! Je pourrais continuer des heures ainsi, à trouver des superlatifs pour témoigner de cette belle journée de septembre 2015.

Pierrette et Dédé (le bon) nous ont proposé à Mona et moi de les accompagner, ou plutôt, de nous faire découvrir ces magnifiques pillow-lavas. Baba de voir que des manifestations volcaniques si importantes et si bien préservées se trouvent « tout près » de chez nous. Comme il se doit avec eux, les amis de Grenoble ont gratifié cette belle journée et l'arrivée au sommet, d'un vin exceptionnel, ramené quelques mois auparavant du Cap Vert dont ils ont filmé l'éruption.. Les connaisseurs apprécieront..... (nous avons apprécié).

Mona, Pierrette, le bon Dédé, et moi



VOYAGE

Zoom sur les coulées de Bischofite dans le Danakil

Notre visite de la région du Danakil en février 2015 a déjà fait l'objet de deux articles dans le bulletin SVG de juin 2015 (No 146). Aussi, ici j'aimerais me concentrer sur les coulées de bischofite que nous avons pu largement observer durant notre séjour de 4 jours dans la région du Dallol.

Le Dallol se situe dans la dépression du Danakil, à 120 m en dessous du niveau de la mer. Il est utile de rappeler que la formation du dôme de Dallol, d'une élévation de 50 m environ et dont l'âge n'est pas connu mais remonte à moins de 30'000 ans, est très probablement

La dépression de l'Afar fut étudiée par Haroun Tazieff dès la fin des années 1960 et il en sortit un ouvrage intitulé L'odeur du soufre et sous-titré Expéditions en Afar

liée à l'intrusion de magma en profondeur dans des couches de sel dont l'épaisseur est estimée à 1'000 m (Darrah et al. 2013). Ces strates de sel se sont accumulées suite à l'intrusion répétée d'eau de mer depuis le nord, la dernière ayant eu lieu il y a 30'000 ans (d'où la limite d'âge du dôme).

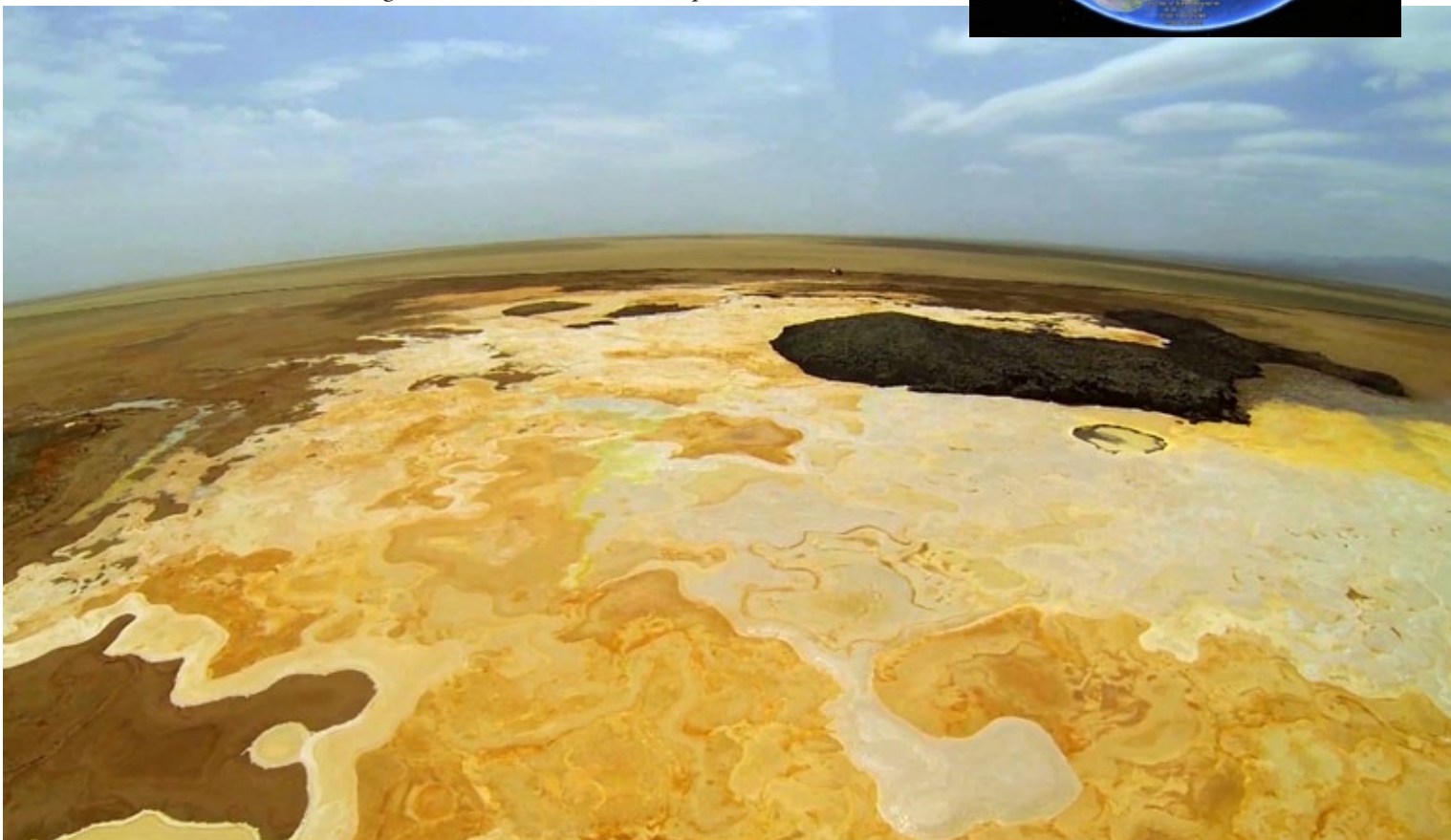
Dallol n'est pas un volcan mais plutôt une manifestation indirecte d'intrusions magmatiques, très présentes dans cette zone du rift. D'ailleurs on n'observe sur le site aucun matériel volcanique, et le volcan le plus proche est situé à 30 km au sud. Le minéral dominant est l'ha-



Texte et Photos
Pierre-Yves Burgi



Vue aérienne de la montagne noire avec le lac circulaire (photo R. Etienne)





Activité géothermique similaire à Dallol, mais sur le site de la montagne noire





Le lac noir



lite (chlorure de sodium), suivi de l'anhydrite (sulfate de calcium), de sylvine (chlorure de potassium), etc. (Franzson et al. 2015). La présence d'eau souterraine en contact avec le magma constitue un système géothermique qui se manifeste en surface du dôme. A proximité de Dallol se trouve la montagne est issue d'un système géothermique distinct de

celui du Dallol, mais dont le fonctionnement est similaire, bien que peut-être plus récent (Franzson et al. 2015). L'éruption phréatique de 1926 (due à une colonne de vapeur) a créé le lac noir circulaire (Varet et al. 2012). Quant à aux coulées de bischofite (chlorure de magnésium hydraté), elles sont liées à une activité géothermique et se forment par dissolution de couches de bischofite à faible profondeur. Nous avons mesuré une température de 115 degrés Celsius au point le plus chaud de ces coulées. A cette température l'écoulement de la bischofite est aussi fluide que de l'eau et la couleur est jaune. Avec le refroidissement et la solidification, la bischofite devient blanche.

Nous avons aussi pu observer l'écoulement de bischofite dans des poches d'eau. Ces écoulements ont un aspect laiteux et se propagent

Sur la page suivante: écoulement de bischofite dans une poche d'eau

le lac noir recouvert d'une fine couche de bischofite









en dessinant des fractals, qui leur confèrent des aspects particulièrement esthétiques. Ce qui nous a aussi surpris c'est la formation d'une croûte jaune pâle en surface du lac noir, due à l'écoulement de bischofite. Ce phénomène est cependant instable et donc éphémère, et le jour suivant le lac avait retrouvé sa couleur noire. Il reste que les écoulements successifs de sel confèrent à cette région des nuances de couleurs qui n'ont rien à envier à celles

observées sur le dôme de Dallol (d'origine hydrothermale).

Références

- Darrah TH, Tedesco D, Tassi F, Vasselli O, Cuoco E, Poreda RJ (2013) « Gas chemistry of the Dallol region of the Danakil Depression in the Afar region of the northern-most East African Rift » *Chemical Geology*, 339, pp.16–29.
- Franzson H, Helgadóttir HM, Óskarsson F (2015) « Surface Exploration and First Conceptual Model of the Dallol Geothermal Area, Northern Afar, Ethiopia » *Proceedings World Geothermal Congress, Melbourne, Australia, 19-25 April 2015*.
- Varet J, Chernet T, Woldetinsae G, Arnason K (2012) « Exploring for Geothermal Sites in Northern and Central Afar (Ethiopia) »
- *Proceedings of the 4th African Rift Geothermal Conference, Nairobi, Kenya, 21-23 November 2012*.



FOCUS

Riche témoin de la tectonique des plaques et du volcanisme

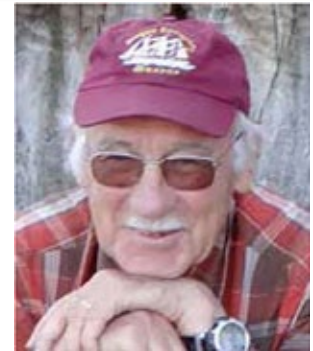
La Bulgarie (111 000 km², 7,8 millions d'habitants, capitale Sofia), est un pays de montagnes parcouru d'est en ouest par les monts du Balkan qui culminent au Botev (2376 m) et bordé au sud-ouest par les massifs du Pirin et du Rila avec le Musala (2925 m), point culminant du pays et de la péninsule balkanique. La Bulgarie est séparée de la Grèce par les reliefs tourmentés des Rhodopes qui abritent un important volcanisme. La Bulgarie, la Grèce et la Turquie se partagent les collines de la Thrace, berceau de personnages légendaires : Spartacus

et Orphée. Le Danube tient lieu de frontière fluviale avec la Roumanie. A l'est, une magnifique côte de 380 km longe la Mer Noire.

UN PEU DE GEOLOGIE

En première analyse, on peut distinguer (fig. 1), du nord au sud, quatre zones structurales différentes, remaniées ou formées d'abord lors de la fermeture de l'océan Vardar (partie de la Téthys) durant le Crétacé, puis du mouvement relatif et toujours actif

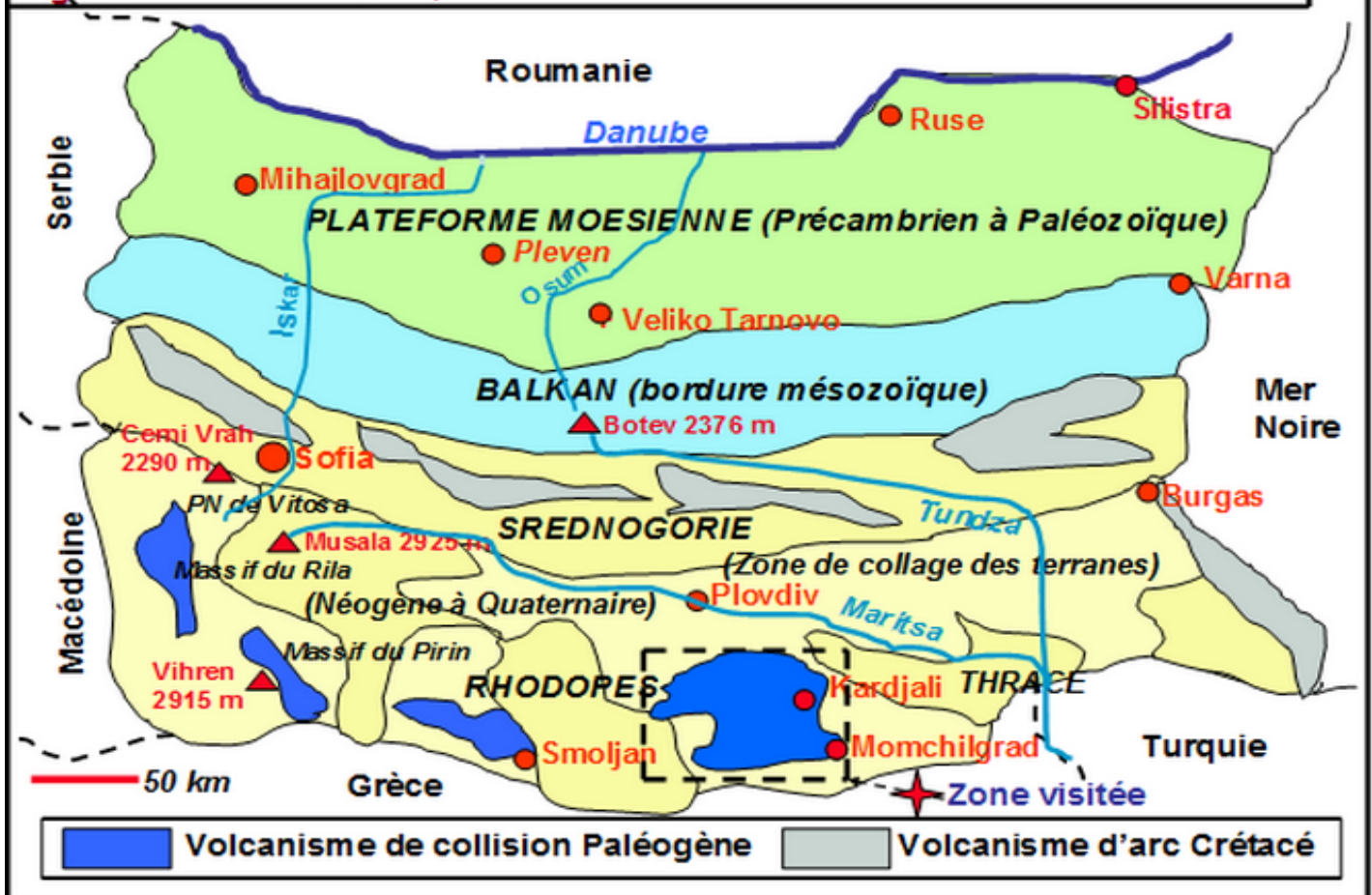
La Bulgarie



Texte et Photos
Désiré Corneloup



Fig. 1- CARTE GEOLOGIQUE INTERPRETATIVE ET SIMPLIFIEE DE BULGARIE



des plaques africaine, arabe et eurasiatique :

- une plateforme qui fait partie du vieux socle précambrien de la plaque eurasiatique recouverte de sédiments paléozoïques et mésozoïques remaniés et plissés par la tectonique,
- une ceinture montagneuse, les Balkans, issue de la déformation de la bordure sud de cette plateforme, lors de l'orogénèse Alpes-Himalaya,
- des terrains allochtones (micro-plaques) issus d'un démantèlement de la plaque africaine au cours du Mésozoïque, et d'arcs volcaniques téthysiens qui sont venus se plaquer contre la ceinture montagneuse ou entrer en subduction sous celle-ci, c'est la zone de collage des terranes,
- les collages se sont poursuivis en zone sud, alors que ces microplaques entraient en collision frontale avec la plaque eurasiatique lors de la fermeture définitive de l'océan Vardar au Paléocène, il y a environ 60 millions d'années (60 Ma) ; cette

collision entraîna un important bouleversement : compression (métamorphisme), chevauchements, extension et fossés d'effondrement (grabens) avec apparition d'un important volcanisme qui s'est étendu jusqu'à la Macédoine et à la Serbie et jusqu'aux Alpes Autrichiennes, de la fin de l'Eocène au début du Miocène (37 Ma à 19 Ma) ; c'est un volcanisme de collision ; les Rhodopes sont donc une zone complexe formée de plusieurs nappes ponctuées d'épisodes volcaniques.

Sur les conseils de Jacques-Marie Bardintzeff (Universités Cergy-Pontoise et Paris-Sud Orsay) et de Yotzo Yanev (Institut Géologique de Sofia, Académie Bulgare des Sciences) que je remercie, je me suis intéressé plus spécialement au volcanisme de collision dans les Rhodopes orientaux de la caldeira de Borovitza jusqu'à la chaîne des volcans de Momchilgrad-Arda.

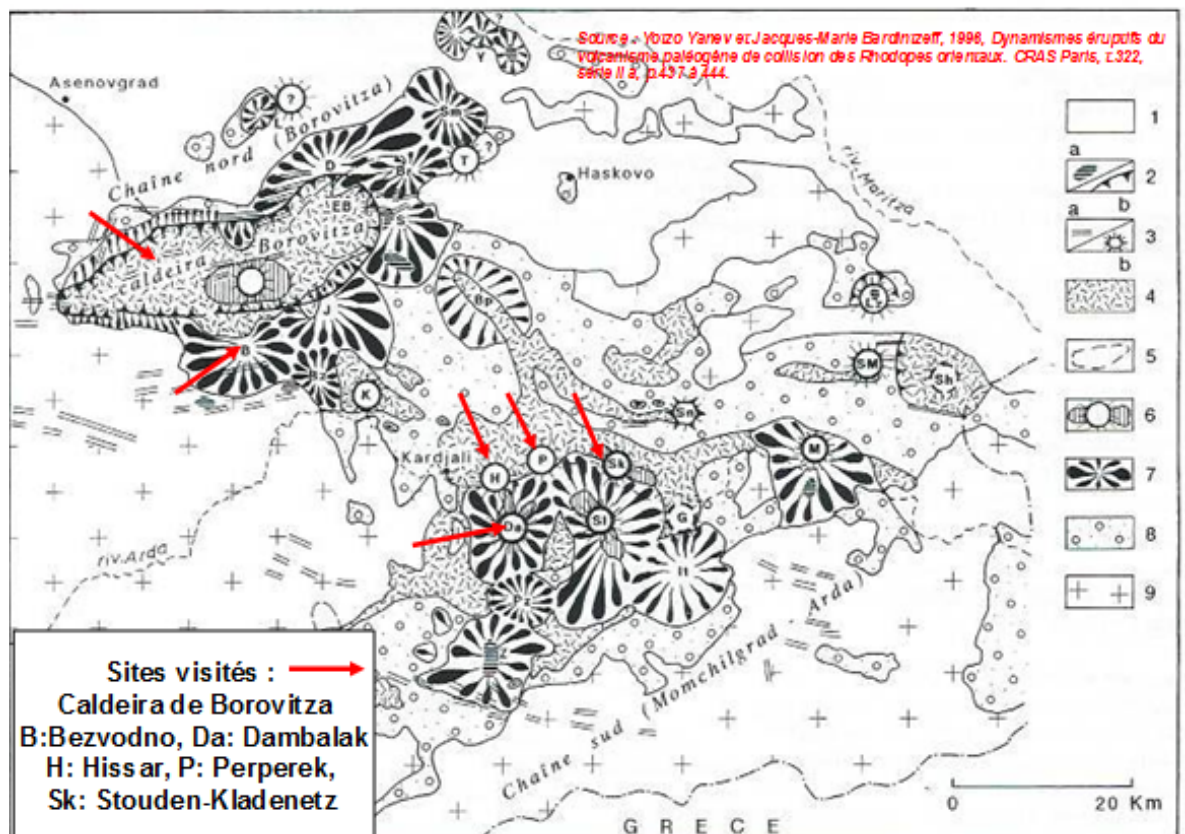
BREF APERÇU DU VOLCANISME DE LA ZONE VISITEE

D'après Y. Yanev et J.M. Bardintzeff, le volcanisme est essentiellement calco-alcalin bimodal :

- intermédiaire, entre acide et basique, avec présence de latites, d'andésites, d'andésites basaltiques et de trachyandésites (shoshonites) avec un dynamisme éruptif qui s'est manifesté par des coulées de lave très peu fluides : orgues souvent autobréchifiées, dômes et retombées de cendres et de ponces,
- acide, avec présence de rhyolites et de dacites provenant d'un dynamisme éruptif très varié qui va des écoulements pyroclastiques (ignimbrites plus ou moins soudées) aux retombées de cendres et de lapillis et formation de dômes et de coulées ; la caldeira de Borovitza (30x10 km) résulte d'une phase d'activité paroxysmale.

Fig. 2 - Volcanisme des Rhodopes orientaux.

- 1. Terrains néogènes à quaternaires.
- 2a. Intrusions.
- 2b. Caldeiras.
- 3a. Dykes. -3b. Volcans.
- 4. Pyroclastites (lapillis, tufs, ignimbrites).
- 5. Régions de volcanisme acide.
- 6. Volcans acides.
- 7. F Volcans intermédiaires.
- 8. Sédiments.
- 9. Socle.





Au cours des phases finales de fermeture de l'océan Vardar puis de l'ouverture de grabens, des activités hydrothermales importantes en conditions marines ont dégradé une grande partie des produits volcaniques pour former des bentonites (altération des cendres), des zéolites et des perlites (laves rhyolitiques fragmentées en petites sphères). Ces trois derniers produits sont exploités industriellement. L'environnement marin apparaît avec la présence de microfossiles, de sédiments et de restes de récifs coraliens.

Les Rhodopes orientaux comprennent deux régions distinctes (fig. 2) : celle de Borovitzza au Nord et celle de Momchilgrad au Sud formant deux chaînes subparallèles orientées N75 correspondant à deux régimes de failles profondes de même direction.

L'activité volcanique a débuté au cours du Priabonien (37 Ma), elle s'est poursuivie par phases successives plus ou moins explosives durant l'Oligocène inférieur (Rupélien), pour se terminer à l'Oligocène supérieur (Chattien), il y a 25,5 Ma. Sur deux jours de visite on peut approcher les sites volcaniques indiqués dans le cartouche de la fig.2. Les routes sont souvent étroites, les virages sont nombreux, les indications sont uniquement en caractères

cyrilliques, mais auprès de la population, en majorité paysanne, sourires et gestes aidant, on peut trouver son chemin !

Depuis l'Oligocène, le temps a fait son œuvre : érodant, rabotant, végétalisant, créant parfois des hauts reliefs tels que la caldeira de Borovitzza qui émerge du paysage. Les autres édifices volcaniques aux sommets arrondis occupant souvent plusieurs dizaines de kilomètres carrés sont parfaitement visibles.

LES VOLCANS

Partir de Plovdiv (Пловдив), sans doute la plus belle ville de Bulgarie, le long du fleuve Maritsa, et se diriger vers Asenovgrad (А сеновград) ; de là, prendre la route n° 58, en direction de Kardjali (Кърджали). Environ 24 km après Asenovgrad, en sortant du village de Novakovo, on entre dans la caldeira de Borovitzza. En bord de route, on peut reconnaître des ignimbrites soudées, parsemées de blocs qui doivent provenir d'éruptions explosives, et des couches de granulométrie plus fine correspondant à des retombées volcaniques. Dans la descente, d'une plateforme dégagée bordée de ponces et de fragments pyroclastiques, on domine tout un vaste paysage parsemé de dômes volcaniques recouverts le plus souvent

de verdure.

Du village de Komuniga, on quitte la bordure sud de la caldeira pour descendre vers Bezvodno par une route étroite qui conduit aux affleurements du petit volcan andésitique éponyme : les roches y sont massives et bréchifiées.

De Bezvodno, on retournera à Komuniga pour se diriger directement vers Kardjali. Les sommets situés à gauche de la route sont végétalisés et couronnés d'ignimbrites. À l'est de cette ville, au village de Zimzelen, le petit volcan Hissar est formé d'ignimbrites, de tephres et d'affleurements rocheux trachytiques ou andésitiques.

Les ignimbrites [Fig 4] recouvrant tout un secteur sud-est de la zone visitée sur une soixantaine de kilomètres (fig. 2) proviennent certainement d'activités explosives paroxysmales de l'imposante caldeira de Borovitzza ; les vents dominants orientés dans ce secteur au moment des épisodes explosifs ont sans doute dispersé ces produits volcaniques.

Quittant Kardjali, on se dirige plein sud sur une quinzaine de kilomètres vers Momchilgrad (Момчилград) pour prendre la route étroite du petit village de Raven. À droite de la route, le massif volcanique de Damalak, formé de niveaux successifs



Fig. 3 - Le site de Tatul



Fig. 4 - Les ignimbrites



Fig. 5 - Dans le massif du Dambalak



Fig. 6 - Orgues dans les latites

de trachytes et de rhyodacites, et couronné par des formations tabulaires latitiques [Fig 6], occupe plusieurs dizaines de kilomètres carrés. Le sommet principal n'est pas visible de la route, mais on peut s'arrêter au pied d'un petit sommet qui fait partie du Dambalak avec de beaux affleurements et des flancs parsemés de blocs, puis en faire l'ascension aller-retour en moins d'une heure. En bord de route, on peut voir des lapilli et des ponces.

Poursuivant la route, on traverse des bancs successifs d'orgues latitiques qui appartiennent au massif

du Dambalak [Fig 5].

De là, on peut poursuivre jusqu'à Tatul (Татул) [Fig 3] pour visiter le sanctuaire mégalithique thracien vieux d'environ 4000 ans, creusé dans un dôme ignimbritique. La niche qui se trouve au sommet serait la tombe d'Orphée. De là-haut on embrasse un vaste paysage de dômes souvent dénudés et de vallées, boisé de garrigues.

Au sud du village de Golobradovo se dresse l'édifice du Perperek bordé d'ignimbrites, et à l'ouest, les dômes rhyolitiques du Stouden-Kladenetz. Ce parcours, rapide mais riche en

découvertes, m'a été préparé par le Professeur Yotzo Yanev que je remercie. En effet, le volcanisme paléogène des Rhodopes orientaux montre une grande variété de dynamismes éruptifs et de produits volcaniques, et cela dans un espace relativement réduit. Bien sûr, comme on peut le voir sur la fig. 2, les Rhodopes Orientaux recèlent encore bien d'autres sites volcaniques.

BIBLIOGRAPHIE

- YANEV Y. et BARDINTZEFF J. M., (1996) - *Dynamisme éruptif du volcanisme paléogène de collision des Rhodopes orientaux (Bulgarie)*. C.R. Académie des Sciences, Paris, t. 322, série II a, p. 437 à 444.
- YANEV Y. et BARDINTZEFF J.M., (1997) - *Petrology, volcanology and metallogeny of Paleogene collision-related of Eastern Rhodopes (Bulgaria)*. Terra Nova, 9, 1-8. Blackwell Science Ltd.
- YANEV Y., (1998) - *Petrology of the Eastern Rhodopes Paleogene Acid Volcanics, Bulgaria*. Acta Volcanologica. Vol. 10, p. 265 à 277.
- YANEV Y. & al., (2010) - *Zeolite 2010- 8th International Conference of the Occurrence, Properties, and Utilization of Natural Zeolites*. Sofia, Bulgaria, 10-18 July 2010.
- *Carte routière: Bulgarie, International Travel Maps*. Ech. 1 : 375 000
- *Bulgarie, Lonely Planet* 2013.



Un aspect du paysage des Rhodopes orientaux avec ses dômes volcaniques.



Cratère Te Mari sur le Tongariro - Photo © Jacques Kuenlin