



# Bulletin mensuel 189

Novembre 2019



**SOCIÉTÉ DE VOLCANOLOGIE GENÈVE**

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

- 3 Nouvelles de la société  
Réunion du 11 novembre 2019  
Photo mystère  
Le Bulletin  
Voyages volcaniques
- 4 Dossier  
Les flatulences de la sorcière islandaise Katla.  
par Cédric Schnyder
- 6 Voyage  
Roches et Fleurs de SANTORIN  
par Roger Suatton
- 14 Voyage  
Bolivie 2017 : le Salar d'Uyuni et les alentours  
par Yves Bessard
- 23 Actualité volcanique



Couverture: De belles bombes en croûte de pain

Photo © Roger Suatton

## A NE PAS OUBLIER

**La prochaine réunion est le lundi 9 décembre 2019**

**Derniers délais** pour l'envoi de votre article, photos et micro-reportage le 15 du mois précédant la parution du bulletin à [bulletin@volcan.ch](mailto:bulletin@volcan.ch)

*Un grand merci d'avance*

## 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](mailto: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 : 93 € 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 189  
Impression : 4 novembre 2019  
24 pages  
Tirage 250 exemplaires

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

Nous remercions : Roger Suatton, Cédric Schnyder et Yves Bessard 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.

**Avec le soutien de la**



[www.entraide.ch](http://www.entraide.ch)



# NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

## Réunion du 11 novembre 2019

à 20h00 à la Maison de quartier de Saint-Jean, Genève

Avec comme thème:

### *Santorin*

*Par Roger Suatton*

*et*

### *Surprise volcanique*

*Par Jacques Kuenlin*



**NOTE : la séance commencera à 20h précises**

## Photo mystère

La photo mystère du bulletin d'octobre, représentait le cratère du volcan Mahawu, (1324 m) situé au sud de la ville de Tomohom dans l'île de Sulawesi en Indonésie.



à la verticale du cratère de Mahawu (1324 m)  
(photos septembre 2019 - Jacques Kuenlin)

La dernière éruption (VEI 2) de ce volcan a eu lieu entre le 2 juillet et le 29 juillet 1959. Le cratère fait environ 450 m de diamètre et 140 m de profondeur. Il y avait des fumerolles dans les années 1980. Actuellement il est très calme. Au fond lors de périodes de pluie, un petit lac peut se former.



## Le Bulletin

La qualité du bulletin imprimé du mois d'octobre n'était pas géniale pour ceux qui l'on reçu. Nous nous en excusons. Comme vous le savez, l'imprimant a démenagée de local. Nous nous installons dans les nouveaux locaux, et devons encore mettre le tout en marche. Nous avons contacté la maintenance pour une mise à jour. Il semble que ceci à été fait. Aussi nous espérons que ce bulletin soit de meilleur

leur qualité.

Comme déjà demandé lors de la séance d'octobre, **nous sommes toujours à la recherche de personnes de Genève pour donner un coup de main à l'impression.** Les personnes intéressées sont priées de contacter soit Fabien, Jean-Mo, Pierre-Yves ou Régis.

Merci d'avance.

Le comité



## Voyages volcaniques

**Evelyne Pradal** accompagnera 2 voyages volcans et géologie :

- **1-15 février 2020** : Découverte du volcanisme et de la Géologie des Canaries

pour toute information, contacter Evelyne Pradal (epradal.sciterre@free.fr).

**Patrick Marcel** propose 2 voyages :

- Le Cap-vert ... du 27 décembre au 5 janvier
- Salvador ... ~fin février 2020

pour toute information, contacter Patrick (marcelpatrick39@gmail.com).





## FOCUS

# Les flatulences de la sorcière islandaise Katla.

par Cédric Schnyder



Texte  
Cédric Schnyder



Quantifier le CO<sub>2</sub> émis par la totalité des volcans de notre Terre reste une entreprise difficile. Si les volcans sont de grands pourvoyeurs de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>), les estimations de flux de CO<sub>2</sub> émis par des volcans sous glaciaires sont encore très fragmentaires. On estime que les volcans contribuent à 1'500 kilotonnes/jour (donc 1, 5 million de kg/jour), sur un total de 96'000 kilotonnes/jour émis par l'humanité, soit 2% du budget global d'émissions de gaz carbonique.

La sorcière Katla, à l'origine cuisinière au monastère de Thykkvabaejarklaustur (nom à prononcer après l'ingestion d'un litre de Brennivín !), et qui – rappelons-le – avait du se cacher sous l'épais glacier du Myrdals suite à un odieux meurtre commis sur un enfant, est trahie par ses gaz... Un champ hydrothermal actif est situé sous le Myrdalsjökull, pour preuve les nombreuses dépressions induites par la fonte de la glace à la surface (Figure 1). Ces dépressions mesurant de 10 à 50 mètres de profondeur se modifient au cours de l'activité du volcan. L'eau de fonte se déverse par les nombreuses rivières sous-glaciaires drainant le volcan. Malgré ces modifications changeantes et visibles, des mesures de gaz soufrés par spectrométrie n'ont indiqué aucun flux de gaz. Il est donc difficile de connaître l'activité hydrothermale précise de l'édifice.

Trois survols par avion, entre 100 et 1200 mètres d'altitude, ont été effectués en octobre 2016 et 2017 avec un analyseur spectroscopique de méthane, gaz carbonique et vapeur d'eau. Un « bruit de fond »

de 400 ppm (parties par million), soit 0.04% de gaz carbonique a été détecté par l'appareil en dehors du volcan. Des concentrations atteignant 432 ppm ont été mesurées au sud-est du volcan lors du premier vol en octobre 2016. Lors du deuxième survol, un pic de 13 ppm dépassant du bruit de fond a été relevé au nord du Myrdalsjökull. Le troisième survol au nord du glacier a mis en évidence de pics importants, de l'ordre de 32 et 15 ppm, situés au nord-ouest et au sud-ouest respectivement. Des anomalies ont été relevées aux abords des rivières sortant du glacier, suggérant des sorties de gaz carbonique par les rivières sous-glaciaires. Étant donné la distance par rapport aux villes et villages, une origine anthropique du CO<sub>2</sub> est à exclure. De plus, les taux de gaz carbonique versus méthane (CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>) s'inscrivent dans les moyennes des précédentes mesures effectuées au sol sur des champs fumeroiliens islandais.

Le flux de gaz a pu être grossièrement estimé entre 12 et 20'000 tonnes/jour en octobre 2016 et 13'000 tonnes/jour une année plus tard. Des simulations permettent de mettre en évidence un panache (« plume ») de CO<sub>2</sub> assez bien défini, plutôt que des émissions diffuses (Figure 2). Cette méthode nécessitera d'autres observations, afin d'affiner le modèle géochimique de Katla.

Le volcan Katla est l'un des plus actifs de « l'île de glace » et est entré en éruption entre 3 et 6 fois par siècle depuis le peuplement de l'Islande, il y a 1100 ans. La dernière érup-



Fig.1 : (A) Carte du glacier islandais Myrdalsjökull montrant les dépressions causées par l'activité hydrothermale (en bleu). (B) Photo aérienne des dépressions sur le glacier. © Ilinskaya et al., 2019.

tion s'est produite en 1918 et a produit des jökullhlaups (coulées de boues) particulièrement puissants, puisqu'un bloc de 400 tonnes a été transporté sur près de 15 km !

Puissent les trolls veiller sur l'aéro-

phagie de Katla !

**Sources :**

Bedell, J.M. 2016. Katla and the magic shoes, in « Hlidur, Queen of the Elves and other icelandic legends »,

p. 105-106, Interlink books.

Ilinskaya, E. et al. (2019). Globally significant CO<sub>2</sub> emissions from Katla, a subglacial volcano in Iceland. *Geophysical Research Letters*, 45 : 10332-10341.

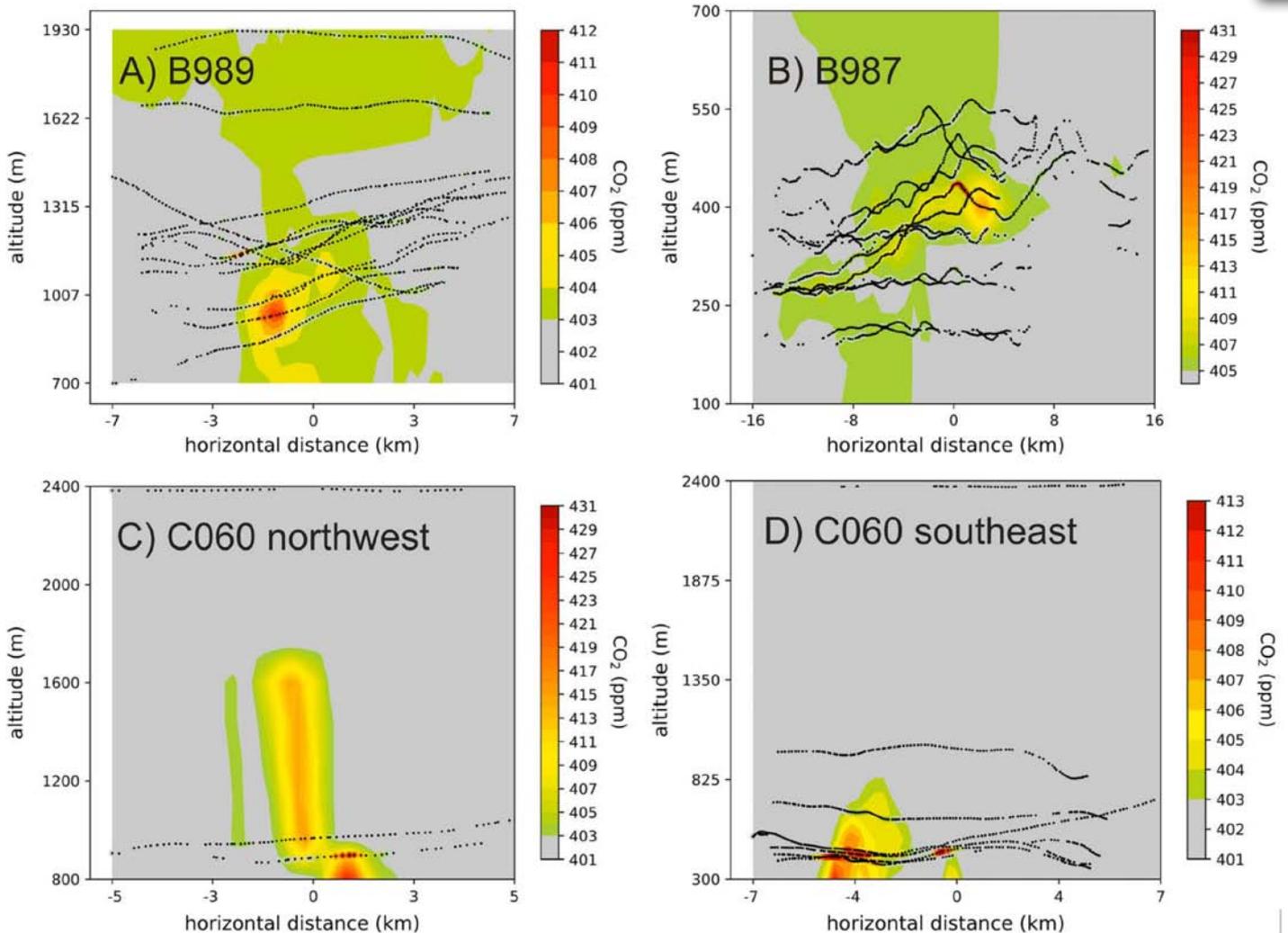


Fig. 2 : Modélisation du panache de CO<sub>2</sub> émis par Katla, avec les numéros de vols et les données des survols aériens. © Ilinskaya et al., 2019.



## VOYAGE

# Roches et Fleurs de SANTORIN

*par Roger Suatton*

Vers 1645 environ avant Jésus-Christ, une violente éruption explosive secoue l'île de SANTORIN. Un panache de cendres et de gaz s'élève à plus de 35 km d'altitude. Le volume de magma projeté a été estimé à 30 km<sup>3</sup> dans un délai très court « d'une journée », recouvrant certains secteurs de l'île de plus de cinquante mètres de ponce.

On a retrouvé de la ponce en Crête, située 120 km plus au sud. (L'éruption du Vésuve en 79 après J.C. représentait 1 km<sup>3</sup> de matériel).

Des géologues sont venus à SANTORIN pour sonder les couches de ponce et faire creuser des carrières pour la construction et l'étanchéité du Canal de SUEZ.

La pluie a été généreuse ce printemps sur l'île et nous avons profité tout au long du séjour de parterres de fleurs tous plus beaux les

uns que les autres.

Un petit hôtel sur la péninsule d'Akrotiri étant notre hébergement, nous avons commencé notre séjour en allant voir les falaises rouges, très fréquentées par les touristes, jusqu'au principal point de vue.

Nous avons continué parmi les fleurs, de surprenantes formes d'érosion, des plissements « artistiques », puis sommes descendu à la plage, où quelques courageuses (plus que de courageux) ont profité de la baignade. Un bateau nous a ramené à notre hôtel en longeant de superbes falaises de différentes couleurs et de formes.

La découverte des falaises, de leurs différents dépôts, avec les explications de Thierry et de Tom, nous permettent de mieux lire le paysage. La visite de la ville engloutie



Texte et Photos  
Christine et Roger Suatton  
(sauf mention)





*Red beach*



*Les cratères de Nea Kameni, assemblage de 12 photos prises par drone à 125 m au-dessus du sommet.  
(Photo de Jacques Kuenlin)*



d'AKROTIRI fut passionnante. Les excavations, commencées en 1969, ont permis de dégager cette ville de l'Âge de Bronze, très développée et célèbre pour ses peintures murales, que nous irons admirer au musée d'Athènes à la fin du séjour.

Toute cette ville est recouverte à ce jour d'un immense toit. Aucun squelette et peu d'objets précieux ont été trouvés, ce qui laisse à penser que les habitants de cette ville seraient peut-être partis avant l'éruption dévastatrice ?

La journée suivante a été consacrée à FIRA, puis, après 5 heures de marche, nous avons rejoint OIA pour le coucher de soleil, bien timide ce soir là. Il s'en est suivi un agréable repas dans ce village pittoresque, avec ses chapelles blanches à coupes bleues.

Le lendemain, départ pour les îles de Palea Kameni, avec son seul

habitant et son bateau, et Nea Kameni (altitude 127 m) située au centre de la caldeira. En partant du petit port, toujours des falaises sculptées. Une belle coulée à bloc est la première rencontre avec Nea Kameni. La dernière éruption date de 1950, mais nous observons encore des petites fumerolles aussi bien sur terre que dans l'eau, très appréciées des baigneurs, cette fois plus nombreux.

Dans les années 2004 (ou 2007?), cette île s'est élevée d'un mètre suite à un début d'activité,



*Fumerolles dans le cratère principal de Nea Kameni  
(photos Jacques Kuenlin)*



*Source chaude dans la mer, paradis des baigneurs  
(photo Jacques Kuenlin)*



puis tout est resté calme jusqu'à maintenant. De belles bombes en croûte de pain jonchent à plusieurs endroits le sol. Notre batelier nous emmène sur son île, Palea Kameni, où il vit avec ses animaux domestiques et son chien. Plus haut sur la colline, nous avons pu observer son système de récupération d'eau et son jardin. Le retour en fin de journée s'est déroulé en longeant des falaises de plus de 300 mètres, ornées de dykes.

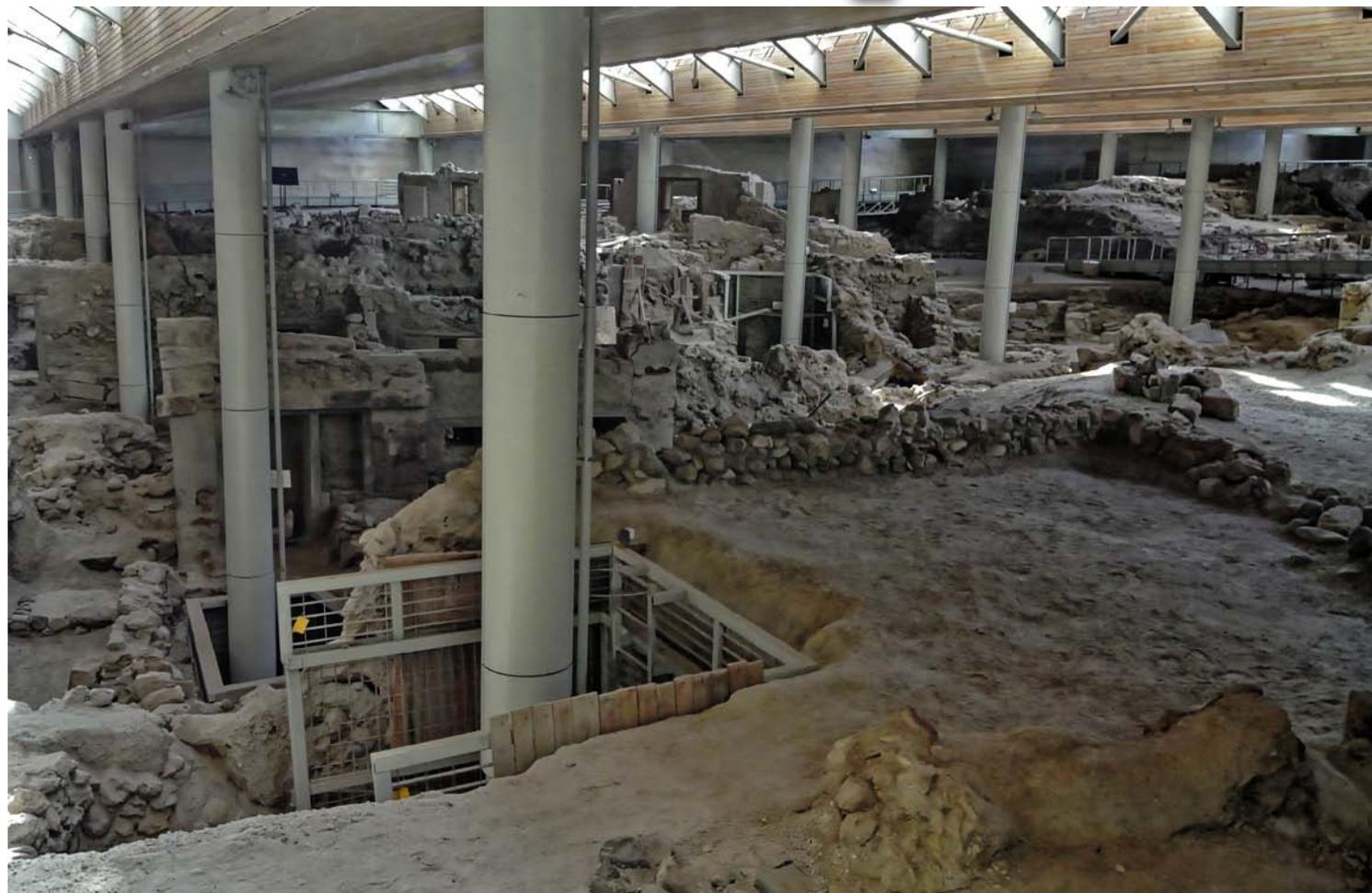
Notre dernier jour nous mène à Profitis Ilias (556 mètres d'altitude), une montagne qui ne fait pas partie géologiquement du volcan mais représente un reste des Cyclades. Départ en bus jusqu'au village fortifié de Pirgos, avec une visite individuelle de ses ruelles étroites, puis poursuite à pied vers le point le plus élevé de l'île. La montée est très agréable,

toujours parmi les fleurs, dont les variétés changent avec l'altitude.

Une vue globale de Santorin s'offre à nous au fur et à mesure de la grimpe, avec la découverte de beaux cristaux et même d'un miroir de faille.

Pique-nique dans les ruines de l'ancienne THIRA, couvertes de coquelicots. La descente se déroule en direction de Perisa et son sable noir. Dernière baignade après 6 heures de marche environ.

Nous prolongeons notre voyage à Athènes et son célèbre musée, et apprécions une soirée festive, avec dégustation de friture. Visite également du site archéologique de THORIKOS, avec son amphithéâtre construit sur l'ancienne mine de plomb et d'étain, tout près des incendies qui ont frappé la région d'Athènes en 2018.



*Fouilles dans la ville engloutie d'AKROTIRI*





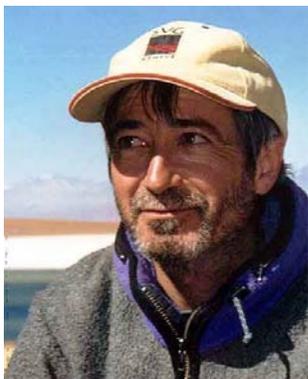




## VOYAGE

# Bolivie 2017 : le Salar d'Uyuni et les alentours

par Yves Bessard



Texte et Photos  
Yves Bessard

Suite du bulletin 185



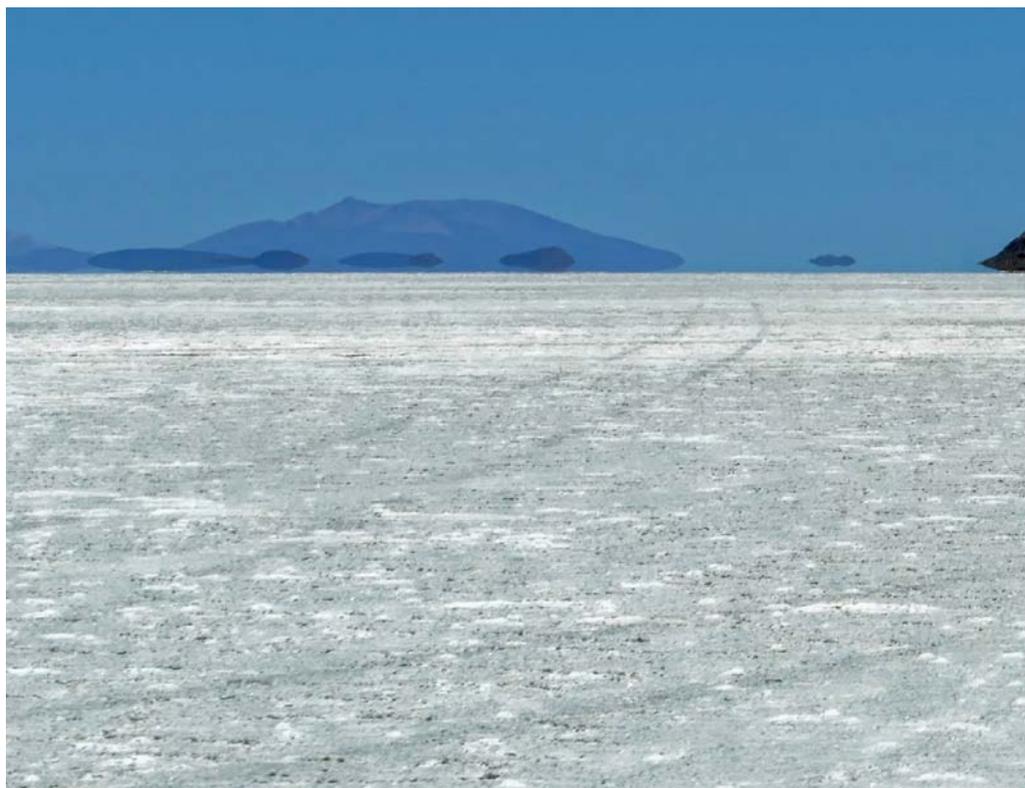
Salar de Uyuni

Traversée du salar d'Uyuni en passant par les îles d'Incahuasi et Pescado jusqu'au pied du très photogénique volcan Tunupa. La piste suit la frontière chilienne vers le Sud, entourée par de nombreux volcans, en empruntant la « route des joyaux » avec ses superbes lagunes : Laguna Cañapa, Laguna Hedionda, Laguna Chiarkhota, Laguna Honda, Laguna Ramadidas ; et la plus esthétique, la Laguna Colorada. Traversée du désert de Siloli et montée jusqu'aux geysers de Sol de Mañana, pour finalement arriver aux Laguna Blanca et Laguna Verde, au pied des volcans Juriquez et Licancabur.

### D'Uyuni à Coquesa

Même pas une heure de vol entre El Alto et la petite ville d'Uyuni, en bordure du salar du même nom. A 3650 mètres d'altitude c'est le plus grand

désert de sel du monde avec une surface proche de 10'000 kilomètres carrés. Un court trajet nous amène à Colchani, porte d'entrée du salar. Chaque année, après la saison des pluies, lorsque l'eau s'est évaporée, une fine couche de sel de 2-3 centimètres est raclée et mise en tas, le plus souvent encore à la pelle, pour finir de sécher, puis est chargée sur des camions. Ce sel après avoir été raffiné et iodé est avant tout destiné à l'alimentation. La couche inférieure, moins pure et très dure est sciée sous forme de briques de 14 kilos. Ce sel est principalement destiné à l'élevage. Une grande partie est du reste transportée de l'autre côté des Andes où se trouvent les grandes exploitations bovines. Après un arrêt quasi « obligé » à l'hôtel de sel, on continue notre route en plein cœur du salar jusqu'à l'Isla d'Incahuasi. Une petite randonnée parmi cactus géants





nous amène vers le point culminant de l'île d'où l'on a une vue panoramique sur ce désert de sel d'un blanc aveuglant. On poursuit la traversée du salar jusqu'à son extrémité nord, non sans avoir fait un petit détour jusqu'à Isla Lomo Pescado. L'île est plus petite, les cactus sont un peu moins denses, mais surtout elle semble avoir été oubliée des circuits touristiques habituels. On arrive en fin d'après-midi à Coquesa au pied du volcan Tunupa aux belles roches multicolores. Ce petit village en bordure du salar est célèbre pour ses



*Extraction du sel, salar de Uyuni*

*Près de l'hôtel de sel, salar de Uyuni*





*Cactus géants, Isla Incahuasi*



*Floraison des cactus géants*



*En arrivant à Coquesa depuis le salar de Uyuni, avec le Tunupa à l'arrière*

*Coucher de soleil sur le volcan Tunupa (5321 m)*

momies Chipayas. La grotte contenant quelques tombes est située sur les pentes du Tunupa, un peu au-dessus du village, à environ 4000 mètres d'altitude. On finit la journée par une petite balade au bord du salar au coucher du soleil.

### **De Coquesa à San Juan**

Départ tôt le matin pour le village de Jirira. Une piste permet de s'approcher de la base du volcan Tunupa. De là un sentier se faufile dans la végétation clairsemée en longeant une immense coulée andésitique. Il faut compter environ 3h pour atteindre





le bord du cratère, on a alors un très beau point de vue sur le cratère égueulé du volcan et ses pentes densément colorées, presque toute la palette des teintes y est présente. On découvre aussi le salar dans sa quasi-totalité, le blanc du sel s'étire jusqu'à l'horizon. De magnifiques massifs de llareta d'un vert presque artificiel tapissent les derniers mètres sous le cratère. De retour à Coquesa on reprend alors la traversée du salar d'Uyuni vers le Sud. Près du village d'Aguaquiza (3680 mètres), on fait une halte à la surprenante grotte de las Galaxias découverte par des paysans en 2003. Les parois sont recouvertes de concrétions de coraux. De la voute pendent des sortes de draperies, comme des stalactites d'algues pétrifiées. Elles se seraient formées après la disparition d'un ancien lac. A proximité, une autre grotte, la Cueva de Chulpares, servait de cimetière pré-inca. Elle contient de nombreuses tombes



*Massifs de Llareta près du cratère du Tunupa*



*Concrétions, grotte de las Galaxias, région de Coquesa*



*Cactus fossilisés, région de Coquesa*



*Cuevas de Chulpares (grottes des momies)*

contenant des corps momifiés, des poteries et diverses offrandes. Un sentier panoramique en boucle permet de monter à un belvédère parmi des troncs de cactus fossilisés. On continue ensuite notre route en direction de San Pedro de Quemez. Dans cette région relativement aride la principale activité de la po-

pulation est l'élevage des lamas et la culture de la quinoa. Cette plante, cultivée depuis plus de 5000 ans, qui n'est pas une céréale mais une graine de la famille des épinards (chénopodiacées) est vraiment idéale car elle peut pousser jusqu'à des altitudes de plus de 4000 mètres, et surtout, elle ne demande que peu d'eau. On

Vue sur le volcan Tunupa depuis le bord du cratère





arrive en fin d'après-midi à notre étape de San Juan en ayant croisé que quelques véhicules de toute la journée.

## De San Juan à Laguna

### Hedionda

On commence notre journée par un autre site étonnant, celui de la nécropole de Kansaiwasi, à quelques kilomètres de San Juan. Un petit

*Tombes du site archéologique de San Juan*



*Voie de chemin de fer qui traverse les Andes de Uyuni à Antofagasta (Chili)*



*Volcan Ollagüe (5868m)*

musée, très didactique, réuni un certain nombre de trouvailles archéologiques, mais surtout il fournit des informations sur l'historique de l'implantation des diverses civilisations dans cette région : des chasseurs cueilleurs nomades arrivés vers 5500 avant JC ; des Tiwanakus arrivés vers 500 ans après JC et présents jusque vers 1250 ; les Senorio de Lipés et Aymara entre 1250 et 1450 ; les Incas entre 1450 et 1532 à l'arrivée des colons, puis l'époque coloniale jusqu'en 1825 et finalement la République. On se rend ensuite sur la colline parsemée de nombreux blocs plus ou moins sphériques d'environ 2 mètres de diamètres. Beaucoup sont creux, et servent de sépultures. Des orifices ont été taillés dans la roche constituée de concrétions de coraux, puis des corps y ont été déposés, accompagnés de pièces de poteries et de tissus. On continue notre route vers le Sud Lipez, région de haute altitude connue pour ses vastes étendues désertiques ses lagunes colorées, ses salars, ses formations rocheuses et ses volcans. On traverse tout d'abord le petit salar de Chiguana à 3650 mètres d'altitude, aux pieds du volcan Tomasamil (5900 mètres). On croise ensuite la ligne de chemin de fer allant d'Uyuni à Calama - Antofagasta au Chili. Du reste on passe tout proche de la frontière chilienne juste avant de passer à proximité du volcan Ollagüe (5868 m). Ce volcan toujours actif abrite l'une des mines de soufre les plus hautes du monde et encore partiellement exploitée. De l'autre côté de la frontière on aperçoit l'imposant massif du volcan Aucanquilcha (6176m). Une mauvaise piste permet de s'approcher de la magnifique Laguna Turquini, entourée de coulées d'ignimbrites dont l'érosion a formé d'étonnantes sculptures en forme de champignons. On surprend un renard au poil mouillé quittant la lagune, il a dû essayer de chasser des flamants. On continue notre route à travers la Valles de Ro-



*Renard près de la Laguna Turquini*



*Sculptures rocheuses près de la Laguna Turquini*



*Flamants rose à la Laguna Hedionda*



*Lever du soleil à la Laguna Hedionda*

cas, puis on longe à nouveau la frontière chilienne vers le Sud, en empruntant la piste qui borde les lacs de Cañapa et d'Hedionda. Une randonnée sur le bord de la lagune permet l'observation de nombreux oiseaux. Outre les mouettes à tête noire ou les oies andines, sont présentes les trois espèces de flamants roses : flamant de James, flamant Chilien et flamant des Andes.

### **De Laguna Hedionda à Laguna Verde**

On continue notre traversée du Sud Lipez en longeant les lagunes Chiarkhota, Honda, Santa Cruz et Ramadidas. La piste se poursuit à travers le sinueux Canyon del Inca creusé dans des coulées d'ignimbrite. Les bords supérieurs du canyon sont encore occupés par des champs de pénitents très esthétiques résultat des chutes de neige de l'été austral. C'est l'occasion d'observer pendant de lon-



*Canyon del Inca avant le désert de Siloli*



*Pénitents au Canyon del Inca*



Viscacha au Canyon del Inca

Désert de Siloli *Arbre de Pierre, désert de Siloli*

gues minutes des viscachas pas du tout farouches dans leur habitat. La piste s'élève ensuite vers les superbes paysages du désert de Siloli à 4700 mètres d'altitude. De ce haut plateau la vue porte à 360° sur des volcans aux roches densément colorées. Ce désert est une des portes d'entrée de la Réserve nationale de faune andine Eduardo Avaroa. Il présente de nombreuses formations géomorphologiques, résultant de l'érosion éolienne, tel son fameux « arbre de pierre ». On passe à proximité du volcan Alpagado (5703m) avant de s'arrêter à la Laguna Colorada qui tient son intense coloration rouge-brique à la présence de phytoplancton qui réagit à la lumière du soleil. Des lamas paissent paisiblement au bord du lac, à quelques mètres des flamants. On monte ensuite vers le site géothermal des geysers de Sol de Mañana qui s'étend sur environ 10 kilomètres carrés entre 4800 et 5000 mètres d'altitude. Il n'y a pas vraiment de geysers, même si la présence d'un orifice dégageant bruyamment de la vapeur et de l'eau sous pression pourrait le laisser supposer. Il s'agit en fait du résultat d'un ancien forage afin d'évaluer le potentiel géothermique du site. Par contre on y trouve, sous des panaches de vapeur, une incroyable densité de mares de boue très actives, de sources chaudes et de vasques bouillonnantes. On redescend jusqu'à la belle lagune de Chaviri puis on fait une halte aux thermes de Polques avant de longer la Laguna Salada et de traverser le désert de Dali, ainsi nommé en raison des paysages qui rappellent l'un des tableaux du maître espagnol. Une montée vers un dernier col, le Paso del Condor, et on découvre une succession de volcans : Sairecabur, Licancabur, Juriques, Purico, etc. On parvient enfin à la Laguna Blanca et à la Laguna Verde, au pied des volcans Juriques et Licancabur. Une des

*Laguna Colorada*



Site géothermal de Sol de Mañana



caractéristiques de la Laguna Verde c'est de changer de teinte au cours de la journée, passant d'une teinte bleu-vert à une teinte vert émeraude spectaculaire.

### Isla Incahuasi

Isla Incahuasi (en Quechua Inka Inca, wasi maison, "Maison de l'Inca") forme une colline rocheuse

d'environ 25 hectares au milieu du salar d'Uyuni. En fait elle ne devient vraiment une île qu'à la saison des pluies lorsque le salar se transforme en un immense lac. Elle est couverte de cactus géants de l'espèce *Trichocereus pasacana*. Elle sert de refuge pour quelques espèces d'oiseaux et une petite colonie de viscachas.

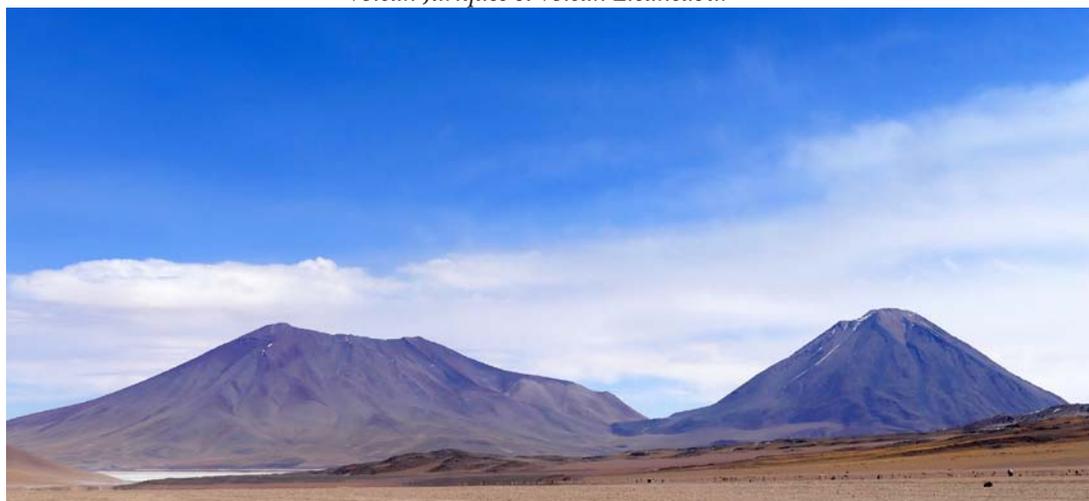
Sans surprise, la formation de l'île

est d'origine volcanique, mais ce qui est le plus intéressant ce sont les intrusions de roches volcaniques se mêlant aux coraux fossilisés. C'est depuis l'intérieur d'une grotte sur la partie supérieure de l'île que l'on peut observer au mieux cette intrication de roches basaltiques sombres avec les structures calcaires blanchâtres formées par les stromatolithes.

*Volcan Juriques et volcan Licancabur*

### Stromatolites

Un stromatolithe ou stromatolite est une structure laminaire souvent calcaire qui se développe en milieu aquatique peu profond, marin ou d'eau douce continentale. Les stromatolites sont d'origine à la fois biogénique (biocostruits par des communautés de cyanobactéries) et sédimentaire. Le stromatolite en tant que structure n'est





*Coraux fossilisés et intrusions de lave, Isla Incahuasi*



pas vivant, seules les bactéries qui le construisent le sont. Selon les cas, l'intérieur du stromatolite peut être quasi-plein ou laisser une quantité significative de vide dans lesquels d'autres bactéries ou organismes peuvent trouver abri.

Ils existaient déjà il y a 3,7 milliards d'années, il en existe sur tous les continents. Les stromatolites ont sans doute contribué à créer notre atmosphère riche en dioxygène et la couche d'ozone qui ont permis le développement d'une vie terrestre et océanique plus complexe. Leur croissance est lente, mais au cours des milliards d'années, elles ont été à l'origine de récifs ou massifs calcaires ou dolomitiques imposants (jusqu'à 3 kilomètres d'épaisseur dans l'Anti-Atlas au Maroc). Ils sont devenus très rares, mais des structures récifales qui semblent tout à fait similaires aux stromatolites constitués

il y a plus de 3 milliards d'années continuent à se construire actuellement. La baie Shark en Australie est un des très rares endroits du monde à abriter encore des stromatolites en développement actif.

En Bolivie, on trouve des stromatolites dans le Pléistocène du salar d'Uyuni. On trouve aussi des stromatolites dans le Crétacé de l'Altiplano et dans l'Est des Andes. On a d'ailleurs retrouvé une dent de dinosaure à l'intérieur d'un stromatolite bolivien.

### Salar d'Uyuni et Lithium

Le Salar d'Uyuni en Bolivie d'une superficie d'environ 10'000 km<sup>2</sup> est considéré comme étant le plus grand désert de sel de la Terre. Un peu plus au Nord, un autre salar, celui de Coipasa occupe une surface de 2500 km<sup>2</sup>. Ces immenses croûtes de sel sont essentiellement constituées de chlo-

rure de sodium enrichi en lithium, potassium, magnésium et bore. Ils résultent de l'assèchement durant l'Holocène (entre 13'000 et 10'000 ans) d'un ancien lac, le Lac Tauca.

On estime que le salar d'Uyuni contiendrait plus de 5.4 millions de tonnes de lithium, soit presque la moitié des réserves au niveau mondial (11 millions de tonnes). La demande en lithium étant amenée à croître drastiquement ces prochaines années en raison de son utilisation dans les batteries (industrie électronique, automobile, etc.), ces réserves en lithium présentent donc un intérêt stratégique tout autant qu'économique.

Selon l'USGS (U.S. Geological Survey) la concentration importante en lithium s'explique par la topographie de l'altiplano bolivien et sa géologie. En effet l'altiplano bolivien est un bassin de 200'000 km<sup>2</sup> à une altitude moyenne de 4000 mètres, enfermé entre 2 cordillères. La cordillère E étant plutôt constituée de roches sédimentaires tandis que la cordillère W est plutôt d'origine volcanique. Durant le Plio-Quaternaire, la partie S et W de l'altiplano a été fortement affectée par une intense activité volcanique. Coulées de lave et d'ignimbrites ont progressivement recouvert les formations tertiaires. Les roches volcaniques sont en général de type andésite à rhyodacite. Les roches volcaniques sont ainsi la principale source des sels présents dans le salar et les tufs rhyolitiques la principale source de lithium.

Dans ce milieu fermé les sels ont eu suffisamment de temps de s'accumuler par lessivage des roches environnantes et par l'activité hydrothermale liée au volcanisme (Bradley et al. 2013, *A Preliminary Deposit Model for Lithium Brines*, USGS Open-File. Report 2013-1006).



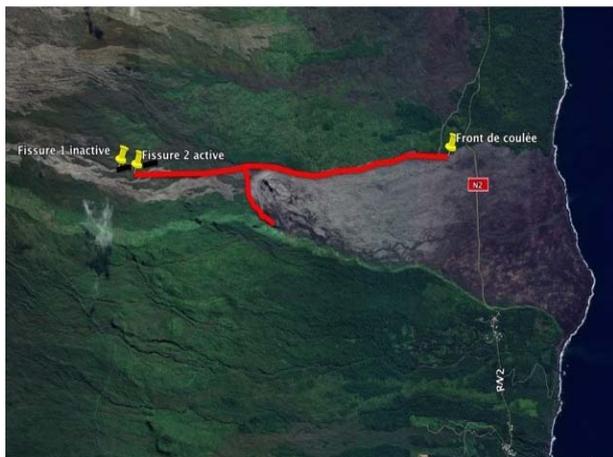
*Stromatolites, Isla Incahuasi*



*Cristaux de sel, salar Uyuni*



# ACTUALITÉ VOLCANIQUE



## 26 octobre 2019: Piton de la Fournaise, La Réunion

Sur la journée du 26 octobre, 29 séismes volcano-tectonique superficiels sommitaux ont été enregistrés.

Après les fortes déformations liées au transfert de magma vers la surface qui s'est produit le 25 octobre 2019, aucun signal de déformation particulier n'est enregistré.

Les débits de surface estimés à partir des données satellites, via la plateforme HOTVOLC (OPGC - Université Clermont Auvergne) étaient compris sur les dernières 24h entre < 1 et 10 m<sup>3</sup>/s (ces mesures peuvent être largement affectées/minorées par la couverture nuageuse) avec une tendance à la baisse sur les dernières 24h.

Source: <http://www.ipgp.fr/fr/ovpf/bulletin-dactivite-dimanche-27-octobre-2019-a-12h00-heure-locale1>



## 27 octobre 2019: Piton de la Fournaise, La Réunion

Cinquième éruption de l'année pour le Piton de la Fournaise, en huit mois seulement. La crise sismique a débuté dans la nuit de jeudi 25 à vendredi 26 octobre et le suspense a duré une bonne partie de la journée jusqu'à cette annonce officielle : le volcan la pété ! Une éruption dans le secteur des Grandes pentes et donc visible depuis la RN2. La lave s'est mise à dévaler rapidement le massif du volcan. À 17h ce samedi 26 octobre, le front de coulée se trouvait à 250 mètres de la route nationale. La progression de la lave ralentit... Alors traversera ou traversera pas ? (Photo rb/www.ipreunion.com)

Source: <http://www.ipreunion.com/volcan/reportage/2019/10/26/piton-de-la-fournaise-cinquieme-eruption-de-l-annee,109798.html>



## 14-20 octobre: Sabancaya, Pérou

L'analyse des enregistrements obtenus à partir du réseau sismique du volcan Sabancaya pour la période du 14 au 20 octobre 2019 a permis d'identifier l'apparition de 2084 tremblements de terre d'origine volcanique, dont le pourcentage le plus élevé est associé aux mouvements de fluides magmatiques. Au cours de cette semaine, une moyenne de 44 explosions par jour d'intensité faible à modérée ont été observées.

Le suivi de la déformation de la structure volcanique, à l'aide de données GNSS (traitées avec des orbites rapides), ne présente pas d'anomalies significatives.

Source : <http://lechaudrondevulcain.com/blog/2019/10/25/25-octobre-2019-fr-la-reunion-piton-de-la-fournaise-alaska-shishaldin-perou-sabancaya-italie-sicile-etna/>



## 7 août 2019: Asana, Japon

Le niveau d'alerte du volcan situé sur une île de la préfecture de Kagoshima a été relevé lundi après qu'un séisme de grande ampleur ait été enregistré près du cratère la nuit précédente, a annoncé l'agence météorologique.

Le niveau d'alerte pour le mont Shindake sur l'île de Kuchinorabu a été porté de 2 à 3 sur une échelle de 5, selon l'agence. Le nouveau niveau conseille aux grimpeurs de ne pas escalader la montagne.

Source : <https://lechaudrondevulcain.com/blog/2019/10/29/29-octobre-2019-fr-japon-shindake-la-reunion-piton-de-la-fournaise-perou-sabancaya-guatemala-fuego/>



*Laguna Colorada - Photo © Yves Bessard*