



# Bulletin mensuel 165

Mai 2017



**Attention! La réunion du 8 mai est annulée.**

**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))



## Sommaire

- 3 Nouvelles de la société  
*Réunion du 8 mai*
- 4 Actualité volcanique
- 5 Voyage SVG 2017  
*Kamchatka*
- 7 Voyage  
*Nouvelle de l'Etna*
- 12 Géologiquement votre  
*Le Sakurajima*
- 17 Micro-reportage  
*Kyushu ou l'Art de vivre en toute sérénité*
- 19 Dossier  
*Extrémophiles*



*Couverture: Source de lave sur l'Etna  
- Photo © Michel Aubert*

## A NE PAS OUBLIER

La prochaine réunion, le lundi 12 juin 2017.

### Derniers délais pour le bulletin 166:

L'envoi de votre article, vos photos et votre micro-reportage avant le 15 mai.

Merci d'avance.

*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**

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 165  
1 mai 2017  
24 pages  
Tirage 250 exemplaires

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

Nous remercions : Joan Bardet, Michel Aubert, Oudagan, Désiré Corneloup 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**  
 **Loterie Romande**  
[www.entraide.ch](http://www.entraide.ch)





## NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

### Réunion du 8 mai

Ce qui, un jour, devait arriver, arrive aujourd'hui.

Ni Régis, ni moi-même ne sommes en Suisse, et il n'y a pas d'autre membre du comité disponible...

**Ainsi la réunion du 8 mai est annulée.**

Nous sommes désolés de la situation et espérons que cette conjonction d'absences ne se reproduira pas avant longtemps.

Nous vous donnons donc rendez-vous le lundi 12 juin 2017 pour la prochaine réunion.

Le bulletin de juin vous en donnera plus d'info.

Merci de votre compréhension.



## ACTUALITÉ VOLCANIQUE



### Mont Erebus, Antartique :

Situé en Antarctique, ce volcan de 3794 mètres est le plus austral sur la planète. Celui-ci porte le nom d'un des navires de l'expédition qui l'a découvert en 1841. En raison des conditions climatiques extrêmes de son emplacement, nous n'en savons pas beaucoup, mais ce que nous en savons est impressionnant. Ce volcan est en éruption depuis 35 ans, et il contient au fond de son cratère principal un énorme lac de lave. Le mont Erebus est notamment le lieu d'une célèbre catastrophe aérienne, celle du vol 901 d'Air New Zealand, où 257 personnes ont perdu la vie en 1979.

Source : <http://www.laterredufutur.com/accueil/top-5-les-pires-volcans-actifs-au-monde/>



### 26 avril 2017: Etna, Italie

L'activité a augmenté en cours de nuit, devenant strombolienne. Vers 5h40, le 27, une fontaine de lave était visible, alimentant une coulée en direction de la Valle del Bove.

Une fissure apparue sur la paroi nord du cratère sud-est alimente une deuxième coulée en direction nord-est.

L'activité concerne ainsi quatre événements, au moins, et génère deux coulées de lave

Sources : <http://lechaudrondevulcain.com/blog/2017/04/27/27042017-fr-etna-san-miguel-poas-nishinoshima-popocatepetl/>



### 26 avril 2017 : Popocatepetl, Mexique:

Au cours des dernières 24 heures, au travers des enregistrements sismiques du système de surveillance du volcan Popocatepetl, 40 exhalaisons de faible intensité et huit explosions, sept hier à 12:20 h, 15:37 h, 17 :40 h, 18:15, 18:21 h, 19:05 h et 19:35 h et une aujourd'hui à 09:24 h ont été identifiées. La plupart étaient accompagnées principalement de vapeur d'eau, de gaz et de petites quantités de cendres. En outre, il a été enregistré 10 minutes de tremor harmonique.

Source : <http://lechaudrondevulcain.com/blog/2017/04/27/27042017-fr-etna-san-miguel-poas-nishinoshima-popocatepetl/>



### 15 avril 2017: Ebeko, Kamchatka, Russie

Les explosions envoient des cendres simultanément à partir des cratères actifs et centraux du volcan Ebeko, le 15 avril 2017.

Une activité explosive modérée du volcan se poursuit. Selon les données fournies par les observateurs de Severo-Kurilsk (île de Paramushir, Northern Kuriles), plusieurs rafales de cendres jusqu'à 2,1 km a.s.l. se sont produites du 23 au 26 avril; De faibles chutes de cendres ont été notées à Severo-Kurilsk le 25 avril. Les données satellitaires du KVERT ont montré que le volcan était calme ou obscurci par les nuages.

Source : Kvert.

Photo : T. Kotenko, IVS FEB RAS, 15/4/2017

Sources : <https://lechaudrondevulcain.com/blog/2017/04/29/29042017-fr-kilauea-ebeko-poas-fuego/>





## VOYAGE SVG 2017

### Kamchatka

Programme de base – 9 jours en groupe mixte (d'environ 10 personnes) formé sur place à Petropavlovsk :

#### Programme de base:

1. Ascension du volcan Avatchinsky (1 jour, randonnée et 4\*4)
2. Ascension du volcan Moutnovsky (1 jour, randonnée et 4\*4)
3. Ascension du volcan Gorely (1 jour, randonnée et 4\*4)
4. Ascension et randonnée dans la région du volcan Tolbatchik (3 jours, nuit sous tente, randonnée et 4\*4 ou 6\*6)

#### Options :

5. Excursion en hélicoptère au Lac Kouril en rejoignant un groupe (1 jour) – SFr 712.-
6. Excursion dans la vallée des Geysers en rejoignant un groupe (1 jour) – SFr 712.-
7. Randonnées dans la région du volcan Klutchevskoy (8 jours) – SFr 1040.-
8. Sortie en mer avec possibilité de voir des baleines et des orques (demi-journée/ journée) – SFr 90.- /180.-
9. Sortie avec le kayak de mer (journée/2 jours) – SFr. 100.- /270.-

L'ordre des randonnées sera défini en fonction des dates du départ depuis la Suisse et les groupes qui se forment sur place à Petropavlovsk.



*Volcan Avatchinsky*



*Ascension du volcan Moutnovsky*



*Volcan Moutnovsky*



*Volcan Gorely*





### Prix de base

Prix du programme de base – SFr 2120.-

Inclus dans le programme de base: excursions selon le programme, transferts aéroport-ville, hébergement à l'hôtel à Petropavlovsk-Kamchatski, hébergement et transferts à Moscou, repas : pension complète lors des randonnées au Moutnovsky, demi-pension les autres jours.

### Non Inclus:

Les billets d'avion, visa, assurances, boissons ne sont pas inclus dans le prix de base.

### Inscription

Pour les renseignements et les inscriptions, prière de prendre contact avec OUDAGAN. La SVG a mandaté Oudagan pour l'organisation de ce voyage.



*Ascension et randonnée dans la région du volcan Tolbatchik*



*Ascension et randonnée dans la région du volcan Tolbatchik*



*Randonnées dans la région du volcan Klutchevskoy*

Si vous êtes intéressé,  
contacter  
OUDAGAN  
Discover Wild Russia  
+41 76 594 12 29  
**au plus vite**



*Excursion en hélicoptère au Lac Kouril*



*Excursion dans la vallée des Geysers*





## VOYAGE

### Nouvelle de l'Etna



*Quelques touristes montés par une chenillette jusqu'à l'emplacement de Torre del filosofo et observant la coulée, à 400m en aval de la source de la coulée.  
En arrière plan : le pied du cône SE*



*Devant un des fronts de coulée situé à 800m au NO de l'arrivée du télécabine de Sapienza et à peu près vers 2400m d'altitude.  
Front qui progresse de quelques mètres en une heure.  
On voit en haut à droite de la photo le sommet du cône de 2002 et à gauche le Monte Frumento Supino*



**Texte et Photos**  
Michel Aubert

Lors de la séance d'avril 2017, Michel Aubert qui rentrait d'un voyage au pieds de l'Etna, nous a montré un petit montage vidéo contenant des images assez impressionnantes de ce qui se passe actuellement sur les pentes du plus grand volcan actif d'Europe.

Voici quelques images qu'il nous a fait parvenir pour vous remettre en mémoire ces événements.

Les images ont été prises les 26, 27 et 28 mars 2017.

Merci à Michel de nous les partager





*Vers 2900m d'altitude au pied du versant ouest du cratère SE,  
la source de la coulée principale*



*et le chenal d'écoulement large de 4m*





*La coulée descend entre le Monte Frumento Supino à droite et le cône de 2002 à gauche.  
Cela fait penser à un glacier encadré de ses deux moraines. La largeur de l'ensemble est d'une centaine de mètres*







*Un des débordements de la coulée avec en arrière plan, le téléski de la Montagnola*







*Un des fronts de coulée, le soir.*







# GÉOLOGIQUEMENT VOTRE

## Le Sakurajima



**Texte**

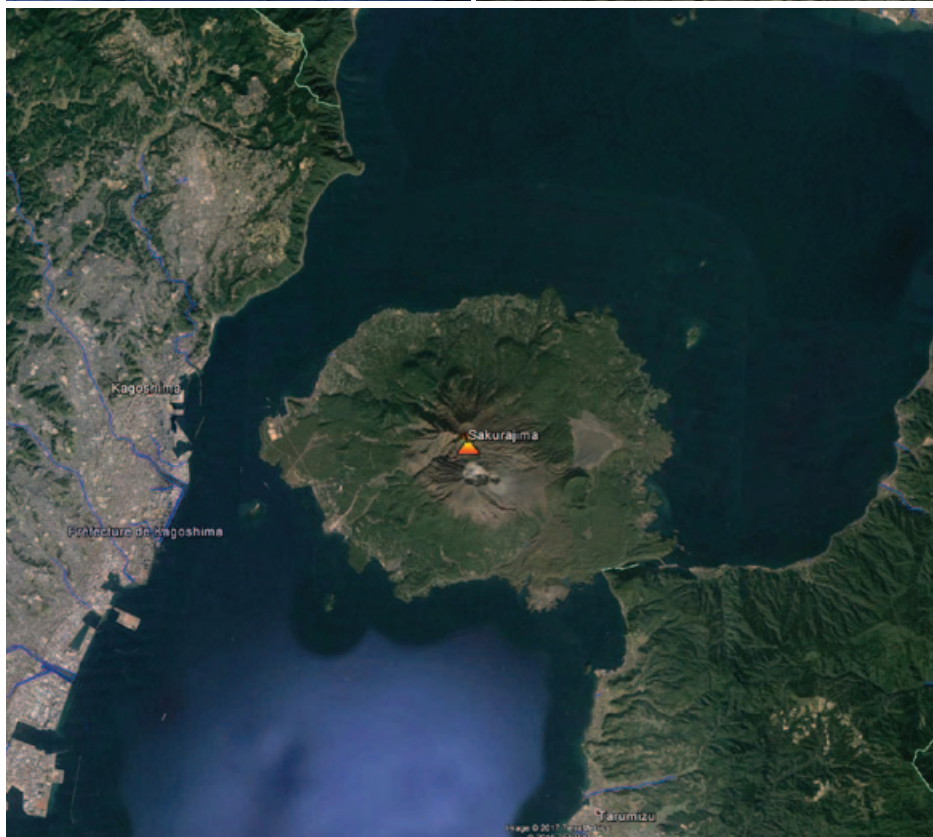
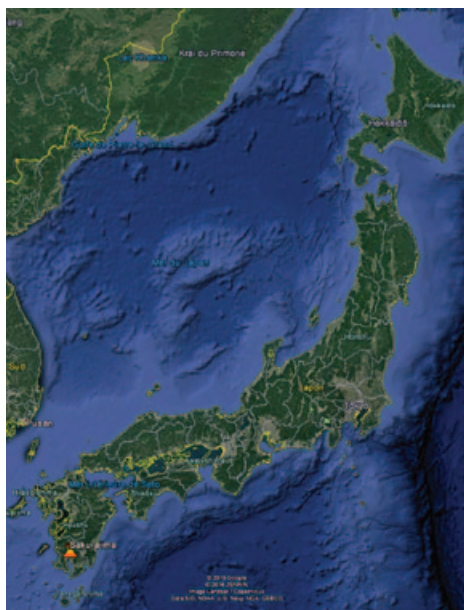
Corneloup Désiré

**Photos**

Jacques Kuenlin  
(sauf indication)

Le volcan Sakurajima, ou pic rouge, est situé à 8 km de la ville de Kagoshima (530 000 habitants, au sud de l'île de Kyushu), dans un graben orienté nord-sud qui constitue la baie de Kinko. C'est un strato-volcan type formé de pyroclastites, de

retombées pliniennes, de coulées et de débris de lahars. Il a une circonférence de 52 km et une surface de 80 km<sup>2</sup>. Il est constitué de trois pics, le Kitadake (pic nord) 1117 m, le Nakadake (pic du milieu) 1080 m et le Minamidake (pic sud) 1040

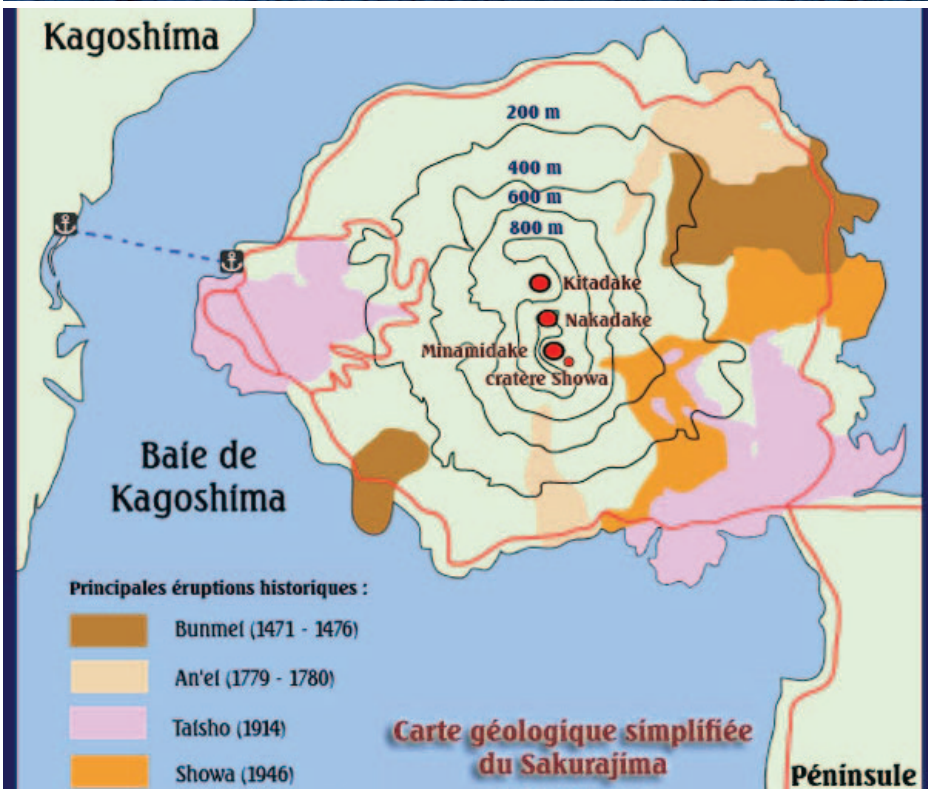


Désiré Corneloup, éminent géologue, membre de la SVG et de LAVE, nous a fait parvenir une série d'articles qui vont être publiés au fil des bulletins de la SVG. Ils vous permettront de découvrir des facettes plus techniques de divers endroits mythiques.

Un grand merci à Désiré

Situation du Sakurajima au Japon et dans la préfecture de Kagoshima





*Le Sakurajima vu depuis Kagoshima*

m. Ce dernier est actuellement en activité ininterrompue depuis 1955. Avec l'Aso, l'Asama et le Mihara, il figure parmi les quatre plus importants volcans du Japon et il est le premier sur le plan de l'énergie volcanique.

Depuis six siècles qu'elles ont été enregistrées, les éruptions sont continues, les plus violentes ont eu lieu en 1476, 1779, 1914 et 1946, les émissions de cendres volcaniques ayant alors atteint plus de 6000 m et obscurci le ciel sur des centaines de milliers de km<sup>2</sup>.

Mais l'éruption de 1914 reste la plus connue, les cendres se sont alors élevées jusqu'à 8000 m avant



*L'éruption du Sakurajima en 1914*

Photo : [http://www.geocities.jp/ramopcommand/\\_geo\\_contents\\_/061104/sakurajima.html](http://www.geocities.jp/ramopcommand/_geo_contents_/061104/sakurajima.html)

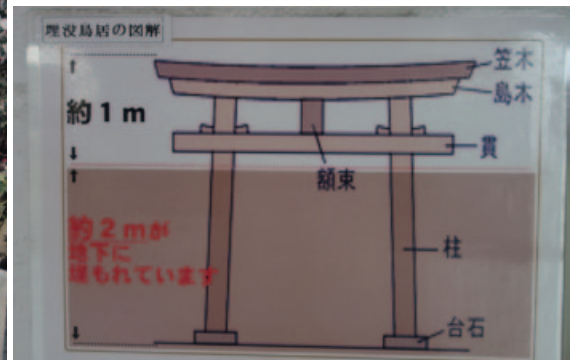
*Panneau d'explication de la porte enfouie en 1914 (Photo de la porte en page suivante)*





La ville de Kagoshima vue de l'île volcanique de Sakurajima. Un ferry vous transporte entre les deux rives toutes les 20 minutes

de retomber, entre autre, sur le Kamtchatka et la Sibérie. Des torrents de lave visqueuse estimés à plus de 3000 millions de tonnes se sont déversés à l'est et à l'ouest du Sakurajima, recouvrant près de 20 km<sup>2</sup> et obstruant, à l'est, un chenal marin de 400 m de large et 72 m de profondeur. Ainsi, depuis 1914, le volcan Sakurajima qui était isolé, est maintenant relié à la péninsule d'Osumi sur la grande île de Kyushu. Cette éruption a englouti trois villages avec plus de mille maisons. Seuls émergent encore le sommets de trois toriis, sorte de portiques à l'entrée de lieux sacrés.



L'une des Portes ensevelies, avec son panneau explicatif



Des panneaux d'indication pour les situations d'urgence se trouvent dans tous les coins.







*Le cratère Showa, le cratère actuellement en activité sur le Sakurajima*

En 2002, on compte de 15 à 70 explosions, d'importances variables, par jour, les colonnes de cendres ne dépassant pas mille mètres. Les poussières volcaniques sont omniprésentes ; les habitants ont constamment le balai à la main et les touristes, les appareils photos protégés.

Sur la partie ouest du champ de lave de 1914, il est possible de parcourir un sentier de 3 km de long tracé à travers de très spectaculaires et étranges formations, avec, toujours en arrière-plan la présence proche du volcan émettant régulièrement ses panaches.

Située à environ 500 m d'altitude, une plate-forme (le Yunohira) permet d'observer parfaitement les émissions du Minamidake qui est, à vol d'oiseau, à un peu plus de deux km de là. Un sentier part de la partie nord du Sakurajima pour s'élever jusqu'à 900 m d'altitude, mais il circule à travers d'anciennes coulées



*Le Sakurajima est présent continuellement dans la ville de Kagoshima, ses moindre panaches y sont visibles.*





sur le flanc du Kitadake et il masque les émissions du Minamidake.

Au sud du Sakurajima, le bord de mer recèle de nombreuses sources chaudes telles que Shirahama et Furusato où des bains ont été aménagés.

Le Sakurajima est célèbre aussi pour la fertilité de son sol où poussent, entre autre, au printemps, les daï-

kons, les plus gros radis du monde (30 kg), et, en automne, les komikans, les plus petites mandarines du monde (3 cm de diamètre).

L'échantillonnage géologique, le long de sentiers et sur les coulées permet de recueillir essentiellement des rhyolites, des pierres ponce gris clair, jaune et rouge et de l'obsidienne de médiocre qualité. Le long de la côte, on trouve aussi quelques magnifiques pillows-lavas en croûte de pain. Et, bien sûr, la cendre est omniprésente sur les sentiers.

Compte tenu de sa situation dans une région très peuplée, le Sakurajima bénéficie d'un des dispositifs de surveillance les plus modernes et les plus complets du monde : séismomètres, accéléromètres, tiltmètres, extensomètres, échantillonnage des gaz, GPS... Des informations, mais uniquement en japonais, peuvent être trouvées à la Maison du Volcan, près du port.



*La bande de terre qui rattache le volcan au continent suite à la grande éruption de 1914*







## MICRO-REPORTAGE

### Kyushu ou l'Art de vivre en toute sérénité

Dans un premier temps, les photos en disent long, aussi laissons-les nous montrer.

Trois qualificatifs résument une région que vous apprécierez. Savourer sa quiétude et vous laisser bercer par une nature impressionnante nous rappellent qu'il s'agit d'une île, à la merci des vagues, des vents et des volcans. Malgré tous les dangers qui vont de soi vu sa place dans le Pacifique, il y a l'équilibre, présent partout et à chaque instant.

#### La Tranquillité

Il y règne une paix royale, presque impériale

#### L'Ordre

Tout y est à sa place, parfaitement synchronisé défiant tous les dangers. La sécurité est présente partout, allant des quais sécurisés du métro aux annonces de tremblements de terre qui laissent perplexes mais rappellent qu'à Tokyo, tout est minutieusement contrôlé. Ses fleuves ou les amoureux s'y promènent le soir.

Rien ne presse, rien ne ferme. Petite

ou grande ville, les services sont à disposition 24 sur 24. Les ferrys qui relient l'île du Sakurajima à Kagoshima ne s'arrêtent jamais, facilité et protection sont de mise. Faites le trajet la nuit, dans un salon flottant ou sur un embarcadère désert, c'est une expérience. Même si le volcan n'est pas en éruption le spectacle est magique et tout est parfaitement prêt en cas de danger.

Japon, surprenant !

#### La Joie de vivre

Il y fait bon vivre. Observer les scènes de la vie quotidienne, cette passivité qui alimente le voyageur et garantit le repos de l'explorateur. Tout est digne d'intérêt, l'harmonie est présente entre les japonais, allant du respect des personnes âgées, à la tendresse et attentions à la famille, la tranquillité des jeunes qui silencieusement parcourent parfois de longues distances pour aller à l'école. Visiter un proche. Des gares garnies de sucreries et de cadeaux en vue des retrouvailles. Profiter du silence, en mangeant sur le pouce une soupe préparée sous vos



Texte et Photos  
Joan Bardet

yeux puis voyager sans le téléphone mobile du voisin ni bousculades. L'espace est de rigueur entre chacun.

Dépaysement, passé jungle avec modernité, temples millénaires, recueillement, artisanat, tout est soigneusement mélangé. Découvertes, surprises, celle de ton horoscope du jour ou de ta vie dévoilée au gré des échoppes qui bordent les temples, au détour des écoles où places de jeux et supermarchés cohabitent harmonieusement. L'uniforme est le même en été qu'en







hiver et les enfants sortent en short et jupette du préau en se riant du thermomètre.



sommes allés à l'Unzen, splendide à cette époque de l'année. Le mont Aso, vu sous une autre perspective, ses gaz empêchant le survol du cratère en téléphérique. Le Sakurajima, majestueux sur son île où il est le roi, puis finalement à la pointe de la péninsule, le Kaimon Dake et son cône parfait. Que de merveilles à Kyushu !

En hommage à Maurice et Katia KRAFFT.

Force est de constater que le Japon est un exemple de prévention pour les habitants vivant à proximité.

Février 2017



La nature est présente à chaque coin de rue dans des villes décorées avec soin, des assortiments floraux aux jardins potagers que les japonais apprécient et cultivent en solitaire sans oublier les promenades dans les majestueux jardins ancestraux en souvenir du temps des samourais. Des arbres centenaires, des forêts gigantesques, terre volcanique oblige. C'est tout cela et bien plus de visiter Kyushu en hiver sous la neige.

Le temps s'écoule lentement, propice à la contemplation et l'émerveillement, à vivre l'instant présent.

### Ses volcans.

Il y a l'embaras du choix. Nous



*château de Kumamoto*







## DOSSIER

Suite du bulletin  
164 d'avril 2017

### Extrêmophiles

Quelques exemples concrets d'extrêmophiles :

Sur les dorsales océaniques, là où les plaques océaniques s'écartent, on dénombre des milliers de sources hydrothermales, ou « souffleurs

noirs ». Les eaux d'infiltration, chauffées par le magma, remontent le long des failles, enrichies en minéraux divers, pour réapparaître au niveau des sources hydrothermales. C'est là que se développe le thermo-



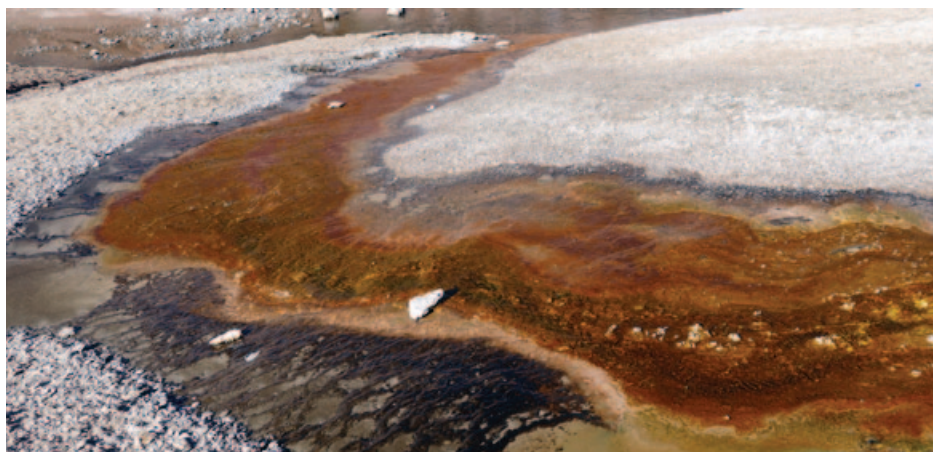
**Textes et Photos :**

Yves Bessard

(Sauf indication contraire)



Sources chaudes : Zone géothermale de Dagejia, Tibet, Oct. 2014



Sources chaudes : Zone géothermale de Dagejia, Tibet, Oct. 2014



Sources ferrugineuses de Narzan, Cheget-Elbrus, Août 2014



Sources chaudes: Puente del Inca, Argentine, Déc. 2007



Salar: Dallol, Ethiopie, Janvier 2003

### Chapitre 2 Exemples





phile *Pyrolobus fumarii*, à des températures supérieures à 100°C.

*Sulfolobus acidocaldarius* est un polyextrémophile, capable de cumuler plusieurs conditions inhabituelles, que l'on rencontre en général dans les zones d'activité volcanique. Il possède une grande résistance aux hautes températures, il est aussi adapté aux eaux acides et riches en soufre.

*Pyrococcus* CM, un autre polyextrémophile, barophile et hyperthermophile a été découvert dans des sources hydrothermales à plus de 4000 mètres de profondeur, sur le site d'Ashadze (site hydrothermal le plus profond connu). Il supporte et surtout se développe de façon optimale par des pressions de 150 à 1200 bars et des températures de 85°C à 105°C.

*Deinococcus radiodurans* est capable de survivre à des doses de radiations 100'000 fois supérieures à la dose létale pour l'être humain.

Autre exemple, les recherches sur *Halomonas titanicae*, identifié dans les années 90 lors de recherches sur l'épave du Titanic, a fini par révéler, en septembre 2016, que pour résister aux hautes concentrations en sel, ce microorganisme utilise une molécule, l'ectoïne, et celle-ci a rapidement trouvé une application en médecine en raison de ses propriétés anti-inflammatoires.

Un grand nombre de bactéries et d'archaebactéries thermophiles ont été identifiées dans les sources chaudes de Yellowstone. *Synechococcus* et *Chloroflexus* sont responsables des couleurs jaunes ou oranges que l'on observe à proximité des sources chaudes, ils sont aussi à l'origine des biofilms bactériens à la surface de l'eau.

Les belles colorations oranges autour de Champagne Pool, zone thermale de Wai-O-Tapu dans la région du Waikato en Nouvelle-Zé-



*Désert Atacama, Chili, 2003*



*Yellowstone, USA, Juin 2015 (J. Kuenlin)*



*Waiotapu, NZ, Décembre 2012 (J. Kuenlin)*



*Champagne Pool, Waiotapu, NZ, Novembre 2015 (J.Kuenlin)*





lande sont dues à des dépôts d'orpiment et de stibine. Dans ces eaux riches en arsenic et antimoine, on a isolé de nouvelles archaebactéries, dont *Venenivibrio stagnispumantis*.

De nombreuses études ont eu lieu dans la péninsule du Kamchatka et de nouvelles bactéries et d'archaebactéries thermophiles, acidophiles et halophiles ont été découvertes, spécialement dans la caldeira d'Uzon.

Les cyanobactéries sont souvent à l'origine de la couleur turquoise des lacs acides (Maly Semiachik, Poas, etc.).

Les eaux du lac Mono, au nord de la Californie, proche de la vallée de Yosemite, sont connues pour leur caractère hautement salin (78g/L) et autement alcalin (pH 10). En 2008 on y a découvert une bactérie, de type *Halomonas*, capable de métaboliser l'arsenic. Elle est en effet capable de tirer son énergie à partir de composé chimique à base d'arsenic et de remplacer le phosphore par l'arsenic dans son ADN.

Le lac Natron, au nord de la Tanzanie est aussi un lac hautement salin et basique qui devrait contenir une intéressante vie bactérienne.

*Halomonas andesensis*, bactérie halophile isolée des eaux salines Laguna Colarada, Bolivie. Malgré sa haute salinité et son pH basique élevé (~10.5), des microorganismes



*Uzon caldera, Kamachatka, Juillet 1999*



*Vallée des geysers, Kamachatka, Juillet 1999*



*Lac acide: Maly Semiachik, Kamachatka, Juillet 1999*

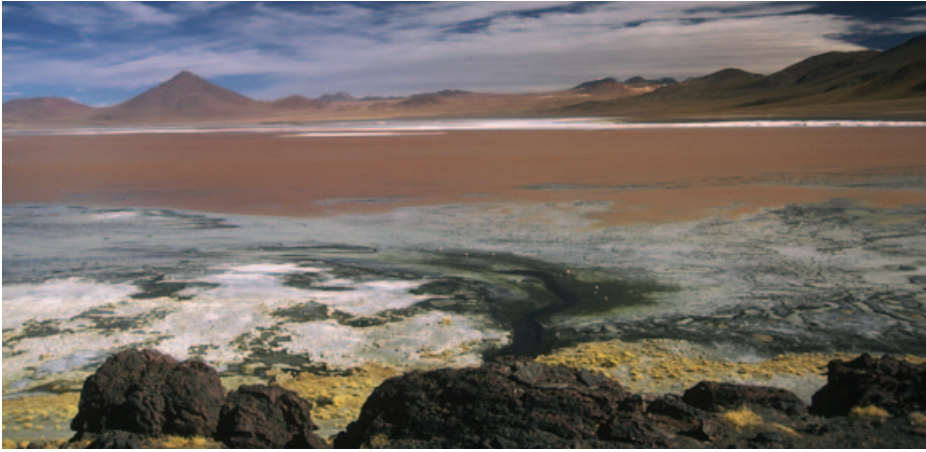


*Mono Lake, USA, Juillet 1992*

aquatiques ont pu se développer, dont des cyanobactéries.

Malgré les conditions extrêmes rencontrées dans le désert d'Atacama, au Chili (grands écarts de température, aridité extrême, rayonnement UV intense, etc.), ce désert n'est pas exempt de vie. La NASA a mené en 1966 les premières études sur les microorganismes après avoir choisi l'Atacama comme terrain d'entraînement pour simuler ses futures missions spatiales.





Laguna Colarada, Bolivie, Août 2000



Vallée de la Lune, Désert Atacama, Chili, Juillet 2000

## Pourquoi sont-ils intéressants ?

Comme déjà indiqué, ces microorganismes sont des sujets d'études permanents pour la compréhension des mécanismes mis en jeu pour pouvoir vivre et se développer dans des milieux extrêmes. D'où de nombreuses questions sur l'origine de la vie sur la Terre et pourquoi pas d'autres formes de vie en dehors de la Terre. Il y a enfin toutes les applications possibles que l'on peut tirer des molécules métabolisées par ces organismes pour leur survie.

## Les origines de la vie sur la Terre

On a longtemps crû que la vie sur la Terre n'avait que 2 embranchements principaux :

- Organismes monocellulaires, sans noyau, les procaryotes, qui sont des bactéries
- Organismes mono ou plu-

ricellulaires, avec noyau, les eucaryotes

La découverte dans les années 1970 d'organismes extrémophiles a été à l'origine d'une modification fondamentale de ce que l'on appelle « l'arbre de la vie » puisque l'on a dû lui ajouter une troisième branche celle des archaebactéries (sans noyau comme les bactéries).

Le mode de vie des extrémophiles soulève de nombreuses questions sur l'origine de la vie. En effet, l'apparition de la vie a certainement eu lieu dans un environnement extrême. L'atmosphère primitive, sans oxygène et sans ozone, n'apportait aucun « filtre » à l'irradiation solaire dans un environnement surchauffé. Seuls les organismes résistant aux températures extrêmes auraient pu se développer dans ces conditions. Est-ce que cela s'est passé à la surface de la Terre ou à l'intérieur des mers, au niveau des cheminées hydrother-

males, ou alors dans un climat polaire sous la surface d'une mer gelée ? C'est un sujet d'étude dans de nombreux laboratoires.

Pendant des décennies, des chercheurs ont essayé de recréer en laboratoire les conditions qui auraient pu déclencher cet instant magique de l'apparition de la vie. La découverte la plus extraordinaire revient à la fameuse expérience de Stanley Miller (University of Chicago), considéré comme le père de la chimie des origines de la vie sur la Terre. Après qu'Harold Urey (professeur et prix Nobel de chimie en 1934) eut émis la théorie que la Terre primitive contenait tous les éléments nécessaires à la structure des êtres vivants, Stanley Miller imagina en 1953 une expérience pour vérifier cette théorie. Pour ce faire, il mélangea plusieurs gaz tel que le méthane, l'hydrogène et l'ammoniac qu'il chauffa en présence d'eau tout en soumettant le mélange à des arcs électriques pour simuler des éclairs. Après une semaine soumis à ce régime, le mélange réactionnel fût analysé et il y trouva plusieurs composés organiques, dont des acides aminés, maillons de base pour la synthèse des protéines. Par la suite, d'autres chercheurs se sont appuyés sur l'expérience de Miller pour synthétiser des acides aminés et des nucléotides (les constituants fondamentaux de l'ADN et l'ARN) allant de  $-80^{\circ}\text{C}$  à  $+80^{\circ}\text{C}$ . Ils ont aussi découvert de nombreuses possibilités dans la façon dont les molécules peuvent s'assembler en molécules plus complexes, proches de celles des premières protéines du vivant.

Pour ne prendre qu'un exemple, celui du chercheur David Deamer (University of California, Santa Cruz), selon lui, c'est dans un environnement volcanique que les éléments chimiques se sont combinés pour former les acides aminés, puis l'ADN et le reste des constituants du vivant et qu'ainsi la vie aurait



émergé sur la Terre il y a 4 milliards d'année. Pour tenter de valider ses hypothèses, c'est sur le terrain qu'il a décidé de mener à bien ses expériences, le monde pré-biotique étant beaucoup plus complexe que ce que l'on peut réaliser dans un laboratoire. Ces conditions d'expérimentation, c'est sur le volcan Lassen (Chaîne des Cascades, Côte Ouest des Etats Unis) qu'il les a trouvées, à Burnpass Hell (!), dans une zone de solfatares et de mares de boue bouillonnantes.

### Une vie extraterrestre ?

Les microorganismes extrémophiles sont l'illustration « vivante » des capacités d'adaptation du vivant. Leur étude relance le débat sur l'hypothèse de l'existence de formes de vie sur d'autres planètes. En effet, sachant que certains extrémophiles sont capables de se passer d'oxygène (adaptation aux conditions anaérobies), de résister aux rayonnements intenses (radiatorésistance) et de se développer aussi bien aux basses températures (psychrophilie) qu'aux hautes températures (thermophilie), on a toujours plus d'espoir de trouver des traces de vie ailleurs dans le système solaire.

### Source de nouvelles substances

Pour pouvoir résister et croître dans les milieux les plus inhospitaliers, le métabolisme des extrémophiles a dû synthétiser des substances dont certaines présentent des propriétés qui intéressent de nombreux domaines des sciences.

Parmi les composés les plus intéressants on peut citer de nouveaux types de :

- Anti-oxydants
- Bio-stabilisateurs
- Bio-surfactants
- Bio-polymères

- Etc.

Un autre domaine concerne les enzymes produites par les microorganismes extrémophiles (thermophiles ou psychrophiles) qui sont adaptées pour des températures qui peuvent être bien plus élevées ou bien plus basses que celles des enzymes conventionnelles. Or, les enzymes sont les catalyseurs des réactions biochimiques. Avec des enzymes fonctionnant dans des plages de température beaucoup plus grandes, de nouvelles perspectives s'ouvrent dans le domaine des biotechnologies avec des applications pour l'industrie pharmaceutique, l'alimentaire, l'agroalimentaire, les cosmétiques, dépollution des sols contaminés par des métaux lourds, traitement des métaux dans l'industrie minière et même la microélectronique (production de nanoparticules par exemple).

Enfin encore une application d'actualité : la décontamination des zones polluées par des substances radioactives, spécialement les sites utilisés pour la production d'armes nucléaires. Ceci serait réalisable en utilisant les propriétés de *Deinococcus radiodurans* citée précédemment.

Une des applications les plus concrètes concerne la biologie moléculaire, et la PCR (PCR = Polymérase Chain Reaction), procédé qui permet de dupliquer l'ADN des milliards de fois jusqu'à obtenir un échantillon suffisamment important pour pouvoir être analysé, par exemple l'ADN trouvée sur des scènes de crime, ou l'étude de maladie génétique, ou même encore l'étude d'ADN dégradé contenu dans certains fossiles.

### Quelques articles et lectures sur les extrémophiles

On note une augmentation croissante du nombre de publications,

conférences et symposium à partir des années 2000.

A ce sujet, une très intéressante série de conférence avait été organisée à la HES-SO de Sion en mars 2009 « **Extremophiles, a source of innovation for industrial products & processes** », avec la participation de Swisssaustral Biotech, basée à Monthey (spécialisée dans les applications biotechnologiques de microorganismes présents dans les environnements extrêmes).

**The Life, the Sea and the Space Viking, Searching for Extremophiles, SETI Institute, 2 Nov 2016**

**Birth of an Ocean In Scientific American, October 2008 (Dallol, Field trip, January 2007)**

**Chemistry at the Extrem in Chemistry and Industry, 25 May 2009, 19-21**

**Life Extrem / Lassen Volcanic in New scientist January 2009, 29-32**

**Life at the extremes, in Chemical Biology 2008, 3, B89**

Et aussi,

**Bactéries de l'extrême, Medecine, biotech, vie extra-terrestre : pourquoi la science adore les extrémophiles, par Guillaume Garvanese , 15 novembre 2016**

**Extrémophiles : microbes des environnements extrêmes, par Bruno Franzetti, Directeur de Recherche CNRS à l'Institut de Biologie Structurale- Grenoble, dans Encyclopédie de l'environnement, 27 Octobre 2016**

**Extremophiles, by Michal Hogan, Boston University, march 2012 (<http://www.eoearth.org/article/Extremophile>)**

**Extremophile survives simulated space travel, in USA Today /Communities/science / post/2011/09/ extremophile**

**Article sur les extrémophiles, par Pierre-Yves Frey, Hebdo Nr 30, 27 juillet 2000, pp 60-62**





*Explosion au cratère Showa du Sakurajima en 2013 , Photo © Jacques Kuenlin*