



Bulletin mensuel 163

Mars 2017



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

- 3 Nouvelles de la société
Réunion du 13 mars
Photo mystère
- 4 Actualité volcanique
- 5 Voyage
Volcans du Chili Sud
- 11 Dossier / Voyage
Sultanat d'Oman
- 18 Enquête et Art
Un monde sans catastrophe est-il souhaitable ? (suite)



Couverture: Cristaux de soufre à la sortie d'une fumerolle dans le cratère de l'Egon
- Photo © Jacques Kuenlin

Note: Comme il y avait assez de matière pour faire ce numéro, vous retrouverez la fin du texte sur Florès dans un prochain Bulletin.

A NE PAS OUBLIER

La prochaine réunion, le lundi 10 avril 2017.

Derniers délais pour le bulletin:

L'envoi de votre article, photos et micro-reportage avant le 25 mars. 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 163
6 mars 2017
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 : Marie-Anne et Marc-André Bardet, Thierry Basset et Bernard Garo 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



NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

Réunion du 13 mars

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

Avec comme thème:

Oman

Par Pierrette Rivalin et Dédé Moulet

et

Nicaragua

Par Marie-Anne et Marc-André Bardet

Photo mystère



Quel est le nom du volcan et la date de l'éruption que nous montre cette photo d'archive?

Vos réponses à :

bulletin@volcan.ch

La personne qui aura envoyé le premier message avec la bonne réponse gagne une casquette SVG. Le délais est fixé au dimanche 12 mars à minuit. Le gagnant sera récompensé lors de la réunion du lundi 13 mars 2017. S'il n'est pas présent pour recevoir la casquette, le prix sera remis en jeu.



ACTUALITÉ VOLCANIQUE



16 février 2017: Piton de la Fournaise, La Réunion

L'intensité du phénomène est à la baisse selon les dernières informations de l'Observatoire volcanologique du Piton de la Fournaise...

Pour plus de précision : «le trémor volcanique (indicateur de l'intensité éruptive en surface) a baissé, se retrouvant à un niveau équivalent à celui du début de l'éruption».

L'éruption se situe précisément à 1,1 km au Sud Sud-Est de Château Fort et à environ 2.5 km à l'Est-Nord-Est du Piton de Bert - se poursuit. Un spectacle de la nature féérique, visible depuis le Piton de Bert.

Sources: <http://www.linfo.re/la-reunion/societe/712160-eruption-du-piton-de-la-fournaise-baisse-de-l-intensite>

Photo : <http://www.earth-of-fire.com/page/93>



3 mars 2017: Etna, Sicile

Suite à la fin de la belle phase éruptive qui a illuminé le sommet du Cône Sud-Est cette semaine, la situation sur le célèbre volcan n'est pas revenue à la normale. Déjà l'activité dans la Voragine (qui reste à caractériser) ne s'est pas du tout atténuée, mais par ailleurs le trémor n'était pas revenu à son niveau normal suite à cette petite crise.

Or il se trouve qu'au cours de la nuit, une petite activité stromboliennne, très très intermittente, est revenue sur le nouveau petit cône. Les explosions sont faibles et génèrent surtout de petites bouffées de cendres.

Sources: <https://laculturevolcan.blogspot.ch/2017/03/le-systeme-volcanique-de-letna-reste.html#more> (Source : IGP)

Photo: <http://www.livescience.com/58046-mount-etna-volcano-eruption.html> (Credit: Pilastro/Fotogramma/Ropi/Zuma)



1 au 15 février 2017: Fuego, Guatemala

22 explosions ont été signalées, avec des caractéristiques faibles et modérés, qui ont généré des colonnes de cendres grises à une hauteur de 4,400 mètres environ (14,435 pieds) se déplaçant sur 10 km vers le Sud et le Sud-Ouest. 37 grondements faibles et modérés sont signalés, certains avec de faibles ondes de choc, ainsi que des sons comme la turbine d'un avion, avec des intervalles de trois minutes. Des impulsions incandescentes à une hauteur de 200 mètres génèrent des avalanches faibles et modérées sur le contour du cratère.

Photo : Eduardomontepeque

Sources: <https://lechaudrondevulcain.com/blog/2017/02/21/21022017-frubinas-planchon-peteroa-piton-de-la-fournaise-fuego/>



27 janvier 2017: Erta Ale, Ethiopie

One of the most active is Erta Ale, a shield volcano near the Ethiopian and Eritrean border. It is known as the "smoking mountain" and the "gateway to hell" in the Afar language. Erta Ale has a long-lived lava lake that has gurgled and spattered in its caldera for decades, but the most recent bout of activity involves the south-east flank of the gently sloping mountain. According to reports posted by Volcano Discovery, new fissures opened up on 21 January, about 7km (4 miles) from the summit caldera, spilling large amounts of lava. Meanwhile, at least one of the lava lakes has experienced large changes in the level of its lava that have led to overflows and intense spattering. Infrared hotspots representing two distinct lava flows are visible. Plumes of volcanic gases and steam drift from the lava lakes.

Sources: <https://www.theguardian.com/environment/2017/feb/22/satellite-eye-on-earth-january-2017-in-pictures>



VOYAGE

Volcans du Chili Sud

En février 2013 nous partons au Chili Sud pour un voyage de 3 semaines, organisé par une agence française, afin de découvrir quelques volcans situés en Araucanie et à l'entrée de la Patagonie, en empruntant entre autres, la Carretera Austral.

Cette région est peu visitée, y compris par les amateurs de volcans ; nous sommes un groupe de 5 touristes accompagnés par un guide qui n'est jamais allé sur les volcans... Vous comprendrez donc qu'on ne fasse pas d'éloge de cette agence, ni de son réceptif local. Toutefois, ce voyage s'est très bien passé grâce au guide qui a compris notre désarroi et a su trouver des bons guides locaux ; certains ont vécu des éruptions récentes et nous les ont décrites avec beaucoup de détails et d'émotions.

Après une escale à Madrid où nous avons la chance de retrouver Jérôme, un passionné de volcans que nous avons connu lors d'un précédent voyage en Nouvelle-Zélande,

nous arrivons à Santiago du Chili. En quelques heures, nous parcourons cette ville très étendue puis reprenons l'avion pour Temuco, à environ 1'000 km au sud de Santiago.

Nous partons au nord-est de la ville pour aller vers le volcan Lonquimay. Ce stratovolcan de 2'865 m d'altitude a fière allure, avec ses faces noires ou rouges ou grises du fait des dépôts des éruptions successives et ses plaques de neige. La piste d'accès serpente au milieu de la cendre et des scories ; elle longe tout d'abord les installations de remontées mécaniques puisque la base du volcan abrite quelques pistes de ski puis elle grimpe jusqu'à un point de vue. On voit alors très bien les coulées de lave qui ont envahi les forêts en contrebas et d'autres volcans, tel que le Copahue (situé sur la frontière Chili-Argentine) en partie enneigé, et qui fume encore, depuis l'éruption de fin 2012. Il est temps de fouler la vaste étendue de scories qui nous entoure, sans oublier de mettre les guêtres, pour aller sur

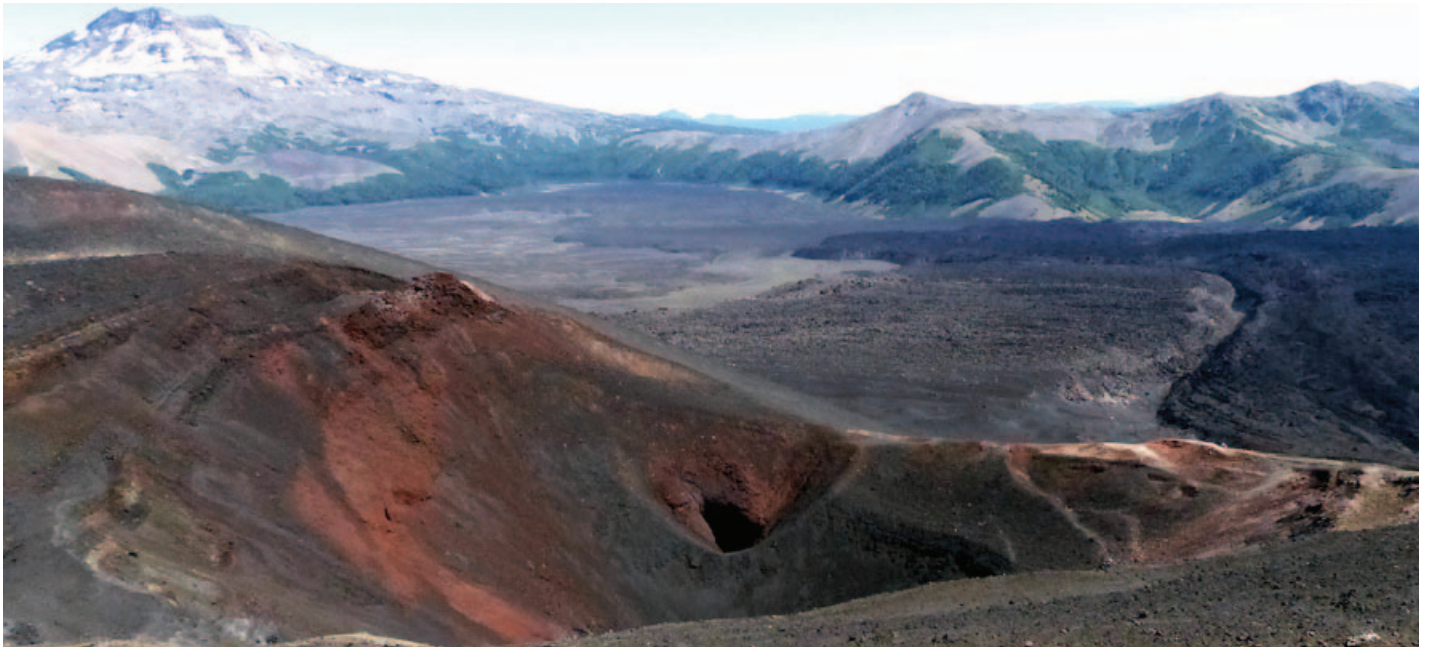


Texte et Photos

Marie-Anne et Marc-André Bardet



Le volcan Lonquimay



Le cratère Navidad du volcan Lonquimay

les flancs du volcan. Nous sommes seuls dans cet univers minéral et il fait très chaud. Nous montons vers le cratère le plus récent, nommé Navidad (Noël) puisqu'il s'est formé lors de l'éruption qui a débuté le 25 décembre 1988. Nous faisons le tour de ce cratère en marchant prudemment sur l'étroit sentier et nous apprécions les nuances de rouge qui caractérisent ce cratère.

Puis nous reprenons le véhicule et la piste pour traverser le parc national Conguillio, essentiellement boisé d'araucarias (arbres à aiguilles vert foncé) et de nothofagus (arbres à petites feuilles vert tendre). Nous contournerons le vol-

can Llaima (3'125 m) très imposant avec son sommet à 3'125 m; dommage que le programme ne prévoit pas de balade sur ce volcan. Nous nous arrêtons au bord de la lagune Captren, formée suite à des coulées de lave qui ont dévié une rivière et dévasté une forêt. Le site est insolite et superbe avec les restes de troncs qui dépassent du lac, sans oublier la couleur émeraude de la lagune et les araucarias derrière.

Et nous poursuivons notre route vers le sud avant de bifurquer sur une piste plus que défoncee qui grimpe dans la montagne. Nous arrivons en fin de journée dans notre hébergement constitué de quelques

bungalows très bien aménagés et situés au bord d'un étang ; on est au bout du monde et au paradis... Nous sommes au pied des nevados de Sollipulli.

Le lendemain matin, nous partons à pied à travers une très jolie forêt d'araucarias et de nothofagus, habitée de nombreux pics noirs à tête rouge. Après deux heures de montée régulière, on arrive dans les scories au pied du volcan Sollipulli et on voit plusieurs sommets roses/rouges en face de nous. Le décor qui nous entoure est superbe : il est essentiellement minéral, puisque volcanique, et sombre du fait du sol recouvert de scorie noire et du vert



Le volcan Llaima



La lagune Captren dans le Parc Conguillio



sombre des araucarias. Il est éclairé par les roches colorées des sommets environnants et illuminé par le soleil et le ciel bleu. On continue la montée en plein soleil et on profite d'une superbe vue très dégagée sur les alentours ; on voit à nouveau les volcans Lonquimay, LLaima, Copahué qui dégaze fortement et Callaqui, en plus de nombreux autres sommets. Pour accéder au bord du cratère du Sollipulli (2'282 m), il faut encore monter, puis redescendre, puis remonter sur des zones pierreuses très pentues ; chacun doit trouver le meilleur passage puisqu'il n'y a pas de chemin. Enfin on arrive au bord du cratère et on surplombe l'immense glacier qui l'occupe sur une surface de 14 km² et sur 600 m d'épaisseur. C'est la plus grande calotte glaciaire de toute la région des lacs. Le point de vue est magnifique et nous profitons de la beauté de l'endroit pour pique-niquer. Il faut alors redescendre d'abord dans la scorie, puis dans des champs de neige avant de retrouver la scorie, puis la forêt, où nous zig-zagons entre les arbres avant d'arriver dans notre hébergement. Nous apprécions alors grandement de nous délasser dans le gros « baquet » d'eau chauffée au bois, en plein air, dans lequel un Pisco Sour rafraichissant nous est servi !

Après une bonne nuit, nous repre-



Le volcan Sollipulli

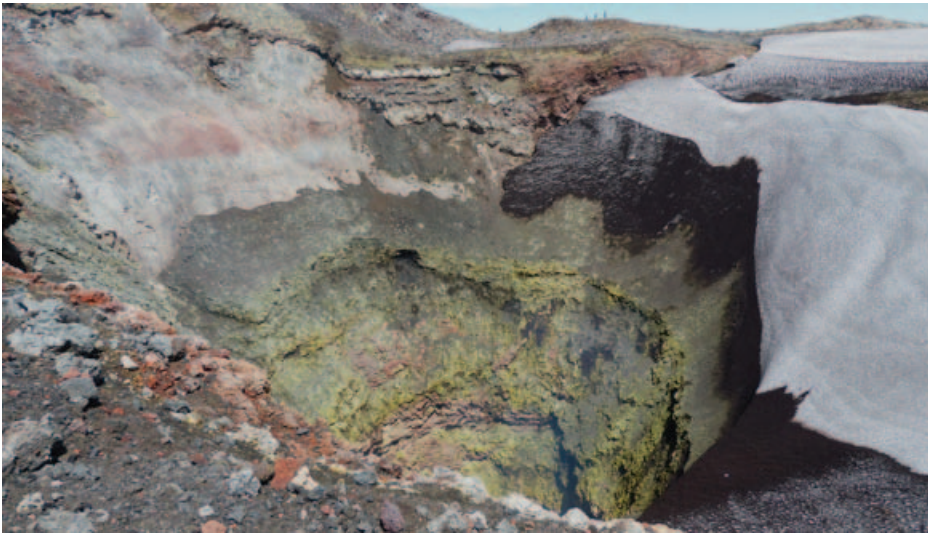
nons la même piste qu'à l'aller et continuons vers Pucón, au bord du lac Villarica avec le volcan en arrière-plan. La ville de Pucón est très animée puisque l'endroit est touristique et qu'en février, ce sont les vacances d'été ! On regrette déjà nos étapes précédentes, où nous étions les seuls touristes au milieu de nulle part... Nous visitons les « grottes volcaniques » du volcan Villarica, qui sont en fait un tunnel de lave découvert il y a 80 ans et aménagé pour les touristes. Bof... on préfère les tunnels de lave bruts ! On parcourt environ 250 m sur les 16 km de long du tunnel.

Puis vient le jour de l'ascension du volcan Villarica (2'847 m) dont l'activité est presque continue depuis 500 ans, caractérisée par

l'émission de fumées et de coulées de lave fluide, et la présence d'un petit lac de lave. Le sommet de ce volcan étant toujours sous la neige et la glace, il faut prendre un équipement approprié : crampons, piolet, casques, surpantalons et survestes très épaisses et étanches en plus du matériel standard et des masques à gaz... Autant dire que nous sommes bien chargés pour parcourir les 1'000 m de dénivelé qui nous attendent, après la montée en télésiège jusqu'à 1'800 m. Malgré ça, l'endroit est très fréquenté et on voit des groupes de 4 à 8 personnes qui montent en file indienne... On monte dans la scorie et les pierres jusqu'à 2'100 m, à la limite de la neige. Puis on continue dans la neige en profitant des traces existantes en s'aidant du piolet et d'un bâton et la montée en zig-zag se fait bien ; il faut juste penser à croiser le piolet et le bâton à chaque virage, et mettre souvent de la crème solaire parce que le soleil nous chauffe ! On arrive au sommet « fumant » après 3 heures de marche, avant la plupart des groupes. Nous pouvons donc profiter de la vue superbe à 360° sur les forêts, les lacs et les nombreux volcans (Quetrupillan, Lanin, Osorno, Chosueno, Trumidor) aux alentours. Le cratère du Villarica est en bonne partie sous la neige et la glace. Certaines zones



Le lac Villarica avec le volcan Villarica



Le cratère fumant du lac Villarica

sont toutefois dégagées grâce à la chaleur des fumées émises par le volcan. Le masque à gaz est nécessaire pour faire le tour du cratère, de 1 km de diamètre, et s'approcher de quelques événements. En plus des fumerolles odorantes, on entend le bouillonnement du lac et une petite explosion à l'intérieur du cratère, mais nous ne voyons pas le lac de lave, dommage ! Nous savions que la probabilité de voir ce lac de lave était faible puisque le diamètre est petit et le niveau souvent bas. Le pique-nique nous permet de reprendre des forces avant la descente. C'est là que les survestes et surpantalons vont être utiles, puisque nous nous déguisons en « bibendum » pour descendre, assis sur une « assiette » en plastique, en se laissant glisser dans des ravines

de glace; ça va vite, trop vite pour certains qui ne sont guère rassurés, et très amusant pour les autres !! La pente est forte et il faut utiliser le piolet pour freiner. On retire notre déguisement quand on arrive dans la scorie et poursuivons la descente à pied jusqu'au parking, à 1'400 m, bien mouillés car les survêtements prêtés pour l'occasion ne sont plus très étanches ! Ce sont aussi ces petits aléas qui laissent de bons souvenirs de nos escapades volcaniques.

Le Chili est non seulement le pays des volcans, mais aussi le pays des lacs et des parcs nationaux. Ces lieux sont propices à de belles balades comme celle que nous avons faite dans le parc de Huerquehue pour admirer de près toutes les nuances de bleu, et de vert, en pas-

sant par le turquoise et l'émeraude, des lacs et de la végétation environnante, surtout quand il fait beau. Il est vrai que nous avons beaucoup moins apprécié les cascades de Hui-lo-Huilo sous la pluie.

Plus au sud, on arrive au bord du lac Puyehue bordé de pierres ponces de différentes couleurs. Un peu plus loin, nous retrouvons Christian, qui sera notre guide local pour l'ascension du volcan Puyehue et qui a vécu de près l'éruption de 2011, puisqu'il n'a pas voulu évacuer. Nous grimpons les 1'000 m de dénivelé sous la pluie, essentiellement dans la forêt, en marchant parfois dans les ravines, parfois en dehors. Le sol est recouvert des cendres de l'éruption de 2011. A la sortie de la forêt, on arrive sur une crête où le vent souffle tellement fort qu'il est difficile de marcher droit. Après quelques heures de marche, nous arrivons dans le petit refuge El Caulle. C'est une grande cabane de planches, avec quelques planches manquantes au sol et quelques verres cassés aux fenêtres. L'aménagement intérieur est sommaire : quelques lits superposés en bois (il en reste 8 sur les 16 initialement présents, le bois des autres ayant sûrement servi de combustible), une table en bois avec deux bancs et un petit poêle à bois. Il fait froid et humide, et les précédents occupants n'ont laissé que quelques morceaux de bois... Les hommes retournent dans la forêt pour ramasser du bois... mouillé ! Christian va chercher de l'eau dans une galerie où coule un filet d'eau. Le refuge nous permet de pique-niquer au sec et de nous sécher. On profite d'une accalmie pour aller explorer les environs et apercevoir le sommet du Puyehue, qui est 1'000 m plus haut que le refuge. On se couche de bonne heure pour se réchauffer - il fait 12 °C dans le refuge - et on espère que le temps sera plus clément le jour suivant pour aller au sommet. En



Le lac émeraude dans le Parc Huerquehue

*Le volcan Puyehue**La forêt primaire chilienne*

effet, ciel bleu et soleil sont bien là le matin, mais les prévisions météorologiques ne sont pas encourageantes. Qu'importe ! On veut quand même tenter notre chance. On attaque la montée de face, dans la cendre et la scorie, au milieu des nombreuses ravines qui nous obligent à bien choisir où nous pouvons marcher. Au fur et à mesure de la montée, on a une belle vue sur le lac en contrebas. Le refuge devient de plus en plus petit, la température diminue, le vent commence à se manifester et les nuages menaçants sont posés sur le sommet. On arrive au bord du cratère dans le brouillard, sans rien voir. Le vent souffle à plus de 70 km/h et on doit lutter pour se tenir debout. Les gouttelettes de pluie gelée nous fouettent le visage... Dans ces conditions, on prend rapidement quelques photos pour immortaliser l'instant, et on renonce à aller vers le cratère du Cordon Caulle qui était en éruption en 2011, c'est-à-dire deux ans auparavant. On descend rapidement, en courant dans la scorie, pour aller nous réchauffer et reprendre des forces avec un « excellent » repas au refuge. Les autres 1'000 m de descente restent à faire en partie sous la pluie et sur un terrain glissant.

On continue vers le sud en prenant des ferries ou des bacs pour traverser des fjords quand la route,

ou plutôt la piste, s'arrête. Dans cette région, les pistes sont peu fréquentées, assez cahoteuses, et elles traversent des forêts primaires très denses, dans lesquelles on observe beaucoup de fougères et de rhubarbes géantes (espèce gunnera) impressionnantes avec leurs gros pétioles couverts d'épines.

En poursuivant sur la piste, on arrive dans une zone de désolation : il n'y a plus de végétation sur les sommets, les arbres sur les flancs des collines environnantes sont morts, la rivière qui longe la piste transporte des troncs d'arbres. Au milieu de cet environnement, on distingue des fumerolles au sommet du volcan Chaiten (962 m), dont les lahars consécutifs à l'éruption de 2008 ont envahi et en partie recouvert la

ville de Chaiten, située au bord de l'océan, à 8 km de là. Une petite balade dans la ville nous fait prendre conscience de la puissance de cette éruption qui a duré 3 ans en voyant les maisons éventrées, dévastées, envahies de cendres, et qui sont restées dans l'état où elles étaient quand leurs habitants ont dû fuir. Avant de nous accompagner au sommet du Chaiten, Nicolas, habitant de la ville de Chaiten, nous raconte avec beaucoup d'émotion, l'éruption qu'il a vécue en direct, l'évacuation de la ville, la lutte acharnée de nombreux habitants qui sont revenus habiter ici alors que l'état a déclaré la ville inhabitable. Il y a maintenant environ 900 habitants dans la ville, sur les 4'000 qui s'y trouvaient avant l'éruption.

*Le volcan Chaiten*



L'ascension du Chaiten est facile, sur un chemin aménagé après la fin de l'éruption. On monte dans la cendre au milieu des arbres morts, décapités. La végétation se raréfie au cours de la montée ; on voit toutefois quelques fuschias et des fougères qui redémarrent, ce qui montre que la vie reprend au milieu de ce paysage lugubre, témoin de la violence de l'éruption. L'ambiance est d'autant plus triste que les nuages masquent le sommet et qu'il pleut. Après trente minutes d'attente à l'abri d'un tronc sec incliné, nous découvrons enfin le dôme de lave actif, de 300 m de hauteur, situé à l'intérieur du cratère. Nous nous trouvons à quelques mètres du dôme de lave fumant, impressionnés et fascinés par cette nature vivante, et déconcertés par l'environnement dévasté. Lors de la descente par le même chemin, la vision d'un essaim d'abeilles bourdonnant réjouit notre guide local, puisque c'est un signe de la renaissance de cet endroit.

En continuant plein sud sur la carretera austral, on arrive au nord de la Patagonie, caractérisée par de superbes paysages montagneux et des glaciers au loin. Un arrêt suivi d'une petite balade nous permet d'approcher de gros rochers et d'admirer des peintures rupestres datant de 3'000 ans : des mains de taille



Vue depuis le sommet du Chaiten

humaine, essentiellement peintes en rouge. L'origine de ces peintures n'est pas connue. Plus loin au sud, nous arrivons au bord du lac General Carrera, lac immense aux eaux couleur émeraude et au bleu profond ; c'est le plus grand lac du Chili et le second plus grand d'Amérique du Sud, après le Titicaca. Il se prolonge du côté argentin en changeant de nom (lac Buenos Aires). Nous embarquons sur un canot à moteur pour aller voir les Cathédrales de marbre, une curiosité géologique sculptée par l'érosion et les vagues. On contourne ces immenses rochers puis on rentre à l'intérieur pour visualiser les richesses architecturales. On a l'impression que des tailleurs de pierre ont réalisé ces chefs-d'œuvre. Les trois Cathédrales sont entièrement en marbre, de toutes les couleurs et avec de nombreuses veinures.

Et pour terminer ce voyage, un peu d'aventure en allant voir un glacier de près, le glacier Leones, qui n'est pas très facile d'accès. La première partie du trajet se fait soit en 4x4 sur une piste, soit en petit bateau à moteur, pendant une heure, sans compter le temps de réparation du moteur du bateau... Puis nous continuons à pied le long de la rivière, pendant plus d'une heure, au milieu de pierres, de mousses, de bruyères et de petits arbustes à épines, pour arriver au bord du lac Leones. Ici nous montons sur un zodiac pour s'ap-



Une cathédrales de marbre au bord du lac General Carrera

procher du glacier (10 km environ) qui apparaît de plus en plus grand, même si selon le guide local, la taille de ce glacier diminue de jour en jour... Après le pique-nique et l'observation de morceaux de glacier qui se détachent et tombent dans le lac, nous commençons la grimpe au milieu de pierres instables, puis au milieu de rhubarbes géantes, auxquelles il ne faut surtout pas s'agripper du fait de leurs épines... Après quelques efforts, on se trouve sur le replat du glacier, où l'eau et la glace sont bleues, entre les crevasses et les pierres. La vue sur le lac et ses petits icebergs est très belle depuis là. Le trajet inverse, identique à celui de l'aller, est long.

Le retour sur Santiago se fait en avion depuis l'aéroport de Balmaceda et nous avons la chance de voir tous les volcans parcourus au cours de ce voyage et bien d'autres, dont l'Osorno, majestueux avec son sommet enneigé.



Le glacier Leones



DOSSIER / VOYAGE

Sultanat d'Oman



Texte et Photos
Pierre et Dédé



Ce voyage s'est déroulé en deux parties, une partie géologique sur la première semaine et une partie visite touristique sur la deuxième semaine.

Pour introduire la première semaine il est indispensable d'expliquer pourquoi il est très intéressant d'un point de vue géologique de visiter ce pays.

Le Sultanat d'Oman est un pays du Moyen Orient situé au sud-est de la péninsule Arabique. Il s'étend sur 1 760 km et représente une superficie de 309 500 km², soit environ la moitié de la France. Son littoral est très étendu et offre une grande ouverture sur la mer d'Arabie (ou d'Oman) et le golfe d'Oman au niveau du Détroit d'Ormouz. Il est peuplé par 3 900 000 habitants (cf Fig 1).

Du nord à l'est, là où la plupart des

grandes villes sont situées (telles que Mascate la capitale, Mutrah et Sohar), le relief est très montagneux, dominé par le Djebel Shams (3 075 m d'altitude). La partie centrale, occupée par une vaste plaine désertique, est constituée par les dunes de sable de Wahibah, tandis qu'au sud-ouest commence le grand désert de l'Ar Rub' al Khali formant la frontière avec l'Arabie Saoudite. (cf Fig2)

Ce nord montagneux est dû à l'échouage du plancher océanique suite à la fermeture de la mer Téthys. Ce charriage comprend une partie du manteau supérieur, la croûte océanique et la couverture des dépôts sédimentaires, c'est-à-dire des couches internes de notre planète habituellement inaccessibles et non visibles à l'humain.

Cette caractéristique unique, en fait une destination privilégiée pour



Figure 1 : Situation géographique d'Oman



Figure 2 : Les montagnes en Oman

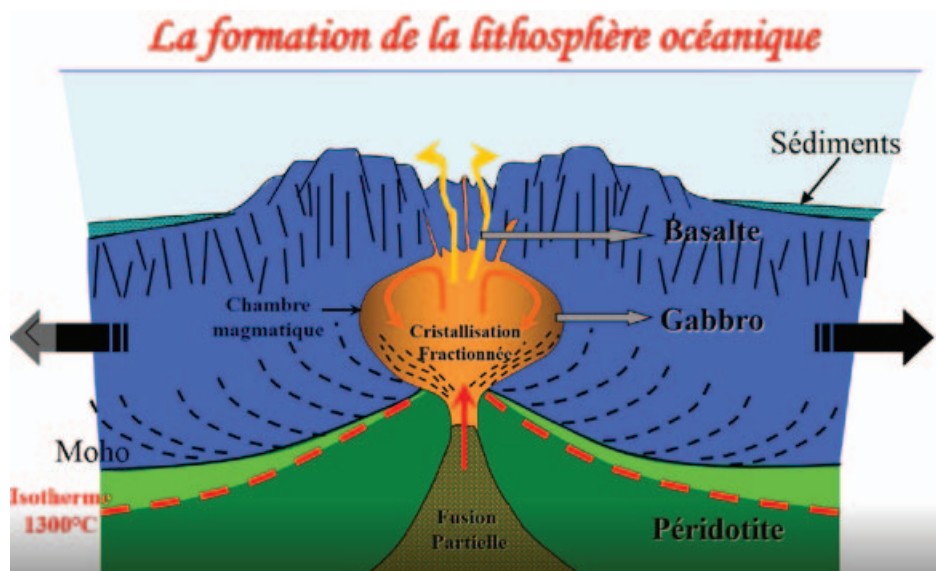


Figure 3 : Schéma extrait du cours SVT de Sébastien Debiève (<http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt>)

les géologues et pour tous ceux qui s'intéressent à la structure de notre planète. Ce plancher océanique échoué, est appelé une ophiolite.

Pour résumer très rapidement cette histoire géologique : de -300 à -135 Ma l'océan Téthys est en expansion continue et une dorsale dite rapide est active à la place de ce qui est aujourd'hui le golfe d'Oman. A partir de -135 Ma et jusqu'à environ -34 Ma, le mouvement s'inverse et l'océan se referme, créant une subduction entre la plaque arabe et la dorsale. La croûte océanique est charriée sur la plate-forme arabe. De -34 Ma à nos jours, sous les effets conjugués des mouvements et de la collision des plaques eurasiatique et indienne, on assiste à un soulèvement régional. L'érosion et l'effondrement gravitaire de la chaîne ont sculpté les reliefs tels que nous les voyons aujourd'hui.

De par sa formation à partir d'une dorsale océanique, l'ophiolite est composée d'un empilement de péridotite du manteau rigide, de gabbros (magma qui a cristallisé), de dykes, qui ont servi pour la plupart de conduit d'arrivée aux basaltes sur le plancher océanique, où, du fait de la pression de l'eau, ces basaltes se sont épanchés en coussins, appelés

pillow lavas. De plus, comme cet empilement se fait sur plusieurs milliers (ou millions d'années) des sédiments marins se forment en surface (cf Fig3).

C'est donc ces différentes strates que nous avons essayé de retrouver en Oman, en parcourant les montagnes sur près de 3000km du 26 novembre au 9 décembre 2016. (cf Fig 4).

Nous avons eu la chance d'être guidés par deux passionnés par ce

pays, ayant les bonnes compétences pour nous aider à décrypter les paysages. Une fois sur place et malgré tout ce que nous avons étudié sur la géologie omanaise, ce n'est pas du tout facile de comprendre.

Pour ne pas ennuyer le lecteur dans ce bulletin, nous ne raconterons pas notre voyage au jour le jour, nous ne décrirons que quelques points significatifs qui permettent de remonter de la croûte océanique du manteau jusqu'à la surface, à l'aide d'exemples vus sur place.

De nombreux cours d'eau ont entaillé les montagnes en créant des canyons de toutes les dimensions, tous plus magnifiques les uns que les autres. Ces vallées encaissées sont appelées wadis. Très esthétiques, elles permettent de faire des randonnées originales (canyoning, escalades, baignades, ...) et sont aussi autant de coupes de terrain qui révèlent les différentes strates décrites précédemment.

Le wadi al Abyad est très connu car il offre la possibilité de contempler facilement cette limite du manteau et de la lithosphère appelée



Figure 4 : Notre parcours pendant 2 semaines sur 3000 km (chaque couleur = un trajet de 1 jour)



Photo 1 – Dans le wadi al Abyad, limite du manteau et de la lithosphère appelée MOHO

MOHO. (cf Photo 1). En dessous apparaissent les dunites (variété de péridotites) et au-dessus les gabbros. Ce wadi est large et facilement accessible en voiture, il est donc très apprécié des omanais qui viennent pique-niquer le week-end en famille.

Grace à un bon 4x4 et un chauffeur expérimenté, nous avons parcou-

ru les nombreuses pistes qui traversent les montagnes et relient des villages toujours situés de manière à amener l'eau par des canaux savamment construits appelés falajs, et à aménager des espaces en terrasses pour les cultures, tel le village de Bilad Sayt proche du Snake canyon (cf Photo 2).

Dans le wadi Haylayn nous trou-

rons des gabbros lités (Photo 4) et des sources hydrothermales à aspect laiteux dû à la présence de carbonate de magnésium (Photo 5). Dans ce wadi un falaj fort bien aménagé facilite notre randonnée (Photo 8).

En plus de l'intérêt géologique, les wadis comme le wadi Dam, offrent des moments de grande détente



Photo 2 - Village de Bilad Sayt proche du Snake canyon



Photo 4 – Les gabbros lités du wadi Haylayn



Photo 5 – Les sources magnésiennes du wadi Haylayn

(Photo 6) et permettent l'observation d'espèces rares telle que cette chauve-souris de la famille des Rhinopomes (Photo 7).

En de très nombreux endroits nous avons pu observer des complexes filoniens, qui sont des vestiges des fissures ayant conduit les magmas vers la surface de la croûte océanique en formation comme par exemple ce col avant le village de Al Musayak (Photo 9).

La croûte océanique est si bien conservée telle qu'elle s'est formée, qu'il est possible de trouver des fumeurs noirs (sources hydrother-



Photo 7 – Rhinopome du wadi Dam



Photo 8 – Un falaj dans le wadi Haylayn



Photo 6 – Moments de détente dans le wadi Dam



Photo 9 – Complexe filonien

males représentant de véritables oasis de vie au fond des océans), parfaitement positionnés verticalement. On peut ainsi en faire l'ascension, comme pour le fumeur noir de Zoha (Photo 10), et s'imaginer au fond de l'océan, en train de gravir ces petits monticules grouillants de vie extrémophile avec des cheminées crachant des fumées chargées de divers sulfures métalliques.

Ces minéraux se concentrent sur les flancs du monticule et les hommes les ont exploités depuis longtemps pour en extraire du cuivre, du manganèse, du fer, ...

Dans le wadi Jizzi, on trouve d'extraordinaires murs de pillows lavas, avec des boudins de basalte qui semblent juste sortis des cheminées volcaniques comme dans le site appelé Géotimes (Photo 11).

Parce que ces laves se sont formées vers 3300m de profondeur, on peut voir des craquelures de rétraction, liées au refroidissement de surface au contact de l'eau (Photo 12)

La crête du Jabal Shams (3 075m), plus haut sommet d'Oman, s'atteint par une piste accrochée aux pentes abruptes d'un anticlinal érodé, dont les bords très découpés laissent apparaître les couches sédimentaires,



Photo 11 – Pillow lavas très bien conservés du wadi Jizzi (site appelé Geotimes)



qui ont été plissées et fortement érodées.

Dans ce massif entaillé de canyons impressionnants, nous empruntons un sentier aérien accroché aux parois du Grand Canyon (1000m de profondeur) qui nous amène au village de Sap Bani Khamis, perché au-dessus du vide. Longtemps habitée, ses habitants ont été réinstallés sur le plateau et il ne reste que des maisons savamment construites sous une avancée de la falaise et des anciennes terrasses de cultures accrochées au-dessus du vide. (cf Photo3)

Après une semaine de parcours géologiques aux paysages très divers et extraordinaires, nous avons profité du bord de mer et rejoint la réserve de Ras al Jinz, dédiée à la sauvegarde des tortues vertes qui viennent se reproduire tout au long de l'année sur la plage. Bien que nous y étions dans une période de faible ponte, nous avons eu la chance d'observer ces gros reptiles en plein effort pour perpétuer leur espèce. Dans la nuit et au petit matin plusieurs nids ont relâché des bébés tortues en grand nombre. C'est extrêmement émouvant de voir ces petites créatures



Photo 12 – Craquelures de rétraction liées au refroidissement de surface des Pillow lavas au contact de l'eau

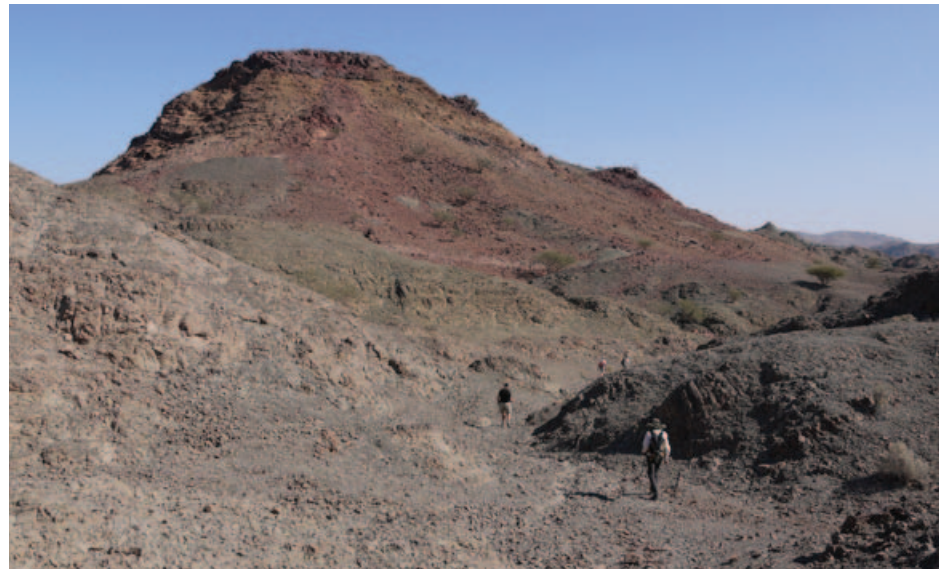


Photo 10 – Fumeur noir de Zoha



Photo 3 – Vu sur le village troglodyte de village de Sap Bani Khamis

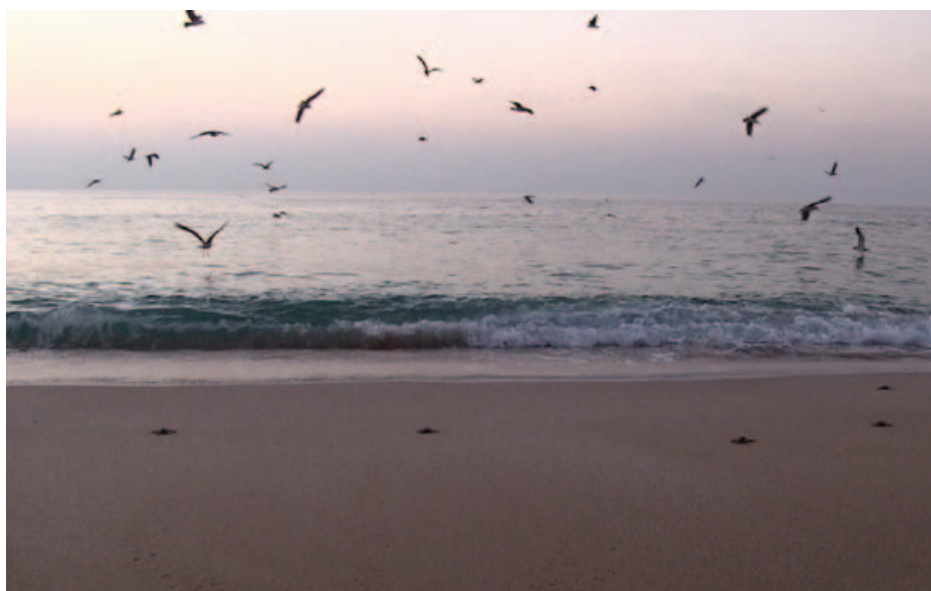


Photo 13 – L'avenir incertain des petites tortues vertes.

pressées de rejoindre la mer, malgré une grande quantité d'oiseaux au-dessus de leur tête ne désirant que les gober. Notre guide nous a expliqué que l'on estime leur chance de se reproduire à 1 tortue pour 1000 bébés éclos. (Photo 13).

Le sud du sultanat est occupé par un grand désert. Se balader dans les dunes de sable doré est très dépayasant. (Photo 14)

Puis nous avons rejoint les îles Day-

maniats, au large de Mascate, pour observer les tortues adultes et une incroyable quantité de poissons et de coraux. (Photo 15)

Le sultanat d'Oman est un pays très attrayant pour la géologie, mais aussi pour des activités sportives (canyoning, plongée, randonnée, ...) et pour ses nombreux sites historiques. C'est le seul pays de cette région, extrêmement calme, où le touriste est le bienvenu sans aucune contrainte imposée.



Photo 15 – Tortue verte

Pour approfondir :

- Dossier de Désiré Corneloup sur les Ophiolites (N° spécial de LAVE)
- Site André Laurenti <https://volcans-pro.azurseisme.com/sultanat-oman/>
- Cours de SVT sur les Ophiolites <http://www.svt-monde.org/spip.php?article19&artsuite=1>
- Institut des Sciences de la Terre, de l'Environnement et de l'Espace de Montpellier <http://www.gm.univ-montp2.fr/spip.php?rubrique105>
- Bulletin SVG n° 115 – Article de Y. Bessard



Photo 14 – Dunes de sable du désert de Wahibah



ENQUÊTE ET ART

Un monde sans catastrophe est-il souhaitable ? (suite)



Textes

Thierry Basset

Expositions :

Bernard Garo, du 27 janvier au 26 mars 2017 à l'Espace Arlaud, Place de la Riponne, Lausanne.

Alexandria, Reykjavik, Istanbul, Lisbonne, sont quatre villes que relie le concept ARIL de l'artiste Bernard Garo. Leur histoire est marquée par les dévastations infligées par la nature. Pour clôturer ce cycle, Garo a choisi une montagne emblématique, le Cervin, qui constitue le centre des deux cercles sur lesquels il avait choisi les quatre villes. Ses toiles expriment notre fragilité face à la nature. Mais l'œuvre de Garo comporte aussi l'affirmation que l'art a le pouvoir de sauver le monde.

Eruptions, séismes et tsunamis, visite thématique de l'exposition GARO à l'Espace Arlaud le jeudi 16 mars 2017 avec Bernard Garo et Thierry Basset.

Suite de l'article paru dans le bulletin 162 de la SVG de février 2017

Ce texte, légèrement modifié, est tiré du livre Garo Déflagration sorti aux éditions Till Schaap dans le cadre de l'exposition des peintures de Bernard Garo qui se tient à l'Espace Arlaud à Lausanne du 27 janvier au 26 mars 2017. Ce livre relie arts et sciences, en étroite synergie avec les questionnements contemporains, contribuant à enrichir par strates nos champs de réflexion et de perception.

Le séisme de Lisbonne de 1755, sources d'inspiration pour les arts et les sciences

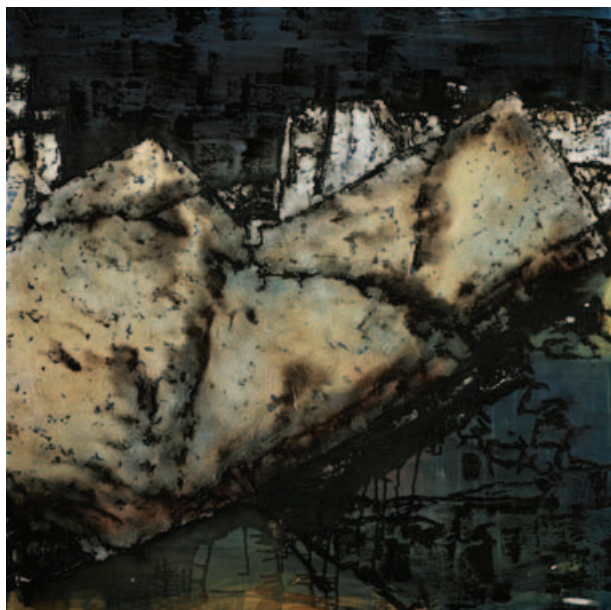
Le 1er novembre 1755, la Terre tremble au large de Lisbonne. Les bâtiments qui résistent à la terrible secousse sismique sont détruits quelques instants plus tard par les tsunamis ou les incendies qui achèvent d'anéantir la ville. Environ 60'000 personnes trouvent la mort. Cette catastrophe a un impact considérable en Europe en plein siècle des Lumières. Des centaines d'œuvres littéraires s'inspirent de cet événement : des poèmes, des romans, des pièces de théâtre... La catastrophe s'étant produite en pleine

fête catholique, le jour de la Toussaint, les ecclésiastiques ne cessent d'évoquer la colère divine et le péché des Hommes dans leurs sermons et leurs écrits. Théologiens et philosophes débattent de la question du mal sur la Terre.

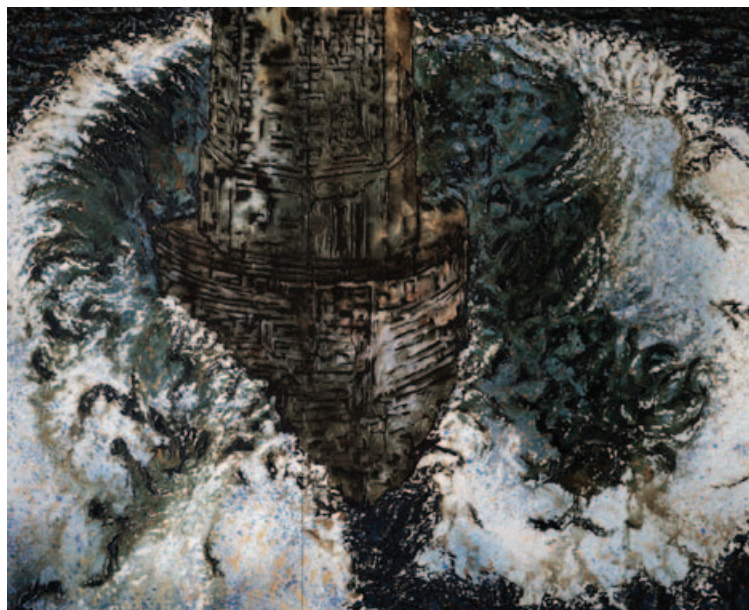
Cette catastrophe sismique a été à l'origine du génie parasismique en Europe. Le Premier Ministre du roi, Sebastião de Melo (le futur marquis de Pombal), après avoir immédiatement organisé les secours dans une ville anéantie par les secousses, les tsunamis et les incendies, envoie des architectes examiner les dommages aux bâtiments et définir des règles de construction et d'urbanisme pour résister aux futurs événements telluriques. La nouvelle Lisbonne, reconstruite dans la deuxième moitié du XVIIIe siècle, possède de grandes places, de larges avenues et les premiers bâtiments parasismiques d'Europe. Le Premier Ministre organise également la première enquête d'envergure nationale suite à un séisme en envoyant à toutes les paroisses du pays un questionnaire avec, notamment, les questions suivantes : combien



Séisme de Lisbonne, 1755. Trois catastrophes en une : séisme, tsunamis et incendie. Tiré de Wikipédia



Epicentre, Bernard Garo, 2015.



Tsunami, Bernard Garo, 2016.

de temps a duré le tremblement de terre ? Combien de répliques ont été ressenties ? Quel type de dommage a été causé ? Les animaux ont-ils eu un comportement étrange ? Que s'est-il passé avec les puits et les points d'eau ? Il est le précurseur des enquêtes macrosismiques modernes qui sont réalisées maintenant systématiquement après un séisme important. L'ensemble de ces témoignages est encore conservé aux archives nationales portugaises.

Ces précieux témoignages et le retentissement international de la catastrophe de Lisbonne donnent

l'occasion à de nombreux hommes de sciences de proposer de nouvelles idées sur l'origine des séismes. L'Anglais John Michell (1724-1793) publie un traité sur les tremblements de terre en 1760. Il admet que les mouvements du sol sont de deux types : une vibration « tremblante » suivie par une ondulation de la surface du sol. Il venait de mettre en évidence par l'observation les deux principales ondes sismiques, les P (comme Primaire) et les S (comme Secondaire). Cette découverte ne sera confirmée qu'au début du XXe siècle grâce aux premiers enregistrements par des sismographes. John

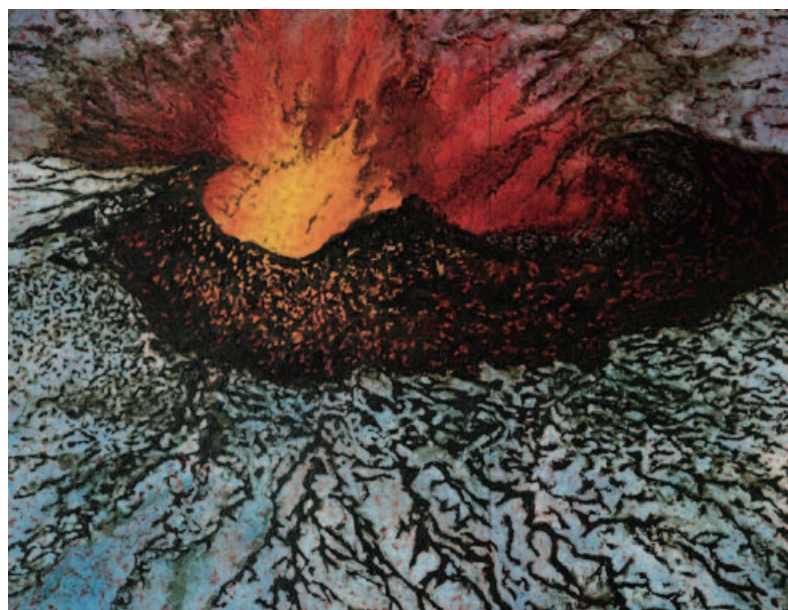
Michell tente également de calculer la vitesse des ondes sismiques et met au point une méthode permettant de localiser les épicentres. Il écrit également : « Les tremblements de terre sont des ondes provoquées par des blocs de roche qui se déplacent à des kilomètres sous la surface ». John Michell avait posé les bases de la sismologie moderne.

En 1782-83, l'éruption du Laki en Islande, d'une durée de huit mois, est provoquée par l'ouverture d'une fissure qui déchire la croûte terrestre sur plus de 27 kilomètres de longueur. Cette fissure émet en huit mois près



La fissure du Laki sur les hautes terres islandaises, à l'origine d'une catastrophe... et d'une révolution ?

Image : T. Basset



*Nuée ardente
Bernard Garo, 2016.*



de 15 kilomètres cubes de lave qui s'épanchent sur une distance de 65 kilomètres recouvrant une superficie aussi vaste que celle du lac Léman. Cette éruption provoque la plus grande catastrophe naturelle dans l'histoire de l'Islande. Un cinquième de la population trouve la mort, soit environ 10'000 personnes. De plus, les 120 millions de tonnes de dioxyde de soufre émis dans l'atmosphère causent des pluies acides et des perturbations climatiques en Europe, réduisant drastiquement les récoltes pendant plusieurs années et contribuant de manière significative à augmenter la famine et la pauvreté. Quelques années plus tard éclate la Révolution française...

L'éruption du Tambora en 1815 à l'origine de catastrophes en Suisse

L'éruption cataclysmique du volcan Tambora en 1815, une des plus violentes de ces 10'000 dernières années sur Terre, a un fort impact climatique sur tout l'hémisphère nord pendant environ trois ans. 1816 est surnommée « l'année sans été ». Les conséquences sont terribles : famines en Europe de l'Ouest, à

l'Est des Etats-Unis et dans la province chinoise du Yunnan, épidémie mondiale de choléra, première grande dépression économique de l'histoire des Etats-Unis entre 1819 et 1822...

De 1816 à 1818, l'Europe vit une crise climatique extrême provoquant un véritable désastre humanitaire. Les pommes de terre pourrissent dans les champs et le blé ne pousse plus. Des millions de personnes sont affectées par la famine, la dernière de l'histoire du continent. La Suisse est particulièrement touchée à cause de sa très grande proportion de paysans, de son relief accidenté et de son découpage administratif en nombreux petits cantons qui rendent difficile la gestion de la crise. Le taux de mortalité bondit en 1817 et en 1818, le nombre de décès dépassant même celui des naissances. Des émeutes éclatent dans les marchés vaudois, des boulangers sont pris à partie par des foules affamées et leur boutique sont pillées. A la fin des années 1810 de nombreux Suisses décideront d'émigrer pour s'installer dans des pays lointains...

Dans les vallées alpines, les glaciers

ne cessent d'avancer depuis le début du « Petit Age Glaciaire », une période climatique froide commencée au XVIe siècle. Cette tendance est particulièrement marquée depuis le début des années 1810, la faute en incombant très probablement à l'explosion d'un volcan encore non identifié, mais dont on a retrouvé des dépôts de soufre piégés dans les glaces polaires. L'éruption du Tambora en 1815 allait encore accentuer ce climat froid, propice aux glaciers.

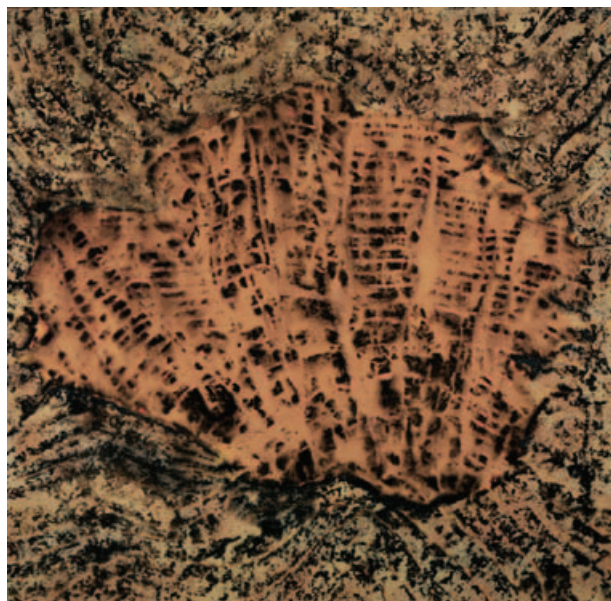
En Valais, le glacier du Giétro s'avance au-dessus Val de Bagnes et lâche régulièrement des morceaux de glace qui tombent 1000 m plus bas, barrant finalement le cours de la Drance et formant un lac de retenue. La menace est importante et une tentative de vidange du lac est entreprise en creusant un tunnel dans la glace à coups de pioche! L'entreprise réussit partiellement mais le barrage finit par céder le 16 juin 1818 à 16h30, libérant brusquement 18 millions de mètres cubes d'eau. La vague déferle dans la vallée, emportant tout sur son passage, dévastant villages, champs, routes, atteignant Martigny dans la vallée du Rhône en 1h30. Outre les dégâts matériels, une quarantaine de vic-



Cratère du volcan Tambora issu de l'éruption de 1815 : 6 km de diamètre, 1000 m de profondeur. Image : NASA.



Le glacier du Giétro en hauteur, le barrage de glace en dessous avec le lac de retenue. Aquarelle d'Escher von der Linth, 1818. Tiré de Wikipédia



Au bord du grand gouffre, Bernard Garo, 2007.



Le grand cratère, Bernard Garo, 2007.

times sont à déplorer.

Cette catastrophe attire de nombreux savants dans le val de Bagnes. Ils rencontrent Jean-Pierre Perraudin de Lourtier, chasseur de chamois, qui réussit à les convaincre que, selon ses observations, les glaciers avaient déjà été bien plus étendus à une époque ancienne. Cette idée, totalement nouvelle, a d'abord été jugée complètement farfelue par les hommes de science. Elle a néanmoins fini par être acceptée et est à l'origine, quelques années plus tard, de la « théorie glaciaire ». C'est le début de la paléoclimatologie, une science qui accapare les médias de-

puis plus d'une décennie.

Si l'éruption du volcan Tambora en 1815 a provoqué de nombreuses catastrophes dans le monde entier, elle a aussi eu des effets bénéfiques, notamment dans le monde des sciences, comme on vient de le voir. Mais pas seulement...

Les pires catastrophes volcaniques à l'origine de courants artistiques majeurs

Mary Shelley et Lord Byron séjournent à Cologny près de Genève en 1816, durant cette fameuse « an-

née sans été ». Dans un climat froid et sombre fait de pluies et d'orages incessants, obligés de rester confinés de longues heures à l'intérieur, ils s'amuse à écrire des histoires de fantôme. C'est ainsi que Mary Shelley débute l'écriture d'une œuvre littéraire qui allait marquer le début de la littérature de science-fiction : Frankenstein et le Prométhée moderne. Lord Byron trouve aussi l'inspiration un jour de juillet 1816 particulièrement sombre et déprimant, et écrit un long poème apocalyptique intitulé Ténèbres (extraits tirés de D'Arcy Wood, 2016) :

Un effroyable espoir était tout ce qui restait au monde [...]

A cette lueur pleine de désespoir, qui tombait sur eux en éclairs capricieux,

La face des hommes prenait un aspect étranger à la terre.

Les uns, étendus sur le sol, cachaient leurs yeux et pleuraient ; [...]

Les autres enfin couraient çà et là, alimentaient les bûchers funèbres

Et regardaient avec l'inquiétude de la démence le ciel monotone,

Etendu comme un drap mortuaire sur le cadavre du monde [...]

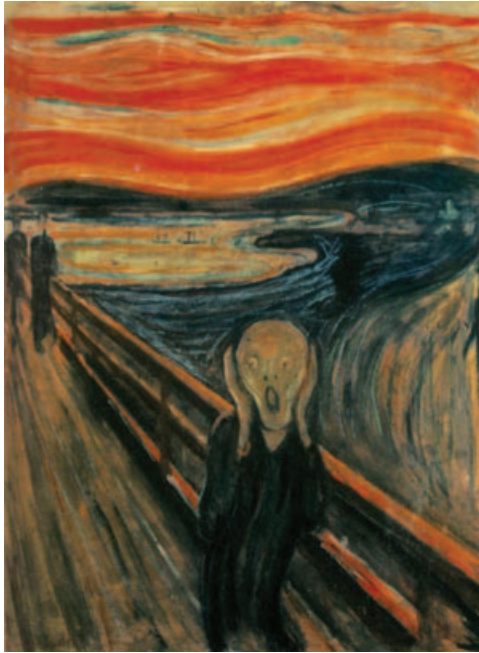


Le monstre de Frankenstein représenté au cinéma. Tiré de Wikipédia.

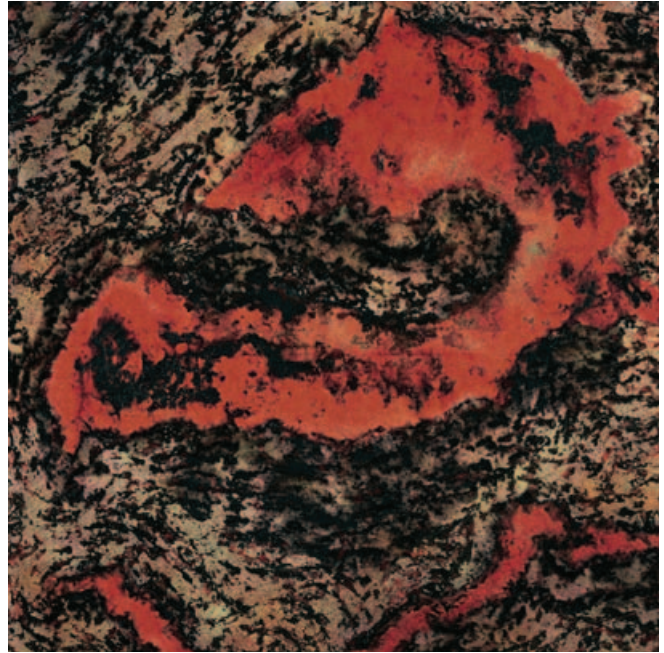


Portrait de Mary Shelley par Richard Rothwell, 1840. Tiré de Wikipédia.

L'éruption du Tambora influence



Le Cri d'Edvard Munch, 1893. Tiré de Wikipédia.



Montée de magma, Bernard Garo, 2007.

également les peintres du XIXe siècle. La grande quantité de dioxyde de soufre injecté dans la stratosphère provoque, par réfraction de la lumière, des couchers de soleil spectaculaires qui inspirent des grands maîtres comme William Turner, connu pour ses atmosphères aux tons particulièrement rougeoyants comme *Coucher de soleil écarlate*. Quelques décennies plus tard l'éruption du volcan Krakatau dans le détroit de la Sonde, toujours en Indonésie, provoque les mêmes effets atmosphériques et inspire de nombreux artistes comme William Ashcroft ou Edvard Munch avec *Le Cri*, une œuvre qui marque profon-

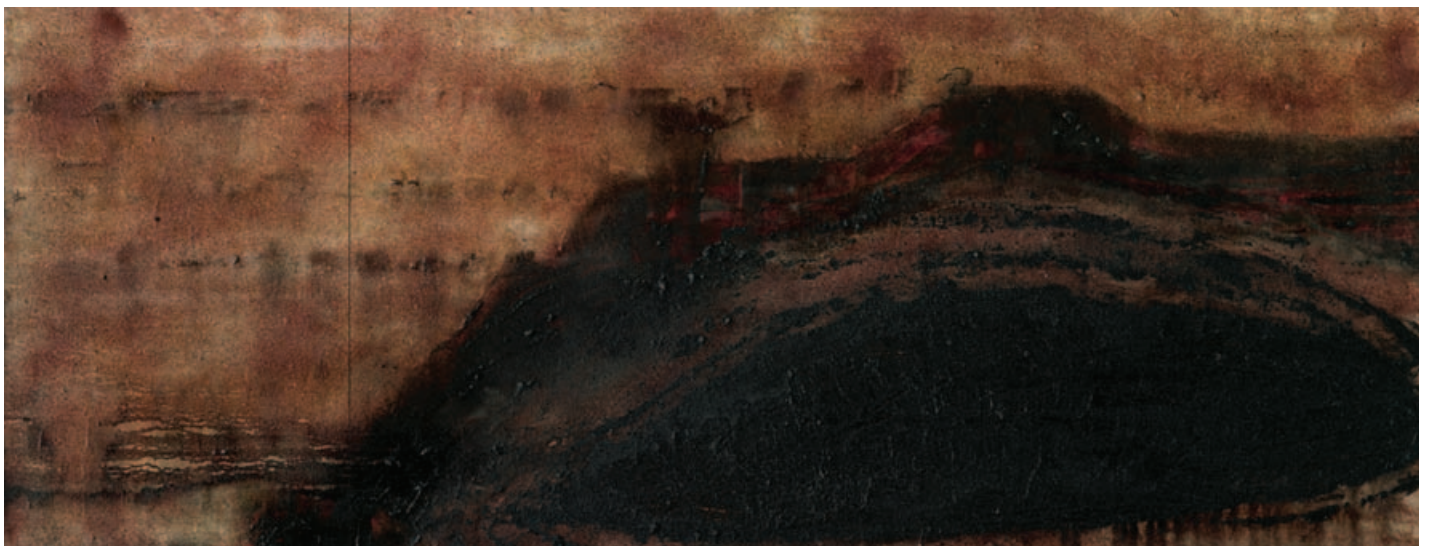
dément le courant artistique expressionniste du début du XXe siècle. Le Vésuve en éruption a également été un sujet d'inspiration pendant plusieurs siècles pour de très nombreux artistes, de Pierre-Jacques Volaire à Andy Warhol.

Tant qu'il y aura de la chaleur...

Les éruptions volcaniques et les séismes peuvent également avoir des conséquences économiques importantes. La seule petite éruption du volcan islandais Eyjafjallajökull, en 2010, a cloué au sol des

milliers d'avions et provoqué des pertes financières chiffrées entre 1.5 et 2.5 milliards d'euros pour les voyageurs et compagnies aériennes. On considère également qu'un méga séisme à Tokyo, dont la forte probabilité est avérée de par son contexte tectonique, pourrait provoquer non seulement une crise économique au Japon mais également à un niveau mondial.

Cette succession de catastrophes n'est pas près de s'arrêter, malgré les progrès de la science. La croissance démographique et le développement technologique nous rendent de plus en plus vulnérables face aux tressail-



L'orage le soir s'est abattu, Bernard Garo, 2010.



Volcan Eyjafjallajökull photographié en 2016 depuis les îles Vetsmann, Islande. Image : T. Basset

lements de la Terre. Une éruption comme celle de l'Eyjafjallajökull aurait passé complètement inaperçue au début du XXe siècle..... Mais ce type d'événement, mineur à l'échelle de notre planète, deviendra de plus en plus problématique dans le futur pour nos sociétés.

Si les catastrophes se poursuivent, c'est que la Terre n'est pas prête de s'arrêter d'ériger des montagnes, d'ouvrir des océans, de trembler

et de vomir des roches en fusion. Tant qu'elle produit de la chaleur, elle restera une planète dynamique, en changement constant. Mais le combustible - les éléments radioactifs - finira bien par s'épuiser, d'ici à quelques milliards d'années, et tout s'arrêtera. Les plaques tectoniques s'immobiliseront définitivement, les montagnes disparaîtront par érosion, les volcans s'éteindront, la géographie se figera à tout jamais... Tout

cessera d'évoluer. Il n'y aura plus de mouvements, plus d'a-coups, plus de catastrophes. Un rêve ? Peut-être... mais un monde sans catastrophe est-il souhaitable ?

Bibliographie :

D'Arcy Wood Gillen (2016) - *L'année sans été. Tambora, 1816, le volcan qui a changé le cours de l'histoire*. Editions La Découverte, 303 pages, ISBN : 978-2-7071-9108-3.

Garo Bernard (2016) - *Garo Déflagration. Eloge de la peinture et poétique élémentale de notre Terre*. Alexandrie, Reykjavík, Lisbonne, Istanbul et le Cervin. Till Schaap Edition, 464 pages, 338 images couleur, ISBN : 978-3-03828-082-8.

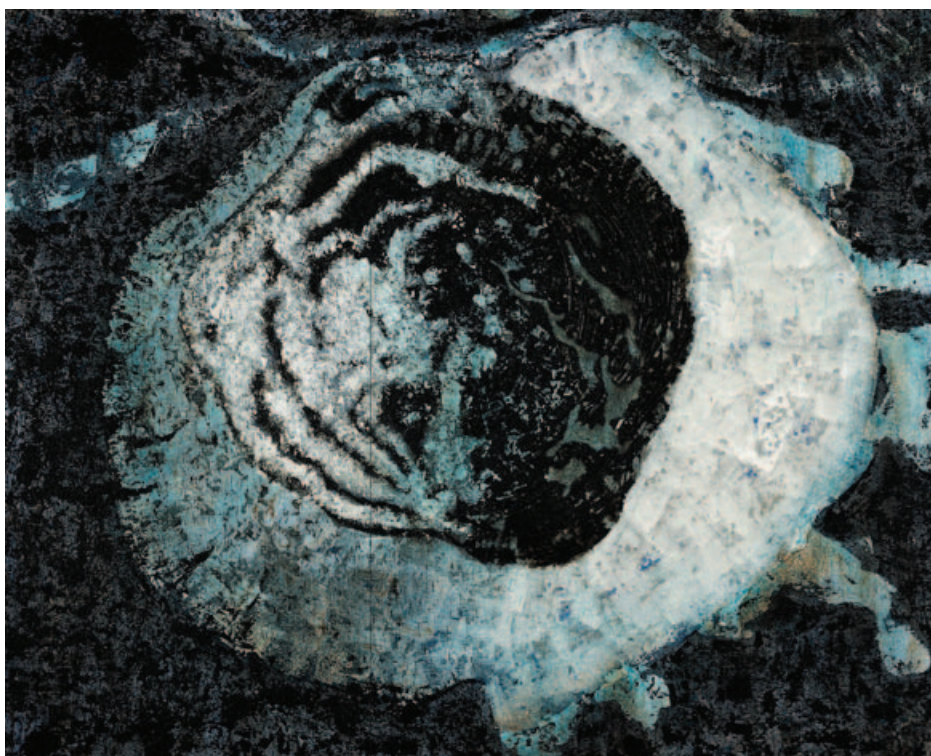
Shelton Marie-Denise (2015) - *Eloge du séisme, le tremblement de terre en littérature*. Editions l'Harmattan, 148 pages, ISBN : 978-2-343-06082-8.

Sites internet :

www.bernardgaro.ch
www.thierrybasset.ch
www.tillschaapedition.ch

Remerciements :

A Bernard Garo et aux éditions Till Schaap pour avoir autorisé la reproduction du texte de Thierry Basset et des peintures de Bernard Garo, artiste à Nyon.



Cratère gelé au coeur de la désolation, Bernard Garo, 2007



Cratère du Villarica Photo © M-A Bardet