



Bulletin mensuel 137

Septembre 2014



SOCIÉTÉ DE VOLCANOLOGIE GENÈVE

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

Sommaire Bulletin SVG 137

- 3 Nouvelles de la société
 - Réunion du 8 septembre
 - Communication du Comité
 - Notes pour les auteurs d'articles
 - Les micro-reportages du mois
 - Voyage de la SVG en Turquie
- 6 Actualité volcanique
- 7 Prochaine réunion
 - L'archipel du Vanuatu
- 9 Focale
 - Les volcans de boue de Berca (Roumanie)
- 13 Voyage
 - Pantelleria, perle noire de la Méditerranée
 - Un week-end au Salvador
- 20 Historique
 - L'ARCHEEN (suite et fin)



Couverture:
Volcan de boue en Roumanie
Photo © Sylvain Chermette

A NE PAS OUBLIER

La prochaine réunion le lundi 13 octobre
L'envoi de votre micro-reportage...
avant le 15 septembre pour le bulletin d'octobre
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 (50.- €)
Soutien : 100.- SFR (64.- €) ou plus.

Paiement membres Suisses:

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

Paiement membres étrangers:

RIB, Banque 18106, Guichet 00034,
Nocompte 95315810050, Clé 96.
IBAN (autres pays que la France):
FR76 1810 6000 3495 3158 1005 096
BIC AGRIFRPP881

Impressum

Bulletin de la SVG No 137
8 septembre 2014
24 pages
Tirage 250 exemplaires

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

Nous remercions :
Sylvain Chermette, Yvan Guthleben, Nathalie Duverlie, Luc Fromageat, Désiré Corneloup, Frédéric Aeberhard et Pierre Rollini pour les articles et les photos.
Ainsi que toutes les personnes, qui participent à la publication du bulletin de la SVG.

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

Imprimé avec l'appui de:





NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

Réunion du 8 septembre

À 20h00 à la salle de la Maison de Quartier de Saint-Jean 8,
ch. François-Furet, 1203 Genève, Bus 7, arrêt Contrat-Social

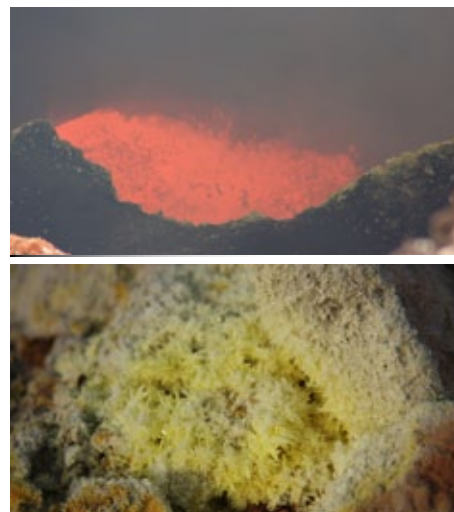
Avec pour sujet:

Vanuatu,

et

Stromboli et Vulcano,

par Yvan Guthleben



Communication du Comité

Chers membres,

Veillez noter que depuis le début septembre de cette année, l'adresse de notre société est changée. En effet, la poste a décidé de fermer son office à Le Vaud. De plus, notre secrétaire prenant quelques mois sabbatiques, Jean-Maurice va reprendre cette fonction. Vous voudrez bien dès lors dans vos courriers utiliser notre nouvelle adresse:

Société de Volcanologie Genève

c/o Jean-Maurice Seigne

Chemin de L'Etang 11

1219 Châtelaine

Suisse

Notes pour les auteurs d'articles

Règles à suivre:

- Dans le but de réaliser le bulletin dans les délais, les articles seraient les bienvenus avant le 15 de chaque mois.
- Les textes en fichier de type .doc (word) ou .txt (texte) sans mise en page et en typo courante.
- Les photos (jpg ou tiff) en bonne résolution, minimum 300 dpi dans leur taille définitive.
- Une indication de l'emplacement souhaité des photos, indiquée dans le texte.
- La taille des articles n'est pas la principale raison de leur publication, des récits de voyage (par exemple) peuvent ne comporter que de 2 à 3 pages avec leurs photos.

N'oubliez pas que notre bulletin vit par le soutien que vous lui apportez ! C'est **VOTRE bulletin**.

Si vous hésitez, si vous avez des questions, si vous avez une proposition, prenez contact avec nous à

bulletin@volcan.ch

Les micro-reportages du mois

Stromboli (Italie), par Pierre Rollini



Il y a bien longtemps (la photo date de 1981 !), avant les interdictions et les restrictions actuelles, il était permis de camper au sommet du phare de la Méditerranée, et si l'activité le

permettait, de s'approcher au plus près des bouches actives, et ainsi de « jouer avec le feu ». Cette nuit-là, je cherchais à photographier des silhouettes devant une éruption, et mon vœu fut parfaite-

ment exaucé par le volcan, et surtout par mes trois amis qui restèrent impassibles devant cette impressionnante explosion.

Etna (Italie), par Frédéric Aeberhard



Le 9 juillet avec ma fille professeure de biologie au Cycle d'Orientation, nous avons rendez-vous avec un guide privé à la station de Piano Provenzana. D'un premier abord je trouvais que pour deux personnes c'était assez cher mais la suite me prouva que non. Comme nous logeons à la station Sud, une heure de route est nécessaire pour arriver au rendez-vous et c'est là que je m'aperçois que j'ai oublié ma veste à l'hôtel avec appareil de photo et argent pour le guide ! Ce qui préoccupe le plus le guide n'est pas l'argent mais la veste car il y a pas mal de vent. Un goretex que je tire de mon sac fera l'affaire. Pour

les photos, il faudra se contenter du téléphone de ma fille. Nous voilà parti pour l'observatoire et là le guide est soucieux car le vent rabat toute la fumée soufrée issue du cratère nord-est vers la zone qu'il souhaite nous faire visiter. Un ornito, une bouche et une coulée de lave actifs au pied du cratère nord-est nous attendent. Nous empruntons une ancienne piste avec le 4x4 que nous terminons en marche arrière jusqu'au pied du cratère. Le cheminement sera de ce fait heureusement assez horizontal sur une pente de scories dans une atmosphère assez soufrée qui auraient rendu l'ascension directe impossible.

Une équipe de volcanologues italiens et français qui ont tenté cette démarche ont dû rebrousser chemin ! Arrivé sur site on peut contempler, en se déplaçant au gré des changements d'orientation du vent, un ornito continuellement actif, une bouche crachotant de gros fragments de lave orange et une coulée de lave de 800m, assez lente mais bien chaude quand on est à trois mètres. Sur le chemin du retour le guide me dit, vous avez-vu il n'y personne, l'Etna est interdit aux groupes, mais vous n'êtes pas un groupe n'est-ce pas ?

PS : je pense que c'est ici que c'est ouverte la faille de fin juillet



Voyage de la SVG en Turquie

Premier échos

Participants : Gad Borel, Jeanne Covillot, Jean-Paul Giazzi, Charles Jaussi, Gilbert Piralla, Cédric Schnyder (géologue accompagnateur SVG), Wanda et Claude Rossi-Stryjenski, François Wolhauser.

Ce voyage concocté par Anna Inaudi de Géo-Découverte, (avec contribution initiale de Jean-Maurice Seigne et de Rolf Haubrichs) et l'auteur de ces lignes, avait pour but de découvrir les richesses archéologiques et historiques de l'Est de l'Anatolie, ainsi que le volcanisme particulier du plateau anatolien.

La première partie du voyage nous a permis de découvrir quelques villes importantes (Gaziantep, Saniurfa) abritant des caravansérails, haltes permettant aux voyageurs des échanges commerciaux le long de la Route de la Soie. La tradition des caravansérails perdure encore aujourd'hui au niveau des commerces d'épices et de tissus. Cette région recèle également des sites néolithiques importants comme Göbeklitepe ou Nemrut Dag, pour lesquels beaucoup de questions restent ouvertes à propos de leur mode de vie, de leurs rites ou encore de leurs sociétés. Nous avons

également serpenté entre le Tigre et l'Euphrate, ces deux fleuves qui apportent la fertilité au sol et dont l'imposant barrage Atatürk constitue un enjeu économique important.

La deuxième partie du voyage nous a fait explorer quatre des volcans principaux du haut-plateau anatolien. Nous avons exploré l'impressionnante caldera du Nemrut Dag (le volcan, cette fois-ci), ses coulées d'obsidienne trachytique et ses prairies abondamment fleuries, visité le maar d'Aygirgölü, cratère d'explosion phréatomagmatique niché sur les pentes du volcan Suphan. L'Ararat constituait la pièce maîtresse de ce voyage, avec une nuit en campement au milieu des troupeaux de moutons et la montée pour certains d'entre-nous au Petit Ararat (3890 m). La vue sur le massif de l'Ararat et sur la plaine de Dogubayazit fut grandiose. L'excursion sur le volcan bouclier Tendürek fut également un point fort du voyage, avec une montée épique en tracteur. Nous avons pu nous balader parmi les coulées récentes de ce grand volcan et visiter ses cratères principaux. Les raisons du volcanisme de cette

région sont assez particulières, la genèse des volcans n'étant pas expliquée par une subduction classique, mais par un contexte de collision continentale et de fracturation de la croûte terrestre.

La fin du voyage était consacrée à la découverte du bord du lac de Van, lac fortement alcalin (pH= 8.55 !) avec des baignades, la découverte de la citadelle de Van et de l'église arménienne d'Akdamar, site splendide avec une petite église orthodoxe richement ornée. Quelques visites de cimetières seldjoukides ont agrémenté le voyage, invitant à la découverte de civilisations antiques bien éloignées des nôtres.

Ce voyage donc été une réussite, avec une organisation parfaite de la part de notre guide local Tuncer Özveri, de notre chauffeur Avni, ainsi que du guide de montagne Cemal Günes, lequel nous a mené par monts et par vaux sur ces volcans. Jeanne Covillot, botaniste, a également apporté ses inépuisables lumières sur la riche flore anatolienne.

Texte et photos : Cédric Schnyder





ACTUALITÉ VOLCANIQUE

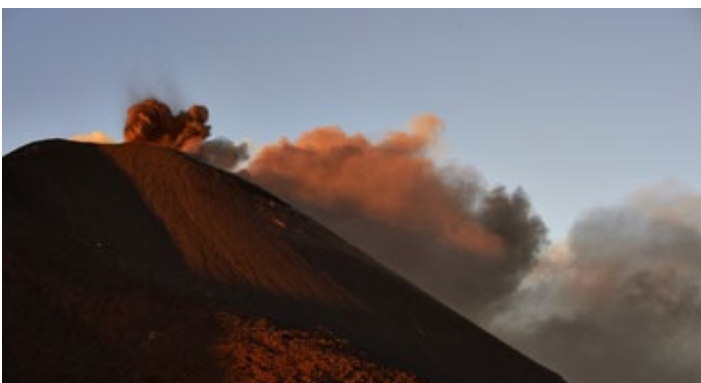


Etna, Italie

Depuis le début août, l'Etna nous gratifie d'un beau spectacle.

Fabien y a fait un tour au milieu du mois. Voici quelques photos qu'il a prises sur les flancs de l'Etna.

Les photos ont été prises le 14 août.



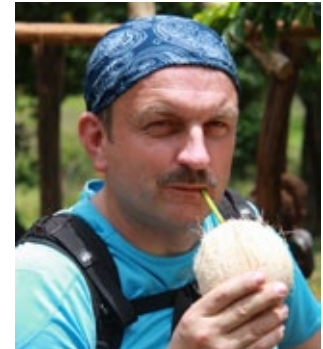


PROCHAINE RÉUNION

L'archipel du Vanuatu

L'archipel du Vanuatu s'appelait «Les Nouvelles Hébrides» avant l'indépendance acquise en 1980. C'est une jeune nation d'un point de vue politique, mais pas d'un point de vue géologique avec des éruptions sous-marines entre 25 et 11 millions d'années puis des chaînes volcaniques émergent entre 11 millions d'années et aujourd'hui. L'archipel se trouve au niveau de la queue de la ceinture de feu du Pacifique. Son chapelet de 83 îles forme un «Y» qui s'étend sur 900 km du nord au sud, seules 14 îles sont habitées par une population mélanésienne issues d'une migration

de Papouasie-Nouvelle-Guinée il y a 3200 ans. La géodynamique du sud-ouest Pacifique procède de la convergence de deux plaques majeures de lithosphère océanique : la plaque Indo-Australienne à l'ouest et la plaque Pacifique à l'est. Le Vanuatu compte 9 volcans actifs dont 2 sous-marins. Les plus connus sont le Yasur sur l'île de Tanna, le Benbow et le Marum sur l'île d'Ambrym et le Garet sur l'île de Gaua. Lors de la réunion de septembre nous irons à la découverte de ces volcans, ainsi qu'à la rencontre des populations qui habitent à leur pieds.



Textes et Photos :
Yvan Guthleben

Réunion du
8 septembre



Lac de lave du Marum (Vanuatu)



En seconde partie, Yvan nous parlera du soufre de Vulcano et des éruptions du Stromboli





FOCALE

Les volcans de boue de Berca (Roumanie)

Dans le cadre de la préparation d'un week-end géologique avec Jacques-Marie BARDINTZEFF (du 08 au 11 novembre 2014), Sylvain CHERMETTE (80 Jours Voyages) nous apporte quelques informations et photos sur les volcans de boue de Berca.

Les volcans de boue

Les volcans de boue ne sont pas des volcans au sens traditionnel du terme. On parle d'ailleurs de « volcans sédimentaires ».

L'appellation volcan tient certainement à leur aspect visuel : les volcans de boue présentent comme les volcans traditionnels un cratère, un cône, du matériel expulsé et du dégazage. Et bien que l'on parle de dynamisme strombolien ou hawaïen en fonction de la viscosité de la boue (et donc du type d'activité), il n'est nullement question de lave ou de cendre pour ce type de volcan !

On distingue deux types de volcans de boue, ceux aux boues chaudes et ceux aux boues froides. Les volcans aux boues chaudes restent tout de même liés au volcanisme traditionnel, puisqu'ils résultent de phénomènes géothermiques dans des zones volcaniques de point chaud ou de subduction ; ils sont le plus souvent dus à l'émission à haute température de sulfure d'hydrogène, de CO₂ et d'hélium. Quant aux volcans aux boues froides, ils sont associés à un dégazage d'hydrocarbures et sont donc très associés aux champs pétrolifères.

Les volcans de boue de Berca, en Roumanie, appartiennent à cette deuxième catégorie.

Géotectonique

Les volcans de ce type sont présents dans différents contextes tectoniques, mais on les retrouve principalement dans des zones de compression. Ils sont en général un indicateur de contraintes tectoniques régionales qui permettent aux gaz, principalement du méthane et du CO₂ de s'échapper du sol pour créer ces volcans.

La zone Vrancea est une zone sismique et géodynamique active située à l'interaction de la micro-plaque intra-alpine, de la plaque est de l'Europe, et de la micro-plaque moesiens créant ainsi une triple jonction et une zone importante de compression. Les volcans de boue sont relativement abondants en Roumanie, et ont été identifiés en marge de la zone de compression de la chaîne des Carpates avec la dépression de Transylvanie et la plate-forme moldave.

La région de Berca est située sur un large champ pétrolifère et sur un pli anticlinal orienté N/S d'une vingtaine de kilomètres de long. C'est dans cette région, que l'on nomme communément la dépression géomorphologique de Berca, que se situent les 4 plus importants volcans de boue de Roumanie : le Fierbători, le Pâclele Mari, le Pâclele Mici et le Beciu.

Les puits forés pour l'exploration pétrolière ont permis de cartographier la structure géologique de la région contenant des dépôts sédimentaires et des réserves d'hydrocarbures datant du Néogène. A Beciu les marnes affleurent d'ailleurs en surface !

Selon Filipescu et Humă (1979),



Textes et Photos :
Sylvain CHERMETTE

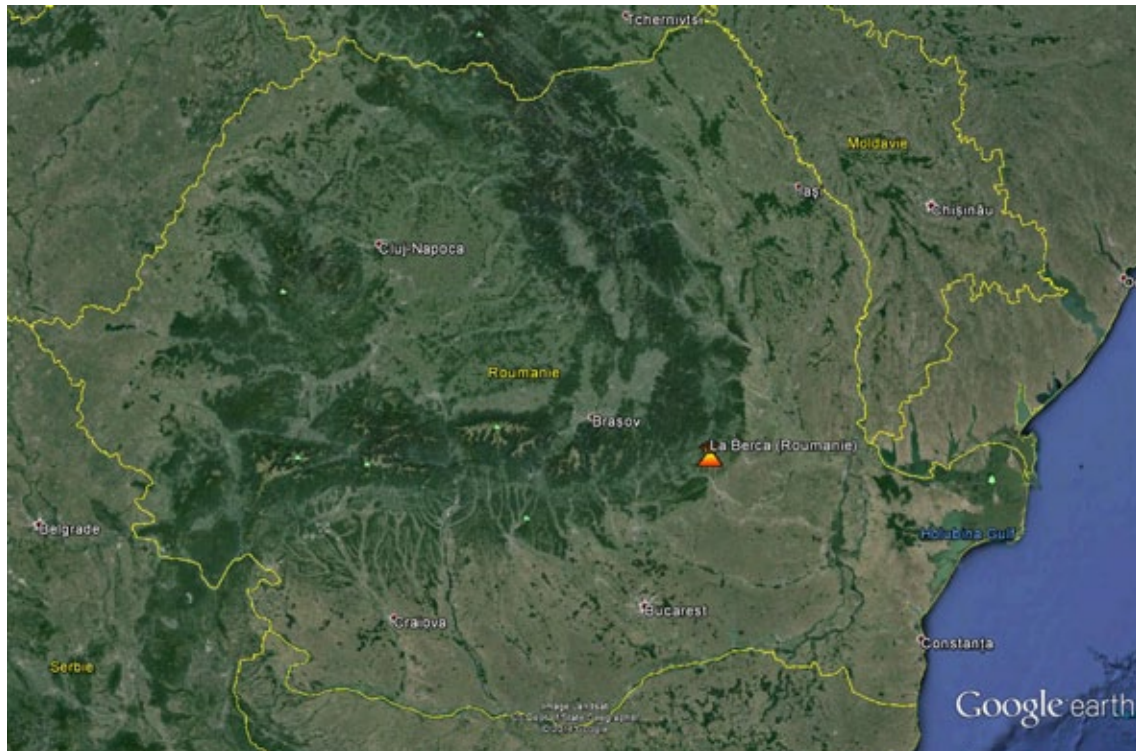
Etna



de nombreuses failles géologiques atteignent les réservoirs d'hydrocarbures et fournissent ainsi des chemins préférentiels pour les remontées de gaz et de boue, conduisant à la formation du volcan. Les données enregistrées lors des forages suggèrent que le réservoir de gaz principal est situé à une profondeur supérieure à 3 km.

Activité & morphologie

Le volcan de boue le plus imposant, le Beciu, est généralement assez calme, avec un écoulement de boue liquide sur les flancs des cônes. Certains épisodes éruptifs ont



Carte de la Roumanie avec la situation des volcans de boue de La Berca





pourtant été enregistrées (Sencu, 1985). Le volcan a une forme polygonale et comprend 46 cônes actifs et quelques événements inactifs.

La boue ramenée à la surface est constituée d'un matériau sédimentaire aux grains très fins, de couleur brune à gris. Une fois séchée, la boue se découpe en petites plaques polygonales. L'eau est salée et après évaporation laisse un léger dépôt blanc. La boue libérée par le cône principal est plus visqueuse que la boue éjectée à partir d'autres événements. Le cône principal a un diamètre

d'environ 35 m et une pente de 1:10. Les coulées et les dépôts ne se font pas toujours au même endroit, et recouvrent toute la superficie autour du volcan, ne laissant aucune place à une quelconque végétation. En marge du cratère principal, on trouve à de nombreux endroits des remontées de gaz produisant un bouillonnement relativement intense.

Les gaz

En juin 2011, les flux de méthane et de dioxyde de carbone ont été mesurés.

Le total des émissions a été estimé en additionnant tous les flux mesurés dans chaque événement. Pour les émissions plus diffuses l'estimation a été faite par une méthode d'interpolation. Les flux de gaz ont été mesurés sur 40 des 46 événements ou bassins bouillonnants. Les 6 autres n'étant pas accessibles pour des mesures directes sur le terrain, la quantité de gaz libérée a été estimée. Les autres mesures de flux de gaz plus diffus ont été réparties de façon aléatoire afin de couvrir toute la zone recouverte de boues récentes.





Les émissions totales de méthane du volcan Beicu sont d'environ 225 t/ an et plus de 80% des flux s'échappent par les événements ou les marres bouillonnantes ! Le ratio de méthane par rapport au dioxyde de carbone est de 9CH₄ pour CO₂ (uniquement pour les événements ou les marres bouillonnantes).

Sur la totalité des 4 volcans de la région de Berca, la quantité de méthane émise est estimée à environ 1135 t/an pour 70-75 t/an de CO₂. Ainsi, malgré la taille assez réduite de la zone des volcans de boue de Berca, le dégazage est jugé assez important puisque comparable aux mesures faites des « volcans de boue géants » d'Azerbaïdjan !

Mais le dégazage est omniprésent dans diverses parties de la région et s'illustre aussi par un autre phénomène original à environ 2 heures de route au nord de Berca, près du village d'Andreiasu. Les « feux éternels » (Focul Viu) sont une zone de dégazage où le méthane brûle en continu au niveau du sol, avec à certains endroits des flammes pouvant atteindre près de 1m de haut

pour un diamètre de base de 20 à 50 cm !

Une fragilité tectonique importante (Casin - Bisoca) semble ouvrir la voie pour que les flux de gaz remontent vers la surface, mais le type de roches dans la région (marnes dures, grès, tufs) ne permet pas la production de boue, et par conséquent, seules des émissions de gaz sec sont présentes, à l'inverse des volcans de boue voisins ! La zone d'émission gazeuse est d'environ 400 m², et un flux total de méthane d'environ 50 t/an a été estimé.

Conclusion

Les volcans de boue sont un phénomène hydrogéologique rare qui mérite de s'y intéresser, et des études sont menées dans ce sens mettant en lien les dégazages naturels de ce type et le rôle dans l'effet de serre. Mais au-delà des aspects scientifiques, ce phénomène offre des paysages extrêmement atypiques et surprenants qui donnent un caractère très particulier aux balades que l'on peut faire dans la région !

Pour ceux qui souhaitent découvrir ce lieu original et en apprendre un

peu plus sur les volcans de boue, vous pouvez participer au week-end géologie qui est organisé avec le volcanologue Jacques-Marie BARDINTZEFF du 08 au 11 novembre 2014. Informations et inscriptions sur le site www.80joursvoyages.com

Sources :

Mud volcanoes and methane seeps in Romania: main features and gas flux – Annals of geophysics, vol 50 N°4 August 2007

Geogenic emission of methane and carbon dioxide at Beciu mud volcano (Berca - Arbanasi hydrocarbon - Bearing structure, Eastern Carpathians, Romania) – Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, August 2012, vol 7, N°3

«Volcanisme sédimentaire» : Les volcans de boue. Bernard Duyck, oct 2010, blog Earth of Fire





VOYAGE

Pantelleria, perle noire de la Méditerranée

Généralités sur Pantelleria

L'île volcanique de Pantelleria, couvrant une surface de 83 km², est située à 80 km de la Sicile et 70 km de la Tunisie. La Montagna Grande, son sommet, culmine à 836 m. Composée en grande partie par des roches sombres, elle est nommée « Perle noire de la Méditerranée ». Son climat chaud (en été) est tempéré par des vents marins très forts, d'où son autre nom « Fille du vent ». L'habitation tradition-

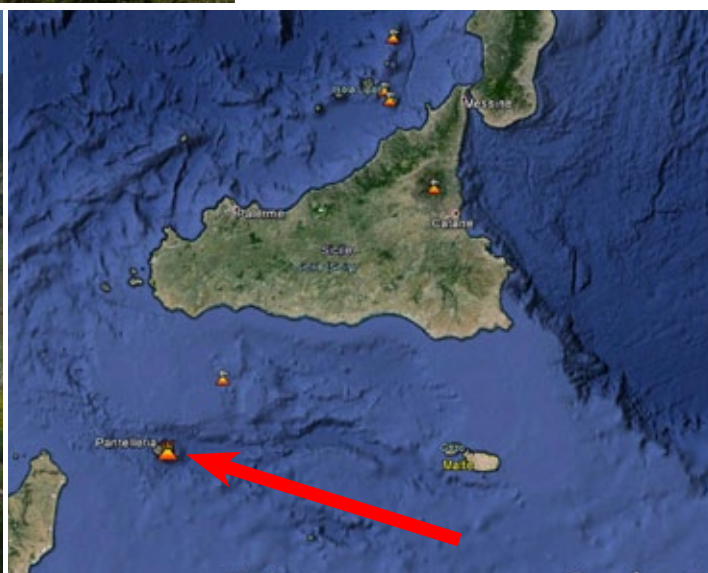
nelle très répandue est le dammuso, maison cubique à coupoles créée au temps de la présence arabe. Ses murs épais sont constitués de pierre volcanique. Pantelleria est habitée par 7 800 personnes vivant principalement de l'agriculture et du tourisme. Les habitants de Pantelleria, qui sont par tradition agriculteur plutôt que marin, cultivent ces terres fertiles pour la vigne, les câpriers, les agrumes. Les amateurs de vin aimeront notamment



Textes et Photos :
Nathalie Duverlie



Escapade





le « Passito di Pantelleria ». Mais on vient aussi sur cette île pour apprécier la beauté de ses paysages, ses côtes déchiquetées et son activité géothermale. Les amateurs de géologie sont également ravis, car l'île est connue pour la pantellerite, une roche grise à noire, comportant de nombreux cristaux. Même si le tour de l'île ne mesure que 38 km, il vaut mieux être motorisé pour visiter les différents sites. Les bus locaux permettent de se déplacer, mais ils n'offrent pas autant de souplesse. Les routes étant étroites et sinueuses, la Fiat Panda est le véhicule le plus

courant proposé par les loueurs.

Curiosités de l'île

La ville principale de Pantelleria, détruite en grande partie pendant la seconde guerre mondiale, n'est pas la plus intéressante. On préférera les villages typiques de Scauri ou Gadir.

Les amateurs de randonnées sont comblés. Par exemple, un sentier permet de rejoindre la « Cuddia di Mida », afin d'y observer des fumeroles sur le pourtour du cratère. En faisant le tour, on profite d'un

magnifique panorama sur les côtes, mais aussi le lac Miroir de Vénus (Lago Specchio di Venere). Il ne faut pas manquer les panaches de vapeurs s'échappant d'un abri aménagé pour l'occasion. En poursuivant la randonnée, on atteint le sommet de l'île la Montagna Grande (que l'on peut rejoindre aussi en véhicule). De là-haut, on domine le cratère du mont Gibele. A proximité, il est possible de visiter la grotte des Brigands, un tunnel de lave d'un développement d'environ 40 mètres. Il s'atteint par un sentier longeant les crêtes, puis quelques marches





d'escaliers et une corde en place.

Sur les flancs de la Montagna Grande, se trouve un site original : la « grotta di Benikula ». En rejoignant le village de Siba, des panneaux indiquent le sauna naturel réputé. Après moins de 15 minutes de marche, on atteint la célèbre cavité d'où sort la vapeur. Ce « bagno asciutto » (bain sec) est très appréciable. La température varie suivant la hauteur à laquelle on se place. Proche du fond, elle vaut environ 45°C.

Après avoir bien sué, on peut ap-

précier le panorama sur le plateau de Monastero en contre-bas et les côtes tunisiennes (par temps dégagé). Du sauna naturel, le sentier se poursuit jusqu'à Favara Grande. Sur le chemin, l'ascension facile de la Fossa del Russo permet de voir une zone avec des fumerolles et des bâtiments datant de la seconde guerre mondiale. On descend par un sentier empierré vers le site de Favara Grande, à ne pas manquer. Il s'agit de vapeur s'élevant en grandes quantités à travers des rochers.

La route longeant la côte est aussi

superbe. Elle permet de profiter des bains chauds dans la grotte de Sataria. A l'intérieur, des bassins ont été aménagés pour accueillir quelques personnes. Assis jusqu'à la poitrine, on entend le bruit des vagues déferlant sur les rochers. D'autres bains se trouvent à Scauri, un petit village dominant les falaises. En poursuivant le tour de l'île, un arrêt aux falaises vertigineuses de Salta La Vecchia s'impose. Avec ses 200m de hauteur, ce sont les plus hautes de l'île. Puis quelques kilomètres plus loin, une bonne piste mène à Balata dei Turchi et ses strates colorées sou-





lignées par le noir de l'obsidienne. Un autre site très connu est l'Arco dell'Elefante, dont la forme fait penser sans hésitation au pachyderme.

Le petit port de Gadir comporte aussi des sources chaudes que les habitants apprécient. Pour terminer le tour de l'île, le Specchio di Venere (Miroir de Vénus) attire les touristes par la beauté des paysages et par ses sources. Il est possible de prendre un bain de boue aux propriétés thérapeutiques, mais aussi de faire le tour du lac à pied. Par contre, un endroit situé de l'autre



côté de la piste n'est pas recommandé pour les petits animaux. Derrière un bosquet, une dizaine d'oiseaux de petite taille, des lézards sont morts, probablement à cause d'un taux de CO2 trop important.

Cette petite île, sur laquelle je suis restée 10 jours, enchante les amoureux de nature. On appréciera le noir de la lave, contrastant avec le vert des vignobles, le tout sur fond de mer bleue. Bref, on a une seule envie : rester.





Un week-end au Salvador

J'étais en déplacement professionnel au Salvador quand le Chaparrastique (plus connus sous le nom de San Miguel, en espagnol « Volcán de San Miguel »), qui se situe non loin de la capitale du Salvador, San Miguel, s'est réveillé et a recouvert quelques villages d'une couche millimétrique de cendres volcaniques.

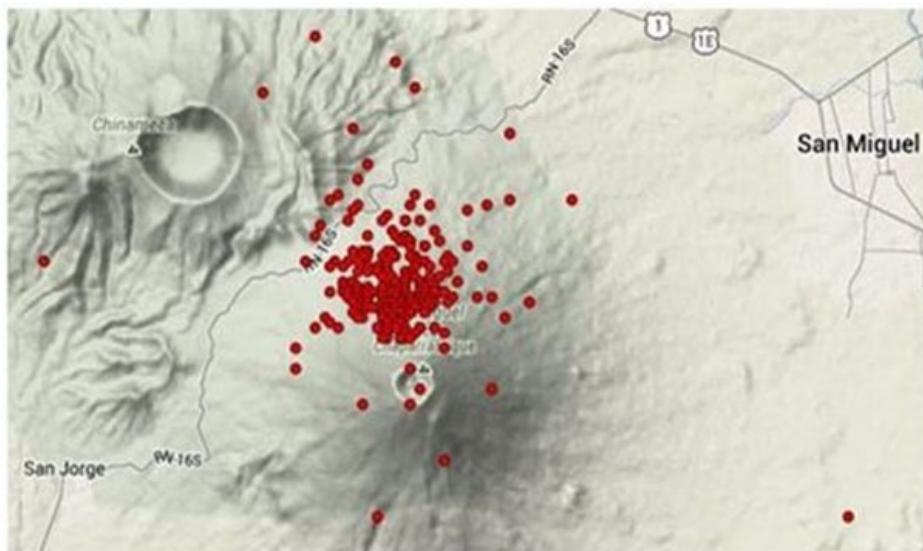
Un rapide coup d'œil sur le relevé de vibration des micro-séismes, sur le site officiel du gouvernement du Salvador m'a permis de voir qu'il s'était bien calmé ; bien que le gouvernement conserve la restriction sur toute la zone aux alentours du Chaparrastique.

Sur la carte ci-dessous, à droite le dernier pic correspond à l'activité : cendre plus vapeur. Le niveau est encore plus bas que la normale et il faut remonter à 2013 pour tomber à ces niveaux. On a l'impression qu'il s'est bouché ; et c'est là que ça peut devenir dangereux...

Chaparrastique (San Miguel)

Salvador / San Miguel
Latitude : 13.434 N
Longitude : 88.269 W
Alt. : 2130 m

Les épicentres sont intéressants : sur le flanc Nord :



Textes et Photos :
Luc Frommaigeat



Introduction

Luc travaille dans la même entreprise que moi, Meggitt SA à Fribourg. Il s'occupe des installations hydroélectriques et de ce fait, il va régulièrement voir des installations dans divers pays. Il est allé fin juillet de cette année au Salvador pour visiter les installations du CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Río Lempa). Il est resté un week-end de plus pour voir les volcans de la région. A son retour, il m'a montré les photos qu'il a prises. Je lui ai demandé de faire un petit texte pour illustrer ses photos. Voici donc le récit de sa visite.

Jacques K.

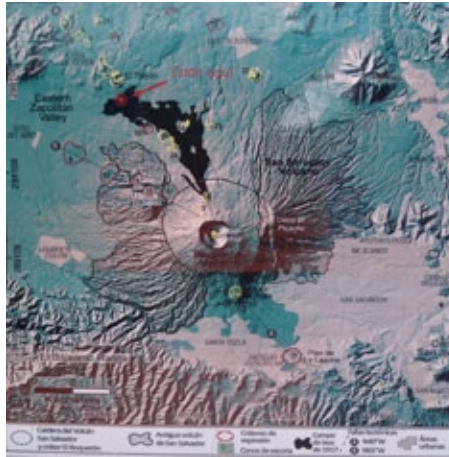
Je me suis donc rabattu, pour passer le week-end du premier août, sur le Quetzaltépeque (ou San Salvador), et là, quelle surprise, j'y ai rencontré, au sommet, une école avec ses profs et ses élèves. Cette école est subventionnée par des aides de la confédération suisse, à San Miguel.

Quetzaltépeque (ou San Salvador)

Salvador / La Libertad
Latitude : 13° 44' N
Longitude : 89° 17' W
Altitude : 1959 m

Ils reçoivent de l'aide, et en particulier des ordinateurs. Donc pas besoin de leur proposer ceux de notre entreprise. On m'a expliqué qu'ils entassent ces ordinateurs temporairement en attendant d'avoir une salle qui ferme à clef, ce qui est indispensable en Amérique Latine. Excellente rencontre pour un premier août.

Vue de l'intérieur du cratère du Boqueron contenant un petit cône volcanique. Le cône a déjà une hauteur d'une trentaine de mètres.



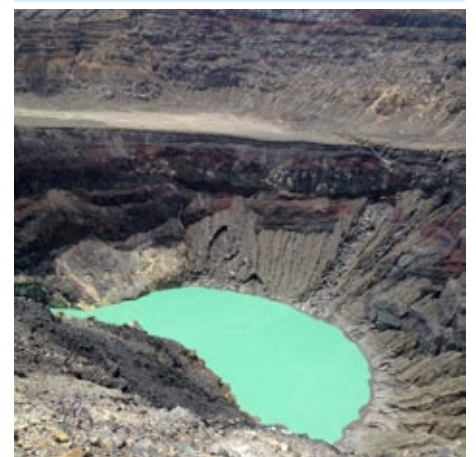
Au passage on a marché sur une coulée de lave d'un siècle (de 1917). Il n'y a pratiquement aucune végétation. Il faut aller assez loin, car toute la partie proche de la route a été excavée pour utiliser la pierre, (Basalte et Andésite avec beaucoup de Pouzzolane).



Puis J'ai été au Santa Ana (Llamatepec). La montée dure 2 heures ½ à partir du Cerro Verde. Le spectacle au sommet est époustoufflant.

Llamatepec (ou Santa Ana)

Salvador / Santa Ana
Latitude : 13° 51' N
Longitude : 89° 37' W
Altitude : 2381 m
Le plus haut volcan du Salvador





On voit bien les couches successives de Trachyte, et d'Andésite, Pouzzolane, cendres...

Même une mine à ciel ouvert n'offre pas un tel spectacle.



Le lac montre même une activité de bulles dans un coin :



On a eu la chance de voir un arc-en-ciel (grâce aux vapeurs et cendres de l'Izalco) :



Izalco (ou Santa Ana)

Salvador / Sonsonate
 Latitude : 13° 48' N
 Longitude : 89° 37' W
 Altitude : 1950 m
 Le volcan le plus récent du Salvador

Vue de craquelures (comme des orgues basaltiques, mais vus par le dessus) :



Tout au long de la montée, on peut remarquer des roches souffrées, ferriques, et plus ou moins vacuolaires.

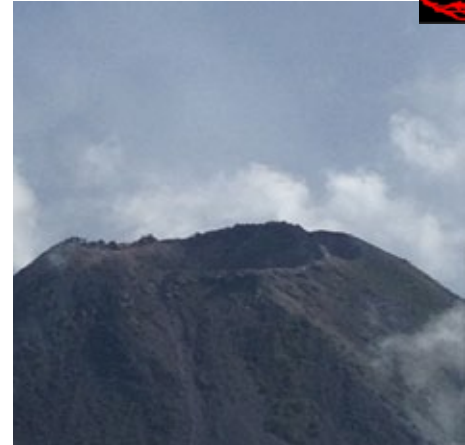
Avec l'Izalco au fond :



On est encadré par des gardes armés car la région n'est pas sûre.



L'Izalco, ce sera pour une autre fois. Il fume en permanence. La montée y est nettement plus raide.



HISTORIQUE

L'ARCHEEN (suite et fin)

5- LA GRANDE CATASTROPHE



Textes et Photos :
Désiré Corneloup

LA SAGA DE LA TERRE COMMENCE

*Série en 7 chapitres
qui vous explique la
formation de notre
terre
(5-6-7)*

Entre 3,9 Ga et 3,8 Ga, au début de l'Archéen, certaines planètes du système solaire ont subi un intense bombardement météoritique. La Terre a dû considérablement souffrir de ce bombardement en particulier sur ses cratons stables. Aujourd'hui, il n'en reste plus de traces visibles car elles ont été effacées par l'érosion et la tectonique des plaques. Ces traces sont par contre bien visibles sur la Lune qui compte plus de 1700 cratères de 20 km de diamètre chacun, datés en moyenne de 3,9 Ga et sur Mercure où ils sont innombrables. On ne voit donc pas pourquoi la Terre aurait été épargnée !

Cette époque de bombardement, dont le pic se situe à 3,9 Ga, porte le nom de LHB (Large Heavy Bombardment).

Selon le scénario lunaire et, compte tenu de la surface de la Terre, quelque 22 000 météorites auraient pu laisser des cratères d'une vingtaine de kilomètres de diamètre chacun ; certains auraient même pu atteindre des diamètres d'un millier de kilomètres.

On pourrait retrouver les indices du LHB dans l'enregistrement

sédimentaire de certaines roches archéennes : teneur élevée en platinoïdes, minéraux choqués et anomalies isotopiques.

Les platinoïdes, éléments chimiques rares sur Terre (Pt, Pd, Ru, Ir...) sont par contre abondants au sein des météorites. Les minéraux choqués ont été déformés par une violente onde de choc et une rapide et forte augmentation de température. A ce jour, ces deux premiers indices n'ont pas encore été découverts dans les plus anciens terrains archéens.

Il reste cependant les marqueurs isotopiques : des sédiments archéens d'Isua au Groenland et de Nulliak au Labrador ont laissé des indices, si on compare les rapports isotopiques du tungstène de ces sédiments et ceux d'une valeur de référence moyenne de la Terre. Donc la Terre a bien été bombardée !

Les conséquences du LHB ont été une remise à zéro des velléités d'évolution de la Terre au début de l'Archéen. Néanmoins, en dépit de l'intensité du LHB, quelques rares îlots de croûte continentale ont été conservés et certains de leurs composants tels que les zircons ont pu traverser les âges pour venir jusqu'à nous : à Jack Hills, des zircons ont été datés à 4,4 Ga et à 4 Ga des gneiss près d'Acasta.

6- LES PREMIERES TRACES DE VIE

Le passage du minéral au vivant demeure, encore aujourd'hui pour les scientifiques, l'une des grandes énigmes. Pour le biologiste, la vie est la faculté d'autoréplication de certaines associations de molécules qui évoluent et se développent pour atteindre un état d'équilibre éloigné de l'état d'équilibre qui leur a donné naissance.

Du physicien au chimiste, en passant par le géologue et le philosophe, chacun pourrait donner une définition de ce qu'il entend par « la vie ».

Certains postulent que la vie serait apparue même avant le LHB : événement sans doute improbable compte tenu des conditions physi-

co-chimiques ! Les premières traces de vie dateraient de 3,5 Ga, mais les traces de vie avérées ont été enregistrées à 2,7 Ga.

Pour certains chercheurs la vie serait apparue lorsque des systèmes construits à partir d'ARN auraient été capables de se répliquer, il y aurait 3,8 Ga. Cette hypothétique



et première structure, dont on ne connaît aucune trace, a même reçu un nom : LUCA (Last Universal Cell Ancestral). Nous serions donc tous les enfants de Luca !

Quant à savoir où est née la vie, les candidats sont nombreux : l'océan et ses rivages arriveraient en tête, les argiles et la glace suivraient ; la panspermie (un germe de vie serait venu d'une planète lointaine), quant à elle, n'étant qu'une hypothèse spéculative.

Actuellement les seuls macrofossiles datés indubitablement de l'Archéen sont les stromatolites (fig. 11 & 12) : ce sont des structures sédimentaires carbonatées laminées qui s'empilent sous forme de plaques ou de colonnes. Elles sont engendrées par des communautés microbiennes complexes où dominent les cyanobactéries (organismes procaryotes, c'est-à-dire sans noyau) enfermées dans un

mucilage qui piège les particules carbonatées. Ces organismes se développent dans l'eau, non loin de la surface et sur des plateformes carbonatées. Les organismes les plus profonds sont peu à peu asphyxiés, ils meurent et de nouveaux organismes se construisent sur leurs « cadavres ».

Des stromatolites se développent encore aujourd'hui, entre autres dans l'Ouest de l'Australie à Shark Bay, où elles croissent dans des conditions spéciales qui, on le suppose, se rapprochent des conditions archéennes :

- milieu calme et sans prédateur,
- salinité voisine de 60 g/l,
- pluviométrie faible, apport d'eau douce très limité,
- intense évaporation,
- faible marée,

- faible profondeur de la baie (4 mètres),
- fonds couverts de sables carbonatés.

L'hypersalinité de la baie évite le développement des algues macrophytes et empêche la vie des gastéropodes prédateurs. La vitesse de croissance des stromatolites a été estimée à 0,5 mm/an et la durée de vie d'une colonie à 1000 ans. A Shark Bay les édifices morts sont oxydés, de couleur rouge ; les vivants respirent (petites bulles), sont à fleur d'eau et de couleur gris brun.

A l'Archéen, les stromatolites devaient régner en maîtres sur l'ensemble des plateformes carbonatées devenues nombreuses et être sans doute les seuls êtres vivants macrostructurés de la planète. Mais, comme on le verra, leur « mode de vie » allait signer leur quasi-disparition !



Fig. 12 : Stromatolites fossiles. Ph. D.C.



Fig. 11 : Stromatolites vivantes. Ph. D.C.

7- LA FORMATION DE L'ATMOSPHERE ACTUELLE.

Le métabolisme des stromatolites fonctionne par fixation du dioxyde de carbone et rejet d'oxygène. Ce métabolisme a eu pour conséquence une modification fondamentale de l'atmosphère terrestre qui, alors réductrice, est devenue oxydante avec création de puits de CO₂ et bouleversement complet des lignées du vivant.

L'apparition de l'oxygène atmosphérique a créé une véritable révolution : le GOE (Great Oxidation Event). Elle a débuté à la fin de l'Archéen pour avoir son pic au Paléoproterozoïque, de 2,5 Ga à 1,8 Ga.

Les conséquences cruciales de l'oxygénation atmosphérique ont été, entre autres, les suivantes :

- disparition des BIF, le fer Fe²⁺

n'étant plus soluble dans l'eau, il s'oxyde en Fe³⁺ et se dépose sous forme de latérite, entre autres,

- oxydation de l'océan et précipitation massive du fer qu'il contient,
- multiplication des organismes eucaryotes (organismes à noyau) et des êtres multicellulaires qui allaient occuper la planète et réduire les stromatolites à des espaces de vie de plus en plus restreints,
- raréfaction des formations méthanogènes,
- extinction de tous les organismes pour qui l'oxygène est un poison ; ne subsisteront que les orga-

nismes pouvant vivre dans des milieux anoxiques, dans certaines sources thermales profondes ou à l'intérieur d'autres organismes.

De toute façon, eucaryotes et procaryotes allaient continuer de vivre, de s'adapter et d'évoluer !

Quant à tenter d'expliquer l'origine des eucaryotes, les chercheurs sont partagés entre plusieurs hypothèses, entre autres :

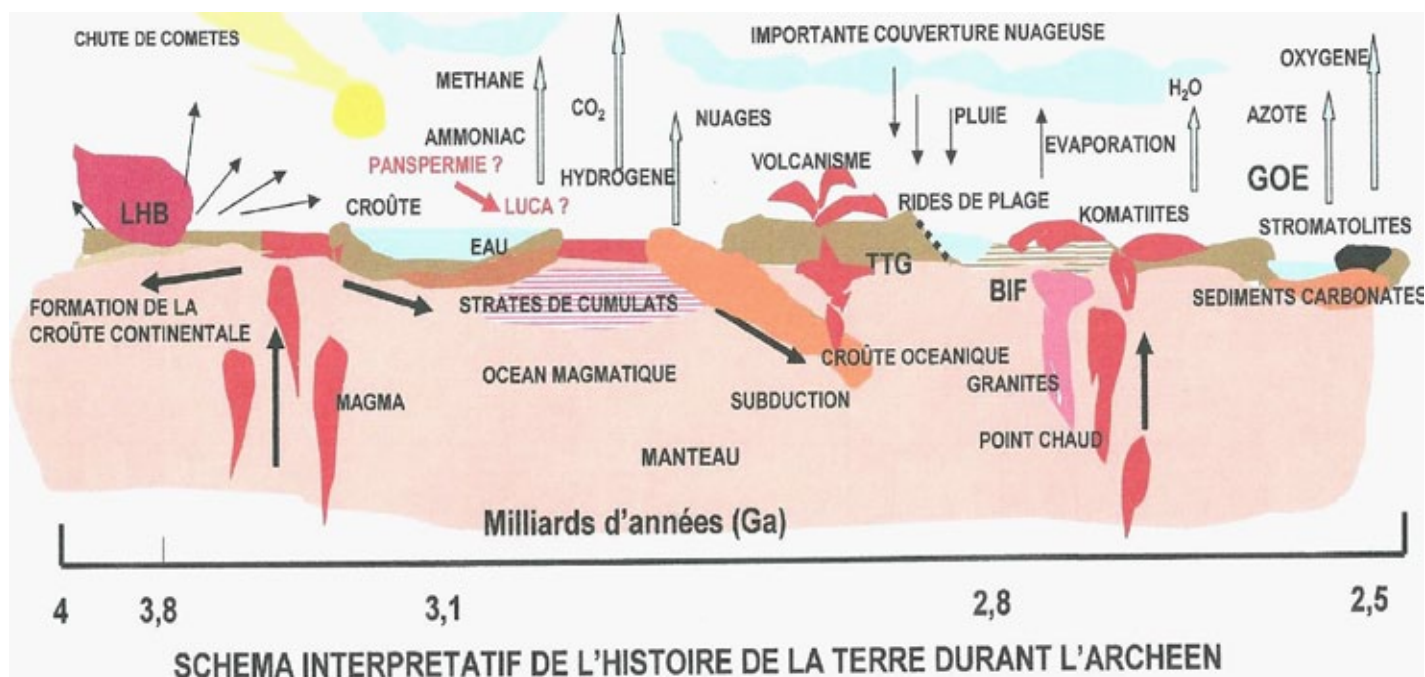
- complexification des associations de procaryotes,
- symbiose entre plusieurs lignées de bactéries,
- association de virus dans un noyau de procaryotes pour

créer des eucaryotes.

Comme on l'a vu plus haut, l'atmosphère archéenne se composait essentiellement de CO₂, de CH₄, de composés nitrés dont N₂ et d'eau. Il devait donc régner sur Terre un important effet de serre. Or, comme le soleil était moins lumineux

qu'aujourd'hui (environ 25% fois plus faible), cet effet de serre devait éviter à la Terre de trop se refroidir. A partir de 2,5 Ga, l'oxygène devait s'accumuler, le CO₂ diminuer, le CH₄ disparaître pratiquement, N₂ et H₂O restant constants. L'oxygénation de l'atmosphère allait induire une diminution de l'effet de

serre et donc de la température ; mais comme la luminosité de soleil devait s'accroître, un nouvel équilibre allait se créer aux débuts du Protérozoïque.



BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie liée à l'Archéen est importante. J'ai choisi quelques titres accessibles à l'amateur averti de géologie.

BALLEVRE, M. & JOLIVEL, J.Y., 2008. Géologie en Australie. META ODOS. Cesson-Sévigné. France.

CASSIDY, K.F., & al. 2001. 4th Archean Symposium, Sept. 2001. AGSO. Geoscience. Perth Australie. Pp. 6-7, 54-55, 131, 134-135, 222-223, 314-317, 394-395.

GARGAUD, M., & al., 2009. Le Soleil, la Terre...la vie. La quête des origines. Belin. Pour la Science. Paris.

MARTIN, H., 2009. L'Archéen, Encyclopedia Universalis, pp. 715-720.

MASCLE, G., 2008. Les Roches, mémoire du temps. EDP Science. Les Ullis.

MOYEN, J.F. & JOLIVEL, J.Y., 2007. Géologie en Afrique du Sud. La Terre précambrienne. META ODOS. Cesson-Sévigné. France.

MOYEN, J.F., 2004. TTG et Adakite. Cas particulier de magma de zones de subduction. Planet-Terre. ENS Lyon. Stellenbosh University. 7602 Matieland. Afrique du Sud.

REISSE, J., 2006. La longue histoire de la matière. Presse Universitaire de France. Paris

Pour plus amples informations voir « Archéen » sur Google : on y trouvera des références relatives à des thèses sur des terrains précambriens.

La Recherche et Pour la Science ont consacré de nombreux articles au Précambrien.



Deux affleurements typiques de l'Archéen : des gneiss et des stromatolites (Afrique du Sud, Australie). Ph. D.C.

