



# Bulletin mensuel 153

Mars 2016



**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

### Bulletin de la SVG 153

- 2 Actualité
- 3 Nouvelles de la société  
*Réunion du 14 mars*  
*Calendrier 2016*  
*Assemblée générale 2016*
- 5 Micro Reportage  
*Un spectacle inoubliable !*  
*par Laura Herzog et Robin Favre*  
*La caldeira de l'Haleakala*  
*par Hélène Koch*
- 6 Voyage SVG : Septembre 2016  
*Kamchatka*
- 9 Découverte  
*Mt Popa, volcan actif du Myanmar :*  
*collapse et avalanches de débris*
- 19 Si VOUS aimez voyager
- 20 Focus  
*L'éruption du Tolbachik 2012-2013*  
*retour sur un événement exceptionnel*

## 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

## ACTUALITÉ



**Couverture:** Le cratère Santiago au Volcan Masaya  
© Thierry Dockx / 2016

Le Masaya est un des volcans les plus actifs du Nicaragua, proche des villes de Masaya et Nindirí. Volcan Masaya dans la nuit du 16 et 18/02, le lac de lave est toujours bien présent dans le cratère Santiago et aux vis de nos deux jours observations aurais tendance à s'agrandir tout doucement. Juste à côté, sur un planché de lave durci un petit dôme rougeoyant émet occasionnellement des projections de lambeaux de lave et dont l'une d'entre elle fut d'une puissance impressionnante

## Impressum

Bulletin de la SVG No 153  
7 mars 2016  
24 pages  
Tirage 250 exemplaires

Rédacteur SVG: J. Kuenlin

Mise en page: J. Kuenlin

Corrections :no

Impression : F. Cruchon et le comité

Nous remercions :

Thierry Dockx, Jean-Maurice Seigne, Jean Feraut, Alexander et Marina Belousov, Khin Zaw, Martial Caroff, Laura Herzog et Robin Favre, Hélène Koch, Cédric Schnyder et Olivier Grunewald 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.





# NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ

Réunion du 14 mars

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

## *Volcanisme en Birmanie*

*Par Jean Feraud*

### **A NE PAS OUBLIER**

La prochaine réunion, le lundi 11 avril 2016.  
on y parlera de Fogo, Sulawesi et Halmahera

#### **Délais pour le bulletin de février :**

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

*Un grand merci d'avance*

## Calendrier 2016

Profitez des derniers calendriers

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

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



## Assemblée générale 2016

Assemblée Générale du vendredi 29 janvier 2016, 19 heures, Maison de Quartier de St Jean.

La présidence est assurée par le vice-président de la Société, P-Y Burgi, le président Régis Etienne étant occupé aux fourneaux.

Mot de bienvenue aux nombreux membres présents : 31. Aucun membre excusé.

### Activités 2015

- Toujours 10 séances mensuelles. 10 bulletins mensuels, réalisés par Jacques Kuenlin, puis mis sous pli c/o Fabien Cruchon (aussi aux fourneaux ce soir).
- J.K. rappelle et demande plus de micro-reportages. Les articles plus élaborés sont toujours les bienvenus, genre récits de voyage ou autres.
- Le site de la SVG est entretenu avec succès par P-Y Burgi. Tous les bulletins numérisés de 1995 à 2010 s'y trouvent. Leurs trois premières pages de 2011 à 2015.
- Les feuillets volcanologiques de 1985 à 1994 suivront, après leur numérisation par le secrétaire en activité J-M Seigne.
- Le calendrier pour 2016 est paru. Une réédition est envisagée étant

donné la demande. La récolte des photos n'a pas été aisée...

- Le voyage 2016 en Islande (26 février-5 mars) est complet : 15 personnes, dont des nouveaux membres. Sera dirigé sur place par Arnaud Guérin, que plusieurs connaissent déjà très bien pour avoir voyagé de par le monde avec lui.
- Une autre voyage est envisagé en 2016 au Kamtchatka. Inscriptions ouvertes. Renseignements dans le bulletin de mars.

### Statistiques

- Total des membres : 240, dont 212 cotisants. Soit 21 de plus qu'en 2015.
- 113 bulletins sont adressés en Suisse, 43 à l'étranger.
- 56 sont envoyés sous forme électronique (hautement encouragée pour des questions de coût).
- 28 bulletins sont distribués gratuitement.

### Comptes

- Suit le rapport du trésorier Marc Baussièrre. A noter une certaine importance des dons ! Les comptes sont sains et approuvés par les vérificateurs Cédric

Schnyder et Gilbert Pfander.

- La cotisation reste à 70.- CHF, celle de soutien à 100.- CHF. La carte pour trois années est toujours à disposition pour 210.- CHF.

### Comité

- Renouvelé in toto avec remerciements et applaudissements. Cf le site.

### Repas

- Ce jour, le 6ème de l'ère post Linusienne.
- Fabien C. et son épouse Adélaïde sont les artisans émérites de cette belle continuité. Ils sont très chaleureusement remerciés.
- La carte du menu, particulièrement originale, est disposée sur les tables : dessin romantique du Vésuve au verso et éruption de Garachico de 1706, Santa Cruz de Ténérife, au recto.

### Divers

- J.K. demande instamment aux intéressés de venir à l'heure aux séances.
- La Société se doit de remercier encore et toujours la Maison de Quartier pour son accueil.



Fait à Genève le 17 février 2016.

Jean-Maurice Seigne  
secrétaire



## MICRO REPORTAGE

### Un spectacle inoubliable !

par Laura Herzog et Robin Favre



Durant notre voyage cet hiver dernier dans le fameux parc des Volcans de Hawaïi « Big Island », nous avons eu le privilège d'accéder au bord du cratère du Halema'uma'u et de son impressionnant lac de lave.

Laura dégage donc le son appareil de photos et immortalise la scène au crépuscule !



### La caldeira de l'Haleakala

par Hélène Koch



Balade dans la caldeira de l'Haleakala, dont le nom signifie « maison du soleil

» en hawaïen. Ce volcan bouclier forme l'essentiel de Maui, une des îles principales d'Hawaïi. Le sommet du volcan est en tout cas réputé pour les couchers de soleil somptueux que l'on peut observer depuis là, juste à côté de l'observatoire d'astronomie. On aussi peut penser qu'il doit son nom à la superbe palette de couleurs que l'on y observe. La dernière éruption de l'Haleakala date de 1790. D'autres ne sont pas impossibles mais l'activité volcanique se concentre désormais sur Big Island, la plus grande des îles hawaïennes. Cette balade est aussi l'occasion d'observer les sabres d'argent, une plante unique au monde. Elle n'existe que sur l'île de Maui et elle a bien failli disparaître avant d'être protégée au sein d'un parc national.



# VOYAGE SVG : SEPTEMBRE 2016

## Kamchatka

### Itinéraire

Tolbatchik - Klutchevskoï - Karymski - Maly Semiatchik - Vallée des geysers - Caldera Uzon - Esso - Moutnovski

Le Kamchatka est une contrée sauvage unique en Russie, un endroit incroyable à découvrir pour tous les passionnés des volcans et de la nature sauvage.

Notre voyage vous amènera dans la zone volcanique active de la péninsule. Nous découvrirons les suites de l'éruption de 2013 sur le Tolbatchik, découvrirons le volcan le plus haut de l'Eurasie, nous nous promènerons tout près du volcan actif Karymski. Nous pourrions admirer les couleurs magnifiques de la caldera d'Uzon, de la vallée des geysers et du lac acide du Maly Semyatchik.

Vivez cette expérience inoubliable: paysages à couper le souffle - des milliers de kilomètres de territoires sans aucune trace d'homme appartenant aux 15 000 ours du Kamchatka! Le paradis du saumon et du crabe!

### Dates et Coût

Durée - 13 jours Groupe - 10-15 personnes

Dates - Septembre 2016 Prix - dès SFr. 3'150.- \* (à fixer)

\*prix par personne sur la base d'un groupe de 15 personnes, hébergement en chambre double, tente double.

pour plus d'information, appelez-nous au +41 76 594 12 29 ou visitez notre page web - [www.oudagan.com](http://www.oudagan.com)

### JOUR 1- JOUR 2

Arrivée à Moscou dans l'après-midi. Nuitée. En tant qu'option pour la matinée suivante: promenade dans le métro, une halte sur la Place Rouge, une brève visite du Kremlin. Ensuite - correspondance pour Petropavlovsk-Kamtchatski. Durant 8 heures 30 environ, survol de la Russie, le plus grand pays du monde, avec 17 millions de km<sup>2</sup>: Ienisseï, Monts de Sibérie orientale, Léna, Mer d'Okhotsk

### JOUR 3

Arrivée à Petropavlovsk-Kamtchatski. Transfert à Kozyrevsk avec un 6\*6. Récupération du décalage horaire. Repos.

### JOUR 4- JOUR 5

Les deux prochains jours seront consacrés au volcan Tolbachik et à ses paysages martiens. Ce n'est pas par hasard que c'est ici que les scientifiques russes ont fait les premiers essais des astromobiles. Hébergement - sous la tente.

### JOUR 6

Transfert au pied du volcan Klutchevskoi. Une promenade dans les alentours. Hébergement - sous la tente.

### JOUR 7

Journée consacrée au Klutchevskoi, le plus haut volcan de l'Eurasie. Promenades. Transfert à Esso dans l'après-midi. Installation à l'hôtel. Relaxation dans une piscine d'eau thermale.

### JOUR 8

Au programme de cette journée bien remplie: promenade dans la caldera d'Uzon, découverte de la vallée des geysers, survol du volcan



Organisation par :

**LOUDAGAN**

**Discover Wild Russia**

appelez-nous au +41 76 594 12 29  
ou visitez notre page web -

[www.oudagan.com](http://www.oudagan.com)



Karymski, un volcan en activité, la dernière irruption a commencé en 1996 et continue toujours, et du volcan Maly Semyachik. Si la météo le permet, nous ferons un arrêt sur la crête du Maly Semyachik pour observer le lac acide. Visite au parc Kronotsky avec une randonnée au lac Karymsky. Magnifiques paysages. Possibilité de baignade dans les eaux thermales. Possibilité d'observation des ours tout au long de la journée.

### JOUR 9

Retour vers Petropavlovsk avec le 6\*6. Installation à l'hôtel. Relaxation dans une piscine d'eau thermale.

### JOUR 10

Journée tampon pour les cas du mauvais temps et de l'impossibilité de voler le jour précédent. Excursion optionnelle: découverte de la baie d'Avatcha.

### JOUR 11

Randonnée au volcan Moutnovski. Sensations garanties - paysages lunaires, champs de lave, de cendres et de fumerolles.

### JOUR 12

Journée libre. Marché du poisson. Option: Excursion au Lac Kouril pour observer les ours.

### JOUR 13

Les vocans Koriakski, Avatcha et Kozelski nous accompagneront jusqu'à l'aéroport. Un dernier regard sur leurs sommets enneigés et nous nous envolons vers Genève.



## INCLUS

- Nuitée à Moscou, base chambre double
- Hébergement au Kamtchatka: tente - les nuitées au pied des volcans, hôtels à Esso, Kozyrevsk, Paratounka
- Transferts selon le programme
- Repas - pension complète, cuisinier pendant les déplacements dans la partie central du Kamchatka,
- Assurance locale obligatoire
- Guides
- Location hélicoptère
- Permis
- Tickets d'entrée aux parcs nationaux
- Invitation pour le visa

## NON INCLUS

- Vols
  - Assurance de voyage
  - Visa
  - Transferts individuels
  - Boissons alcoolisées
  - Supplément chambre individuelle sur demande
- TRANSPORT
- Véhicule, hélicoptère privatisés

## INFORMATION

Les informations disponibles dans ce document sont proposées en toute bonne foi. OUDAGAN s'efforce d'assurer au mieux de ses possibilités l'exactitude et la mise à jour des informations présentées dans ce document et sur le site web, dont elle se réserve le droit de corriger, à tout moment et sans préavis, le contenu. Toutefois, l'itinéraire et le lieu de l'hébergement peuvent changer en fonction de la disponibilité des hôtels, de la météo et d'autres facteurs imprévus de dernière minute. Ainsi, nous vous encourageons à nous contacter - nous sommes toujours ravis de vous renseigner!





*Les stupas du  
Mont Popa*

*Les jardins  
flottants et les  
pêcheurs du Lac  
Inlé*



*Le charme de la  
ville de Mandalay  
chanté par les  
romanciers anglo-  
saxons*





## DÉCOUVERTE

# Mt Popa, volcan actif du Myanmar : collapse et avalanches de débris

Le Myanmar (nom désormais officiel de la Birmanie) est un pays de 676'000 km<sup>2</sup> et 51 millions d'habitants qui s'allonge nord-sud sur 2000 km entre (sur son côté ouest) l'Inde et le Bangladesh, et (sur le côté est) la Chine, le Laos et la Thaïlande. Sa capitale est Yangon (la Rangoon des colons britanniques). Parmi les principaux attraits du pays, inoubliables, il faut citer (cf. photos) les stupas du Mont Popa, les jardins flottants et les pêcheurs du Lac Inlé, le charme de la ville de Mandalay chanté par les romanciers anglo-saxons, et la pagode Shwedagon à Yangon, à visiter aussi de nuit. Il faut citer, pour les plus courageux, les mines de rubis de Mogok, évoquées par Joseph Kessel, et le Rocher d'Or, malheureusement un peu excentrés des itinéraires classiques. Il faut citer, surtout, la magie d'une croisière sur l'Irrawaddy, entre Mandalay et les mille pagodes de Bagan, que vous allez parcourir le lendemain, tranquillement,

à pied, jusqu'au coucher du soleil, et que vous aurez peut-être même l'émotion de survoler en montgolfière le surlendemain.

### Un pays isolé qui s'ouvre enfin

Ce pays, jusqu'ici très à l'écart, s'ouvre depuis cinq ans à la démocratie et au tourisme. Cette portion d'Asie encore pure, raffinée, localement pleine de dangers et donc, naguère, fréquentée seulement par une poignée de routards et de connaisseurs, est donc en passe de devenir accessible au tourisme de masse. Une telle évolution, classique et a priori sympathique, ne va pas tarder à s'accompagner, comme partout, de désagréments pour les voyageurs éclairés, et d'impacts sur l'hospitalité, les traditions et les mœurs de ce pays de très vieille culture qui est resté miraculeusement authentique.

C'est pourquoi la conférence pré-



**Texte et Photos**  
Jean Feraud  
(sauf mention)



*Les mille pagodes de Bagan*

Avec la participation de :

**Alexander et Marina Belousov**

*Institute of Volcanology and Seismology, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia*

*Email belousov@mail.ru*

**Khin Zaw**

*University of Tasmania, Email khin.zaw@utas.edu.au*

**Jean Feraud**

*Géologue consultant, Orléans Email jeanferaud@free.fr*



sentée ici vise d'abord à inciter les membres de la SVG et leurs amis, dont l'esprit « routard » n'est plus à vanter, à visiter ce magnifique pays et à rencontrer ses charmants habitants, sans tarder.

### Des volcans jeunes et de dynamismes très divers

Du point de vue volcanologique, en outre, le Myanmar recèle des trésors méconnus. On ne trouve, sur ce sujet, que très peu d'informations sérieuses sur Internet ou dans la bibliographie. Le Catalogue of Active Volcanoes of the World y recense plusieurs volcans considérés comme actifs, même s'ils sont présentement dans un sommeil trompeur. En la matière, la publication pionnière a été, il y a plus de 30 ans, celle de D. Stephenson et T.R. Marshall (1984). Plus récemment, les géologues notamment français s'y sont distingués en effectuant des déterminations pétrologiques et géochronologiques des différentes laves du Quaternaire et en les remplaçant dans le contexte géodynamique de la microplaque birmane. Nous remercions en particulier René Maury (université de Brest) qui nous a renseigné sur ses travaux et prodigué son aide pour la conférence.

Les volcans, de type calco-alcalin et alcalin (c'est-à-dire riches en alcalis et notamment en potassium) ont émis principalement des basaltes, des andésites et des trachyandésites. Ils sont tous localisés soit (Popa, Chindwin) au sommet du bassin sédimentaire du Myanmar Central, qui est



*Le sanctuaire de Taung Kalat au pied du Mt Popa*

rempli par un empilement très épais (jusqu'à 15 km) de sédiments détritiques du Tertiaire arrachés à l'Himalaya et charriés par le fleuve Irrawaddy, soit (Singu) à sa bordure orientale, sur la grande faille active, dirigée nord-sud, dite de Sagaing. Leur contexte géodynamique de mise en place est assez compliqué, même si, globalement, c'est d'abord celui de la subduction de la plaque indienne qui, à la vitesse de quelques centimètres par an, remonte vers le Nord pour s'enfoncer sous la plaque

eurasienne. En fait, le soubassement de la Birmanie est solidaire de la plaque océanique qui supporte les volcans actifs des Andaman Islands (Barren Island et Narcondam) pour constituer une microplaque, qui est coincée dans un nœud tectonique entre ce mouvement de subduction du côté ouest et, du côté Est, celui de la marge continentale eurasiatique (Sundaland).

Le Mont Popa, juché tout au sommet des formations sédimentaires du bassin, est le volcan le plus im-



*Croisière sur le fleuve Irrawaddy entre Mandalay et Bagan*



*Le dôme de lave de Chindwin. Photo © Belousov*

posant de tous. C'est un stratovolcan doué d'un dynamisme assez particulier (sur lequel on reviendra plus loin). En outre, sur son versant ouest, il a été édifié un ensemble extrêmement beau de sanctuaires (le Taung Kalat, dénommé aussi Mt Popa dans certains guides). On ne conseillera donc que lui aux membres de la SVG qui ne disposent que d'une douzaine de jours pour visiter la Birmanie. Par contre, ceux qui disposent de davantage de temps pourront, s'ils le veulent, s'attarder sur deux autres secteurs :

### Les volcans de la Lower Chindwin

Au nord de la ville de Monywa et le long du cours inférieur de la Chindwin River, à 80 km à vol d'oiseau

à l'Ouest-Nord-Ouest de Mandalay (mais attention, la route, elle, est bien plus longue car elle serpente !) s'égrènent du NE au SW une dizaine de petits appareils monogéniques, c'est-à-dire dont l'activité n'a duré à chaque fois que quelques semaines ou quelques années. Il s'agit (Maury et coll. 2004) d'au moins 4 maars (cf. photo) occupés en général par un lac, et de cônes stromboliens. Les observations de A. et M. Belousov ont permis d'identifier aussi, dans le paysage, un ou des dômes surbaissés, aplatis comme des galettes (photo) mais il s'agit peut-être du classique « tas de foin » des éruptions hydromagmatiques. Tous ces appareils ont émis des laves bien différenciées puisque se déclinant en rhyolites et dacites, andésites, jusqu'aux basaltes à olivine (absa-

rokites). On distingue les appareils suivants :

- le cône de cendres et scories de Wazin Taung (366 m d'altitude);
- le cône de Natyin Taung (237 m);
- le cône de Minma (200 m) ;
- le cône de Letpadaung Taung (322 m) ;
- le cône de Okpo Hill (272 m) ;
- le cône de Ywatha (122 m) ;
- le lac de maar de Taungbyauk (198 m) ;
- le lac de maar de Twin Taung (231 m) ;
- le lac de maar de Songynang.

Le Twin Taung est le plus spectaculaire avec son lac de 1,6 km de diamètre (photo). L'unique échan-



*L'un des maars de Chindwin près de Monywa . Photo © Belousov*

# Holocene gravitational collapse of Mount Popa

Alexander Belousov<sup>1,2</sup>, Marina

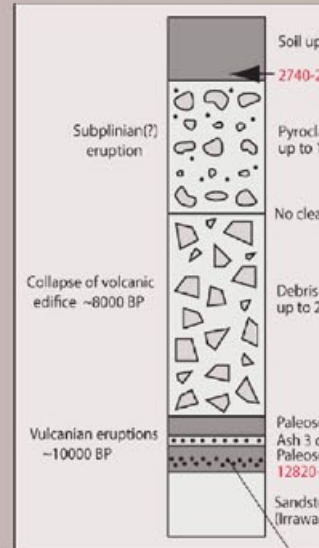
<sup>1</sup> - Earth Observatory of Singapore, <sup>2</sup> - Institute

<sup>3</sup> - University of Tasmania, Hobart



Tectonic sketch after Sheth et al (2009)

## Composite stratigraphic column of the northern volcanic zone



## Introduction

Mt. Popa (1518m a.s.l.) is one of the best preserved volcanoes in Myanmar. The separately standing complex volcanic edifice is composed of lava flows and domes (basalts to dacites). There are questionable reports of possible volcanic activity ~800 BP and 442 BC.

Our goal was to determine the timing and type of the most recent eruptions of the volcano as well as the origin and age of volcanoclastic fan coming out from the crater breach (described as lahar or debris flow by Stephenson and Marshall, 1984).



## Debris avalanche deposit



Avalanche crater of Mount Popa as seen from the crater rim.



Hummocky boulder-strewn surface of the DA. It has multiple radial ravines and transverse pressure ridges formed during the avalanche propagation and deposition.

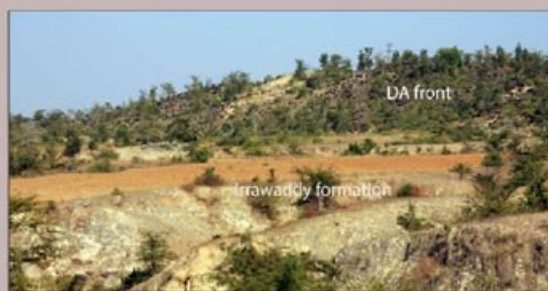
Major part of the young volcanoclastic fan represents typical DA deposit ( $S=27 \text{ km}^2$ ,  $V\sim 3 \text{ km}^3$ ,  $H=1.1 \text{ km}$ ,  $L=11 \text{ km}$ ,  $H/L=0.1$ ) composed of block facies. In its eastern part the DA is covered by deposit of scoriaceous PF.



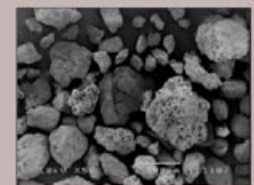
Distribution of the DA and PF deposits and locations of samples for Ar-Ar and C14 dating.



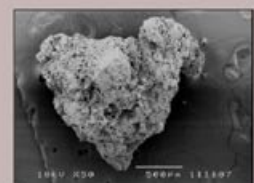
Poorly fragmented material of toveva block in proximal part of the debris avalanche deposit.



Steep avalanche front covering Pliocene sandstones of Irrawaddy Formation.



Charcoal and ash particles produced by volcanic activity.



# Popa and explosive eruptions

## Popa, Myanmar.

Anna Belousova<sup>1,2</sup>, Khin Zaw<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Volcanology and Seismology, Russia  
<sup>2</sup> University of Queensland, Australia  
<sup>3</sup> University of Technology Sydney, Australia



### Stratigraphic column of the northern volcaniclastic fan

0 to 2 m  
 17660 BP  
 Pyroclastic flow  
 10 m  
 or depositional gap  
 Debris avalanche  
 10 m  
 of 8590-8400 BP, 10 cm  
 m  
 of with ash layers  
 12650 BP, 15 cm  
 one  
 (Pliocene)

### Stratigraphy of the northern volcaniclastic fan



Pyroclastic flow deposit



Bread crust bomb from the PF.



Fossil fumarole in the PF indicates its high depositional temperature.



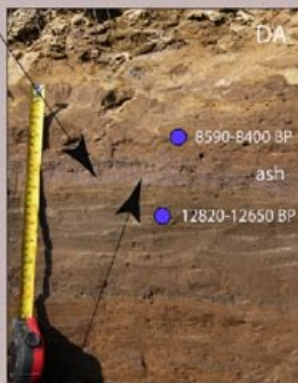
Debris avalanche deposit

Edifice of Mt. Popa was destabilized by intrusion of magma and the collapse triggered explosive eruption. No blast deposit was found in the area, so the collapse scenario was of Shiveluch type.



Contact between the DA and PF indicates no significant depositional time gap.

### Age of the edifice collapse and the most recent eruptions

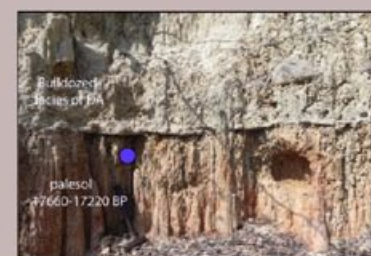


Buried paleosol below the DA deposit

Ar-Ar dating of the summit lava dome and the lava flow truncated by the avalanche scar provided zero age - thus they are very young.

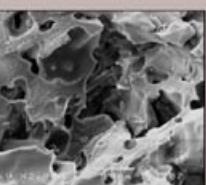
Buried paleosol under the avalanche deposit provided C14 calibrated ages 17660-17220 BP, 12820-12650 and 8590-8400 BP. Thus the avalanche and the PF were deposited ~ 8000 BP. The paleosol contains thin layers of fine-grained ash indicating eruptions of Mt Popa in the beginning of Holocene.

Paleosol on top of the volcaniclastic fan provided a calibrated C14 age of 2740-2640 BP. The uppermost paleosol contains no ash layers, thus there are no geological evidences of explosive eruptions of the volcano in the end of Holocene.



Buried paleosol below the DA deposit

Characteristics of the... indicate that it was... produced by mild... eruption.



### Conclusions

1. Latest period of volcanic activity of Mount Popa took place in the beginning of Holocene. It included several mild explosive eruptions probably of vulcanian type ~12700-8500 BP, followed by large scale edifice collapse ~ 8000 BP, then followed (probably immediately) by strong magmatic eruption with deposition of the PF.
2. We have not found evidences of the eruptions ~800 BP and 442BC; they could be of very small scales, or possibly were misinterpreted nonvolcanic events: crater wall collapses, mudflows etc.



*La grotte des 1000 Bouddha de Po Win Daung*

tillonnage pour datation (Maury et coll. 2004) effectué jusqu'ici, sur la paroi interne du cratère qui fait 150 m de hauteur, n'a porté que sur la coulée de basalte d'environ 30 m d'épaisseur, à prismes verticaux, qui est recouverte par les dépôts typiques des explosions phréatomagmatiques (brèches, tufs lités de déferlantes basales avec leurs dunes et antidunes, impacts de bombes, lapilli accrétionnés ou faciès « gouttes de pluie », bombes en chou-fleur etc.). Son âge calculé de 440'000 ans n'est donc pas représentatif. D'ailleurs, le site internet Volcano Discovery souligne que, bien que la

plupart des appareils datent manifestement de plus de 10'000 ans (ce qui à l'échelle volcanologique n'est pas réhabilitaire pour une réactivation), il existe une coulée de basalte d'aspect plus récent qui forme un plateau au nord de Thayet-Pingan. Dans les dépôts phréatomagmatiques du Twin Taung, on peut récolter aussi de nombreuses enclaves de proxénites à olivine, amphiboles et de gabbros, ramonées depuis la chambre magmatique ou arrachées au substratum. Le Taungbyauk, quoique de structure similaire, n'a pas livré de telles enclaves.

Cette région mérite vraiment le



*Statue de Bouddha couché*

détour si l'on dispose de plus de deux semaines. En effet, la ville de Monywa est réputée comme la plus « birmane » du pays. En outre, ses environs permettent de visiter le fameux Temple Thanboddhay et les extraordinaires grottes bouddhiques de Po Win Daung (à trois étoiles dans les guides !) ainsi que (sur une colline de Monywa) le deuxième plus grand bouddha debout du monde (c'est difficile à prononcer !) et un impressionnant bouddha couché.

### **Les volcans du Singu Plateau**

Ils sont situés sur la rive gauche de l'Irrawaddy, à 100 km à vol d'oiseau au nord de Mandalay, entre la ville de Shwebo (à l'ouest) et la route nationale Mandalay-Myitkyina à l'Est, aux alentours du village de Chaung Gyi. Dans ce massif volcanique elliptique, allongé du NNW au SSE sur 15 km de long, dénommé aussi le Letha Taung, on n'a pas identifié jusqu'ici d'appareils émissifs proprement-dits. On y voit seulement un empilement, sur environ 100 m, de vastes coulées principalement basaltiques, très fluides (à surface pahoehoe) qui constitue dans le paysage un plateau d'environ 60 à 100 km<sup>2</sup> (ce qui est du même ordre que certains planèzes du Cantal). Cet empilement repose sur les grès du Mio-Pliocène et sur la partie sommitale des molasses plio-quadernaires de l'Irrawaddy Formation. Au plan pétrologique, il s'agit de trachyandésites basaltiques qui présentent une texture vésiculaire et de rares phénocristaux d'olivine. L'apparente monotonie de ces coulées ne doit pas oblitérer trois caractères qui feront l'attrait particulier de cette région pour les visiteurs qui auront un peu de temps : D'abord, la ville de Shwebo recèle un palais en bois et une très vieille pagode. Avec les vestiges émouvants de la très ancienne cité de Pyu (Hal-lin ou Hanlin), toute proche, et ins-



Les basaltes popcorn du Singu Plateau. Photo © Martial Caroff

crité au Patrimoine de l'UNESCO, ils méritent le détour. Néanmoins (bien sûr), la « magie » de Mogoke et de la route de la Haute Birmanie, à deux pas, leur fait beaucoup d'ombre au plan touristique.

En outre, il est intéressant de savoir (mais cela peut donner de l'anxiété aux visiteurs les plus sensibles !) que ce volcanisme semble très récent, inférieur pour certains à 10'000 ans, et qu'il a été émis par la faille dite de Sagaing, vraiment « vivante » puisqu'elle reste la plus sismique de toute la microplaque birmane. Autrement dit, les séismes d'intensité supérieure à 6 sont fréquents. Les

chercheurs spécialisés sur la tectonique des plaques se sont beaucoup passionnés pour cette faille et pour ce massif, parce que celui-ci a été recoupé par des failles de tension dirigées N30°E, interprétées comme la marque des contraintes horizontales exercées par la faille, qui joue en décrochement dextre. Le massif a, en outre, été sectionné en deux grandes parties par un rejeu de la faille. Connaissant la distance de décalage des deux blocs et l'âge des coulées affectées, ils ont calculé que la vitesse de décrochement est de 1 à 2,3 cm par an. Toutefois, que l'on se rassure : les séismes mis à part, il

ne semble pas y avoir (malgré les apparences) de risque d'ouverture d'une fontaine de lave dans le parking de l'hôtel pendant votre sommeil. En effet, les datations géochronologiques réalisées sur 5 coulées méridionales du massif (Bertrand et coll. 1998) ont livré, pour les 9 âges les plus jeunes à avoir été calculés, des datations qui s'échelonnent de 250'000 à 310'000 ans, ce qui est heureusement trop vieux pour la probabilité d'une réactivation magmatique.

Enfin, une particularité intéressera les pétrographes et les amateurs de détails de terrain significatifs de l'activité éruptive. Il s'agit (Caroff et coll. 2000) de minuscules cheminées ou vacuoles cylindriques, verticales, que l'on distingue dans la masse de la roche, sur cassure fraîche. On observe aussi de petites couches de ségrégation à faciès pegmatitique et vacuolaire. Ces petites structures résultent d'un phénomène rare, à savoir un processus de ségrégation et de différenciation interne à la lave de la coulée pendant qu'elle se refroidissait, dont le moteur est la vapeur d'eau : il implique les liquides résiduels formés pendant le refroidissement de la coulée et se traduit notamment par une altération magmatique des microcristaux d'olivine, à haute température, qui se transforment



L'enseignement au monastère de Shwe Yan Pyay (Lac Inlé)



en iddingsite.

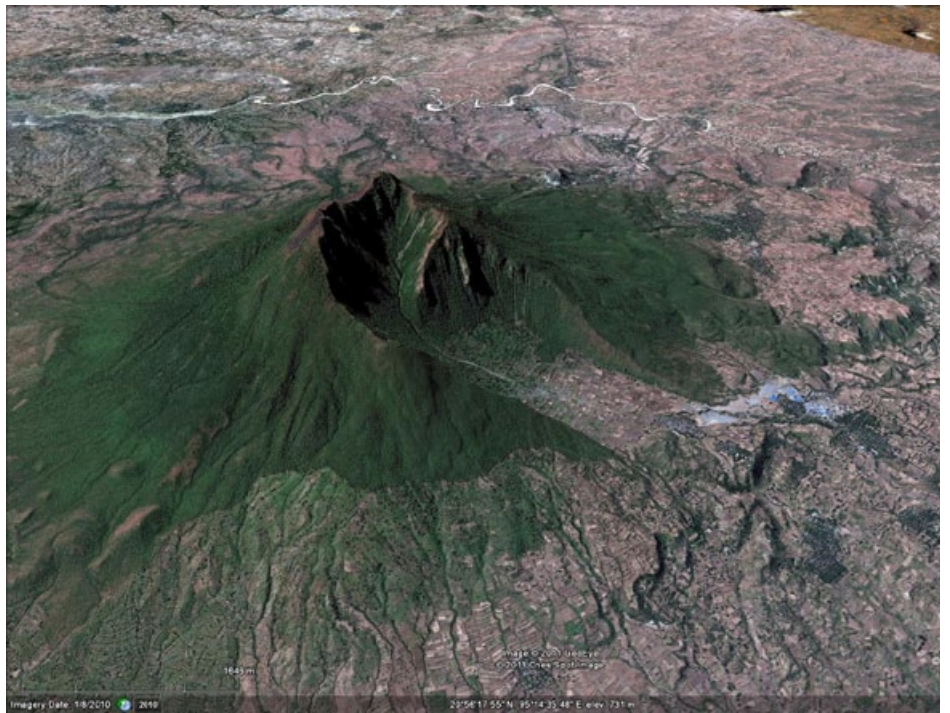
### Les volcans de boue

L'énumération qui précède ne serait pas complète si elle passait sous silence les autres manifestations d'éruptions volcaniques, étonnantes, qui sont signalées sur Internet, de temps en temps. Celle du « volcan » Nagadaung, précisait le journaliste, a duré ...quelques minutes.

Evidemment, une telle brièveté jette le doute ! En réalité, il s'agit de volcans de boue. Le sous-sol du Myanmar est d'ailleurs réputé pour ses ressources en hydrocarbures, comme d'autres régions du monde bien connues pour ces phénomènes.

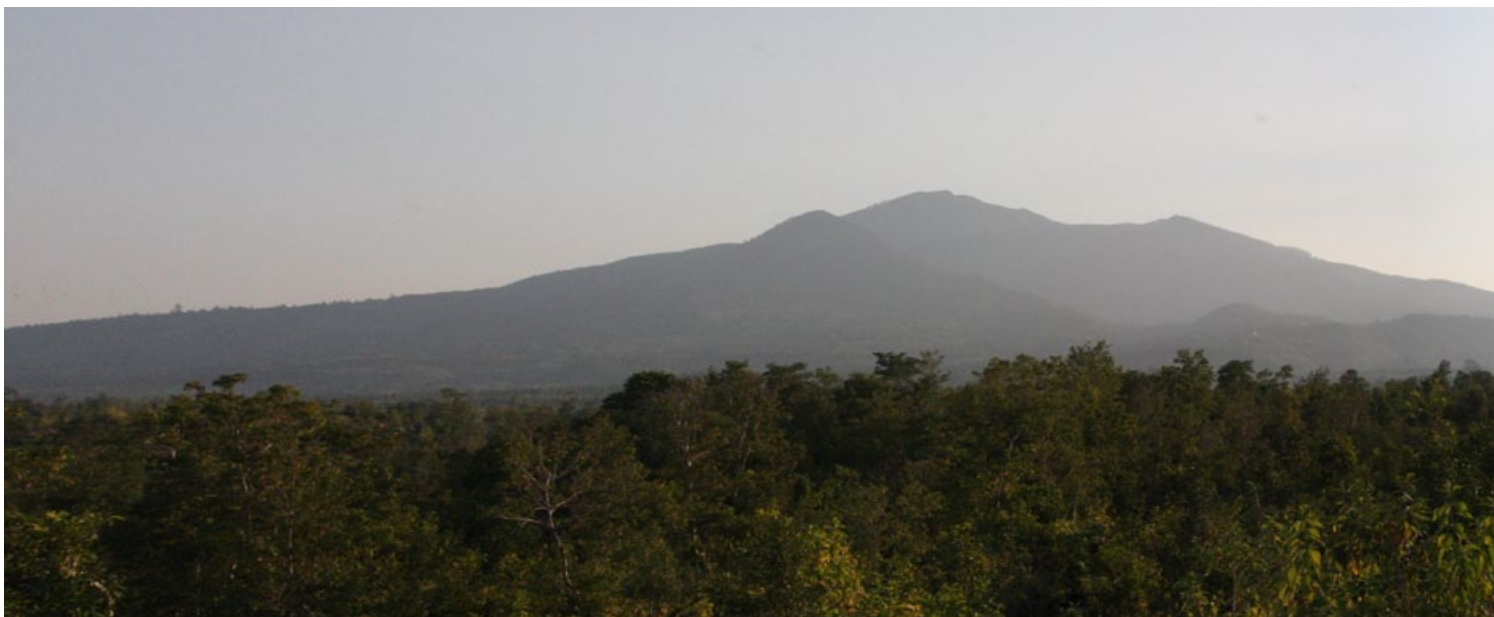
### Le Mont Popa

Le Mont Popa est assurément le volcan de Birmanie le plus imposant et le plus spectaculaire de tous. Il fait donc le sujet principal de la conférence. Sa géologie, déjà bien démentée par Stephenson et Marshall et par les chercheurs français, vient tout récemment d'être précisée par A. et M. Belousov en collaboration avec le Dr Khin Zaw (2012, une publication à laquelle il sera fait de larges emprunts).



Comment se rendre au Mont Popa? L'itinéraire le plus commode est via Bagan, puisque le volcan n'est qu'à 50 km au sud-est de la célèbre cité aux mille pagodes. Comment convaincre vos compagnons de voyage, une fois installés à Bagan, de distraire une journée pour s'en aller visiter le volcan ? Ca, c'est une autre affaire, car il est difficile de s'arracher aux charmes de Bagan... Et c'est du vécu ! Mais le Mont Popa a ses raisons que Bagan n'a pas. Mis à part la volcanologie, c'est d'abord un lieu de pèlerinage

bouddhique : le neck, ou le dick, ou (bref) la cheminée volcanique solidifiée dite de Taung Kalat (altitude 737 m) est littéralement coiffé par une multitude de stupas, plus couverts d'or les uns que les autres, et que l'on « mérite » par l'ascension de 700 marches, pieds nus, en prenant bien garde aux singes chapardeurs et à leurs déjections... C'est aussi un point culminant très verdoyant, car le volcan, perché à 1518 m d'altitude, arrête les nuages ; il était même, autrefois, entouré d'une jungle épaisse. Mais c'est surtout le



Le Mt Popa vu du Nord, avec son cratère d'avalanche égoué. / Altitude: 1518 m / Latitude: 20.92°N - Longitude: 95.25°E





royaume des 37 nats, ces « esprits » officiellement reconnus en Birmanie depuis la nuit des temps, et auxquels jusqu'au XI<sup>e</sup> siècle les rois ne manquaient jamais de venir rendre hommage avant de commencer leur règne.

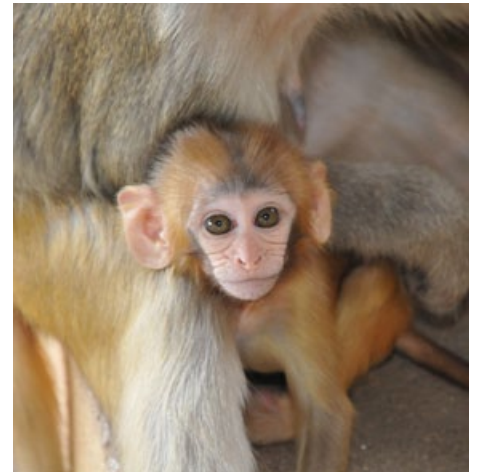
### Un stratovolcan classique

L'édifice du Mont Popa, emblématique du Parc Naturel du même nom, s'élève, majestueux, au sommet des grès pliocènes de l'Irrawaddy Formation. C'est un volcan composite, constitué de deux ensembles superposés. L'ensemble le plus ancien est composé de coulées de ponces dacitiques et/ou rhyolitiques, de coulées d'andésites et de dômes et coulées dacitiques, interstratifiés avec les

sédiments détritiques sommitaux de l'Irrawaddy Formation. L'ensemble le plus récent est composé de coulées radiales de basalte et d'andésite basaltique, d'un cône pyroclastique bien conservé fait de scories stromboliennes, tufs etc., de composition basaltique à basalto-andésitique, et (pour finir) de deux intrusions (necks ou plugs) andésitiques circulaires, l'une recoupant les parois du cratère principal et l'autre émergeant des grès de l'Irrawaddy Formation pour constituer le fameux Taung Kalat avec ses sanctuaires.

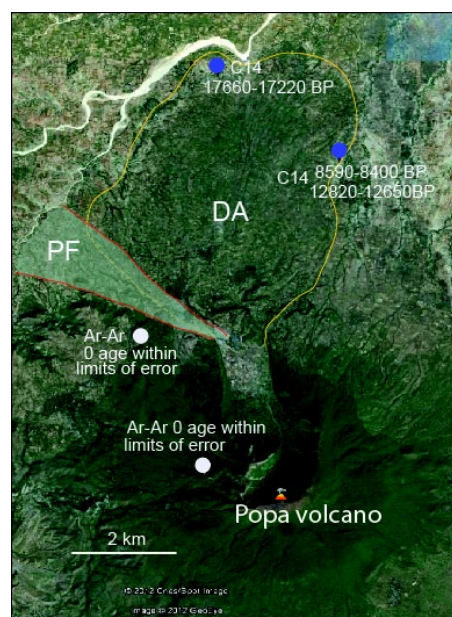
Les datations de coulées réalisées à ce jour attestent, pour l'une des plus anciennes, d'un âge de 4 MA et (pour les plus récentes à avoir été mesurées par Maury et coll. 2004) de 0,8 à 1 MA. Leur chimisme est calco-alcalin à calco-alcalin potassique, montrant une évolution des basaltes aux dacites comme dans de nombreux stratovolcans : basaltes, andésite basaltiques, andésites, dacites ponceuses.

Un mystère s'attache à ce volcan car la tradition fait état d'une activité éruptive aux environs de l'an 442 av. J.C. Les recherches récentes (Belousov et Zaw, 2012) n'ont pas confirmé cette tradition.



### Le dynamisme particulier du Mt Popa

Le trait le plus captivant dans la visite du Mont Popa, c'est sa disposition avec un cratère égéulé vers le Nord, qui est la trace d'un gigantesque écroulement de flanc du volcan, accompagné d'une avalanche de débris (debris avalanche notée DA sur les photos) dont l'épaisseur atteint 20 m, constituée de gros blocs métriques emballés dans une brèche plus fine. Par-dessus ces dépôts chaotiques, le cône central a émis une ultime coulée pyroclastique scoriacée (pyroclastic flow notée PF sur les photos, de type sub-plinien, avec émission de magma juvénile), de granulométrie fine, de couleur claire, de 10 m d'épaisseur, qui s'est étalée en éven-





*Du sommet du Popa, il y a une belle vue sur le cratère égueulé . Photo © Belousov*

tail par le cratère égueulé, et qui est désignée comme un lahar ou debris flow sur la carte géologique de Stephenson et Marshall (1984). En fait, elle contient bien du magma frais.

De bons affleurements sont observables en bas versant de la paroi nord du cratère égueulé. On y voit, au-dessus d'une coulée de basalte fluide de 50 m d'épaisseur, une séquence de 20 m de séquence pyroclastique claire riche en bombes en chou-fleur, au-dessus de laquelle vient un dépôt de type vulcanien riche en bombes d'andésite basaltique en croûte de pain.

A l'extérieur du cratère, l'avalanche de débris est très typique avec sa surface en hummocks, des ravines radiales multiples et des pressure ridges transverses (cf. photos).

Les datations Argon-Argon (Belousov et Zaw, 2012) effectuées sur le sommet du dôme de lave et sur la coulée de lave qui ont été décapés et mis à nu par l'avalanche de débris, ont livré un âge de zéro, ce qui atteste qu'ils sont très récents. Pour les âges aussi récents, la méthode de l'analyse des isotopes de l'Argon n'est plus applicable et il faut (si on le peut) rechercher des témoins plus facilement datables, comme les

restes de végétaux carbonisés par les éruptions, quand on en trouve.

Finalement, deux paléosols ont eu la chance d'être trouvés et de se révéler favorables à cet égard. Le paléosol situé le plus bas topographiquement, qui a été fossilisé par l'avalanche, a livré des âges calibrés C14 respectivement de 17 660-17 220 BP (=before present), de 12'820-12'650 BP, et de 8'590-8'400 BP. Il contient de fines couches de cendres qui attestent que les éruptions modernes du Mont Popa se sont produites à l'Holocène, et jusque vers 8'000 BP. Le paléosol trouvé au sommet de l'éventail de pyroclastites, lui, a livré un âge C14 calibré de 2'740-2'640 BP. L'âge de l'ultime coulée pyroclastique du Mt Popa est ainsi encadré. Ce paléosol n'a pas livré de cendres, ce qui laisse à penser que les éruptions étaient alors terminées, tout au moins celles se traduisant par des explosions.

Au final, l'éruption de 442 av. J.-C. n'a pas encore été attestée. Néanmoins, il pourrait s'être agi de manifestations non explosives (éboulement d'une paroi du cratère, coulée de boue, etc.). Il ne faut certainement (hélas) pas perdre de vue que, pour un stratovolcan de cette taille,

2'600 ans ou même 8'000 ans ne sont pas une période de repos suffisante pour considérer le volcan comme éteint.

### L'ascension du volcan

L'ascension de ce magnifique volcan, à partir du village au pied des sanctuaires, ne présente aucune difficulté pour des marcheurs moyens. Il faut compter 2 à 3 heures de sentier ; ne pas oublier les biscuits et l'eau ! Le plus rapide est de prendre de l'altitude grâce à la piste (carrossable) du Popa Mountain Resort, qui se trouve à tiers-pente et où l'on trouvera gîte et couvert ainsi qu'un agréable petit jardin botanique spécialisé sur les plantes médicinales. Plus haut, faire attention aux nombreuses fourches du sentier, qui peuvent faire perdre du temps. En cas de pluie, un guide pris dans le village permettra d'éviter de se perdre bêtement dans le brouillard au retour, et le sentier peut s'avérer boueux et glissant. Du sommet, on jouit d'un magnifique panorama, tant sur les sanctuaires du neck que sur le cratère égueulé béant, envahi par la végétation (voir photo ci-dessus). L'émotion est agrémentée par la présence d'un petit stupa juché au bord du cratère.

Un autre itinéraire consiste à partir de plus loin au nord, depuis sur la route de Mandalay, pour remonter à partir de Gyaingynia la route du village de Myingyan, dans lequel a été installée une fabrique de porcelaine. On se trouve alors au pied nord du cratère égueulé ; on peut facilement y échantillonner la coupe stratigraphique, mais on ne jouit pas du beau panorama !

### La méconnaissance des explosions dirigées de type purement phréatique suivi d'avalanche

A l'issue de la conférence, une discussion fructueuse s'établira, on s'en doute, nourrie par les témoignages des membres de la SVG.

En matière de volcans s'étant distingués par la production d'explosions dirigées ou de « blasts » et notamment de blasts dû à des explosions uniquement phréatiques, les exemples se révèlent chaque année de plus en plus nombreux. Pour sa part, A. Belousov a fait d'intéressants rapprochements entre le Mont Popa et le Shiveluch. Le Mont Popa, dont la coulée pyroclastique grise sommitale contient bien du matériel juvénile, s'écarte du type Bandai San où seule la pression de la vapeur surchauffée a été le moteur dans les avalanches de débris

pyroclastiques qui ont suivi l'éclatement du volcan en deux.

Il sera notamment projeté à la SVG toute une série de diapositives sur l'éruption de 1888 du Bandai San, grâce d'une part aux fichiers numériques aimablement communiqués par le Dr Takahiro Yamamoto et le Dr Nakano San, du Geological Survey of Japan, et d'autre part aux splendides chromolithographies de la publication historique de Sekiya et Kikuchi (1890), dont un exemplaire original sera présenté.

#### Pour en savoir plus :

**Belousova M., Belousov A., Zaw K.** (2012) – *Holocene gravitational collapse and explosive eruption of Mount Popa, Myanmar. American Geophysical Union, Fall Meeting 2012, poster and abstract V41B-2793.*

**Bertrand G., Rangin C., Maury R., Htun H. M., Bellon H., Guillaud J.-Ph.** (1998) – *Les basaltes de Singu (Myanmar) : nouvelles contraintes sur le taux de décrochement récent de la faille de Sagaing. C.R. Acad. Sci. Paris, Sc. Terre Plan., 327, 479-484.*



**Caroff M., Maury R., Cotten J., Clément J.-Ph.** (2000) – *Segregation structures in vapor differentiated basaltic flows. Bull Volcanology, 62/3, 171-187.*

**Maury R.C., Pubellier M., Rangin C., Wulput L., Cotten J., Socquet A., Guillaud J.-Ph.** (2004) – *Quaternary calc-alkaline and alkaline volcanism in an hyper-oblique convergence setting, central Myanmar and Western Yunnan. Bull. Soc. Géol. France, 175/5, 461-472.*

**Stephenson D., Marshall T.R.** (1984) – *The petrology and mineralogy of Mt Popa and the nature of the late-Cenozoic Burma volcanic arc. J. geol. Soc. London, 141/4, 747-762.*

## SI VOUS AIMEZ VOYAGER

Du 10 au 18 avril 2016

### Volcans et paysages des îles Canaries

Venez découvrir le volcanisme des Canaries et les paysages grandioses qu'il a engendré sur les îles de Ténérife, La Palma et Lanzarote: au programme: dynamismes et produits de stratovolcans, volcans monogéniques et volcanisme fissural, risques volcaniques, le volcan et l'Homme aux Canaries.

Du 22 - 31 octobre 2016

### Volcans, géologie, paysages et préhistoire dans le Grand Rift Est Africain en Tanzanie.

Partez à la découverte des paysages époustouffants et du volcanisme du Rift Est Africain (volcans Ol Donyio Lengai, Olmoti, caldéra du N'gorongoro.). Venez marcher sur les traces de nos ancêtre qui, dans

les gorges d'Olduvaï, ont imprimé leurs pas dans la cendre volcanique il y a 3.6 millions d'années. Un voyage inoubliable, au coeur de la Terre des Masaïs, sanctuaire naturel de la faune africaine

*Dans les deux cas, pour plus d'informations, contactez Evelyne Pradal :*

[epradal.sciterre@free.fr](mailto:epradal.sciterre@free.fr)



## FOCUS

# L'éruption du Tolbachik 2012-2013 retour sur un évènement exceptionnel

### Texte

C. Schnyder  
(sauf mention)

### Photos

Olivier Grunewald

Le volcan Tolbachik a gratifié le Kamtchatka d'une de ses plus belles éruptions depuis quelques années. Cette éruption basaltique, somme toute classique pour ce volcan, mérite néanmoins que l'on s'y attarde un peu afin de décrypter son déroulement...

Des stratovolcans ont commencé leur édification un peu plus tard, créant de grands volcans. Parmi ces grands appareils volcaniques, Krestovsky, Kamen, Zimina, Gorny Zub, Bol'shaya, Malaya Udina sont considérés comme éteints (ils n'ont plus eu d'éruptions depuis au moins 10'000 ans), Ushkovsky est en sommeil, alors que Klyuchevskoy, Bezymianny et Tolbachik sont très actifs. Tous ces édifices dépassent allègrement les 4000 m. d'altitude, le plus imposant étant le Klyuchevskoy, culminant à 4754 m.

Le Tolbachik, possède une structure complexe : on y trouve 2 cônes (Ostry et Plosky Tolbachik), d'élévations respectives de 3672 et 3065 m. Ces deux cônes se sont édifiés simultanément au Pléistocène, mais seul le Plosky a continué son activité pendant l'Holocène (moins de 10'000 ans). Cette activité s'est traduite par l'apparition de cônes monogénétiques le long d'un rift d'orientation NE-SW. On estime

### Le Tolbachik, situation géotectonique et géologique sommaires

Le Tolbachik est un volcan situé dans la partie centrale du Kamtchatka, au sein du groupe de volcans du Klyuchevskaya. Le volcanisme de cet ensemble doit son origine à la subduction de la plaque pacifique sous la microplaque Okhotsk, avec une vitesse de subduction élevée comparée aux autres subductions, de l'ordre de 9 cm/an. Les premières éruptions de cette région datent du Pléistocène inférieur, soit 1.8 millions d'années, par l'accumulation de vastes coulées basaltiques.



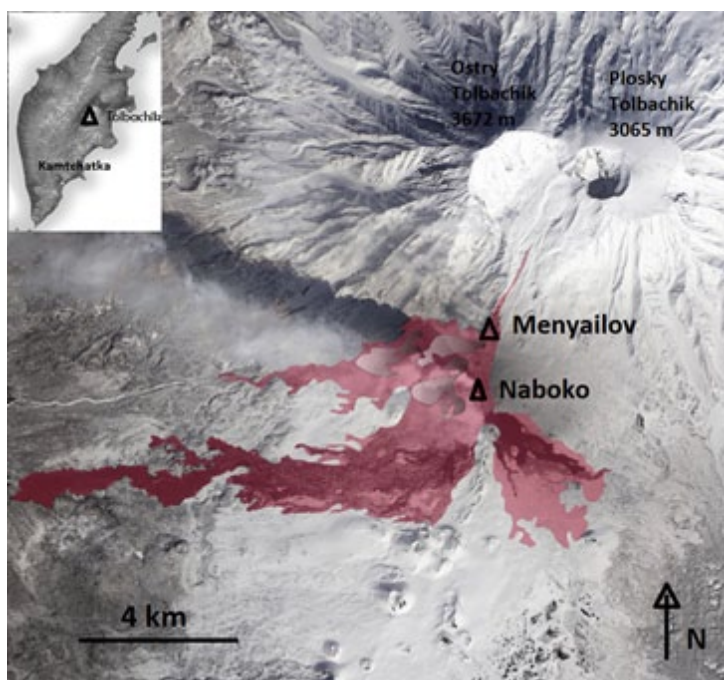


Fig. 1 : Le complexe volcanique du Tolbachik. On remarque en haut à droite la caldera du Plosky Tolbachik, ainsi que les deux cônes nés de l'éruption de 2012-2013 et leurs coulées. (modifié d'après Belousov et al., 2015).

que durant cette période de temps, plus de 80 km<sup>3</sup> de magma ont été émis. Des vidanges partielles de la chambre magmatique ont conduit à la formation de 2 calderas sommitales de 1.5 et 3 km de diamètre respectivement, partiellement comblées par les produits des éruptions successives. La composition des magmas est relativement uniforme : il s'agit de basalte à forte teneur en

1975-1976, hors du commun, a duré 520 jours ! Elle s'est déroulée en 2 phases. La première phase par l'ouverture d'une fissure située à 18 km au nord du sommet, le Northern Breakthrough, construisant 3 cônes de 300 m de hauteur pendant 70 jours. La deuxième phase a démarré 2 jours après la fin de la première phase, à 27.5 km au sud du sommet et a duré 450 jours. Le volume total

aluminium et en magnésium, donnant des dynamismes éruptifs hawaïien à strombolien.

### Eruptions historiques

Depuis le 20<sup>e</sup> siècle, pas moins de 10 éruptions ont été répertoriées : 1904, 1931, 1937, 1939-41, 1954, 1961-62, 1975-76 et 2012-2013.

L'éruption de

de laves et tephra émis se monte à 870 millions de mètres cube, soit un peu moins d'un kilomètre cube !

### L'éruption de 2012-2013

Bien que des stations de mesures sismiques aient été installées dans les environs du Tolbachik depuis plus de 10 ans, les signaux sismiques manifestes du réveil du volcan ne se manifestèrent que le jour précédent. Une analyse de la sismicité réalisée à posteriori révélera une sismicité discrète dès juillet 2012, soit 5 mois avant, avec une montée graduelle en magnitude et en fréquence. Aucune mesure de déformation n'a été réalisée avant l'éruption. Une analyse également réalisée après coup, corrèlera une inflation à la sismicité, traduisant l'intrusion magmatique. La déflation consécutive des débuts de l'éruption se fera sentir par des stations GPS jusqu'à 60 km de distance !

Les premiers signes visibles de l'éruption furent l'incandescence du lieu de l'éruption, observée depuis le village de Kozyrevsk, 40 km à l'ouest vers 10h du soir le 27 novembre. L'éruption commença avec l'ouverture d'une fissure au pied sud du volcan, sur l'axe du rift SW. De nombreux cratères ségrè-





nèrent de long d'un fissure de 6 km de longueur, montrant une activité explosive phréatomagmatique, due à l'interaction du magma avec la nappe phréatique. Cette activité laissa bientôt la place à une transition purement magmatique, avec l'émission de fontaines et de coulées de lave. Deux groupes de cratères s'individualisèrent vers 1850 m et 1740 m, nommés des noms de 2 scientifiques russes disparus, Igor Menyailov et Sofia Naboko. Les premières coulées furent émises en direction de l'ouest et du sud-ouest,

sous la forme de coulées aa de quelques mètres d'épaisseur. L'impressionnant débit de cette phase fut estimé à 440 m<sup>3</sup>/s pour les 5 premiers jours.

La deuxième phase vit l'activité se concentrer sur le cône Naboko, par un dynamisme strombolien fluctuant. Des fontaines de laves d'une hauteur de 300 m alternèrent avec des épisodes d'explosions plus modérées. Un cône satellite fut édifié sur le flanc du Naboko. Dans ce dernier, un étang de lave fut actif pendant la majorité de cette phase.

Un système complexe de coulées de lave chenalisées et de tunnels anastomosés se mit en place dès le mois de janvier (fig.1). Le chenal principal passa ainsi de 700m de long en janvier à 1.5 km en avril, pour aboutir avant la fin de l'éruption à des longueurs de plus de 5 km. Des coulées aa cédèrent la place à des coulées pahoehoe. Des mesures de températures par thermocouple et caméra thermique indiquèrent des valeurs de 1080°C et 1000°C.

La dernière phase éruptive, dès le 23 août, vit le débit tomber de 20m<sup>3</sup>/s





à 0. Le tremor, indicateur de montée de magma dans l'édifice, disparu indiquant la fin proche de l'éruption. Une petite activité explosive persista jusqu'au début du mois de septembre. Le cône Naboko arrêta sa croissance à 125 m de hauteur. Le volume total de produits émis se monte à 550 millions de mètres cubes.

### Composition chimique des produits émis

Les laves émises pendant cette éruption appartiennent aux trachyandé-

sites basaltiques, c'est-à-dire des andésites basaltiques à forte teneur en alcalins ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 5.5-6.5$  % poids). Une légère évolution compositionnelle du magma fut observée, avec des magmas un peu plus acides (55 % pds  $\text{SiO}_2$ ) au début de l'éruption, évoluant vers un chimisme légèrement plus basique (52 % pds  $\text{SiO}_2$ ) dès le 28 novembre. Ceci s'explique par le fait d'une intrusion ou d'une chambre magmatique légèrement zonée, avec un magma plus acide au sommet de la chambre, qui sera extrait en premier. La pauvreté

en cristaux est également une caractéristique notoire des laves cette éruption.

Une grande surprise vient d'un minéral très inhabituel dans ce genre de volcanisme... mais pour cette nouvelle incroyable, il faudra patienter jusqu'au prochain numéro !!! Il est de toute façon réputé éternel...

### Conclusion

Cette éruption aura surpris les scientifiques russes, qui s'attendaient depuis 1976 à un temps de repos beaucoup plus important, par égards aux volumes émis en 1975-1976. Elle aura permis de mieux préciser le cycle de réalimentation et de vidange de la chambre magmatique au cours du temps.

### Remerciements

...tout particuliers au photographe illustrant cet article !

### Source

*Belousov, A., Belousova, M., Edwards, B., Volynets, A. & Melnikov, D. (2015). Overview of the precursors and dynamics of the 2012-13 basaltic fissure eruption of Tolbachik volcano, Kamchatka, Russia. J. Volc Geoth. Res., 299 : 19-34.*





*Volcanologue collectant de la lave fraîche pour analyse - Photo © Olivier Grunewald*