

**SOCIETE DE VOLCANOLOGIE GENEVE**

C.P. 6423, CH-1211 GENEVE 6, SUISSE, (FAX 022/786 22 46, E-MAIL: [SVG@WORLD.COM.CH](mailto:SVG@WORLD.COM.CH))

SVG



GENEVE

# 79 Bulletin mensuel





## SOMMAIRE BULLETIN SVG N079, MAI 2008

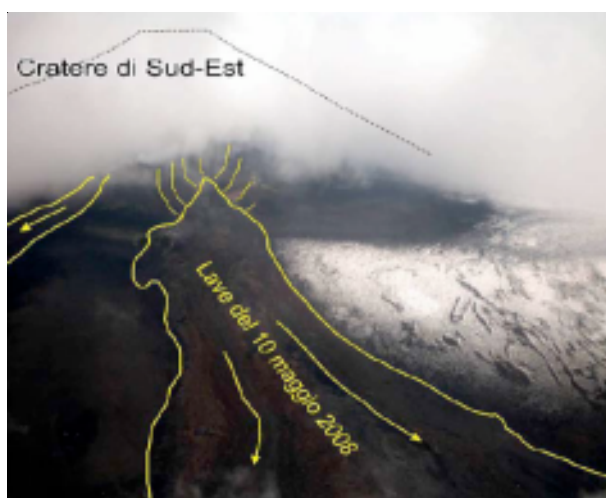
Nouvelles de la Société	p. 3
Volcan info.	p. 3-4
Activité volcanique Chaitén(Chili)	p. 4
Focal	p. 5
Dolomieu	
Dossier du mois	p. 6-19
Récit de voyage Dallol-Erta	p. 6-16
Point de mire géologie Afar	p. 16-19

## DERNIERES MINUTES -DERNIERES MINUTES

### REPRISE DES PAROXYSMES DU CONE SE A L'ETNA ?

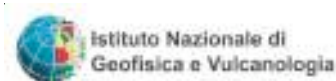
Après la réapparition d'une activité strombolienne au cône SE durant les semaines précédentes, un violent paroxysme s'est produit le 10 mai 2008 durant 4 heures. Des fontaines de lave ont alimenté un panache de téphra, emmené vers le nord. Mais

également des coulées ont été émises dans la Vallée del Bove, passant à proximité des Centenari, puis se dirigeant vers le Mt Calana. Elles ont parcourues environ 6 km avant de s'arrêter ■



Réf. Eruzione dell'Etna del 10 Maggio 2008

Sopralluogo con elicottero  
**Marco Neri**



### IMPRESSUM

Bulletin de la SVG No79, 2008, 20p, 270 ex. Rédacteurs SVG: P.Vetsch, J.Metzger & B.Poyer (Uniquement destiné aux membres SVG, N° non disponible à la vente dans le commerce sans usage commercial).

#### Cotisation annuelle

(01.01.08-31.12.08) SVG:  
50.- SFR (38.- Euro)/soutien  
80.- SFR (54.- Euro) ou plus.  
Suisse: CCP 12-16235-6

**IBAN CH88 0900 0000  
1201 6235 6**

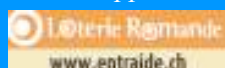
Païement membres étrangers:

RIB, Banque 18106, Guichet  
00034, N°compte  
95315810050,  
Clé 96.

IBAN (autres pays que la France):

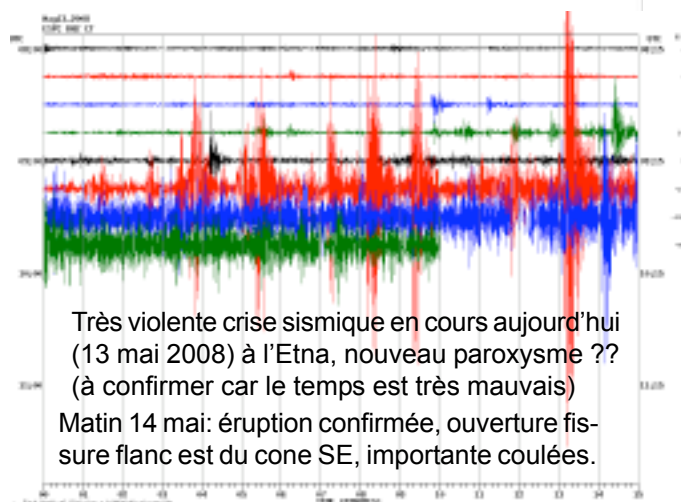
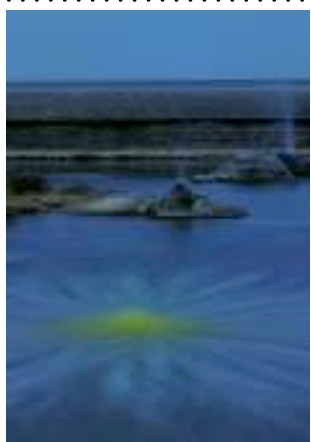
FR76 1810 6000 3495 3158  
1005 096 BIC  
AGRIFRPP81

Imprimé avec l'appui de:



et une Fondation Privée

Sismogramme  
13.05.08 démarrage  
de la crise à 9:15  
(UTM)



Très violente crise sismique en cours aujourd'hui (13 mai 2008) à l'Etna, nouveau paroxysme ?? (à confirmer car le temps est très mauvais)  
Matin 14 mai: éruption confirmée, ouverture fissure flanc est du cone SE, importantes coulées.

Geysers jaunes sur un lac de saumures calciques, au pied SE du Dallol (Ethiopie) (©Photo O.GRUNEWALD)

### RAPPEL : BULLETIN SVG SOUS FORME ÉLECTRONIQUE ET SITE WEB SVG

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 la mention bulletin, à l'adresse suivante : [membresvg@bluemail.ch](mailto:membresvg@bluemail.ch) et... le bulletin du mois prochain vous parviendra encore plus beau qu'avant ■

WEB SVG

Le site web de la SVG est accessible. Son adresse est facile:

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



En plus des membres du comité de la SVG, nous remercions **P.Rivallin, D.Mougin, D.Corneloup & V.Barthès, O.Grunewald** pour leurs articles ou images, ainsi que toutes les personnes, qui participent à la publication du bulletin de la SVG.





## NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ - NOUVELLES DE LA SOCIÉTÉ - NOUVELLES

Au mois prochain nous reprendrons nos réunions mensuelles **chaque deuxième** **lundi** du mois.

La séance de mai a été déplacée au:

**lundi 19 Mai 2008 à 20h00**

mais dans notre lieu habituel de rencontre situé dans la salle de:

**MAISON DE QUARTIER DE ST-JEAN**  
(8, ch François-Furet, Genève)

Elle aura pour thème:

### DES SOURCES CHAUDES DU YELLOWSTONE AU TEST DE PATERNITÉ : UNE HISTOIRE DE MICRO- BES DE L'ENFER

Nous donnerons une carte blanche à R. Haubrichs, membre SVG, qui développera le thème suivant: «La vie est-elle possible à des températures supérieures à 100°C? Des créatures vivantes peuvent-elles résister à des conditions proches de la pasteurisation? Où se cachent ces extrêmophiles aux noms évocateurs comme *Methanobacterium thermoautotrophicum*, *Pyrococcus abyssi* ou encore *Sulfolobus solfataricus*? Nous découvrirons que ces organismes peuvent rendre de grands services à l'homme même si leurs existences étaient encore considérées comme impossible il y a moins de cinquante ans. Dans une deuxième partie, plus récréative, nous irons visiter des volcans quelque peu «exotiques». D'abord en Roumanie puis à Tahiti en passant par l'île de Pâques...» ■



*Sulfolobus au St Helens (USA)*

[Photo Dr.K.Stedman]

### MOIS PROCHAIN

La dernière séance avant la pause d'été le lundi 9 juin aura pour sujet la **dépression Danakil** en pays Afars, avec la présence du photographe et auteurs de livres sur les volcans, O. Grunewald ■

## VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS - VOLCANS INFOS



Le nouveau «**mémo Gisserot Les Volcans**», par **J.C. Tanguy**, résume l'essentiel de ce qu'il faut savoir sur le volcanisme, la tectonique des plaques, les grandes éruptions et leurs conséquences: drames humains, atteintes à l'environnement, extinctions animales au cours des ères géologiques. Les risques d'aujourd'hui et leur prévention sont abordés sous un angle original, sans oublier les bons côtés des volcans. Un petit livre commode: 11,5x16,5 cm, 64 pages et plus de 50 photos en couleurs, pour 2 euros et 80 cts ([www.editions-gisserot.com](http://www.editions-gisserot.com)) ■

### LIVRES SUR LES VOL- CANS

deux nouveautés



«**L'homme qui jouait avec le feu, 30 ans d'aventures sur les volcans du globe**» P. Barois, 348 p.; 140x225 mm; cahier photos couleur 16p. Prix 21 euros.  
[www.presses-rennaissance.com](http://www.presses-rennaissance.com) ■





## PROJET DEVOYAGE SUR LES VOLCANS DE Nlle ZÉLANDE

Nouvelle-Zélande «Volcans, faune et flore»,  
avril 2009 avec Jacques-Marie Bardintzeff  
renseignements : ATLACE, 01 46 81 16 30,  
ATLACE@wanadoo.fr, [www.atlace.com](http://www.atlace.com)



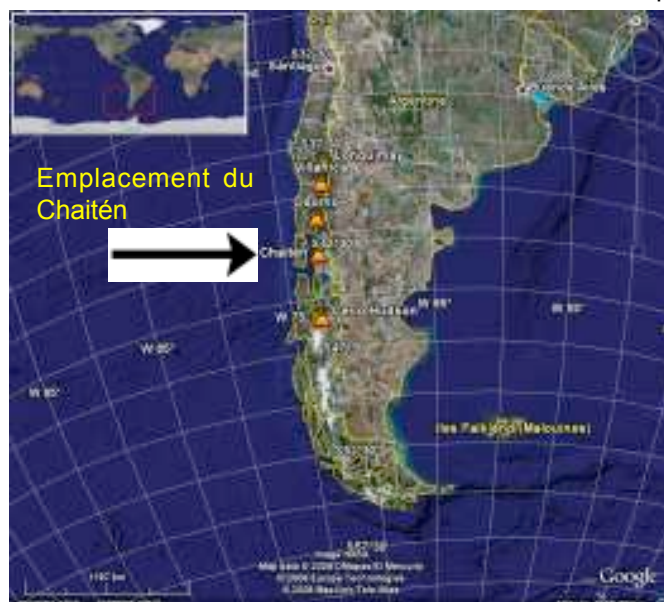
## ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE

### ERUPTION MAJEURE AU SUD CHILI : réveil du volcan Chaitén, population contrainte d'évacuer dans un rayon de 50 km autour du volcan

Le volcan Chaitén (Sud du Chili, 42.833°S, 72.646°W, alt. 1122m) s'est brusquement réveillé le vendredi 2 mai 2008 après seulement un jour d'activité sismique anormale dans la région. Un puissant panache gris-blanc de cendre s'est élevé à plus de 20 km d'altitude, rapidement emporté par les vents vers le SSE. Une phase encore plus intense s'est produite le 6 mai avec des hauteurs de panaches dépassant 30 km. Le 8 mai des cendres sont retombées sur la capital argentine, Buenos Aire, à plus de 1500 km au NW. Les autorités ont décidé la dramatique évacuation de l'ensemble de la population dans un rayon de 50 km autour du volcan. Plusieurs coulées pyroclastiques ont déjà été observées sur les flancs externes du volcan.

Le Chaitén est un complexe volcanique avec une caldera d'environ 3 km de diamètre, partiellement remplie par un dôme d'obsidienne ryholitique (fortement acide) dont les produits pyroclastiques ont été datés à environ 7400 BC. La puissance de son réveil et apparemment plus de 9000 ans de repos laissent craindre une éruption majeure ■

[Sources: Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) <http://www.sernageomin.cl/index.php>,]





*FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL*



Il y a un peu plus d'une année et un mois que le sommet du Dolomieu s'est effondré durant sa dernière éruption en date, image de T.SLUYS, avril 2008



Bulletin No 79 de la SVG



## DOSSIER DU MOIS

### COMPTE-RENDU D'UN VOYAGE A L'ERTA ALE - DALLOL FÉVRIER 2008

Par P. Rivallin, D. Mougin,  
D. Corneloup & V. Barthès

Les participants : Dario Tedesco,  
Dédé Mougin, Désiré Corneloup,  
Françoise Casanova, Gilbert-Félix  
Martin, Jacques Kuenlin, Luigi  
Cantamessa, Marc Carmona, Olivier  
Grunewald, Pierrette Rivallin, Régis  
Etienne, Véronique Barthès.

## DOSSIER DU MOIS

### Sommaire

### RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT

#### I) Ethiopie 2008 (vendredi 01/02 au mercredi 13/02)

Vendredi 01 février	p.6
Samedi 02 février	p.6-7
Dimanche 03 février	p.7
lundi 04, mardi 05, mercredi 06 février	p.8-11
Jeudi 07 février	p.12-14
Vendredi 08, Samedi 09 février	p.15
Dimanche 10 février	p.15-16
Lundi 11 février	p.16

### POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE -

#### II) Le Rift Est Africain au nord de l'Ethiopie

II-1 Origine de la dépression de l'Afar	p.16-18
II-2 Les trapps d'Ethiopie	p.18-19
II-3 Les volcans boucliers	p.19
II-4 Le volcanisme quaternaire des hauts plateaux	p.19
II-5 La plaine de sel	prochain bulletin
II-6 Dallol : un volcan, du sel et de l'eau	prochain bulletin
Bibliographie	prochain bulletin

### RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE RECIT VOYAGE

#### I) ETHIOPIE 2008 (VENDREDI 01/02 AU MERCREDI 13/02) Compte rendu de voyage de Pierrette Rivallin et Dédé Mougin Photos P.Rivallin

#### Vendredi 01 février

Rarement les voyages se passent comme prévu et celui-ci était de ceux qui imposent au dernier moment des problèmes à résoudre et des décisions à prendre qui pouvaient modifier sérieusement le voyage. Les mauvaises nouvelles arrivent des le départ, à Genève, Pierre le plus expérimenté d'entre nous ne peut nous accompagner. Nous nous présentons pour l'enregistrement avec 6 heures d'avance pour apprendre que nous n'avons pas de réservations sur le vol de Rome. Finalement nous aurons des places mais avec un important supplément pour le surpoids du matériel prévu pour la descente dans le puit de l'Ertà Alé.

Samedi 02 février

Heureusement tout va très bien jusqu'à Addis Abeba, où nous passons une journée à visiter trois lacs de cratères des environs de Debre Zeit. Pour commencer le lac Hora, le plus grand de la région, gîte pour de nombreux oiseaux et bordé de sources chaudes ; le lac Babogaya et le lac Bischoftu le plus pro-



Lac Hora





fond, riche en tilapias, très bons poissons des lacs africains (cf chapitre II -4) Mais dès le samedi soir, nous apprenons que Luigi, parti un jour avant nous à Mekele, n'a pu comme prévu amener le ravitaillement sur l'Erta Ale. Le pilote de l'hélicoptère n'a pas voulu poursuivre le vol au dessus des bancs de brumes épaisses qui recouvrent le bord du Danakil.

De plus il y a des tempêtes de sable et la météo est pessimiste pour les jours suivants. Il faut alors se faire une raison, le voyage change complètement, nous n'aurons pas l'hélicoptère prévu.

### Dimanche 03 février

Nous partons sur Mekele par le vol du matin, avant l'atterrissage nous apercevons très bien la brume épaisse et compacte qui recouvre le Danakil. A l'aéroport nous retrouvons Luigi qui en 24 heures a réorganisé complètement le voyage : location à Mékelé d'un camion et de trois 4x4 ; trois autres véhicules venant d'Addis Abeba nous rejoindront plus tard. Le voyage est sauvé car nous aurions pu être obligé d'attendre plusieurs jours à Mékele !

Désiré pour qui les pistes défoncées sont un réel danger pour son dos fragile, ne peut nous accompagner ; Luigi dans l'urgence lui organise un circuit sur les hauts plateaux;

Nous partons immédiatement et descendons les bords du rift par une piste assez bonne au début. Jusqu'en bas, dans le Danakil, cette piste est un véritable livre ouvert sur l'histoire géologique de l'Ethiopie. (cf chapitre II le rift Est-Africain et encadré « la traversée du rift d'Ouest en Est ») -

A l'intérêt géologique des zones traversées, se mêle l'intérêt ethnique. En effet, comme par magie apparaissent de temps en temps, derrière une colline ou au détour d'un virage, des huttes tressées avec des branchages, de forme demi-sphériques et recouvertes de nattes. (cf Photo 3 et Photo 4), on côtoie aussi des caravanes de dromadaires transportant du sel à la montée ou du fourrage, de l'eau et des provisions à la descente. Cette vision très éphémère des Afars que nous croisons nous enchante mais nous pose aussi beaucoup de questions. Comment vivre dans ces régions semi arides ? Comment nous perçoivent ils ? Car parfois nous avons droit à des signes amicaux, et parfois à des jets de pierres comme si nous n'étions pas les bienvenus. Une chose est sûre, ce n'est pas en passant si vite que nous pouvons comprendre leur histoire et leur vie. (Pour plus d'informations lire « Les Afars : de la préhistoire à la fin du



La piste descendant à Béra Alé (haut) et huttes Afar



Pluton granitique



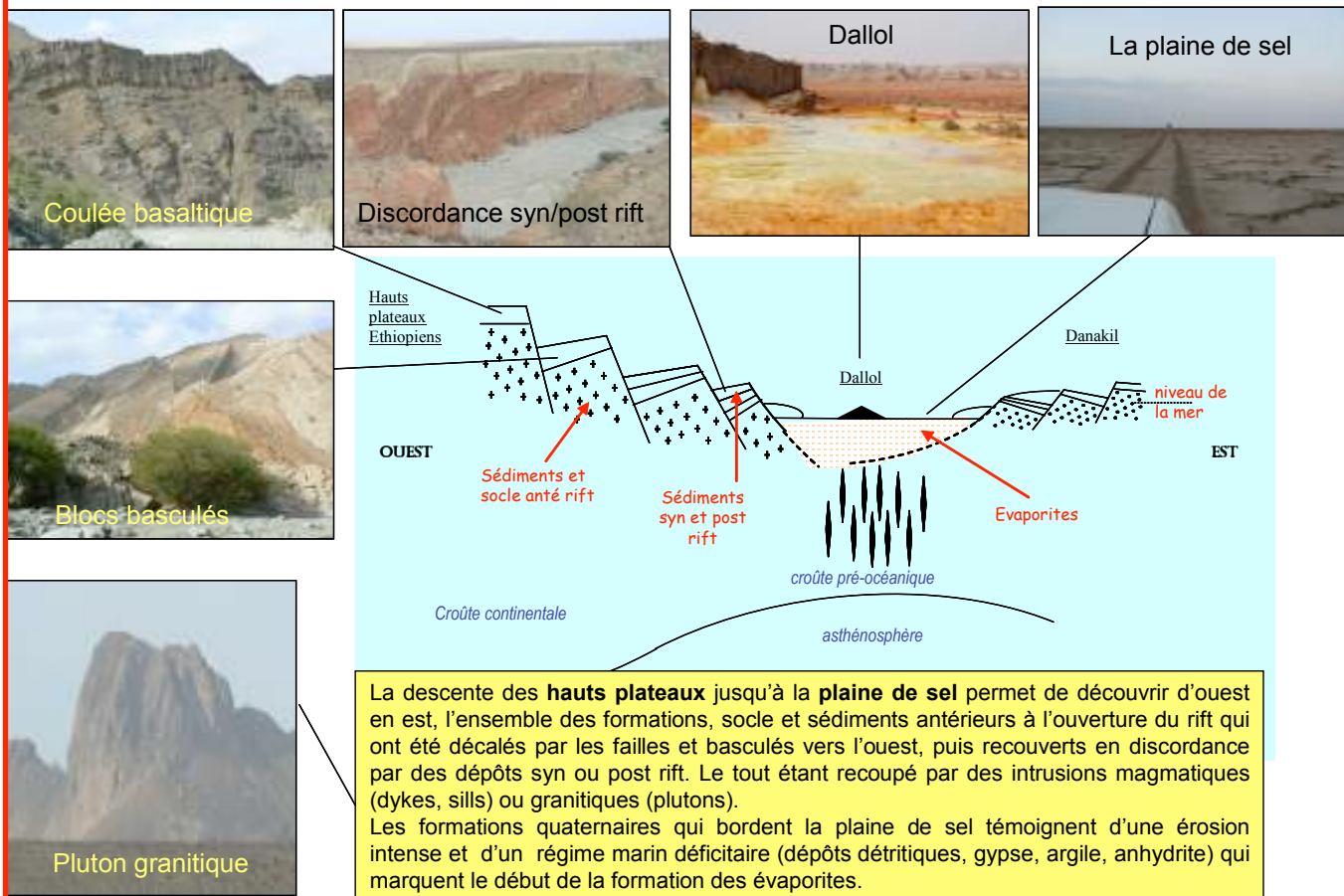
Blocs basculés de la bordure du Rift



Séries sédimentaires en discordance



## La traversée du rift d'Ouest en Est de Makélé à Dallol



Encadré V. Barthès



Dépôts stalagmites, bordure lac jane

XV<sup>e</sup> siècle » de Ali Coubba, chez l'Harmattan.)

Après avoir rejoint Ahmed Ela, village à la limite entre le rift et la plaine de sel du lac Assale, nous avons retrouvé le camion qui avait transporté le matériel lourd : cuisine, bâches, matelas,

Provisions d'eau, groupe électrogène, nourriture, etc. Après de longues palabres avec les autorités locales nous avons repris la piste en direction de Dallol, 15 minutes plus tard nous étions au bord d'un petit lac que nous avons baptisé « lac jaune » pour ses multiples geysers d'un jaune très vif. ... Et nous avons



Le «lac jaune»





*«Lac jaune» à la tombée de la nuit (©Photo O.GRUNEWALD)*  
passé notre première nuit dans le village.

### **Lundi 04, mardi 05, mercredi 06 février**

Au plus vite nous rejoignons Dallol en nous arrêtant quelques heures au « lac jaune » afin de faire des photos et de permettre à Dario d'effectuer des prélèvements de toute sorte pour ses études. (cf chapitre II-6). Après avoir établi notre camp de base à la sortie d'un des canyons de sel, nous allons pendant trois jours et trois nuits, consacrer tout notre temps à visiter les sources hydrothermales, le lac noir, les canyons de sel, avec pour seul but d'observer, admirer, photographier, prélever des échantillons pour Dario et sa fidèle assistante, complétés par les mesures GPS de Dédé, et ainsi nous imprégner de toute l'ambiance magique de ce lieu d'exception. Bien sur, à chaque mi-journée nous nous retrouvons sous la toile pour se protéger des heures les plus chaudes, bien que la température soit cette année exceptionnellement plus basse que prévue en ne dépassant pas les 43°C. Le soir, après le rituel du pastis, très apprécié par tout le groupe, nous profitons de la fraîcheur pour sentir encore plus la magie de Dallol, accompagnés avec la tombée du jour par des centaines de martinets qui virevoltent au dessus des pointes et des tours de sel. Ces excellents voiliers des airs ne cessent de nous intriguer : que mangent-ils dans ce coin, que boivent-ils puisqu'il



*Geyser jaunes du «lac jaune» (©Photo O.GRUNEWALD)*



*lac noir, Dallol, février 2008 (© photo O. GRUNEWALD)*



n'y a pas d'eau, pourquoi séjournent-ils à Dallol ?

Il n'y a pas que les martinets qui nous intriguent, la visite au lac noir et les prélèvements effectués sont source de questions même si des publications scientifiques donnent certaines explications. (cf chapitre II-6 et encadrés).

Dario devra attendre l'arrivée de trois véhicules d'Addis Abeba avec tout le matériel que Dédé avait oublié à l'hôtel, dont la sonde de température afin de compléter ses mesures. Au travers de cette anecdote qui se termine bien, il faut retenir qu'un téléphone satellitaire est un outil de sécurité indispensable lorsqu'on se rend dans des régions aussi inhospitalières.



*Prélèvements & profondimètre improvisé*



*Prélèvements de gaz*

Bien sûr, nous consacrons un peu de notre temps pour rendre visite aux forçats du Danakil, qui exploitent le sel du lac Assale pour survivre. Pieds nus dans la saumure ils découpent la croûte de sel en briques régulières qui chargées sur les dromadaires et les ânes seront transportées et échangées à Mekele pour d'autres produits vitaux, formant d'interminables caravanes.



*Dôme Dallol, février 2008 (© photo O. GRUNEWALD)*



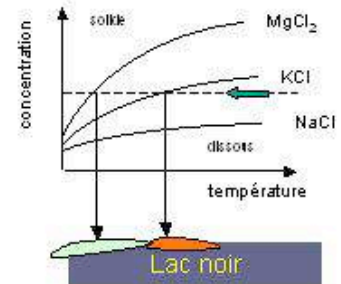


## Le lac noir

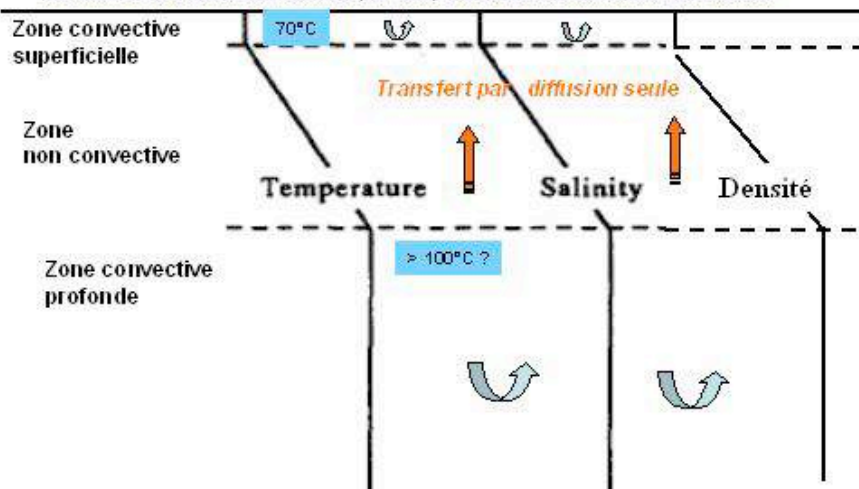
Photo: O. Grunewald



En surface, dans la zone convective, la chute de température de la saumure lui fait recouper successivement les courbes de solubilité des différents sel dissous qui précipitent indépendamment.

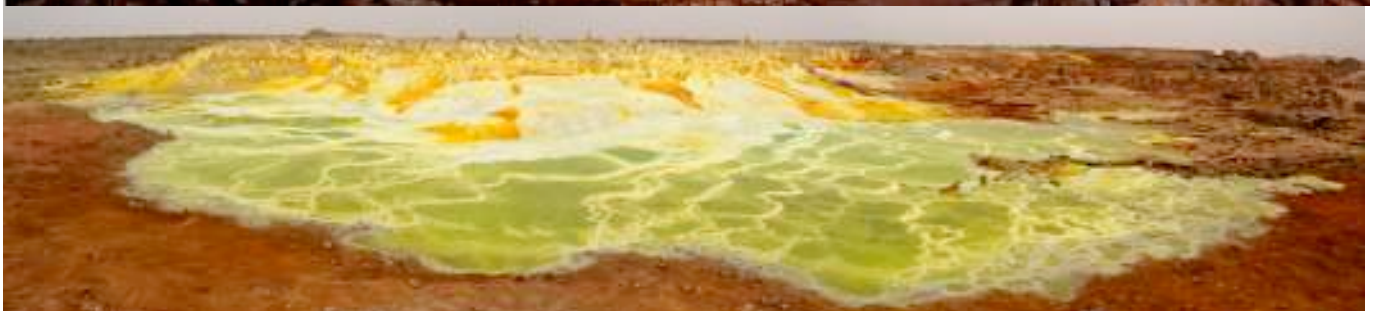


Refroidissement de la surface du lac par l'évaporation et le contact avec l'air extérieur



L'indice de réfraction augmente en profondeur avec la concentration en sel et les rayons lumineux sont piégés.

Encadré V. Barthès





*Nuit étoilée au-dessus du lac de lave, Erta Ale février 2008*



*Prélèvement de gaz, cratère Nord, Erta Ale février 2008*

### Jeudi 07 février

Le matin de notre départ, nous avons droit au premier lever de soleil sans brume. Nos six véhicules partent pour les 120 km de piste entre Dallol et Erta Ale, belle sur le lac Assale, elle se transforme en piste très défoncée en certains endroits. Nous traversons des tempêtes de sable qui limitent considérablement la visibilité. La poussière s'insinue partout et nous ne sortons pas les appareils photos. Par moment, à l'est, nous apercevons les volcans de la chaîne du Dallafila. Comme par miracle, au milieu de cet enfer de poussière torride, des huttes apparaissent et des enfants pleins de vie courent vers les véhicules en criant et riant. Nous sommes extrêmement surpris de les voir surgir, de voir aussi de nombreux troupeaux de dromadaires et de vaches dans les rares endroits où la végétation pousse malgré tout. Au village de Kuserawade, Luigi réserve les dromadaires nécessaires à la montée sur l'Erta Ale. Ils nous rejoindront le soir au campement pour la montée au volcan. Après ce village, nous arrivons très vite sur les premières pentes volcaniques de l'Ale Bagu et le paysage change complètement. Nous passons du jaune au noir, plus de poussière (enfin !) et une atmosphère claire qui nous permet d'apercevoir l'Ale Bagu et l'Erta Ale, avec leur forme ronde typique des volcans boucliers, puis plus loin le Dallafila, volcan petit mais majestueux.

Nous montons le soir même avec les dromadaires et vers 1h30 du matin, après 3h30 de marche nous admirons les rougeoiements du lac de lave sous le ciel magnifiquement étoilé.



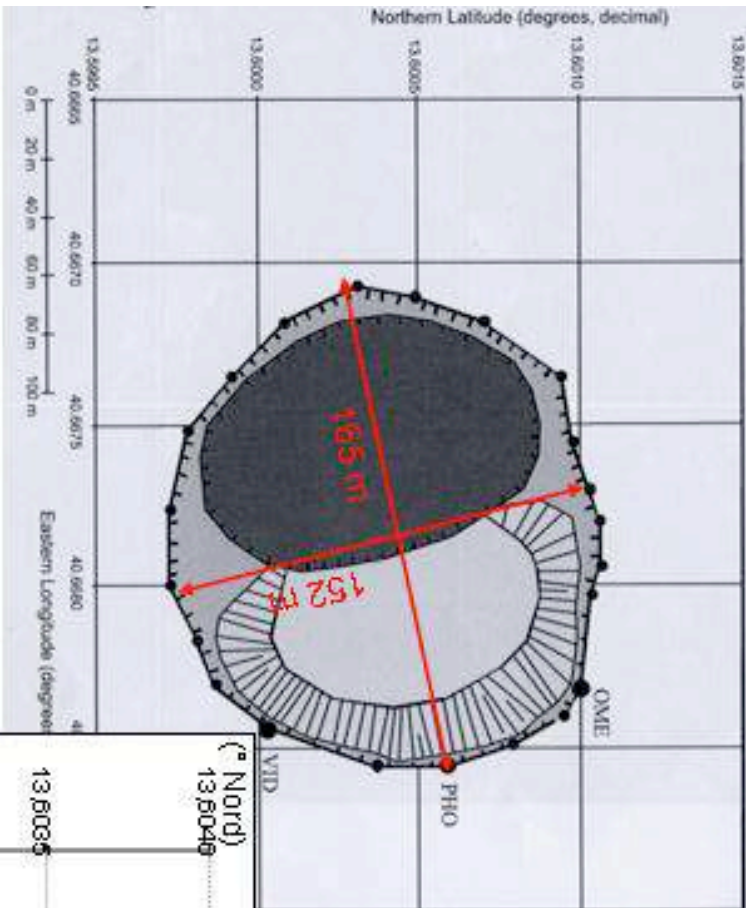
*Lac de lave, 40 m de diamètre, Erta Ale, février 2008 (© photo O. GRUNEWALD)*



(© photo O. GRUNEWALD)



Les mesures de distances horizontales et verticales ont été effectuées aux jumelles laser.  
On note un décalage entre les points GPS relevés en 2002 par Harris et al. et les points 2008 relevés par D. Mougin d'environ 0,0025° décimaux en Nord-Sud soit à peu près 300 m et d'environ 0,0040° décimaux en Est-Ouest soit à peu près 300 m.



from A. J. L. Harris et al. , Journal of Volcanology and Geoth. Research 142 (2005)

## Comparaison 2002 / 2008

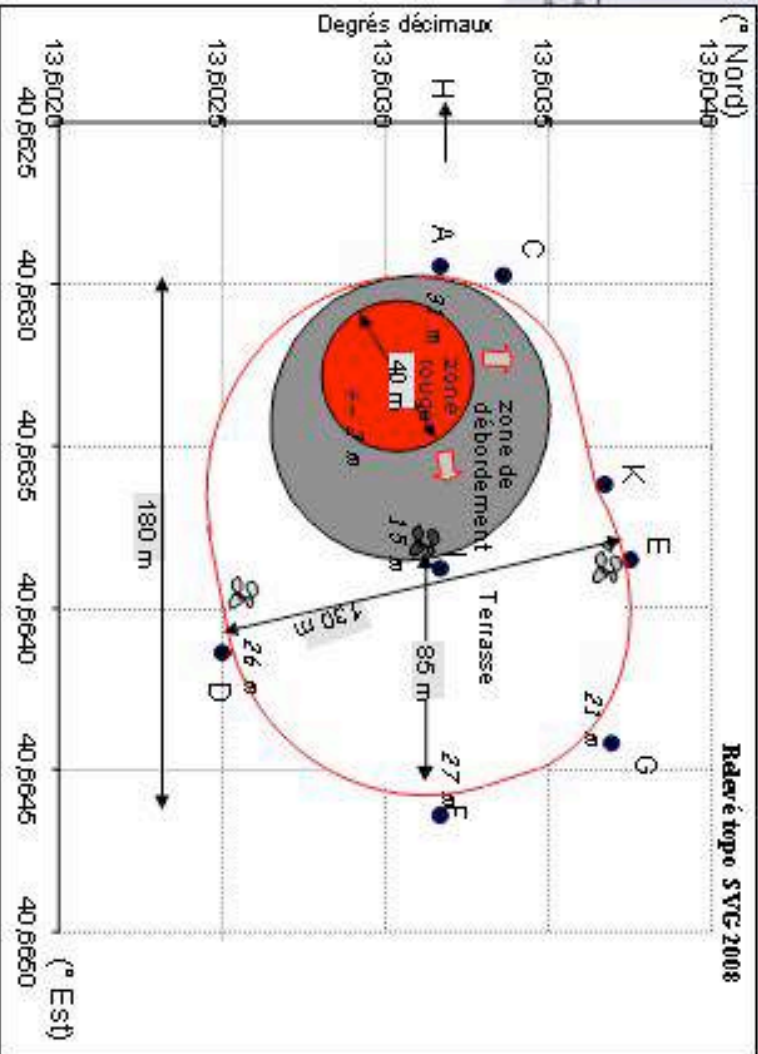
Le lac est à une profondeur de 3 km par rapport au point A (absence de terrasse). Il occupe une zone circulaire de 40 m de diamètre située au milieu d'une zone de plus grand diamètre (100 m) et de même niveau qui fait office de plage de débordement quand le niveau du lac monte. L'amplitude des fluctuations de niveau du lac a été estimée à 2 m.

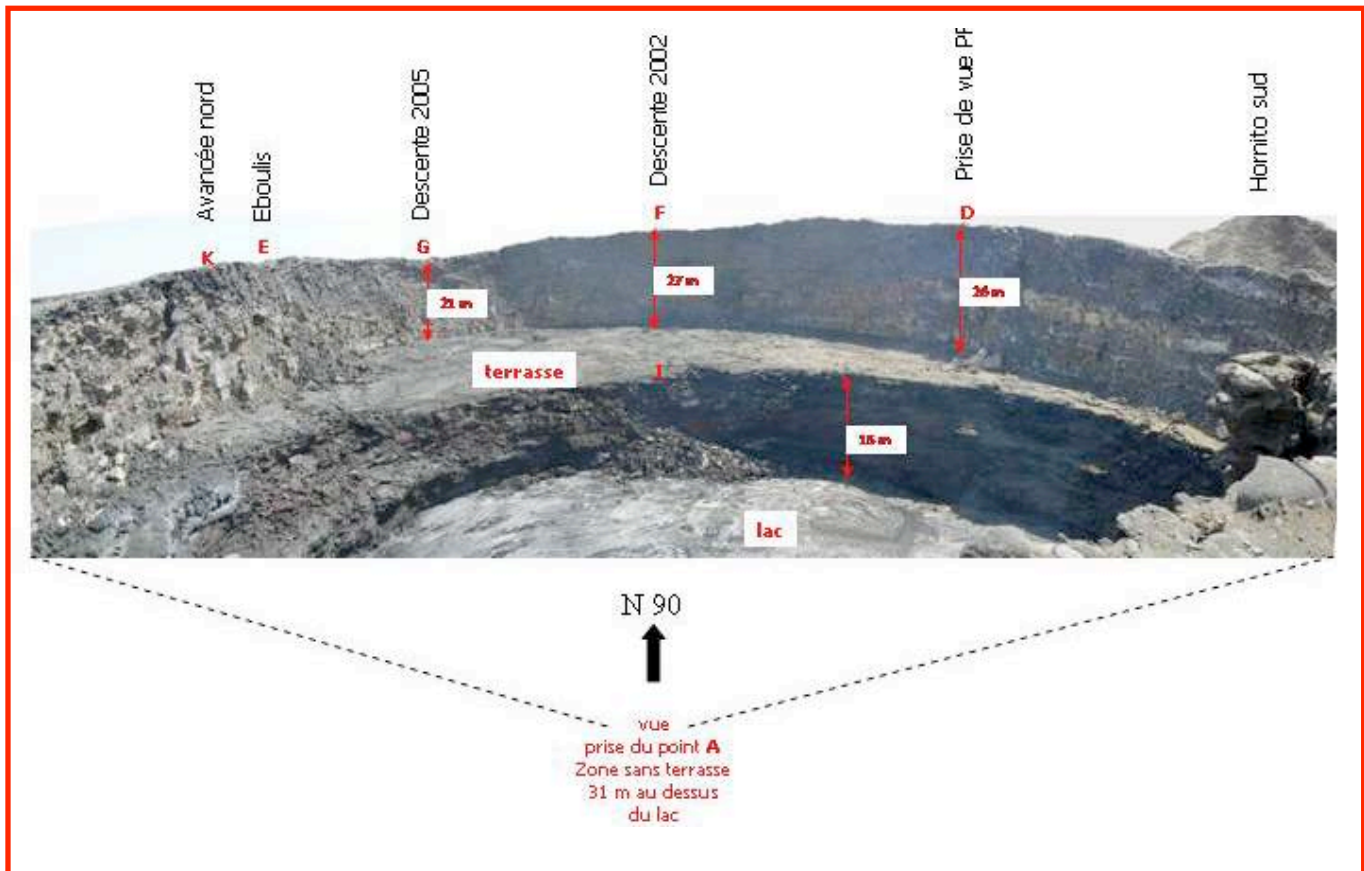
La terrasse, à peu près horizontale, est située à 15 m au dessus du lac. A l'Est (points G, F et D) les bords du cratère surplombent la terrasse d'une hauteur variant de 21 à 27 m.

La forme générale du cratère est nettement plus élargie en Est-Ouest (180m) qu'en Nord-Sud (130 m), contrairement à la géométrie de cratère par Harris et al. en 2002.

La partie sud-ouest du cratère (de A à D) et la partie nord ouest (autour du point K) présentent de grandes failles parallèles aux bords du cratère qui laissent prévoir des effondrements.

On note des éboulis d'effondrement au points E, D et I.





*Panoramique du cratère sud et de sa terrasse interne*





### Vendredi 08, Samedi 09 février

Nous passerons deux jours à admirer les changements de niveaux du lac de lave et à nous promener sur les étendues de laves cordées. Côté photos et vidéos tout le monde est sur son petit nuage, Régis pointe une caméra qui enregistre des séquences très longues du mouvement de la lave ; Jacques assure pour la SVG l'enregistrement avec la deuxième caméra et du coup rate le premier débordement du lac ; quant à Véro et Dédé ils prendront les mensurations du puit de cratère avec jumelles laser et GPS. Olivier se concentre sur son objectif et nous donne sans hésiter et avec sa géniale bonne humeur de précieux conseils photographiques.



Lac de lave , Erta Ale , février 2008



Erta Ale décembre 2003

Le lac est peu différent de celui que nous avons vu en 2005, par contre en 2003 son niveau était beaucoup plus profond (environ 100m) et le lac avait un diamètre très petit (cf encadré topo de l'Erta Alé). Une visite dans le cratère nord, toujours très fumant, permet à Dario de faire des prélèvements de gaz et des mesures de température (700°C, un peu élevée pour la sonde qui prend un coup de chaud). Attention à la descente dans ce cratère, qui paraît sans difficulté mais le chemin emprunte des éboulis de lave très instables.

A la fin du jour nous rejoignons les véhicules, la descente sur la première terrasse au dessus du lac n'a pas été réalisée. Vu le niveau élevé du lac cela ne s'imposait pas d'autant que l'absence de Pierre et les trois jours passés sur les pistes ont modifié les conditions dans un pays où le moindre problème peut devenir dramatique.

### Dimanche 10 février

Au lever du soleil, nous prenons le chemin du retour. Au village Abdel Ali, sur le bord des coulées, le puit est à sec et Dario ne peut prélever de l'eau qu'au village suivant à Kuserawade où le point d'eau est installé dans le lit de la rivière. Bien sûr, nous suivons la piste en sens inverse, toujours avec des tempêtes de sable tellement épaisses que BarbeRousse le guide Afar, bien connu des voyageurs, en perd son chemin, il retrouvera la piste grâce au GPS de Dédé. Cela confirme l'utilisation indispensable des GPS dans ces lieux perdus ! Malgré la poussière nous apercevons mieux la chaîne du Dallafila et même le Catherine.



Volcan Catherine et lac Assale, 2003



*Bivouac près de la cascade*



*L'invitée surprise*



*Nos compagnons éthiopiens*

En remontant les premières montagnes du rift, nous faisons une halte extraordinaire au niveau d'une cascade où la douche est un moment de relaxation délicieux. Par contre, la présence d'eau dans ce désert, attire aussi les reptiles et au petit matin nous découvrons une vipère juvénile réfugiée sous le matelas de Luigi et Françoise, heureusement personne n'a été mordu et la vipère a été sauvé de la carabine des Afar.

### Lundi 11 février

Nous quittons nos compagnons éthiopiens et terminerons ce magnifique voyage par une visite du marché de Mekele et nous retrouvons à Addis Abeba Désiré qui a pendant ce temps a pu admirer les richesses ethniques et géologiques des hauts plateaux Ethiopiens (cf chapitre II-2 -3- 4)

**Nous remercions Luigi Catamessa et Françoise, Geo-Découverte et l'agence Red Jackal d'Addis Abeba qui ont assuré la réussite de cette expédition en réagissant très vite aux nouvelles conditions imposées par l'abandon des transferts en hélicoptère.**

**POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE - POINT DE MIRE -**

## II) LE RIFT EST AFRI- CAIN AU NORD DE L'ETHIOPIE

**Eléments de géologie par  
Désiré Corneloup &  
Véronique Barthès**

### II-1 Origine de la dépression de l'Afar

La géologie de la dépression de l'Afar et des régions qui l'entourent est particulièrement intéressante car elle permet d'élucider les processus qui conduisent à la formation des océans c'est-à-dire les rifts qui écartent les continents.

Le volcanisme d'Ethiopie s'est installé sur un substrat précambrien où affleuraient granites, granitoïdes, gneiss et grès issus du démantèlement d'une chaîne antérieure.

Le phénomène a débuté à l'Oligocène [~ 30 Ma] par la formation d'un dôme lié à un panache mantélique (plume) entraînant un amincissement de la croûte continentale et l'émission pendant une durée assez courte (~ 1 Ma) d'énormes coulées de basaltes tholéitiques puis alcalins : la série des **Trapps Ethiopiens (ET)**, recouverts à l'ouest par la mise en place au Miocène de grands **volcans boucliers** avec un volcanisme basaltique alcalin. L'émission des trapps s'est produite sans extension notable ; c'est entre 25 et 20 Ma que débute **l'extension du rift**, étirement et ouverture de failles majeures approximativement Nord Sud, créant ainsi depuis les hauts plateaux jusqu'à la dépression centrale, une succession de fossés d'effondrement en marches d'escalier avec basculement des blocs vers l'extérieur. Les basaltes alcalins non saturés sont remplacés par des basaltes de transitions syn-rift associés à des rhyolites et des granites. Simultanément, il y a **activation du rift de la mer rouge** au nord et **du rift du**



**golfe d'Aden** à l'est et du **rift Est-Africain** au sud ouest. Ces trois rifts convergent au point triple de l'Afar (Figure II-1).

Vers 10 Ma, l'ouverture du rift au sud de la Mer Rouge s'arrête et l'**extension se déplace à l'ouest des Danakil, à l'intérieur de la dépression.**

Le volcanisme plio-pléistocène recouvre alors la majeure partie du sud de la dépression, c'est la série '**stratoïde de l'Afar**' qui atteint une épaisseur de 1500 m. Les datations  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  de cette série s'échelonnent entre 3 et 1.8 Ma.

La structure des édifices volcaniques et la nature des laves expriment la transition entre le rift continental et l'expansion océanique marquée par l'intrusion de matériel asthénosphérique initiant la formation d'une croûte de type océanique. Des couches mésozoïques pré-rift identiques à celles affleurant dans les Danakils sont probablement présentes sous les édifices récents dans la dépression. Néanmoins cette croûte continentale est probablement très amincie et il est difficile de la distinguer d'une croûte océanique de transition.

L'hypothèse la plus communément admise est qu'au moins dans la partie axiale la plus étroite du rift, la croûte est de nature océanique. Les données gravimétriques et sismiques indiquent une épaisseur inférieure à 20km dans l'Afar remontant même jusqu'à 6-10 km à l'ouest du golfe de Tadjoura.

Depuis 1Ma, des laves basaltiques, des cônes de scories et des séries continues de nature alcalines à siliceuses sont émises dans la dépression de l'Afar : c'est le volcanisme de l'**Alid** au nord, de l'**Erta Ale**, **Tat'Ali** et **Alayta- Boina** au sud (Figure II-2).

L'extension s'est poursuivie au quaternaire à l'ouest des Danakil au niveau de

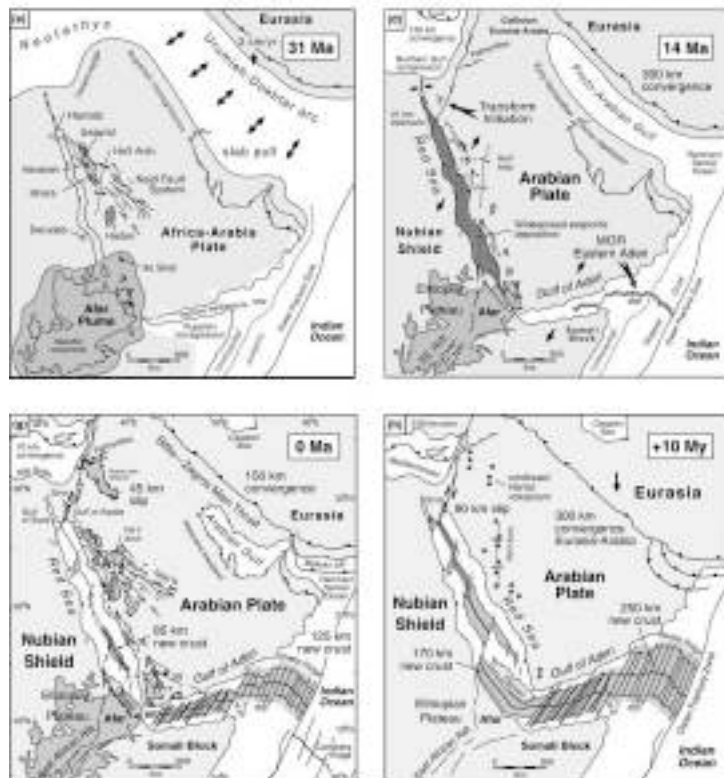


Figure II-3. Reconstitution du système Mer Rouge-Afar-Golfe d'Aden du début du Miocène à nos jours et prolongement à 10 millions d'année ; d'après Bosworth et al. (2005)

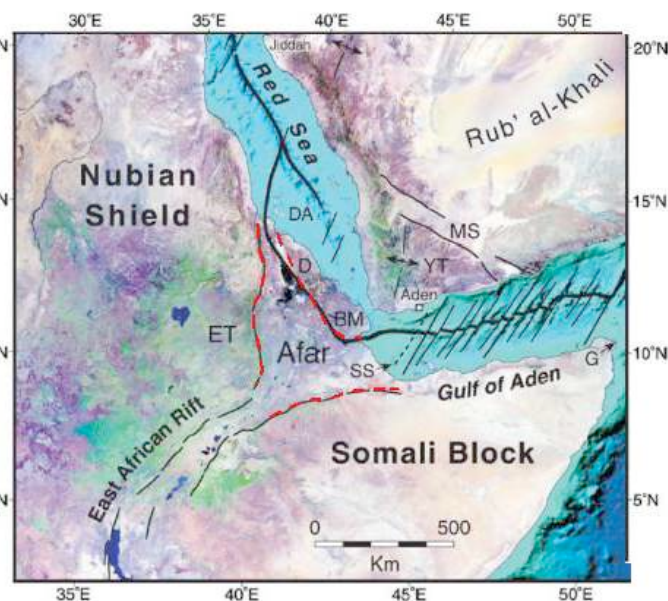


Figure II-1. Point triple de l'Afar Ethiopien, jonction des trois rifts, d'après Bosworth et al. (2005)

l'Erta Ale et la formation de la dépression s'est accompagnée d'une rotation du block Danakil de 13° (anti-horaire). Cette rotation des Danakil est décrite par un modèle en forme de « gachette » fixée au nord au bloc Ouest (golfe de Zula) et fixée au sud au bloc Est (Bab al Memdeb) (Figure II-3).

La dépression ainsi formée a été envahie par la mer. Il y a environ 0,2Ma, un

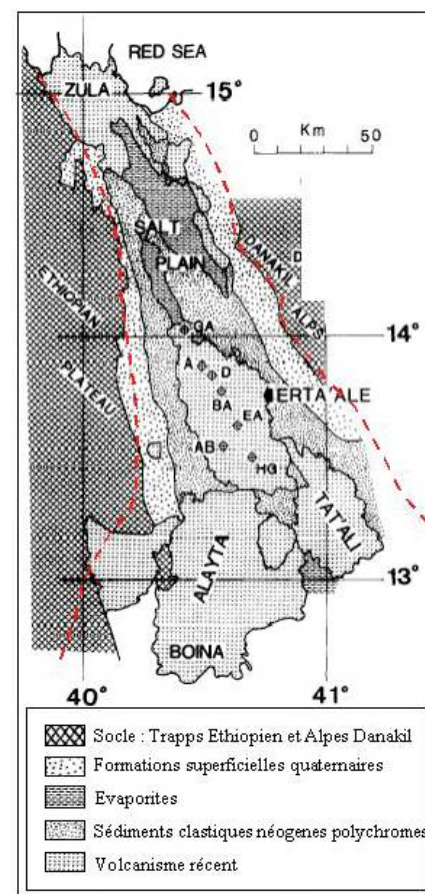


Figure II-2. Carte géologique simplifiée de la dépression des Danakils ; d'après Barrat et al. (1998)



*Trapps éthiopien avec le Nil Bleu*



*Orgues de basaltiques*



*Contacte basalte-scories oxydées*



*Vacuoles de zéolite*



*Falaise de grès du Tigré*

golfe s'étendait entre le plateau Ethiopeen et les Danakils sur environ 250 km au sud du golfe actuel de Zula sur la mer rouge. Grâce à l'alternance entre les transgressions marines liées à la subsidence et les fermetures de l'alimentation par le volcanisme du nord entraînant une totale évaporation favorisée par les conditions d'extrême aridité, un remplissage d'évaporites d'épaisseur considérable s'est accumulé (> 2000m) formant ce qui aujourd'hui constitue la plaine de sel ; ce régime semble avoir perduré jusqu'à très récemment (32000 ans).

## II-2 Les trapps d'Ethiopie

Les trapps d'Ethiopie couvrent une surface de 350 000 km<sup>2</sup> et leur épaisseur varie de quelques centaines de mètres à trois kilomètres, par exemple au niveau de la montagne du Simien. Le volume de matières volcaniques émises a été évalué à 200 000 km<sup>3</sup>. Un panache mantélique d'un diamètre d'environ 2000 km a été l'origine des trapps d'Ethiopie. Ce panache correspond à un ensemble de colonnes ascendantes de magma issu du manteau situé à environ 100 km de profondeur. Mais les trapps issus de ce panache n'ont pas couvert uniquement l'Ethiopie, mais aussi le Yémen et l'ouest de l'Arabie, soit un total de 610 000 km<sup>2</sup>.

Les trapps de ce grand secteur sont liés à la déchirure continentale qui a eu pour conséquence l'ouverture des rifts, ouverture lente, pour le rift est-africain qui est d'environ un à quatre millimètres par an, ouverture rapide pour les deux autres rifts, un à trois centimètres par an.

Le plateau éthiopien, dont l'altitude voisine les 2000 mètres, est constitué d'un assemblage complexe de couches superposées de différentes roches magmatiques, toujours très spectaculaires dans le paysage. L'épaisseur de chaque couche varie de quelques mètres à cinquante mètres. Les basaltes de couleur bleue noire apparaissent, entre autres, sous forme d'orgues basaltiques (photo 31 orgues basaltiques) empilées les unes sur les autres le long d'immenses et longues falaises. Parfois la falaise ne laisse affleurer que quelques dykes sombres. Les différentes couches basaltiques sont souvent séparées par des bancs de tufs et de scories volcaniques de couleur jaune orange, à rouge s'ils sont oxydés, dont l'épaisseur peut atteindre des dizaines de mètres. Les derniers niveaux de roches volcaniques sont scoriacés et souvent constitués d'ignimbrite massive aux passées chaotiques provenant certainement de nuées ardentes. C'est d'ailleurs dans ces dernières formations qu'ont été creusées les fameuses églises de Lalibela, ainsi que des dizaines d'autres églises dans la région du Tigré. Les laves qui ont formé les trapps sont essentiellement basaltiques, mais, à la faveur de la cristallisation fractionnée et/ou d'un sous-plaquage du magma avant éruption qui a pu amener une contamination crustale, les laves peuvent devenir trachytiques et même rhyolitiques. Dans les coulées courtes de rhyolites on peut trouver de l'obsidienne. On dit que ces laves sont bimodales : elles passent d'une série basique à une série acide.

Les trapps d'Ethiopie se distinguent des autres trapps du globe par l'abondance de laves acides (parfois 30%) en général localisées au sommet de la succession volcanique.

Les laves contiennent fréquemment des vacuoles centimétriques tapissées de zéolites, chlorites ou carbonates, la densité de ces vacuoles peut atteindre 10% du volume total. Les laves sont formées de phénocristaux de plagioclases, olivine et pyroxènes, noyés dans une matrice microcristalline de la même composition.

Dans la partie nord du Tigré, le plateau basaltique est en contact direct avec les niveaux sédimentaires précambriens. Dans les grès, le long des falaises, on peut voir apparaître des affleurements de roches volcaniques et des dykes. Par exemple, pour monter jusqu'au Monastère de Maryam Korkor on emprunte





les escaliers naturels construits par les formations prismées d'un dyke.

### II-3 Les volcans boucliers

La morphologie des volcans boucliers alcalins s'apparente à celle des volcans hawaïens. Le plus important de ces volcans s'est mis en place postérieurement aux trapps, il y a 22 Ma, pour former le Mont Choke qui culmine à 4050 m au NW d'Addis-Abeba. Ce volcan s'élève à 1 400 m au-dessus du plateau formé par les trapps, il a un diamètre basal de 100 km, et ses flancs sont inclinés en moyenne d'un angle de 5°. Comme pour Hawaï, ce volcan est essentiellement basaltique. Au nord d'Addis Abeba le volcan bouclier Gugufu couvre une surface de 8000 km<sup>2</sup> et culmine à 3859 m. Un autre volcan bouclier a formé la montagne du Simien qui culmine à 4 533 m, le Ras Dashan qui est le point culminant d'Éthiopie ; la semelle de ce volcan repose sur les trapps. Les volcans boucliers se sont mis en place, il y a entre 29 et 13 Ma, donc sur une période relativement longue comparativement à la durée de mise en place des trapps. La situation de ces volcans boucliers sur les trapps laisse entendre que ce sont les mêmes « tuyauteries » volcaniques provenant du point chaud de l'Afar qui ont alimenté les trapps puis les volcans, et donc que les caractéristiques pétrologiques des laves des trapps et des volcans sont quasi identiques. Les études ont bien montré que ces volcans sont comagmatiques (cogénétiques) des trapps. Ces volcans boucliers sont nés, non pas à proximité immédiate du rift, mais le long des grandes fractures, approximativement subparallèles au rift, et situées à quelque 200 km de son axe, appartenant au régime de fractures et de blocs basculés qui se sont créés de part et d'autre de ce rift avec son ouverture. Avec l'érosion, l'altitude primitive de ces volcans a pu diminuer de 500 m ; l'érosion et le système fluvial ont aussi creusé de très spectaculaires canyons, et des reliefs aux escarpements spectaculaires, en particulier dans le Siemen classé patrimoine mondial de l'Unesco.

### II-4 Le volcanisme quaternaire des hauts plateaux

A l'est du Mont Choke, au sud de la ville de Bahar Dar, et dans les environs d'Addis-Abeba, est apparu, durant tout le Pléistocène, un volcanisme strombolien qui s'est développé sur des fractures liées encore à l'ouverture du rift. A une trentaine de kilomètres d'Addis-Abeba le lac de cratère du Mont Wenchi, et, plus près de la capitale, les lacs Hora, Babougaia et Bishoftwo, sont d'origine strombolienne. ■ [à suivre]



*Dyke-escalier Maryam Korkor*



*Cheminée d'alimentation trapps*



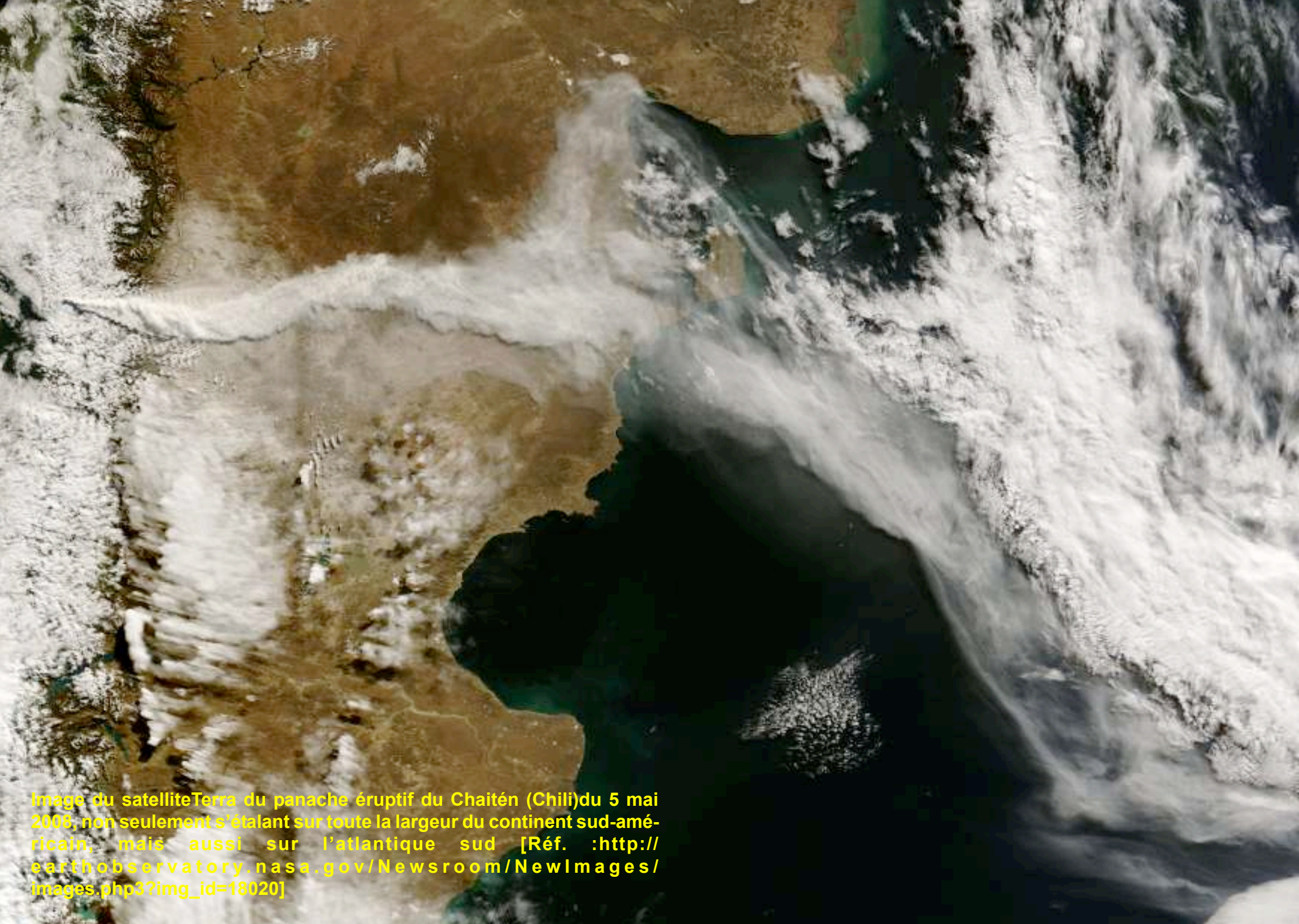


Image du satellite Terra du panache éruptif du Chaitén (Chili) du 5 mai 2008, non seulement s'étalant sur toute la largeur du continent sud-américain, mais aussi sur l'atlantique sud [Réf. : [http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img\\_id=18020](http://earthobservatory.nasa.gov/Newsroom/NewImages/images.php3?img_id=18020)]