

SOCIETE DE VOLCANOLOGIE GENEVE

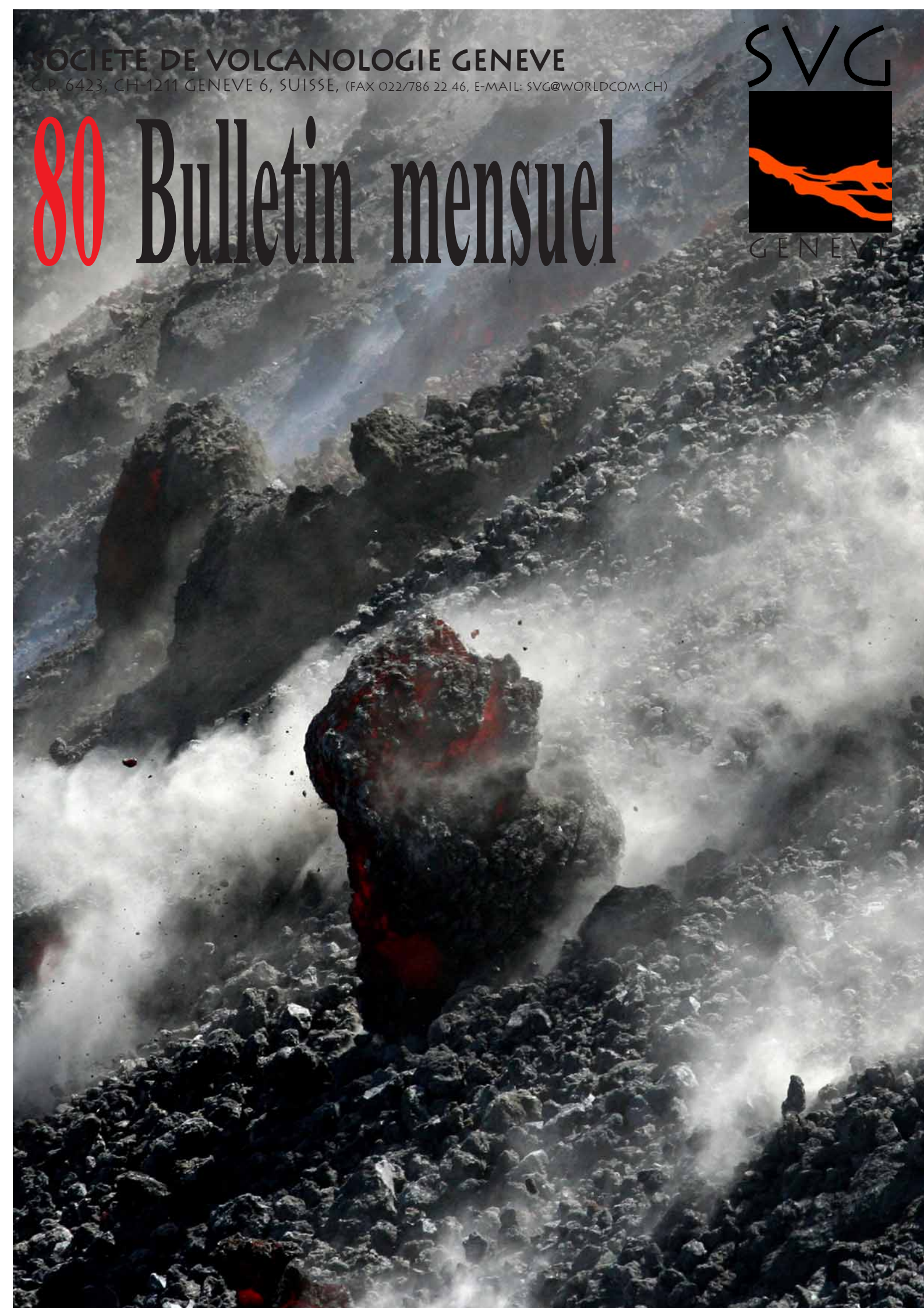
C.P. 6423, CH-1211 GENEVE 6, SUISSE, (FAX 022/786 22 46, E-MAIL: SVG@WORLD.COM.CH)

SVG



GENEVE

80 Bulletin mensuel



Nouvelles de la Société	p.3
Volcan info.	p.4
Activité volcanique	p.4-5
Souvenirs/Rencontre volcaniques Krafft-Conrad	p.6-7
Dossier du mois	
Point de Mire voyage Erta-Dallol (seconda partie)	p.8-17
Focal	p.18-19
Montserrat	

IMPRESSUM

Bulletin de la SVG No 80, 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

Paiement membres étrangers:
RIB, Banque 18106, Guichet
00034, N°compte
95315810050,
Clé 96.

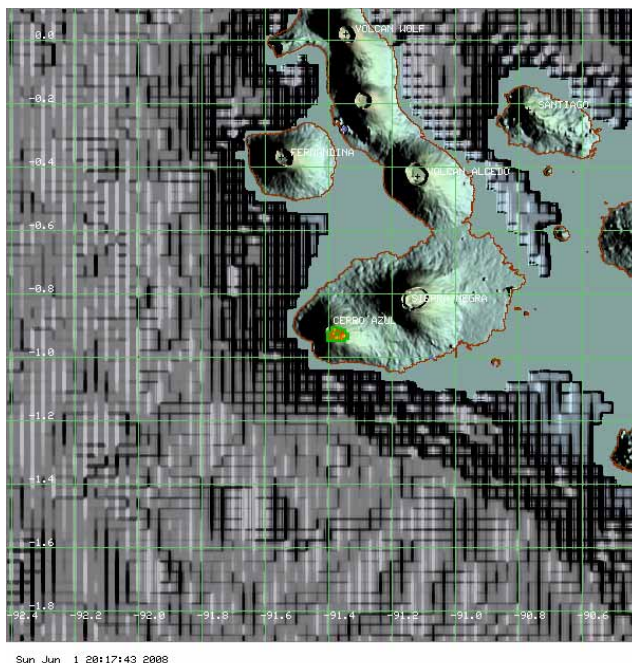
IBAN (autres pays que la
France):
FR76 1810 6000 3495 3158
1005 096 BIC AGRIFRPP881
Imprimé avec l'appui de:



et une Fondation Privée

En plus des membres du comité
de la SVG, nous remercions
**P.Rivallin, D.Mougin,
D.Corneloup & V.Barthès** pour
leur article, ainsi que toutes les per-
sonnes, qui participent à la publi-
cation du bulletin de la SVG.

DERNIERES MINUTES -DERNIERES MINUTES



ANOMALIE THERMIQUE SUR LE VOLCAN CERRO AZUL (GALAPAGOS, EQUATEUR)

Samedi 31 mai et dimanche 1 juin des anomalies thermiques étaient visibles sur le Cerro Azul, actuellement ce n'est plus le cas, y-a-t-il eu une nouvelle phase éruptive, sur ce volcan, qui est l'un des plus régulièrement actifs des Galapagos.

[<http://modis.higp.hawaii.edu/cgi-bin/modis/modisnew.cgi>] ■



Blocs de lava aa roulant sur la forte pente au-dessus du Mt Lepre, pied de la paroi W de la Valle del Bove (Etna, 26.05.08) [© M.Caillet]

RAPPEL : BULLETIN SVG SOUS FORME ÉLECTRONIQUE ET SITE WEB

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 et... le bulletin du mois prochain vous parviendra encore plus beau qu'avant ■

SVG



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

www.volcan.ch



NOUVELLES DE LA SOCIETE -NOUVELLES DE LA SOCIETE -NOUVELLES

Nous continuons nos réunions mensuelles **chaque deuxième lundi** du mois. **REUNION MENSUELLE**
La prochaine séance aura donc lieu le:

lundi 9 juin 2008 à 20h00

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:

VOLCANS D'ETHIOPIE
(PREMIERE PARTIE)

**MOIS PROCHAIN
ATTENTION PAS DE
SÉANCE, NI DE BUL-
LETIN EN JUILLET ET
AOÛT**

*Le deuxième lundi de septembre (le 8) nous
reprindrons nos séances avec la deuxième
partie sur les volcans d'Ethiopie*



Photo O. GRUNEWALD



Érta Ale, février 2008

Pour cette dernière séance avant la pause estivale (de juillet-août), nous partirons sur les volcans éthiopiens avec les participants d'un voyage effectué en février dernier, avec des images de V.Barthès, M.Carmona & O.Grunewald; un film de R.Etienne ■

A la veille d'un été que nous vous souhaitons le plus volcaniquement chaud, nous aimerions vous rappeler qu'en septembre prochain nous remettons en chantier notre traditionnel calendrier SVG et que son existence dépend uniquement de votre participation, en nous envoyant une ou plusieurs de vos meilleures images sur les volcans (uniquement sous forme de diapositives originales ou de fichiers numériques haute résolution, pas de tirage papier). Pour 2009, nous retournons au format A3 **horizontal**. Nous espérons que vos envois seront nombreux. Comme d'habitude si une ou plusieurs de vos photos est/sont sélectionnée(s) son auteur aura droit à un calendrier gratuit ■

CALENDRIER SVG
2009
format A3 horizontal,
participez !

Si vous êtes un fidèle lecteur du bulletin de la SVG, vous aurez sans doute déjà constaté que les trois-quarts de son contenu sont écrits par des membres de l'association. Une nouvelle fois l'intérêt, la qualité et l'existence même de cette publication dépend de votre participation. Nous ne disposons malheureusement peu ou pas d'articles en réserve, qui aient été sélectionnés par les rédacteurs du comité de la SVG. Nous sommes, à notre connaissance, la seule revue mensuelle (dix numéros par an) tout en couleurs consacrée aux volcans et en faveur des gens qui les fréquentent. Pour pouvoir tenir le rythme nous avons un besoin pressant d'articles et d'illustrations de qualité pour les sélectionner pour votre bulletin. Nous lançons donc cet appel à la participation de tous et en particulier des quelques membres volcanologues ou scientifiques de la SVG, intéressé(e)s à écrire des articles de bonne vulgarisation pour le bulletin. Un grand MERCI d'avance ■

**ARTICLES POUR
VOTRE BULLETIN :**
**participation
indispensable**



VOLCANS INFOS -VOLCANS INFOS -VOLCANS INFOS -VOLCANS

EXPOSITION DE PHOTOS SUR LES VOLCANS DU 30 MAI AU 30 SEPTEMBRE

Dans le cadre de la cinquième édition du festival «Photo, Peuples et Natures» de la petite ville de La Gacilly (dans la Bretagne du sud proche de Renne, en France) seront exposés les oeuvres photographiques en grand format d'**Olivier Grunewald**, tirées de ses expositions VOLCANS DU MONDE. ■

ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE - ACTIVITE VOLCANIQUE

ETNA EN ÉRUPTION coulées dans la Valle del Bove (VDB) et explosions stromboliennes sur la fissure éruptive

Comme nous vous le signalions dans la rubrique «dernières minutes» du bulletin précédent, une violente crise sismique a débuté le 3 mai 2008, qui s'est traduite par l'ouverture d'un vaste système de fractures dans les parties hautes du volcan, dans un secteur allant des versants nord cône du NE et du cône du SE et en direction du Val del Leone (partie NNW de la VDB) (voir photo p.20).

Du 23 au 26 mai derniers, nous avons pu observer une activité strombolienne faible à modérée avec les lambeaux de lave projetés à plusieurs dizaines de mètres haut, retombant parfois sur les flancs externes, des remparts de scories qui bordent la partie encore active de la fissure (N37° 44' 57,4''/E015°0' 41.7'', alt 2800m longueur segment actif env. 280m, orientation WNW-ESE). Des explosions de cendres et blocs issues de bouches plus en amont venaient parfois se mêler à cette activité strombolienne (au moins deux bouches distinctes) d'intensité variable. Ces variations imposaient d'ailleurs de garder une distance de sécurité avec les bouches actives. Dans la partie la plus aval de cette fissure éruptive sortaient une coulée, qui se propageait en chenal (pas de tunnel) sur les pentes raides de la paroi W de la VDB. Les fronts, le 26 mai, se trouvaient sur une rupture de pente, juste avant le fond de la VDB, à l'WSW du Mt Lepre. La coulée ne se propageait plus mais alimentait, par écroulements des cônes de débris en contre-bas. En ce moment (3 juin) la même situation semble se poursuivre.

Parallèlement à ce système éruptif, une coulée de débris avec des blocs de grandes tailles (10 à 15 m de haut) de tephres consolidés anciens, s'étalait, provenant d'un vaste secteur effondré sur le pied septentrional du cône SE, à proximité de sa bouche latérale (crater a pozzo). Cette zone du cône SE nous étant peu familière, nous ne savons pas de quand date cet effondrement spectaculaire, mais la chaleur élevée de ces dépôts nous laisse penser qu'ils sont liés à l'éruption actuelle. Peut-être que certains de nos lecteurs connaissent mieux cette zone et pourraient éventuellement nous préciser de quand date ce vaste glissement ? ■



Photos M. Cailliet



Durant notre bref séjour nous avons pu bénéficier une nouvelle fois de l'accueil chaleureux et familial de l'hôtel Olimpo (tenu par les parents d'un membre de la SVG) qui se situe à moins de 2 km avant l'entrée sud de Zafferana. C'est le point idéal pour accéder soit l'Etna sud ou nord. De plus, sur place vous pouvez bénéficier des conseils d'un photographe passionné, dont nous avons déjà parlé des ouvrages qu'il a publiés, tel son dernier en date «Etna. Dans le silence du géant du feu» de Sebastiano Raciti.

OLIMPO
Hotel - Ristorante
Sala banchetti - Pizzeria
Via IV Novembre, 7 - I - 95019 Zafferana Etnea (CT)
Tel. 095.7093517 Fax 095.7084201
www.hotel-olimpio.it
e-mail: info@hotel-olimpio.it



Photos M. Caillet



Coulée de débris et zone d'effondrement au pied du cône SE



A l'intérieur de l'effondrement

L'activité éruptive du Chaitén se poursuit avec l'émission de cendre et de blocs, s'élevant encore à plus de 4 km au-dessus du volcan. Ce panache abondant pose de sérieux problèmes à la région se trouvant sous le vent (plusieurs aéroports locaux ont dû fermer par exemple). Un nouveau dôme se met en place dans le cratère né de cette éruption, d'environ 200 m de diamètre taillé sur le flanc de l'ancien dôme. Ce nouveau dôme a déjà légèrement dépassé en hauteur l'ancien dôme. Par ailleurs des coulées pyroclastiques résultent d'effondrements du dôme et continuent d'accumuler des dépôts. Les cours d'eau descendant du volcan sont chargés de débris et amènent de plus en plus de destructions dans la petite ville évacuée de Chaitén. L'activité sismique est cependant en diminution. ■

CHAITEN (CHILI):
activité sub-plienne, la ville de Chaiten de plus en plus touchée par des lahars



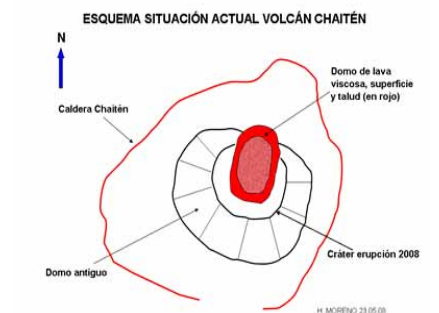
Destructions dans la ville de Chaitén



L'ancien dôme du Chaitén



Le nouveau dôme sur le flanc percé de l'ancien dôme



Images et infos:
<http://www.sernageomin.cl>

<http://volcanism.wordpress.com/category/volcanoes/chaiten/>



SOUVENIRS/RENCONTRES VOLCANIQUES-SOUVENIRS/RENCONTRE

SUR LES DERNIERS PAS DES KRAFFT

B. Poyer.

Photos : coll. Poyer

L'éruption de l'UNZEN, ou Mont FUGEN pour être plus précis, avait débuté en novembre 1990, pour prendre fin en 1995. A l'extrusion d'un dôme friable furent rapidement associés des écroulements générant des coulées pyroclastiques. Le couple KRAFFT, en voyage à l'autre bout du monde, s'empressa de plier bagages dès qu'il eut connaissance de ce type d'éruption, et se rendit vite au Japon.



Quelle aubaine de pouvoir observer et filmer, le plus près possible, ce splendide phénomène qu'est une telle coulée ! Malheureusement les autorités prirent la décision de restreindre l'accès du flanc est du volcan sur lequel s'épanchaient les débris incandescents du dôme en croissance.

La déception des scientifiques, des journalistes et des observateurs fut si grande qu'ils cherchèrent à s'approcher de l'Unzen en prenant des voies secondaires. Mais alors que les coulées se succédaient à un rythme soutenu, des collines avoisinantes masquaient la vue. Les Krafft, accompagnés de Harry Glicken se consolèrent en empruntant des gorges dans lesquelles rougeoyaient encore des blocs issus de

récentes coulées.

La croissance du dôme était si rapide que l'on pouvait l'observer à l'œil nu le 23 mai. Une semaine avant la tragédie, le 24 mai, une importante coulée déferla dans la MIZUNASHI River. Fin mai 1991 une discussion échauffa localement les esprits. Les coulées étaient-elles des avalanches de débris ou bien des coulées pyroclastiques ? Finalement une conclusion s'imposa : les coulées pyroclastiques de l'Unzen étant nombreuses et petites il ne fallait pas créer de panique dans la population et relativiser, en rappelant que l'expression « coulée pyroclastique » s'appliquait plutôt à un dramatique phénomène unique comme celui de Saint Pierre survenu en 1902, qui fit 29000 victimes.

Les chercheurs japonais considéraient la situation comme très dangereuse pour les mass media qui s'étaient approchés si près de l'origine des coulées. Mais les écroulements de lave rouge incitaient ces derniers à rester sur place pour leur diffusion à la TV jours et nuits. Quelques-uns firent retraite temporairement sur des positions plus sûres. Cependant ils ne tardèrent pas à revenir. Les scientifiques eurent beau insister sur la nécessité de se retirer, ce sont plus de cent journalistes qui séjournèrent dans la zone, n'acceptant pas les recommandations. Pour mettre fin à la confusion les autorités de police éditèrent des contre-mesures : création et diffusion d'une carte de risques comprenant désormais une zone interdite et une zone d'évacuation. Celle-ci, par une rencontre fortuite de circonstances, parut dans les journaux le 3 juin, jour où périrent les 43 personnes dont une partie des mass media.

On releva 9432 coulées pyroclastiques à l'Unzen de 1990 à 1995.

Nous ne possédons qu'une image, prise le matin, représentant les KRAFFT en position d'attente sur le nouveau site qu'ils avaient choisi pour leurs observations, au bord de la route de Kamikoba car, à peine installés, l'une des nombreuses coulées pyroclastiques qui se succédaient vint les balayer l'après-midi, emportant les vies, le 3 juin 1991.

Il pleuvait ce 3 juin 1991, la saison des pluies ayant débuté depuis deux jours. De multiples avalanches dévalèrent le flanc est, dans la MIZUNASHI River. Les mass media guettaient plus les écroulements de lave que les coulées



© T. Tsuchida, Nagasaki TV Broadcast

Matin du 3 juin 1991



1991年6月3日

13人が火砕流の犠牲に



Coulée pyroclastique de 16h08, 03.06.91



pyroclastiques. Ce jour-là ils étaient un peu moins nombreux sur place qu'à l'habitude. Alors qu'ils s'étaient d'abord repliés sur une position moins exposée, les pompiers secouristes envoyés par Shimabara revinrent à Kamikobe pour porter leur attention sur les cameramans imprudents, dont le comportement les inquiétait. La coulée meurtrière qui se produisit, à 16h08, emporta 43 personnes, dont 20 qui étaient groupées (6 journalistes, 10 cameramans et 4 chauffeurs de taxis). En fait, ce sont aux mass media qu'incombe la perte de 12 pompiers chargés de les couvrir. La plupart des victimes furent trouvées dans les limites de la surface couverte par le nuage de cendres, sous des dépôts peu épais.

La vitesse de la coulée a été estimée à environ 135kmh.

Aucun autre désastre naturel ne tua autant de membres de la presse.

C'est alors qu'un sondage révéla que moins de 2% des gens avaient lu des ouvrages et possédaient quelques connaissances sur une coulée pyroclastique, et que 25% ne pensaient pas qu'elle puisse être dangereuse.

Compte tenu de la chaleur des dépôts et des risques encourus avec les avalanches ce n'est que plusieurs heures plus tard que la troupe accéda aux lieux avec des véhicules à chenillette.

L'image prise d'hélicoptère permet de localiser l'endroit du drame. Les KRAFFT s'étaient détachés du groupe en prenant position un peu plus en amont (plan). Les corps furent retrouvés l'un près de l'autre, les sauveteurs précisant par la suite que Katia tendait la main vers Maurice. L'endroit de leur découverte est maintenant balisé par une petite pyramide de bois. Non loin de là, sur une esplanade largement dégagée est édifié un mémorial près duquel une grande plaque rappelle le nom des victimes.

En visite à l'Unzen en 1992 j'avais bien tenté de remonter les pentes depuis Shimabara, mais les avalanches se poursuivant les accès étaient encore interdits. Le symposium « Cities on Volcanoes » de novembre 2007 me fournit alors l'opportunité de me joindre à la trentaine de privilégiés autorisés à consacrer un moment de recueillement sur ce site soigneusement aménagé.

L'éruption de l'Unzen ayant pris fin en 1995, le relais d'un volcanisme de subduction se manifesta sur l'île de Montserrat, le 18 juillet 1995, sur Soufriere Hills qui se réveilla. Bien que la triste expérience du Japon soit encore dans les esprits des scientifiques du MVO, les autorités gouvernementales de l'île ne furent pas suffisamment fermes pour appliquer les recommandations de l'observatoire face à l'extrusion d'un dôme, et laissèrent des cultivateurs séjourner sur les flancs du volcan. Là encore ce furent 20 innocents qui furent tués dans une coulée.

Maurice disait : « Lorsque des activités volcaniques simultanées et éloignées nous obligent à nous séparer nous tremblons l'un pour l'autre, inquiets de se retrouver seul après un drame. Ce serait bien si nous pouvions mourir ensemble ».

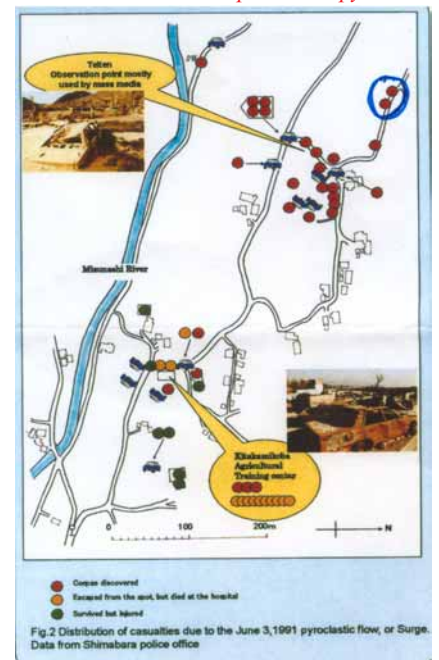
Je n'ai jamais oublié un instant mes amis et leur famille. Après cette visite une page se tourne ■



Véhicule blindé intervenant le 3 juin 91



Emplacement pyramide



Plan



Memorial



Plaque avec les noms des victimes



Pyramide bois



DOSSIER DU MOIS DOSSIER DU MOIS DOSSIER DU MOIS

COMPTE-RENDU
D'UN VOYAGE A
L'ERTA ALE - DALLOL
FÉVRIER 2008
2ième partie
Par P. Rivallin, D. Mougin,
D. Corneloup & V. Barthès

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

Sommaire

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

II-5 La plaine de sel p.8

II-6 Dallol : un volcan, du sel et de l'eau p.13

Bibliographie p.17

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

II-5 La plaine de sel
Texte et images Véronique
Barthès



Large de 60 km et longue de 180 km la plaine de sel, située en moyenne à – 120m au dessous du niveau de la mer, occupe le fond de la dépression des Danakils d'axe NNW- SSE, c'est la partie centrale du rift. Les formations de sels se prolongent probablement au sud au delà du lac Assalé où elles sont recouvertes par le volcanisme du Dallafila appartenant à la chaîne l'Erta Ale. Périodiquement inondée à la saison des pluies, les formations superficielles sont lessivées par les eaux de ruissellement provenant du nord et des hauts-plateaux qui s'écoulent en direction du lac Assalé (point bas de la plaine à –130m). Elles entraînent au passage des argiles fines et de la boue. Il en résulte localement par évaporation une recristallisation secondaire des dépôts de sel en bancs centimétriques intercalés de fines couches d'argile. Ce sont ces bancs, faciles à désolidariser les uns des autres qui constituent les gisements de sel exploités depuis des temps immémoriaux par les Afars.

La dépression est nettement dissymétrique, très abrupte et très profonde à l'ouest, en bordure des grandes failles actives du rift, elle remonte en pente douce vers





l'Est au niveau des alpes Danakil. L'axe du bassin, partie la plus profonde n'est située qu'à 8 km du bord Ouest, c'est là que se concentrent les activités géothermales et fumeroliennes (Dallol, Black Mountain, Skating Rink) ; sur cet axe, des anomalies magnétiques (Figure 4) et gravimétriques (Figure 5) confirment que des intrusions magmatiques sont bien à l'origine de cette activité géothermique très particulière.

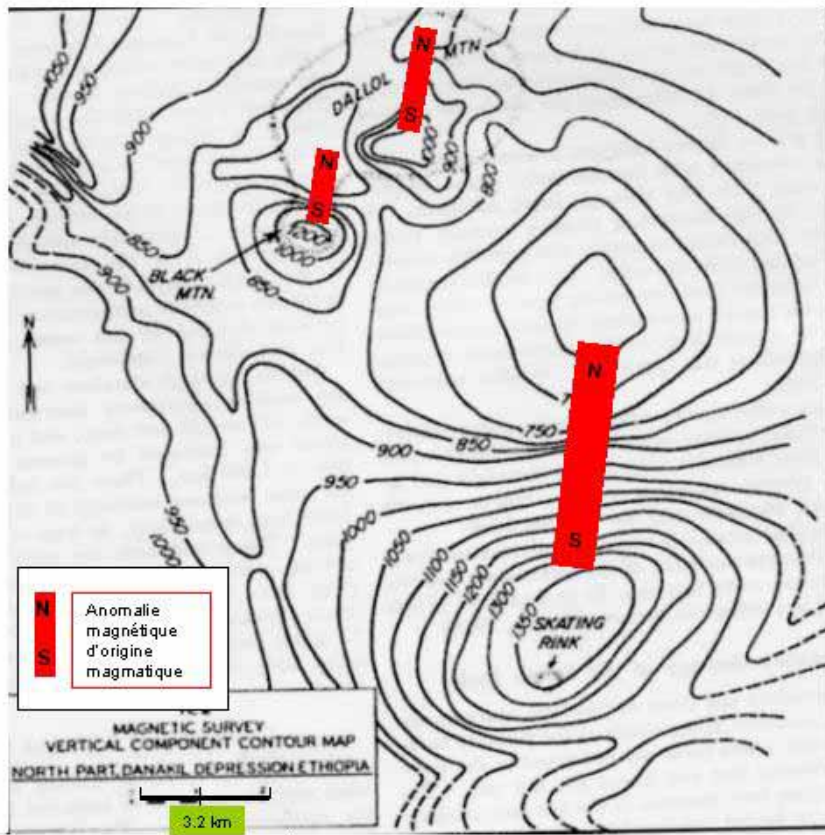


Figure 4 Anomalie magnétique d'après Holwerda (1968)



Comment interpréter « rapidement » une carte d'anomalie de la composante verticale du champ magnétique ?

Carte d'anomalies magnétiques au sol au dessus d'une intrusion basaltique
Composante verticale positive vers le bas

Nord géographique

L'orientation et l'intensité du champ magnétique terrestre varie en fonction de la latitude. Il s'apparente à celui d'un aimant géocentré

Le champ magnétique terrestre à Dallol
(14°N, 40°E)
Déclinaison $D = 2^\circ E$
Inclinaison $i = 14^\circ$
Intensité $F = 37187 \text{ nTesla}$
 B_h composante horizontale
 B_z composante verticale

La Composante verticale du champ créé est positive au sud de l'intrusion et négative au nord

Legend:
[Hatched box] Intrusion magnétique
[White box] Sol : non magnétique

Une intrusion magnétique (dyke, neck, magma refroidi) se comporte comme un **aimant** orienté dans la direction du champ terrestre. L'anomalie qu'elle crée à la surface du sol est **dipolaire** (un pôle + et un pôle -).
L'intrusion se situe approximativement à l'**aplomb** du centre du dipôle.
L'écartement du dipôle varie avec la profondeur de l'intrusion.
La dissymétrie du dipôle augmente avec l'inclinaison magnétique.

Le champ magnétique terrestre

Axe de Rotation de la Terre
Pôle Nord Géographique
Axe Géomagnétique
Pôle nord Géomagnétique
Plan de l'Equateur magnétique

MANTEAU MOYEN





Gravimétrie

Anomalie de Bouguer (mGal ?) d'après Holwerda (1968)

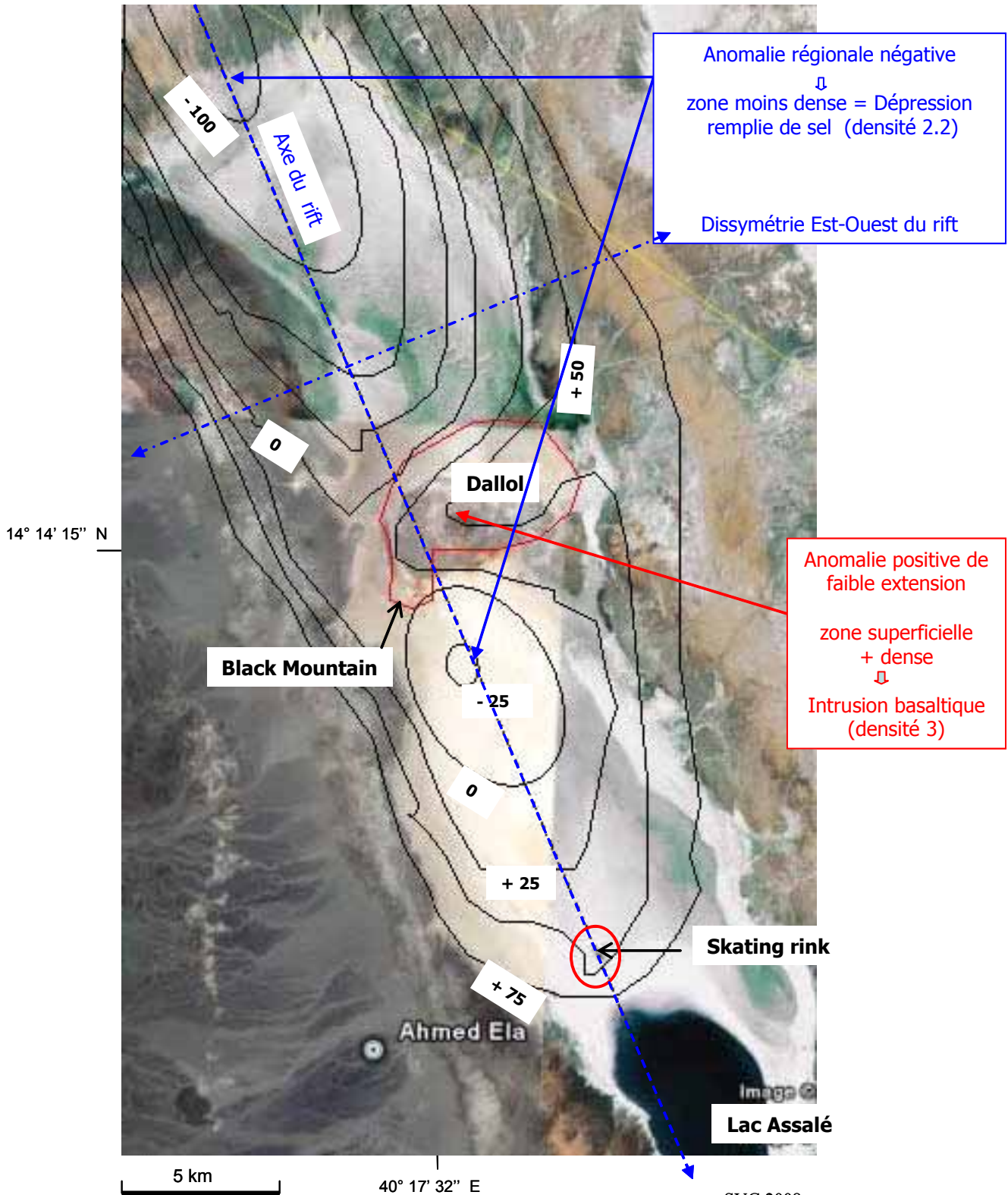


Figure 5. Carte gravimétrique de Dallol d'après Holwerda (1968) sur fond Google Earth



La nature et l'épaisseur des dépôts d'évaporites (Figure 6) sont connus assez précisément dans la partie ouest de Dallol puisque cette région a fait l'objet de nombreuses investigations liées à l'exploitation des gisements de potasse qui s'est échelonnée avec plus ou moins d'intensité depuis la première guerre mondiale jusque dans les années 70.

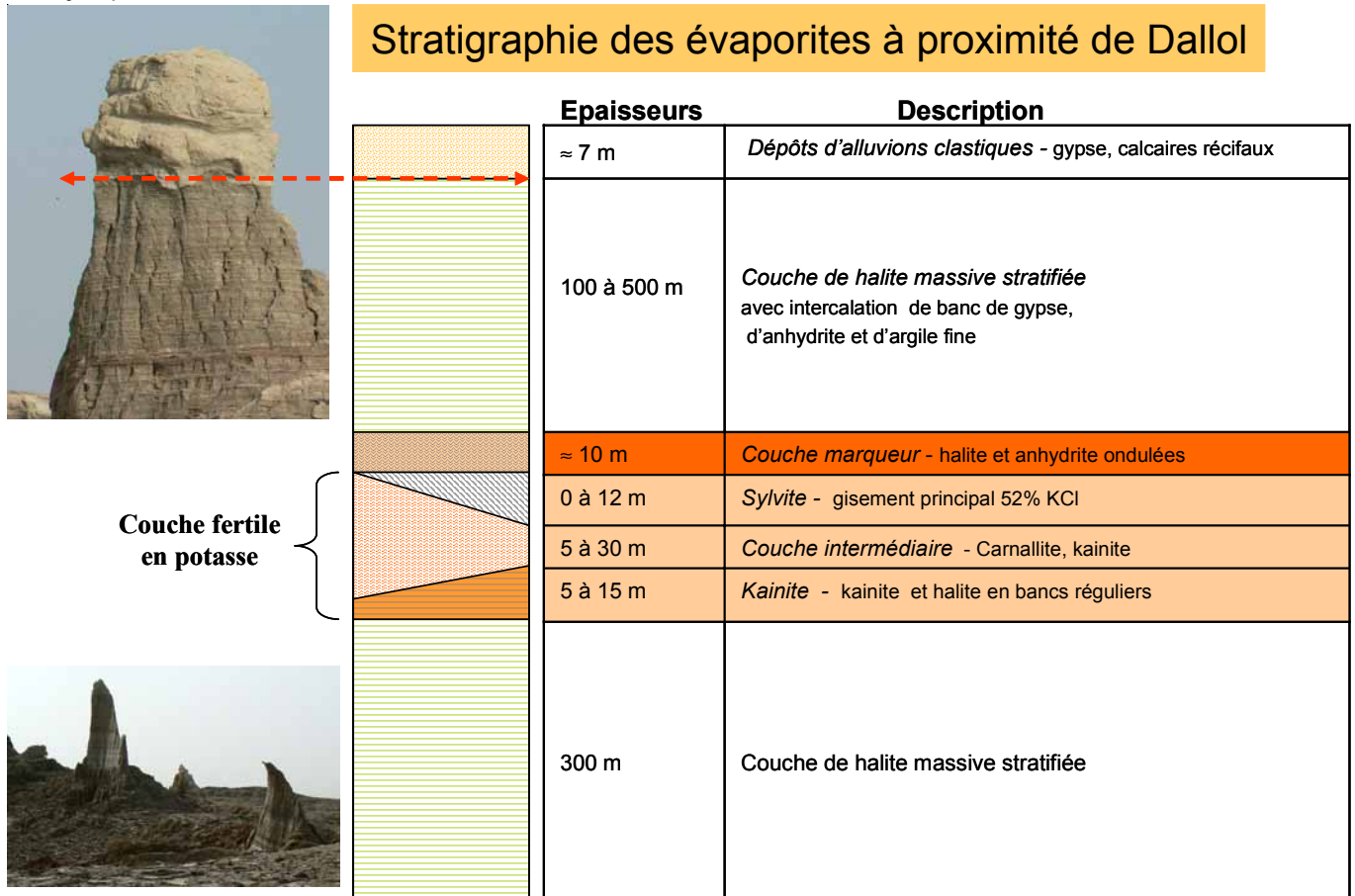


Figure 6 Coupe stratigraphique entre Musley et Dallol

Les évaporites sont d'origine marine, déposées en contexte peu profond et en condition d'aridité croissante ; au fur et à mesure de l'évaporation, l'eau de mer se concentre et les différents sels précipitent successivement en fonction de leur solubilité ; ainsi de l'extérieur du bassin vers l'intérieur on retrouve classiquement la série stratigraphique suivante débutant par les débris de calcaires récifaux suivis de gypse, d'anhydrite, de halite, jusqu'au terme ultime de l'évaporation (99%) avec les sels potassiques et magnésiens témoignant de l'extrême aridité et qui constituent les gisements de potasse proprement dits (voir tableau 1 et encadré sur la formation des évaporites, p. suivante). Plusieurs épisodes d'invasion marine et d'assèchement (en tout cas au moins deux) ont été identifiés dans les forages : entre Musley et Dallol, deux horizons fertiles ont été reconnus, situés respectivement à 250 m et 550 m de profondeur, ils plongent ensuite vers l'est à 750m et 1000 m. La présence de sylvite pure (KCl) dans certains gisements en profondeur mais également en dépôts de surface (à Blak Mountain par exemple) témoigne de processus de dissolution et de recristallisation secondaire. En effet, c'est la dissolution de la carnallite (KClMgCl₂·6H₂O) qui provoque la précipitation de KCl au profit de MgCl₂ beaucoup plus soluble qui reste en solution. Quel mécanisme génère ces dissolutions ? Remontées d'eaux chaudes hydrothermales ou lessivage vers le bas par des eaux d'infiltration provenant de la surface ; la question reste ouverte et il semble que la réponse ne soit pas unique.



Ordre de grandeur de la solubilité à 25°C en g/L		
Calcite	CaCO ₃	< 0,1
Gypse	CaSO ₄ ·2H ₂ O	2,5
Sylvite	KCl	350
Halite	NaCl	350
Epsomite	MgSO ₄ ·7H ₂ O	700
Carnallite	KCl MgCl ₂ ·6H ₂ O	1000
Bischofite	MgCl ₂ ·6H ₂ O	1200

Tableau 1



Mode de dépôt d'une séquence d'évaporites en domaine marin peu profond:

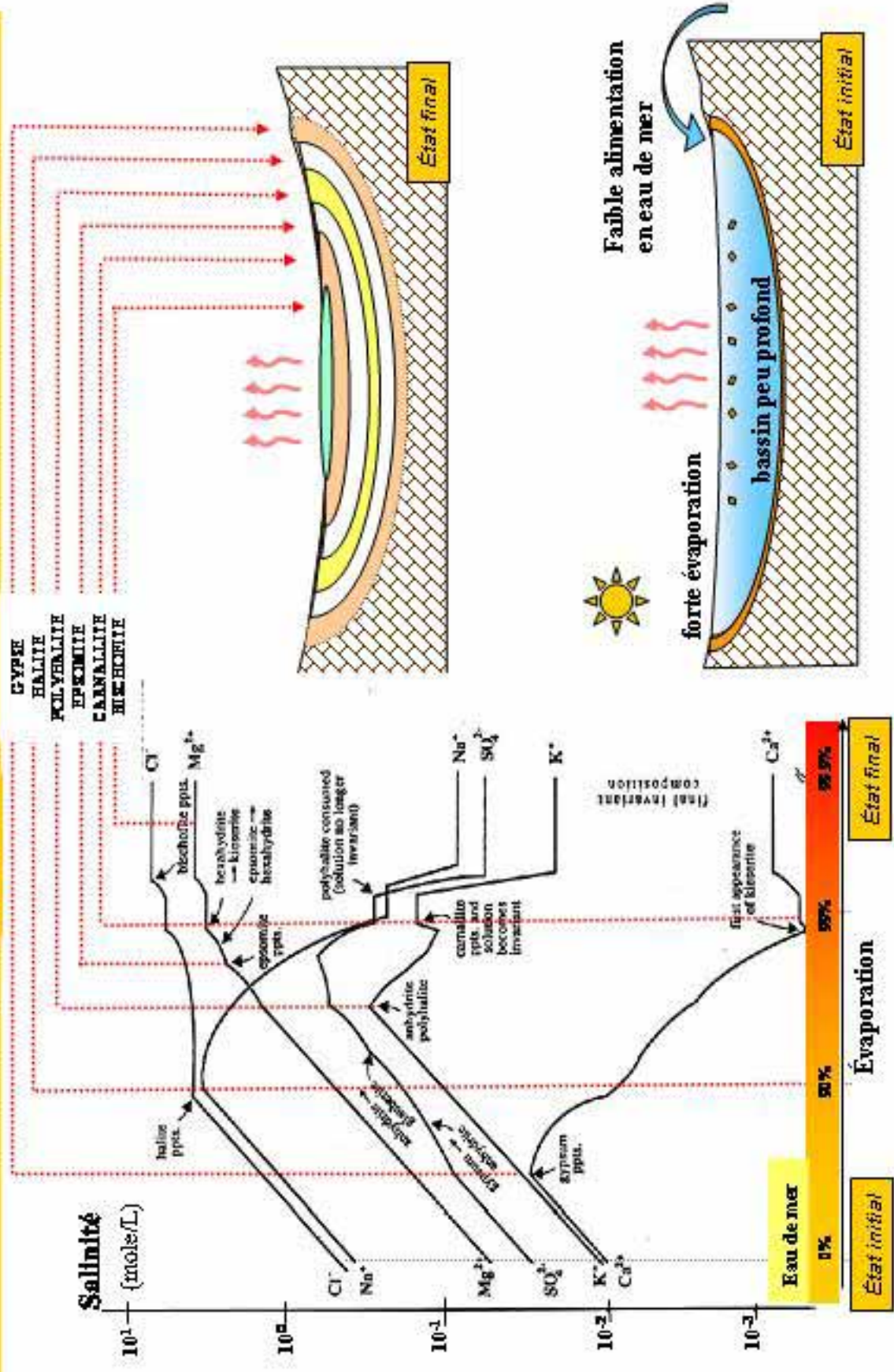
• climat aride
 • faible réalimentation

Régime hydrique déficitaire

évaporation

concentration

Précipitations successives





Le système hydrothermal de Dallol est assez rare sinon unique au monde puisqu'il conjugue à la fois un contexte volcanique de rift émergé et une série complète d'évaporites parmi les plus importantes au monde (épaisseur >2000 m). Selon l'hypothèse communément admise, le dôme de Dallol est un diapir, il s'est formé à partir de la plaine de sel par extrusion des couches d'évaporites, sous l'action de la chaleur due à une intrusion magmatique sous-jacente. Bien qu'à une échelle différente on peut faire une analogie avec le bombement d'une plaque océanique sous l'action d'un point chaud. Légères et ductiles les couches ainsi soulevées ont gardé leur stratigraphie originelle dans la partie externe du dôme où ensuite l'érosion et la dissolution ont formé les canyons. Cependant aucun matériel magmatique n'est visible y compris dans la partie sommitale du bombement, la plus chaude et la plus métamorphosée, siège d'une intense activité hydrothermale. Les processus de dissolution et de recristallisation secondaire à l'oeuvre dans ce contexte géologique particulier sont de natures variées. La diversité des manifestations géothermiques et des compositions chimiques aux différents exutoires en témoigne. De nombreuses hypothèses ont été avancées mais peu d'analyses ont été faites et beaucoup de questions restent en suspens :

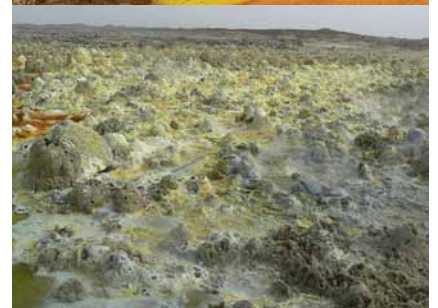
- Quelle est la nature et l'origine des gaz ?
- Quelle est l'origine de l'eau et jusqu'à quelle profondeur a-t-elle circulé ? Eau juvénile (d'origine magmatique), eau de structure (dissolution des sels hydratés), eau d'infiltration ?
- Quels sont les processus métamorphiques responsables des transformations que l'on observe à Skating Rink, à Black Mountain ou en certains endroits proches du village de Dallol.

Comment faire le tri parmi les différents scénarios (y compris les moins probables) qui parsèment la littérature:

- Infiltration d'eau de mer depuis la mer rouge.
- Nappe fossile.
- Infiltration d'eau de ruissellement des hauts plateaux dans les failles du rift.
- Participation de l'eau de structure (fusion des sels hydratés)
- Eau juvénile (constituante du magma).
- Vaporisation au contact d'une intrusion magmatique.
- Précipitation secondaire et dissolution sélective des différents sels en fonction de leur solubilité et de la température au cours de la remontée.
- Précipitation des sels en condition aqueuse super critique (analogie avec les fumeurs noirs) !
- Condensation en surface de la vapeur remontante et dissolution des couches de sel superficielles.



6 Dallol : un volcan, du sel et de l'eau



Partie haute de Dallol



Geysier lac jaune



Partie haute Dallol



Lac noir



Lac jaune

Dans l'optique de lever un certain nombre d'ambiguïtés, et d'essayer de comprendre à la fois le fonctionnement global de ce système et ses particularités locales, des prélèvements de gaz et d'« eaux » (le terme de fluide serait plus approprié) ont été réalisés sous la houlette de Dario Tedesco (il professeur) spécialiste de la géochimie des gaz volcaniques à l'université de Naples avec la collaboration de la SVG pendant cette mission de février 2008. Trois sites ont été échantillonnés (Figure 7):

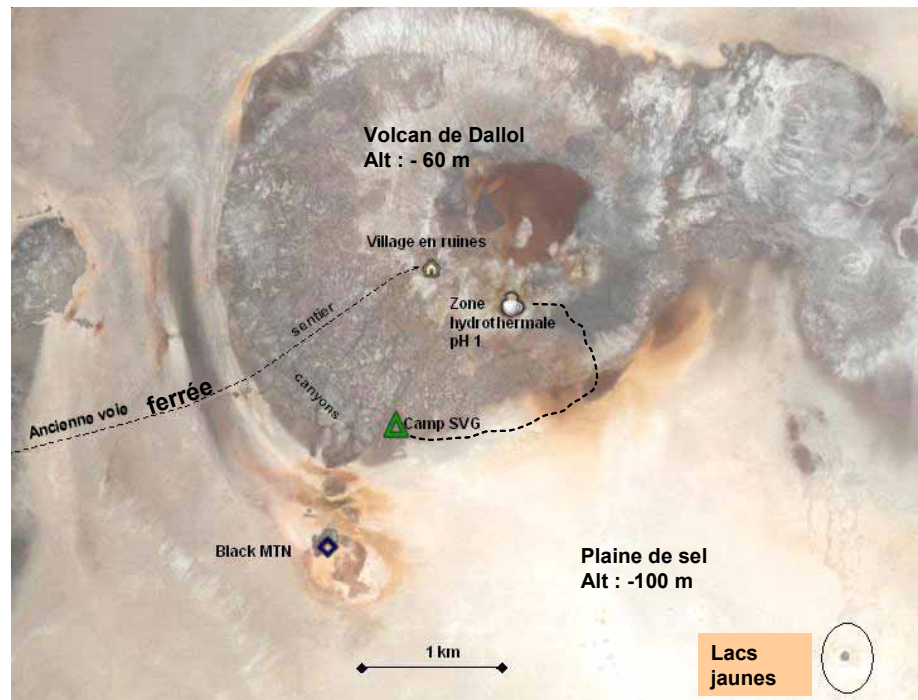


Figure 7. Zones de prélèvement de Dallol - fond Google Earth

- la zone sommitale (appelée Dallol le haut) où se concentrent les manifestations hydrothermales chaudes et acides les plus spectaculaires.
- la zone de Black Mountain, petit dôme de sel noir métamorphisé située à 1km au sud ouest de Dallol où se trouve le fameux lac noir aux manifestations de surface si singulières attribués à une explosion phréatique de 1926 (cf encadré lac noir, Bull SVG No79) ; saturé en $MgCl_2$, il est profond d'au moins 12 m et chaud ($>70^{\circ}C$), il cohabite avec des structures annulaires émettant occasionnellement (selon le témoignage d'observateurs chanceux) des coulées blanches de sel fondu, probablement constituées de sylvite (KCl) (Figure 8) [Bull. SVG No32].
- le lac jaune et ses environs présentés par certains comme une manifestation toute récente mais qui en fait coïncide géographiquement avec le site dénommé « Brines pool » décrit par Holwerda en 1968. (cf photo 36 et Figure 9). Contrairement à ce qui est dit un peu partout, ce lac n'est pas du tout acide et sa couleur jaune ne doit rien au soufre.





Figure 8 Zone de prélèvement de Black Mountain et des environs

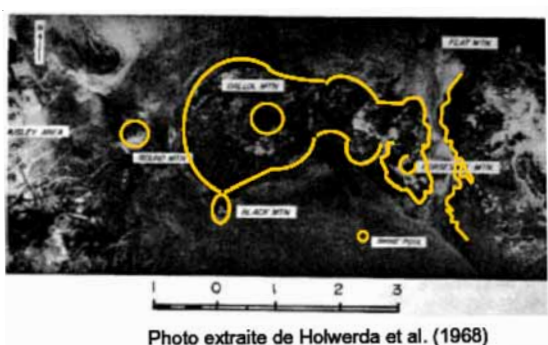


Figure 9 Comparaison site hydrothermaux de 1968 et 2008



Les « eaux douces » des puits et rivières accessibles environnants ont également été prélevées.

Les analyses chimiques (éléments majeurs et traces) ont été faites par Dario à l'université de Naples, et les analyses isotopiques aux Etats-Unis. Elles feront l'objet très bientôt d'une publication détaillée. Néanmoins les premiers résultats d'analyses des eaux (voir Figure 10) présentent une assez bonne cohérence avec les résultats antérieurs obtenus sur les échantillons prélevés par des membres de la SVG en 2003 et 2005-2006 et qui ont également été analysés à Naples par Dario (cf Bulletin n° 78 de la SVG). Ils confirment l'extrême concen-

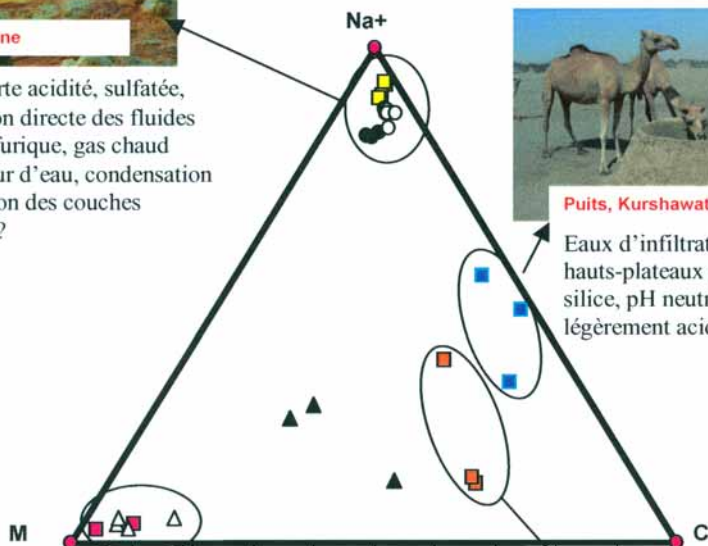


Diversité géochimique des Eaux de Dallol
Même si elles ont une origine commune, les saumures hydrothermales des différents sites témoignent chacune d'une histoire spécifique et d'un parcours différent à travers les formations d'évaporites plus ou moins intimement connectées à des intrusions magmatiques

Dallol, zone
Haute température, forte acidité, sulfatée, sodique → contribution directe des fluides volcaniques acide sulfurique, gas chaud → Remontée de vapeur d'eau, condensation en surface et dissolution des couches superficielles (halite) ?



Puits, Kurshawat, Ahmed
Eaux d'infiltration des hauts-plateaux saturée en silice, pH neutre ou légèrement acide



- 2008 Geysers
- 2008 Black
- 2008 Dallol
- 2008
- 1A-E
- 1A-E 2005 (Ri1-
- ▲ Ann Sel 2006 Ri 5-
- ▲ Ann Sel



Lac noir, Black
saumures saturée en magnésium, pH neutre ou légèrement basique
Température > 100°C
→ dissolution de la carnallite en profondeur et précipitation de la sylvite en surface ?



Lac aux geysers jaunes
saumures calciques, Température ambiante
→ échange silice/calcium
pH neutre ou légèrement basique → dissolution du gypse plutôt que des carbonates ?

Figure 10 Diagramme de Piper montrant la diversité de l'activité hydrothermale



tration des saumures, on est partout à la limite de la solubilité et la diversité des compositions selon le site de prélèvement ; ceci n'implique pas forcément des origines différentes mais en tout cas des circulations et des échanges dans des conditions thermodynamiques différentes (tableau 2).

concentrations molaires									
	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	mol/L	10 ⁻³ mol/L	
	Cl	Br	SO ₄	Na	K	Mg	Ca	Si	pH
Lac jaune	1,E+01	6,E-02	nd	2,E-01	4,E-01	2,E+00	2,E+00	1	7,0
Lac noir	1,E+01	1,E-01	nd	1,E-01	8,E-02	5,E+00	3,E-01	2	7,0
Dallol le haut	6,E+00	1,E-03	6,E-02	4,E+00	2,E-01	2,E-01	2,E-01	48	0,5
puits d'Ahmed Ela	9,E-03	5,E-05	8,E-03	9,E-03	7,E-04	1,E-03	5,E-03	1011	6,0
eau de mer	6,E-01	9,E-04	3,E-02	5,E-01	1,E-02	6,E-02	1,E-02	5	8,2

Tableau 2. Composition moyenne des majeurs pour les échantillons 2008

Nous attendons avec impatience la chimie des gaz et les analyses isotopiques.

Ali Coubba Les Afars, de la préhistoire à la fin du XV^e siècle edition chez l'Harmattan.

Bibliographie

Pour en savoir plus sur la geol générale de l'Afar :

Chorowicz J., 2005, The East African rift system, Journal of African Earth Sciences ,43, 379–410.

Barrat J.A. et al., 1998, Isotope (Sr, Nd, Pb, O) and trace-element geochemistry of volcanics from the Erta' Ale range (Ethiopia), Journal of Volcanology and Geothermal Research 80, 85-100.

Bosworth W. et al., 2005, The Red Sea and Gulf of Aden Basins, Journal of African Earth Sciences, 43, 334–378.

Barberi F. & Varet J., 1974, La chaine volcanique de l'Erta Ale.

Risacher F. et Fritz B. 1995 La genèse des lacs salés. La recherche n° 276

Sonnenfeld P. & Perthuisot J.P. 1984 Brines and evaporites.

Et surtout un travail remarquable et inégalé à ce jour:

Holwerda J. G. And Hutchinson R. W., 1968, Potash-Bearing Evaporites in the Danakil Area, Ethiopia. *Economic Geology*, vol 53 pp.124-150.

Sites Web

Un site sur Dallol intelligent et très bien documenté, c'est rare :

<http://photovolcanica.com/VolcanoInfo/Dallol/Dallol.html>

De belles photos sur Dallol et Erta Ale prises simultanément aux notes :

<http://www.swisseduc.ch/stromboli/perm/erta/index-en.html>

Un site sans prétention pour voir les photos notre voyage:

<http://picasaweb.google.fr/Ethiopie.2008.vero/DallolErtaAle>

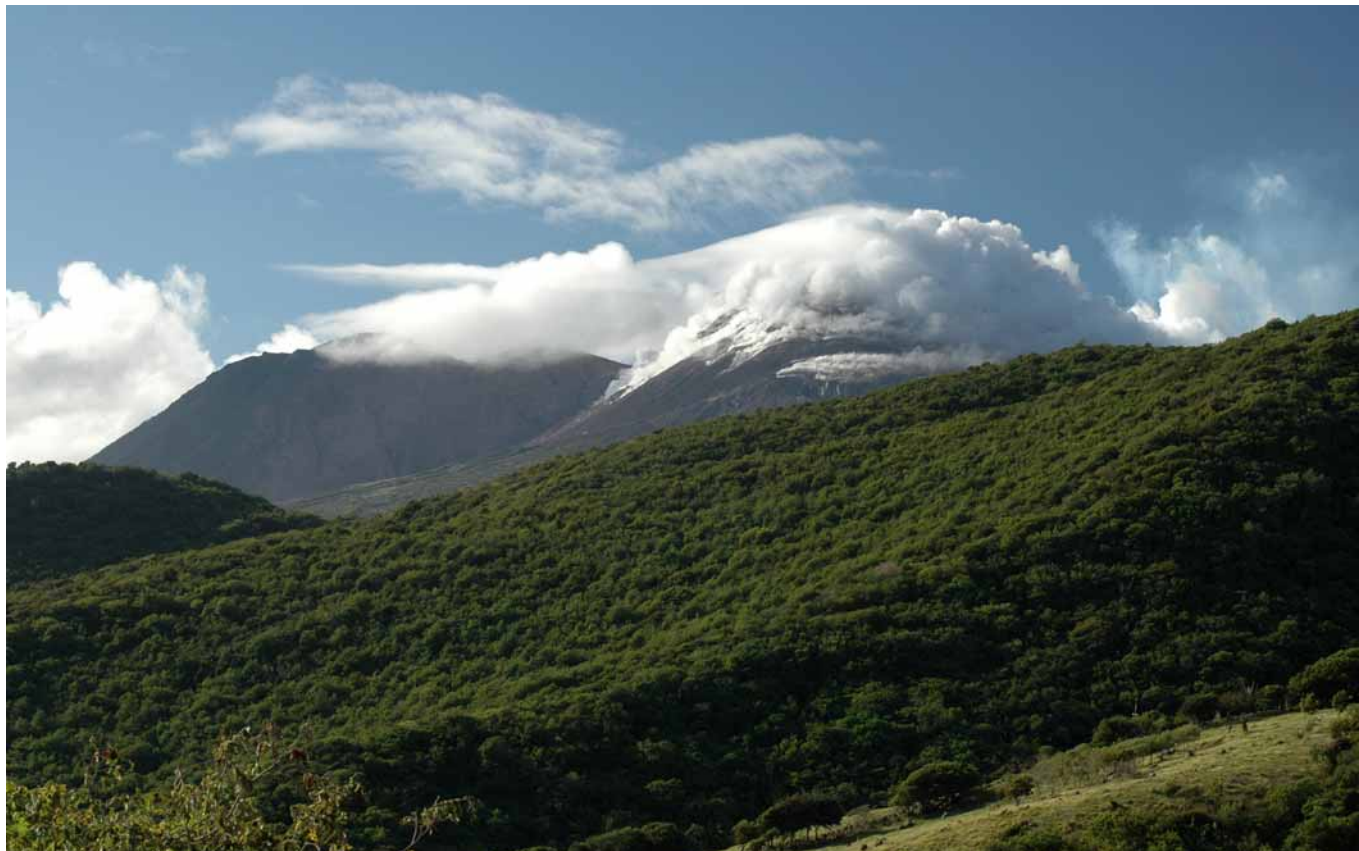
Pratiquement toute la zone entre Mekele et Dallol est en haute résolution sur Google Earth.

On voit même les caravanes de chameaux. Un régal ! ■





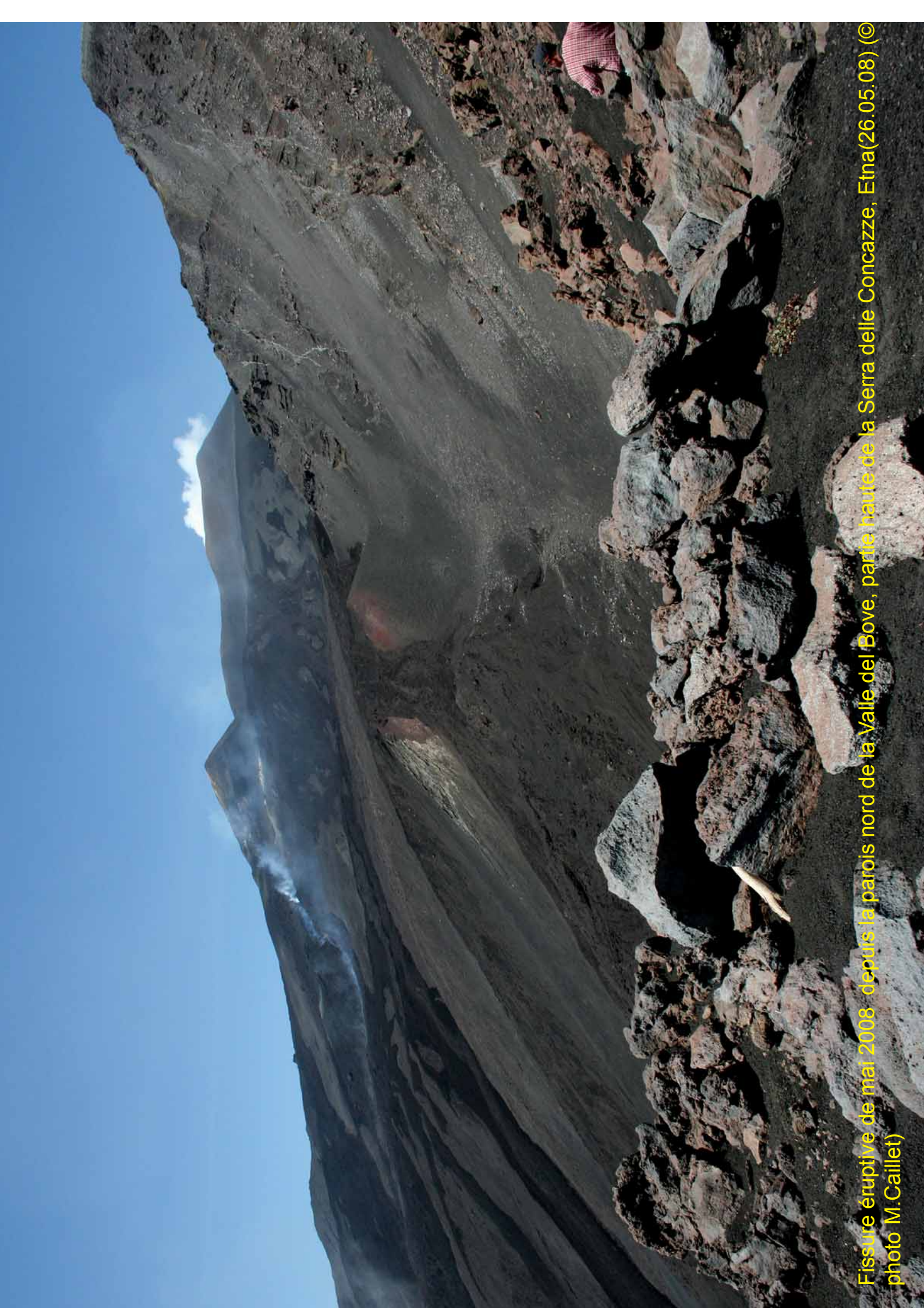
FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL FOCAL



Images Montserrat de Sebastiano Raciti, mars 2008



Images Montserrat de Sebastiano Raciti, mars 2008



Fissure éruptive de mai 2008 - depuis la parois nord de la Valle del Bove, partie haute de la Serra delle Concazze, Etna(26.05.08) (© photo M.Caillet)