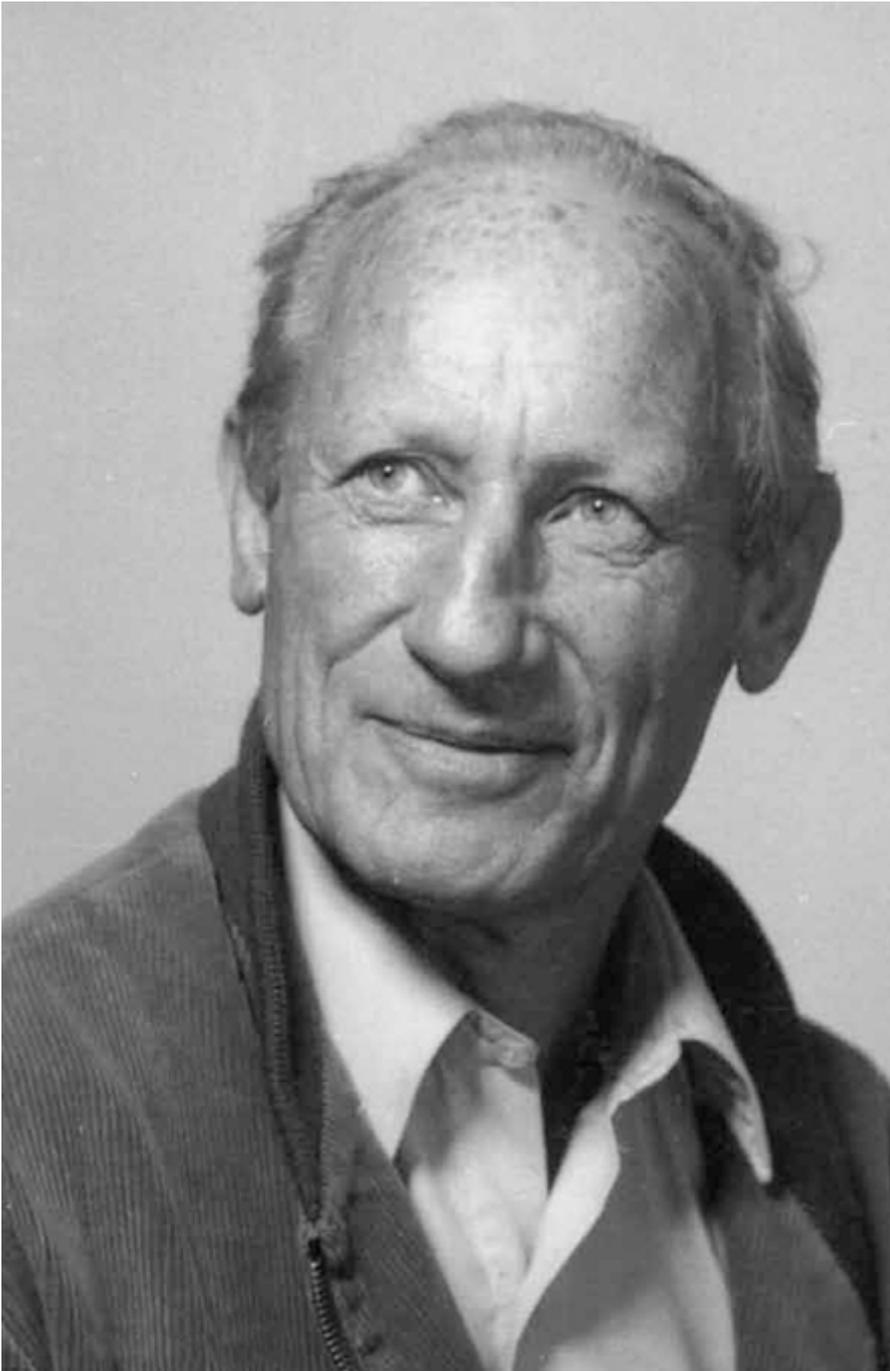


# Los Rocaires

JOURNEES  
HAROUN  
TAZIEFF

Hors-série N° 1 - Novembre 2015

CREDD  
vailhan



#### Page de couverture

Lac de lave de l'Erta Ale, volcan bouclier d'Éthiopie dans la dépression de l'Afar, découvert par Haroun Tazieff et Giorgio Marinelli en 1968

(photo Daniel Cavillon, coll. Centre Haroun Tazieff)

#### Ci-contre

Haroun Tazieff dans les années 1970

(coll. Centre Haroun Tazieff)

## Éditorial

**E**nfant, j'étais déjà passionné par la Terre : je récoltais roches, minéraux et fossiles lors des randonnées familiales autour de Grenoble. Un jour, au début des belles années soixante, mon père m'emmena au cinéma Gaumont voir le film *Les Rendez-vous du diable*. Ce fut un choc : les bulldozers, minuscules insectes, essayant de barrer les coulées de lave du Kilauea, le lac d'acide vert jade du Kawah idjen, le lac de lave du Nyiragongo... Haroun Tazieff entraînait dans ma vie.

Il fallut attendre le 9 décembre 1972 pour que je le rencontre vraiment... le temps d'un autographe, à la librairie Arthaud, pour son livre *L'Etna et les volcanologues*. J'avais presque 19 ans. Une photo de presse immortalise l'événement. Douze ans plus tard, le 31 janvier 1985, nous posons côte à côte, équipiers occasionnels lors d'un match de rugby : l'adolescent est devenu à son tour volcanologue et le volcanologue a été promu... ministre ! Je me souviens aussi d'une soirée à Vancouver, Canada, lors du Congrès international de géophysique au cours de l'été 1987 : Haroun Tazieff m'invite gentiment au restaurant. Bien sûr, on parle de volcans mais aussi des risques liés à l'éboulement des Ruines de Séchillienne non loin de Grenoble. Nous avons été voisins plusieurs années en Île-de-France, lui au CNRS de Gif-sur-Yvette et moi à l'Université Paris-Sud Orsay. Nous avions aussi en commun des origines russes.

Haroun Tazieff était un personnage hors du commun : sportif accompli, courageux voire parfois téméraire, fort en caractère. Il avait le don de la communication, avec un phrasé imagé, roulant les « r » comme personne. Il a fait connaître et aimer les volcans aux Français. Il a écrit quantité de livres et j'en possède un certain nombre, dédiés par l'auteur. Il a filmé des images d'éruptions époustouflantes. Auteur de nombreuses publications scientifiques, il a contribué à une meilleure connaissance des dynamismes éruptifs, du rôle majeur des gaz, de la formation des dômes et des lacs de lave...

Le Centre Haroun Tazieff pour les Sciences de la Terre fait perdurer la mémoire de ce grand Homme. Les « Journées Haroun Tazieff » constituent maintenant un rendez-vous incontournable dans l'Hérault, chaque mois de juin. Les cinquantièmes journées ont eu lieu du 2 au 7 juin 2015. Les sixièmes se préparent.

Ce numéro spécial de la revue *Los Rocaires* témoigne merveilleusement de l'œuvre volcanologique d'Haroun Tazieff.

Jacques-Marie Bardintzeff  
Volcanologue

#### LOS ROCAIRES

Bulletin de liaison du Centre de Ressources Environnement et Développement Durable

Hors-série N° 1 - Novembre 2015

1, chemin du Château - 34320 Vailhan - 04 67 24 80 11

cr.vailhan@free.fr - www.crpe-vailhan.org

**Responsable de la publication :** Guilhem Beugnon. **Equipe de rédaction :** Micheline Blavier, Claude Buard, Véronique Delattre, Jean Fouët, Frédéric Mazeran, Muriel Palaysi, Pascale Théron, Patricia Tisserand-Campana. **Conseil scientifique :** Ghislain Bagan (archéologie), Jérôme Ivorra (SVT), Philippe Martin (écologie), Sylvie Desachy (archives), Sylvain Olivier (histoire). **Conception maquette et PAO :** Steen, Guilhem Beugnon. **Crédit photo :** Guilhem Beugnon, Chrystèle Buonomo, Jean-Claude Bousquet, Daniel Cavillon, Jean-Marie Dautria, Michel Detay, Sophie Draï, Philippe Ferrer, Jean Grimal, Bernard Halleux, Claude Lesclingand, Bruno Taragnat

CREDD  
vailhan



# Sommaire

✓ PAGE 4

PORTRAIT

## Haroun Tazieff, le pèlerin des volcans

par Frédéric Lavachery

---



✓ PAGE 10

VIE ASSOCIATIVE

## Les Journées Haroun Tazieff

par Bernard Halleux

---



✓ PAGE 17

PATRIMOINE

## Saint-Thibéry, au pied des Monts

par Philippe Ferrer

---



✓ PAGE 22

GÉOLOGIE

## L'usine volcan

par Jean-Marie Dautria

---



✓ PAGE 31

GÉOLOGIE

## Les volcans actifs du Sud de l'Italie

par Jean-Claude Bousquet

---



✓ PAGE 41

PROJET PÉDAGOGIQUE

## Bessan : un collège en éruption

par Bruno Taragnat et Sébastien Maurras

---



✓ PAGE 44

LIAISON ÉCOLE-COLLÈGE

## Des volcans en partage

par Valérie Baille et Chystèle Buonomo

---



PORTRAIT

# HAROUN TAZIEFF

## le pèlerin des volcans



« Nous avons, ce jour-là, passé plus de treize minutes sous le bombardement le plus totalement désespérant de tous ceux que j'ai eus à subir. Or j'en ai subi un bon nombre, volcaniques comme celui-là ou délivrés par des avions en piqué rugissant, des escadres de quadrimoteurs imperturbables ou des batteries de canons plus imperturbables encore, ces dernières seules ayant réussi à m'envoyer pour quelques semaines à l'hôpital... J'ai donc vécu de longues heures de ma déjà longue existence à attendre que cesse d'être arrosé d'obus, de grenades ou de bombes militaires ou volcaniques, le bout de terrain sur lequel je me trouvais aventuré. »

Haroun Tazieff, *La Soufrière et autres volcans : la volcanologie en danger*, Flammarion, Paris 1978

**H**aroun Tazieff<sup>1</sup>... ses copains de rugby ou d'expédition l'appelaient simplement Tazieff ou Garouk, diminutif russe, ou encore Kim, son nom de scout et de résistant. Sous l'Occupation, étudiant en géologie la journée, il conduisait la nuit une petite unité de partisans armés. Pionnier de l'exploration scientifique des volcans observés sous le bombardement des éruptions, pionnier de l'observation en direct de la création des plaques tectoniques par le volcanisme sous-marin, pionnier de la politique de prévention des risques naturels majeurs, Haroun Tazieff fut longtemps l'une des personnalités préférées des Français. Il siégeait parfois au sommet de ce « Top 50 » où le commandant Cousteau et l'abbé Pierre avaient leur place réservée. Passionné par la découverte, celle des paysages comme celle du savoir, Haroun Tazieff était tout autant chercheur que militant engagé auprès des populations souffrant la double peine des colères de la

Terre et de l'opportunisme sans vergogne de ceux qui, par avidité, les utilisent pour le pouvoir, la carrière et le profit.

### Le pèlerin des volcans

S'il fallait pointer une date clé dans la très longue quête de savoir du pèlerin des volcans, ce serait l'année 1968. L'exploration de l'énigmatique triangle de l'Afar, cet évasement incompréhensible du Grand Rift de l'Afrique orientale niché entre le haut plateau d'Éthiopie, le plateau somali et la mer Rouge, Tazieff en rêvait depuis vingt ans. Avec ses équipiers, il découvrit là, dans la cuvette d'un désert torride, un océan en formation. Les sciences de la Terre ont fait, en cette fin des années 1960, un saut qualitatif exceptionnel en validant, sous le concept de « tectonique des plaques », l'hypothèse très contestée de la dérive des continents. Jacques Varet, compagnon d'Haroun Tazieff qui reçut pour ses travaux en Afar, avec leur

Vue panoramique de la zone active du mont Dallol dans le Danakil, triangle de l'Afar, Éthiopie (photo Michel Detay, janvier 2011)



collègue italien Franco Barberi, le prestigieux prix L. R. Wager décerné par l'Association internationale de volcanologie et de chimie de l'intérieur de la Terre, explique : « *Au moment où était énoncée la théorie des plaques, nous avons apporté la preuve de la réalité des phénomènes de création de croûte océanique nouvelle dans cette rare région du globe où l'on pouvait l'observer à l'œil nu* ». Ces expéditions en Afar, sous le soleil le plus chaud du globe (il y fait 50 °C à l'ombre... mais il n'y a pas d'ombre), marque l'émergence de la volcanologie au cœur des sciences de la Terre, aboutissement de la très longue exploration par Tazieff des entrailles d'enfer du globe par la lucarne des bouches à feu des volcans actifs.

### Le dernier des explorateurs

On ne saurait mieux découvrir Tazieff qu'en le lisant, juger de son action qu'en le lisant, de son humanisme qu'en le lisant. Ses trois dizaines d'ouvrages de vulgarisation regorgent d'informations et de réflexions, souvent originales, constitutives de la volcanologie et de son histoire. Tous ces ouvrages sont épuisés, mais le Centre Haroun Tazieff en dispose encore d'un grand nombre d'exemplaires. Il fut sans conteste celui qui, le premier, observa, décrivit et interpréta – sous les bombes – des phénomènes majeurs tels que les éruptions sous-marines crevant la surface de l'océan ou les éruptions dites phréatiques, où l'eau des appareils volcaniques est violemment expulsée en vapeur sans que jaillisse de magma frais. Avec Théodore Monod, Jacques-Yves Cousteau et Paul-Émile Victor, Haroun Tazieff fut sans doute le dernier de la lignée des grands explorateurs naturalistes du XIX<sup>e</sup> siècle qui ouvrirent le globe à la science du XX<sup>e</sup>, jusqu'en ses endroits réputés inviolables.

### Naissance d'une vocation

Né le 11 mai 1914, orphelin d'un Tatar, Sabir Tazieff, descendant des princes Dachkine, médecin-major dans l'armée du tsar, tué au front en août 1914, Haroun arrive en Belgique à sept ans, sa maman,



Zénitta et Sabir Tazieff vers 1910 (coll. Frédéric Lavachery)

Zénitta, fuyant la famine régnant dans la jeune République soviétique. Docteur en chimie et licenciée en sciences politiques, poétesse, philosophe et statisticienne, Zénitta épousera le poète belge Robert Vivier, « mon plus que père », disait Haroun. Bob Vivier était aussi doux qu'il était grand, géant par la taille comme par le talent. Il eut sur Haroun une influence considérable par son humanisme et la qualité de sa plume. Le jeune immigré Tazieff a baigné dans un univers culturel brassant les influences juive russe, chrétienne d'Orient et musulmane tatare, héritier d'une génétique partagée entre l'Europe de l'Est et l'Asie centrale. A 31 ans, ingénieur géologue, ingénieur des mines et ingénieur agronome, il est envoyé comme prospecteur minier au Congo, alors belge. En 1948, la beauté fascinante d'une éruption le mit au défi d'en percer le secret. Les dix premières années d'une quête de science autant que de prodigieux spectacles et d'exploits sportifs ont fini par le persuader de chercher les gaz plutôt que les laves et magmas.

### A l'écoute des gaz

Dans les années 1970, les méthodes d'investigation profonde du corps

terrestre étaient essentiellement celles des géophysiciens : sismologie, gravimétrie... L'étude de la propagation des ondes sismiques et des variations de la pesanteur permet de « voir » l'intérieur du globe. Un tremblement de terre génère des trains d'ondes dans la roche comme un caillou lancé dans un lac fait des ronds dans l'eau. La vitesse de propagation et la trajectoire d'une onde sismique varient selon la nature des milieux qu'elle traverse. Parce qu'ils ont su concevoir des appareils capables de mesurer les paramètres de ces trajectoires, les géophysiciens du siècle dernier ont pu établir que la croûte terrestre représente 1 % du volume d'un globe de plus de 6 000 kilomètres de rayon, qu'elle repose sur un manteau de roche qui en occupe 83 % et que le noyau forme les 16 % restants. Par ces découvertes fondamentales, réalisées en quelques décennies avant et après la Seconde Guerre mondiale, les méthodes géophysiques sont devenues les voies privilégiées pour l'auscultation des entrailles de la Terre, volcanisme compris.

Avec la pétrographie et l'analyse physicochimique des magmas et des laves, la sismologie devint la voie royale de l'investigation vol-

canologique. Ce n'est qu'au milieu des années 1960, sous l'impulsion permanente de Tazieff, que l'analyse des gaz éruptifs s'affirme peu à peu comme méthode directe d'interprétation des fluctuations de l'activité volcanique. Au milieu des années 70, Tazieff et ses équipiers avaient déjà fait faire à la volcanologie des progrès considérables, à l'Etna, au Stromboli, aux Açores et en Afar. Mais, de nos jours encore, la corporation universitaire a bien du mal à l'admettre et cette histoire de la volcanologie contemporaine n'est pas enseignée. L'Association de Volcanologie Européenne (L.A.V.E.), qui regroupe environ six cents passionnés, résume bien, sur son site Internet, la portée de la découverte de Tazieff et de ses équipiers en Afar : « *Ce volcan, baptisé Ardoukôba par Haroun Tazieff, du nom du secteur où il est apparu, est situé sur une dorsale océanique à l'air libre [...]. L'Ardoukôba se trouve à proximité de l'exceptionnelle convergence de trois structures majeures de l'écorce terrestre : le point triple de l'Afar où se rencontrent la Rift Valley (qui est en train de scinder l'Afrique en une plaque nubienne et une plaque somalienne), une dorsale océanique parallèle à celle de la mer Rouge et la dorsale du golfe d'Aden – la plaque concernée par ces deux dernières dorsales étant l'Arabie. Cette région illustre parfaitement la dérive des continents et la naissance des océans : la République de Djibouti est un véritable laboratoire de géologie à ciel ouvert.* »

### Une contribution décisive

En trois phrases, Jacques Varet<sup>2</sup> a fourni une bonne synthèse de la contribution de Tazieff

à la géologie. « *Tazieff cherchait à mobiliser avec lui des scientifiques capables de mesurer au plus près les paramètres physiques et chimiques caractérisant les éruptions volcaniques et leurs produits. Sa détermination à assurer le prélèvement, au sein même des cratères en éruption, d'échantillons de laves et de gaz a permis de disposer de données essentielles pour comprendre les phénomènes éruptifs, jamais obtenues jusque-là. L'innovation portait autant sur les concepts que sur les moyens d'accès et de protection, ou encore sur les instruments de mesure dont plusieurs sont restés des éléments de référence.* »

Chercheur fécond par ses facultés d'observation, ses idées novatrices et sa capacité à en faire des sujets développés par ses équipiers, Ha-

roun Tazieff n'a jamais fait école, et ne l'a jamais cherché. En 1976, à la Soufrière de la Guadeloupe, plus de dix ans après sa prise de conscience du rôle fondamental des gaz comme moteur des éruptions, les géologues, pétrographes, tectoniciens et volcanologues universitaires, qui pour certains avaient, eux, fait école, n'avaient pour la plupart pas encore fait leur cette nouvelle façon d'interpréter le dynamisme éruptif. Les campagnes de prélèvement des équipes Tazieff, y compris quantitatives et en continu, ont permis d'identifier les corrélations entre les variations de la composition des gaz, de leur température et de leur pression et les variations de régime de l'activité d'un volcan. C'est sur la Soufrière, en 1976, que

De haut en bas :

La Soufrière en juillet 1976 (coll. François Le Guern)

Haroun Tazieff et François Le Guern, rescapés de l'éruption phréatique de la Soufrière, en Guadeloupe, le 30 août 1976 (coll. Marcel Bof)



l'équipe Tazieff, avec les ingénieurs du Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Information, une division du CEA de Grenoble, réussit les premières mesures des micro-variations du champ magnétique terrestre local dues à l'activité volcanique.

En 1974, il participera aux côtés de ses amis Paul-Emile Victor, Alain Bombard et Jacqueline Auriol, avec le commandant Cousteau, le physicien Louis Leprince-Ringuet et le docteur Jacques Debat à la création du « Groupe Paul-Émile Victor pour la Défense de l'Homme et de son Environnement ». L'homme, cet animal dompteur de feu depuis un million d'années, extracteur de ressources minérales depuis plusieurs dizaines de milliers d'années, développera le tout au cours de ces quelques dernières centaines d'années, à une allure qui deviendra industrielle, pour devenir un facteur de transformation efficace de l'interface par laquelle s'opèrent tous les échanges de matière et d'énergie entre la Terre et l'espace. Cette conception de l'environnement s'est précisée à la suite des travaux d'Haroun Tazieff et de ses équipiers, notamment Pierre Zettwoog, qui, les premiers, ont eu l'idée de faire le bilan des échanges qui s'opèrent par le volcanisme et le recyclage général généré par la tectonique des plaques.

## L'oeil du peintre

Un guide alpiniste-volcanologue de Nicolosi, au pied de l'Etna, m'a raconté, en 2011, ce qui distinguait Tazieff des volcanologues qu'il voit défiler de nos jours : « *Lorsqu'il arrivait à Nicolosi, il s'arrêtait d'abord chez moi ou chez l'un de mes collègues. Il me demandait de lui décrire tout ce que j'avais observé, ressenti, perçu du volcan depuis sa dernière visite. Il voulait tout savoir, connaître jusqu'aux sentiments que le volcan m'avait inspirés. Cela pouvait durer deux heures. Ensuite, il reprenait l'ascension. Aujourd'hui, je vois défiler tous les scientifiques : pas un seul ne s'arrête chez nous.* » L'intuition, chez Tazieff, procédait aussi d'un profond sens esthétique et d'une acuité d'observation stimulée par la beauté d'un phéno-



Les fondateurs du Groupe Paul-Émile Victor pour le Défense de l'Homme et de son Environnement, créé en 1974 par Paul-Émile Victor.

De gauche à droite : Louis Leprince-Ringuet, le docteur Jacques Debat, Haroun Tazieff, Alain Bombard, Paul-Émile Victor, Jacques-Yves Cousteau, Saint-Cloud, 1974

(© Fonds Paul-Emile Victor)

mène aussi envoûtant qu'effroyable. Il avait l'œil du peintre et la plume de l'écrivain. Les couleurs, les sons, ce que l'on éprouve sous le spectacle le plus fascinant et le plus effrayant que la nature puisse offrir, il en a donné quantité de tableaux aussi sensibles que précis. Observateur sans doute le plus sage de ces phénomènes, la science des volcans lui doit beaucoup. La description minutieuse de son objet – et quel objet, en l'occurrence ! – est à la base de toute science ; elle permet de comparer, d'interpréter, de classer. Rendre la beauté, la puissance ou la fugacité de ce que l'on observe par le choix judicieux des mots, donner à voir ce que l'on éprouve par tous les sens, ce talent-là est au fondement de la méthodologie scientifique du naturaliste qu'était Haroun Tazieff.

**Frédéric Lavachery**

Centre Haroun Tazieff pour les Sciences de la Terre  
[frederic.lavachery@tazieff.fr](mailto:frederic.lavachery@tazieff.fr)  
<http://tazieff.fr/biographie/>

### Notes

1. Les lignes qui suivent sont pour l'essentiel tirées du livre que j'ai consacré à mon père, *Un volcan nommé Haroun Tazieff*, publié aux éditions de l'Archipel en 2014. Disponible en librairie, il l'est aussi,

de même que plusieurs ouvrages du volcanologue, auprès du Centre Haroun Tazieff pour les Sciences de la Terre basé aux Ouches, sur la commune de Chaudeyrolles, en Haute-Loire.

2. Jacques Varet, « Haroun Tazieff (1914-1998), des années Afar au secrétariat d'État (1967-1986) : la difficile mutation institutionnelle », *Travaux du Comité français d'histoire de la géologie – Cofrigeo*, 3<sup>e</sup> série, t. XXIII, 2009, n° 6, séance du 10 juin 2009.

### Remerciements

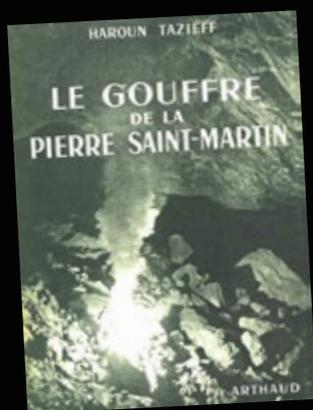
1. Bruno Valentin et Julien Pannetier, géographes et photojournalistes, [www.zepelin-geo.com](http://www.zepelin-geo.com).



# au coeur d'une abondante bibliographie



*Cratères en feu*, Arthaud, Paris 1951 (rééd. 1956-1998)



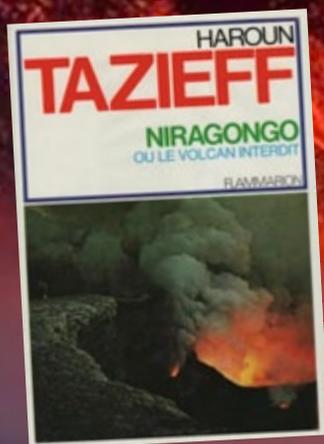
*Le gouffre de la Pierre Saint-Martin*, Arthaud, Paris 1952 (rééd. 1954-1966).



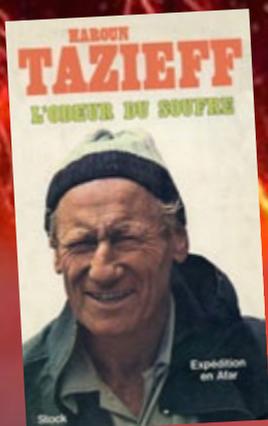
*Les rendez-vous du diable*, production indépendante, Bruxelles 1958.



*Vingt-cinq ans sur les volcans du globe*, Fernand Nathan, Paris 1974-1975 (rééd. 1977-1978).



*Niragongo ou le volcan interdit*, Flammarion, Paris 1975.



*L'odeur du soufre : expédition en Afar*, Stock, Paris 1975 (rééd. 1976-1984).



*Ouvrez donc les yeux : conversations avec Claude Mossé sur quelques points brûlants d'actualité*, Laffont, Paris 1980.



*Ca sent le soufre ! : Haroun Tazieff raconte ses aventures à Claude Villers et énonce quelques vérités*, Nathan, Paris 1981 (rééd. 1982).



*La Terre va-t-elle cesser de tourner ? : pollutions réelles, pollutions imaginaires...*, Seghers, Paris 1989 (rééd. 1990-1992).



*Le feu de la Terre 3 : Le triangle de l'Afar (Éthiopie - Djibouti)*, Gaumont, 1991, 52 min.



*Le feu de la Terre 6 : Prévoir l'imprévisible (Japon - Philippines - Antilles - Antarctique)*, Gaumont 1991, 52 min.



*Les défis et la chance : ma vie. 2, Le vagabond des volcans*, Stock/L. Pernoud, Paris 1992.

VIE ASSOCIATIVE

Depuis cinq ans, à travers expositions, conférences et balades géologiques, les Journées Haroun Tazieff perpétuent la mémoire du célèbre volcanologue et rendent vie aux paysages volcaniques du département de l'Hérault.

# les Journées Haroun Tazieff



**D**urant les années 70, Tazieff était la personne ressource incontournable pour les professeurs de sciences naturelles qui souhaitaient illustrer leurs cours sur les volcans. Nous disposions grâce à lui de séries de diapositives et de films super 8 d'une exceptionnelle qualité. Je me souviens encore d'un plan serré sur un épanchement de lave rougeoyante et visqueuse du Kituro, au Congo, dont l'éruption en mars 1948 est à l'origine de la vocation du célèbre volcanologue. Si le collège avait quelques moyens, on pouvait louer un « 35mm » et montrer à tous nos élèves le fameux lac de lave du Nyiragongo. Quand Tazieff était invité à la télévision, nous buvions ses paroles et goûtions son naturel. Bien évidemment, nous avons suivi la fameuse affaire de La Soufrière, en 1976. Bien plus tard, dans les années 90, alors en poste à Lyon, j'ai pu le recevoir au collège Jean Monet, dans le cadre d'un travail collectif sur les risques naturels. Devant une centaine d'adolescents, il répondit à toutes les questions avec sa conviction habituelle et une séduisante simplicité. C'est ainsi que je devins,

et suis encore, un « tazieffophile » inconditionnel.

## Le miroir de la Terre

On dit souvent du département de l'Hérault qu'il est « un livre ouvert de géologie ». Ce qualificatif est largement mérité : du mont Saint-Clair au plateau du Larzac, du Salagou au Caroux, du pic Saint-Loup au mont Saint-Loup en passant par la plage de la Grande Conque au Cap d'Agde, la plupart des époques géologiques y sont présentes. Les plissements hercynien et pyrénéo-alpin ont marqué ses roches de plis, de failles et de nappes de charriage. Enfin, sur une ligne Nord-Sud de 140 km de long, un magma basaltique a rempli les points bas de l'époque, entre -2,5 millions d'années à 560 000 ans. Les traces de ces éruptions sont toujours largement visibles, notamment par inversion de relief : c'est l'Hérault volcanique bien connu des « carrières », des professeurs de SVT, de l'équipe de la Lithothèque Languedoc-Roussillon et de notre ami Claude Lesclingand, fondateur de LAVE, l'Association Volcanologique Européenne.



*Hérault, miroir de la Terre*, ouvrage collectif sous la direction de Martine Ambert paru en 2003 dans sa première édition (Les Presses du Languedoc, Montpellier ; BRGM, Orléans, rééd. 2010)

### Page précédente :

Balade géologique aux monts Ramus conduite par Jean-Marie Dautria (photo Bernard Halleux)

Lac de lave du Nyiragongo, Virunga National Park, République démocratique du Congo, 7 mai 2011 (photo Cai Tjeenk Willink)



## Des Pyrénées au Mézenc

Dans les années 2010, je découvre le site internet du Centre Haroun Tazieff. Frédéric Lavachery en est le maître d'œuvre qui s'attache à rassembler les énergies autour des travaux de son père. L'idée du centre est née en 2002 dans l'esprit du maire d'Arrette, commune pyrénéenne du célèbre gouffre de la Pierre-Saint-Martin exploré en 1951 par Tazieff, Loubens et Lépineux. Faute de budget, il ne verra le jour qu'en 2008, simultanément à Arrette et dans le massif volcanique du Mézenc. A mi-chemin entre les Pyrénées-Atlantiques et la Haute-Loire, l'Hérault volcanique s'imposait comme terrain d'accueil de Journées Haroun Tazieff. Je fis part de l'idée à Frédéric qui l'accueillit avec enthousiasme, tout comme Jean-Marie Dautria et Jean-Claude Bousquet, de l'université Montpellier 2, et Claude Lesclingand.

## Les journées volcaniques

Le « club des cinq » ainsi formé, les premières JHT pouvaient éclore, en mai 2011, sur la commune de Gigan dont l'école publique porte le nom du volcanologue. D'autres allaient suivre, à Fontès (volcan des Baumes et Célessou), Octon (reliefs volcaniques de La Sure et de La Roque), dans la haute vallée du Salagou (Brenas et Carlenca), à Saint-Thibéry et Bessan (monts Ramus). En juin 2016, c'est Agde, le mont Saint-Loup et la plage de la Grande Conque qui accueilleront les 6<sup>e</sup> JHT pour des expositions, conférences et balades géologiques destinées aux scolaires et au grand public. A travers Tazieff, sa vie, son œuvre, ce sont les paysages volcaniques héraultais qui prennent vie, en lien avec la tectonique des plaques et l'environnement.

Les expositions enrichies au fil des éditions présentent des photos inédites des expéditions Tazieff, du matériel créé par ses équipes sur les flancs de l'Etna, son « volcan laboratoire », mais aussi de somptueuses maquettes du globe terrestre, du Nyiragongo ou du mont Rainier ainsi qu'une série de panneaux qui décrit de façon imagée les volcans de l'Hérault et les principaux volcans européens. La



### BALADES GÉOLOGIQUES (gratuites)

→ **Samedi 6 juin**  
De 10h30 à 16h, balade au Mont Ramus commentée par Jean-Marie Dautria, Frédéric Lavachery et Claude Lesclingand, président fondateur de l'association volcanologique européenne (LAVE). Repas tiré du sac. Rendez-vous sur le parking de la halle de sport situé Route de Montblanc à Bessan.

→ **Dimanche 7 juin**  
De 14h à 16h, balade au cœur du village de St-Thibéry commentée par Mme Romieu présidente de l'association Protection du patrimoine de St-Thibéry, M. Lesclingand président fondateur de LAVE et M. Halleux président de l'association Protection Nature des Hauts Cantons (l'APNHC). Rendez-vous devant la Mairie de St-Thibéry.

## 5<sup>èmes</sup> Journées HAROUN TAZIEFF

**DU 2 AU 7 JUIN 2015**  
**BESSAN & SAINT-THIBÉRY**

- Expositions
- Ateliers scientifiques
- Conférences
- Balades géologiques

### 5<sup>èmes</sup> Journées HAROUN TAZIEFF

**DU 2 AU 7 JUIN 2015**

En présence de son fils Frédéric Lavachery

➤ Renseignements :  
Office de Tourisme  
Pézenas-Val-d'Hérault  
Tél. 04 67 98 36 40

LA COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATION   
www.agglo-heraultmediterranee.net

### De haut en bas

Le club des cinq + 1 (de gauche à droite) : Claude Lesclingand, Bernard Halleux, Jean-Claude Bousquet, Jean-Marie Dautria, Frédéric Lavachery et Guillaume Leleu, étudiant en géologie à l'École des Mines de Nancy (photo Sophie Draï)

Dépliant des 5<sup>e</sup> Journées Haroun Tazieff organisées par la communauté d'agglomération Hérault Méditerranée du 2 au 7 juin 2015

A ce jour, 1500 scolaires et 470 adultes ont visité les expositions, 600 personnes ont écouté les conférenciers et 370 ont suivi les balades géologiques.

collection de roches volcaniques présentées par LAVE suscite toujours de nombreuses questions, notamment de la part des écoliers et collégiens.

L'Association de Protection de la Nature des Hauts Cantons que je préside propose de son côté des ateliers scientifiques où l'on peut observer, comparer, classer, manipuler pour comprendre le volcanisme. Reconnaître le basalte à l'œil nu, à la loupe, au microscope et avec une aiguille aimantée ; réaliser un champ magnétique pour illustrer le fait que le fond des océans est fait de basalte qui en s'épanchant devient magnétique et entraîne la dérive des continents ; observer et définir les deux sortes de plaques tectoniques à partir de maquettes ; définir un volcan en prenant appui sur des témoignages réels et des maquettes... autant d'occasions s'émerveiller et de réfléchir sur notre Terre en mouvement.

Œuvres d'une équipe de bénévoles enthousiastes au sein de laquelle figure en bonne place le centre de ressources de Vailhan, les Journées Haroun Tazieff n'existeraient pas sans l'appui logistique et financier des collectivités territoriales concernées : communes hôtes, communauté de communes du Clermontois, communauté d'agglomération Hérault Méditerranée. Qu'elles trouvent ici l'expression de toute notre reconnaissance.

**Bernard Halleux**

Professeur honoraire de SVT  
Président de l'Association de Protection  
de la Nature des Hauts Cantons  
Concepteur des Journées Haroun Tazieff  
[bernard.halleux@free.fr](mailto:bernard.halleux@free.fr)  
<http://jht34.free.fr>

**De haut en bas**

Frédéric Lavachery saluant un mannequin habillé avec le vêtement de protection d'Haroun Tazieff. (don de la veuve du spéléologue suisse Urs Widmer, coll. Centre Haroun Tazieff)

Voyage en maquette au centre de la Terre  
(photo Claude Lesclingand)

Quand la Terre gronde au pied du Célessou, à Fontès, en mars 2012  
(photo Guilhem Beugnon)

**Page suivante**

L'un des dessins à la craie grasse réalisés par les élèves de CM1 de l'école de Saint-Thibéry, exposés à Octon en mai-juin 2013 lors des 3<sup>e</sup> JHT.





# LAVE



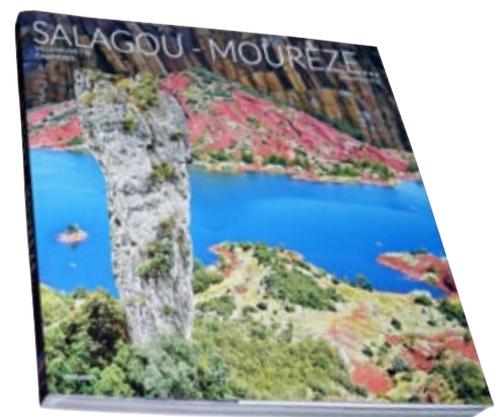
Née en 1986, L'Association Volcanologique Européenne (LAVE) est une association à caractère scientifique qui s'est donnée pour objectifs de favoriser les échanges, les rencontres et la circulation d'informations autour de la volcanologie. Pour mener à bien ses actions, elle prend appui sur un réseau étoffé de scientifiques, d'organismes internationaux et d'associations œuvrant dans le domaine des sciences de la Terre ainsi que sur la participation active de ses quelque 650 adhérents. A travers des expositions photographiques réalisées par ses membres lors de leurs voyages sur les volcans du monde, LAVE s'affiche dans les écoles, les maisons des jeunes, les centres culturels... Par le biais d'une revue bimestrielle, elle tient ses lecteurs informés de l'activité volcanique de la planète, présente des méthodes d'évaluation et de prévention des risques, édite des itinéraires de randonnées volcaniques et des fiches descriptives de volcans. Un numéro hors-série réédité chaque année concerne le volcanisme hé-

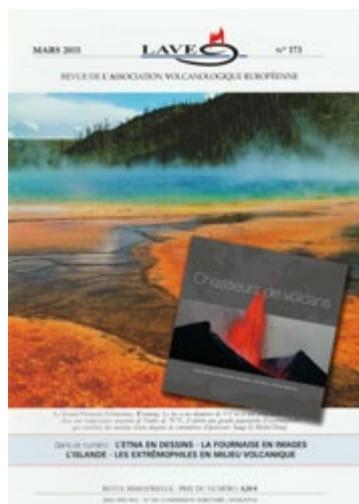
raultais. En complément de cette activité éditoriale, l'association publie ouvrages et DVD et fait vivre un site internet des plus riches, en permanence réactualisé. La délégation de la région Sud-Est est particulièrement active dans le département de l'Hérault, participant à l'organisation des Journées Haroun Tazieff, au recensement du patrimoine géologique de la vallée du Salagou et à l'animation du territoire de la communauté de communes du Clermontais. Tout récemment, les travaux de recherches que j'ai pu mener sur l'environnement basaltique du Salagou ont trouvé leur place dans un superbe ouvrage collectif publié par l'association Matorral sous la direction de l'écologue et photographe naturaliste Philippe Martin bien connu des lecteurs des *Rocaires*.

**Claude Lesclingand**  
Membre fondateur et président d'Honneur  
de LAVE, délégué de la région Sud-Est  
claude.lesclingand@wanadoo.fr  
www.lave-volcans.com



« Un pays de volcans »,  
Salagou-Mourèze... Amoureux d'ici,  
Editions Matorral, 2015





**1.** Sur un dyke de basalte dans la vallée du Salagou, Octon, juin 2002

(photo Johan Rucar)

**2.** A la découverte de la collection de roches volcaniques locales de l'association Lave, Gigean, mai 2011

(photo Bernard Halleux)

**3.** Jean-Claude Lesclingand dans les « ruffes » du Salagou (photo Corinne Lesclingand)

**4.** Page de couverture de la revue de LAVE et de l'ouvrage *Chasseurs de volcans*

(photo Bertrand Demarre)

PATRIMOINE

Les villages de Saint-Thibéry et Bessan doivent aux volcans des Monts Ramus d'avoir accueilli en juin dernier les 5<sup>e</sup> Journées Haroun Tazieff. La lave durcie qui supporte le site archéologique de Cessero sous la forme d'orgues basaltiques a sans doute fourni depuis la préhistoire un matériau de construction des plus résistants.

# Saint-Thibéry au pied des Monts





## Sur la *Via Domitia*

La conquête et la longue occupation romaine vont profondément marquer à plus d'un titre le destin de ce territoire. Le lieu est alors indifféremment appelé *Cessero* ou *Araura*, de par la proximité du fleuve Araur (Hérault). *Mansio* ou gîte d'étape, jalon sur la voie Domitienne, *Cessero* jouit du droit latin au même titre que Pézenas ou Lodève. Carrefour géographique, son territoire se peuple de *villae* (pas moins d'une quarantaine ont été recensées) où l'on cultive la vigne, tisse la laine... L'omniprésence du basalte est à l'origine d'un atelier de production de meules rotatives manuelles qui sont exportées.



## Autour de l'abbaye

La présence humaine sur le territoire de Saint-Thibéry est une longue et riche histoire. Les premiers occupants nous ont laissé pour témoignages leurs outils de pierre, dont un superbe biface acheuléen daté de plus de 500 000 ans. Cette présence se poursuit et s'affirme au fil du temps. La découverte au lieu-dit Le Mourre d'un fond de cabane et d'une statue menhir confirme une sédentarisation durant le chalcolithique (-3000/-2300). Au terme de cette longue période préhistorique débute l'occupation du « pech », un *oppidum* qui surplombe le village actuel et que nous appelons familièrement « Le Fort ». Cette époque dite du Bronze final se révèle par des fragments de céramique aux décors géométriques et anthropomorphes finement incisés (céramique mailhacienne). *Cessero* est le premier vocable connu de ce lieu de vie. Vers le V<sup>e</sup> siècle avant notre ère, il appartient à la civilisation des *oppida* au même titre qu'Ensérune. Sa position stratégique sur un promontoire laisse à penser qu'il fut un poste frontière entre le monde grec et le monde indigène.

A cette longue période de prospérité assurée par la *Pax Romana* succèdent d'obscures années rythmées par diverses invasions. L'avènement des Carolingiens durant le Haut Moyen-Âge est une source de renouveau, marqué notamment par l'enracinement de la foi chrétienne. L'érection d'une abbaye au VIII<sup>e</sup> siècle cristallise une nouvelle concentration de l'habitat. Son premier abbé connu, Atilio, vers 770, est un proche de Benoît d'Aniane, moine emblématique à l'origine de la remise en forme de la règle de Benoît de Nurcie et conseiller de l'empereur Louis le Pieux. Le rayonnement de ce foyer spirituel et l'importance du culte des reliques de son saint patron sont à l'origine, au siècle suivant, du changement d'appellation *Cessero*/Saint-Thibéry. L'influence grandissante de la présence religieuse aux XI<sup>e</sup> et XII<sup>e</sup> siècles, confortée par des donations et privilèges, va consacrer pour de nombreuses décennies l'autorité sur le lieu des seigneurs abbés. A partir de 1273, par le biais d'un paréage, les abbés successifs reconnaissent être vassaux directs des rois de France pour la seigneurie de Saint-

### Page précédente

Orgues basaltiques de Saint-Thibéry, résultant de la solidification rapide et de la contraction thermique d'une coulée de lave  
(photo Pinpin, juin 2007)

### Ci-dessus, de gauche à droite

Statue-menhir en calcaire coquiller, Le Mourre, vers 2 500 av. J.-C.  
(Musée Agathois, photo Jean Grimal)

Biface acheuléen (moulage), La Rompude-Basse, Paléolithique inférieur, plus de 500 000 ans  
(coll. Michel Ferrer, photo Jean Grimal)

Hache polie trouvée en bordure de la voie ferrée entre le château de Sainte-Cécile et La Solancière, entre 2 500 et 2 200 ans av. J.-C.  
(coll. Valada, photo Jean Grimal)

Tesson de céramique à décor mailhacien anthropomorphe, Le Fort, VIII<sup>e</sup> s. av. J.-C.  
(Dépot de fouille GRAA, photo Jean Grimal)

### Pourquoi ce titre ?

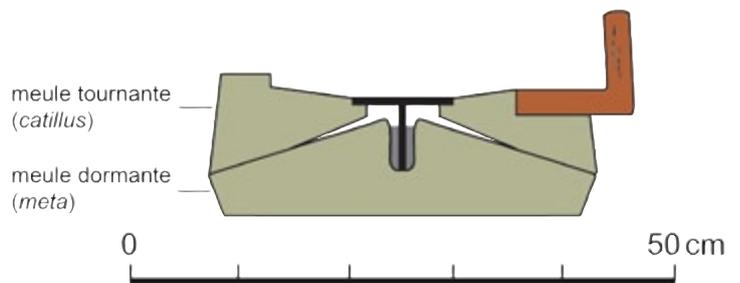
*Los monts ramuts* est une appellation bessanaise qui apparaît dans un compoix de 1502, au sens de « monts touffus ». Les plus anciennes archives de Saint-Thibéry parlent tout au plus d'*als monts* (XV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> s.) et plus tard d'*als monts pala(t)s*, une appellation malheureusement disparue de la mémoire collective



Thibéry, et lui rendent pour cela « foi et hommage ».

Bourgade abritant pas moins de 2000 âmes vers les années 1300, Saint-Thibéry est un point de passage entre Béziers et Montpellier, halte pour les pèlerins jacquaires, place commerçante qui invite à la fréquenter par sa foire et ses marchés. Parallèlement se développe un pouvoir municipal qui s'exprime de manière collégiale, par les consuls, au nombre de 4 (puis 3 plus tardivement) et leurs conseillers.

Loin d'échapper aux tourments qui ont frappé le Moyen-Âge, le lieu est victime comme tant d'autres de la guerre de Cent Ans, des épidémies, des disettes et autre maux... Dépeuplé, appauvri, le village vit bien souvent, à l'abri de ses murs, dans l'angoisse du passage de troupes. L'abbaye bénédictine aura à souffrir au XVI<sup>e</sup> siècle des guerres de Religion. Elle est alors incendiée et

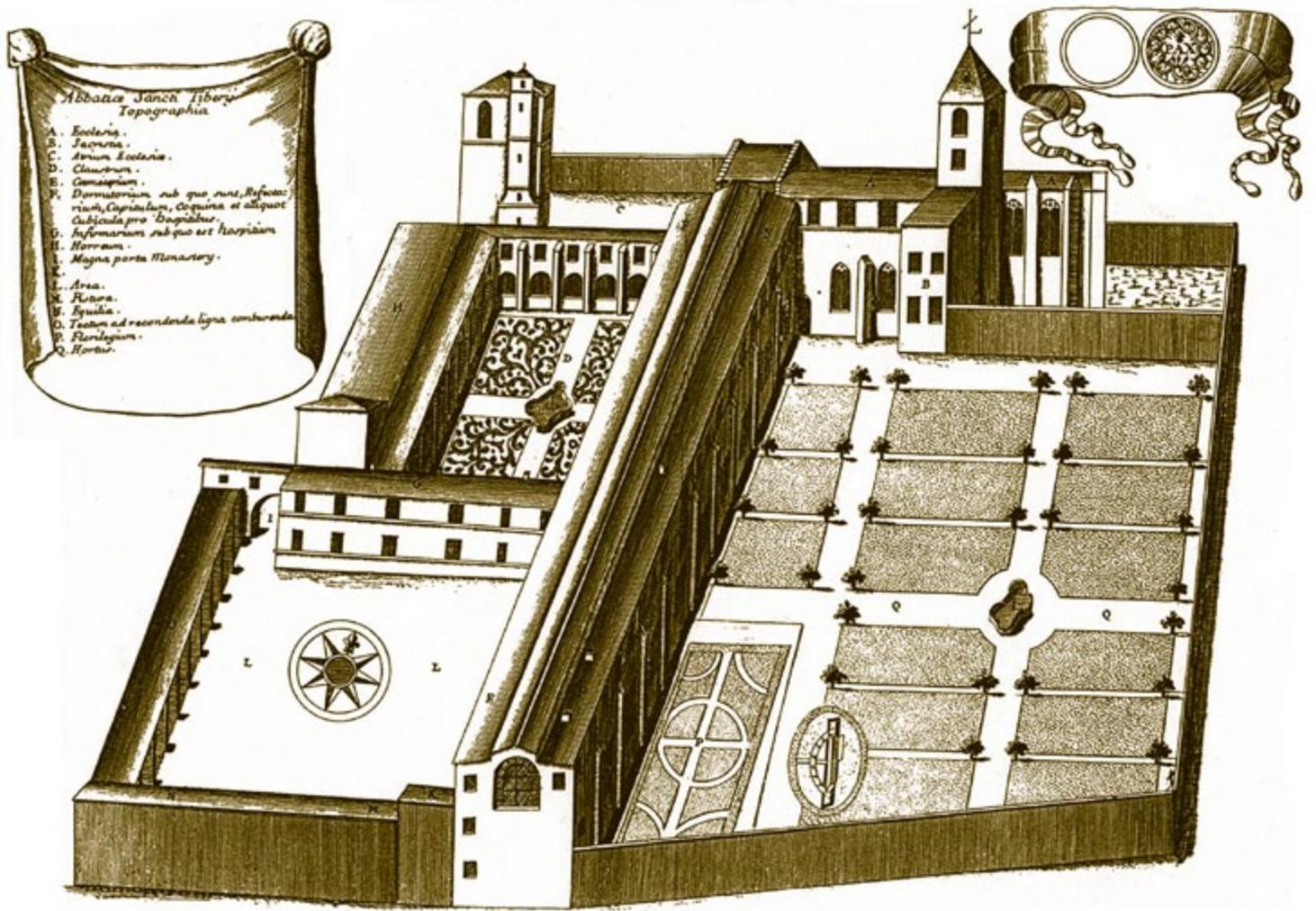


**De haut en bas**

Cessero sur la Table de Peutinger, copie XIII<sup>e</sup> siècle d'une ancienne carte romaine où figurent les routes et les villes principales de l'Empire romain constituant le *cursus publicus*, réseau du service de poste impérial (Bibliothèque nationale autrichienne, Vienne)

Moulin manuel sans système de réglage de l'écartement des meules (croquis Samuel Longepierre)

Meule dormante (*meta*) trouvée, parmi de nombreux fragments similaires, sur la commune de Saint-Thibéry (photo Philippe Ferrer)



Abbaye bénédictine de Saint-Thibéry en élévation-perspective : projet en partie réalisé (gravure au trait extraite du *Monasticon Gallicanum*, fin XVII<sup>e</sup> siècle) et vue du village depuis l'oppidum (photo Philippe Ferrer)





Construction d'un Pont de chevalet à quatre pieds sur l'Hérault à St-Thibéry par le 2° Génie, début XX<sup>e</sup> s.  
En arrière-plan : le pont médiéval dit « Pont romain » (les avis restent partagés) et le moulin à blé du Concasseeur, XIII<sup>e</sup> s.  
(Archives départementales de l'Hérault, 2 Fi CP 1732)

perd ainsi la plus grande partie de ses archives. Privée d'abbé légitime durant une trentaine d'années, elle sera quelque temps après reprise en main par la congrégation de Saint-Maur (vers 1640), comme de nombreuses abbayes languedociennes.

En cette période de renaissance, les religieux tentent de retrouver leur influence, tant spirituelle que temporelle. Elle se traduit par un réaménagement et un embellissement de l'église gothique : création d'une sacristie, de la chapelle de la Vierge, d'une table de communion... éléments conservés qui sont remarquables par la qualité et la mise en valeur des marbres utilisés. Les bâtiments conventuels sont entièrement reconstruits. L'imposante bâtisse domine encore aujourd'hui les maisons du village. Mais ce déploiement d'énergie sera vain, car la Révolution vient mettre un terme à 1000 ans d'histoire mo-

nastique. Bâtiments et patrimoine foncier sont vendus comme biens nationaux.

### En vert et bleu

Au XIX<sup>e</sup> siècle, l'ère industrielle ouvre de nouvelles perspectives économiques ; l'urbanisation s'affranchit des murailles, tours et fossés de protection ; l'arrivée du chemin de fer facilite les échanges. L'exploitation du basalte, « la roche bleue », se développe et s'intensifie. Cependant le vert du ramage des vignes domine à perte de vue. La plaine fertile offre des rendements inégalés, le vin coule à flots. Parallèlement fleurissent les « fabriques d'eau de vie » et la production de dérivés vinicoles, essentiellement « la crème de tartre » ou acide tartrique naturel – Saint-Thibéry en fut un centre important de production dans le département. Les bouleversements politiques ont trouvé un écho dramatique dans notre

village lorsqu'en 1851 le prince président Louis-Napoléon devient, par plébiscite, empereur des Français. De nombreux habitants farouchement attachés aux valeurs républicaines, hostiles au coup d'état, sont arrêtés, interrogés et condamnés. Plusieurs d'entre eux seront déportés en Algérie.

Les crises viticoles du XX<sup>e</sup> siècle n'ont pas eu raison de cette longue tradition de la vigne et du vin. De nos jours, la qualité mise à l'honneur contribue largement à la renommée du bas Languedoc. Bourgade intégrée dans une région touristique à la fréquentation toujours plus importante, Saint-Thibéry, carrefour géographique, construit son histoire face à de nouveaux défis...

**Philippe Ferrer**  
Association pour la Préservation  
du Patrimoine de Saint-Thibéry  
felip.oc@orange.fr

GÉOLOGIE

**Quel phénomène naturel** peut rivaliser en beauté avec une éruption volcanique ? Les tremblements de terre sont incolores et terrifiants, les avalanches ne sont que blanches, les typhons que gris, les glissements de terrain ont la couleur de la boue, seuls les volcans savent tresser le rouge, le jaune et le noir en gerbes savantes et en nuages bourgeonnants.

# L'usine volcan



Ces volcans qui effraient ou qui fascinent, qui font de certaines régions de notre planète de véritables *no man's lands* et de certaines autres des paradis à la fertilité proverbiale... ces volcans, que l'antiquité gréco-romaine croyait être les cheminées des forges du dieu du feu, une intuition pas si fausse que cela, puisque, après vingt siècles d'observation et un peu plus d'un siècle d'étude, on peut les considérer comme les parties aériennes de vastes « usines » naturelles où s'élaborent en profondeur les magmas. Aujourd'hui, plus besoin pour rendre compte des éruptions volcaniques de dieux barbus et difformes, ni d'enclume et de marteau titanesques : les forces internes qui régissent l'évolution de notre planète et qui, depuis plus de 4 milliards d'années, font craquer les continents et se mouvoir les plaques, sont à elles seules l'alpha et l'oméga de la formation des magmas et de leur remontée jusqu'en surface. La physique et la chimie ont remplacé les feux et les soufflets des enfers. Restent l'effroi et la sidération que l'on ressent inmanquablement devant un volcan en activité. Qui a vu une éruption volcanique sait bien que, en dépit de toutes les explications scientifiques dont on dispose pour en rendre compte, seule la colère d'un dieu peut être à l'origine de toute cette violence et de toute cette splendeur.

Les volcans de notre planète sont donc de véritables usines dont les bâtiments de surface sont les édifices volcaniques eux-mêmes, les produits de l'usinage les laves et les ateliers de fabrication, les différentes zones de l'écorce terrestre où s'élaborent et évoluent les magmas.

### Il y a « bâtiment » et « bâtiment »...

On a pris l'habitude de distinguer, parmi les édifices volcaniques de notre planète, plusieurs grands types en fonction de leur taille, leur dynamisme (activité), leur morphologie et leur couleur.

Ainsi distingue-t-on des volcans **monogéniques** (de petite taille) et des **polygéniques** (de grande

taille). Les premiers, comme le Shit Pot en Arizona [photo 1] (1 km de diamètre, 240 m d'altitude, volume de lave émis 0,15 km<sup>3</sup>) se sont édifiés - et c'est là leur spécificité - au cours d'une seule et unique éruption dont la durée a été très courte (entre quelques jours et quelques mois). Par exemple, le Monte Nuovo (Champs Phlégréens, au nord de Naples), un édifice de 133 m de haut et de 800 m de diamètre, s'est formé en 6 jours, entre le 29 septembre et le 5 octobre 1538. De même, le cône volcanique de l'Eldfell [2] (île d'Heimaey, au sud de l'Islande), dont la taille est très proche de celle du Monte Nuovo (environ 130 m de haut pour 900 m de diamètre) s'est édifié en 5 mois, entre le 21 janvier et le 28 juin 1973. Les volcans de la Chaîne des Puys [3] et du Languedoc sont de ce type. Par contre, les volcans polygéniques sont toujours des édifices complexes et de grandes dimensions, et plusieurs dizaines (voire centaines) d'éruptions ont été nécessaires pour les ériger. Le Fuji Yama [4] (2 200 mètres de hauteur, 30 km de diamètre, un volume de matériaux volcaniques de 870 km<sup>3</sup>), le Stromboli (920 m au-dessus du niveau de la mer, environ 2 000 au-dessous, un peu moins de 5 km de diamètre pour la partie émergée), l'Etna [5] (3 300 m d'altitude, un peu plus de 40 km de diamètre) et le Vésuve (1 280 m d'altitude, 11 km de diamètre), mais aussi le Cantal [6] (un édifice qui, bien que très érodé, possède encore une hauteur d'environ 1000 m et un diamètre d'une soixantaine de km), appartiennent à ce second type. Leur durée d'activité se compte en dizaines (environ 12 000 ans pour le Vésuve) ou en centaines de milliers d'années (environ 200 000 ans pour le Stromboli), voire, dans certains cas, en millions d'années : ainsi le volcan Cantal a-t-il eu une activité qui s'est étalée sur une douzaine de millions d'années entre le Miocène et le Pliocène. Les matériaux dont sont constitués les volcans polygéniques ont des compositions très variables et leurs versants ont toujours un aspect stratifié lié à l'alternance de



#### Page précédente

Gerbe de projections à Stromboli  
îles Eoliennes, Italie, avril 2013  
(photo Jean-Marie Dautria)

#### Ci-dessus

Statuette de Vulcain en bronze,  
Valence, I<sup>er</sup>-milieu III<sup>e</sup> s. ap. J.-C., 83 mm  
(Musée Gallo-Romain de Fourvière, Lyon,  
inv. Br. 69, photo Chr. Thioc, J.-M. Degueule)



### Monogéniques...

1. Cône volcanique (strombolien) du Shit Pot, Arizona, Etats-Unis, 70 000 ans. On notera la coulée (en noir) s'échappant au nord du volcan. (<http://jgflyingroadtrip2014.blogspot.fr/2014/09/sp-volcano.html>)
2. Eldfell, île d'Heimaey, Islande (photo Diego Delso)
3. Chaîne des Puys, France (© hanphosiri - Fotolia.com)

### ou polygéniques

4. Fuji Yama, Japon ([www.fond-ecran-hd.net](http://www.fond-ecran-hd.net))
5. Le stratovolcan Etna vu de l'ouest, depuis le village de Ragalbuto ([www.italia.it](http://www.italia.it))
6. L'énorme stratovolcan Cantal vu du sud-est (photo J.-M. Dautria)
7. Paroi interne nord de la caldeira d'effondrement du stratovolcan de l'île de La Palma (Canaries, Espagne). On notera l'aspect stratifié de l'ensemble de cette paroi et l'abondance de dykes. (photo J.-M. Dautria)

couches de projections et de coulées massives et ils sont recoupés par de nombreux dykes (filons) : on les qualifie de « stratovolcans ». Le volcan de La Palma [7], aux Canaries, est un parfait exemple de ce type d'édifice.

On a pris aussi l'habitude d'opposer deux types de dynamisme volcanique : le premier, dominé par l'écoulement passif de lave (**type effusif**), le second, dominé par les explosions (**type explosif**) avec formation de colonnes éruptives verticales (jets-panaches d'un mélange de gaz, de débris rocheux et de fragments de magma) pouvant s'élever à plusieurs dizaines de km d'altitude. A ces colonnes sont toujours associées des retombées massives de projections et des écoulements pyroclastiques (nuées ardentes *sensu largo*). Ces deux types de dynamisme sont a priori inconciliables puisque le premier correspond à l'émission de laves fluides, très chaudes ( $\geq 1100^{\circ}\text{C}$ ) et relativement pauvres en gaz (des laves basaltiques *sensu largo*) ; quant au second, il accompagne la remontée en surface de laves visqueuses, nettement moins chaudes ( $\leq 900^{\circ}\text{C}$ ) et surtout beaucoup plus riches en gaz.

Quand on sait que la morphologie des édifices volcaniques, qu'ils soient mono- ou polygéniques, dépend avant tout de la nature des matériaux rejetés et accumulés autour du point d'émission, on comprend l'intérêt qu'il y a à distinguer ces deux types de dynamisme. Dans le cas où les édifices volcaniques sont essentiellement explosifs et donc constitués en majeure partie de projections, leurs formes dépendent de leur granulométrie : cendres (diamètre  $< 2$  mm), lapillis ( $2 \text{ mm} < \text{diam.} < 6,4$

### Explosifs...

**8.** Le Kronotsky (péninsule du Kamtchatka, Russie), un stratovolcan conique parfait de près de 2 500 m de haut et 17 km de diamètre, actuellement inactif (photo Andrey Bogdanov)

**9.** Le Popocatepetl, un énorme stratovolcan polygénique actif, d'une vingtaine de km de diamètre et de plus de 2 200 m de hauteur, situé à 70 km au SE de Mexico (photo Gustavo Ziegler)

**10.** Le Mont Saint Helens, dans l'état de Washington, Etats-Unis, lors de l'explosion de mai 1980 (photo Richard Bowen)



cm), blocs et bombes (diam. > 6,4 cm). Plus les projections sont fines et cohésives et plus la pente de ces édifices est forte. Il suffit de comparer les pentes du Kronotsky [8], un magnifique stratovolcan cendreuse de la péninsule du Kamtchaka, et celles du stratovolcan Popocatepetl [9] au Mexique, un cône constitué de matériaux plus grossiers, pour s'en convaincre. Quant aux volcans purement effusifs et donc constitués exclusivement de coulées de lave accumulées les unes sur les autres, comme le Trölladyngja [11] en Islande, leur forme caractéristique est celle d'un bouclier surbaissée dont les pentes sont inférieures à 10°. En dépit de leurs faibles pentes, ces boucliers peuvent atteindre des altitudes colossales : ainsi en est-il du volcan le plus imposant de notre planète, le Mauna Kea [12] à Hawaï (9 200 m d'altitude, dont 4 200 m au-dessus du niveau de la mer et environ 5 000 m au-dessous, et cela pour un diamètre à sa base d'environ 250 km et 40 000 km<sup>3</sup> de lave émis en moins de 700 000 ans), qui a, du fait de la quasi absence d'activité explosive, la morphologie générale d'un gigantesque bouclier. On retrouve cette même morphologie au Piton de la Fournaise [13], dans l'île de la Réunion. Cela dit, à part quelques rares exceptions, dont le Mauna Kea et le Piton de la Fournaise font partie, tous les grands stratovolcans de notre planète ont, au cours de leur édification, changé de dynamisme éruptif, si bien qu'ils ont des formes composites associant des morphologies différentes. Ainsi, très souvent, les premières phases d'activité d'un stratovolcan sont essentiellement effusives et un édifice en forme de bouclier va alors se construire.

### ou effusifs

**11.** Le Trölladyngja, un stratovolcan de type bouclier situé au centre de l'Islande. Il a environ 10 km de diamètre, une hauteur de 800 m et une pente moyenne de 5°. (photo J.-M. Dautria)

**12.** Le Mauna Kea à Hawaï, un volcan bouclier endormi des Etats-Unis photographié depuis l'observatoire du Mauna Loa (photo Nula666)

**13.** Le Piton de la Fournaise, sur l'île de la Réunion (France), un des volcans les plus actifs au monde (<http://www.reunion.fr>)

11



12



13



Si l'activité perdure, une (ou plusieurs) chambre(s) magmatique(s) va (vont) alors se constituer en profondeur et les magmas stockés dans ces chambres changeront progressivement de composition et donc de viscosité, de telle sorte que les éruptions ultérieures deviendront de plus en plus explosives. S'édifie(ent) alors, au-dessus du volcan bouclier, un (ou plusieurs) cône(s) dont la(les) morphologie(s) variera(eront) suivant la nature des produits rejetés. Il arrive aussi souvent que les phases terminales redeviennent effusives. On voit donc que définir un stratovolcan uniquement par sa forme est une gageure. D'autant plus que, au cours de leur évolution, la plupart de ces stratovolcans, sont affectés par de grands effondrements qui modifient complètement leur morphologies (caldeira résultant de la vidange très rapide d'une chambre magmatique, glissement gravitaire accompagné d'avalanches de débris emportant tout un flanc de l'édifice comme au Mont St. Helens, en 1980). Quant à attribuer, comme souvent on le fait, une forme de volcan à un contexte géodynamique particulier, cela conduit aussi à des inexactitudes, voire à des erreurs. Ainsi considère-t-on généralement que les cônes « à pente raide et à sommet pointu », comme le Fuji Yama, le Kronotsky et le Popocatepetl sont associés aux zones de subduction – c'est d'ailleurs le cas de ces 3 volcans. En effet les laves qui sont émises dans ce contexte (andésites, dacites, rhyolites) sont visqueuses et riches en gaz, ce qui implique que leurs éruptions sont toujours à dominante explosive et donc que les volcans qui en résultent sont « à pente raide et

14



15



16



**14.** L'Oï Doi Lengai, en Tanzanie, est un stratovolcan conique très particulier : il est en effet le seul au monde à émettre des laves carbonatées. Il appartient, comme le Kilimandjaro, à la branche orientale du Grand Rift est africain. (<http://nuagesblancs.over-blog.com>)

**15.** Alu-Dalla Filla, Ethiopie ([www.ilcornodafrica.it](http://www.ilcornodafrica.it))

**16.** Le Teïde, un magnifique stratovolcan de l'île de Ténériffe, de plus de 3 700 m d'altitude et résultant de l'activité du « point chaud » des Canaries. On notera la raideur de ses versants, son sommet pointu et sa couleur claire.

(photo Jean-Marie Dautria)

à sommet pointu ». Mais il existe aussi de tels volcans en contexte distensif : ainsi dans le rift est-africain, l'Ol Doinyo Lengai [14] (Tanzanie) ou dans celui des Afars, l'Alu-Dalla Filla [15] (Ethiopie). Il en est de même en contexte de point chaud océanique (c'est par exemple le cas du Teide [16], dans l'île de Ténériffe, aux Canaries) ou continental (le Mont Cameroun). En effet des laves visqueuses et riches en gaz peuvent aussi s'élaborer dans de tels contextes. Par contre les volcans boucliers sont toujours associés à des contextes très fortement distensifs dans lesquels de grandes quantités de magma peuvent être produites. Les points chauds océaniques (Hawaï, La Réunion, Islande...) et continentaux (Afars, Tibesti, Hoggar...) et les rifts « actifs » (comme celui des Afars) sont les contextes habituels de formation de tels édifices. A cela il faut rajouter un autre type de volcans très particulier mais qui sont les plus grands producteurs de lave de notre planète : les **volcans fissuraux**. Les éruptions fissurales sont très impressionnantes : les laves basaltiques, toujours très fluides et très chaudes, s'échappent de fissures plurikilométriques, voire pluri-décakilométriques (27 km dans le cas de l'éruption de 1783-1784 du Lakigigar [17], en Islande), et ces éruptions sont à l'origine de coulées de plusieurs centaines, voire milliers, de km<sup>2</sup> de surface mais de faible épaisseur (métrique à décamétrique). Ces volcans fissuraux se rencontrent dans les mêmes contextes que les volcans boucliers auxquels, d'ailleurs, ils sont toujours associés, ces derniers correspondant en fait à des tronçons particulièrement actifs des fissures alimentant les premiers. Ce sont ces volcans fissuraux qui sont à l'origine des gigantesques épanchements de lave qui constituent les trapps (tels ceux d'Ethiopie [18]), ces gigantesques plateaux constitués par l'accumulation sur des épaisseurs kilométriques de coulées de basalte de quelques mètres d'épaisseur chacune. Leurs mises en place, apparemment toujours très rapides (ordre du million d'années), sont

17



17. Quelques-uns des 115 petits cônes monogéniques matérialisant la fissure éruptive NE-SO du Lakigigar (Islande). Vue prise du sommet du mont Laki (photo Jean-Marie Dautria)

systématiquement associées à des extinctions de faune et de flore à grande échelle. Ces extinctions seraient liées aux émissions massives de dioxyde de carbone et de soufre qui accompagnent ce type d'éruption et qui conduisent au réchauffement de la terre et à l'acidification de ses océans : ainsi en est-il des trapps du Dekkan (500 000 km<sup>2</sup>, jusqu'à 2 400 m d'épaisseur), en Inde, qui se sont formés à la toute fin du Crétacé et qui seraient en partie responsable de la disparition des dinosaures, à l'exception des aviaires. Les éruptions volcaniques sous-marines qui ont

lieu au niveau des zones d'accrétion (rides médio-océaniques) sont elles aussi de type fissural, mais compte tenu des conditions physiques régnant sous plusieurs milliers de mètres d'eau, les épanchements de lave acquièrent des morphologies particulières (lave en coussins). C'est leur accumulation qui est à l'origine des croûtes océaniques.

Quant au **critère de couleur**, il est à manier avec la plus grande des prudences. On associe souvent les volcans effusifs à la couleur rouge, car les coulées de laves, toujours basaltiques et donc fluides,

sont, lors de leur épanchement et compte tenu de leur haute température, de couleur rouge. Mais dès qu'elles refroidissent, ces laves deviennent noires. Quant à la couleur grise, elle serait à associer aux volcans explosifs dont les éruptions sont toujours accompagnées par la formation de colonnes explosives et de nuées ardentes où domine la couleur grise. Cela dit, on notera que les laves responsables de ces dernières éruptions, quand elles arrivent en surface, bien que chimiquement très différentes des basaltes et significativement moins chaudes, sont elles aussi rouges au moment de leur épanchement. Il est vrai, par contre, que ces dernières laves, une fois refroidies, sont généralement de couleur moins foncée que les basaltes, et que, pour les plus siliceuses, elles peuvent même être gris clair, voire beige ou blanc. Dans un grand élan de simplification, on rajoute même souvent que les volcans « rouges » sont associés aux contextes distensifs (accrétion, rifts, point chaud) et que les gris sont associés aux contextes compressifs (zone de subduction). Ce raccourci est pour le moins acrobatique et, de plus, il perd sa signification si l'on s'adresse à des volcans en dehors de leurs périodes d'éruption. En effet, parler de volcans « rouges » pour décrire les effusifs inactifs est faux car ils sont en fait noirs (noirs comme le basalte). Prenons le cas du Stromboli, c'est *a priori* le volcan strombolien par excellence (suivant la terminologie ancienne et un peu désuète qui classait les volcans en fonction de leur explosivité, depuis les volcans hawaïens exclusivement effusifs jusqu'aux ultra-pliniens exclusivement explosifs, en passant par les stromboliens, les vulcaniens et les pliniens). Quand le Stromboli émet une coulée, ce qui lui arrive tous les 2 ou 3 ans, elle est rouge (comme d'ailleurs les projections qu'il éjecte en temps normal toutes les 15 ou 20 minutes) comme le montre la photo de la page de titre ; il devrait donc appartenir au groupe des volcans associés aux contextes distensifs. Or le Stromboli est un volcan typiquement de subduc-

tion (celui de la plaque océanique ionienne sous la Calabre). S'il en est ainsi, il devrait donc être explosif, gris, émettre des laves pâteuses et des nuées ardentes. Or tout cela est faux : le Stromboli est noir, il émet des laves fluides (des andésites riches en K), son dynamisme est essentiellement effusif, ses explosions peu violentes et il n'a pas émis de coulées pyroclastiques depuis plusieurs dizaines de milliers d'années. Certes, il existe des volcans inactifs dont les projections sont de couleur rouge, mais cette couleur est secondaire : elle résulte de l'oxydation du fer contenu dans ces projections par les gaz volcaniques, soit durant l'éruption soit bien après l'éruption. Cette couleur rouge secondaire n'est d'ailleurs pas un indicateur pétrographique très puissant, car même si elle se développe plus facilement dans les projections basaltiques toujours riches en fer (% FeO environ 10%), elle apparaît aussi souvent dans des matériaux volcaniques beaucoup plus siliceux et moins riches en fer que les basaltes.

En conclusion, on peut dire que chaque volcan est une entité particulière et que sa caractérisation nécessite plusieurs approches simultanées. Une bonne classification ne peut d'ailleurs pas se fier aux seuls critères « visibles à l'œil nu » (taille, dynamisme, morphologie, couleur...). La pétrologie et la géochimie des laves ainsi que la nature des gaz et les mécanismes régissant leur séparation du mag-

ma et leur rejet en surface sont devenus, entre autres, des outils indispensables pour identifier les volcans.

## Il y a « atelier » et « atelier » de fabrication de magma

Il y a d'abord les ateliers profonds : ils sont situés entre 50 et 200 km sous la surface de notre planète et leurs positionnements géographiques sont une conséquence directe de la tectonique des plaques. C'est aussi à la tectonique des plaques qu'il faut relier les différents dynamismes du manteau supérieur et les processus de fusion partielle qui en découlent (par décompression adiabatique, par hydratation ...) et conduisent à l'élaboration des magmas profonds que l'on dit aussi « primaires ». Ces magmas ont des compositions relativement variables (de basaltique à andésitique) qui dépendent de la nature du manteau fondant et des taux de fusion (toujours inférieurs à 20%). Une fois formés ces magmas « primaires », par ailleurs relativement pauvres en silice et en alcalins mais, par

**18.** Les trapps nord-éthiopiens au niveau du parc national des Monts Simien (frontière de l'Erythrée).

On notera l'aspect général stratifié des versants par ailleurs très raides. A chaque petite falaise correspond une coulée de basalte, à chaque vire des dépôts de matériaux plus tendres (projections, paléosols...). Ces trapps, qui ont une trentaine de millions d'années, recouvrent une surface supérieure au million de km<sup>2</sup> et leur épaisseur moyenne est de 2 000m. (photo Jean-Marie Dautria)





contre, riches en fer, magnésium et calcium, transitent souvent, au cours de leur déplacement à travers l'écorce terrestre en direction de la surface, par des ateliers plus superficiels - chambres (ou réservoirs) magmatiques - situés à quelques km de profondeur. Des évolutions chimiques complexes, généralement associées au début de la cristallisation de ces magmas, vont s'opérer au sein de ces réservoirs superficiels et les magmas « primaires » s'y transformeront progressivement en magmas « différenciés » riches en silice et en alcalins mais pauvres en fer, magnésium et calcium - une évolution chimique qui, évidemment, va s'accompagner d'un changement profond de leurs propriétés physiques. De fluides et pauvres en gaz primitivement, les magmas vont devenir visqueux et s'enrichir fortement en gaz.

Les différents modes de livraison en surface des magmas primaires et différenciés - les dynamismes éruptifs, donc - ont été inventoriés, en mettant en relief les paramètres physiques et chimiques dont ils dépendent, et, en particulier, le rôle déterminant de la viscosité des magmas, de leurs teneurs en gaz et des mécanismes de vésiculation et d'échappement de ces derniers

En fait, l'Usine Volcan est un véritable consortium planétaire avec :

- ✓ un réseau d'ateliers de fabrication de magma dispersés à travers continents et océans : 1 511 volcans sont actuellement considérés comme actifs...

- ✓ des sites de livraison toujours en éveil : 700 volcans ont eu une éruption au cours du XX<sup>e</sup> siècle...

- ✓ des livraisons journalières : 20 volcans sont en éruption chaque jour...

- ✓ un impact économique (environ 50 milliards de dollars de dégât depuis 1980) et humain (300 000 personnes ont été directement ou indirectement tuées par une éruption depuis l'an 1000) non négligeable...

...et cela sans compter les milliers de km<sup>3</sup> de gaz à effet de serre [18] déversés dans l'atmosphère chaque année et qui participent aux modifications climatiques.

**Jean-Marie Dautria**  
Maître de conférence émérite, GM  
Université Montpellier 2  
jean-marie.dautria@orange.fr

**18.** Dégazage de dioxyde de soufre au fond du cratère du Kawah Ijen, Java, Indonésie, juillet 2010  
(photo Jean-Marie Dautria)

Depuis l'Antiquité, les colères de ces volcans ont rythmé l'histoire des hommes en Méditerranée. Très tôt étudiés, deux d'entre eux, Vulcano et Stromboli, ont même servi de modèles pour caractériser des dynamiques éruptives. Photos et dessins à l'appui, ce texte illustre tout le panorama de l'activité volcanique passée et actuelle d'une région mythique du globe.

# Les volcans actifs du Sud de l'Italie



La tectonique des plaques permet aujourd'hui d'expliquer la présence des volcans d'Italie et de Sicile dans le cadre de la formation de l'espace océanique de la mer tyrrhénienne. Ils occupent une large place entre la côte et la chaîne de l'Apennin. Alors qu'au nord, ils sont anciens et depuis longtemps éteints (fin de l'ère tertiaire et Pléistocène inférieur à moyen), ils sont plus jeunes au sud et encore actifs dans la région napolitaine. Au sud, dans les îles éoliennes ou îles Lipari, Stromboli, Panarea, Salina, Filicudi, Alicudi forment un arc de cercle recoupé par l'alignement de Lipari et Vulcano avec Salina suivant un axe NNW-ESE. Beaucoup plus à l'est, au niveau de Palerme se trouve Ustica. De nombreux volcans sous-marins sont également présents en mer tyrrhénienne. En Sicile, le plus grand volcan actif d'Europe, l'Etna, a été précédé par le volcanisme des monts Iblei. Enfin, entre Sicile et Tunisie, Pantelleria et Linosa sont des îles volcaniques.

## Des dynamismes très différents

Les volcans italiens ont ou ont eu des dynamismes très différents et certains d'entre eux ont servi de référence. L'activité des volcans est en effet très variable et dépend surtout du type de magma et de son dégazage quand il arrive en surface. Schématiquement on distingue quatre grands types d'activité, correspondant à des magmas plus ou moins riches en silice et de ce fait plus ou moins visqueux :

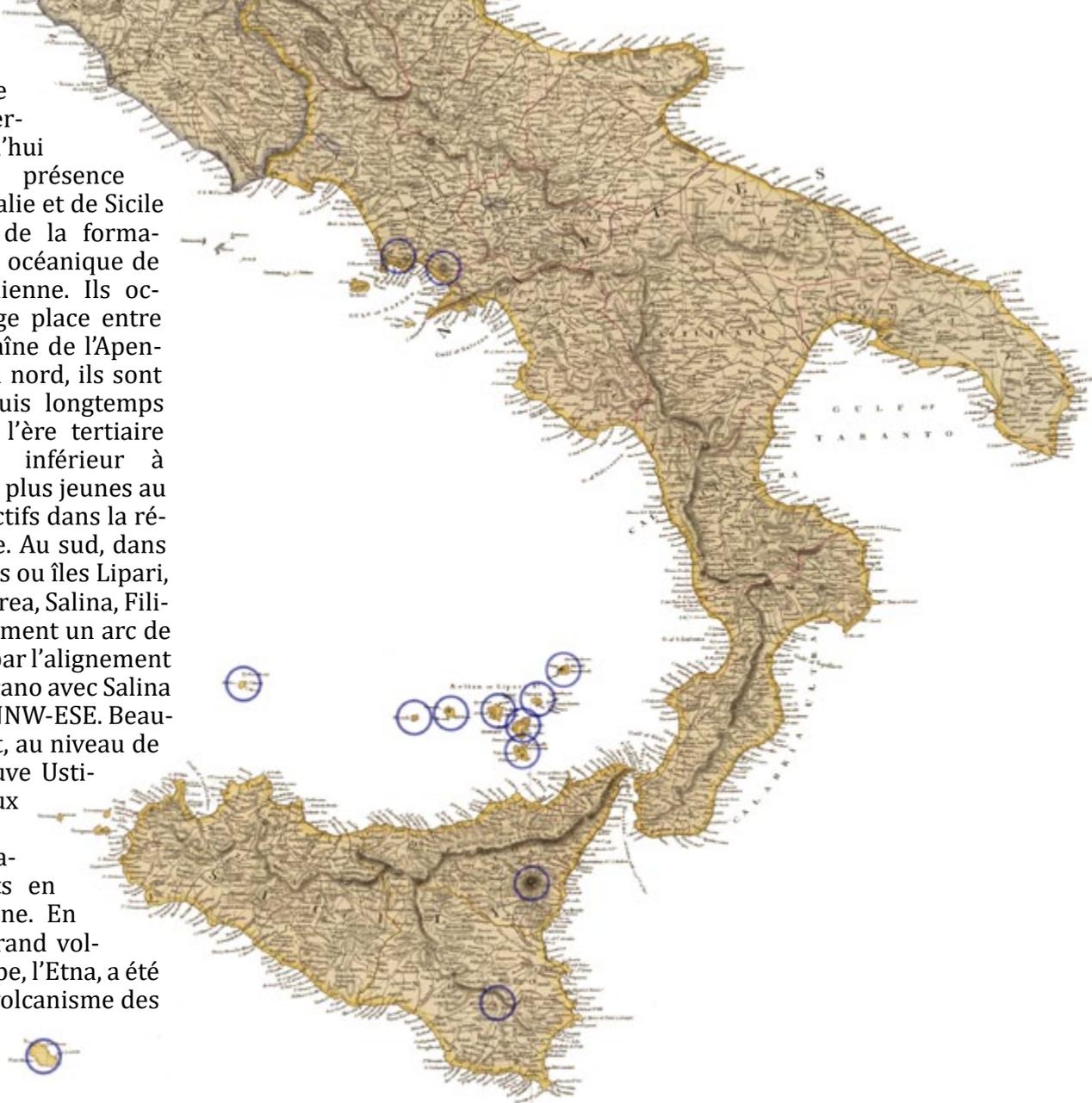
- ✓ volcanisme hawaïen : magma basaltique très pauvre en silice, fontaines de laves, grandes coulées ;
- ✓ volcanisme strombolien : magma basaltique pauvre en silice, projections, grandes coulées ;
- ✓ volcanisme vulcanien : magma

riche en silice, dégazage très explosif, coulées courtes de laves visqueuses ;

✓ volcanisme péleén (illustré récemment par l'éruption du mont Saint-Helens) : magma très riche en silice, montées de dômes ou d'aiguilles de laves ; nuées ardentes (mélange de gaz et de gouttes de laves).

Un trait fréquent des volcans italiens est de posséder une caldeira, dépression circulaire attribuée en général à la vidange d'une chambre (ou réservoir) magmatique provoquant l'effondrement de la partie supérieure du volcan.

Le Stromboli et l'Etna ont une activité constante et en général peu dangereuse. Elle est irrégulière et parfois dévastatrice dans le cas de Lipari, de Vulcano, du Vésuve et des volcans qui l'avoisinent.



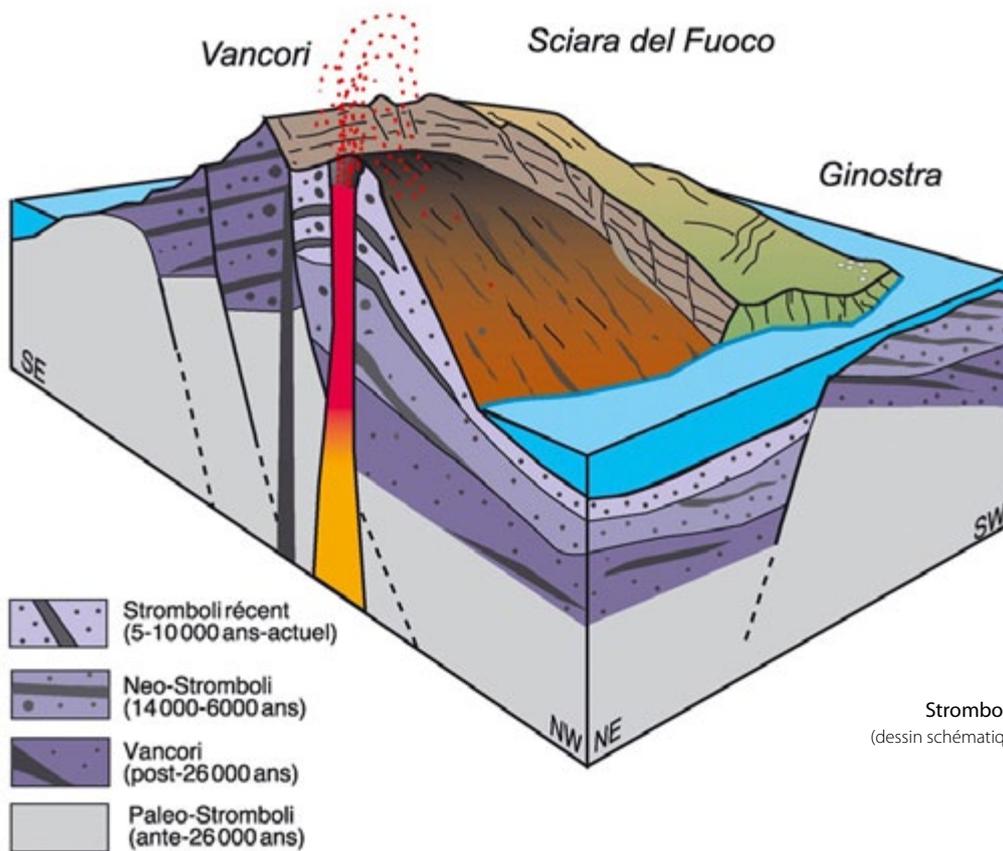
### Page précédente

*Etna in Sicilia*, vue générale sur le volcan en éruption, gouache sur papier, XIX<sup>e</sup> siècle (Bibliothèque nationale de France)

### Ci-dessus

Cercles bleus, du nord au sud : champs Phlégréens, Vésuve, Eoliennes (Stromboli, Panarea, Salina, Filicudi, Alicudi, Lipari, Vulcano), Ustica, Etna, Iblei, Pantelleria

(South Italy, John Arrowsmith, 1832, David Rumsey Historical Map Collection)



Stromboli, formé de plusieurs volcans  
(dessin schématique de la partie sud, J.-C. Bousquet)

## Stromboli

Ce volcan culmine à 924 m mais sa base est à -2200 mètres. La partie émergée de Stromboli est formée de plusieurs stratovolcans (empilements de projections et de coulées) postérieurs à 26 000 ans<sup>1</sup> et sa partie sous-marine est beaucoup plus ancienne.

Son activité pratiquement constante est un grand spectacle de nuit. Les projections et les coulées se déversent principalement sur le flanc nord-ouest, appelé Sciara del Fuoco. Elle peut passer par des phases d'activité plus importantes. Ainsi, en 1930 des explosions très violentes projetèrent des blocs d'un poids de 30 tonnes. Des maisons furent détruites dans le petit village de Ginostra, sur la côte sud-ouest de l'île. Ses habitants désertèrent le village et beaucoup émigrèrent. Cette éruption majeure fut accompagnée de nuées de cendres, d'avalanches de scories incandescentes (75 000 m<sup>3</sup>) et de

coulées de laves. Fin 2002 commença une éruption tout aussi violente : le 5 avril 2003, un panache de cendres s'élève de plus d'un kilomètre et des blocs de plusieurs tonnes sont projetés dont certains tombent sur Ginostra et l'un de vingt tonnes sur le sentier d'ascension. Tout d'abord interdite, celle-ci

est à nouveau autorisée mais, depuis l'été 2005, sous la conduite de guides en relation avec le centre de surveillance du volcan. Par la suite, une forte activité explosive eut lieu le 15 mars 2007, justifiant donc parfaitement ces dispositions. Des effondrements liés à l'activité du volcan (parfois mêmes des éruptions sous-marines) peuvent provoquer de petits tsunamis. Ce phénomène a touché l'île en 1916, 1919, 1930, 1944 et 1954 et le 30 décembre 2002.

Stromboli en éruption  
(© Sicile Voyages)



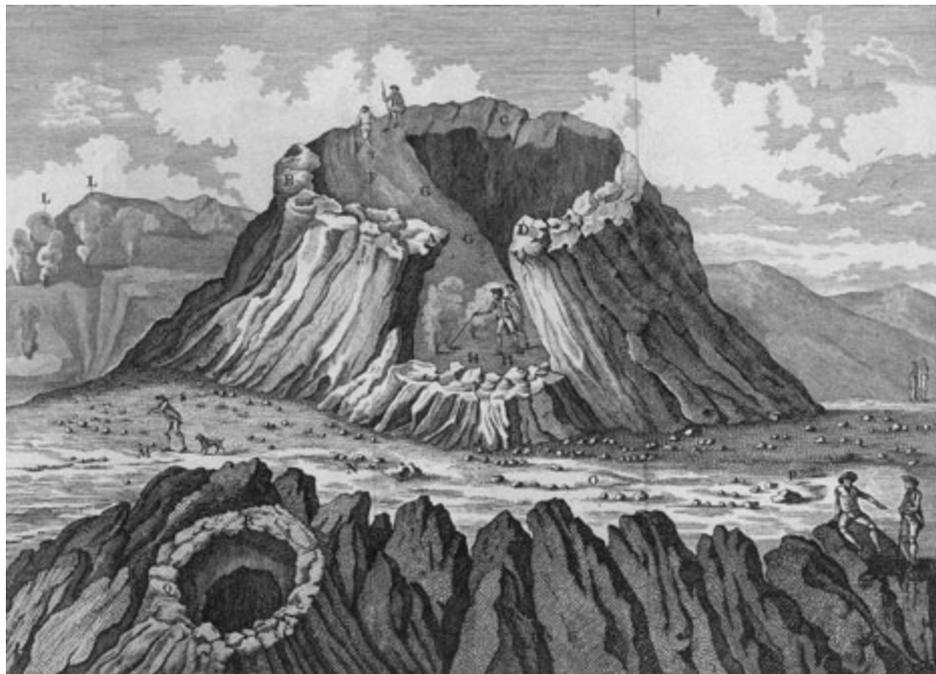
## Vulcano et Vulcanello

À Vulcano, on visite surtout le cratère d'explosion (500 m de diamètre en haut, 200 m en bas) né lors de l'éruption de 1888. Il contient des blocs projetés jusqu'à 700 m de haut (certains de 20 m<sup>3</sup>) et possède des fumerolles aux cristallisations de soufre. L'île est en fait composée de plusieurs volcans dont l'histoire aérienne commence entre 127 000 ans et 113 000 ans. Des stratovolcans aux laves basaltiques du type du Stromboli précédent le volcanisme plus récent (à partir de 28 000 ans) plus explosif avec des roches riches en silice (rhyolites et trachytes).

De plus, au nord-est de l'île, Vulcanello serait né en 183 avant J.-C., son édification se poursuivant en 126 et 91 avant J.-C. On lui connaît deux éruptions plus récentes : l'une au VI<sup>e</sup> et l'autre au XVI<sup>e</sup> siècle.

## Lipari

Cette grande île (38 km<sup>2</sup>) correspond à la partie émergée d'un grand complexe volcanique de 1600 mètres de haut (dont 1000 mètres sous la mer). Les plus vieilles laves ont plus de 250 000 ans. Comme à Vulcano le volcanisme est de deux types. Jusqu'à 81 000 ans il donne naissance à des stratovolcans à andésites et trachy-andésites puis s'interrompt pendant près de 40 000 ans ! À partir de 43 000 ans se construit le secteur sud de l'île avec des dômes de rhyolites, roches riches en silice, puis le volcanisme reprend au nord-est avec émission d'obsidiennes et de ponces, les dernières éruptions se situant en 776 et 1220.



### De haut en bas

Vulcano, gravure en taille-douce  
de Jean-Baptiste Racine

(Lazzaro Spallanzani, *Voyages dans les deux Siciles...*,  
Maradan, Paris 1799)

« Gran cratere », le cratère d'explosion  
récent (1888) de Vulcano  
(photo Jean-Claude Bousquet)

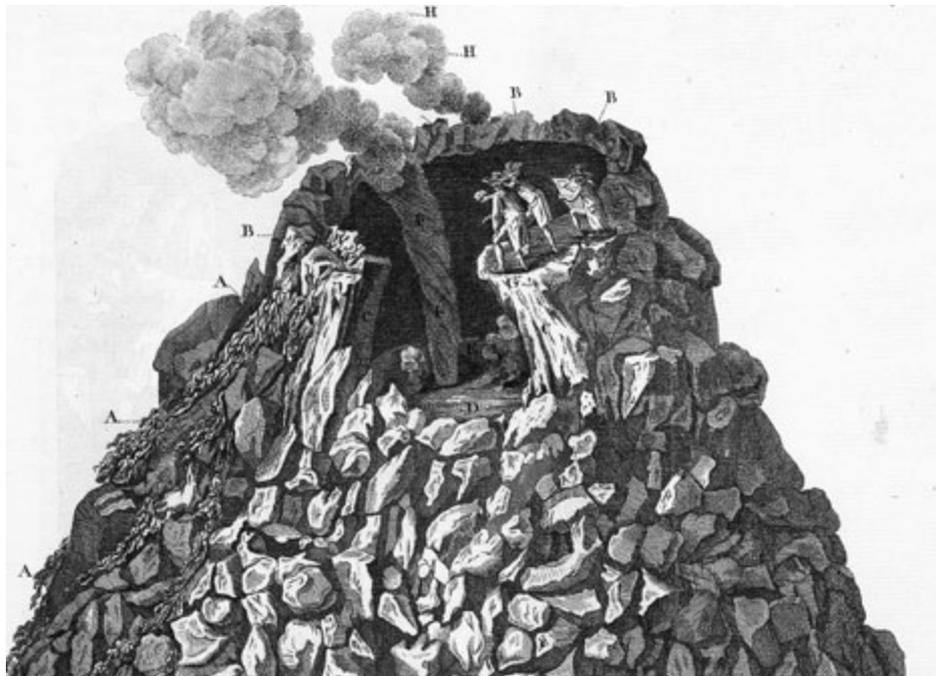
Côte sud-ouest de Lipari,  
aux roches pauvres en silice  
(photo Jean-Claude Bousquet)

## L'Etna

3 350 m de hauteur en 1981, 3 321 en 1992, 1200 km<sup>2</sup> de surface au sol, 47 km de diamètre du nord au sud et 38 d'est en ouest : l'Etna est le plus grand volcan actif du monde méditerranéen, et même d'Europe. Seul le massif volcanique du Cantal aurait pu le surpasser du temps de son activité.

Le volcanisme commence il y a un peu moins de 600 000 ans au sud-est de l'Etna actuel, avec des coulées sous-marines de basalte (laves en coussins). Après une longue interruption, l'activité aérienne débute il y a 320 000 ans près de la base méridionale de l'Etna. On considère que celui-ci commence vraiment à se construire avec son emplacement central actuel depuis seulement 80 000 ans. Après une éruption paroxysmique il y a 15 000 ans, une grande caldeira s'effondre dans laquelle s'édifie peu à peu un cône ancêtre de ceux actuels. Ces derniers sont très récents et possèdent des cratères profonds de plusieurs centaines de mètres et même plus : le Nord-Est (né en 1911), la Voragine (1945), la Bocca nuova (1968), le Sud-Est (1971) et le Nouveau Sud-Est (2011).

Les éruptions de l'Etna se répètent presque chaque année. Elles sont de type strombolien avec des fontaines de laves et des panaches de cendres, provoqués par le dégazage du magma qui s'élève le plus souvent dans les cheminées centrales. Il peut y stagner ou monter jusqu'à déborder ou sortir un peu plus bas des flancs des cratères sommitaux. Souvent, à l'intérieur des cheminées, le magma s'insinue dans les flancs de l'Etna et débouche alors à plus basse altitude. Ces éruptions



### De haut en bas

*Sommité de l'Etna, gravure en taille-douce de Jean-Baptiste Racine (Lazzaro Spallanzani, Voyages dans les deux Siciles..., Maradan, Paris 1799)*

L'Etna vu du sud à partir des monts Iblei (photo Jean-Claude Bousquet)

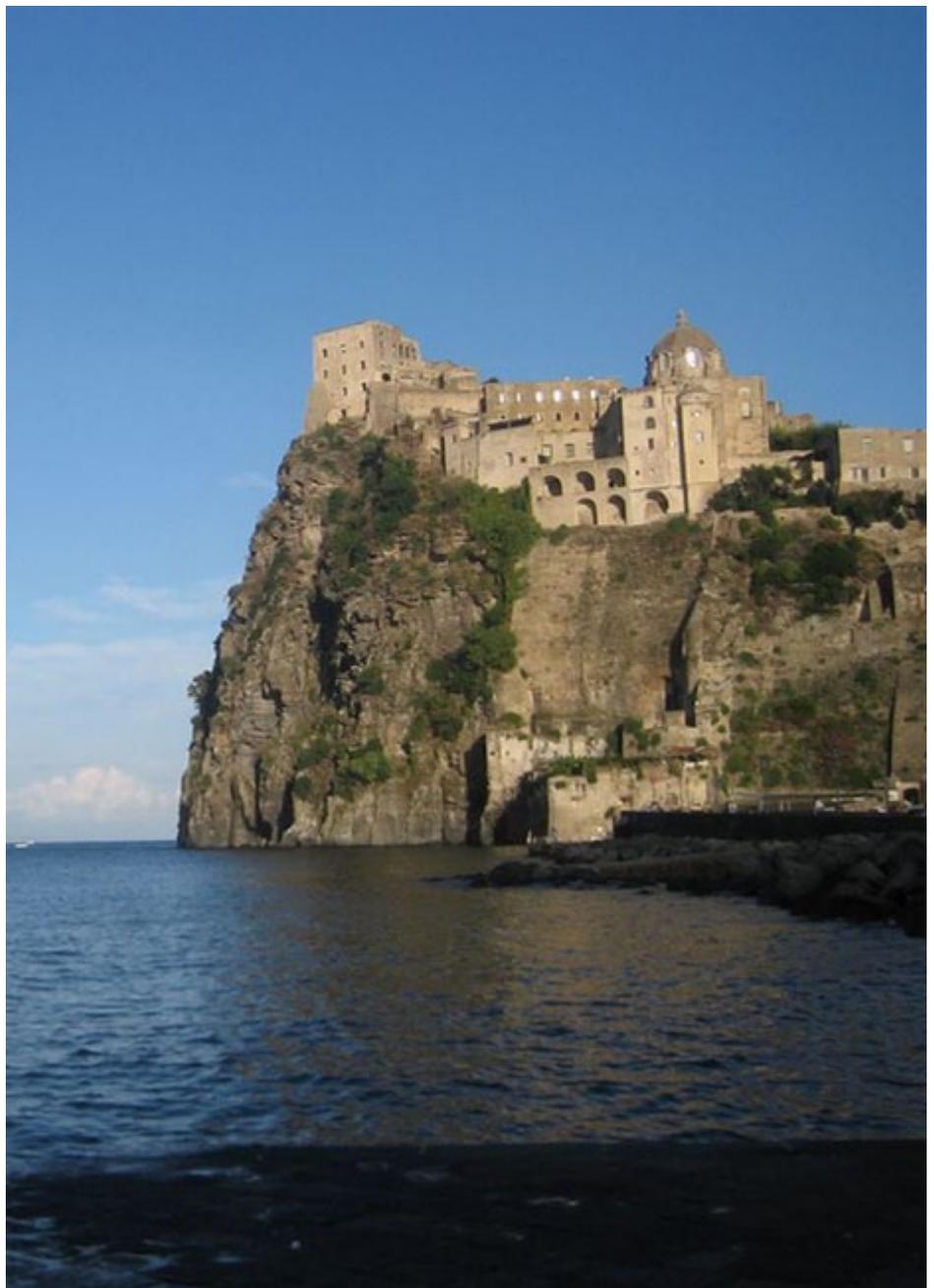
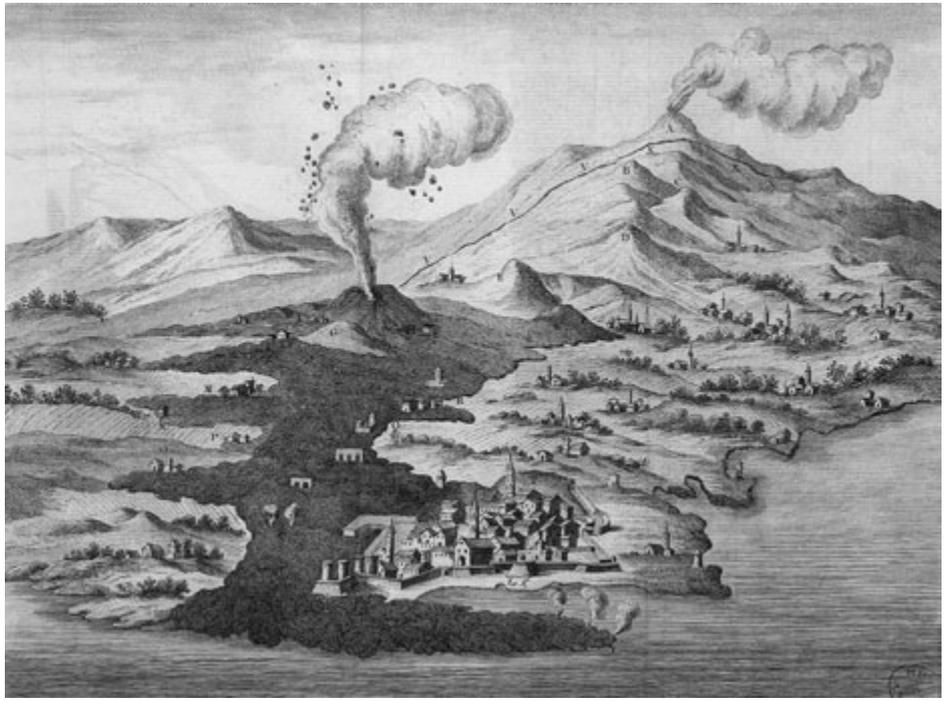
Coulée canalisée sortant d'un tunnel, éruption de 1983 (photo Jean-Claude Bousquet)

latérales fréquentes ont construit plus de 250 petits cônes sur les flancs de l'Etna. Les laves basaltiques fluides à une température de 1200° et à peu près dégazées forment des coulées qui peuvent avoir plusieurs kilomètres. Elles se refroidissent sur leurs bords et se canalisent dans un chenal de 5 à 10 mètres de large et de quelques mètres de profondeur. Comme elles se refroidissent également à leur surface, des tunnels de lave se forment.

En atteignant des secteurs habités, les coulées des éruptions latérales de l'Etna peuvent provoquer des dégâts conséquents. En 1669, une éruption latérale se produisit à 800 m d'altitude et détruisit plusieurs villages et traversa Catane jusqu'à son port. Lors de cette éruption, puis en 1983 et 1992, des tentatives de déviation de la coulée canalisée furent tentées avec des succès mitigés.

## Le volcanisme de la région de Naples

Dominant Naples, le Vésuve, responsable de la destruction d'Herculanum et de Pompéi lors de l'éruption de 79 ap. J.-C., est le volcan le plus connu de la Campanie. Mais le volcanisme est partout présent sur la façade maritime de cette région, avec le grand volcan de Roccamonfina au nord, puis, clôturant la baie de Naples à l'ouest du Vésuve, les champs Phlégréens et les îles de Procida et d'Ischia. Le risque est-il ainsi grand dans la région napolitaine et peut aussi provenir de ces derniers secteurs qui ont connu des éruptions historiques (en 1301 à Ischia et 1538 au Monte Nuovo dans les champs Phlégréens).



### De haut en bas

Eruption latérale de l'Etna en 1669 dont les laves traversèrent Catane, gravure en taille-douce de Jean-Baptiste Racine

(Lazzaro Spallanzani, *Voyages dans les deux Siciles...*, Maradan, Paris 1799)

Ischia : le château Aragonais perché sur son rocher volcanique

(photo Ornella)

## Le Vésuve

Il a la forme d'un grand cône tronqué mais il est en fait formé par deux volcans : le Vésuve emboîté dans la Somma née il y a environ 25 000 ans. Dans la partie centrale effondrée de ce volcan, le Vésuve proprement dit s'est formé après l'éruption catastrophique de 79. Dans cette caldeira, explosions et coulées reprennent à partir du IIIe siècle et bâtissent un petit strato-volcan, légèrement excentré par rapport au précédent. Le bord méridional de la caldeira est détruit ou recouvert par la construction du nouveau cône. L'activité assez fréquente est moins dangereuse : de nombreuses coulées couvrent en partie les flancs de la Somma, le bord conservé de la caldeira faisant obstacle aux épanchements vers le nord.

Toutefois l'activité peut être très explosive comme en 472 et surtout en 1631, la pire catastrophe de la période historique récente avec plus de 4000 victimes. Moins conséquentes les dernières éruptions avec émissions de laves ont eu lieu en 1906, 1929, 1932 et 1944.



### De haut en bas

*Torre del Greco distrutta nel 1794,  
vue du Vésuve en éruption*  
(peinture sur gouache, XIX<sup>e</sup> s.,  
Bibliothèque nationale de France)

Le Vésuve dominant le golfe de Naples.  
À gauche le bord de la Somma  
et à droite, plus élevé, le Vésuve  
proprement dit  
(photo Jean-Claude Bousquet)

Le Vésuve et sa région photographiés  
en septembre 2012 par le satellite Spot 6.  
On remarquera la proximité de l'agglomération  
de Naples (4,5 millions d'habitants).  
(© Astrium GEO-Information Services)



## La destruction de Pompéi

Pompéi, ville importante de 25 000 habitants, et plusieurs autres cités romaines voisines du Vésuve furent détruites en 79 : Oplonti (actuellement Torre Anunziata), Stabia et Herculaneum.

Le déroulement de l'éruption est bien connu d'une part grâce à la description qu'en fait de Pline le Jeune dans deux lettres à l'historien Tacite et d'autre part grâce aux études récentes des dépôts de projections. La cheminée du volcan est débouchée par une explosion très violente qui projette une quantité énorme de ponces et de cendres chaudes. Une colonne haute de plusieurs kilomètres en forme de pin s'élève puis se dirige en direction du sud-est, vers Pompéi. Pendant quarante-huit heures d'autres explosions suivront, accompagnées à plusieurs reprises d'effondrements des parois du cratère. Des cendres et des lapilli tombent sur Pompéi qui finalement est enfouie sous environ sept mètres de projections. Des pluies diluviennes entraînent les cendres et les accumulent en petits nodules. Sur les pentes du volcan, de grandes coulées de boues chaudes s'écoulent vers Herculaneum, dévastent la ville et l'ensevelissent. En séchant, ces boues deviendront des roches bien cimentées recouvrant les ruines des maisons romaines sur une hauteur de 10 à 20 mètres.



### De haut en bas

Pompéi et le Vésuve.

À noter la distance entre Pompéi et le sommet du Vésuve (au fond à gauche, à environ 8 km). La construction récente fournit un repère pour l'épaisseur des cendres volcaniques qui ensevelirent la cité.

(photo Jean-Claude Bousquet)

### Ruines de Pompéi

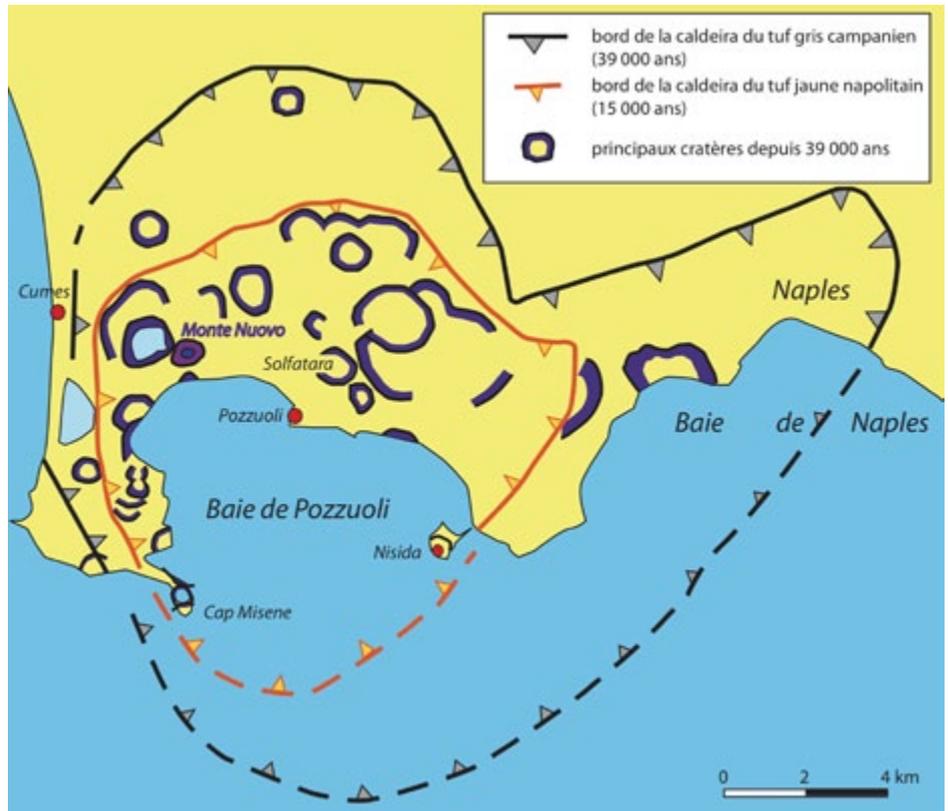
(© Travel Blog)

Moulage d'une des victimes de l'éruption de 79, pour la plupart décédées des suites d'une asphyxie provoquée par les gaz toxiques émanant du volcan



## Les champs Phlégréens

Vers 39 000 ans, une éruption colossale marque le début de la formation des champs Phlégréens : un magma très visqueux et non dégazé arrive brusquement en surface et s'écoule à grande vitesse. En se refroidissant, cristaux et verre volcanique se soudent et donnent naissance au « tuf gris campanien ». Cette ignimbrite se rencontre tout autour de Naples jusque dans le fond de nombreuses vallées de l'Apennin, avec une épaisseur qui peut dépasser la dizaine de mètres. On estime à 80 milliards de mètres cubes le volume émis. Après l'éruption, un effondrement circulaire de 14 kilomètres de diamètre donne naissance à la caldeira dont le port de Pouzzoles (Pozzuoli) est à peu près le centre. Puis des événements explosifs limités construisent de petits volcans avant un paroxysme analogue au précédent qui donne naissance il y a 15 000 ans au « tuf jaune napolitain ». La vidange considérable d'au moins 20 milliards de mètres cubes de la chambre magmatique provoque la formation d'une nouvelle caldeira d'effondrement. Par la suite, l'activité volcanique, avec tantôt un dynamisme explosif très violent et tantôt des émissions de laves en général visqueuses, crée des volcans et des caldeiras de faible taille. La dernière éruption construit le Monte Nuovo en 1538. À proximité, le port de Pouzzoles est célèbre à deux titres : la ville a donné son nom aux « pouzzolanes », projections volcaniques utilisées pour la construction, et c'est là que se trouve le « temple » de Sérapis, enregistreur involontaire de mouvements verticaux connus sous le nom de mouvements « bra-



### De haut en bas

Les champs Phlégréens,  
zone volcanique préoccupante  
aux portes de Naples  
(dessin Jean-Claude Bousquet)

L'Enfer et le Purgatoire,  
anciennes grottes aménagées  
dans la Solfatara de Pouzzoles pour la prise  
de bains de vapeur soufrés à 60 et 80° C  
(photo Bobbylamouche)

Grande fumerolle dans le cratère de la Solfatara  
(photo Patrick Massot)

dysismiques ». Les colonnes de cet ancien marché ont été submergées par la mer au X<sup>e</sup> siècle et portent les traces des creux laissés par des coquillages lithophages, « mangeurs » de pierre. En 1538, le sol monta de six mètres avant de descendre de quatre mètres après l'éruption qui donna naissance au Monte Nuovo. Plus récemment, entre 1982 et 1984, un soulèvement d'un mètre quatre-vingt fit craindre une reprise de l'activité volcanique. Sous les champs Phlégréens, un réservoir souterrain de magma existe encore à quatre à six kilomètres de profondeur. Pour expliquer les soulèvements et les affaissements, on pense donc que parfois le magma monte puis se refroidit sans être arrivé jusqu'à la surface du sol.

Avec les « champs brûlants » s'achève ce tour d'horizon des volcans d'une région où l'histoire côtoie sans cesse la légende. N'est-ce pas sous l'Étna, ou peut-être sur Vulcano, que Vulcain installa ses forges ?

**Jean-Claude Bousquet<sup>2</sup>**  
Géologue universitaire  
bousquet.jc@wanadoo.fr

#### Notes

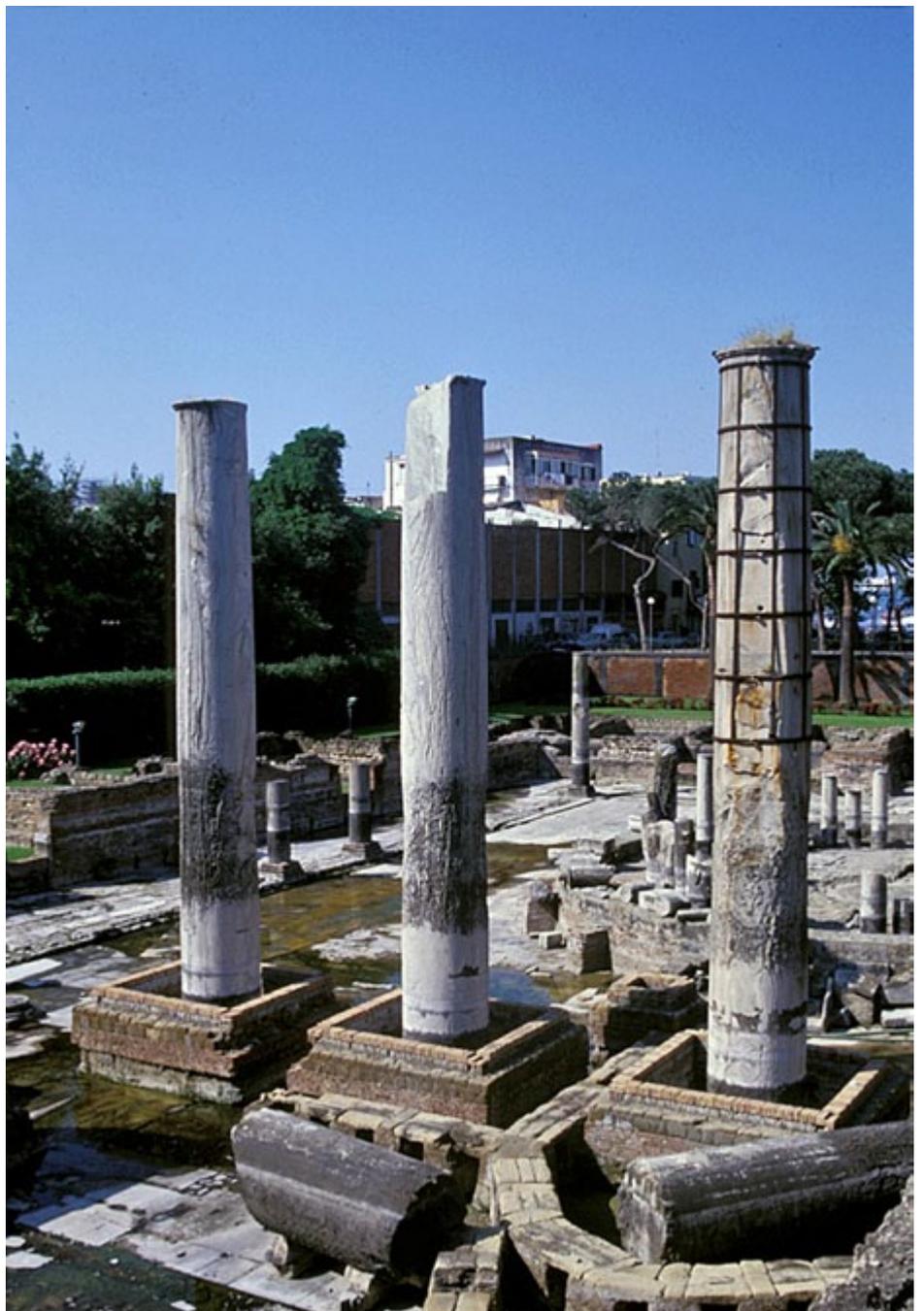
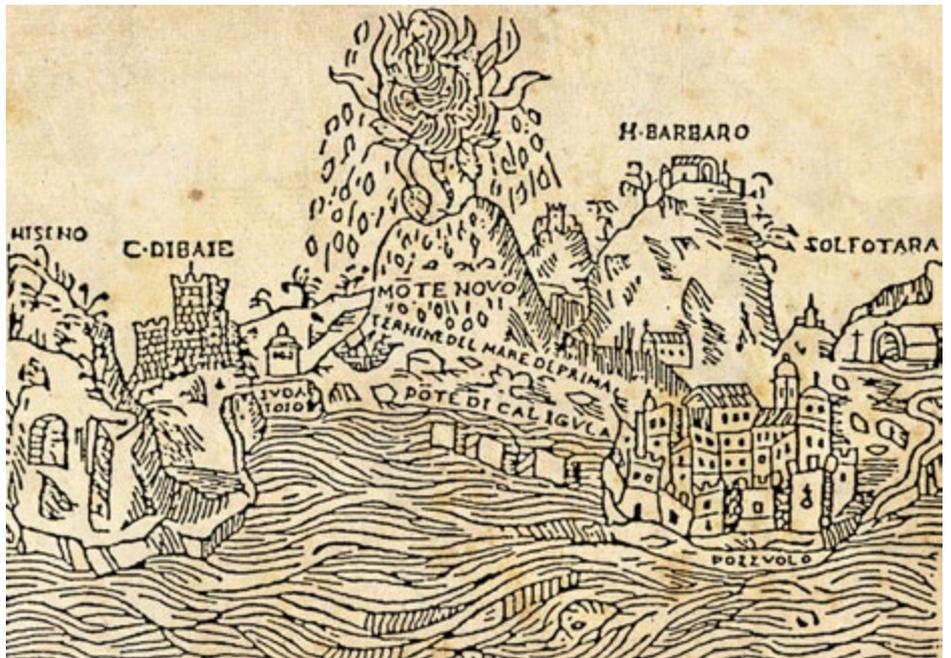
1. Les âges qui concernent le volcanisme des îles éoliennes sont ceux récents de l'ouvrage de Lucchi F., Peccerillo A., Keller J., Tranne C. A. & Rossi P.L. (eds), *The Aeolians Islands Volcanoes*, Geological Society of London, Memoirs 37, 2013.

2. Jean-Claude Bousquet a fait dans le domaine méditerranéen des recherches sur les aspects les plus récents de son évolution. En Italie du Sud, il a ainsi étudié tremblements de terre et volcans. Il s'est tout particulièrement intéressé au cadre géologique et aux mécanismes du fonctionnement de l'Étna et de ses éruptions.

#### De haut en bas

Eruption du Monte Nuovo  
le 29 septembre 1538  
(Pietro Giacomo de Toledo,  
gravure sur bois, XVI<sup>e</sup> siècle)

À Pozzuoli, le « temple » de Sérapis  
aux colonnes submergées par la mer  
et portant les traces des perforations de coquillages « mangeurs » de pierre  
(photo Jean-Claude Bousquet)



PROJET PÉDAGOGIQUE

# BESSAN un collège en éruption



**S**i les volcans d'Auvergne sont connus de tous, on sait moins que le département de l'Hérault a vécu de nombreux épisodes éruptifs dont les derniers datent de 560 000 ans. « Perle noire de la Méditerranée », selon une expression attribuée à Marco Polo, Agde joue en ce domaine le rôle de figure de proue avec les sites touristiques du mont Saint-Loup, des falaises de la Grande Conque et des rochers des Deux Frères. Mais Bessan n'est pas en reste qui partage avec sa voisine Saint-Thibéry les cônes volcaniques des Monts Ramus. De là est né, voici quinze ans, le club volcanisme du collège Victor Hugo.

## Instructif et ludique

Né en l'an 2000, le club volcanisme s'adresse aux élèves de 4<sup>e</sup>, un niveau de scolarité qui fait la part belle à l'étude de l'activité interne du globe terrestre : recherche de l'origine des séismes ; compréhension du volcanisme ; description des transformations de la lithosphère afin de construire les bases de la connaissance sur la tectonique globale.

Fonctionnant sur le temps périscolaire, à raison d'une heure par semaine, le club se veut tout à la fois instructif et ludique. Les élèves y construisent des jeux de plateau ou de carte en lien avec le volcanisme, assistent à des conférences, réalisent des exposés vidéo, participent à l'organisation et recherchent les moyens de financer un ambitieux voyage scolaire. Et c'est bien là la cerise sur le gâteau : un séjour tantôt en Auvergne tantôt en Italie du Sud à la découverte des forces colossales qui s'exécutent à la surface du globe et témoignent du fonctionnement interne de notre planète.

Le club volcanisme et le voyage mobilisent une grande partie de la communauté éducative afin que chaque élève se sente acteur de sa scolarité et découvre le plaisir d'apprendre... autrement. A Bessan, les volcans ont d'ailleurs largement dépassé le cadre de l'enseignement des SVT pour s'inviter dans la plupart des disciplines : mathématiques, français, langues étrangères, musique, dessin...

2016 sera une année charnière. Partant du principe qu'un vulcanologue est à la fois un scientifique et un explorateur doté d'importantes capacités physiques, nous avons souhaité introduire une validation de compétences dans ces deux domaines. Elle prendra la forme de randonnées de difficulté croissante sur les Monts Ramus, le massif du Caroux, le Vésuve et les volcans siciliens, et, parallèlement, d'un questionnaire scientifique portant sur les volcans visités. En fin de parcours, chaque élève se verra attribuer un diplôme d'apprenti vulcanologue lors de la traditionnelle projection du film du séjour rassemblant élèves et parents.

Au-delà des aspects scientifiques et sportifs, le club volcanisme et le voyage scolaire constituent une belle aventure humaine, parfois inconfortable (randonnées sous la pluie, nuits dans le car, gestion du minimum vital...) mais toujours porteuse d'enthousiasme. Si le club a toujours su se renouveler au fil des ans, c'est en gardant son esprit et sa singularité pour le plus grand profit de tous dont aujourd'hui les élèves de CM1 de l'école de Bessan associés à cette grande aventure volcanique.

**Bruno Taragnat et Sébastien Maurras**  
Professeur d'EPS et SVT  
Collège Victor Hugo de Bessan  
ce. 0340008Z@ac-montpellier.fr



## Au programme du club

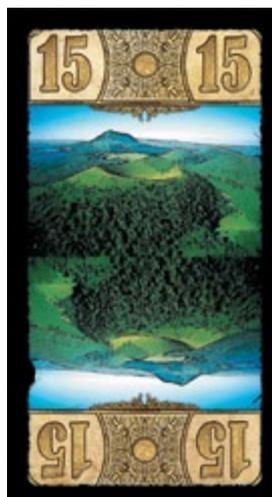
Exposés, diaporamas, montages vidéo, confection de t-shirts, réalisation d'un jeu de tarot et d'un jeu de plateau volcaniques, participation au Marché de Noël de la commune, soirée Auvergne ou repas à l'Italienne dans l'enceinte du collège, soirée volcanique dans la salle des fêtes du village, jeu de piste sur les volcans d'Agde, sorties géologiques sur les Monts Ramus, au volcan des Baumes, au Salagou, création d'un blog et de pages Facebook...

### Page précédente

Ascension du Puy de Dôme, mars 2009, et logo 2016 du club volcanisme (photo Bruno Taragnat)

### Ci-dessous

Au sommet de Vulcano, avril 2012, en compagnie de Magmax, la mascotte du club volcanisme (photo Bruno Taragnat)



1. Sommet du Vésuve, mai 2010
  2. Sommet de Vulcano, avril 2012
  3. Swag attitude devant les éruptions de Stromboli : une expérience inoubliable, avril 2012
  4. Stage de remise en forme dans les bains de boue sulfureux de la plage de Vulcano, avril 2012
  5. Ascension du Puy de Dôme, mars 2009
  6. Carrière de bombes volcaniques au pied du volcan égueulé de Lassolas, mars 2009
  7. Bombe volcanique en fuseau, volcan de Lemptégy, mars 2007
  8. Une des cartes du jeu de tarot créé par le club volcanisme
- (photos Bruno Taragnat)

LIAISON ÉCOLE-COLLÈGE

# DES VOLCANS EN PARTAGE



**D**e nouveaux cycles définissant la scolarité commune ont été adoptés par un décret ministériel en date du 24 juillet 2013. La mise en place d'un cycle de consolidation CM1-CM2-6<sup>e</sup> invite à repenser la liaison école-collège dont les objectifs sont multiples. S'il s'agit d'abord d'aider les élèves de CM2 à se projeter dans leur année de 6<sup>e</sup> en leur faisant découvrir la pédagogie, l'organisation et les locaux du collège, la liaison doit aussi permettre un rapprochement des pratiques pédagogiques entre enseignants de primaire et de collège et un meilleur suivi des élèves en difficulté en début de 6<sup>e</sup>.

A Bessan, c'est notamment autour des volcans que se concrétise cette liaison. Sous l'impulsion de Bruno Taragnat, initiateur du club volcanisme du collège, les élèves de CE2 et CM1 ont été invités l'année dernière à s'associer à ceux de 4<sup>e</sup> dans des activités de découverte des phénomènes éruptifs. Le pari était audacieux, la richesse des échanges et les actions réalisées ne laissent aucun doute sur sa réussite. Le souhait de tous est qu'aujourd'hui cette liaison école-collège devienne un des axes forts de la scolarité des élèves de Bessan. Retour sur un calendrier partagé...

**Juin 2014** : proposition de Bruno Taragnat de mettre en place un projet de liaison école-collège prenant appui sur le club volcanisme.

**Septembre 2014** : réunion de préparation en présence des enseignants concernés, du principal du collège, du directeur du centre de ressources de Vailhan, des animatrices de la communauté d'agglomération Hérault Méditerranée et de Bernard Halleux, initiateur des Journées Haroun Tazieff.

**Octobre 2014** : première rencontre avec les collégiens, au sein du collège, dans le cadre du club volcanisme (vendredi de 12h45 à 13h45) : diaporama de présentation des volcans d'Auvergne, expériences effectuées par les professeurs de SVT devant nos élèves ébahis.

**Novembre 2014** : sortie commune sur le volcan des Baumes, à Fontès, d'une classe de CE2-CM1 et



Page précédente et ci-dessus

Sur le volcan des Baumes, à Fontès, novembre 2014 (photos Guilhem Beugnon)

d'une classe de 4<sup>e</sup> : lecture de carte et de paysage, découverte sur le terrain du témoignage d'éruptions explosives et effusives (volcanisme strombolien), collecte de roches magmatiques (basalte à péridotite), modélisation d'une éruption effusive, randonnée sur l'ancienne coulée de lave et découverte des enjeux sociaux, environnementaux et économiques du basalte (on est ici au cœur du développement durable !).

Interventions à l'école des animatrices de la communauté d'agglomération : visionnage de vidéos, quizz, évaluation...

Sortie commune sur les volcans agathois d'une classe de CM1 et d'une classe de 4<sup>e</sup> : chasse aux photos sur le mont Saint-Loup, promenade sur la jetée Richelieu, expériences sur la plage de la Grande Conque et découverte du volcanisme surtseyen (émission de lave à fleur d'eau)

**Décembre 2014 - Février 2015** : Au sein du club volcanisme, création et test d'un jeu de société sur les volcans (élaboration de la règle du jeu en deux versions, confection du plateau, de la maquette centrale et des pions), réalisation d'affiches

et d'exposés sur les volcans du monde.

**Mars 2015** : présentation par des élèves de 4<sup>e</sup> aux élèves de primaire d'un exposé ludique sur les volcans d'Auvergne (destination de leur voyage scolaire).

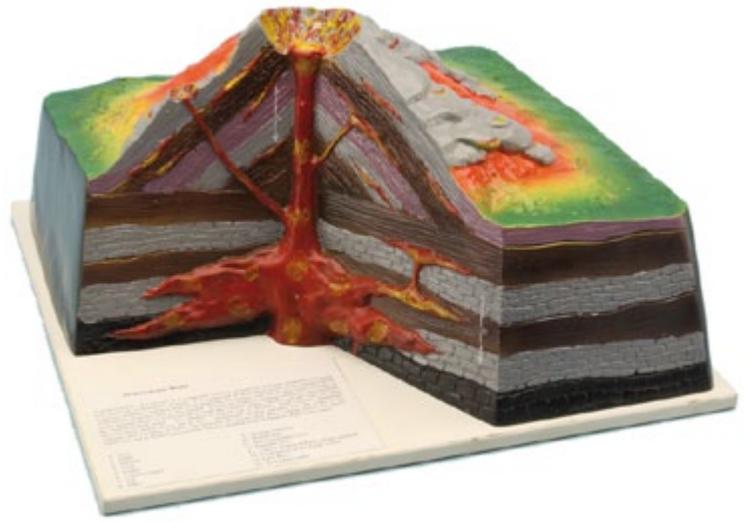
**Juin 2015** : participation commune aux 5<sup>e</sup> Journées Haroun Tazieff : expositions et ateliers en salle (les roches volcaniques à travers l'objectif du microscope, le magnétisme des laves et de la Terre, les anomalies magnétiques et la dérive de continents, les modélisations), balades géologiques, conférences. Ce fut une remarquable occasion de parler de notre commune et de sa richesse géologique : Bessan, terre de volcans !

**Juillet 2015** : rencontre bilan et émergence de nouveaux projets communs (réalisation de vidéos, rédaction d'un carnet d'explorateur avec compétences à valider, création d'un livret de jeux...).

**Valérie Baille et Chrystèle Buonomo**  
Professeures des écoles  
Ecole élémentaire Victor Hugo de Bessan  
ce.0340193A@ac-montpellier.fr

# Le jeu du Tock des volcans

Règle du jeu adaptée par la classe de CE2-CM1



## MATÉRIEL

Un plateau de jeu  
Un jeu de 52 cartes  
4 volcans par joueur

## NOMBRE DE JOUEURS

4 vulcanologues en équipes de 2

## BUT DU JEU

La première équipe qui rentre tous ses volcans au camp de base a gagné.

## DÉROULEMENT

Le plus jeune vulcanologue (le stagiaire) distribue 6 cartes à chaque joueur, une par une, dans le sens inverse de rotation de la Terre. Le reste des cartes constitue le talon.

Avant le début de l'exploration, tous les volcans se trouvent dans les camps de base. Les deux équipes sont diamétralement opposées. Chaque vulcanologue regarde ses cartes, en choisit une et l'échange avec son collègue, face cachée.

Après ces préparatifs, l'excursion peut commencer : le vulcanologue à la gauche du stagiaire choisit une carte de son jeu et la pose sur le cratère. Pour cette première exploration, le vulcanologue doit jouer une Dame ou un Roi sinon il pose une carte sur le talon. On déplace son volcan selon la valeur de la carte jouée.

Puis c'est au vulcanologue suivant de jouer, et ainsi de suite, chacun son tour, jusqu'à épuisement des 6 cartes du début. Le vulcanologue parti le premier pour la première exploration distribue alors 6 autres cartes et la partie se poursuit.

## COMMENT AVANCER

Les joueurs avancent en fonction de la valeur des cartes :

2 : une coulée de lave te fait avancer de 2 cases.

3 : des bombes volcaniques bloquent ton chemin, tu dois reculer de 3 cases pour les contourner.

4 : tu es sur la chaîne des Puys, tu sautes au-dessus de 4 volcans : le Puy de Dôme, le Pariou, le Puy de la Vache et le Puy de Lassolas.

5 : tu fais avancer de 5 cases un volcan adverse de ton choix.

6 ou 7 : une fontaine de lave jaillit devant toi et te fait avancer de 6 ou 7 cases.

8 : un nuage de gaz toxique te fait avancer de 8 cases.

9 ou 10 : une éruption explosive te fait avancer d'autant de cases.

Valet : tu échanges ton pion avec n'importe quel autre sur le plateau.

Dame : un lahar (coulée de boue) te fait avancer de 12 cases.

Roi : un lahar te fait avancer de 13 cases et tu manges tous les volcans sur ton passage.

As : des fumeroles sont sur ton chemin, tu avances d'une case.

## RÈGLES PARTICULIÈRES

Un joueur qui a rentré ses quatre volcans dans son camp joue ses cartes suivantes avec les volcans de son partenaire. Ainsi ils seront deux à jouer avec les mêmes pions.

Quand un volcan arrive pile sur la case d'un volcan adverse, il le mange : le pion mangé revient chez son joueur qui ne pourra le ressortir qu'en jouant une Dame ou un Roi. Il peut arriver qu'un joueur prenne son propre pion car il est toujours obligé de jouer ses cartes.

On peut dépasser le pion devant soi, partenaire ou adversaire.

Tous les volcans qui sont dans leur camp de départ ou d'arrivée sont intouchables.

## BON JEU !



# Du côté des programmes d'enseignement

**Programmes du cycle 3 / Sciences expérimentales et technologie / 2008** (BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008)

**Le ciel et la Terre**

Volcans et séismes, les risques pour les sociétés humaines.

**Programmes du collège / Sciences de la vie et de la Terre / 2008** (BO spécial n° 6 du 28 août 2008)

**Classe de 4<sup>e</sup>** : L'activité interne du globe

CE2	CM1	CM2
<p><b>Volcans et séismes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Décrire une éruption volcanique terrestre en utilisant un vocabulaire adapté.</li> <li>★ Distinguer les différents types d'éruption.</li> <li>★ Connaître le phénomène des tremblements de terre.</li> </ul> <p>Vocabulaire : volcan, éruption, projection, cône volcanique, magma, lave, cratère, cendres, tremblement de terre.</p>	<p><b>Volcans et séismes, les risques pour les sociétés humaines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Identifier les risques que représentent les séismes, les tsunamis et les éruptions volcaniques pour la population, notamment en lien avec les événements naturels se produisant au cours de l'année scolaire.</li> </ul> <p>Vocabulaire : croûte terrestre, séisme, échelle de Richter, sismographe.</p>	<p><b>Volcans et séismes, les risques pour les sociétés humaines</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>★ Mobiliser ses connaissances sur les risques sismiques et volcaniques pour faire le lien avec la prévention des risques majeurs, notamment à propos des événements naturels se produisant au cours de l'année scolaire</li> <li>◆ Géographie - Territoires à différentes échelles - Les territoires français dans le monde</li> </ul>

## 4<sup>e</sup>

### L'activité interne du globe

**Objectifs scientifiques**  
 Les élèves découvrent la structure interne et les phénomènes dynamiques de la Terre qui se traduisent par le volcanisme et les séismes. Il s'agit à un niveau simple :

- de rechercher l'origine des séismes ;
- de comprendre le volcanisme ;
- de décrire les transformations de la lithosphère afin de construire les bases de la connaissance sur la tectonique globale.

**Objectifs éducatifs**  
 La mobilisation de leurs connaissances sur l'activité interne de la planète Terre permettra aux élèves de découvrir comment l'Homme peut veiller aux risques naturels volcaniques et sismiques.

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Les séismes correspondent à des vibrations brutales du sol qui se propagent. Ils résultent d'une rupture des roches en profondeur provoquent des déformations à la surface de la Terre.</p> <p>Des contraintes s'exerçant en permanence sur les roches conduisent à une accumulation d'énergie qui finit par provoquer leur rupture.</p> <p>Le foyer du séisme est le lieu où se produit la rupture.</p> <p>A partir du foyer, la déformation se propage sous forme d'ondes sismiques.</p>	<p>Observer, recenser les différents phénomènes qui caractérisent un séisme.</p> <p>Participer à la conception et la mise en œuvre d'un protocole pour modéliser un séisme et le trajet des ondes sismiques dans la Terre.</p> <p>Formuler des hypothèses reliant les manifestations d'un séisme à des phénomènes qui se déroulent en profondeur.</p> <p>Valider ou invalider ces hypothèses à partir des données de terrain et de celles issues du modèle.</p>	<p>A l'école primaire, les séismes sont étudiés dans la partie <i>Le ciel et la Terre</i> ainsi que les risques pour les sociétés humaines.</p> <p><b>Thèmes de convergence</b> : énergie, développement durable, sécurité</p>

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Les séismes sont particulièrement fréquents dans certaines zones de la surface terrestre.</p> <p>Ils se produisent surtout dans les chaînes de montagnes, près des fosses océaniques et aussi le long de l'axe des dorsales.</p> <p>Le volcanisme est l'arrivée en surface de magma et se manifeste par deux grands types d'éruptions.</p> <p>Les manifestations volcaniques sont des émissions de lave et de gaz. Les matériaux émis constituent l'édifice volcanique.</p> <p>L'arrivée en surface de certains magmas donne naissance à des coulées de lave, l'arrivée d'autres magmas est caractérisée par des explosions projetant des matériaux.</p> <p>Les magmas sont contenus dans des réservoirs magmatiques localisés à plusieurs kilomètres de profondeur.</p> <p>Les volcans actifs ne sont pas répartis au hasard à la surface du globe.</p> <p>Les volcans actifs sont alignés en majorité en bordure de continent, dans des arcs insulaires, le long de grandes cassures et des dorsales océaniques.</p> <p>Quelques volcans actifs sont isolés.</p>	<p>Percevoir la différence entre réalité et simulation (modélisation) afin de réfléchir à la validité du modèle de propagation des ondes.</p> <p>Recenser des informations pour localiser les zones sismiques à l'échelle mondiale.</p> <p>Observer et recenser les manifestations de différentes éruptions volcaniques et les produits émis pour identifier deux grands types d'éruptions.</p> <p>Faire un schéma (en respectant les conventions) des différentes parties d'un édifice volcanique.</p> <p>Recenser et organiser des informations pour relier les magmas en profondeur et les deux types d'éruption.</p> <p>Recenser des informations pour localiser les zones volcaniques à l'échelle mondiale.</p>	<p>A l'école primaire, les volcans sont étudiés dans la partie Le ciel et la Terre ainsi que les risques</p> <p>Est exclue l'étude systématique des différents types d'éruptions et des différents types d'édifices volcaniques.</p> <p><b>Thèmes de convergence</b> : énergie, développement durable, sécurité</p>
<p>La partie externe de la Terre est formée de plaques lithosphériques rigides reposant sur l'asthénosphère qui l'est moins.</p> <p>La répartition des séismes et des manifestations volcaniques permet de délimiter une douzaine de plaques.</p> <p>Les plaques sont mobiles les unes par rapport aux autres et leurs mouvements transforment la surface du globe.</p> <p>À raison de quelques centimètres par an, les plaques s'écartent et se forment dans l'axe des dorsales.</p> <p>Elles rapprochent et s'enfouissent au niveau des fosses océaniques.</p> <p>La collision des continents engendre des déformations et aboutit à la formation de chaînes de montagnes.</p>	<p>Exploiter les résultats des variations de vitesse d'ondes sismiques pour en déduire la limite lithosphère-asthénosphère.</p> <p>Traduire (en respectant des conventions) sous la forme d'un schéma :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les mouvements aux limites de plaques ;</li> <li>- le fonctionnement de la lithosphère.</li> </ul> <p>Situer dans le temps des découvertes scientifiques en exploitant les textes de Wegener.</p> <p>Observer, recenser et organiser des informations relatives aux mouvements des plaques, aux phénomènes associés et aux déformations.</p> <p>Présenter ces informations sous une forme appropriée.</p>	<p>Sont exclues :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'étude complète de la structure du globe ;</li> <li>- la nature des roches qui composent la lithosphère et l'asthénosphère ;</li> <li>- l'étude des mouvements convectifs ;</li> <li>- l'étude de l'origine de l'énergie responsable du mouvement des plaques.</li> </ul> <p><b>Thèmes de convergence</b> : énergie, développement durable, sécurité</p>

Connaissances	Capacités	Commentaires
<p>Les aléas sismiques et volcaniques dus à l'activité de la planète engendrent des risques pour l'Homme.</p> <p>Les principales zones à risque sismique et/ou volcanique sont bien identifiées.</p> <p>L'Homme réagit face aux risques en réalisant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- une prévision des éruptions volcaniques efficace fondée sur la surveillance et la connaissance du fonctionnement de chaque volcan et par l'information et l'éducation des populations ;</li> <li>- une prévention sismique basée sur l'information et l'éducation des populations (zones à risques à éviter, constructions parasismiques, conduites à tenir avant, pendant et après les séismes). La prévision à court terme des séismes est impossible actuellement.</li> </ul> <p>Des plans d'aménagement du territoire tenant compte de ces risques sont mis en place ainsi que des plans de secours et des plans d'évacuation des populations.</p>	<p>Participer à la conception et la mise en œuvre d'un protocole pour modéliser les déformations à la surface de la Terre.</p> <p>Recenser et organiser des informations pour apprécier l'aléa sismique ou volcanique et prévenir les risques pour les populations et les constructions.</p> <p>Présenter ces informations sous une forme appropriée.</p>	<p style="text-align: right;"><b>Ci-dessous</b></p> <p style="text-align: right;">Rencontre CE2-CM1-4<sup>e</sup> lors des Journées Haroun Tazieff à Bessan, juin 2015 (photo Chrystèle Buonomo)</p>

