

TRAVAUX DU COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGÉO)

TROISIÈME SÉRIE, t. XXIII, 2009, n° 6
(séance du 10 juin 2009)

Jacques VARET

*Haroun Tazieff (1914-1998)
Des années Afar au secrétariat d'État (1967-1986) :
la difficile mutation institutionnelle*

Résumé. Haroun Tazieff est un personnage qui a joué un rôle marquant vis-à-vis du public pour faire connaître la géologie. Bien qu'il ait touché à d'autres domaines, comme les eaux souterraines et la spéléologie, c'est dans le domaine de la volcanologie qu'il s'est fait connaître. Personnage médiatique (visage basané, accent rocailleux inimitable), sportif et engagé, y compris dans la politique, c'est par ses films, ses livres et ses conférences qu'il a longtemps financé ses propres travaux, une démarche inhabituelle et jugée suspecte dans le monde de la recherche scientifique publique française. Il a néanmoins apporté une contribution significative dans le domaine qu'il a popularisé, la volcanologie, au point d'éveiller de nombreuses vocations : une qualité finalement reconnue (il a alors 55 ans) par son accession au poste de maître, puis de directeur de recherches au CNRS. Dix ans après son décès, le COFRHIGEO a souhaité combler une lacune de reconnaissance posthume. L'objectif de cet article est d'y apporter une première réponse en tentant de déterminer les principaux apports du célèbre volcanologue à la science géologique. Il porte plus particulièrement sur la période 1966-1982, la plus productive de sa carrière au plan scientifique, avant que ses responsabilités ministérielles ne l'engagent dans un autre domaine, celui de la gestion des risques, dans lequel il a également apporté une contribution significative. Il s'agit d'un premier essai, rédigé par un chercheur qui a été amené à le côtoyer pendant toute cette période. Pour atteindre une véritable dimension historique, cet article mériterait d'être éclairé par d'autres contributions.

Mots-clés : biographie – volcanologie – gaz volcaniques – Afrique – Soufrière (Guadeloupe) – communication – livres – film scientifiques – XX^e s.

Abstract. Haroun Tazieff played a significant role in the eyes of a broad public in making the geology known by many, who would have never otherwise heard about this scientific discipline. Although he touched to other aspects, as groundwater and speleology, volcanology is the field he became the best

known. A sportive temperament, engaged in politics, he excelled in the medias (with his wild face and rocky accent). He long financed his works from his own incomes (films, books, conferences...), which was not usual then and was eventually considered with suspicion by the conventional public research community. He however contributed significantly to a scientific domain, volcanology, which he popularized, giving birth to numerous vocations for the youths. He was finally recognized by the French National Centre for Scientific Research (CNRS), who offered him a position of research director (he was then 55 years old). Ten years after his death, COFRHIGEO tried to overcome this lack of recognition. The aim of this paper is to fulfil this gap with a first contribution to the identification of his main contribution to geological sciences. The study concentrates on the years 1966-1982, his period of highest scientific productivity, before his ministerial responsibilities embarked him for another domain, risk management, to which he also gave a significant contribution. This paper is a first contribution, written by a researcher who worked with him during the concerned period. In order to reach a real historic dimension, other complementary contributions will be welcomed.

Key words: biography – volcanology – volcanic gas – Africa – Soufrière (Guadeloupe) – communication – books – scientific films – 20th century.

Introduction

Répondant avec plaisir à la sollicitation du secrétaire du Comité français d'Histoire de la Géologie (COFRHIGÉO), qui me demanda en 2009 de venir témoigner de l'œuvre géologique d'Haroun Tazieff, il m'a semblé plus correct à ce stade de limiter mon propos à la période de sa vie pendant laquelle j'ai eu la chance de le côtoyer dans ma propre carrière scientifique. Je ne m'étendrai donc ni sur le début de ses travaux qui l'ont rendu célèbre, ni sur les douze dernières années de sa vie durant lesquelles le pouvoir et la maladie ont contribué à brouiller son image. Je concentrerai essentiellement mon propos sur une « *tranche de vie* » de vingt ans, sans doute la plus productive scientifiquement, correspondant à la période qui s'étend des premières missions en Afar (1967) à la fin de son rôle de secrétaire d'État aux risques majeurs (1986). Il sera intéressant de revenir sur ces deux périodes de sa vie, très riches et que je me suis résolu à écarter. Je n'ai pas connu la première, et je n'ai pas la légitimité pour en témoigner. Même la période que j'ai choisi de traiter fera l'objet d'une approche sans doute incomplète. Si Tazieff était très populaire, c'était un tempérament très entier, capable de « *souffler le chaud et le froid* » dans ses considérations comme dans ses amitiés, et je fais sans doute partie des quelques rares personnes restées proches de lui jusqu'à sa mort. Aussi, si j'ai également bien connu cette dernière période, me suis-je résolu à ne pas en parler; en effet, elle me semble plus tenir de l'histoire politique et de la psychologie que de l'histoire de la géologie.

J'ajoute que je suis reconnaissant au COFRHIGÉO d'avoir pris l'initiative d'engager ce travail de mémoire. Un peu plus de dix ans après sa mort, on peut en effet s'étonner du déficit de connaissance de l'œuvre scientifique de Tazieff. En effet, je ne reviendrai pas sur ce qui

saute aux yeux et que tout le monde lui reconnaît, à savoir ses talents de médiateur confortés par sa pratique élégante de la langue française, son accent inimitable et un physique inoubliable. J'entends montrer qu'il n'a pas seulement popularisé la géologie, et éveillé de nombreuses vocations de volcanologues, mais qu'il a aussi apporté une contribution personnelle au développement de la science, et ce sous deux formes :

- d'une part en constituant des équipes pluridisciplinaires et en intéressant à l'objet de sa passion des générations de scientifiques issus de tous horizons (physique, chimie, géologie, imagerie, ingénierie...);
- et d'autre part à travers un apport personnel sur plusieurs sujets scientifiques.

Il va sans dire que je m'exprime ici à titre personnel sans engager la responsabilité de l'établissement public qui m'emploie actuellement en tant que directeur de la prospective, le BRGM, ni aucun des divers organismes qui m'ont employé durant la période concernée.

1. Court résumé de sa vie

Haroun Tazieff est né le 11 mai 1914 à Varsovie, alors partie de la Russie tsariste, d'un père tatar, né à Yangi-Yer, docteur en médecine, qui mourut au front dans les premiers combats de la Première Guerre mondiale, et d'une mère russe, née à Dvinsk, qui était chimiste et docteur en sciences politiques. Avec sa mère, il émigre vers la Belgique fin 1920 où, devenu apatride, il réside après être passé par Saint-Pétersbourg. Il obtient la nationalité belge en 1936, et c'est à la faculté de Gembloux qu'Haroun Tazieff reçoit son diplôme d'ingénieur agronome en 1938. Après avoir servi dans l'armée belge, puis dans la Résistance durant la Seconde Guerre mondiale, où il s'illustre dans des opérations de sabotage de voies ferrées et des actions humanitaires, il poursuit des études de minéralogie et de géologie appliquée à l'université de Liège où il obtient le diplôme d'ingénieur-géologue en 1944. Après la guerre, il trouve un poste dans les mines d'étain du Katanga de 1945 à 1947, et passe ensuite au Service géologique du Congo belge (1948-1949). Sportif, il est champion de boxe de Belgique universitaire, puis sera champion du Katanga. Par la suite, il se consacrera au rugby.

Montagnard, trempé d'un esprit d'aventure transcendant le risque, c'est au Congo qu'il découvre les volcans actifs et fait partager sa passion par des livres et des films à partir du début des années 1950 (*Cratères en feu*, 1952), et c'est en 1959 avec son premier long métrage couronné par de nombreux prix, *Les Rendez-vous du diable*, qu'il obtient un succès international. Quoiqu'il diversifie ses expériences avec la spéléologie¹, c'est bien la volcanologie qu'il contribue à créer comme spécialité scientifique. Elle deviendra son métier au tournant des années 1960. Il n'opère pas toujours seul, mais entraîne souvent de petites équipes, constituées

¹ Son film « *Les Eaux souterraines* », produit en 1961 à la suite de sa participation à l'exploration du gouffre de la Pierre-Saint-Martin, ne rencontrera pas le même succès que ses films sur les volcans.

de personnes partageant avec lui l'intérêt pour la découverte scientifique combinée à la pratique sportive. Il est naturalisé français en 1971, entre au CNRS en 1969 comme maître de recherches, et nommé directeur de recherche en 1972, continuant à assurer de nombreuses expéditions sur les principaux volcans du monde. Élu maire de Mirmande (Drôme) en 1979, engagé dans la campagne présidentielle de François Mitterrand, il remet avec Philippe Chartier un rapport sur l'énergie², et il est nommé commissaire à l'étude et à la prévention des catastrophes naturelles en 1981, puis secrétaire d'État à la prévention des risques technologiques et naturels majeurs de 1984 à 1986. Il est ensuite élu conseiller général de l'Isère en 1988 puis conseiller régional de la région Rhône-Alpes en 1992. Souffrant d'une maladie du sang, qui le rend dépendant de la médecine et des autres (transfusions sanguines) ce qu'il supporte mal – lui qui a toujours été de la plus grande indépendance morale et matérielle – il décède à son domicile parisien le 2 février 1998. Il est enterré à Paris au cimetière de Passy.

2. Tazieff, découvreur de volcans, promoteur de la volcanologie (1948-1967)

L'éruption du Kituro, qu'il étudie en 1948, le détermine à abandonner son métier d'ingénieur, consacré jusque-là aux mines, pour entrer au service géologique du Congo belge afin de se livrer à ce qui va devenir la passion de sa vie, la volcanologie, qu'il contribua à promouvoir en tant que discipline scientifique. En même temps qu'il apprend à faire partager la beauté du spectacle de la nature, il se lance dans l'étude, « *sur le vif* », de la phénoménologie des éruptions et de leur prévision, et dans la vulgarisation. Ses nombreux récits d'exploration (*Cratères en feu*, 1951 ; *Les Volcans*, 1961 ; *Vingt-cinq ans sur les volcans du Globe*, 1974,...) et ses films (*Les Rendez-vous du diable*, 1958 ; *Le Volcan interdit*, 1966) eurent un grand succès. Traduite en plusieurs langues, cette production originale et de qualité lui donna une forte réputation internationale.

Mais paradoxalement, Tazieff, longtemps apatride et passionné pour la médiatisation scientifique, quoiqu'entraînant de nombreux jeunes sur le terrain, n'avait pas cherché à poursuivre une carrière universitaire. Jusqu'au début des années 1970, il fit l'essentiel de ses travaux par ses propres moyens (financés par ses films, ses livres et ses conférences tarifées), disposant de postes ou de soutiens temporaires. Quelques années assistant à l'université de Bruxelles, où il anime un éphémère « *Centre national de volcanologie* » en 1957³, il participe en 1961 avec Alfred Rittman et Giorgio Marinelli au lancement de l'Institut international de

² Qui aboutira à la création de l'Agence française de la maîtrise de l'énergie en 1982, dont la présidence sera confiée à Michel Rolant et la direction à Bernard Laponche (tous deux issus de la commission économique de la CFDT). Agence transformée en l'actuelle ADEME par fusion avec l'Agence de la qualité de l'air et l'Agence nationale de la revalorisation et l'élimination des déchets en 1992.

³ Créé en 1957 avec le Professeur Yvan de Magnée, le Centre national de volcanologie belge ferme ses portes en 1960, lors de l'accession du Congo à l'indépendance, ce que Tazieff déplorera. Il fit confier les ressources du défunt CNV belge à l'IIRV de Catane lorsqu'il en prit la direction à sa création en 1961.

recherches volcanologiques (IIRV) de Catane, en Sicile. Il s'établit en France en 1953 et organise de nombreuses expéditions volcanologiques, souvent avec le soutien de l'UNESCO, à l'occasion d'expertises sur les risques volcaniques (Indonésie, 1956 puis 1964-1965 ; Chili, 1961 ; Costa-Rica, 1964 ; Islande, 1973 ; Équateur, 1976 ; Nicaragua, 1977-1978). Il décrit les éruptions de la vallée des Dix Mille Fumées en Alaska, celles du Vésuve et de l'Etna dont il fait son « *volcan laboratoire* », et se passionne plus particulièrement pour trois types de phénomènes dont il révèle l'importance : « *les éruptions sous-marines* » (Faial aux Açores, Surtsey en Islande, Afar et Polynésie), « *les lacs de lave permanents* » (Nyragongo, Erta Alé, Erebus), et « *les éruptions phréatiques* » (Indonésie, Afar, Soufrière de la Guadeloupe).

S'il a bien réussi à « *mettre en scène* » pour le grand public, les volcans et leur importance pour l'humanité, il a toujours cherché à démontrer l'importance de l'approche scientifique. En ce sens, il est bien un des fondateurs de la volcanologie, science dont il s'est fait l'apôtre du développement multidisciplinaire. Dès qu'il en avait la possibilité, 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.

3. Des années Afar au secrétariat d'État (1967-1986)

3.1. Afar : la découverte

En 1967, lors d'une réunion à Mayence de la Geologische Vereinigung consacrée à la volcanologie, se produit une rencontre entre Haroun Tazieff, Giorgio Marinelli, Franco Barberi, Jean-Louis Cheminée et Jacques Varet. C'est là que l'on se met d'accord sur l'intérêt de mener une étude de la région Afar. Tazieff y voit un prolongement de ses travaux entrepris antérieurement à bord de la *Calypso* de Cousteau sur la mer Rouge, et l'occasion d'explorer une partie plus septentrionale de la vallée du rift africain dont il connaissait bien la branche sud-occidentale (Kivu). Pour Marinelli, professeur à l'université de Pise, l'objectif est de reprendre les travaux menés par son père, professeur de géographie à l'université de Florence, qui avait publié avec Dainelli un ouvrage en plusieurs tomes *Geologia dell' Africa Orientale*. Franco Barberi, alors maître-assistant à l'institut de minéralogie et pétrologie de l'université de Pise, y voit une opportunité pour comprendre l'origine des magmas dans un contexte géologique différent de celui de l'Italie. De même, pour Jacques Varet, assistant du professeur Brousse à l'université d'Orsay, c'est l'occasion de préciser les mécanismes de différenciation des magmas esquissés lors de sa thèse de 3^e cycle sur les trachytes et les phonolites du Cantal. Quant à Jean-Louis Cheminée, il était à l'époque déjà engagé dans des travaux de volcanologie de

terrain avec Tazieff, notamment sur la radioactivité des laves et des émissions gazeuses des volcans italiens. Élève de Louis Glangeaud, il était apprécié de Tazieff pour son esprit d'équipe et ses capacités d'organisateur de missions de terrain⁴.



Fig. 1. Franco Barberi (photographe), Haroun Tazieff et Jacques Varet, sur le terrain en Afar, en 1967 (photo G. Marinelli).

La première expédition est montée en rassemblant des moyens hétéroclites, notamment des soutiens matériels de divers sponsors (Renault pour les véhicules, Shell pour les carburants, etc.), et de partenaires institutionnels, dont celui de l'empereur Hailé Sélassié, du Ras Mengesha Seyoum, gouverneur de la province du Tigré, du CNR italien et du CNRS français. Outre les participants français et italiens, on compte aussi quelques Anglais et Américains. Elle permet de mener une reconnaissance géologique extensive de la partie nord de la dépression de l'Afar et de mettre en évidence notamment :

⁴ Héritée d'une culture « *éclairé* », comme d'autres collaborateurs de Tazieff, et par Tazieff lui-même (qui se faisait aussi appeler « *Kim* », son totem scout).

- la présence d'un rift de direction « *mer Rouge* », attesté par un système de failles normales affectant la bordure du plateau éthiopien, comme le bloc Danakil, et d'importantes formations détritiques résultant de l'érosion de ces reliefs ;
- la présence d'un ancien bras de mer attestée par un volcanisme basaltique sous-marin (cônes de hyaloclastites), d'anciens rivages marins, sur lesquels on observe des traces de présence humaine et un important système évaporitique dépassant dans la zone axiale plusieurs milliers de mètres d'épaisseur ;
- un système volcanique très récent, et à l'évidence encore actif, développé à la faveur d'un système tectonique extensif (fissures ouvertes et éruptions fissurales) situé dans l'axe du rift et montrant toute une évolution volcanologique jusqu'à des volcans boucliers et des volcans centraux, la composition des magmas évoluant parallèlement à celle des édifices volcaniques. La chaîne de l'Erta Alé allait devenir un exemple particulièrement pédagogique des formes d'évolution du volcanisme axial d'un rift de type océanique ;
- la découverte de deux lacs de lave basaltique en activité permanente au sein du cratère elliptique de l'Erta Alé, qui ont fait par la suite l'objet d'études détaillées spécifiques ;
- la mise en évidence d'un volcanisme récent, avec appareils centraux et systèmes éruptifs complexes (coulées de laves, dômes et pyroclastites abondantes) de composition rhyolitique dominante, localisés à la croisée de systèmes transverses, en bordure du rift ;
- et, en fin de compte, la démonstration apportée, par ces observations géologiques, volcanologiques et tectoniques, mais aussi pétrologiques, minéralogiques et géochimiques, de l'origine océanique des systèmes volcaniques axiaux actifs de l'Erta Alé de l'Alayta, de Manda Hararo, Manda Inakir et Asal assurant le relais entre les axes d'expansion de la mer Rouge et du golfe d'Aden. Cet argument, développé pour le nord de l'Afar dès 1969 au colloque organisé par la Royal Society, au cours duquel la théorie des plaques a émergé comme concept reconnu, à partir des travaux d'océanographie géophysique comme de ceux menés dans le golfe d'Aden, en mer Rouge et en Afar⁵.

⁵ Les travaux de recherche décrivant les mécanismes d'expansion en Afar se sont poursuivis de 1967 à 1976, donnant lieu à une multitude de publications. Franco Barberi et Jacques Varet, prenant le relais de Haroun Tazieff et Giorgio Marinelli, se sont vu décerner le prix L. R. Wager par la Royal Society et l'Association internationale de volcanologie et de chimie de l'intérieur de la Terre (AIVCIT, 1972).



Fig. 2. Haroun Tazieff à la découverte des dépôts hydrothermaux de sel sur le dôme de Dallol (Afar, 1967, photo J. Varet).

3.2. Le lac de lave de l'Erta Alé et les mesures in situ sur les volcans actifs

Malgré les difficultés d'accès de la région Afar, et en son sein au cratère du volcan Erta Alé, la découverte de ses lacs de lave, qui offrent une exposition exceptionnelle du point de vue des facilités de prélèvement du magma en fusion et en cours de dégazage, va fournir à Tazieff un laboratoire naturel d'analyse répondant à ses souhaits de mesure au plus près des phénomènes éruptifs. Plusieurs expéditions spécifiques seront organisées sur ce volcan, tandis que se poursuivaient les missions de reconnaissance, de cartographie et d'interprétation géologique de l'ensemble de la dépression de l'Afar, jusqu'aux confins du golfe d'Aden à l'est et du rift africain au sud.

Les missions de terrain en Afar étaient toujours organisées en décembre-janvier, sur une durée de un à deux mois, parce que le climat y était en cette saison le moins rude. La marche sur les terrains basaltiques récents, souvent accidentés, était d'autant plus pénible qu'au rayonnement solaire direct s'ajoutait la chaleur emmagasinée dans la roche noire. L'organisation logistique des expéditions revêtait de ce fait une grande importance. Ayant bénéficié – grâce à l'intervention efficace de Tazieff auprès de Robert Schumann, alors ministre des Affaires étrangères – d'un poste d'« *assistant professor* » auprès de Russell Black à l'université d'Addis-Abeba, il me revenait entre 1970 et 1972 d'organiser ces missions en obtenant le soutien des autorités éthiopiennes. L'Erta Alé, longtemps accessible seulement par hélicoptère – il fallait alors négocier pour obtenir soit les lourds engins de l'armée éthiopienne, soit la mise à disposition de « *l'alouette* » d'Ethiopian Airlines (heureusement facilitée par la bienveillance de pilotes français qui se sont vite passionnés pour nos travaux) – est soudain devenu accessible

par voie terrestre lorsque le Ras Mengasha Seyoum entreprit d'ouvrir une piste rendant accessible aux véhicules tous terrains le cratère même du volcan.



Fig. 3. Les deux cratères de l'Erta Alé (Afar, Ethiopie), avec lacs de lave permanents, tels qu'ils furent découverts en 1968 (photo J. Varet).

Les mesures *in situ* ont, dès le début de ses travaux sur les volcans, constitué l'objectif principal de Tazieff. Après les tentatives effectuées dans les années 1950 et 1960 sur le Nyiragongo, c'est sur les sites de l'Etna et de la Soufrière qu'il put réaliser les premiers développements méthodologiques en s'entourant de plusieurs spécialistes (Fig. 4). L'Erta Alé offrait ainsi, dans les années 1970, un terrain privilégié de mesures chimiques et physiques directes. Outre les mécanismes de dégazage et d'oxydation, ce volcan donnait la possibilité d'effectuer des mesures de flux et de calculer des bilans de matière et d'énergie.



Fig. 4. Tazieff au Nyiragongo en 1973 avec Jo Le Bronec et Jacques Carbonelle (photo François Le Guern).

Les méthodes et les moyens de mesure directe sur les gaz et les laves en fusion développés à cette occasion ont ensuite trouvé des applications sur les volcans français, notamment sur la Fournaise à l'île de la Réunion, et italiens (Etna et Stromboli). Ainsi, après sa nomination à la direction des observatoires volcanologiques, en 1973, par Georges Jobert, directeur de l'Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), Tazieff tente de développer ces applications pour améliorer la prévision de la nature des éruptions. Après une visite du laboratoire de magnétométrie du Commissariat à l'énergie atomique de Grenoble, il sollicite les chercheurs et ingénieurs de ce laboratoire pour travailler avec lui sur des volcans en développant un magnétomètre portable, d'abord expérimenté en 1973 sur le piton de la Fournaise, puis en 1975 sur l'Etna (Fig. 5).



Fig. 5. Mesures de gaz sur l'Etna avec Yvan Elskens et Francis Tonani
(photo François Le Guern).

C'est alors que Tazieff généralise la pratique, initiée en Afar, de réunir des équipes pluridisciplinaires dans des expéditions visant à mesurer tous les paramètres éventuellement utiles à la compréhension des phénomènes éruptifs. En juin 1976, il réunit à l'Etna plus de vingt scientifiques, spécialistes dans une quinzaine de domaines différents. Cette approche naissante trouva rapidement une application opérationnelle lors de l'éruption de la Soufrière, en Guadeloupe, en août 1976 (voir ci-dessous).

Exclu en 1976 des volcans français par Claude Allègre, peu après qu'il a pris la direction de l'IPGP, Tazieff monte alors une coopération avec le ministère des Mines indonésien pour travailler certes à la compréhension du phénomène éruptif, mais surtout à la prévention des risques encourus par les populations. Les missions de terrain se poursuivent avec, notamment, l'Erebus (Antarctique, en 1974 et 1978) et le Cameroun (en 1986).

3.3. Le volcanisme sous-marin et la tectonique des plaques

Un des grands centres d'intérêt de Tazieff en Afar a porté sur la découverte d'un volcanisme sous-marin. En effet, ayant constaté que, sur sa terminaison nord (plaine de As'Ale) comme sur son débouché au sud-est dans le golfe de Tadjourah (lac Asal), on trouvait des plaines de sel et des lacs évaporitiques, et que l'on observait en outre des cônes de hyaloclastites et des coulées de laves débitées en micro-pavés du type de ceux que l'on observe à la surface des « *pillow-lava* », il devenait tentant d'imaginer que l'ensemble de l'Afar ait pu être occupé par un océan, avant que des phénomènes volcaniques n'obstruent ses terminaisons septentrionale et orientale. Ainsi, Tazieff a repéré, en Afar central, un vaste édifice présentant la morphologie tronquée d'un guyot qu'il attribua à une origine sous-marine. Par la suite, des observations géologiques plus nombreuses ont permis de considérer que si le nord de l'Afar (jusqu'aux confins sud du lac Afrera) avait bien constitué au Quaternaire récent un bras de mer sud de la mer Rouge, il ne s'agissait vraisemblablement que d'un golfe (à l'image du golfe d'Akaba), le sud de l'Afar ayant été occupé par un vaste lac comme l'indiquent les abondants dépôts de diatomites qui en tracent encore la périphérie. De même, si le lac Asal est bien d'origine marine, il s'agit en réalité d'infiltrations d'eau de mer en provenance du Ghoubbet à travers les fissures ouvertes du rift d'Asal.



Fig. 6. Haroun Tazieff sur un bateau de la Marine nationale dans le golfe de Tadjoura, en 1975 (photo J. Varet).

Une autre innovation a consisté à chercher à mesurer l'ouverture du rift par mesure directe de part et d'autre de l'axe actif. De ce point de vue, le site le plus propice, dans l'ensemble de l'Afar, était incontestablement le rift d'Asal-Ghoubbet. Relativement facile d'accès par la piste (aujourd'hui une route, à l'époque un circuit pour 4x4 plutôt incertain) reliant Djibouti à Tadjourah, ce site permettait de réaliser des mesures de terrain par laser. Sûr de pouvoir réaliser là les premières mesures directes d'écartement des lèvres d'un rift océanique (valeur calculée comme étant de l'ordre de 2 cm/an), Tazieff réussit à convaincre l'Institut géographique national (IGN) d'installer des bornes, et un dispositif de mesure était entrepris chaque année, sans aucun succès. Nombreux furent ceux qui commencèrent à nier la réalité du phénomène, et à mettre en doute le modèle d'expansion proposé par ses équipes pour l'Afar jusqu'à l'éruption de l'Ardoukobba en 1978. Le réseau pré-positionné de télémétrie permit alors de mettre en évidence une ouverture de deux mètres sur plusieurs dizaines de kilomètres de longueur dans l'axe du rift. On était bien en présence d'un phénomène d'expansion, mais si l'écartement était de 2 cm par an en moyenne, il s'agissait en réalité d'une succession d'ouvertures brutales de segments actifs à compter en mètres sur des espaces de temps de l'ordre de cent ans. Les événements récents mesurés par interférométrie sur images satellites le long de la chaîne axiale de Manda Harraro – que nous avons identifiée comme l'une des plus actives – sont venus confirmer ce type de phénomène en 2006.

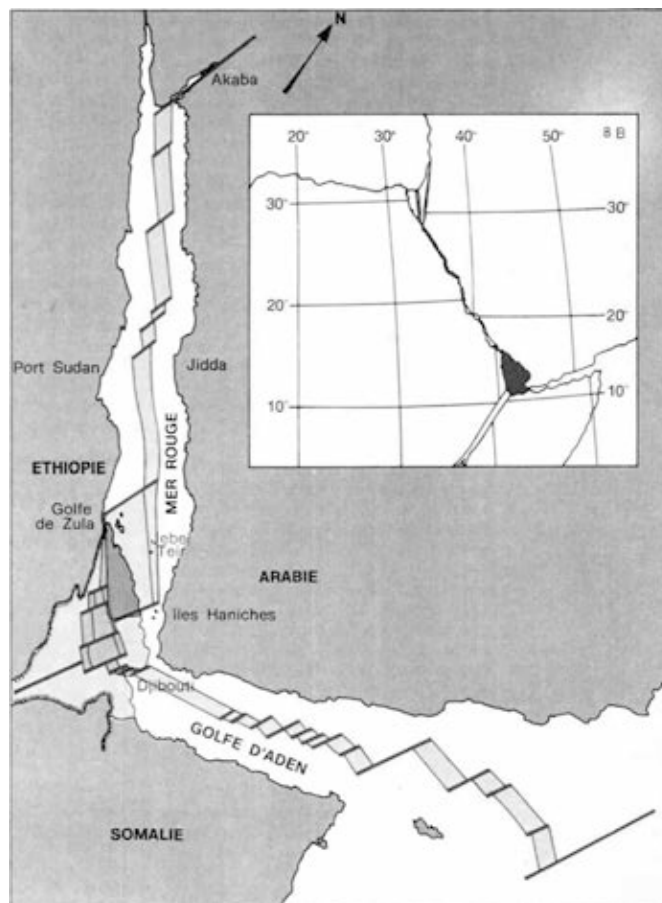


Fig. 7. Tracé des frontières des plaques africaine et arabique établi par Franco Barberi et Jacques Varet à la suite des travaux menés à l'initiative de Haroun Tazieff et Giorgio Marinelli en Afar (extrait de l'article « L'Afar, un "point chaud" de la géophysique », *La Recherche*, J. Varet, 1975).

3.4. L'éruption de la Soufrière

Suite à des manifestations inquiétantes du volcan de la Soufrière en Guadeloupe en juillet 1976, une violente polémique opposa Haroun Tazieff à Michel Feuillard, directeur de l'observatoire volcanologique de la Guadeloupe, au professeur Robert Brousse, appelé à la rescousse et arrivé sur place le 13 août, puis à Claude Allègre, qui venait de prendre ce mois-là la direction de l'Institut de Physique du Globe de Paris. Se fondant sur des analogies présumées avec l'éruption catastrophique de la Montagne Pelée à la Martinique (1902) et sur des analyses erronées effectuées par une étudiante, décelant la présence de magma frais dans les laves et cendres recueillies lors de ces éruptions de la Soufrière, et concluant à une interprétation alarmante de la nature de l'éruption, ces derniers conseillaient l'évacuation, mise en œuvre le 15 août, de 73 000 habitants de l'île vivant à proximité du volcan.

De retour le 29 août d'un déplacement en Équateur, Tazieff, alors responsable des observatoires volcanologiques de l'IPGP, qui avait laissé sur place quelques collaborateurs, se fondant sur son expérience de terrain, affirmait après une visite sur le site (où il faillit être tué par

un jet de gaz) en compagnie de Claude Allègre arrivé deux jours plus tôt, que le volcan n'émettait pas de magma frais et qu'il ne s'agissait, à la différence de la Pelée, que d'une éruption phréatique, sans risque de nuées ardentes. Des mots peu aimables furent échangés, Allègre interdisant aux scientifiques présents sur place de communiquer (notamment pour contester la présence de verre magmatique dans le produit des éruptions) et parvenant à convaincre les pouvoirs publics de maintenir l'évacuation. Utilisant cette polémique comme outil de pouvoir, Allègre démit Tazieff de ses fonctions de directeur des observatoires volcanologiques de l'IPGP en septembre 1976, décision qu'il fit confirmer par le conseil scientifique de l'IPGP le mois suivant. Tazieff fut interdit de séjour sur les volcans français. Il fut bien prouvé dès la mi-septembre par des laboratoires italiens et américains que les analyses montrant la présence de magma frais étaient erronées (il s'agissait en fait de matériaux argileux) ; la Soufrière n'entra pas en phase d'éruption magmatique et l'éruption se calma sans provoquer de dégâts. Tazieff accusa Claude Allègre – qui ne cessait d'accumuler de nouveaux matériels de mesure sur le volcan sans connaissance préalable et imposait sa seule parole d' « expert » – d'entretenir la peur des dirigeants pour extirper des moyens supplémentaires et consolider son pouvoir : une performance en matière de politique de la science, par ailleurs applaudie par des collaborateurs plus corporatistes que soucieux d'éthique.

Après plusieurs mois d'évacuation prolongée de ces dizaines de milliers de Guadeloupéens, il fallut réunir⁶ une commission internationale pour statuer sur les risques encourus par la population. La commission jugea qu'il n'y avait pas de danger d'éruption paroxysmale et recommanda la fin de l'évacuation. Elle émit en outre plusieurs autres recommandations parmi lesquelles l'accroissement des moyens de recherche en volcanologie pour conserver le pluralisme de l'expertise, et la mise en place au niveau ministériel d'un Comité national d'évaluation des risques volcaniques.⁷

En 1981⁸, le tribunal administratif auquel Tazieff avait fait appel lui donna raison de l'injustice qu'avait été son éviction, mais il ne souhaita pas reprendre le poste de directeur des observatoires sous l'autorité d'Allègre. Accueilli par son ami de toujours, Jacques Labeyrie, il organisa un laboratoire de volcanologie au centre CNRS-CEA de Gif-sur-Yvette. En riposte, « les amis » de Claude Allègre organisèrent une campagne consistant à écrire des lettres de témoignages dans le journal *La Recherche*, déniaient toute valeur scientifique à Tazieff « dépassé

⁶ 15-18 novembre 1976 : sous la présidence de Franck PRESS, membre de l'Académie des sciences des États-Unis, ce comité était composé de : S. Aramaki (Tokyo), F. Barberi (Pise), J. Coulomb (IPG, Paris), R.S. Fiske (USGS, USA), P. Gasparini (Naples), C. Guillemin (BRGM, Orléans), G. Sigvaldason (Reykjavik).

⁷ C'est ainsi que ce CSERV fut créé en 1983 et placé sous la présidence de Haroun Tazieff jusqu'en 1984, puis de 1988 à 1995, et maintenu malgré les attaques incessantes de l'IPGP. Il a ensuite été présidé par Yves Caristan, puis par l'auteur de cet article. Le CSERV a été supprimé par arrêté ministériel en 2007.

⁸ Le tribunal décide que « *La décision du 5 octobre 1976 mettant fin aux fonctions de directeur du service de volcanologie de l'IPG exercées par M. Haroun TAZIEFF est annulée* », précisant que « *les manquements éventuels de ce dernier, tant à sa mission générale qu'à sa mission spéciale, compte tenu, en outre, de la liberté d'action à reconnaître à un enseignant et à un chercheur de haute valeur, ne pouvaient, en toute hypothèse, être sanctionnés par la mesure attaquée, dont l'inadéquation aux faits reprochés doit entraîner l'annulation* ».

par la science moderne » et l'accusant de « *charlatanisme* »... jusqu'à ce que sa rédactrice en chef, Martine Barrère, dénonce la machination en publiant la lettre du professeur Maurice Mattauer⁹, alors président de la Société géologique de France, sollicitant et organisant cette campagne de dénigrement.

La polémique rebondit en partie quatre ans plus tard, en 1980, lors de l'explosion spectaculaire du mont Saint Helens (État de Washington, États-Unis), qui tua 57 personnes malgré la surveillance de l'U.S. Geological Survey. Au cours d'une rapide visite sur place, Haroun Tazieff avait en effet, quelques mois plus tôt, qualifié le mont Saint Helens de « *Petite Soufrière* ». Mais s'il s'agissait bien, lors de sa visite, d'une éruption phréatique, elle évolua par la suite en une véritable éruption magmatique de grande ampleur et meurtrière.

Paradoxalement, de manière posthume, Haroun Tazieff est aujourd'hui rejoint par son rival de 1976, Claude Allègre, dans une dénonciation des « *fausses peurs mais véritables pompes à finances* » concernant plusieurs crises environnementales – à la différence près que celles-là sont bien avérées – comme le trou dans la couche d'ozone, l'amiante dans le bâtiment (notamment à l'université de Jussieu !) et même le caractère anthropique de l'augmentation de l'effet de serre.

3.5. L'inadaptation à la carrière universitaire

Si Tazieff occupa quelque temps des postes provisoires à l'université libre de Bruxelles, exerça des fonctions officielles dans d'éphémères observatoires internationaux de sa création, ou fut chargé de cours à l'université de Paris et à celle d'Orsay, il ne bénéficia en réalité d'aucun poste d'enseignement ou de recherche pendant ses vingt premières années d'activités, pourtant ponctuées de publications scientifiques et d'ouvrages ou de réalisations cinématographiques de qualité. Ce n'est qu'après le succès des premières missions en Afar, qui avaient bénéficié d'un soutien temporaire (« *Recherches Coordonnées sur Programme* », RCP 171 du CNRS), qu'il fut invité en 1972 – à l'initiative de Hubert Curien alors président directeur général du CNRS, relayée par Jean Goguel, qui présidait la commission de géologie – à présenter sa candidature à un poste de directeur de recherches au CNRS. La direction du CNRS avait alors le souci d'améliorer l'image de l'établissement par une meilleure popularisation de la recherche scientifique. C'est fort de ce poste que lui fut ensuite proposée en 1973 la direction des observatoires volcanologiques de l'IPGP puis, après son limogeage par Claude Allègre en 1976,

⁹ Récemment décédé, celui-ci avait ensuite pris ses distances avec Claude Allègre après cette consternante cabale. La cour d'appel de Montpellier, constatant que Maurice Mattauer avait procédé d'une « *volonté affirmée et caractérisée de dénigrer systématiquement et par des procédés très contestables Haroun Tazieff* » et « *ne se comportant pas en scientifique ou critique prudent et avisé, conscient des devoirs et des limites que lui imposaient ses qualités de Président d'une société savante* », l'avait condamné le 28 janvier 1980 pour s'être livré « *avec une légèreté blâmable et malicieuse, dans des termes manifestement excessifs et outranciers, à des attaques précises de nature à compromettre singulièrement l'honneur d'un homme de grande notoriété* », chez qui elle reconnaissait « *une ouverture destinée à la culture du plus grand nombre qui honore le savant plus qu'elle ne le diminue* ».

la direction du laboratoire de volcanologie du Centre des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette qui se spécialisait notamment dans les gaz éruptifs.

Pour beaucoup d'universitaires, Tazieff n'était pas considéré comme un chercheur, ni même comme un géologue, mais comme un explorateur, un aventurier, ou un cinéaste. Ce mépris était tangible, y compris lors de son élection en 1972 au poste de directeur de recherches par la commission du CNRS concernée, qui a nécessité tout le poids de son président, Jean Goguel, pour qu'elle soit acquise de justesse, malgré le soutien affiché de la direction du CNRS qui avait sollicité cette candidature.

En 1975, il reçoit pour son œuvre le prix Jean-Perrin, visant à récompenser la vulgarisation de la science.

Force est de constater que Tazieff a entretenu, avec la recherche académique et institutionnelle, une relation paradoxale. D'un côté, il a toujours cherché à rassembler des talents scientifiques toujours plus nombreux et diversifiés autour des objets de ses recherches, les volcans, la prévision des éruptions et la prévention des risques. Il a éveillé des vocations scientifiques chez de nombreux jeunes géologues. De l'autre, il n'a jamais su prendre sa place dans le dispositif de la recherche publique française. S'il n'était pas « *reconnu* » par elle, Tazieff le lui rendait bien, ne marquant pas de déférence particulière à l'égard du milieu académique. On peut attribuer cette attitude à plusieurs causes, qu'il s'agisse de son passé apatride, de sa formation d'ingénieur à finalité pratique, ou de son caractère très entier. Il est certain que les vingt années qu'il a passées comme « *free lance* », finançant lui-même ses expéditions avec le produit de la diffusion de ses œuvres cinématographiques, littéraires ou médiatiques (conférences, interviews télévisés) ont beaucoup marqué ce caractère hors du commun. Mais on peut aussi retourner la question et se demander pourquoi le « *système* » de l'enseignement supérieur et de la recherche publique français n'a pas su trouver à celui qui lui conférait pourtant une réputation exceptionnelle dans le monde, toute la place qui aurait dû lui revenir en lui fournissant l'assistance – notamment administrative – qui lui faisait défaut pour exercer ce type de « *métier* ». Certes, le CNRS lui a fourni un poste, mais les moyens de travail ne lui ont pas été accordés à l'IPGP où très vite Claude Allègre a su l'éliminer. À cet égard, même si l'opération de dénigrement engagée par Maurice Mattauer, alors président de la Société géologique de France, n'a pas soulevé la vague de soutien à Allègre que celui-ci recherchait, sa condamnation en justice en 1980 n'a pas entraîné, de l'intérieur de la Société, le rejet de son président. Tazieff y voyait la « *dégradation éthique qui marque de façon alarmante les sciences de la terre depuis qu'Allègre règne sur elles* ». Refusant toute conciliation, il ajoutait : « *il m'est donc impossible de rentrer dans le rang moutonnier aussi longtemps qu'Allègre ne sera pas puni de ses crimes – dont le premier est la corruption des jeunes géologues, géophysiciens et géochimistes – impossible aussi de réintégrer une Société géologique qui refuse de se démarquer de son Mattauer* » (Fig . 8).

HAROUN TAZIEFF
MEMBRE DE L'ACADEMIE DES SCIENCES
15, QUAI DE BOURBON
75004 PARIS

24 mars 1980

Merci, cher Maurice, pour votre lettre et pour vos conseils. J'ai été très sensible à la peine que vous avez prise à m'écrire longuement. Malheureusement je ne puis me résoudre à vous maintenant ce que vous appelez la sagesse et la sémantique.

Ceci par au fait par esprit de vengeance (quoique j'en sois fort loé de n'en pas avoir) mais essentiellement parce que il me fait lettre par que un mattauer, regret de son maître, son constant par la justice pour que justice soit rendue et, surtout, pour que soit mis un fin à la dégradation éthique qui manque de façon alarmante la science de la terre française, depuis que Allègre règne en elle. La comparaison avec la géologie soviétique et l'enseignement malheureusement pas déplacé. Au' un Olivier Stinn ou un Albin Sureau dit ne soient pas. Staline a amélioré en rien la situation de la profession, sauf qu'on ne va pas moins ou moins en Sibirie. Mais à son combat la lâcheté et le servilisme se sont développés depuis moins de quatre ans, dans notre minuscule géo-orientaliste, il est à l'instar de l'enseignement qui pleurent. Avec ses collègues acceptés (car de l'occident) d'êchir de n'êchir pas un écrivain de chiffres, un français, qu'il tolèrent que leur société savante montre une attitude calomnieuse et ne relâchent ni à la divulgation de ce délit d'État commun ni à la dure condamnation prononcée par la Cour, ni aux attentes, plus dures encore, qui expliquent ce jugement, montre combien il est difficile de résister pour, tout simplement, préserver l'honneur de votre profession. Il est assez paradoxal que le seul texte à s'indiquer de la parfaite d'Allègre furent ceux de collègue étranger : américains, britanniques et italiens. Par une seule ligne d'un géo-orientaliste français n'a été publiée à ce sujet.

Il n'est donc impossible de rester dans le rang montonnais aussi longtemps. Qu'Allègre ne sera pas parmi de ses pairs — dont le pire est la corruption de jume, géologue, géophysicien et géochimiste —, impossible aussi de réintégrer une Société géologique qui refuse de se désengager de son mattauer.

Vous savez quelle peine j'en souffre personnellement et quelle joie de p'vous en. J'aurais aimé vous faire plaisir en accordant aux souhaits que vous exprimez dans votre lettre. Mais je ne le puis. J'en demande de ne pas ni en tenir rigueur et de venir à mon meilleur souvenir.

Haroun Tazieff.

Fig. 8. L'écriture de Tazieff : lettre (reproduite avec l'accord de son destinataire) qui lui suggérait de réintégrer la Société géologique de France après sa démission, adressée à la suite de la lettre-circulaire diffusée par son président, Maurice Mattauer, et du procès qui s'ensuivit (1980).

3.6. L'épisode politique (1982-1996)

C'est l'arrivée de la gauche au pouvoir, avec l'élection de François Mitterrand, qui fait entrer Tazieff dans l'univers politique institutionnel. Il faut dire qu'il avait largement participé au succès du premier secrétaire du Parti socialiste en figurant – parmi d'autres personnages de renom – sur une affiche électorale qui a joué un rôle clé dans l'image du futur président. L'engagement à gauche de Tazieff n'était pas nouveau. Ancien résistant, il était resté proche du Parti communiste tout en ayant pris ses distances avec l'appareil.

Pour le remercier des services rendus, il est nommé commissaire à l'étude et à la prévention des catastrophes naturelles dans le gouvernement Mauroy en 1981, poste qu'il occupe avec plus de constance qu'Alain Bombard (qui figurait sur la même affiche mais dont la mission n'a duré que quelques mois). Il fut ensuite promu secrétaire d'État à la Prévention des risques technologiques et naturels majeurs dans le gouvernement Fabius, de 1984 à 1986.

C'est l'arrivée de Lionel Jospin au pouvoir au sein du PS puis au gouvernement qui modifia dramatiquement la trajectoire politique de Tazieff. Allègre ayant fait valoir auprès du premier secrétaire du PS leur passé étudiant à la résidence universitaire d'Antony, ce dernier, fasciné par ce professeur d'université, le prend à ses côtés comme conseiller scientifique puis comme ministre de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Sa relation amicale avec Mitterrand ne permet pas à Tazieff de rétablir la relation de confiance avec le gouvernement, dont il se sent désormais exclu. C'est alors que, cédant aux avances d'Alain Carignon¹⁰, il se fait élire conseiller général de l'Isère en 1988, conseiller municipal de Grenoble (contribuant au succès de la liste de droite), puis conseiller régional de la région Rhône-Alpes en 1992. Ainsi, son hostilité envers Allègre et sa déception pour ce qu'il prend pour un manque de lucidité et de fidélité de Mitterrand ont amené Tazieff à quitter le camp politique de la gauche auquel il avait toujours appartenu, pour apporter son appui à la droite, qui plus est à un politicien qui ne brillait pas par des qualités plus flagrantes que celles de celui contre lequel se concentrait son hostilité.

4. Tentative de mise en lumière des principaux apports de Tazieff aux géosciences

4.1. La compréhension des phénomènes à partir des observations sur le terrain

Jusqu'en 1960, Haroun Tazieff s'est intéressé à l'étude des formations volcaniques en rapportant toujours leur composition et leur aspect en place sur le terrain aux observations faites « *in vivo* », sur le même site ou en d'autres lieux, où l'activité volcanique génèrait ce type de dépôts. Les enseignements qu'il en a tirés ont alimenté de nombreuses publications qui font toujours référence aujourd'hui, comme le travail publié sur les ignimbrites de la Vallée des 10 000 fumées en Alaska, ou les observations doublées de films qu'il a effectuées lors de l'éruption sous-marine puis subaérienne de Faial aux Açores. La pétrographie des hyaloclastites était ainsi expliquée par la dynamique des phénomènes d'interaction eau-magma observés sur le terrain. Cette approche a eu pour originalité d'utiliser le film comme moyen d'explication et d'illustration des phénomènes pétro-génétiques et d'archivage pour une exploitation ultérieure des renseignements visuels ainsi recueillis. Cette méthode dédaignée, méprisée, voire même décriée par le milieu académique, s'est avérée extrêmement fructueuse. Elle permet en effet, plusieurs années après l'événement, de procéder à des comparaisons avec des phénomènes plus récents, de développer de nouvelles voies de recherche, voire de déceler des indications ou de formuler des interprétations qui n'avaient pas été retenues à l'époque.

4.2. L'analyse des gaz

Jugeant insuffisants les renseignements qu'apportaient la géologie et la pétrographie, Tazieff s'est focalisé dès les années 1960 sur l'analyse des gaz, jugés moteurs de l'activité éruptive. Les gaz étaient en outre susceptibles, autant que les roches volcaniques, de contenir

¹⁰ Prodiguées dès 1986, lors de la première cohabitation, lorsqu'Alain Carignon remplaça Huguette Bouchardeau au ministère de l'Environnement, auquel le Secrétariat d'Etat aux risques majeurs était rattaché.

des informations sur leur parcours, et sur leur transformation dans le sol ou l'atmosphère. Tazieff a engagé une collaboration avec Marcel Chaigneau responsable du laboratoire d'analyse des gaz de l'École de pharmacie de Paris. Analyste méticuleux, il étudiait les échantillons rapportés des volcans actifs les plus divers (Nyiragongo, Nouvelles-Hébrides, Soufrière de la Guadeloupe). Cette approche a été complétée par l'analyse en laboratoire des gaz produits par dégazage des roches volcaniques et des inclusions dans les minéraux. Ces méthodes donnaient des résultats très différents selon les auteurs, les techniques employées, le lieu et le moment du prélèvement. Jusque-là, les gaz étaient prélevés dans des petites bouteilles sous vide ou contenant des réactifs. Les prélèvements étaient effectués pendant un temps court et ne représentaient que quelques valeurs isolées sur une courbe dont on ignorait les variations. Tazieff a donc cherché des méthodes de prélèvement des gaz volcaniques en continu. Une gageure du fait qu'ils sont émis à haute température, se condensent en solutions acides auxquelles l'acier inoxydable ne résiste pas, et contiennent souvent plus de 90 % d'eau qui noie l'analyseur en quelques minutes. Afin de régler ces problèmes, avec Tonani et Elskens (l'un théoricien, l'autre praticien), Tazieff va, de 1963 à 1967, développer des appareils de mesure chromatographique de terrain adaptés aux volcans. Les premières mesures continues de température sont réalisées en 1964 et en 1966 le dispositif sera complété par un spectromètre de masse permettant pour la première fois de mesurer en continu (au Stromboli et à l'Etna) les variations de concentration des gaz (H_2O , CO_2 ,...) et de les corrélérer avec l'activité volcanique. Les pulsions de la vapeur d'eau et les fluctuations du rapport CO_2 /gaz indiquent trois types d'apports : magmatiques, des terrains encaissants et atmosphériques. Ils mettent en évidence et analysent également les dépôts de halite, d'hématite, de cassitérite et d'aphtitalite $(K,Na)_2SO_4$ en cristaux.

4.3. Mesure des gaz in situ et interprétation

Ces méthodes ont permis la mise en évidence de variations à courte et longue période des émissions fumerolliennes, dont la composition dépend des réactions des gaz entre eux et avec la roche. Le débit global du gaz pourra être utilisé pour tester la surveillance. Les fluctuations rapides qui intéressent des gaz plus chauds (300 à 1100° C), semblent liées à la pression régnant à la source. Pour quantifier le débit d'énergie, il fallut mesurer les flux de chaleur, réalisés avec des appareils de mesure à distance ou des capteurs *in situ*, disposés dans les jets volcaniques : mesures restées les seules de l'histoire de la volcanologie. En 1968 sont obtenues les premières mesures directes (à l'Etna) des fluctuations rapides des paramètres thermiques des gaz éruptifs : 320° C à 1100° C, flux de 2 à 30 watts/cm², corrélées avec la vitesse du courant gazeux et la fréquence et l'intensité sonore. S'ensuit la mise au point de capteurs destinés à des mesures directes dans les jets.



Fig. 9. Préparation d'une conférence (1984).

La première thermographie infra-rouge est obtenue sur un hornito¹¹ de l'Etna en 1969, mise en rapport avec les variations de l'énergie émise. Une instrumentation complète pour l'étude des transferts de masse et d'énergie entre volcans et atmosphère est mise au point au CEA à Saclay, ce qui permet de quantifier les transferts de masse et d'énergie sur les lacs de lave de l'Erta Alé. Ces méthodes ont été appliquées à l'île de la Réunion et sur le lac de lave du Nyiragongo. Les résultats obtenus ont contribué à l'établissement de modèles visant à préciser le risque éruptif à partir des analyses de gaz, la disparition de l'hydrogène sulfuré au profit de l'anhydride sulfureux indiquant, par exemple, l'approche du magma près de la surface. Hélas, la violence de l'éruption attendue (nuées ardentes) ne peut être déduite de cette seule observation.

4.4. Une contribution à la sensibilisation au sujet de la géothermie

À côté de la recherche fondamentale, Tazieff, sans doute du fait de sa formation d'ingénieur, s'est également intéressé aux applications des géosciences. Plus que les applications minières, qui auraient pu résulter de sa première expérience professionnelle au Congo belge, c'est sur la géothermie qu'il a porté son dévolu.

La géothermie fait en effet partie de sujets sur lesquels, sans s'impliquer personnellement dans la recherche, Tazieff a joué un rôle de promotion tant vis-à-vis du grand public que par son

¹¹ Petit cône volcanique produit par le dégazage de la lave.

engagement politique. Convaincu par Giorgio Marinelli et l'expérience italienne de Larderello, de l'intérêt de cette technologie de production d'énergie il contribue aussi à en faire connaître les développements dans le monde, notamment en Nouvelle-Zélande. Avec l'appui de Jean Goguel, tous deux convainquent les autorités françaises et le BRGM de lancer en 1972 l'exploration du site d'Asal en République de Djibouti (alors Territoire français des Afars et des Issas). Par la suite, il se verra confier, avec Philippe Chartier, un rapport sur les énergies renouvelables par François Mitterrand, qui aboutira à la création de l'Agence française pour la maîtrise de l'énergie, regroupant les capacités du Commissariat à l'énergie solaire, du Comité géothermie et de l'Agence pour les économies d'énergie (cf. note 2). Il conservera par la suite un regard confiant et une attitude encourageante envers ceux qui s'engagèrent dans cette voie¹²,

4.5. Expérimentations et innovations en matière de risques

Sadao Matsuo, partant du résultat de l'analyse des gaz obtenus par Jaggar sur le lac de lave du Kilauea à Hawaii, recalculait la composition des gaz avant refroidissement indiquant que l'hydrogène sulfuré et l'anhydride sulfureux coexistaient dans les gaz magmatiques et qu'à 120° C survenaient les réactions modifiant la composition du mélange¹³. Ce constat était confirmé sur les fumerolles de Vulcano, et amenait Tazieff à s'intéresser à la prévision des éruptions volcaniques et de là, à la prévention des risques naturels majeurs.

C'est à partir de 1982 que Tazieff, en acceptant des responsabilités ministérielles, élargit ses préoccupations à l'ensemble des risques majeurs. Son approche ne se cantonne pas à la dimension nationale, et il cherche à conserver dans ce domaine aussi une approche de terrain. Il lance l'opération « *Isère département pilote pour les risques majeurs, naturels et technologiques* », avec la création du « *Pôle grenoblois d'étude et de prévention des risques naturels* » financé par le Conseil général. Les travaux, engagés sur plusieurs années, ont porté sur les avalanches, les glissements de terrain, les éboulements, les crues torrentielles, les inondations et les tremblements de terre ; en fait tout sauf les volcans, les barrages, la pollution des nappes phréatiques, le nucléaire, et les risques liés aux transports ou risque chimique.

Les cartes de l'aléa sismique français comparées à la carte d'implantation des centrales nucléaires entraînèrent de sa part de vigoureuses campagnes en faveur de politiques de prévention des risques et de développement du génie parasismique, qui aboutirent à la laborieuse élaboration des Plans d'exposition aux risques (PER). En matière de prévision des

¹² Notamment l'auteur de ces lignes, lorsqu'il se vit confier la direction du département géothermie du BRGM (1976) et créa la Compagnie française de Géothermie (1984).

¹³ Ces données permirent d'inventer un chromatographe de terrain dosant les gaz à une température supérieure à 120° C. Les produits à faible concentration étaient captés dans des ampoules sous vide avec un condenseur et un tube de silice connecté à ce matériel permettait de recueillir des condensations de produits solides au fur et à mesure de la décroissance de température. Parallèlement un calcul thermodynamique développé avec Thermodata à Grenoble permettait de simuler les condensats à partir de la composition du gaz. Cette méthode appliquée à L'Etna, au mont St Helens, au Merapi, à l'Erta Alé, au Nyiragongo fut également appliquée dans l'industrie (source François Le Guern).

risques sismiques, Tazieff chercha à expérimenter en France la méthode géophysique VAN en prenant appui sur le CEA/LDG. Après la faillite des recherches sur les courants telluriques, peu convaincantes dans l'une des régions les plus électrifiées de France, le radon ouvre encore de belles perspectives pour la recherche des précurseurs sismiques. Même si telle n'était pas son intention, « *Garouk* » a légué là aux générations suivantes de chercheurs de beaux « *terrains de jeux* ».

Au plan de la coopération internationale, l'accord de coopération signé par le secrétaire d'État français avec le gouvernement indonésien en 1986 a sans doute été son initiative la plus productive, tant au bénéfice de ce pays que pour la formation des jeunes volcanologues français. Cette coopération se poursuit aujourd'hui et mobilise encore en 2010 une quinzaine de chercheurs français avec le soutien actif de l'ambassade. Les domaines de coopération incluent la recherche, les développements technologiques et les transferts de technologie, la formation de cadres indonésiens et des chercheurs français, notamment l'apprentissage à la gestion de crise. Cette opération garde un caractère exceptionnel dans la mesure où des volcanologues français de tous horizons (universités, CNRS, CEA, BRGM, etc.) y bénéficient d'un contexte unique, permettant d'assurer une formation accélérée, sur le vif de jeunes chercheurs et ingénieurs français capables d'intervenir sur les volcans actifs, avec des retours d'expériences fort utiles pour l'étude des volcans français. Les projets actuellement développés, dans la continuité de l'initiative engagée par Haroun Tazieff incluent : instrumentation, développements méthodologiques, campagnes de mesures, traitement d'images, gestion et diffusion de données (site web).

De façon plus générale, les « *anciens* » de ses équipes et leurs héritiers plus jeunes formés dans les divers contextes ouverts qu'il a créés, s'entendent pour reconnaître les nombreuses voies qu'il a ouvertes et les vocations qu'il a suscitées.

En guise de conclusion

Je n'ai pas prétendu, à travers cet exposé, faire œuvre de biographe. Il serait nécessaire de consulter de nombreuses sources, ce que je n'ai pas pris le temps de faire, me contentant de témoigner de mon expérience personnelle auprès de lui, tout en bénéficiant des éclairages complémentaires de quelques amis.

Ses proches collaborateurs étaient réunis le 9 juin 1994 pour lui offrir deux tomes de ses œuvres scientifiques, reliées par Alexandre McBirney et illustrées par Pierre Bichet, dont la préface résume bien l'appréciation portée sur Tazieff par ceux qui l'avaient le mieux connu :

« Scientifique, boxeur, alpiniste, spéléologue, Haroun Tazieff a su nous entraîner sur le terrain où nous avons travaillé dans des conditions parfois extrêmes. Nous y sommes tous revenus et, pour certains d'entre nous, cette activité est même devenue notre métier. Pourquoi

l'avons-nous suivi ? Est-ce la façon d'appréhender les phénomènes naturels tant par instinct que par logique scientifique ? Est-ce la pugnacité à défendre ses idées envers et contre tous ? Est-ce la confiance qu'il a su nous accorder en défendant des projets trop innovants pour être acceptés par « le système » ? Il nous a appris le vagabondage scientifique, se refusant à figer une recherche nécessitant des compétences et des collaborations multiples. L'étude des fluides volcaniques a été menée sous un angle dynamique : l'étude de systèmes a remplacé la mesure de concentrations. Les résultats obtenus ont ouvert le dialogue entre atmosphériciens, pétrologues, gîtologues, géophysiciens. Les méthodes développées ont trouvé des applications en milieu industriel. En ce qui concerne la prédiction des éruptions, ces progrès techniques n'ont rien apporté qui puisse vraiment se substituer à l'évaluation pondérée faite par un homme d'expérience.

« Des nombreuses actions menées à bien par Tazieff, on retiendra tout particulièrement son effort pour établir un code de déontologie pour les volcanologues préoccupés par les problèmes difficiles des aléas et risques volcaniques. Avant qu'il n'en parle, personne n'avait sérieusement discuté du rôle des géologues dans l'interprétation des effets potentiels des éruptions volcaniques sur les populations. Grâce à son insistance, la communauté des géologues s'est finalement mise au travail et a appliqué les règles professionnelles qu'il avait défendues avec véhémence. Ce sont ses contestations et protestations qui ont fait naître ces principes que l'on pourrait résumer en trois points :

- l'interprétation des aléas volcaniques doit être laissée aux spécialistes. La complexité du volcanisme et les difficultés d'anticiper le comportement individuel des volcans ne sont généralement pas appréciées des géologues qui n'ont pas eu l'occasion d'avoir affaire à un grand nombre de volcans actifs. Sans cette expérience, il est très facile d'évaluer faussement la situation.

- Tazieff a fait ressortir que la tâche du volcanologue n'est pas de prédire les événements éruptifs mais de prévoir les événements catastrophiques. Quelques éruptions volcaniques présentent des menaces très sérieuses. On doit être en mesure de les identifier sans négliger la possibilité d'un comportement inhabituel. Même l'observateur le plus expérimenté ne peut anticiper tous les développements possibles d'un grand volcan bien développé, particulièrement si l'histoire de son activité éruptive antérieure est mal connue, mais toutes les possibilités envisagées peuvent être pondérées et placées dans une perspective réaliste.

- Ceci est probablement le point le plus important : nous avons appris que le rôle du volcanologue professionnel est de conseiller l'autorité administrative. Les « pseudo experts » qui alimentent la presse d'informations erronées ont créé des paniques et des réactions exagérées et coûteuses. Lorsque ces « experts » donnent des avis contradictoires, le public aussi bien que les autorités perdent confiance en tous les volcanologues, et appliquent les mesures les plus conservatrices, même lorsqu'elles

entraînent d'importantes dépenses inutiles [...] nous pouvons entrevoir le jour où un code déontologique pour volcanologues sera largement accepté comme celui des médecins, ingénieurs et autres professions au service du public. »

Plus récemment, après sa mort, ses proches ont été réunis par sa femme France pour un nouveau témoignage public, dont est résulté l'ouvrage *Haroun Tazieff : Une vie de Feu*, témoignages illustrés recueillis par France Tazieff et Jean Lacouture, qui était aussi un de ses amis et dont on connaît les talents de biographe, publié aux éditions Glénat en 2004.

Il faudrait aussi, bien sûr, prendre en compte les récits autobiographiques écrits par Haroun Tazieff lui-même, dont *Les défis et la chance : ma vie. Vol. 1 de Petrograd au Nyiragongo*, puis : *Les défis et la chance : ma vie. Vol. 2 Le vagabond des volcans*, publiés chez Stock en 1991 et 1992. Je ne peux que recommander la lecture attentive de ces livres à ceux qui voudraient publier un ouvrage de biographie scientifique plus complet sur Haroun Tazieff.



Fig. 10. Article de Hubert Sellan « Haroun Tazieff, dix ans déjà » dans la revue *Préventique* de janvier 2006.

Remerciements

Je remercie Frédéric Lavacherie, François Le Guern, Jean-Christophe Sabroux, Pierre Zettwog, Michel Durand-Delga et Jean Gaudant pour leur relecture de ce manuscrit, et les enrichissements qu'ils ont apportés à ce texte.

Bibliographie scientifique de H. Tazieff¹⁴

(1949). Premières explorations du cratère du Nyiragongo. *Ann. Soc. Belge Géol.*, Bruxelles, LVIII, p. 165-172.

¹⁴ <http://dominique.decobecq.perso.neuf.fr/tazieff.html>

- (1950). L'éruption du volcan Gituro (Kivu, Congo Belge) de mars à juillet 1948. Mém. n° 1 Direction générale des Affaires économiques, Service géologique. 158 p. et 22 planches photos.
- (1952). Campagne océanographique en mer Rouge. *Ann. Soc. Belge Géol.*, Bruxelles, LXI, p. 84-90.
- (1953). TAZIEFF, H., COUSTEAU, J.-Y., NESTEROFF, W. Coupes transversales de la mer Rouge. *Congrès Géol. Int. Alger*, IV, p. 75-78.
- (1957). DENAEYER, M. E., TAZIEFF, H. Nature de la lave actuelle et de quelques laves plus anciennes de la caldère du Nyiragongo. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **244**, p. 218-221.
- (1958). L'éruption de 1957-1958 et la tectonique de Faial, Açores. *Ann. Soc. Belge Géol.*, Bruxelles, **LXVII**, p. 14-49.
- (1960). CHAIGNEAU, M., TAZIEFF, H., FABRE, R. Sur l'analyse des émanations volcaniques de l'archipel des Nouvelles-Hébrides. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **250**, p. 1760-1765.
- (1960). CHAIGNEAU, M., FABRE, R., TAZIEFF, H. Composition des gaz volcaniques du lac de lave permanent du Nyiragongo (Congo). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **250**, p. 2482-2485.
- (1960). Exploration géophysique et géochimique du volcan Nyiragongo (Congo belge). *Bull. Volcanol.*, **XXIII**, p. 69-71.
- (1960). CHAIGNEAU, M., FABRE, R., TAZIEFF, H. Sur l'extraction et l'analyse des gaz occlus dans la lave du volcan Nyiragongo. *Ann. Géophys.*, **XVI**, 4.
- (1960). A propos de la signification tectonique des importants glissements de terrain provoqués par le grand séisme du Chili. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **251**, p. 2204-2206.
- (1960). Interprétation des glissements de terrain accompagnant le grand séisme du Chili. *Bull. Soc. belge Géol.*, **LXIX**, p. 374-384.
- (1961). BLOT, C., TAZIEFF, H. Quelques résultats de séismologie volcanique au volcan de Tanna, Nouvelles-Hébrides. *Bull. Séances Acad. R. Sci. O. M. (ARSOM)*, n. sér., **VII**, 2, p. 270-279.
- (1962). Quelques observations sur la crise séismo-volcanique de mai 1960 au Chili. *Bull. Volcanol.*, **XXIV**, p. 83-86.
- (1962). PETERSCHMITT, E., TAZIEFF, H. Sur un nouveau type de secousse volcanique enregistrée au Stromboli. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **255**, p. 1971-1973.
- (1963). GEZE, B., TAZIEFF, H. Le renouveau des études européennes sur les volcans actifs. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **V**, p. 173-175.
- (1963). BORDET, P., TAZIEFF, H. Remarques sur l'éruption du Katmaï et de la vallée des Dix-Mille-Fumées et sur le problème des ignimbrites. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **V**, p. 210-213.
- (1963). TAZIEFF, H., TONANI, F. Fluctuations rapides et importantes de la phase gazeuse éruptive. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **257**, p. 3985-3987.

- (1963). BORDET, P., MARINELLI, G., MITTENBERGER, M., TAZIEFF, H. Contribution à l'étude volcanologique du Katmaï et de la vallée des Dix-Mille-Fumées. *Mém. Soc. Belge Géol.*, (sér. 8), n° 7, p. 1-114.
- (1963). Il vulcano Tinakula (Pacific occidentale). *Atti Soc. Toscana Sci. nat.*, **70**, p. 443-451.
- (1964). ELSKENS, I., TAZIEFF, H., TONANI, F. A new method for gas analysis in the field. *IUGG Gen. Ass. Bull. Volcanol.*, **XXVII**, p. 1-4.
- (1965). Convective Origin of Lunar craters. *Ann. NY Acad. Sci.*, **123**, p. 525-527.
- (1966). Indonesia volcanological report. Unesco, Paris, p. 1-23.
- (1966). Volcano Survey. *Earth Sci. Rev.*, **I**, p. 235-299.
- (1966). État actuel des connaissances sur le volcan Nyiragongo (République démocratique du Congo). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **VIII**, p.176-200.
- (1967). Turbidites. *C. R. somm. Soc. Géol. Fr.*, **1967**, p. 1-20.
- (1967). GIBSON, I., TAZIEFF, H. Additional theory of origin of fiamme in ignimbrites. *Nature*, **215**, n° 5109, p. 1473-1474.
- (1967). GIBSON, I., TAZIEFF, H. Genèse de l'ignimbrite pantelléritique de Fantalé. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **265**, p. 950-953.
- (1968). Mécanisme des éruptions sous-marines et genèse d'hyaloclastites. *Geol. Rundschau*, **57**, (3), p. 955-966.
- (1968). TAZIEFF, H., BOULAY, J. L., GARAND, M., MAULARD, J. Mesure des variations rapides des paramètres thermiques des gaz éruptifs. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **267**, p. 1253-1256.
- (1968). MARINELLI, G., TAZIEFF, H. L'ignimbrite et la caldera du Batur (Bali, Indonésie). *Bull. Volcanol.*, **XXXII**, p. 89-120.
- (1968). Relations tectoniques entre l'Afar et la mer Rouge. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **X**, p. 468-477.
- (1968). Tectonique de l'Afar septentrional. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **268**, p. 2030-2033.
- (1969). Volcanisme sous-marin de l'Afar (Ethiopie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **268**, p. 2657-2660.
- (1969). ELSKENS, I., TAZIEFF, H., TONANI, F. Investigations nouvelles sur les gaz volcaniques. *Bull. Volcanol.*, **XXXII**, p. 522-574.
- (1969). TAZIEFF, H., JATTEAU, M. Mesure dans l'infra-rouge de paramètres physiques des gaz éruptifs. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **268**, p. 767-770.
- (1969). TAZIEFF, H., MARINELLI, G., BARBERI, F., VARET, J. Géologie de l'Afar septentrional, première expédition du CNRS France et du CNR Italie (décembre 67-février 68). *Bull. Volcanol.*, **XXXIII**, p. 1039-1072.
- (1970). The mechanism of ignimbritic eruption. *Geol. J.*, Liverpool, **2**, p. 157-164.

- (1970). New investigations on eruptive gases. *Bull. Volcanol.*, **XXXIV**, p. 1-18.
- (1970). The Afar Triangle. *Sci. Am.*, **222-2**, p. 32-40.
- (1970). GIBSON, I. L., TAZIEFF, H. The structure of Afar and the northern part of the Ethiopian Rift. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **267**, p. 331-388.
- (1970). BONATTI, E., TAZIEFF, H. Submarine volcanoes in the Afar rift. *Trans. Am. Geophys. Union*, **51**, (4), p. 443.
- (1970). BONATTI, E., TAZIEFF, H. Exposed guyot from the Afar Rift. *Science*, **168**, p. 1087-1089.
- (1971). Sur la tectonique de l'Afar central. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **272**, p. 1055-1058.
- (1971). TAZIEFF, H., LE GUERN, F. Signification tectonique et mécanisme de l'éruption d'avril-mai-juin 1971 de l'Etna. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **272**, p. 3252-3255.
- (1971). New investigations on Eruptive Gases. *Bull. Volcanol.*, **XXXIV**, p. 421-438.
- (1972). About deep-sea volcanism. *Geol. Rundschau*, **61**, p.470-480.
- (1972). ZETTWOOG, P., CARBONELLE, J., LE GUERN, F., TAZIEFF, H. Mesures de transferts d'énergie et de transferts de masse au volcan Erta'Alé (Afar, Ethiopie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **274**, p. 1265-1268.
- (1972). TAZIEFF, H., VARET, J., BARBERI, F., GIGLIA, G. Tectonic significance of the Afar (or Danakil) Depression. *Nature*, **235**, n° 5334, p. 144-147.
- (1972). BARBERI, F., BORSI, S., FERRARA, G., MARINELLI, G., SANTACROCE, R., TAZIEFF, H., VARET, J. Evolution of the Danakil Depression (Afar, Ethiopia) in light of radiometric age determinations. *J. Geol.*, **80**, p. 720-729.
- (1972). Tectonics of Central Afar. *J. Earth. Sci.*, Leeds, **8**, p. 171-181.
- (1972). BARBERI, F., TAZIEFF, H., VARET, J. Volcanism in the Afar Depression: its tectonic and magmatic significance. *Tectonophysics*, **15**, p. 19-29.
- (1972). MARINELLI, G., BARBERI, F., VARET, J., TAZIEFF, H. *Carte géologique de la chaîne volcanique de l'Erta'Alé*. CNRS éditions.
- (1973). ZETTWOOG, P., TAZIEFF, H. Instrumentation for Measuring and Recording Mass and Energy Transfer from Volcanoes to Atmosphere. *Bull. Volcanol.*, **XXXVI**, 1, p. 1-19.
- (1973). Structural implications of the 1971 Mount Etna eruption. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **274**, p. 79-82.
- (1975). LE GUERN, F., GIGGENBACH, W., TAZIEFF, H., ZETTWOOG, P. Étude des fluctuations de la phase gazeuse à l'étang de lave de l'Erta'Alé (Ethiopie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **280**, p. 1959-1962.
- (1975). LE GUERN, F., GIGGENBACH, W., TAZIEFF, H. Équilibres chimiques des gaz éruptifs du volcan Erta'Alé (Ethiopie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **280**, p. 2093-2095.
- (1977). An exceptional Eruption: Mt Nyiragongo, Jan. 10th, 1977. *Bull. Volcanol.*, **XXXX**, p. 189-200.

- (1977). La Soufrière, volcanology and forecasting. *Nature*, **269**, p. 96-97.
- (1978). DEMANGE, J., TAZIEFF, H. L'éruption tectonique de l'Ardoukôba (Djibouti). *C. R. Acad. Sci., Paris*, **287**, p. 1269-1272.
- (1978). About Antarctic hyaloclastites. *Bull. Volcanol.*, **XXXXI**, p. 1-2.
- (1979). ALLARD, P., TAZIEFF, H. Phénoménologie et cartographie thermique des principales zones fumeroliennes du volcan Mérapi (Indonésie). *C. R. Acad. Sci., Paris*, **288**, p. 747-750.
- (1979). LE GUERN, F., BIOCCHI, P., NOHL, A., TAZIEFF, H. Analyse directe des gaz volcaniques. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **288**, p. 867-870.
- (1979). What is to be forecast: outbreak of eruption or possible paroxysm? The example of the Guadeloupe Soufrière. *J. Geol. Soc. London*, **136**, p. 327-330.
- (1979). ALLARD, P., TAZIEFF, H., DAJLEVIC, D. Observations of sea floor spreading in Afar during the November 1978 fissure eruption. *Nature*, **279**, p. 30-33.
- (1979). LE GUERN, F., CARBONNELLE, J., TAZIEFF, H. Erta'Alé lava lake: heat and gas transfer to the atmosphere. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **6**, p. 27-48.
- (1980). WESTERCAMP, D., TAZIEFF, H. *Martinique, Guadeloupe, Saint-Martin, la Désirade*. Guides géologiques régionaux. Masson, Paris.
- (1980). LE GUERN, F., MOREL, P., TAZIEFF, H., VAVASSEUR, C. Volcanic plume thermal radiation: 1972 eruption of Piton de la Fournaise, Réunion Island. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **12**, p. 167-175.
- (1982). Dômes de magmas et dômes de laves. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **294**, (II), p. 151-153.
- (1982). LE GUERN, F., TAZIEFF, H., FAIVRE PIERRET, R. An exemple of health hazard: People killed by gas during a phreatic eruption: Diëng plateau (Java, Indonesia), February 20th 1979. *Bull. Volcanol*, **XXXXV**, p. 153-156.
- (1982). LE GUERN, F., TAZIEFF, H., VAVASSEUR, C., ZETTWOOG, P. Resonance in the gas discharge of the Bocca Nuova, Etna (Italy), 1968-1969. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **12**, p. 161-166.
- (1983). TAZIEFF, H., SABROUX, J. C., eds. *Forecasting volcanic events*. Elsevier, Amsterdam, 635 p.
- (1984). Mt Nyiragongo: renewed activity of the lava lake. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **20**, p. 267-280.
- (1989). Mechanisms of the Nyos carbon dioxide disaster and of so-called phreatic eruptions. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **39**, p. 109-116.
- (1990). TAZIEFF, H., DERRUAU, M. *Le volcanisme et sa prévention*. Masson, Paris, 256 p.
- (1994). Permanent lava lakes: observed facts and induced mechanisms. *J. Volcanol. Geoth. Res.*, **63**, p. 3-11.

(1996). TAZIEFF, H., LE GUERN F., FAIVRE PIERRET, R.-X. L'expertise en volcanologie. Colloque « *Risques majeurs en géologie* ». Association des Géologues de Besançon, Besançon, 30 mars 1996.

Ouvrages et récits de vulgarisation de H. Tazieff

(1951). *Cratères en feu*. Éditions Arthaud, Paris, 250 p.

(1952). *Le Gouffre de la Pierre Saint-Martin*. Éditions Arthaud, Paris, 160 p.

(1954). *L'Eau et le feu*. Éditions Arthaud, Paris, 288 p.

(1959). *Les Rendez-vous du Diable*. Tout par l'image, Hachette, Paris, 96 p.

(1961). *Les Volcans*. Éditions Robert Delpire, série sciences n° 5, Paris, 108 p.

(1964). *Histoires de volcans*. Illustrations de Jean Lavachery. Éditions Le Livre de poche, Paris, 191 p.

(1972). *15 aventures sous terre*. En coll. avec Clément Borgal et Norbert Casteret, illustrations de Georges Pichard. Éditions Gautier-Languereau, Paris, 214 p.

(1973). *Cratères en feu*. Gallimard Jeunesse, Paris, 224 p.

(1973). *L'Etna et les volcanologues*. Arthaud, Paris, 240 p.

(1974-1975). *Vingt-cinq ans sur les volcans du globe*. Tome 1 (apprentissage) et Tome 2 (volcanologues au travail). F. Nathan, Paris, 117 et 108 p.

(1975). *Cordillères, séismes et volcans*. Éditions Robert Laffont, Paris, bibliothèque. Laffont des grands thèmes, 143 p.

(1975). *Nyiragongo ou le volcan interdit*. Flammarion, Paris, 288 p.

(1975). *L'Odeur du soufre : expédition en Afar*. Stock, Paris, 227 p.

(1976) *Jouer avec le feu*. Entretiens avec Jean Lacouture et Marine Barrère. Seuil, Paris, 256 p.

(1978). *Erebus, volcan Antarctique*. Éditions Arthaud, Paris, 159 p.

(1979). *La Soufrière et autres volcans : la volcanologie en danger*. Flammarion, Paris, 160 p.

(1980). *Ouvrez donc les yeux : conversations avec Claude Mossé sur quelques points brûlants d'actualité*. Laffont, Paris, 168 p.

(1981). *Ça sent le soufre*. En coll. avec Claude Villers. Éditions Fernand Nathan, Paris, 192 p.

(1983). CHARTIER, P., TAZIEFF, H. *Maîtriser l'énergie*. La Documentation Française, Paris, 296 p.

(1983). *Sur l'Etna*. Flammarion, Paris, 251 p.

(1986). *Quand la terre tremble*. Fayard, Paris, 320 p.

(1987). *Les Volcans*. Hachette littérature, Paris, 67 p.

- (1989). *La Prévision des séismes*. Collection questions de science, Hachette, Paris, 131 p.
- (1990). *Le Volcanisme et sa prévention*. En coll. avec Max Derruau. Éditions Masson, Paris, 256 p.
- (1991). *Sur l'Etna*. 3^e édition, en coll. avec Bernard Amy et Florence Trystram. Éditions Flammarion, Paris, 190 p.
- (1991) *Les Défis et la chance : ma vie*. Vol. 1. De Pétrograd au Nyiragongo. Stock, Paris, 285 p.
- (1991). *Les Volcans et la dérive des continents*. PUF, 136 p. (nouvelle édition de celle de 1973).
- (1992). *La Terre va-t-elle cesser de tourner ?* Collection : Les Raisons de la colère, Seghers, Paris, 189 p.
- (1992). *Les Défis et la chance : ma vie*. Vol. 2. Le Vagabond des Volcans. Stock, Paris, 316 p.
- (1994). *Erebus, volcan Antarctique*. Collection Babel, Terres d'aventures, Actes Sud, Arles, 160 p.
- (1996). *Volcans*. Bordas, Paris, 336 p.

Filmographie de H. Tazieff

- (1959). Les Rendez-vous du Diable.
- (1961). Les Eaux souterraines.
- (1966). Le Volcan interdit.
- (1975). Afar ou la dérive des continents.
- (1976). Nyiragongo.
- (1977). Etna.
- (1977). Erebus, volcan des glaces.
- (1984). Haroun Tazieff raconte sa Terre :
- La Terre, son visage, Vol. 1.
 - La Mécanique de la Terre, Vol. 2.
 - Les Colères de la Terre, Vol. 3.
 - Les Déserts arides de glaces, Vol. 4.
 - Les Éléments naturels qui façonnent le paysage de la Terre, Vol. 5.
 - Haroun Tazieff et les volcans, Vol. 6 et 7.
 - Volcans d'Europe et de France, Vol. 8.
- (1991). Etna 89.
- (1991). Retour à Samarkand. (série télévisée de 4 émissions de 52 minutes, A2)
- (1993). Le Feu de la Terre.

(1994). Le Feu de la Terre (6 émissions de 52 minutes, sur France 2)

Bibliographie générale

AUBERT, G., ALLEGRE, C. J. (1976). Rapport sommaire sur la crise de la Soufrière. État au 5 septembre 1976. INAG et IPGP.

BARBERI, F., VARET, J. (1970). The Erta Alé volcanic range (Danakil Depression, Northern Afar, Ethiopia). *Bull. Volcanol.*, 34, p. 848-917.

BARBERI, F., VARET, J. (1977). Volcanism of Afar: small scale plate tectonics implication. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 88, p. 1251-1266.

CANS, R. (1998) - *Tazieff, le joueur de feu*. Sang de la terre, Paris, 286 p.

COUR D'APPEL DE MONTPELLIER (1980). Arrêt Mattauer/Tazieff N°78/998 du 28 janvier 1980. 11 p.

PISTOLESI-LAFONT, A., LOUBAT, B. (1977). *La Soufrière, à qui la faute ?* Éditions Presses de la Cité, Paris, 217 p.

TRIBUNAL ADMINISTRATIF DE PARIS (1981). Jugement N°3441 de 1976 du 23 janvier 1981. 4 p.

VARET, J. (1975). L'Afar, un « *point chaud* » de la géophysique. *La Recherche*, 62, p. 1018-1026.