

# LE VOLCANISME ET SON EFFET SUR LE CLIMAT

Fête de la Science au Muséum national  
d'Histoire naturelle,  
du 7 au 9 octobre 2022.

*Dominique Rossier, animateur de la Commission de volcanisme de la SAGA  
et Annie Cornée, membre de la SAGA.*

Cette année, le Muséum avait choisi le climat comme thème, répondant sans doute à la préoccupation générale. La SAGA n'a pas cherché longtemps pour rebondir et proposer un atelier où climat et géologie sont liés. À vrai dire, le lien est immense si on l'analyse à l'échelle des temps géologiques. Aussi fallait-il nous concentrer sur un aspect sur lequel nous pouvions apporter de la substance. Le choix s'est porté sur les effets du volcanisme sur le climat. Mais là encore, il fallait choisir en pensant à nos visiteurs écoliers et au grand public.

C'est la raison pour laquelle nous sommes partis du volcanisme des temps modernes, et même contemporain. L'actualité du volcanisme a été intense en 2022, et suivie par beaucoup. C'est donc une voie qui permet de retenir l'attention et de bâtir une présentation qui doit être la plus attractive et interactive, tout en laissant poser les questions de fond sur une base scientifique.

Voici comment nous avons accueilli les scolaires et le public et comment nous avons déroulé nos présentations.

## Une mise en scène à quatre volets

1. Le volcanisme entre dans l'histoire des hommes par de grandes catastrophes, dont certaines climatiques : **projection d'un film** illustrant des épisodes volcaniques allant vers un degré de violence croissante sur l'échelle VEI. Ce film est tiré de :

« *Les 10 plus grosses éruptions volcaniques de tous les temps!* » (2020),

<https://www.youtube.com/watch?v=LGtDeMxgWUc>.

La projection est accompagnée de commentaires.

Elle est suivie par la présentation d'un événement particulier, l'éruption du Tambora, qui a eu une répercussion désastreuse sur la vie de la planète et de l'humanité (voir ci-dessous) : deux panneaux.

2. Comment la science analyse l'effet du volcanisme sur les **extinctions** dans les temps géologiques : un exposé et des panneaux.

3. Comment **simuler par une expérience « sur la paille »** les éruptions dangereuses pour l'homme et le climat ? Celles-ci, par nature, sont explosives comme les redoutables éruptions pliniennes ; l'expérience présentée, frappante en même temps que divertissante, éclaire sur le rôle fondamental du gaz dans les éruptions.

4. Quelles **archives** (paysages, roches...) sont à notre disposition, y compris en France, pour lire et interpréter ces événements volcaniques destructeurs ? Ce sont des roches d'origine volcanique, de toute nature, qui sont exposées. Taillées en lames minces, on peut les observer au microscope polarisant et, ainsi, interpréter et expliquer les dynamiques éruptives dont ces roches sont issues.

## Un travail d'équipe

La conception et la préparation de l'atelier ont été menées par une équipe de la SAGA, qui a commencé à travailler l'été dernier, pour la réalisation des panneaux et des exposés, pour la démonstration expérimentale sur table d'une éruption de type plinienne, et enfin pour la présentation de roches témoins du volcanisme explosif.

Pour la conception (rédactions, filmographie, réalisations graphiques, logistique, prêts d'échantillons...) : Annie Cornée, Jean-Louis Fromont, Roland Mahéroult, Dimitri Pérès, Dominique Rossier et Yves Grimaud.

Ont participé à l'accueil du public : les mêmes, ainsi que Christine Auclair, Jean-Pierre Auzenda, Jacky Juchet et Jean-Marc Labouille et Danielle Piaud (figure 1).



Figure 1. Les nombreux visiteurs, le samedi après-midi, dans le grand amphi d'entomologie. Photo A. Cornée.

### Deux exemples

Nous avons choisi de présenter deux exemples :

- un événement qui a marqué les temps modernes, l'éruption du Tambora ;
- une crise majeure de la fin du Crétacé, les Trapps de Deccan.

#### • L'éruption du Tambora.

Dans les deux derniers millénaires, plusieurs grandes éruptions volcaniques ont eu un impact sur le climat et laissé des traces profondes dans l'histoire et dans la mémoire des hommes (figure 2).



Figure 2. Les particules émises dans l'atmosphère produisent de spectaculaires couchers de soleil, qui ont inspiré les peintres, comme ici après l'éruption du volcan Cotopaxi, Équateur. Peinture Frederic Edwin Church, 1861. Source : Wikipédia Commons, domaine public.

L'éruption du Tambora d'avril 1815 avait étendu sur toute la planète un hiver de trois années, catastrophique sur tous les plans : économique, social et sanitaire. L'éruption commence par une première explosion, le 8 avril 1815, suivie par une méga éruption plinienne, le 10 avril, avec flammes géantes, coulées pyroclastiques et déferlantes, jusque dans l'océan, créant un tsunami, une éruption accompagnée par un immense panache de cendres (figure 3). L'éruption se poursuit avec la formation d'une caldera (6 km de diamètre et une profondeur supérieure à 1 000 m), par effondrement du volcan, le 11 avril 1815.

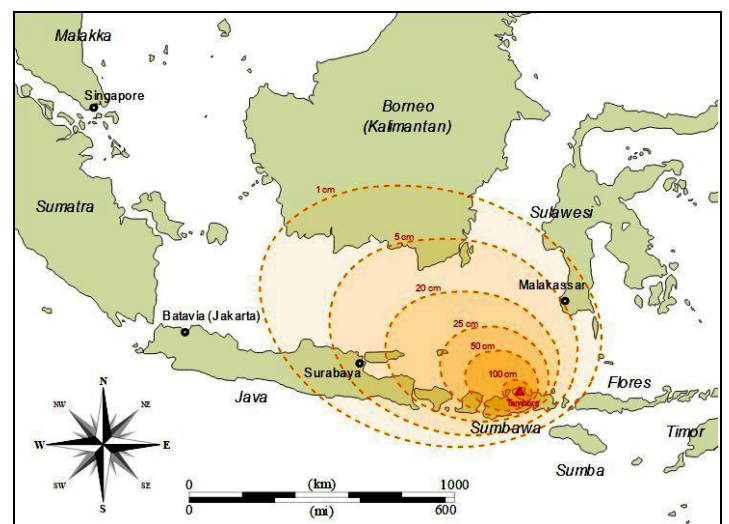


Figure 3. Éruption du Tambora : l'immense panache s'accompagne de pluies de cendre recouvrant l'Asie du Sud-Est sur un diamètre supérieur à 1 000 km au nord de l'île. Bali disparaît sous 50 cm de cendres. Le volume total éjecté recouvrirait Paris d'une couche de 1 000 m de cendres. 60 000 personnes périssent en un seul jour sur Sumbawa. Source : <https://www.laterredufutur.com>.

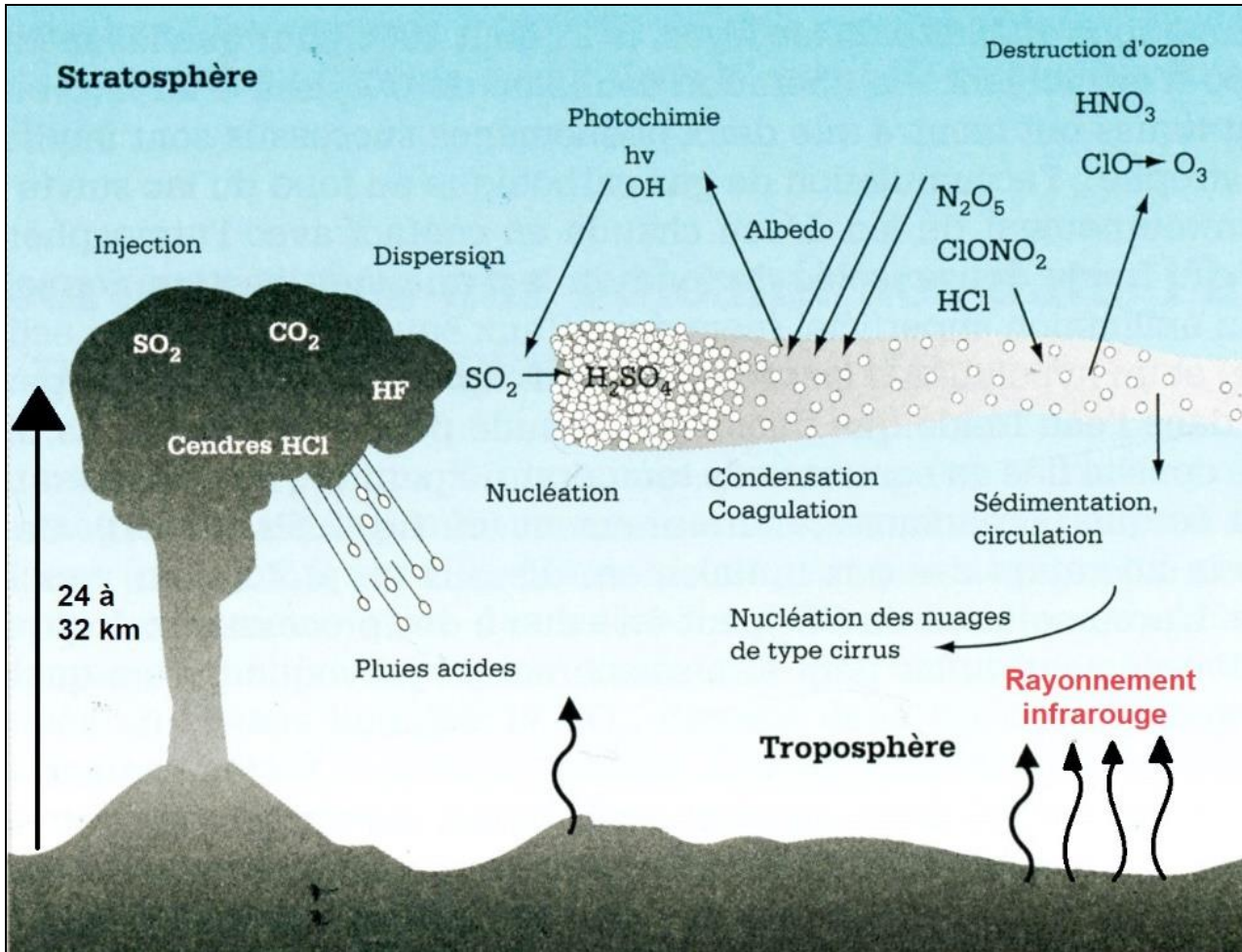


Figure 4. La stratosphère a été durablement contaminée, entre 24 et 32 km d'altitude, par un aérosol entre les latitudes moyennes et hautes des deux hémisphères, aérosol dont l'origine est dans le soufre émis par l'éruption. Le soufre des matières volcaniques, pénétrant dans les plus hauts niveaux de la stratosphère, se transforme en acide sulfurique. Cet aérosol réduit les radiations venant du soleil et augmente l'albédo terrestre. En même temps, il laisse s'échapper la chaleur radiante émise par la Terre. Le sol se refroidit. Copyright D. Briot, in Planète Volcan, 2009. A. Gourgaud, CRDP Auvergne.

Sur le plan scientifique, cet événement a conduit à la découverte du rôle des émissions de **soufre** quand celui-ci atteint la stratosphère (figure 4).

• **Les trapps du Deccan**

Dans les temps géologiques, les extinctions sont les jalons marquants de l'évolution du vivant, mais aussi du climat, avec la formation des grands continents, leur dislocation, les ouvertures et les fermetures des océans. Quel a été le rôle de grands événements comme les éruptions volcaniques sur de grandes durées ? Un des exemples les plus étudiés est celui des trapps du Deccan.

Peut-on trancher quant à leurs rôles décisifs sur les extinctions ? Le débat reste ouvert et favorise la combinaison de plusieurs facteurs (figure 5).



Figure 5. Dimitri Pérès expliquant la crise Crétacé-Tertiaire. Au premier plan, Jean-Marc Labouille. Photo A. Cornée.

## Une éruption volcanique sur pailasse !

Avec les ingrédients les plus simples, comment provoquer une éruption plinienne (figures 6 et 7) par la pression des gaz ? Et simuler une nuée ardente ?

De l'eau, du liquide vaisselle, de l'Alka-Selzer et du film étirable « fraîcheur », feront très bien l'affaire, avec l'habileté des opérateurs (figures 8).

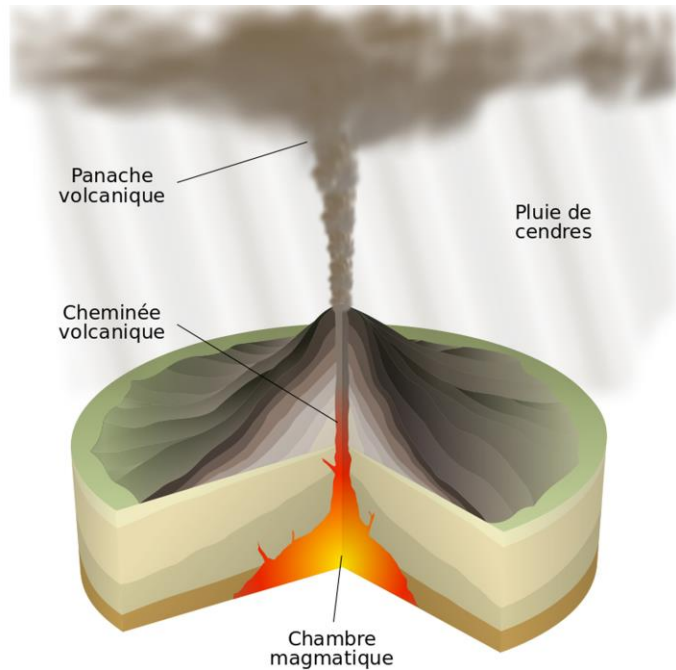


Figure 6 (à gauche). L'éruption emblématique du mont St. Helens, du 22 juillet 1980, illustre parfaitement le type d'éruption plinienne : panache de gaz et de cendres et, à la base, nuée ardente déferlant à partir de la rupture des bords du cratère. Source : Wikipédia. Photo Austin Post.

Figure 7 (à droite). Éruption plinienne. Les stratovolcans de la zone de subduction explosent généralement avec une grande violence sous l'action des énormes pressions internes des gaz piégés par la viscosité du magma. L'éruption s'accompagne d'un panache qui peut atteindre les plus hautes couches de la stratosphère, transportant avec lui d'énormes quantités de cendres et de gaz toxiques. Le volume éjecté peut atteindre des dizaines de km<sup>3</sup> de matière volcanique. Source : Wikipédia.



Figure 8. À gauche, préparation de l'expérience avec les élèves de 4<sup>ème</sup>. À droite, juste après l'explosion, avec Dimitri Pérès et Roland Mahérault. Photos J.-L. Fromont.

## Les archives des événements volcaniques les plus importants dans l'histoire géologique de notre pays

Chacun connaît au moins une région volcanique de notre pays : Cantal, monts Dore, chaîne des Puys...

Ces massifs recèlent des reliefs et des affleurements remarquables dont les constituants (roches volcaniques) sont de vrais trésors scientifiques. Ils permettent l'étude et la compréhension des phénomènes volcaniques, y compris les plus violents et les plus dangereux pour le climat et l'humanité (figures 9 à 11).



Figure 9 (à gauche). Échantillons pyroclastiques, c'est-à-dire, au sens propre, des fragments de magma refroidis, projetés directement du feu du volcan, lors d'une éruption explosive de grande ampleur. Sur cette photo, la perle d'obsidienne a été agrandie. Son diamètre ne mesure que 4 mm.  
Photo. A. Cornée.

Figure 10 (à droite). Ignimbrite rhyolitique flammée (avec « fiammi », en italien). Localisation : Roussivau, massif de l'Estérel (Var). Le cliché est pris en lumière polarisée non-analysée. L'échelle est de 3 mm à la base. Sur la pâte de l'ignimbrite se détache la « fiamma », qui est une projection volcanique dégazée partiellement vitreuse. La pâte est faite d'une accumulation dense d'« échardes », soudées entre elles au moment du dépôt de la coulée pyroclastique ignimbritique. Les « échardes » sont les débris des vésicules éclatés de l'émulsion de magma, projetés lors de l'éruption.  
Cliché D. Rossier.



Figure 11. À gauche, une élève de 6<sup>ème</sup> observant une lame mince au microscope polarisant. À droite, on reconnaît Annabel Chevaux et ses enfants qui découvrent l'atelier. Photos A. Cornée.

La Fête de la Science s'est déroulée sur trois jours. Le vendredi, étant la journée réservée aux scolaires, nous avons accueilli quatre groupes appartenant à des classes de CM2, de 6<sup>ème</sup> et de 4<sup>ème</sup>, dont une classe de SEGPA (Section d'enseignement général et professionnel adapté) (figure 12).

Un cahier reprenant les différents panneaux de notre atelier a été remis à chacun des professeurs.

Les samedi et dimanche après-midi, nous avons accueilli, respectivement, 220 visiteurs (dont 60 enfants) et 160 visiteurs (dont 55 enfants).

Ces visiteurs sont restés, en moyenne, de 45 mn à une heure et ont suivi toute la séquence qui avait été préparée. Cette séquence a été répétée cinq fois par après-midi, le samedi et le dimanche.



► Figure 12.  
Explication par Dominique Rossier  
d'une éruption de type plinien  
devant la classe de CM2.  
Photo A. Cornée.

\*\*\*\*\*

## BRÈVE : VOLCANISME

### Nouvelles avancées sur la dynamique pré-éruptive des réservoirs magmatiques

*La surveillance sismique des volcans est le moyen le plus répandu pour détecter et suivre les crises éruptives, par l'augmentation du nombre et de l'intensité des séismes. Mais le nombre croissant d'études pétrologiques focalisées sur les cristaux, en tant que témoins clés de l'architecture et de la dynamique du système d'alimentation magmatique, offre une opportunité importante de déchiffrer les échelles de temps des processus magmatiques menant aux éruptions volcaniques.*

*Une équipe de scientifiques\* a étudié les échelles de temps des processus qui se sont produits dans le système de stockage avant l'éruption explosive-extrusive de 2010-2013 du Kizimen, un volcan d'arc de subduction situé au Kamchatka. Ces échelles de temps ont été déduites de la modélisation de l'interdiffusion intracristalline du fer et du magnésium dans 88 cristaux d'orthopyroxène zonés provenant de roches volcaniques riches en silice collectées après l'éruption (dacites et andésites). L'équipe a démontré une étroite corrélation entre les temps donnés par les chronomètres pétrologiques et le suivi de la crise sismique avant l'éruption.*

*Les résultats ont montré que les magmas éruptibles ont été assemblés rapidement lors d'un épisode de mélange des magmas présents dans le réservoir super-*

*ficiel, ~1,5 an avant l'éruption. Ce temps est corrélé avec le début de la crise sismique. L'équipe en conclut que la réactivation sismique observée marque le début du processus de mélange des magmas conduisant à la déstabilisation du réservoir et à l'éruption après ~1,5 an. Cette échelle de temps représente une information précieuse pour la gestion d'une future éruption sur ce volcan, et donne des contraintes plus généralement pour les volcans d'arc.*

\* Parmi lesquels se trouvent des chercheurs de l'Institut des Sciences de la Terre de Paris (CNRS-Sorbonne Université) et de l'Institut de Physique du Globe de Paris.

Source : actualités du CNRS.

<https://www.insu.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/nouvelles-avancees-sur-la-dynamique-pre-eruptive-des-reservoirs-magmatiques>.

#### Pour en savoir plus

Ostorero L., Balcone-Boissard H., Boudon G, Shapiro N.M., Belousov A, Belousova M., Senyukov S.L. et Droznina S. [Correlated petrology and seismicity indicate rapid magma accumulation prior to eruption of Kizimen volcano, Kamchatka.](#) *Commun Earth Environ* **3**, 290 (2022).