

VOLCANS Les éruptions volcaniques perturbent le climat planétaire et peuvent entièrement détruire des îles ou en créer

Les leçons climatiques du Pinatubo

La plus importante éruption volcanique du XX^e siècle, en termes de quantité de matériaux rejetés dans l'atmosphère, s'est déclenchée il y a onze ans, dans l'archipel des Philippines. Dix ans après la fin de la colère du Pinatubo, la communauté scientifique a fait le point sur ses conséquences, tant locales que planétaires. *Le Figaro* publie la traduction d'un article d'Alan Robock, publié aujourd'hui dans l'hebdomadaire américain *Science* (15 février 2002). Il est clairement établi aujourd'hui que le nuage de poussières vomé par le volcan a formé un écran dans l'atmosphère, qui a contribué à abaisser la température moyenne mondiale au cours de deux hivers. Le volcan plus influent que les gaz à effet de serre rejetés par l'homme ? N'y a-t-il pas là une contradiction qui fragiliserait l'hypothèse selon laquelle les activités humaines augmentent rapidement l'effet de serre ? Non, explique Alan Robock : l'étude de l'impact du Pinatubo a même permis de valider les modèles d'étude du réchauffement mondial.

Loin des considérations planétaires, les scientifiques étudient aussi l'impact local d'une éruption. Comment la vie colonise une terre volcanique ? La minuscule île de Motmot, surgie au milieu d'un lac, au large de la Papouasie, offre le cadre idéal d'études.

Alan Robock *

Le 15 juin 1991, l'éruption du mont Pinatubo, aux Philippines, produisit le plus grand nuage de particules volcaniques de la stratosphère du XX^e siècle. Dans les quelques jours qui suivirent l'éruption, quelque 20 mégatonnes de dioxyde de soufre furent rejetées dans la stratosphère. Les températures enregistrées sur les continents de l'hémisphère Nord atteignirent jusqu'à 2 °C de moins que la normale pendant l'été 1992 et jusqu'à 3 °C de moins au cours des hivers 1991-1992 et 1992-1993. Ces changements climatiques étaient dus au nuage de particules volcaniques et à ses impacts radioactifs et chimiques sur l'atmosphère.

Une décennie entière de recherches sur le mont Pinatubo, présentées lors d'un récent congrès à San Francisco, en Californie, a permis de mieux comprendre les impacts des éruptions volcaniques explosives sur la météorologie et le climat. Les leçons tirées du Pinatubo sur les effets à long terme des éruptions volcaniques sur l'appauvrissement de la couche d'ozone, la circulation atmosphérique et les températures globales de surface, ont également renforcé l'idée selon laquelle les gaz à effet de serre liés aux activités humaines (anthropiques) sont la cause principale du réchauffement de l'atmosphère enregistré au XX^e siècle.

Au cours des années suivant l'éruption du Pinatubo, la cartographie de la couche d'ozone et

d'autres observations indiquaient des réductions inhabituelles de l'ozone à des latitudes moyennes ainsi qu'à de hautes latitudes de l'hémisphère Nord. Nous avons appris que, dans la stratosphère inférieure, les aérosols de sulfate produits par le Pinatubo pouvaient fournir des surfaces aux réactions chimiques qui permettent au chlore anthropique de détruire chimiquement l'ozone. Le même mécanisme est responsable du trou dans la couche d'ozone observé chaque année au mois d'octobre au-dessus de l'Antarctique. Mais, dans ce cas précis, des nuages stratosphériques polaires d'eau ou d'acide nitrique fournissent les surfaces aérosols. Des concentrations plus faibles d'ozone

Quelque 20 mégatonnes de dioxyde de soufre furent rejetées dans la stratosphère

provoquent une réduction de l'absorption des rayons ultraviolets dans la stratosphère, mais les aérosols volcaniques ont en revanche pour effet d'accroître globalement la radiation des rayons ultraviolets en surface.

En 1992-1993, les températures de la basse atmosphère en Amérique du Nord, en Europe et en Sibérie étaient beaucoup plus élevées que la normale. Les températures en Alaska, au



Groenland, au Moyen-Orient et en Chine étaient, quant à elles, inférieures à la normale. Ce froid inhabituel au Moyen-Orient a provoqué une rare tempête de neige à Jérusalem et la mort du corail au fond de la mer Rouge. Ce modèle de réchauffement des hivers a suivi chaque éruption explosive tropicale importante riche en sulfate au cours des 150 dernières années.

Cette tendance au changement de températures atmosphériques de basse altitude est liée à une dépression circumpolaire très forte, un modèle de circulation appelé « oscillation arctique ». La dépression circumpolaire est renforcée par le réchauffement de la stratosphère inférieure tropicale, lié à

l'absorption des radiations solaires et terrestres par le nuage aérosol volcanique. En outre, l'appauvrissement de la couche d'ozone, qui, dans le cas du Pinatubo, a principalement eu lieu à des latitudes élevées dans l'hémisphère Nord, renforce également la dépression circumpolaire en se refroidissant au Pôle.

Le réchauffement de la planète s'est ralenti pendant plusieurs années après l'éruption du Pinatubo à cause des effets refroidissant des aérosols volcaniques. Mesurer le rôle de l'homme dans le réchauffement de la planète n'a pas été facile par le passé, car les observations relevées sur les changements climatiques indiquent des refroidissements irréguliers qui ne correspondent pas au réchauffement provoqué en théorie par les gaz à effet de serre. De nouvelles données sur les éruptions volcaniques passées, obtenues à partir de carottes de glace et autres sources, ont permis d'effectuer des simulations des changements climatiques pendant le petit âge glaciaire, et même les 1 000 dernières années.

Ces simulations présentent un modèle précis du changement climatique avant le siècle dernier, mais ne sont pas particulièrement bonnes pour le réchauffement du XX^e siècle. Cependant, en combinant ces forçages naturels aux gaz à effet de serre d'origine humaine, d'excellentes simulations du siècle dernier ont permis au dernier rapport d'évaluation

du groupe intergouvernemental sur les changements climatiques (Giec, ou IPCC, en anglais) d'attribuer, comme il n'avait jamais été possible de le faire auparavant, le récent réchauffement aux actions humaines. En d'autres termes, les simulations du refroidissement provoqué par le Pinatubo valident les modèles climatiques utilisés pour le réchauffement de la planète et autres simulations.

Nous sommes maintenant préparés pour faire de bien meilleures prévisions sur les effets chimiques et climatiques résultant de la prochaine grande éruption volcanique, mais des améliorations continues du système d'observation et des modèles nous permettront de faire mieux. Par exemple, nous souhaiterions être capables de prévoir la distribution initiale et le transport du nuage d'émissions, ainsi que ses transformations chimiques et microphysiques, plutôt que de devoir attendre que des observations nous indiquent où le nuage aérosol se dirige et quelle est sa densité. Pour l'heure, la stratosphère est très propre, et des recherches continues inspirées par l'éruption du Pinatubo, il y a maintenant plus de dix ans, nous permettent d'améliorer notre capacité à mieux comprendre et prévoir les impacts de la prochaine grande éruption.

* Climatologue à la Rutgers University, New Jersey.