

# Le réchauffement climatique

À mesure que la glace reculera, l'activité géologique s'intensifiera : davantage de volcans, de séismes et de tsunamis devraient secouer la planète dans les prochains siècles. Ici, l'éruption sous-glaciaire du volcan Grimsvötn, en Islande.



# va-t-il réveiller les volcans ?

La fonte des glaces pourrait avoir une conséquence surprenante. La diminution de la pression exercée sur la croûte terrestre entraînerait fluidification du magma et augmentation du volcanisme. Un enchaînement d'événements que notre planète a déjà connu voici 14 000 ans.

Émilie Martin

**A**LORS que la conférence mondiale sur le changement climatique doit se tenir du 7 au 18 décembre 2009 à Copenhague (Danemark), des scientifiques révèlent une conséquence inattendue que pourrait avoir le réchauffement. Dans les prochains siècles, préviennent-ils, il faut s'attendre à une activité géologique plus turbulente qu'aujourd'hui. Selon eux, davantage d'éruptions volcaniques, de tremblements de terre, de tsunamis sont à prévoir. Du 15 au 17 septembre 2009, plus de cent chercheurs "inquiets" venant des États-Unis et d'Europe se sont réunis au Centre de recherche pour les catastrophes naturelles, à Londres, afin de discuter de ce sujet.

Si le lien entre climat et activité géologique de la Terre n'est pas immédiat, il est néanmoins réel. La clé, outre les glaciers, ce sont les calottes de glace. Aujourd'hui, il en existe deux : la calotte Antarctique et celle du Groenland. Toute cette glace pèse fortement sur la lithosphère (**Zoom**) qui, du coup, se déforme et s'enfonce dans le manteau de plusieurs centaines de mètres. Cette pression sur la lithosphère a pour effet d'augmenter la température de fusion du magma, et donc de l'empêcher de fondre. Sous la glace, le magma demeure solide. En outre, la glace a la faculté de figer des failles actives en les recouvrant, comme un pansement sur une plaie ouverte.

Et quand, suite à la hausse des températures, ces colossales structures fondent, la planète réagit. "Il se produit alors un rebond post-glaciaire (ou rebond isostatique)", explique Yves Lagabriele, chercheur au labora-

toire Géosciences de l'université de Montpellier 2. La pression sur la lithosphère diminuant, celle-ci se soulève. Or, comme sa partie supérieure est cassante, des failles s'ouvrent. En glissant l'un contre l'autre, les deux compartiments des failles provoquent des tremblements de terre. Et le magma, libéré du poids de la glace, fond à nouveau et s'écoule par ces nouvelles portes de sortie : des volcans se créent. Par ailleurs, les anciennes failles, autrefois muselées par la glace, sont réactivées, engendrant leur lot de séismes et de volcanisme.

Ce lien de cause à effet, les scientifiques l'ont déterminé en collectant les stigmates du passé climatique et géologique de la Terre, notamment de l'époque, il y a environ 14 000 ans, qui a suivi le dernier âge de glace. Des fossiles coralliens ont montré que le niveau de la mer s'était élevé brutalement de 25 m en seulement quelques siècles, conséquence de la fonte d'une partie des deux autres calottes glaciaires qui recouvraient alors la Terre : la Laurentide, au-dessus de l'Amérique du Nord, et la phenno-scandienne,



au-dessus de l'Europe du Nord. Parallèlement, des analyses de roches datant de cette période ont révélé un fort excès de soufre et de cendres volcaniques. Bill McGuire, du Centre de recherche sur les catastrophes naturelles, estime que "l'activité volcanique qui a suivi la fonte des glaces juste après le dernier âge glaciaire, soit pendant 2 000 à 3 000 ans, était au moins le double de celle actuelle".

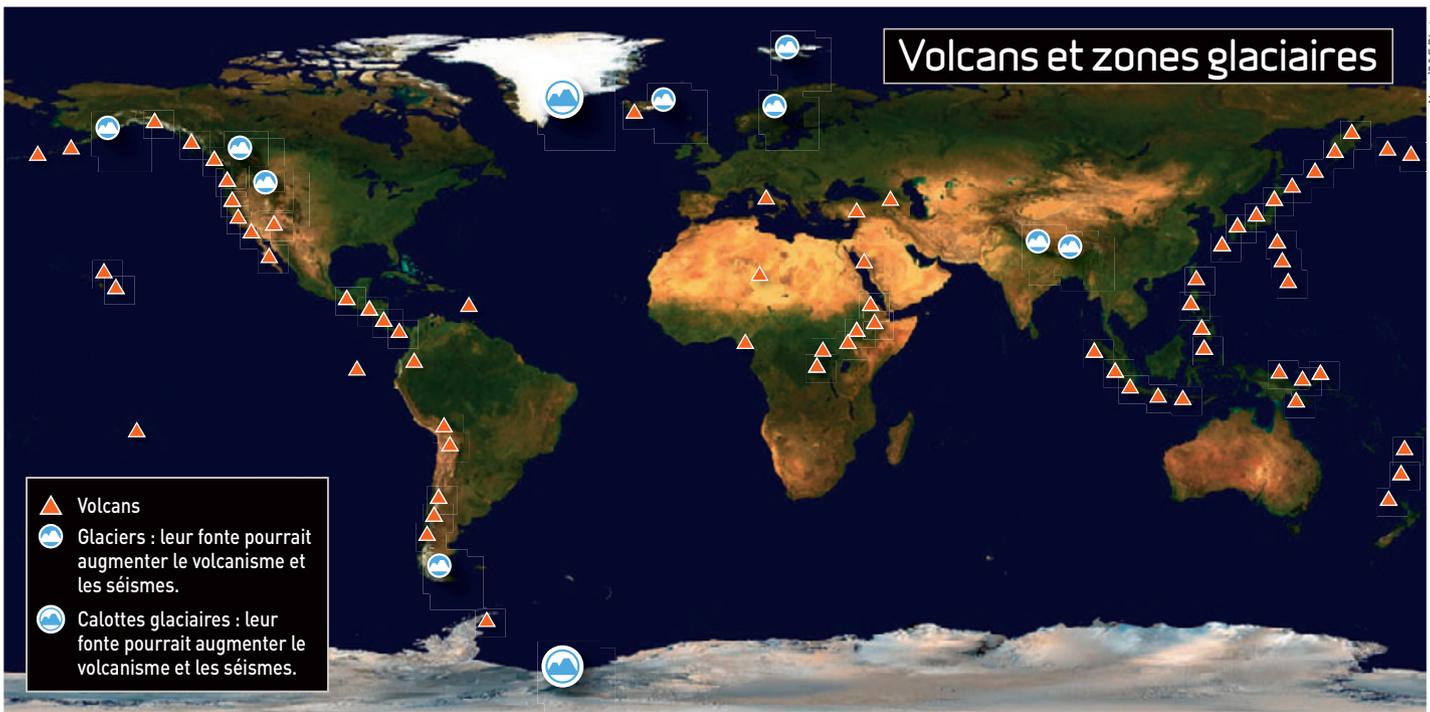
Une analyse renforcée par d'autres études. Par exemple, celle menée par Nils-Axel Mörner, de l'université de Stockholm : "Nous avons découvert qu'une trentaine de tremblements de terre de magnitude supérieure à 7 ont secoué la Suède il y a 13 000 à 10 000 ans. C'est-à-dire juste après la fonte d'une partie de la calotte glaciaire qui recouvrait cette région." De son côté, Allen Glazner, de l'université de Caroline du Nord ●●●

Le volcan sous-glaciaire Grimsvötn est ici vu depuis l'espace. Sur cette image, on le voit dans son contexte : le glacier Vatnajökül, dont la fonte réveillera plusieurs volcans, aujourd'hui "muselés" par la glace.

→ **Zoom Lithosphère** : couche externe de la croûte terrestre, de quelque 100 km d'épaisseur, et composée de plaques mobiles glissant sur un socle plastique, l'asthénosphère.

## Réchauffement en période froide

↳ Depuis un million d'années, alternent périodes de glaciation de 100 000 ans et phases interglaciaires de 10 000 ans. Lors du pic de la dernière glaciation, voici 21 000 ans, le niveau des océans était inférieur de 130 m. On pouvait aller à pied de l'Australie à la Nouvelle-Guinée, de la France à l'Angleterre. Aujourd'hui, nous vivons dans une époque interglaciaire et notre activité accentue le réchauffement "naturel", de sorte que cela pourrait avoir des conséquences humanitaires et économiques graves dans les prochaines décennies. Cette alternance doit être replacée dans un contexte plus vaste encore : la période dite "Ice house" où au moins deux calottes glaciaires sont formées. Il y a 50 millions d'années, cette période a succédé à une autre, plus chaude, dite "Greenhouse", durant laquelle il n'y avait pas de calotte glaciaire. Même en période de réchauffement, nous vivons donc dans une ère froide à l'échelle géologique.



Dans les prochains siècles, la fonte des glaces pourrait engendrer davantage de catastrophes naturelles. Mais les hautes latitudes ne sont pas seules concernées. La montée globale du niveau des océans augmenterait aussi l'activité des volcans côtiers.

●●● (États-Unis), a daté tous les écoulements de lave survenus lors du dernier million d'années en Californie. Il a découvert que les éruptions étaient statistiquement concentrées lors des périodes interglaciaires. Or aujourd'hui, à cause du réchauffement climatique brutal dont nous semblons être responsables, nous sommes entrés dans une période de fonte glaciaire. "Presque tous les glaciers du monde sont en train de fondre, confirme Gilles Ramstein, du Laboratoire des sciences du climat et de l'environne-

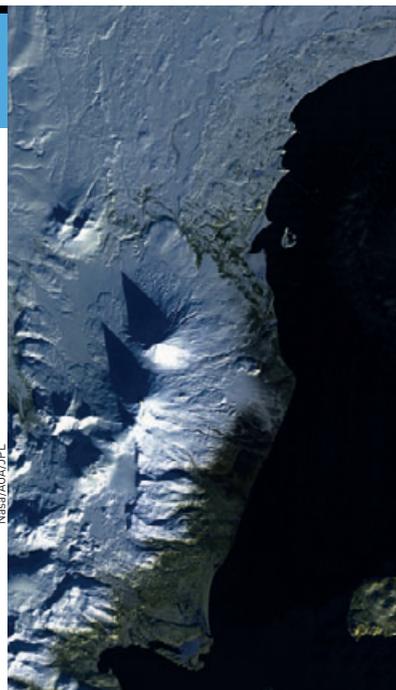
ment au CEA. Il en est de même pour les calottes du Groenland et de l'Ouest antarctique. En fonction de nos modes de vie futurs, toute cette glace pourrait complètement disparaître 200 à 300 ans." Faut-il s'attendre au même scénario catastrophe qu'il y a 14 000 ans ? Pas exactement car à présent, il existe moins de glace à fondre à la surface de la planète qu'il y en avait alors, répondent les scientifiques. "Mais, oui, les modèles prédisent un sursaut d'activité géologique", confirme Allen Glazner.

Ce sursaut a peut-être déjà commencé... il y a trente ans. "En 1979, un séisme de magnitude 7,2 s'est produit en Alaska après la fonte d'un glacier qui recouvrait une faille, raconte Bill McGuire. C'est la première catastrophe naturelle que l'on relie directement au changement climatique. Mais il y en aura d'autres." Où ? Partout où il y a d'épais glaciers : en Alaska, mais aussi en Islande, en Patagonie, en Nouvelle-Zélande... Et bien entendu, autour du Groenland et de l'Antarctique, les deux calottes glaciaires en train de fondre. "Nous savons que des failles et des volcans existent sous le glacier Pine Island, en Antarctique de l'Ouest. À mesure que la glace disparaît, ils se réveilleront", prédit John Smellie, du British Antarctic Survey, à Cambridge. Les effets pourraient être particulièrement dévastateurs au Groenland. Au fil du mouvement des glaces, des sédiments de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur se sont accumulés sur le plancher océanique autour de l'île. Si les volcans et les séismes augmentent, ils pourraient faire tomber ces piles de sédiments et provoquer ainsi des tsunamis. "Comme cela a existé au large des côtes de Norvège, voici 8 000 ans, raconte Bill McGuire. Le glissement de terrain Storegga, causé

## Éruptions au gré des saisons

▾ Dans le détroit de Béring, il est un volcan dont les humeurs sont fonction des saisons. En effet, la plupart des éruptions du volcan insulaire Pavlov surviennent en automne et en hiver. Pourquoi ? D'après Steve McNutt, du Alaska Volcano Observatory, c'est parce que le climat dépressionnaire fait s'élever le niveau de la mer autour du volcan d'environ 30 cm, une élévation renforcée par les nombreuses précipitations. Du coup, la pression augmente sur les flancs du volcan, forçant le magma à jaillir. Une preuve supplémentaire, à petite échelle celle-ci, que le climat influe sur les colères de la Terre.

Le volcan Pavlov entre en éruption en automne et en hiver. Un exemple qui illustre le lien entre le climat et l'activité géologique.



par la déstabilisation de trois piles de sédiments après un tremblement de terre, avait alors engendré des vagues de plus de 20 m de haut."

Les conséquences du réchauffement sur l'activité géologique ne seront pas réduites aux hautes latitudes. Toute la planète devrait être concernée. En effet, la fonte des glaces s'accompagnera d'une hausse du niveau des océans. "Ils s'élèveront de quelques dizaines de centimètres quand tous les petits glaciers seront fondus, et de quelques dizaines de mètres si les calottes disparaissent", précise Gilles Ramstein. "Or, cet apport d'eau pèsera sur le plancher océanique. Ainsi contraint, celui-ci se déformera. Beaucoup de volcans côtiers et insulaires devraient alors entrer en éruption", estime Bill McGuire.

Plus nombreuses, les éruptions volcaniques devraient également être plus violentes dans les siècles à venir. Car, d'après le Groupement d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le réchauffement climatique s'accompagnera d'une augmentation des précipitations. Or, la rencontre de l'eau et du magma est explosive. "Quand elle s'infiltré en quantité dans les conduits magmatiques, l'activité volcanique est exacerbée", explique Yves Lagabrielle.

Et ce n'est pas tout. En 2003, Göran Ekström, sismologue à l'université de Harvard, a mis en évidence un nouveau phénomène naturel lié au réchauffement : les tremblements de terre glaciaires. Ces derniers surviennent lorsque, sous l'effet du réchauffe-

ment, de l'eau s'infiltré entre un glacier et son socle rocheux. Ainsi lubrifié, le glacier est déstabilisé et se brise. L'énergie libérée lors du choc provoque un tremblement de terre. Ekstöm a enregistré ces séismes d'un genre nouveau au Groenland, en Alaska et en Antarctique. Dans un article publié dans *Science*, il a montré que leur fréquence n'avait cessé d'augmenter depuis le milieu des années 1990.

Provoquées par le réchauffement climatique, l'ensemble de ces nouvelles catastrophes naturelles pourraient l'accentuer encore. "Et ce, en déstabilisant les clathrates, ces petites cages de glace qui renferment du méthane à l'état gazeux, explique Bill McGuire. Si tel est le cas, cela enverra dans l'atmosphère davantage de méthane que nous avons injecté de gaz carbonique depuis le début de l'ère industrielle. Or, le méthane est un puissant gaz à effet de serre."

Appuyé par tous les scientifiques présents à la conférence londonienne de septembre, Bill McGuire a d'ores et déjà alerté le gouvernement britannique sur l'augmentation des catastrophes naturelles qu'indura le réchauffement. L'objectif : que le GIEC prenne conscience de ce danger et l'inclue dans son cinquième rapport sur le changement climatique, à paraître en 2013. ●

L'activité des volcans côtiers et insulaires pourrait augmenter avec l'élévation du niveau des océans. Le volcan Sarychev est l'un d'eux. Situé dans les îles Kouriles, au nord-est du Japon, il est vu ici depuis la station spatiale lors de son éruption, le 12 juin 2009.



Nasa/C&E Photos

# Certains sacralisent les étoiles ?

## Nous les expliquons

Parce que tout le monde doit avoir accès à l'information, à la culture, aux sciences, nous multiplions les actions de sensibilisation à l'astronomie



E. Perrin



Reconnue d'utilité publique

Association française d'astronomie

Je souhaite devenir membre de l'Association française d'astronomie ou renouveler mon adhésion.

- Je joins un chèque de :  €  
au titre de :
- membre individuel : 15 €
- membre associé : 23 €  
(associations, clubs, fêtiers ciel et espace)
- membre bienfaiteur :  €  
(à partir de 40 €)

N° ADHÉRENT(E) (si vous renouvelez votre adhésion) .....

NOM : .....

PRÉNOM : .....

ADRESSE : .....

Code postal      VILLE : .....

Mail : .....

À retourner accompagné de votre règlement à l'ordre de l'AFA :

17, rue Émile-Deutsch-de-la-Meurthe / 75014 Paris

Tél. : 01 45 89 81 44 - email : afa@cieletespace.fr

Pour connaître nos actions ou adhérer en ligne : [www.afanet.fr](http://www.afanet.fr)