

Les interactions de ces phénomènes empêchent la détermination de leurs conséquences individuelles sur le climat. Ainsi, l'augmentation des concentrations en vapeur d'eau et en dioxyde de soufre a des conséquences contradictoires : d'un côté, la vapeur d'eau et le dioxyde de soufre réchauffent la surface par effet de serre et, d'un autre côté, la vapeur d'eau et le dioxyde de soufre forment des nuages qui réfléchissent la lumière solaire vers l'espace et refroidissent ainsi la planète.

Nos simulations montrent que la réflexion du rayonnement solaire par les nuages l'a d'abord emporté : la température de surface a diminué

d'environ 100 °C. Puis les nuages ont lentement disparu : l'eau a diffusé vers les hautes couches de l'atmosphère, où elle a été dissociée par le rayonnement ultraviolet solaire. L'hydrogène produit par cette dissociation s'est lentement échappé dans l'espace : la moitié de la quantité initialement présente a été perdue en 200 millions d'années. Entre-temps, le dioxyde de soufre réagissait avec les roches carbonatées. Des expériences de laboratoire démontrent que la vitesse de réaction du dioxyde de soufre de l'atmosphère vénusienne avec les carbonates a été bien supérieure à la vitesse de déga-
zage de l'eau dans l'espace.

L'évaporation favorise l'évaporation

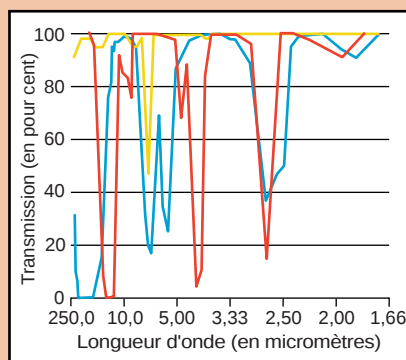
Quand les nuages se sont amincis, la surface a reçu plus d'énergie solaire et s'est réchauffée. Après 200 millions d'années de réchauffement, la base des nuages a commencé à s'évaporer. Une rétroaction positive s'est établie : plus les nuages s'amincissaient, moins le rayonnement solaire était réfléchi vers l'espace, donc plus la surface s'échauffait, et plus les nuages s'amincissaient. Les nuages ont ainsi rapidement disparu.

Pendant environ 400 millions d'années, seule une haute bande vaporeuse essentiellement composée d'eau a subsisté. Les températures de surface ont augmenté jusqu'à 100 °C au-dessus de leurs valeurs actuelles, d'une part à cause de l'effet de serre dû à la vapeur d'eau atmosphérique et d'autre part à cause du faible filtrage du rayonnement solaire par les nuages. Si toute activité volcanique avait cessé, les nuages se seraient complètement dissipés environ 600 millions d'années après le début du volcanisme global.

Or, des nuages subsistent aujourd'hui autour de Vénus. Nous avons calculé qu'une activité volcanique a dû se poursuivre pendant les 30 derniers millions d'années pour alimenter ces nuages. Comme les mécanismes internes qui engendrent le volcanisme se déroulent sur des périodes dépassant plusieurs dizaines de millions d'années, des volcans sont probablement encore actifs aujourd'hui. Cette hypothèse est soutenue par les mesures de la concentration en dioxyde de soufre au sommet des nuages de Vénus : elle a été divisée par plus de dix pendant les cinq premières années de la mission *Pioneer Venus*, de 1978 à 1983. Ces variations, et celles de la concentration en aérosols, résulteraient du volcanisme. Les fluctuations des températures de surface, accélérées par le volcanisme, expliquent aussi la formation naturelle des nombreuses structures géologiques découvertes par *Magellan*.

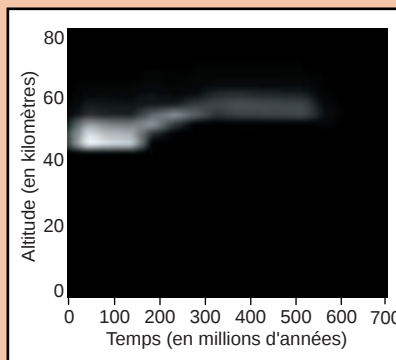
Heureusement, le climat terrestre n'a pas subi de telles variations dans un passé récent. Bien que l'atmosphère terrestre soit aussi perturbée par le volcanisme, elle est riche en oxygène (produit par l'activité biologique et par l'eau), de sorte qu'elle élimine les gaz soufrés. Les nuages d'eau assurent l'équilibre thermique de notre planète. La vapeur d'eau qui les compose résulte

EFFET DE SERRE



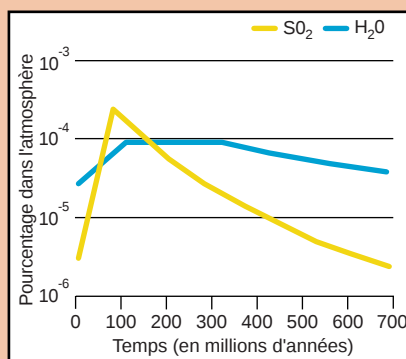
Les gaz à effet de serre laissent la lumière solaire atteindre la surface de Vénus, mais ils bloquent le rayonnement infrarouge réémis par le sol. Le dioxyde de carbone (en rouge), l'eau (en bleu) et le dioxyde de soufre (en jaune) absorbent chacun à des longueurs d'onde différentes. Si ces gaz étaient absents, la température moyenne serait d'environ 30 °C.

COUVERTURE NUAGEUSE



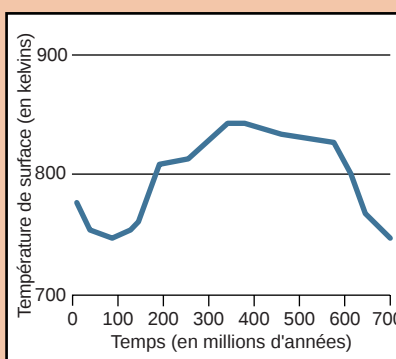
L'épaisseur des nuages, composés d'acide sulfurique, varie après les éruptions volcaniques. D'abord, quand l'eau et le dioxyde de soufre se répandent dans l'air, les nuages s'épaississent. Puis ils se dissipent. Environ 400 millions d'années après le début d'un épisode volcanique global, les nuages acides sont remplacés par de minces nuages d'eau, à haute altitude.

LES GAZ DE L'ATMOSPHÈRE



L'eau et le dioxyde de soufre s'éliminent de l'atmosphère après avoir été émis par les volcans. Le dioxyde de soufre (en jaune) réagit assez vite avec les carbonates de la surface, tandis que l'eau (en bleu) diffuse vers les couches de haute altitude où elle est lentement dissociée par le rayonnement ultraviolet solaire.

TEMPÉRATURE



La température de surface dépend de l'importance relative des nuages et de l'effet de serre. Initialement, le volcanisme produit des nuages épais qui refroidissent la surface. Toutefois, comme l'eau disparaît plus lentement de l'atmosphère de la planète que le dioxyde de soufre, la surface est réchauffée par effet de serre.