

Quand la croûte terrestre explose

M. Elaine Kennedy

Une étude des volcans autour de la bordure du Pacifique nous aide à comprendre les facteurs déclenchant les tremblements de terre et les éruptions.

Vous vivez en Californie et vous êtes fier de votre belle maison. Elle a vue sur les eaux bleues de l'océan Pacifique. Par un bel après-midi ensoleillé, vous êtes assis dans votre fauteuil préféré sur la terrasse, regardant les vagues blanches s'échouant inlassablement, mais régulièrement, tantôt avec douceur tantôt avec fracas. La radio joue votre musique favorite et tout semble si calme, si agréable et si exquis. Soudain la musique s'interrompt. Un système d'alerte se met en marche. Une éruption volcanique accompagnée d'un séisme en bordure de l'océan semble imminente et vous êtes prié avec vos voisins d'évacuer vers un endroit plus sûr.

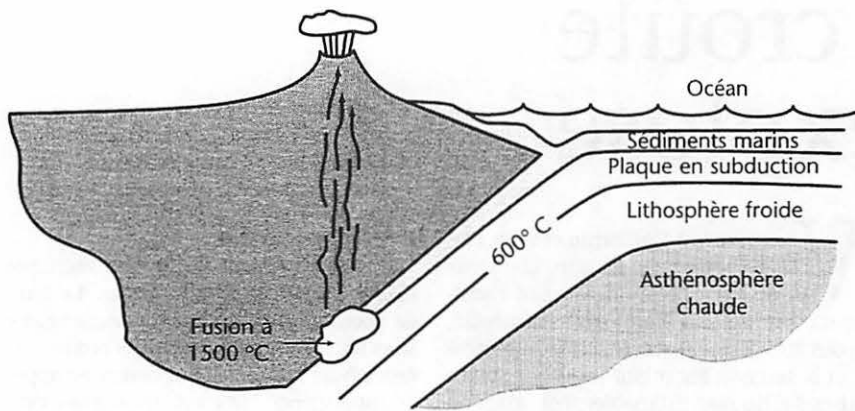
Fiction ? Plus maintenant. L'activité volcanique et sismique est enregistrée tout autour de l'océan Pacifique. Les vulcanologues, avec l'aide de la technologie moderne, sont capables de surveiller les volcans éteints et en activité de la bordure du Pacifique, d'identifier les indices d'activité accrue pouvant engendrer des éruptions et d'envoyer des messages d'alerte aux populations vivant le long de la côte pacifique.

Une telle avancée dans la compréhension des processus profonds peut aussi accroître le pouvoir de prédiction des vulcanologues. Mais le fait de comprendre ces processus ne répond pas à cette question cruciale : « Pourquoi cela se produit-il ? » D'autres sources d'information sont nécessaires pour nous aider à nous attaquer à ce problème. La réponse reste spéculative, mais certaines informations de base au sujet des processus qui produisent une partie des roches en fusion à l'intérieur de la terre peuvent être utiles. Puisqu'il y a une ceinture volcanique autour de l'océan Pacifique, nous commencerons par un coup d'œil sur la région.

La ceinture de feu

Le long des bords de l'océan Pacifique se trouvent de profondes fosses. Le fond de l'océan plonge dans ces fosses et glisse sous les roches qui forment la croûte terrestre (voir figure). Ce processus est appelé subduction¹. Les vulcanologues estiment que cette subduction produit la matière première pour la majeure partie du volcanisme entourant l'océan Pacifique, d'où l'expression « Ceinture de Feu ». La plaque océanique en subduction entraîne avec elle de l'eau de mer et du matériel crustal. Plus ces matériaux sont entraînés profondément, plus les températures et les pressions sont fortes. La combinaison de composants volatiles ou de gaz produits à partir de l'eau de mer et du matériel crustal ainsi que les pressions et températures croissantes finissent par provoquer la fusion de la plaque et du manteau supérieur². La roche en fusion ou magma commence alors à monter à travers la croûte terrestre, en empruntant les anciennes fractures et failles et en en formant de nouvelles, incorporant toujours du matériel crustal à mesure qu'elle se déplace³ (voir figure).

Quand les roches de la croûte entrent en fusion, certains types de roches se décomposent chimiquement et dégagent des gaz comme le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre. Le magma en montant peut se mélanger à des magmas provenant d'autres sources, qui contribuent aussi à la formation de produits volatils. Les gaz augmentent la pression dans le magma et diminuent sa densité, ce qui facilite la montée des roches en fusion le long des failles⁴. Cependant, le fait qu'une roche en fusion se déplace le long des fractures ne signifie pas qu'une éruption volcanique va se produire. Les vulcanologues recherchent les indices spécifiques d'une activité volcanique imminente.



Les signes précurseurs d'une éruption

Les données sur les volcans sont recueillies dans le monde entier parce que les scientifiques veulent savoir quand la prochaine éruption aura lieu. Les informations qui paraissent les plus utiles sont l'activité sismique et le type de gaz qui sont émis. Les gaz dégagés habituellement par les fissures volcaniques et les cratères sont le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone, le dioxyde de carbone, le sulfure d'hydrogène et la vapeur d'eau⁵. L'activité sismique augmente brutalement juste avant une éruption. La plupart du temps elle atteint au plus 4 degrés sur l'échelle de Richter; cependant, des séismes de plus grande intensité peuvent se produire accompagnés de grandes détonations, d'une liquéfaction et d'autres activités sismiques⁶. A mesure que la pression monte dans la chambre magmatique par incorporation de produits volatils venant des roches environnantes de la croûte, la possibilité d'une éruption augmente⁷.

L'éruption

L'éruption se produit quand la pression dans la chambre magmatique excède la pression exercée par le poids des roches sus-jacentes. De fortes explosions et des séismes précèdent souvent et accompagnent la projection de laves, de roches incandescentes, de gaz et de cendres⁸. Une fois que l'éruption se produit, beaucoup de gens s'intéressent non seulement

à ce qui s'est passé mais se demandent aussi pourquoi cela s'est produit.

Le contexte chrétien

Dans les communautés chrétiennes, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques ont suscité l'intérêt puisqu'ils ont communément été considérés comme le résultat d'actions divines. Dans le passé, les gens attribuaient le volcanisme et les tremblements de terre à Dieu ou aux esprits malins par ignorance, mais le livre de Job montre clairement que Dieu et Satan agissent dans la nature (voir Job 1.6-12). Maintenant qu'on en connaît plus sur les processus impliqués dans les éruptions, les gens ne considèrent plus de telles activités comme des interventions divines ou mystiques. La communauté chrétienne reconnaît qu'il est difficile de savoir comment et quand Dieu peut utiliser ses desseins (voir Matthieu 21.18-22; Luc 13.4,5). Penser que nous connaissons le fonctionnement de quelque chose ne signifie pas que Dieu ne soit pas impliqué dans le déclenchement de l'événement ou du processus. C'est une conception difficile puisque nous ne connaissons pas la pensée de Dieu. Nous ne savons pas si les événements font entrer en jeu ou pas l'intervention divine ou si la plupart ne sont que des processus qui se produisent au hasard dans notre monde. Notre manque de connaissance sur ce sujet devrait nous rendre prudents dans nos commentaires sur les événements de la fin du

monde et les châtiments (voir Marc 13.8; Luc 21.9-11, 25-28).

Le volcanisme pendant le déluge de la Genèse

Un autre aspect du volcanisme devrait être pris en considération dans une perspective biblique. Les continents et les fonds océaniques contiennent des éléments témoins d'un volcanisme à grande échelle. Les adventistes croient que la plupart de ces éléments témoins sont dus au déluge. Le fait d'inclure le volcanisme dans le déluge accroît la complexité et le caractère dévastateur de cet événement (voir page 15). Des coulées de basalte très étendues comme les trapps de Sibérie, les trapps du Deccan en Inde, les basaltes de Parana au Brésil et les basaltes de la Columbia River au nord-ouest des Etats-Unis ont pu commencer à se répandre pendant ou vers la fin du déluge. De plus, de vastes lits de cendres volcaniques se trouvent intercalés sur toute l'épaisseur des couches de la croûte terrestre.

Lors de discussions sur le déluge biblique, les chrétiens parlent du pouvoir destructeur des eaux du déluge mais se réfèrent rarement à la dévastation liée au volcanisme et aux séismes qui ont accompagné cet événement. A mesure que les scientifiques chrétiens poursuivent leur étude des archives géologiques, ils prennent de plus en plus conscience de la complexité du déluge de la Genèse.

Conclusion

En réalité, on connaît très peu de chose sur les processus qui contribuent, dans les profondeurs, au volcanisme. La plupart des théories sont développées à partir de mesures faites en surface. En tentant d'étudier ces processus, les vulcanologues espèrent pouvoir expliquer pourquoi les éruptions se produisent.

Dans la communauté chrétienne, il y a une conscience d'un pouvoir au-delà des processus physiques et chimiques observés dans la nature. L'interprétation biblique du volcanisme, des tremblements de terre et des inondations comme jugements poussent les chrétiens à remettre en question le caractère fortuit des événe-

Suite page 16

Déclarations d'Ellen G. White sur le volcanisme et les tremblements de terre

Ellen White a fait divers commentaires sur le volcanisme et les tremblements de terre*. L'un des plus complets, contenu dans un livre publié pour la première fois en 1890, dit ceci :

« A cette époque [le déluge de la Genèse], d'immenses forêts furent ensevelies. Celles-ci se sont transformées depuis en charbon, formant ces immenses couches de charbon qui existent aujourd'hui et produisant aussi de grandes quantités de pétrole. Le charbon et le pétrole prennent souvent feu et brûlent sous la surface de la terre. Ainsi les roches s'échauffent, le calcaire brûle et le minerai de fer fond. L'action de l'eau sur la chaux attise l'intense chaleur et produit des tremblements de terre, des volcans et des émissions ardentes. A mesure que le feu et l'eau entrent en contact avec des saillies de roche et de minerai, il se produit de fortes explosions souterraines, qui ressemblent à un grondement assourdi du tonnerre.

*« L'air est chaud et suffocant. Les éruptions volcaniques viennent ensuite; et celles-ci ne permettant que le dégagement partiel des éléments chauds, la terre elle-même est ébranlée, le sol se soulève et gonfle comme les vagues de la mer, de grandes fissures apparaissent et parfois des villes, des villages, des montagnes en feu sont engloutis. Ces manifestations extraordinaires seront de plus en plus fréquentes et terribles juste avant le retour du Christ et la fin du monde, annonçant ainsi une destruction rapide. » (Traduction de *Patriarchs and Prophets*, Pacific Press, Mountain View, California: 1958, p. 108, 109.)*

La description par Ellen White des processus contribuant au volcanisme est très proche des idées publiées par les géologues de son temps. Ceci explique pourquoi une grande partie du langage employé est plus descriptif que scientifique. Il y a un siècle, la théorie de la tectonique des plaques n'existait pas encore et la communauté des géologues se concentrait seulement sur le processus de l'éruption. Voici un commentaire sur quatre aspects de ces descriptions.

1. *« Le charbon et le pétrole prennent souvent feu et brûlent... le calcaire brûle. »*

L'expression « prendre feu et brûler » peut être une tentative de description de l'incorporation du charbon et du pétrole dans la roche en fusion remontant à travers la croûte. Ce processus se produit continuellement lorsque le magma monte dans la croûte terrestre. Ailleurs*, Ellen White fait remarquer que ces volcans ne se trouvent pas habituellement près des principaux gisements de charbon, de pétrole et de gaz. Cette déclaration peut indiquer qu'elle est consciente du fait que ce n'est pas la combustion du charbon qui fait fondre les roches environnantes mais plutôt que c'est la roche en fusion qui met le feu au charbon et au pétrole. Cependant, elle soutient l'idée que le charbon et le pétrole contribuent, d'une certaine manière, au volcanisme. Elle ne spécifie pas le processus qui « met le feu » au charbon et au pétrole, il se peut donc que l'expression « ainsi les roches s'échauffent » ne se réfère pas au charbon et au pétrole qui « brûlent » mais plutôt au processus responsable de la combustion, c'est-à-dire le magma montant (un concept inconnu à cette époque). Il est intéressant de noter qu'elle se réfère au calcaire qui brûle et au minerai de fer qui fond, indiquant de nouveau la décomposition du calcaire en ces divers composants.

2. *« L'action de l'eau sur la chaux attise l'intense chaleur et produit des tremblements de terre, des volcans et des émissions ardentes. A mesure que le feu et l'eau entrent en contact avec des saillies de roche et de minerai... »*

Dans un langage non scientifique l'auteur décrit l'importance des éléments volatils dans la chambre magmatique relative au processus de l'éruption. Le charbon et le pétrole produisent essentiellement du carbone, du soufre et de l'hydrogène lorsqu'ils entrent en contact avec les roches en fusion qui remontent. L'eau présente sous forme gazeuse et le calcaire, source des ions carbonate (CO₃), se recombinaient pour former différents gaz. Ce sont les gaz surveillés par les vulcanologues aujourd'hui.

3. *« La terre elle-même est ébranlée... »*

Ceux qui se trouvaient près du mont St-Helens le 18 mai 1980, et qui ont survécu, ont parlé aux reporters d'un air « chaud et suffocant » et d'explosions. L'activité sismique est fréquemment associée aux éruptions volcaniques à cause de l'augmentation des pressions en profondeur qui génèrent certaines « explosions souterraines » et ondes superficielles (le « sol se soulève et gonfle »).

4. *« De grandes fissures apparaissent et parfois des villes, des villages, des montagnes en feu sont engloutis. »*

L'expression « de grandes fissures apparaissent » fait penser que ce sont ces fissures qui « engloutissent » des villes, etc. S'il est vrai que de vastes régions sont englouties, cette destruction est due aux laves et aux cendres qui sont émises par de nouvelles ouvertures, ainsi les villages peuvent être « engloutis » par les coulées de lave. La lecture de ce passage est plus cohérente avec la phrase d'introduction : « Des éruptions volcaniques viennent ensuite » et on peut comprendre dans ce contexte que les tremblements de terre génèrent des fissures qui peuvent former des ouvertures permettant à de nouvelles laves et cendres de s'échapper.

Les fréquents communiqués sur l'activité volcanique et sismique dans les bulletins d'information ne comportent pas la perspective chrétienne. Ellen White cite les volcans et les tremblements de terre comme étant des éléments puissants nous rappelant que la destruction catastrophique est une réalité de notre monde et que notre monde peut prendre fin et prendra fin rapidement. Ellen White nous assure aussi que cela s'inscrit dans un contexte plus large et, comme d'habitude dans ses écrits, c'est sa dernière phrase dans ce paragraphe qui attire notre attention sur le retour de Jésus-Christ.

**Une liste de sources peut être obtenue auprès de l'auteur au Geoscience Research Institute, Loma Linda University, Loma Linda, California 92350; U.S.A.*

Fax : 909-558-4314. E-mail : ekenedy@ccmail.llu.edu ou en accédant à la base de données E G W par l'intermédiaire de Loma Linda University sur le World Wide Web.

ments. De nombreux chrétiens considèrent la plupart des désastres naturels comme des événements fortuits, faisant partie d'un monde pécheur. La perspective biblique lie ces événements à la fin du monde et leur survenue devrait renforcer notre foi dans le retour du Christ. Un soudain accroissement notable dans la fréquence des catastrophes naturelles est prédit juste avant le retour du Christ. Bien que des amis ou des parents puissent périr dans l'une de ces catastrophes, les chrétiens ont foi en l'amour fidèle et impérissable du Père pour ses enfants. Ces processus nous rappellent la grandeur de la puissance de Dieu et sa capacité à contrôler les forces naturelles.

M. Elaine Kennedy (Ph. D., University of Southern California) est géologue et chercheur au Geoscience Research Institute. Son adresse : Geoscience Research Institute; Loma Linda, California, 92350; U.S.A. Dialogue a publié d'autres articles de M. E. Kennedy : « Dieu et la géologie à l'université » (3 :3), « Ces dinosaures si intrigants » (5 :2) et « A la recherche des ancêtres d'Adam » (8 :1).

Des articles sur des sujets connexes ont été publiés dans ce journal : Harold G. Coffin, « Le charbon : comment s'est-il formé ? » (6 :1); William H. Shea, « Le Déluge : une simple catastrophe régionale ? » (9 :1).

Notes et références

1. Voir E. J. Tarbuck et F. K. Lutgens, *The Earth : An Introduction to Physical Geology* (Columbus, Ohio : Merrill Publishing Company, 1987), p. 481-496. Voir aussi, J. Ruiz, C. Freydier, T. McCandless et R. Bouse, « Isotopic Evidence of Evolving Crust and Mantle Contributions for Base Metal Metallogenesis in Convergent Margins », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A357.
2. Voir E. Hegner et T. W. Vennemann, « Role of Fluids in the Origin of Tertiary European Intra Plate Volcanism : Evidence From O, H, and Sr Isotopes in Melilitites », *Geology 25* (1997) : 1035-1038. Voir aussi, V. E. Camp et M. J. Roobol, « New Geologic Maps Describing a Portion of the Arabian Continental Alkali Basalt Province, Kingdom of Saudi Arabia », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 23* (1991) : 451 ; G. L. Hart, E. H. Christiansen, M.G. Best et J. R. Bowman, « Oxygen Isotope Investigation of the Indian Peak Volcanic Field, Southern Utah-Nevada : Magma Source Constraints for a Late Oligocene Caldera System », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A87 ; et S.A. Nelson, « Spatial and Geochemical Characteristics of Basaltic to Andesitic Magmas in the Mexican Volcanic Belt », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A88.
3. W. A. Duffield et J. Ruiz, « Contaminated Caps on Large Reservoirs of Silicic Magma », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 23* (1991) : 397.
4. V. C. Krass, « Magma Mixing as a Source for Pinatubo Sulfur », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A164.
5. R. S. Harmon et K. Johnson, « H-Isotope Systematics at Augustine Volcano, Alaska », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A164. Voir aussi, J. Dixon et D. Clague, « Evolving Volcanoes and Degassing Styles in Hawaii », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A191.
6. W. G. Cordey, ed., « Volcanoes and earthquakes », *Geology Today 11* (1995) : 233-237.
7. G. B. Arehart, N. C. Sturchio, T. Fischer et S. N. Williams, « Chemical and Isotopic Composition of Fumaroles, Volcan Galeras, Colombia », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 25* (1993) : A326.
8. Cordey, p. 236-239. Voir aussi, R. B. Smith, C. M. Meertens, A. R. Lowry, R. Palmer et N. M. Ribe, « The Yellowstone Hotspot : Evolution and Its Topographic, Deformation, and Earthquake Signature », *Geological Society of America, Abstracts With Programs 29* (1997) : A166.