

# Comment l'érosion construit les montagnes

NICHOLAS PINTER • MARK BRANDON

*Paradoxalement, l'interaction des forces tectonique, érosive et climatique façonne les montagnes et éclaire l'histoire de la Terre.*

**P**our les Grecs, les montagnes étaient des symboles de la puissance divine : au sommet de l'Olympe, la plus haute des montagnes grecques (2917 mètres), régnaient les dieux, qui régissaient l'existence des mortels. Cependant, ainsi placés, les dieux n'auraient pas dominé longtemps le monde : les montagnes naissent, vivent et meurent selon des cycles complexes.

Contrairement à ce qu'on pensait jusque dans les années 1970, les montagnes ne sont pas uniquement dues aux collisions des plaques qui constituent l'extérieur de notre planète : elles sont aussi créées et façonnées par l'éro-

sion et le climat. Les interactions des forces tectoniques, de l'érosion et du climat déterminent la forme et la hauteur des sommets, ainsi que le temps nécessaire à la création ou à la disparition des chaînes de montagnes. Paradoxalement, la formation des montagnes semble dépendre autant des forces destructrices, l'érosion, que des forces constructives, la tectonique. Après avoir considéré pendant plus d'un siècle l'érosion comme un facteur secondaire, de nombreux géologues y voient aujourd'hui un mécanisme géophysique puissant : les montagnes les plus imposantes

devraient leurs formes à de minuscules gouttelettes de pluie.

Ce résultat a d'importantes conséquences en sciences de la Terre. Les plaines, les vallées et, surtout, les montagnes renseignent les géologues sur l'histoire de notre planète durant des centaines de millions d'années. Les montagnes sont les témoins irréfutables de l'activité des forces tectoniques et de leur durée.

Les modèles de formation et d'évolution des montagnes ont une longue histoire. Selon le modèle du cycle géologique publié en 1899, les montagnes naissaient soudainement, en raison d'un spasme tectonique, puis elles vieillissaient lentement, en raison d'une érosion régulière. La simplicité et la logique de ce modèle ont conduit les géologues à oublier ses imperfections jusqu'à la révolution tectonique des années 1960, après laquelle

on a relié la surrection des chaînes de montagnes aux collisions des grandes plaques lithosphériques qui constituent la partie relativement froide et fragile de l'exté-



**1. CETTE VALLÉE SPECTACULAIRE, dans les montagnes Rocheuses canadiennes, a été creusée par les glaciers – l'un des plus puissants facteurs d'érosion – pendant la dernière époque glaciaire, il y a 20 000 ans.**

rieur de la Terre. L'énergie interne de la planète façonne la surface de la Terre en comprimant, chauffant et cassant la lithosphère, dont l'épaisseur est comprise entre un peu moins de 100 kilomètres sous les océans et 200 kilomètres ou plus sous les continents. La lithosphère n'est pas une coquille solide : elle est formée de plusieurs dizaines de plaques qui sont entraînées par la convection du manteau terrestre. Ces déplacements expliquent la plupart des phénomènes naturels de notre planète comme les séismes, la formation des bassins océaniques ou la création des chaînes de montagnes.

Si la tectonique des plaques est le principal moteur de la formation des chaînes de montagnes, elle donne une description insuffisante : depuis 20 ans, les géologues comprennent que les montagnes résultent de l'interaction complexe de trois mécanismes : l'érosion, les phénomènes climatiques et la tectonique.

La tectonique des plaques explique la répartition des chaînes de montagnes à la surface de la Terre. La formation des montagnes est toujours expliquée par des apports de matière ou de chaleur, ou bien des deux, dans une partie de la croûte terrestre (la croûte est la partie externe de la lithosphère). Une croûte plus chaude ou plus épaisse s'élève en formant des montagnes, car elle flotte sur le manteau plus dense qu'elle. La tectonique des plaques contribue à l'épaississement de la croûte par la convergence de deux plaques ou par un apport de chaleur ou de magma fondu.

La convergence de deux plaques a deux conséquences possibles. Dans certains cas, une plaque s'enfonce dans le manteau en glissant sous la seconde plaque : c'est la sub-

duction. Au-dessus de la zone de subduction, la plaque supérieure est épaissie par le rejet en altitude de la croûte comprimée et par l'apport de magma qui remonte après la fusion partielle de la plaque qui s'enfonce. De nombreuses montagnes, dont presque toutes celles qui forment la ceinture de feu du Pacifique (des volcans qui bordent les zones de subduction de l'océan Pacifique), se sont formées ainsi.

### Subduction ou collision

D'autre part, quand deux plaques qui entrent en collision sont toutes deux surmontées de blocs continentaux, aucune des plaques ne s'enfonce sous l'autre. Toute la matière crustale apportée par la compression contribue à l'épaississement et à l'élévation de la zone montagneuse. Ce type de collisions a créé des reliefs spectaculaires comme le plateau tibétain et la chaîne de l'Himalaya, qui compte les dix sommets les plus élevés du monde.

Les apports de magma et de chaleur dans la croûte, au cours des épisodes d'activité volcanique, peuvent aussi créer des chaînes de montagnes : les plus longues chaînes de la planète, les dorsales médio-océaniques, résultent de remontées de magma entre des plaques qui s'écartent, renouvelant ainsi le plancher océanique. Ces dorsales divisent l'océan Atlantique, l'Est du Pacifique et l'océan Indien comme les coutures d'un ballon ; la dorsale médio-Atlantique mesure plus de 15 000 kilomètres de long, culminant jusqu'à 4 000 mètres au-dessus des plaines abyssales des fonds océaniques.

Sur les continents, la chaleur associée aux apports de magma peut aussi contribuer au soulèvement de grands ensembles de terrain en diminuant la densité de la croûte par rapport au manteau sous-jacent.

En plus des causes tectoniques, les nouveaux modèles de formation des montagnes prennent en compte les effets de l'érosion et du climat. L'érosion désagrège les roches, évacue les sédiments des pentes et les transporte dans les rivières. Sur un terrain géologique donné, l'activité des différents agents érosifs – la gravité, le ruissellement, le vent, le gel – dépend du climat, de la déclivité des pentes et de la nature des roches qui affleurent.

Le climat ne peut être découplé de l'érosion, car il détermine le volume moyen de matériaux éliminés d'un terrain. En général, l'érosion est importante quand le climat est humide, mais une forte humidité favorise aussi la croissance d'une végétation, qui protège la surface. Les montagnes des régions polaires, telles celles de l'Antarctique et du Groenland, sont moins sensibles à l'érosion, car elles sont arides et recouvertes par des manteaux de glace quasi immobile. À l'inverse, les glaciers des Alpes ou de la Sierra Nevada, en Californie, attaquent fortement la couche rocheuse, si bien que cette forme d'érosion est, peut-être, la plus puissante à la surface de la Terre.

De nombreuses autres relations existent entre l'érosion, le climat et le relief. Par exemple, les montagnes perturbent les vents et provoquent des



Richard Sisk: Panoramic Images