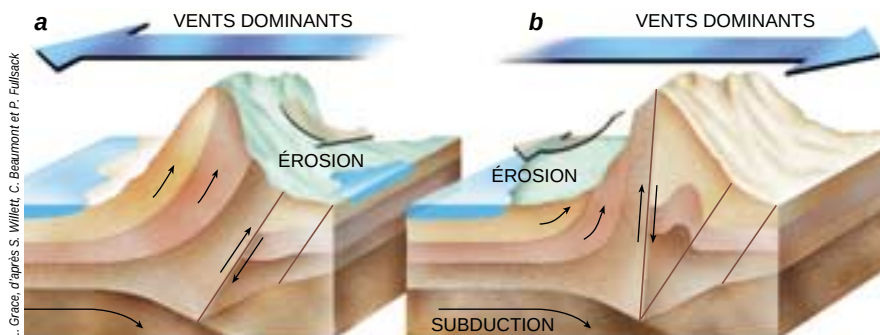




4. L'OROGRAPHIE est due à la déflexion vers le haut des vents par les reliefs montagneux, ce qui augmente les précipitations sur les sommets et sur les pentes du massif exposées aux vents dominants. Pour une chaîne de montagnes côtière, lorsque les vents dominants soufflent vers le large, en sens opposé à la subduction (a), l'érosion est supérieure sur le versant continental du massif montagneux, ce qui y fait affleurer les roches d'origine les plus profondes et les plus déformées. Lorsque le vent souffle dans le même sens que la subduction (b), l'érosion dénude le versant côtier de la chaîne de montagnes, entraînant les roches les plus profondes vers la surface. Dans ce cas, le versant continental de la chaîne de montagnes reçoit peu de précipitations. C'est pour une telle raison que l'Est de la Sierra Nevada, en Californie, est désertique.

Ainsi apparaît un dilemme, analogue à celui de la poule et de l'œuf, naturel pour un système où s'exercent de nombreuses rétroactions. Les géologues ignorent quel mécanisme a déclenché les changements climatiques et topographiques qui se déroulent depuis 40 millions d'années, mais ils ont compris que de nombreuses interactions peuvent amplifier de petites variations et que la tectonique, le climat et l'érosion ont travaillé ensemble pour façonner les structures géologiques qu'ils étudient aujourd'hui.

L'érosion

La mise en évidence des nombreuses interactions dans la constitution des chaînes de montagnes montre que l'érosion, qui façonne les montagnes en surface, participe également aux mécanismes tectoniques profonds, dans la croûte. En dernier lieu, la force qui limite la croissance des montagnes est la gravité. Ainsi, l'érosion, en diminuant le poids des massifs montagneux, accélère les processus tectoniques sous les montagnes. En un sens, l'érosion «aspire» la croûte de l'intérieur du massif vers

la surface et laisse une empreinte différente sur les faciès des roches et sur les types de déformation crustale à l'intérieur ou sous les chaînes de montagnes.

La nature des roches affleurant à la surface des montagnes dépend en partie du climat local, de la vitesse de l'érosion et de sa nature. De cette manière, l'érosion agit sur la topographie, sur la composition et sur la structure des montagnes. Le métamorphisme des roches (les transformations minéralogiques qui résultent de la compression et de l'échauffement, dans le sous-sol) et l'apparition de minéraux susceptibles de former des roches dépendent des conditions de température et de pression à l'intérieur de la croûte. Des modifications apparemment négligeables du climat ou de l'érosion, comme une variation de vitesse ou de direction du vent, ou encore de petites variations en latitude, peuvent changer l'histoire des températures et modifier la nature des roches créées durant l'évolution des chaînes de montagnes.

Récemment, des modélisations numériques ont testé les effets des vents dominants et de l'orographie sur la répartition des différentes zones

Collection
Astronomie
Mécanique Céleste

Introduction aux éphémérides astronomiques

Cet ouvrage fournit aux chercheurs, étudiants et astronomes amateurs, les outils de base pour aborder la mécanique céleste.

- unités et données astronomiques concernant les corps du système solaire
- échelles de temps utilisées
- systèmes de référence pour repérer les corps célestes et transformations entre les différents repères
- théorie de la rotation de la Terre
- solutions les plus récentes des mouvements des corps du système solaire
- présentation des éphémérides de la *Connaissance des Temps*
- éphémérides pour le Soleil, la Lune, les planètes et les satellites

Il contient un grand nombre de tables, de figures et est accompagné d'un glossaire.

Bureau des Longitudes

ISBN 2-86883-298-9 - 450 pages - Prix : 380 FF

Connaissance des Temps
1998

Cet ouvrage donne les positions du Soleil, de la Lune, des planètes ainsi que des divers satellites (de Mars, Jupiter, Saturne...). Le lecteur peut calculer les coordonnées d'un astre à l'aide de la disquette fournie.

Bureau des Longitudes

ISBN : 2-86883-304-7 - 200 pages - Prix : 250 FF

Ces ouvrages sont disponibles soit chez votre libraire soit aux

Éditions de Physique

7 av du Hoggar - Z.I. de Courtabœuf
91944 Les Ulis Cedex A

Tél. : 01 69 18 75 75 - fax : 01 69 28 84 91

<http://www.ed-phys.fr>

e-mail : customers@ed-phys.fr

de métamorphisme dans les chaînes de montagnes. Elles ont révélé que, si les vents dominants vont dans le même sens que la subduction, la majeure partie des précipitations tombe sur le versant côtier de la chaîne de montagnes, au-dessus de la plaque qui s'enfonce. Ce phénomène y intensifie la déformation et l'exhumation des roches profondes de la croûte. À l'inverse, si les vents dominants sont opposés au sens de la subduction, l'érosion est plus forte sur le versant continental de la chaîne : la déformation du massif montagneux est relativement uniforme, et l'exhumation des roches profondes est limitée au versant continental. Une étude de la répartition des roches altérées dans le cœur de certains vieux massifs montre que les empreintes laissées par l'orographie et par les vents dominants restent visibles plus de deux milliards d'années après que la chaîne a cessé d'être active.

Ayant observé que le soulèvement tectonique et l'érosion peuvent se produire sur des échelles de temps et à des vitesses similaires, de nombreux géologues admettent aujourd'hui que certaines montagnes sont stationnaires : leur hauteur et leur forme générale peuvent rester stables, sans changement notable, durant des centaines de milliers d'années, voire des millions d'années, parce que la vitesse d'érosion est compensée par l'activité tectonique.

Les trois étapes

Si peu de montagnes actuelles sont dans cet état d'équilibre parfait, la plupart d'entre elles l'ont sans doute atteint durant leur histoire. L'évolution des chaînes de montagnes se divise en trois phases. La première, la phase de formation, commence avec la convergence de deux plaques ou avec la survenue d'un événement tectonique qui provoque l'épaississement de la croûte et l'élévation du relief ; durant cette période, la croissance tectonique est plus rapide que l'érosion. Puis, lorsque l'altitude devient très importante, l'érosion s'intensifie. Selon la taille de la chaîne et le climat local, le soulèvement continue jusqu'à ce que l'érosion ou la résistance de la croûte limitent la croissance de l'altitude moyenne de la chaîne. Cette deuxième période stationnaire dure aussi longtemps que la

tectonique compense l'érosion. Enfin, lorsque la surrection ralentit, l'érosion prend le dessus, et les montagnes vieillissent ; leur altitude moyenne décroît lentement. Lors de n'importe laquelle des trois phases, l'évolution des montagnes peut être compliquée par l'intervention d'événements tectoniques ou climatiques, et par les interactions entre ces mécanismes et l'érosion.

Les nouvelles théories sur la formation des chaînes de montagnes promettent d'être aussi fructueuses que le fut la tectonique des plaques il y a 30 ans. De la même manière que celle-ci a permis d'expliquer la répartition globale des séismes, des volcans, des fossiles et de nombreux types de roches et de minéraux, les nouvelles idées orogéniques montrent comment les forces tectoniques, le climat et la topographie interagissent pour créer les paysages les plus spectaculaires de la planète. Les simulations numériques prenant en compte ces théories rendent compte d'histoires tectoniques complexes, de la variabilité des climats, et des particularités géologiques locales.

Nicholas PINTER enseigne la géologie à l'Université de l'Illinois, à Carbondale. Mark BRANDON enseigne à l'Université Yale, dans le Connecticut.

T. YOSHIKAWA, *Landform Development by Tectonics and Denudation*, in *Themes in Geomorphology*, sous la direction de A. Pitty, Croom Helm, 1985.

C. BEAUMONT, P. FULLSACK et J. HAMILTON, *Erosional Control of Active Compressional Orogens*, in *Thrust Tectonics*, sous la direction de K.R. McClay, Chapman and Hall, 1992.

B.L. ISAACS, «Long-Term» *Land Surface Processes: Erosion, Tectonics and Climate History in Mountain Belts*, in *TERRA-1 : Understanding the Terrestrial Environment : The Role of Earth Observations from Space*, sous la direction de P.M. Mather, Taylor and Francis, 1992.

R.E. RAYMO et W.F. RUDDIMAN, *Tectonic Forcing of Late Cenozoic Climate*, in *Nature*, vol. 359, n° 6391, pp. 117-122, 10 septembre 1992.

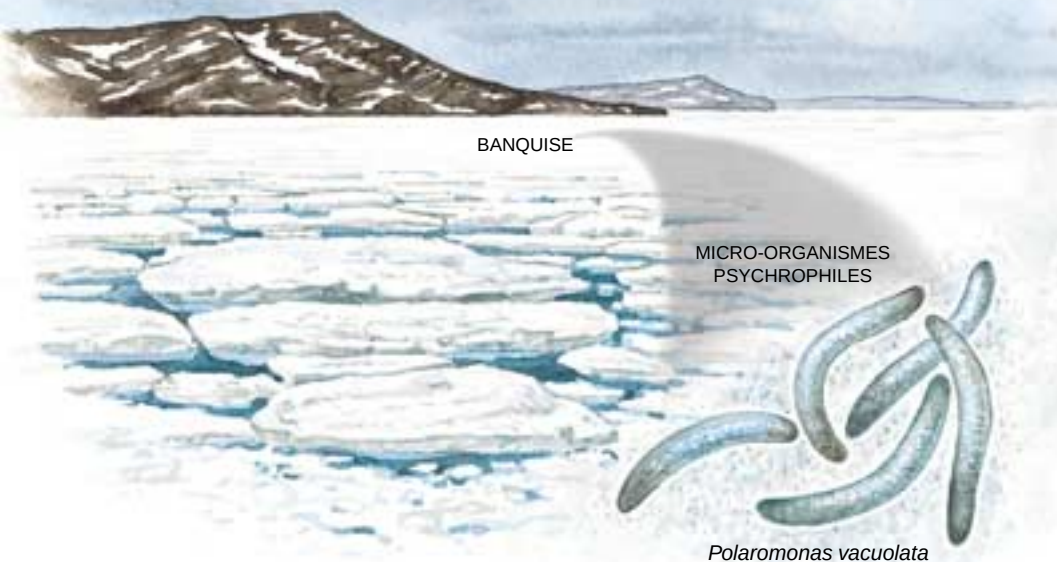
E. FIELDING, B. ISACKS, M. BARAZANGI et C. DUNCAN, *How Flat Is Tibet?*, in *Geology*, vol. 22, n° 2, pp. 163-167, février 1994.

E.A. KELLER et N. PINTER, *Megageomorphology*, in *Active Tectonics : Earthquakes, Uplift and Landscape*, Prentice Hall, 1996.

Les organismes de l'extrême

MICHAEL MADIGAN • BARRY MARRS

Certains micro-organismes survivent dans des conditions qui tueraient toute autre créature. Les molécules qui leur permettent de prospérer intéressent l'industrie.



Plongés dans de l'eau bouillante, dans de l'eau presque gelée, ou encore dans du vinaigre, dans de l'ammoniac ou dans de la saumure, les animaux meurent quasi instantanément. Toutefois de nombreux micro-organismes se sont adaptés à ces environnements réhibitoires : ce sont les «extrémophiles», capables de survivre dans des conditions qui, du point de vue humain, sont réellement extrêmes. Mieux encore, ces micro-organismes ne se contentent pas de supporter ces environnements agressifs : ils ne se développent et ne se reproduisent bien que là.

Certains extrémophiles sont connus depuis plus de 40 ans, mais la recherche de ces types d'organismes s'est intensifiée récemment, quand on a reconnu que certains endroits que l'on croyait stériles pullulent de vie microbienne. En outre, les industriels ont réalisé que les systèmes de survie des extrémophiles pouvaient avoir des applications variées.

Leurs enzymes des extrémophiles sont ainsi des catalyseurs de réactions biologiques extrêmement résistants : comme les catalyseurs chimiques, les enzymes accélèrent les réactions chimiques sans y participer, de sorte qu'elles peuvent être réutilisées indéfiniment. En 1997, diverses sociétés ont consacré plus de dix milliards de francs à l'étude des enzymes capables de produire des édulcorants, de délayer les jeans, d'identifier les criminels par leurs empreintes génétiques ou de diagnostiquer les maladies infectieuses ou génétiques. Comme les enzymes classiques perdent leurs propriétés lorsqu'elles sont excessivement chauffées ou placées dans des conditions extrêmes, les industries qui les utilisent doivent souvent prendre des précautions pour les protéger au cours de leurs réactions ou de leur conservation. La résistance des enzymes d'extrémophiles – surnommées «extrémozymes» – pourrait simplifier les méthodes de génie

enzymatique et accroître le rendement des réactions tout en réduisant les coûts. De surcroît, les ingénieurs peuvent utiliser ces extrémozymes dans des procédés nouveaux.

Une vingtaine d'équipes, dans le monde, analysent les extrémophiles, à la recherche de leurs enzymes. Seulement quelques-uns de ces micro-organismes sont utilisés aujourd'hui, mais d'autres le seront prochainement. Tout comme pour des enzymes classiques, la transformation d'une extrémozyme nouvellement isolée en un produit industriel nécessite plusieurs années d'études.

D'autre part, l'analyse des extrémophiles a bouleversé l'arbre de l'évolution. Naguère, on divisait les créatures vivantes en deux groupes principaux : les bactéries, dont les cellules sont simples et dépourvues de noyau, et les eucaryotes, d'organisation plus complexe, avec le matériel génétique enfermé dans le noyau cellulaire. L'étude des extrémophiles laisse supposer l'existence d'un troisième groupe : les archéobactéries. Ces dernières n'ont pas de noyau et ressemblent beaucoup aux bactéries ; certains