

# Erosion

L'"Érosion" recouvre l'ensemble des processus qui concourent à dégrader le «relief» terrestre. Le terme peut être jugé critiquable car son étymologie même (du latin erodere, ronger) met en valeur un seul aspect d'une chaîne complexe qui associe étroitement l'attaque des roches - ou érosion - , l'enlèvement de matière - ou ablation - (synonyme de érosion au sens strict), le transport et la sédimentation, autant d'actes distincts qu'engloberait le concept moins ambigu de morphogénèse. Il est vrai que ce mot est opportunément invoqué comme une sorte de deus ex machina, tant dans le langage courant que par les spécialistes. Est-il besoin de souligner la polysémie du concept ? Quoi de commun, en effet, entre l'érosion dite linéaire et l'érosion qualifiée d'érosion aréolaire, l'érosion glaciaire et la déflation éolienne. Le comble de la confusion est atteint lorsqu'on évoque indifféremment l'érosion différentielle qui exploite les contrastes lithologiques et la surface d'érosion qui les gomme ! C'est dans une perspective synthétique qu'il convient d'envisager l'étude de l'érosion qui, par-delà la diversité des modalités de son action, relève de deux séries de facteurs qui conjuguent leurs entreprises pour diversifier les processus d'ablation : les forçages engendrés par la tectonique et les bifurcations dues à l'«anthropisation».

Les estimations globales de l'érosion contemporaine reposent sur la mesure des charges transportées par les grands organismes fluviaux qui assurent 90 % des transferts actuels de matières des continents vers les océans. Le principe en est simple : connaissant le débit d'un cours d'eau, la salinité de ses eaux, la charge en suspension et le charriage sur le fond, on calcule la masse totale des sédiments enlevés dans la partie du bassin versant située en amont de la station de mesure considérée, et, si cette dernière se localise à proximité de l'embouchure des fleuves, le tonnage total de sédiments atteignant l'océan Mondial.

Un taux de "dégradation spécifique" peut ainsi être calculé en multipliant la concentration en éléments dissous ou solides (exprimée en mg/l) d'un cours d'eau par le volume total écoulé pendant l'année, et en divisant ce produit, ou tonnage total transporté, par la superficie du «bassin versant». L'ablation est généralement exprimée en tonnes par km<sup>2</sup> et par an, ou mieux en m<sup>3</sup> par km<sup>2</sup> et par an, ce qui équivaut à une tranche moyenne d'autant de mm par millénaire ou de Bunnoff (B), qui est évidemment le fruit d'une généralisation.

Rapportée à la surface totale des domaines exoriques, soit 105.106 km<sup>2</sup>, l'ablation se chiffrait à 169 t.km<sup>2</sup>.an-1, soit 60 mm.ka-1, pour une densité moyenne de 2 800 g.cm<sup>3</sup>, et donc 60 m.Ma-1. Ce chiffre, qu'il convient de comparer à la vitesse d'altération (de l'ordre de 10 à 20 mm.ka-1), masque bien des disparités : si l'ablation n'excède guère 2 mm.ka-1 dans le bassin de l'Oubangui en Afrique centrale, ou 4 mm.ka-1 dans celui de la Kolyma en Sibirie orientale, elle atteint 271 mm.ka-1 dans le bassin du Gange et jusqu'à 688 mm.ka-1 dans celui du Brahmapoutre.

L'ablation est certes intuitivement et effectivement fonction de la résistance des matériaux exposés en surface et de l'efficacité de l'attaque des agents atmosphériques, mais elle dépend plus fondamentalement de la hauteur et du volume du relief qui commandent son "potentiel érosif" au sens de J. Blache (1928) dont l'importance détermine l'énergie dont disposent notamment les eaux courantes. De fait, il est estimé que quelque 70 % des flux sédimentaires mondiaux seraient nourris par les orogènes récents où une tectonique active s'accompagne d'une efficace incision des volumes orographiques au point qu'elle s'exprime dans le relief par des crêtes de recoupement de longs versants aux fortes dénivellations. Le creusement fluvial, éventuellement accentué par le surcreusement glaciaire, entraîne, en effet, le développement de pentes abruptes et, de ce fait, la fourniture massive de débris solides qui confèrent à leur tour aux écoulements fluviaux leur pouvoir d'attaque des lits rocheux.

L'accroissement de l'énergie du relief s'accompagne d'une brusque augmentation de la puissance érosive qui déclenche le creusement sur l'ensemble du profil. Même en domaines anorogéniques, de remarquables illustrations concrètes de la concentration linéaire des eaux courantes sont apportées par le trait de scie monumental du Colorado ou par la dissection généralisée des reliefs bordiers de la mer Méditerranée au Miocène supérieur à la suite de son assèchement (épisode connu sous le nom de "crise de salinité" du Messinien).

La morphologie continentale est l'expression de l'état momentané des rapports actuels et passés entre les forces internes et

externes régissant le façonnement des terres émergées. P. Birot estimait que "les changements climatiques n'introduisent que des variantes dans ce thème fondamental" qui est le "couple antagoniste tectonique-érosion".

Qu'en est-il de la contribution de l'érosion anthropique ? Les taux d'érosion actuels peuvent-ils être raisonnablement extrapolés à la longue durée des temps géologiques ? Un calcul des tranches érodées à partir de l'estimation du cubage des sédiments corrélatifs, piégés dans différents bassins sédimentaires subhimalayens au cours du Quaternaire (F. Mottivier et Y. Gaudemer, 1999), révèle une grande stabilité sur le plus long terme des charges issues des bassins versants de plus de 105 km<sup>2</sup> en Asie du Sud et du Sud-Est : Gange-Brahmapoutre (1 285 contre des apports actuels de 1 402 x 106 t an<sup>-1</sup>), Irrawaddy (250 contre 260), Indus (475 contre 385), etc.

Il est toutefois une exception notable représentée par le Huang He puisque les mêmes auteurs se sont trouvés contraints de corriger les chiffres contemporains pour qu'ils s'alignent sur la tendance qui se dégageait tout au long de l'ère quaternaire. Il est, en effet, clairement établi que, depuis la naissance de l'empire Qin, la charge apportée au Fleuve Jaune par le Plateau des Loess (317.103 km<sup>2</sup>), qui recoupe deux reprises, se serait accrue d'un ordre de grandeur, passant de 16.106 antérieurement à 200 avant notre ère à 100.106 t. an<sup>-1</sup> au cours de la période maïste. C'est la raison pour laquelle il fait exception parmi les organismes hydrographiques les plus abondamment chargés de matières en suspension. En dehors de ce cas particulier, la constance des flux solides exportés par les fleuves himalayens sur la longue durée confirme mutatis mutandis la prévalence du creusement fluvial sur l'érosion des sols dont les manifestations peuvent néanmoins être catastrophiques : le fleuve Orange au sortir des Lowlands du Lesotho (104 km<sup>2</sup>), dilacré par 25 000 "dongas", emporte annuellement quelque 5,2.106 tonnes, et le Mississippi transfère quotidiennement au golfe du Mexique 1.106 tonnes, en dépit de l'importance du stockage colluvial et alluvial au sein de son vaste bassin versant (3,2.106 km<sup>2</sup>).

Le champ d'action du ruissellement se confondant avec celui de l'érosion pluviale à laquelle il est lié, une condition indispensable à sa mise en œuvre est la discontinuité du couvert végétal, principalement de l'étage herbacé inférieur. Autant dire que l'homme l'a formidablement étendu sur les terres qu'il a défrichées. C'est le processus par excellence de l'érosion anthropique puisque l'agrosystème "rompt la solidarité organique qui unit le sol et la végétation" (R. Neboit, 2010). En témoignent le déboisement historique des montagnes françaises, auquel l'ingénieur A. Surell (1841) ou l'économiste A.J. Blanqui (1843) attribuèrent les ravages des torrents ou le ravinement érosant du couvert végétal et des pratiques agricoles sur les pertes de terre collectées à l'aval de parcelles expérimentales africaines (Roose et F. Lelong, 1976).

Tout en favorisant le ruissellement, l'agriculture minière a étendu le champ d'action de la déflation éolienne : se trouvent exposés de vastes espaces, notamment dans les milieux bioclimatiques marginaux que sont la "steppe" tempérée d'Asie centrale (Kazakhstan et Ouzbékistan), la Pampa argentine ou surtout la Prairie dans le centre-ouest des États-Unis, où, au cours des années 1930, une période de sécheresse sévère et prolongée a particulièrement affecté certains secteurs plus vulnérables, désignés sous le nom de dust-bowls, provoquant un exode massif vers la Californie des agriculteurs de l'Oklahoma, sujet du roman de John Steinbeck (1939), *Les Raisins de la colère*.

En orientant l'enquête vers la pluralité et la discontinuité des temps géomorphologiques, on se donne les moyens de réfléchir sur les dispositifs qui rendent possible l'intelligence des formes. Il est que trop temps de clore un débat stérile sur les avantages comparés d'une approche traditionnelle, fondée sur la logique des formes de relief, et une approche nouvelle, bénéficiant d'une amélioration de la connaissance des processus. La première n'a guère connu de défenseurs durant le dernier demi-siècle, tandis que la seconde suscitait, dans le même temps, un excessif crédit. Deux approches conceptuelles de l'érosion coexistent désormais : celle d'une érosion "géologique" et celle d'une érosion "anthropique". Selon les estimations hasardées par B. Wilkinson et B. McElroy (2007), 83 % des flux sédimentaires imputables à la première émaneraient des 10 % les plus élevées des surfaces continentales, tandis que 65 % des régions les plus basses nourriraient 83 % des produits de l'érosion des sols.

Comme a souligné C. Klein (1993), "les deux voies d'accès à l'intelligence des formes sont en réalité complémentaires". On ne saurait, de ce fait, retenir le concept d'érosion "accéléérée", car une ravine naissante n'engendrera pas une vallée. Il n'y a pas lieu d'instituer une hiérarchie dans l'intégration

scientifique relatif aux diverses échelles spatio-temporelles des formes puisqu'elles sont irréductibles les unes aux autres, mais tout aussi évolutives.

Documents joints

[Historique des recherches sur l'érosion](#)

## Bibliographie

- Birost P., 1981. Les processus d'érosion à la surface des continents. Masson, Paris, 607 p.
- Blache J., 1928. Volume montagneux et érosion fluviale. Revue de géographie alpine, t. 16, n° 2, pp. 457-497.
- Klein C., 1993. Du dynamisme des processus à la dynamique des formes en géomorphologie. Ed. Ophrys, Gap, Gap, 188 p.
- Métivier F. et Gaudemer Y., 1999. Stability of output fluxes of large rivers in South and East Asia during the last 2 million years: implications on flood plain processes. Basin Research, 22, 293-303.
- Neboit R., 2010. L'homme et l'érosion. Collection Nature & Sociétés, Presses Universitaires Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 3e édition, 350 p.
- Roose E.J. et Lelong F., 1976. Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique tropicale. Études sur petites parcelles expérimentales de sol. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, 2, vol. XVIII, fasc. 4, pp. 365-374.
- Wilkinson B.H. et McElroy B.J., 2007. The impact of humans on continental erosion and sedimentation. Geological Society of America Bulletin, vol. 119, n° 1-2, pp. 140-156.