Version 78

Les mécanismes de l'érosion glaciaire sont encore relativement mal connus, en particulier son intensité. Trois écoles se sont affrontées dans ce domaine, les ultra-glacialistes, les anti-glacialistes et les transactionnels.

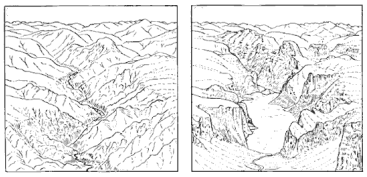
- "*Les ultra-glacialistes font de la glace le plus actif des agents d'érosion : la glace peut creuser profondément et indépendamment de la topographie préglaciaire .*

- *Les anti-glacialistes admettent que les glaciers protègent le relief qu'il recouvre. Tout au plus les débris superficiels sont-ils transportés.*

- *Les transactionnels admettent que le glacier peut creuser, mais qu'il ne peut pas aménager une topographie en faisant table rase de la surface préglaciaire.*" (*M. DERRUAU*)

Un exemple d'érosion glaciaire vue par un transactionnel :

La **Yosemite Valley (USA)**, avant (à gauche) et après (à droite) le passage des glaciers.



d'après Matthes, 1930 dans M.Campy et J.J.Macaire, (Géologie des formations superficielles)

Modification du 1er décembre 2017

Il s'agit bien ici d'une interprétation transactionnelle du relief. On peut certes voir en effet sur ces figures l'importance de l'érosion glaciaire qui a transformé une vallée en V en une vallée en auge. Mais, selon les croquis, les zones supérieures du paysage, au-dessus des épaulements, semblent n'avoir pas été sensiblement modifiées par le passage des glaciers.

Nous pensons que l'auteur de ces croquis n'a pas vu l'importance d'un autre mode d'érosion, celle exercée par l'action conjointe de la **G**élifraction et du **T**ransport par un glacier où *érosion GT*. La page de notre site consacrée à cette érosion montre bien que celle-ci peut avoir eu des conséquences importantes sur le relief.

L'examen des formes des vallées glaciaires actuelles nous a conduit à adopter une position intermédiaire entre celle des ultra-glacialistes et celle des transactionnels.

Rappelons d'abord que nous avions dit, à la page sur Les formes d'ablation majeures : « *On voit d'autre part qu'une forme typiquement glaciaire, le gradin de confluence, a systématiquement oblitéré les formes torrentielles (gorges) préexistantes sur les versants et a pu résister aux érosions postglaciaires. Ceci nous paraît démontrer la prééminence - tout au moins dans les vallées alpines - de l'érosion glaciaire sur l'érosion torrentielle* ».

Si, en effet, les vallées alpines avaient été façonnées essentiellement par l'érosion fluviale (ou torrentielle), le talweg d'une vallée affluente rejoindrait sans rupture de niveau celui de la vallée principale ; l'érosion glaciaire n'aurait apporté que de faibles retouches à ce modelé.

Or, toutes les vallées alpines présentent de hauts gradins de confluence (voir en particulier celle du **Vénéon**), dans lesquels l'érosion fluviale interglaciaire s'est bornée à creuser des gorges de raccordement de petites dimensions. Ceci nous paraît bien montrer la suprématie de l'érosion glaciaire dans la formation des vallées alpines.

Il est plus difficile, par contre, d'estimer son importance dans le façonnement des parties supérieures des reliefs, au-dessus des épaulements.

Certes, une grande partie de celles-ci se présentent, dans les **Alpes**, sous la forme de surfaces reliques (**Chamrousse**, plateau des **lacs du Taillefer (Isère)** par exemple). Mais qui peut dire quelle était l'épaisseur des terrains sédimentaires qui recouvraient ces surfaces avant les glaciations quaternaires ?

Nous serons donc très prudents dans ce domaine, tout en maintenant que l'érosion glaciaire était la plus efficace dans les vallées elles-mêmes.

Vitesse d'érosion dans la vallée du Klinaklini

Thermochronométrie par les isotopes de l'hélium et application à la mesure de la vitesse de l'érosion glaciaire

Une étude toute récente, portant sur le rôle joué par les glaciers dans la formation du relief de la chaîne des **Coast Moutains (British Columbia, Canada)**, vient de faire l'objet d'un article dans la revue *Sciences*, sous la signature de *D. Shuster et al*.
Les auteurs ont utilisé, pour mesurer la vitesse d'incision de la vallée du **Klinaklini** et pour comparer les valeurs de cette vitesse avant et après les glaciations, une méthode de thermochronométrie utilisant les propriétés de l'hélium ^{4}**He**.

Pour résumer cette méthode en quelques mots : les réactions nucléaires de désintégration Uranium/Thorium (U/Th) entraînent, au sein des apatites du granite, la production de ^{4}**He**. Le comportement de celui-ci au sein des cristaux est différent suivant la température. En dessous de 20° C, l'hélium est piégé en totalité, alors qu'il s'échappe entièrement par diffusion lorsque la température dépasse 80° C. Entre ces deux valeurs de température, le coefficient de rétention de l'hélium varie d'une manière continue. On conçoit donc qu'il est possible, par dosage de cet élément, de déterminer la vitesse de refroidissement des couches proches de la surface.

La comparaison des vitesses de refroidissement de cinq échantillons prélevés à diverses altitudes en travers de la vallée du **Klinaklini** (une auge de 2200 m de profondeur

pour 12 km de largeur) a permis aux auteurs de déterminer le parcours thermique suivi par les échantillons de roches.

Conjointement avec l'utilisation d'études antérieures portant sur la vitesse de surrection de la chaîne (supérieure à 0,5 mm par an depuis 10 Ma) ainsi que sur les sédiments relargués dans l'océan, les résultats montrent qu'un refroidissement rapide a commencé il y a 1,8 millions d'années (quoique des conditions glaciaires régnaient déjà depuis 2,7 Ma). Une calotte glaciaire de grandes dimensions recouvrait alors les **Coast Moutains**, l'épaisseur de glace sur le fond de l'auge atteignant 2500 m, cependant que s'exerçait une érosion intense.

De 1,8 à 1,4 Ma, une érosion intense, enlevant plus de deux kilomètres de roches de couverture, s'est exercée, à une vitesse d'au moins 5 mm par an. Cette vitesse est plus de 6 fois supérieure à celle qui régnait auparavant, époque où l'érosion fluviale était prépondérant.

Après 1,4 Ma, seulement 300 m de roches ont été érodées.

Les auteurs attribuent l'accroissement de vitesse d'érosion entre 1,8 et 1,4 Ma à des conditions glaciaires résultant d'un refroidissement global survenu aux alentours de 1,9 Ma. La comparaison des parcours thermiques suivis par les échantillons prélevés à différentes altitudes sur les flancs de la vallée montrent que les échantillons situés dans le haut des pentes (2100 m et plus) ont été soumis,depuis cette date de 1,8 Ma, à une érosion beaucoup plus faible que ceux situés sur le fond de l'auge (1900 m). La vallée s'est creusée essentiellement au cours des derniers 1,8 Ma.

Les auteurs signalent qu'il y a coïncidences entre ces dates et d'autres événements climatiques et d'érosion survenue dans les deux hémisphères Nord et Sud entre 1,9 et 1,7 Ma. Ceci suggère que l'érosion intense était à relier à une transition à l'échelle de la Terre entière. Le taux moyen d'érosion dans les **Coast Moutains** a été seulement de 0,22 mm par an entre 10 et 4 millions d'années.

Rapid Glacial Erosion at 1.8 Ma Revealed by $^{4}He/^{3}He$ Thermochronometry
David L. Shuster,1 Todd A. Ehlers,2 Margaret E. Rusmoren,3 Kenneth A. Farley1*

" Apatite $^{4}He/^{3}He$ thermochronometry tightly constrains the timing and rate of glacial erosion within one of the largest valleys in the southern Coast Mountains of British Columbia, Canada.

Five proximate samples require accelerated denudation of the Klinaklini Valley initiating 1.8 ± 0.2 million years ago (Ma). At least 2 kilometers of overlying rock were removed from the valley at > or = 5 millimeters per year, indicating that glacial valley deepening proceeded < or = 6 times as fast as erosion rates before ~1.8 Ma.

This intense erosion may be related to a global transition to enhanced climate instability ~1.9 Ma. "

On trouvera la référence de cet article en Bibliographie.

Quelques remarques personnelles

- Selon les auteurs, les conditions qui régnaient avant 1,9 Ma étaient déjà glaciaires. La valeur 6 qui figure dans l'article nous apparaît donc comme une valeur minimum du rapport de l'érosion glaciaire à une érosion purement fluviale.

- Comme dit ci-dessus, le chiffre indiqué de 2000 m concerne l'érosion dans la vallée elle-même du **Klilaklini**, l'érosion sur les interfluves étant nettement moins importante.

- Quel que soit l'intérêt de cette étude, il faut convenir qu'elle a été effectuée sur cinq prélèvements seulement. Toute généralisation à d'autres massifs serait prématurée, en attendant d'autres résultats.

- Enfin, le fait que l'érosion s'est exercée à un rythme beaucoup plus rapide dans la vallée que sur les interfluves est parfaitement compatible avec l'importance que nous attribuons au rôle des eaux glaciaires, celles-ci étant, bien entendu, plus abondantes dans les vallées.

Haut de page

Phoca PDF