

Version du 30 mars 2015

Les vallées glaciaires présentent souvent des formes de relief caractéristiques du passage de glaciers, formes résultant souvent, d'après nous, de l'action de leurs eaux glaciaires.

Dans la suite de ces pages, nous avons cherché à déterminer à quelle glaciation, Würm, Riss ou Mindel appartenaient ces glaciers. Nous avons découvert que cette dernière glaciation, en particulier, avait profondément marqué nos paysages alpins.

Ces formes de relief caractéristiques du passage de glaciers sont parfois massives et, dans ce cas, on pourra admettre qu'elles aient pu franchir, sans grandes modifications, les quelques centaines de milliers d'années qui nous séparent, par exemple, de la fin du Mindel.

À noter toutefois que les épaulements, une des formes massives les plus répandues, ne sont pas concernés par ce chapitre relatif aux eaux glaciaires.

Leur formation n'est pas imputable à celles-ci, mais à l'action conjuguée d'une érosion par gélifraction suivie du transport des débris par le glacier. C'est ce processus qui est à l'œuvre lors de [la formation des épaulements](#).

Mais d'autres formes de relief, que nous attribuons également à l'action des eaux glaciaires, sont de plus petites dimensions. Nous en verrons de nombreux exemples par la suite. Se posent alors les deux questions suivantes :

Dans le cas des formes massives, est-il possible qu'il ait existé, à des altitudes souvent élevées, des écoulements d'eaux glaciaires suffisamment importants pour engendrer des reliefs aussi marqués ?

Et dans le cas des formes plus superficielles et de dimensions plus petites, comment celles-ci auraient-elles pu résister aux érosions postglaciaires ?

Nous répondrons successivement à ces deux interrogations et tout d'abord à la première d'entre elles.

La réponse nous paraît résider dans la remarque suivante : les lecteurs qui ont parcouru les pages de ce site relatives à l'[altitude des glaciers](#) dans diverses vallées des **Alpes**, ont pu remarquer que, si dans le bas des vallées, nous avons pu tracer des courbes distinctes pour le Riss et pour le Würm, à partir d'une certaine altitude il n'existait plus qu'une seule courbe. Dans le haut des vallées, en effet, les sites témoins, en général des sommets d'épaulement, s'ordonnent selon une seule courbe et non pas deux courbes comme plus en aval. Tout se passe comme si le glacier würmien avait atteint la même altitude que le glacier rissien.

Quelles sont [les deux acceptions du terme « pléniglaciaire »](#) ?

??

Il y a quelques années déjà, nous avons écrit dans ce site : «
*Au-dessus de **Sainte-Foy-Tarentaise**, rive droite de l'**Isère**, la trace du pléniglaciaire est particulièrement bien visible sous le **Glacier du Petit** et le **Glacier du Grand**. Elle s'élève rapidement lorsque l'on remonte ces vallons pour atteindre 2800 m environ à 9 km du talweg de l'**Isère**. Il est intéressant de remarquer que, plus en amont encore, cette trace se raccorde, vers 3100 m d'altitude, à la surface du glacier actuel du **Grand**, diffluence émise par l'appareil du **Ruitor** par-dessus l'arête frontière ».*

Cette convergence des surface glaciaire dans le haut des vallées est d'ailleurs un fait reconnu. Nous en prendrons comme preuve le croquis suivant, dû à *Alfredo Bini* (Université de **Milan**), ainsi que son commentaire :

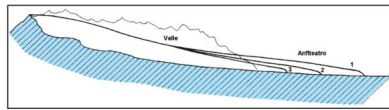


Figure 3 : Schéma montrant comment, à de grandes variations frontales dans l'amphithéâtre, correspondent de petites variations altitudinales dans les vallées. Dans les vallées des montagnes plus internes, on n'observe que les évidences du LGM. Les numéros représentent les extensions des glaciers au cours de trois glaciations différentes depuis la plus vieille (1) à la plus jeune (3). [d'après Bini et al., 1996].

Selon *Alfredo Bini*, le croquis s'applique également au profil que présente un glacier au cours d'une glaciation donnée. On peut en déduire que dans le haut des vallées, l'altitude atteinte par le glacier n'a donc pas diminué rapidement après la fin du pléniglaciaire. En conséquence, à chaque glaciation, au début du cataglaciaire et alors que le niveau d'un glacier de vallée baissait rapidement dans le bas de celle-ci, jusqu'à disparaître complètement dans ses dernières longueurs, il n'en a pas été de même en altitude, en dépit du réchauffement du climat.

Dans le haut d'une vallée glaciaire, lorsque la température atteignait une valeur suffisante pour que le débit des eaux glaciaires devienne assez important pour qu'elles puissent exercer un effet appréciable sur le relief, l'altitude du glacier n'avait pas encore beaucoup changé. Nous pensons donc que des phénomènes d'érosion par les eaux courantes ont donc pu avoir lieu à une altitude presque égale à celle atteinte lors du pléniglaciaire, mais assez longtemps après celui-ci.

Ce croquis montre également que les glaciations successives ont atteint le même niveau dans le haut des vallées. C'est le cas pour la succession Mindel - Riss - Würm. Dans les parties supérieures des vallées, les traces de l'érosion glaciaire qui subsistent de nos jours sont donc la résultante de celles de toutes ces glaciations.

Comment s'explique cette convergence des niveaux glaciaires dans le haut des vallées ?

Cette convergence nous semble liée aux caractéristiques mécaniques de la glace, utilisées par exemple dans l'élaboration de la [formule de Nye-Liboutry](#). Rappelons que nos études ont montré que les résultats obtenus par application de cette formule théorique sont valables pour des largeurs de vallées supérieures à 4 km environ, ce qui est le cas général pour les parties moyennes et basses des grands glaciers alpins du Quaternaire lors du pléniglaciaire.

A titre d'exemple, l'application de la formule à un glacier de vallée de la taille de ceux qui s'étendaient alors sur les **Alpes** et comparable à celui de la **Durance** au Mindel, long de 320 km et culminant à plus de 2500 m, montre qu'à un stade de retrait au cours duquel son front aurait reculé de 30 km, l'abaissement de la surface glaciaire dépendrait de la distance au front glaciaire :

dans le bas de la vallée, un observateur verrait le niveau glaciaire passer de 770 m à 280 m, soit un abaissement de 490 m,

dans le haut de la vallée, l'altitude de la surface serait passé de 2500 m à 2417 m, soit seulement une perte d'altitude de 83 m.

De plus les effets de paroi sont particulièrement sensibles dans les vallées de faible section et ils tendent à augmenter la pente des glaciers dans les vallées étroites. Nous avons montré en effet que la pente d'un glacier de vallée variait en sens inverse de la largeur de celle-ci. Au Riss, par exemple, un glacier de vallée s'élevait à une altitude supérieure à celle de son homologue würmien car celui-ci, moins important, n'occupait que le fond de la vallée, où celle-ci était moins large. Sa pente était donc plus forte. La prise en compte de cet effet de paroi, s'ajoutant à celui qui a conduit à la démonstration de la [formule de Nye-Lliboutry](#), nous paraît expliquer pourquoi les surfaces glaciaires lors des glaciations successives pouvaient se situer sensiblement à la même altitude dans le haut des vallées.

On peut donc penser que les épaulements, ainsi que les autres traces massives d'érosion glaciaire situés dans le haut des vallées, créés lors du Mindel, ont été rafraîchis lors de chacune des glaciations suivantes, Würm compris.

Peut-on estimer la valeur de cette altitude de convergence ?

Nous appellerons « *altitude de convergence* » l'altitude à partir de laquelle les surfaces glaciaires des trois glaciations ont atteint le même niveau.

Nos courbes d'altitude des glaciers fournissent une première valeur, peu précise toutefois étant donné le faible nombre de sites témoins existants : ce n'est qu'en dessous de 2000 m environ que nous avons pu distinguer clairement les sites témoins du Würm de ceux du Riss, ce qui nous fournit une valeur *a minima* de 2000 m. En particulier, la page relative à l'[altitude des glaciers en Oisans](#) nous montre que les surfaces glaciaires y étaient encore différentes vers 2100 m d'altitude.

La page sur l'[altitude d'apparition des eaux glaciaires](#) nous fournit une valeur de 2000 m, également à minima, au **col du Merdaret (Savoie)**.

L'[éventail d'épaulements](#) représenté ci-dessous peut fournir également une valeur de l'altitude de convergence :

Ce bel éventail d'épaulements se situe sur le plateau d'**Emparis**



(Hautes-Alpes). Ce sont les seuls épaulements présents dans le paysage, ce qui prouve qu'ils sont dus à l'action successive des trois glaciations Mindel, Riss et Würm.

Les quatre épaulements culminent tous vers 2500 m d'altitude. L'examen de leurs formes montre qu'ils n'ont pas été modifiés lors des glaciations postérieures au Mindel. Les légères irrégularités dans le profil des épaulements proviennent de la présence d'une strate de roches plus compétentes.

L'altitude de convergence était donc atteinte ici, voire dépassée, ce qui nous fournit donc une valeur *a maxima* de 2550 m.

Une valeur voisine est également fournie par le site suivant, situé sur la rive gauche de la **Haute Romanche**, au-dessus du **Villard d'Arène (Hautes-Alpes)**.

On remarque qu'au-dessus du sommet des roches moutonnées qui s'élèvent ici à 2600 m, les pentes rocheuses n'ont pas été façonnées par le passage de glace, mais seulement par l'érosion périglaciaire. La création de l'épaulement de **La Croupe** peut donc être datée du Mindel. Or les roches moutonnées qui couvrent la partie inférieure de cet épaulement auraient difficilement pu résister à l'érosion postglaciaire postérieure à cette glaciation. Elles doivent donc être datées du Würm.



On peut donc voir que le Würm avait atteint, à cette altitude de 2600 m, le même niveau que le Mindel, ce qui nous fournit une valeur *a maxima* de 2600 m.

C'est donc, nous semble-t-il, dans cet intervalle entre 2000 m et 2600 m que convergent les traces des trois glaciations. Ces chiffres sont, cela s'entend, valables dans la zone géographique que nous avons étudiée tout particulièrement dans ce site, c'est-à-dire les **Alpes dauphinoises**. Bien entendu, ces indications générales seraient à préciser, en tenant compte des particularités de chaque glacier, en particulier des caractéristiques de la vallée qu'il occupait.

On lira avec intérêt l'article de *Louis Reynaud* consacré à [la Mer de Glace](#).



Conclusion

À chacune des glaciations, du fait de la convergence des surfaces des glaciers en altitude, des eaux glaciaires pouvaient donc exister dans le haut des vallées, au début du cataglaciale, à l'altitude qu'avait atteint la glace lors du pléniglaciaire. Des nombreuses observations que nous avons effectuées, on peut tirer la conclusion que des eaux glaciaires existaient alors à des altitudes de l'ordre de 2000 m, voire plus. On trouvera plus de détails à ce sujet à la page sur l'[altitude d'apparition des eaux glaciaires](#).

La convergence des altitudes des glaciers dans les parties hautes des vallées permet de comprendre comment certaines formes massives sont toujours visibles dans ce domaine.

Plus bas dans les vallées, cette convergence ne jouant plus, ce sont les effets de protection dus au climat froid et/ou à la couverture végétale qui ont permis à des formes de relief parfois très superficielles, de subsister jusqu'à nous. Ultérieurement, bien entendu, les érosions postglaciaires, tout particulièrement l'érosion régressive, ont joué, affectant peu toutefois l'aspect originel de ces formes de relief glaciaire.

Les diverses formes d'érosions causées par les différents flux d'eaux glaciaires

Les eaux glaciaires causent sur le relief des formes d'érosion qui diffèrent selon leur type de flux, tels que nous les avons décrits ci-dessus et qui sont, rappelons-le, les suivants :

eaux glaciaires de surface,

eaux glaciaires latérales,

eaux glaciaires profondes,

enfin eaux glaciaires de fond.

Pour une section donnée de la surface glaciaire, les eaux glaciaires de surface, formées essentiellement par les eaux de fonte de la glace de cette section, présentent un débit diffus, variable avec l'ensoleillement et peu important. Certaines d'entre elles, créées très près des rives, rejoignent les versants, sur lesquels elles peuvent engendrer parfois une légère érosion. Leur action sur ce flanc d'auge est cependant très limitée, voire quasiment nulle sur des roches compétentes. Ce n'est que sur des terrains peu résistants à l'érosion qu'elles peuvent exercer un certain effet, surtout si la pente du flanc d'auge n'est pas très importante et donner alors naissance à des micros reliefs.

Dans le cas général, ceux-ci disparaîtront rapidement sous l'effet des érosions postglaciaires. Plus rarement ils peuvent subsister jusqu'à nos jours sous la forme de ravinelles de taille décamétrique, par exemple celles du [Mont de Rousse](#) et celles de

l'Espely.

Les eaux glaciaires latérales possèdent, elles, une capacité d'érosion importante, du fait de leur débit élevé. Cette érosion s'exerce sensiblement parallèlement à la surface du glacier. Ce sont elles qui engendreront les seuils, les épaules et les épaulements dits *de versant*. [La formation des épaulements](#) dits *supérieurs* est due à un autre phénomène qui ne doit rien aux eaux glaciaires.

Nous ne connaissons que peu de choses concernant les eaux glaciaires profondes, sinon que leur débit est élevé, de même donc que leur capacité d'érosion, et que celle-ci s'exercera jusqu'au fond d'auge. Sur ce fond d'auge, les eaux glaciaires de fond y exerceront une érosion très caractéristique, décrite à la page sur le [rôle des eaux glaciaires dans la formation des vallées en auge](#).

Le Fil des Eaux en résumé

Vous voici rendu à la fin de ce "**Fil des Eaux**" qui, nous l'espérons, vous a convaincu de l'importance de l'écoulement des eaux glaciaires dans la formation de certains reliefs. Cette formation est décrite plus en détail dans les pages suivantes :

[rôle des eaux glaciaires dans la formation des vallées en auge](#),

[rôle des eaux glaciaires dans la formation des épaules et des seuils](#),

[rôle des eaux glaciaires dans la formation des ravinelements](#).

Enfin, un cas pratique très intéressant et instructif est représenté par [les ravinelements du Mont de Rousse](#) dans la vallée du **Drac**.

