Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 13 (1931)

Artikel: Sur quelques postulats de la glaciologie quaternaire
Autor: Joukowsky, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-742055

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SUR QUELQUES POSTULATS
DE LA
GLACIOLOGIE QUATERNAIRE

PAR

E. JOUKOWSKY

Depuis un quart de siècle le nombre des travaux publiés sur la période glaciaire s'accroît de façon si rapide qu'il est difficile, sinon impossible de les connaître tous si l'on ne se consacre exclusivement à ce sujet. A ne prendre que les travaux les plus importants, on ne peut se défendre de cette remarque que les progrès dans la connaissance du sujet ne sont pas en rapport avec la grandeur de l'effort qu'on lui consacre dans tous les pays où l'étude de la période glaciaire et de l'évolution des cours d'eau est au premier plan des préoccupations des géologues et des géographes. A tel point qu'on peut se demander s'il n'y a pas lieu de reviser les principes fondamentaux qui servent de base à toutes les études de ce genre, et qui sont admis explicitement ou implicitement dans les traités. Toute branche des connaissances humaines a ses postulats sur lesquels repose tout l'édifice. La glaciologie quaternaire a les siens. L'objet de la présente note est de passer en revue quelques-uns de ces postulats.

S'il est relativement aisé de définir une moraine de fond ou un gravier fluvioglaciaire, il n'est pas toujours aisé de les déterminer sur le terrain, et il n'est pas rare de rencontrer, pour un même objet, des définitions divergentes. On éprouve, d'autre part, une impression de complète confusion dès qu'on cherche, par les données de la glaciologie, à préciser le nombre des glaciations

BIBLIOTHÈQUE DE L'UNIVERSITÉ NEUCHATEL

quaternaires. Les uns en voient deux, d'autres trois, quatre ou cinq. Il est vrai que le chiffre 4 donné dans l'ouvrage classique de Penck et Brückner semble encore réunir le plus grand nombre de partisans, du moins pour le massif alpin [1]. C'est là une question essentielle pour quiconque entreprend l'étude détaillée d'un territoire quelconque du plateau molassique et des régions contiguës. L'accord n'étant pas fait sur ce point, il est évident que l'unification des levés de différentes régions devient impossible.

Passons maintenant à l'examen des principes fondamentaux de la géologie glaciaire sur lesquels reposent toutes les interprétations des faits observés et qui se substituent à la connaissance du nombre des glaciations pour justifier ces interprétations. Nous voulons parler des terrasses dites emboîtées, des verrous et de l'accumulation.

Terrasses emboîtées. — Lorsqu'on se trouve en présence de deux terrasses reconnues sur les deux rives d'un cours d'eau, l'une étant en contrebas de l'autre et chacune ayant sa correspondante à la même altitude ou à peu près sur la rive opposée, on admet généralement sans la moindre critique que la terrasse inférieure est emboîtée dans l'autre. C'est admettre en même temps que la terrasse supérieure a été à une certaine époque continue d'une rive à l'autre. Cette terrasse est due à un phénomène d'accumulation dont il est difficile de discerner la cause déterminante. Ensuite une érosion aurait d'abord creusé une vallée dans cette terrasse supérieure, jusqu'à une profondeur inconnue, en entamant parfois le soubassement rocheux de cette terrasse. Enfin il faut faire appel à un nouveau phénomène d'accumulation pour expliquer la formation de la terrasse inférieure. Une dernière période d'érosion appartenant au cycle actuel explique le fait que la rivière a creusé son lit dans la terrasse inférieure. Il faut bien reconnaître que lorsque l'on cherche à remonter aux causes des deux phénomènes successifs dits érosion et accumulation, on n'y parvient pas facilement.

[1] On se rendra compte des incertitudes de la chronologie quaternaire en lisant l'excellent résumé de P. Woldsledt, *Das Eiszeitalter*, Stuttgart (1929).

Or, la topographie caractérisée par deux terrasses apparemment emboîtées prendrait aussi naissance dans les conditions suivantes:

Supposons une pénéplaine arrivée à maturité avec un cours principal et des versants à pente douce, où vienne se produire un rajeunissement, par retrait du niveau de base ou par surélévation du continent. Notre rivière rajeunie creusera dans sa pénéplaine ancienne un lit à versants rapides. Si ce deuxième cycle, qui se développe de l'aval vers l'amont arrive lui-même à maturité, nous aurons le classique paysage à deux cycles caractérisé par une pente douce sur les rives du fleuve, suivie de la pente rapide des versants rajeunis, eux-mêmes surmontés par la pénéplaine ancienne, celle-ci allant se raccorder avec les hautes pentes aboutissant aux sommets. Si, sur une telle topographie vient s'établir un régime glaciaire, où la glace arrive à une épaisseur suffisante pour dépasser de beaucoup l'altitude de la pénéplaine ancienne, il se déposera une moraine de fond dans le talweg et aussi sur les plateaux des deux versants. Lors d'un stade de retrait, où les épaulements de la pénéplaine ancienne seraient en partie mis à découvert, il est évident que sur ces épaulements — le glacier amoindri remplissant encore la vallée inférieure — nous aurons les conditions correspondant à la formation d'un plateau graveleux plus ou moins nivelé et passant à l'aval à une terrasse, grâce à l'action des très abondantes eaux périphériques. Cette terrasse sera donc contemporaine d'une moraine de fond encore en voie de formation dans le talweg, en contrebas du plateau fluvio-glaciaire supérieur. Puis le glacier, se retirant encore, mettra à découvert le fond de la vallée, et à son aval commencera la formation d'une basse terrasse. Celle-ci se présentera relativement à la terrasse supérieure, comme une terrasse emboîtée, sans qu'il y ait lieu pour cela de recourir au mécanisme fort compliqué d'une érosion suivie d'accumulation. Nos deux terrasses représenteraient donc deux événements successifs de nature identique et appartenant à la même glaciation.

Cette interprétation met en évidence le rôle très important, comme cause déterminante de la formation d'une terrasse, des formes topographiques du relief préglaciaire qui a servi de

soubassement au modelé glaciaire de formation plus récente. En outre, elle n'implique pas la nécessité de l'existence d'un nombre égal de terrasses fluvio-glaciaires formées, dans les différentes vallées du massif alpin, pendant et après le retrait d'une même glaciation. En effet, les formes topographiques du soubassement dépendant de la structure géologique, peuvent avoir provoqué la formation de terrasses d'altitudes diverses et en nombres différents dans les différentes vallées. C'est là peut-être qu'il faut chercher la cause des divergences qui existent dans le dénombrement des cycles d'érosion.

Verrous, paliers et gradins de confluence. — Il n'est pas question dans la présente note de proposer une explication nouvelle de ces phénomènes si caractéristiques de la topographie alpine. Nous les prendrons comme faits d'observation — qui ont sauté aux yeux des géographes depuis longtemps — et chercherons à dégager de la suite des raisonnements habituels les principes, ni démontrés ni explicitement énoncés, que l'on en tire pour les dater et préciser l'histoire des cours d'eau alpins.

Tout le monde est d'accord, semble-t-il, pour considérer comme une formation juvénile la gorge qui coupe un verrou ou le gradin de confluence d'un affluent important avec le cours d'eau principal. Personne ne dit — du moins à notre connaissance — mais chacun admet implicitement que le torrent qui coule dans la gorge *n'a pour fond que ses propres alluvions*, autrement dit que notre gorge est récemment formée par le torrent actuel ayant coulé sur un fond rocheux. Si, dans le bassin du Rhône, le fait est hors de doute pour un certain nombre d'affluents qui ne sont pas les plus importants, il est loin d'être démontré pour beaucoup d'autres. C'est le cas pour la Viège, la Navizance, la Borgne et la Dranse, pour ne citer que les principaux. Il l'est si peu, que Brückner [1] pour prouver le surcreusement de la vallée du Rhône valaisan par le glacier principal, recourt à la probabilité de l'existence d'une confluence rocheuse profonde, au-dessous des cours d'eau actuels dans la région de Martigny. Celà seul suffit à montrer l'importance qu'il

[1] *Die Alpen im Eiszeitalter*, p. 608 et suiv., Leipzig (1901-1908).

y aurait à connaître la série des terrains quaternaires au point considéré; il en est de même pour les autres confluents.

Dès longtemps les cours d'eau des grandes vallées alpines ont fait l'objet d'études minutieuses, parmi lesquelles nous nous bornons à citer celles de Nussbaum[1] sur la vallée de l'Emme, l'étude d'ensemble du réseau alpin publiée par le Service fédéral des Eaux, sous la direction de L.-W. Collet[2], et celle de P. Beck[3].

Nussbaum et Collet ont nettement fait ressortir deux cycles d'érosion. Le profil longitudinal de l'Emme, se rapprochant du type classique du profil arrivé à maturité, fournit un élément de comparaison. En ce qui concerne les profils en long du Service fédéral des Eaux, comme le fait remarquer M. Collet, la plupart d'entre eux ne donnent qu'une image approximative de ces profils, étant donné qu'ils ont été construits non sur des mesures topographiques spéciales, mais sur ce qu'on peut tirer de l'atlas au 1/50000. Assez rares sont les cas pour la Viège, la Navizance, la Borgne et les Dranses où l'on peut attribuer une cote quelque peu précise à la surface de l'eau.

Ces considérations nous ont amené à faire quelques observations sommaires sur le cours de la Navizance, et à tenter une estimation de la pente de différents tronçons avec le secours de la carte seule. Nous avons pu nous convaincre que plusieurs ruptures de pente seraient mises en évidence par des levés précis et que ces ruptures de pente dépendent directement de la nature géologique des versants. En tout cas on ne se trouve pas en présence d'un profil dont la pente va en diminuant régulièrement vers l'aval. De plus, et ceci est très important, nulle part entre Sierre et Zinal on ne peut considérer comme certain que la rivière coule sur un lit rocheux. On ne peut pas l'affirmer sans autres preuves, pour le parcours de Sierre à l'amont du verrou de Niouc. Nous n'avons pu voir le lit qu'en deux points, près de Chippis à la sortie de la gorge, et à l'amont sous les chalets

[1] *Die Täler der Schweizeralpen*, p. 10, Berne (1910).

[2] *Les forces hydrauliques de la Suisse*, volume 3, 1re partie. C. *Les profils en long.*

[3] P. Beck, *Eine Karte der letzten Vergletscherung der Schweizeralpen*, Berne (1926).

de Barmaz où commence la gorge. En ce dernier point, il est évident que le torrent coule entre un versant rocheux et un versant morainique qui forme sa rive droite. Les mêmes faits se produisent tout le long du cours jusqu'à Zinal et au delà; sous Vissoye, la Navizance coule entre deux versants morainiques. Il est donc plus que probable que le lit rocheux est en profondeur et que le torrent est encore actuellement en train de reconquérir un profil rocheux enfoui sous la moraine et de formation antérieure à celle-ci. Entre la chapelle de St-Laurent et le pont de Prazlong, la vallée de Zinal est fermée par un important barrage entièrement formé de blocs de grandes dimensions et où l'on n'aperçoit pas d'affleurements rocheux. Sur la rive gauche ce barrage a plus l'aspect d'une moraine superficielle que d'un éboulement. La pente du torrent est particulièrement rapide à la traversée de ce barrage.

Si maintenant nous passons au défilé sous l'Alpe d'Arpitettaz à l'amont de Zinal, nous nous trouvons en présence d'un véritable verrou rocheux, mais la Navizance le traverse sans rupture de pente appréciable, si ce n'est par des mesures précises. Et ceci souligne encore une fois l'importance qu'auraient de telles mesures. Rien ne permet de choisir de façon certaine entre les deux alternatives d'une coupure post-glaciaire dans le verrou ou d'une reprise par le cours d'eau d'un défilé ancien comblé par la moraine.

Des observations toute pareilles peuvent être faites sur le cours de la Gougra, avec cette différence que le rapide entre Grimentz et Mission est certainement dans un amoncellement de blocs provenant de la destruction de l'énorme moraine sur laquelle est bâti le village de Grimentz. A 2 km 5 à l'amont de Grimentz se trouve une cascade où la Gougra paraît couler sur un lit rocheux taillé dans un verrou, et la coupure pourrait être considérée comme post-glaciaire, mais ici, une autre difficulté empêche de conclure avec certitude sur la question d'âge du lit rocheux du torrent. C'est que la rive gauche du verrou est couverte sur de grands espaces par des éboulis, peut-être aussi par des dépôts erratiques à en juger par les nombreux blocs de gneiss d'Arolla qu'on y trouve; nous ne savons pas si la cascade n'est pas due à une surimposition à côté d'un lit rocheux de

profondeur inconnue, qui pourrait exister sur la rive gauche, masqué par des dépôts quaternaires.

Plus à l'amont, deux seuils rocheux se présentent exactement comme celui d'Arpitettaz. Il n'y a pas d'augmentation de pente sensible à la traversée de ces deux verrous.

De cet examen sommaire il résulte que la question d'âge du lit rocheux de la Navizance ne peut être tranchée dans l'état actuel de nos connaissances, mais l'ensemble des faits observables donne plus d'arguments en faveur de la reconquête d'un lit rocheux plus profond que le lit actuel.

Il y aurait grand intérêt à suivre d'aussi près que possible, les cours de la Viège, de la Borgne et des Dranses et il serait hautement désirable de joindre à des levés topographiques précis un figuré de la nature géologique des versants.

* * *

Passons maintenant à l'aval du lac de Genève. Il est aujourd'hui certain que dans le soubassement de molasse aquitanienne du plateau genevois, un important réseau de vallées à pente douce a préexisté au dépôt de la moraine rissienne; ce réseau a été reconnu en un nombre considérable de sondages et de travaux de fondation. Il est certain qu'un sillon très profond et continu a existé avant le Riss entre le point où se trouve l'usine de Vessy sur le cours de l'Arve, et Chancy, près de la frontière française sur le Rhône, en passant sur le versant sud du coteau molassique de Bernex par Arare et Soral. Tout permet d'affirmer, étant donné la profondeur des talwegs molassiques, sous le Rhône et en d'autres points du plateau, qu'il s'agit bien d'un réseau prérissien arrivé à un degré proche de la maturité et taillé dans la molasse. En effet, la nappe aquifère récemment découverte à Soral se trouve à la base du gravier dit alluvion ancienne, intercalé entre les moraines de fond rissienne et wurmienne. Le point constaté le plus bas de cette nappe est à la cote 370 en chiffres ronds (R.P.N. 373.60). D'autre part, dans le lit du Rhône sous Cartigny l'alluvion ancienne aquifère a été constatée reposant sur la moraine rissienne à la cote 335 environ; en certains points même la molasse n'a pas été touchée

à 317 m. La pente de la surface de la nappe phréatique entre Soral et le Rhône à Cartigny est de 6,2 pour mille. Cette nappe d'autre part a été reconnue au voisinage du barrage de Pougny-Chancy avec une teneur en sels dissous très peu différente de ce qui a été constaté à Soral. De Soral à Chancy le calcul de la pente donnerait un chiffre un peu inférieur au précédent. Ainsi donc dans le triangle Soral-Cartigny-Chancy nous avons une série quaternaire avec une moraine de fond à sa base et une autre au sommet emboîtée tout entière dans des vallées molassiques.

Les mêmes faits se retrouvent, avec des différences de détail, à 1400 mètres en aval de la jonction du Rhône et de l'Arve, où la série quaternaire repose sur une molasse aquitanienne jusqu'à la cote constatée de 344, qui n'est certainement pas la plus basse dans le profil à travers le Rhône. La surface de la molasse y a montré sur 2 m 70 de haut un versant d'érosion évident. Le point le plus bas constaté (344) appartient à une surface d'érosion très fortement inclinée vers le Sud-Est.

Enfin, nous savons, toujours par des sondages, qu'à Genève même, dans la partie basse de Plainpalais, les dépôts quaternaires ont été rencontrés jusqu'à la cote 330, sans qu'on ait touché le fond molassique. Ici se trouve probablement une partie surcreusée.

Ainsi donc il est hors de doute que tout un réseau de vallées, creusées dans la molasse et arrivées à maturité, existait avant le commencement de la glaciation rissienne.

Si maintenant nous voulons établir une liaison entre les faits observés dans le bassin de Genève et les formations quaternaires — très peu connues — de la plaine du Rhône valaisan, une question se pose d'emblée, à laquelle nous ne pouvons répondre. Le lac existait-il avant la glaciation rissienne ? Nous n'envisagerons que le cas d'un lac prérissien formé par surcreusement pendant les glaciations de Günz et de Mindel, le plus généralement admises. Nous n'essayerons pas de considérer le cas où, au début de la glaciation rissienne, il aurait existé un Rhône coulant entre St-Maurice et la cluse de Collonges-Bellegarde, parce qu'il est impossible de faire une hypothèse tant soit peu vraisemblable sur ce que pouvait être la pente du talweg.

Impossible, partant, d'arriver a des conclusions valables sur ce que pouvait être le lit rocheux prérissien.

L'émissaire de notre lac primitif devait avoir, d'après ce que nous savons de la topographie molassique du plateau genevois, une cote de 350 m au plus. Le lac lui-même, dont le niveau devait être à peu près à cette altitude, s'étendait certainemet bien au delà de la ligne Villeneuve-Bouveret, étant donné que les dépôts quaternaires entre cette côte et le verrou de Saint-Maurice ne peuvent avoir une épaisseur négligeable. Mais en l'absence de données sur le lit rocheux à l'extrémité orientale du Léman, et pour éviter une erreur par excès, limitons notre lac prérissien à cette ligne. Sans recourir à des calculs basés sur des chiffres hypothétiques et en admettant simplement que le Rhône primitif ait eu un profil longitudinal comparable à celui du Rhône actuel, le verrou de St-Maurice aurait présenté une coupure transversale dont la cote serait au plus égale à celle du niveau moyen du Rhône à St-Maurice (405). Comme nous ignorons la cote du lit rocheux du Rhône il est fort possible que celui-ci coule, à cet endroit, non pas sur des dépôts post-glaciaires, mais qu'il existe en profondeur des formations quaternaires plus anciennes. Ces considérations montrent une fois de plus à quel point il serait utile de déterminer la cote du lit rocheux à la traversée du verrou.

Nous donnons dans ce qui suit un calcul approximatif de quelques profils longitudinaux des grands cours d'eau primitifs en admettant l'hypothèse énoncée depuis longtemps d'un écoulement de date ancienne du Rhône valaisan à travers le Mormont vers le bassin de Neuchâtel, et du Rhin dans le bassin du Danube. Le point le plus bas de la ligne de faîte du Mormont (500 m) marque un vestige du lit de ce Rhône primitif. Si nous évaluons la pente moyenne de ce point jusqu'au palier supérieur du Haut-Rhône à Oberwald (1370 m) nous trouvons pour un parcours de 184 kilomètres 4,3 pour mille. Le même calcul fait pour le Rhin du palier de Sedrun jusqu'au seuil marqué par les lacs de Schwaigfurth et de Steger (Souabe) à 540 m d'altitude donne pour un parcours de 202 kilomètres une pente moyenne de 4 pour mille.

Pour compléter ces chiffres nous en donnons quelques autres calculés comme les précédents de façon approximative et par excès en ce qui concerne les pentes.

Dans ces calculs les longueurs sont évaluées au curvimètre en admettant des cours simplifiés vu l'absence complète de données. Une erreur par défaut est plus que probable et tous les chiffres indiqués pour les pentes doivent au contraire présenter une erreur par excès.

Rhin primitif.

1. — De Sedrun, Vorderrhein (1350 m) au Schwaigfurthersee (540 m) . . . . . 4 ‰
2. — De Marmorera, Oberhalbstein (1600 m) à Parpan (Plessur, 1511 m) . . . . . 4,2 ‰
3. — De Parpan (1511 m) au seuil du Schwaigfurthersee (540 m) . . . . . 6 ‰
4. — De Marmorera (1600 m) au Schwaigfurthersee (540 m) . . . . . 5,8 ‰

Rhin actuel.

5. — De Sedrun (1350 m) à l'embouchure (399 m) . 6,08 ‰

Rhône primitif.

6. — D'Oberwald (1370 m) au Mormont (490 m) . 4,3 ‰

Rhône actuel.

7. — D'Oberwald (1370 m) au Bouveret (374 m) . 6,3 ‰

Arve primitive.

8. — D'Argentières (1250 m) à Monnetier (710 m). 7,5 ‰

Arve actuelle.

9. — D'Argentières (1250 m) à Etrembières, Salève, (400 m) . . . . . 10,24 ‰

Cours actuel de l'Emme.

10. — De Wieggen à l'embouchure (d'après Nussbaum) . . . . . 7,24 ‰

Ces chiffres, grossièrement approximatifs pour les cours anciens, n'ont aucune valeur en eux-mêmes et ne permettent pas de tirer des conclusions sur des mouvements tectoniques qui auraient affecté tel ou tel tronçon des vallées considérées. Cela d'autant moins que les cotes qui ont servi au calcul ne sont pas celles des lits rocheux recouverts par les dépôts quaternaires, mais celles des talwegs actuels. Contentons-nous de cette remarque, qu'une épaisseur de 50 mètres de dépôts quaternaires dans le talweg rocheux à Parpan suffirait à rétablir entre Marmorera et Schwaigfurthersee un profil à pente décroissante. Il est intéressant de comparer d'une part les numéros 1 et 2 (Rhin primitif 4 et 4,2 $^0/_{00}$) avec le numéro 6 (Rhône primitif 4,3 $^0/_{00}$), et d'autre part le numéro 5 (Rhin actuel 6,08 $^0/_{00}$) avec le numéro 7 (Rhône actuel 6,3 $^0/_{00}$).

Il n'est pas nécessaire pour passer du régime primitif au régime actuel de faire intervenir des mouvements tectoniques. Un rajeunissement par retrait du niveau de base suffit à expliquer les choses. Se plaçant à ce point de vue, on pourrait faire, ce qui est possible avec une approximation grossière, le calcul du volume des matériaux enlevés pour passer des cours primitifs aux cours actuels. A ce volume il faudrait ajouter celui des terrains quaternaires qui remplissent les vallées jusqu'au bedrock. La comparaison de ces chiffres avec ce que nous savons aujourd'hui de l'ablation annuelle dans les différents bassins alpins conduirait à une durée hors de proportion avec la durée probable de la période glaciaire.

Conclusion.

Ces considérations nous amènent à introduire une nouvelle hypothèse de travail: l'abandon par les grandes rivières alpines de leur cours conséquents primitifs aurait eu pour cause un rajeunissement datant du retrait des mers vindoboniennes et les talwegs de ce cycle, plus profonds que les talwegs actuels dans l'ensemble du réseau, auraient été atteints avant la période glaciaire.

Une objection ne manquera pas d'être faite à cette manière de voir: c'est que l'on attribue en général à l'interglaciaire

Mindel-Riss les érosions les plus profondes durant la période glaciaire. Mais l'existence même des glaciations de Günz et de Mindel repose sur le postulat de l'emboîtement des terrasses. On connait en un grand nombre de points les deux termes « Oberer et Unterer Deckenschotter », mais bien rares sont les cas où l'on peut citer une moraine de fond typique attribuable au Günz ou au Mindel. Et quand bien même cette moraine existerait, son attribution au Günz et au Mindel implique que l'hypothèse de l'emboîtement soit admise. Or c'est cette hypothèse même que nous mettons en doute. Nulle part, en effet, on n'a cité de superpositions géométriques indiscutables, démontrant, par la superposition de quatre moraines de fond, l'existence de quatre glaciations, séparées par trois interglaciaires.

On enseigne encore que les moraines de fond des glaciations de Günz et de Mindel ont été détruites par les érosions attribuées à l'interglaciaire Mindel-Riss. C'est là un argument bien faible, et même une pétition de principe incontestable, s'il s'agit de prouver l'existence de ces deux premières glaciations.

La chronologie quaternaire, dans les Alpes, ne pourra jamais être entièrement résolue par la morphologie seule. La connaissance de la série quaternaire qui remplit les talwegs rocheux est indispensable, tout particulièrement dans les vallées principales.

Musée d'Histoire naturelle, Genève.