



LES
GLACIERS DU DAUPHINÉ

PAR

W. KILIAN

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences
de Grenoble



Le but de ces lignes n'est pas d'apporter de nouveaux éléments à la question de l'avenir des glaciers alpins, ni d'indiquer un moyen de ralentir ou d'empêcher une réduction dont nous constatons la marche inexorable et dont nous ignorons la durée; nous pensons simplement faire œuvre utile en exposant l'état actuel de nos connaissances relativement aux glaciers dauphinois, en indiquant les principaux *desiderata* que suggère l'étude poursuivie depuis quatorze ans, dans les Alpes dauphinoises, par la Société des Touristes du Dauphiné et par la Commission française des Glaciers; enfin, en montrant aussi comment une connaissance méthodique et plus exacte de nos appareils glaciaires et de l'enneigement de nos montagnes peut épargner peut être aux vaillants

ingénieurs qui tirent de la « houille blanche » une énergie féconde pour le pays, des mécomptes fâcheux et facilement évitables.

*
* *

Les glaciers du Dauphiné se répartissent en plusieurs groupes géographiques (v. plus bas) et présentent aussi des types assez variés, bien qu'aucun d'entre eux ne possède l'amplitude des grands appareils glaciaires des Alpes suisses et autrichiennes. Ils ont fait dans ces dernières années l'objet d'études et d'observations assez suivies, dont il n'est passans intérêt d'envisager la marche et les résultats.

L'exploration pittoresque et topographique de nos Alpes, qui fut pratiquée avec tant d'ardeur et de succès par une pléiade d'alpinistes pendant le dernier quart du xix^e siècle, qui fut vraiment l'époque héroïque de l'alpinisme, fit faire à la connaissance, jusqu'alors assez incomplète, des Alpes françaises des progrès vraiment merveilleux.

Un des résultats les plus importants de ce mouvement, qui a pris depuis lors un caractère presque exclusivement sportif, et malheureusement de moins en moins compatible avec l'esprit scientifique, fut de montrer même aux observateurs les plus superficiels que nos glaciers, loin d'être immuables dans leurs dimensions, étaient soumis à des *changements considérables* se traduisant tantôt par des crues, tantôt par des réductions notables, ainsi que l'attestent la comparaison de vues photographiques prises à différentes époques ou de cartes topographiques levées à des dates éloignées, ainsi que quelques documents historiques dont certains remontent jusqu'à la fin du xvi^e siècle.

Dès 1882 une de nos sociétés alpines les plus actives, la *Société des Touristes du Dauphiné*, s'était déjà préoccupée de

l'intérêt qui pouvait ressortir d'une observation attentive de ces variations. D'autre part, le professeur *Forel*, de Morgès, publiait depuis une série d'années, dans l'Annuaire du Club Alpin suisse, des indications précieuses sur le mouvement de nos glaciers. Enfin, le *prince Roland Bonaparte* se livra, pendant les années 1889 à 1892, avec l'aide de quelques-uns de nos meilleurs guides de l'Oisans, à des travaux considérables de repérage et à une enquête sur le passé des principaux (34) glaciers dauphinois (v. 17^e et 18^e Annuaire du Club Alpin français, 1890 et 1891).

A partir de 1890 et sur l'initiative de deux professeurs de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, la Société des Touristes du Dauphiné organisa un *service d'observations méthodiques*, qui se continue encore à l'heure actuelle et qui s'étendit aussi à *l'enneigement* de nos montagnes. Les résultats, la méthode et l'historique de ces études, poursuivies pendant dix années et s'appuyant sur les recherches antérieures de M. Forel et du prince Roland Bonaparte, firent l'objet d'une série de rapports insérés dans les *Annuaire*s de la Société, et furent réunis, en 1901, en une publication importante¹, illustrée de nombreuses planches, et publiée avec le concours de l'Association française pour l'Avancement des Sciences ; nous en extrayons ce qui suit :

« Vingt-six des principaux glaciers dauphinois ont été, de la part de notre Société, l'objet d'observations *suivies* pendant ces dix dernières années, cette enquête n'ayant pas pu embrasser la totalité des glaciers qui auraient été de nature à présenter quelque intérêt ; on trouvera du reste dans les rapports annuels publiés par la Société des Touristes du

Voir, plus bas, la liste bibliographique.

Dauphiné des renseignements isolés sur une foule d'autres glaciers.

« Sur ces vingt-six glaciers, étudiés d'une façon spéciale, un certain nombre de ceux sur lesquels existent des observations antérieures à 1892 ont subi, dans leur *grande phase de décrue*, datant, suivant les cas, d'une époque comprise entre 1858 et 1870, un *arrêt* de leur mouvement de recul (glaciers du Lac et du Vallon, dans le massif de la Meije, versant Nord) et même une période de *crue passagère* (crue de fin du XIX^e siècle, de M. Forel : glaciers du Rateau, de la Meije, du Monétier, du Casset, du Sélé), pendant une période comprise, suivant les cas, de 1889 à 1893. Ces derniers glaciers sont situés sur les versants Nord et Nord-Est des massifs de la Meije et de Séguret-Foran, sauf le glacier du Sélé qui regarde l'Est.

« A l'exception du Glacier Blanc (versant Sud-Est du Pelvoux) et du glacier du Casset (versant Nord-Est du massif de Séguret-Foran), qui semblent encore *stationnaires*, tous les glaciers en observation sont aujourd'hui en *décrue* manifeste. Les glaciers de la région méridionale du massif du Pelvoux (glaciers du Valsenestre et du Valjouffrey), en particulier, accusent *une réduction telle que leur disparition complète est à craindre* pour un avenir peu éloigné; il en est de même du glacier Lombard, au Nord de la Romanche, dont le bassin d'alimentation est peu étendu. Les glaciers des Grandes-Rousses se signalent également, mais à un moindre degré, par leur *décrue* constante. Cependant, un gonflement précurseur d'une crue prochaine se produit actuellement pour trois glaciers (Chardon, Bonne-Pierre, Pilatte), appartenant tous au cirque du Vénéon.

« Le Glacier Blanc (versant Sud-Est du Pelvoux), l'un des plus grands de la région, s'est toujours singularisé par le

défaut de concordance de ses phases avec celles des autres glaciers du Pelvoux. « En crue jusqu'en 1865, il a décréu de 1865 à 1886, est entré *en crue* depuis cette dernière date et a continué jusqu'en 1899 une croissance qui n'a été que passagère pour cinq de ses voisins et ne s'est pas manifestée pour les autres (crue de fin du XIX^e siècle, de M. Forel). Il serait curieux de rechercher les causes de ce régime spécial, si différent de celui du Glacier Noir, pourtant si proche du Glacier Blanc.

« Ces résultats concordent, dans leurs grands traits, avec ceux qui ressortent des dernières études sur les variations des glaciers suisses, notamment avec ceux qui sont portés sur la carte de M. Forel, publiée dans le 18^e rapport sur les *Variations périodiques des glaciers des Alpes*, en 1897, rédigé par MM. F.-A. Forel, E. Lugeon et M. Muret (*Ann. du C. A. S.*, t. XXXIII, 1898), et avec les données mentionnées dans le 19^e rapport (1898) des mêmes auteurs (*Ann. du C. A. S.*, t. XXXIV, 1899).

« Dans les Alpes dauphinoises, ainsi que dans les Alpes suisses, il est beaucoup de glaciers qui n'ont pas subi *la crue de fin du XIX^e siècle* et, chez ceux qui l'ont manifestée, la durée de cette phase a été *très variable*. S'il y a encore chez nous, comme dans toutes les Alpes, quelques retardataires de cette crue de fin du XIX^e siècle, la grande majorité de nos glaciers est, ici comme ailleurs, en phase manifeste de décréue. Cependant le gonflement observé (v. plus haut) chez trois glaciers du bassin du Vénéon peut être interprété comme l'indice précurseur d'un prochain changement de régime qui pourra s'étendre plus tard à d'autres glaciers.

« Ces faits suggèrent la réflexion que les *variations des glaciers, bien que semblant obéir à des lois générales, sont loin de se produire avec un synchronisme de détail rigoureux dans les différents appareils glaciaires d'un même massif*. En

outre, l'exposition de chacun d'eux ne semble pas avoir une influence exclusive sur ces divergences de détail, dont les causes paraissent être complexes et tenir à un ensemble de conditions locales d'ordre à la fois topographique et météorologique, notamment à la nature de leur bassin de réception.

« Il semble également que, depuis le milieu du siècle, les crues constatées, même celle si considérable du Glacier Blanc, ne soient que des accidents ou des retards dans le phénomène général de décrue des glaciers alpins¹. »

Ajoutons qu'un grand nombre de bonnes volontés individuelles, telles que celles de plusieurs guides, parmi lesquels nous citerons : J.-B. Rodier, de La Bérarde ; M.-F. Arnaud, de Barcelonnette, et André Antoine, de Maurin, avaient concouru à fournir les documents de cette enquête. La publication de photographies *datées* augmentait la valeur des renseignements ainsi réunis.

Sur l'initiative des Congrès géologiques internationaux, une *Commission internationale des Glaciers* s'est constituée depuis un certain nombre d'années (1897) ; cette Commission, dont l'auteur de ces lignes fait partie depuis 1900, centralise les documents relatifs aux variations des glaciers du monde entier ; son but est de rechercher les lois qui règlent ces variations ; elle a déjà fait paraître plusieurs rapports, assez succincts en ce qui concerne le Dauphiné.

¹ Les massifs si dénudés du haut bassin de l'Ubaye (massifs du Chambeyron, de Panestrel, etc.) montrent, avec la dernière évidence, la trace d'une *extension récente et considérable d'appareils glaciaires* puissante, dont les glaciers de Mariné ne sont, en quelque sorte, qu'un témoin résiduel. Ces derniers présentent même, depuis deux ans, une telle diminution que l'on peut prévoir leur complète disparition. (Observations de 1901.)

La création, en juillet 1901, d'une *Commission française des Glaciers*¹ donna plus d'ampleur et plus de suite à l'enquête si patiemment conduite par la Société des Touristes du Dauphiné. Cette Commission, placée sous le patronage simultané de cette dernière Société et du Club Alpin français, se compose actuellement de MM. le prince Roland Bonaparte, président d'honneur de la Commission internationale des Glaciers, président; Joseph Vallot, directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc, vice-président du Club Alpin français, vice-président; Charles Rabot, membre de la Commission centrale de la Société de Géographie de Paris, secrétaire; Kilian, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, membre du bureau de la Société des Touristes du Dauphiné, rapporteur; général Arvers, commandant la 28^e division d'infanterie à Chambéry; Émile Belloc, ancien président de la Société de Pisciculture; Marcelin Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle; Henry Cuënot, ancien élève de l'École polytechnique, maître de conférences à la Faculté de Droit de l'Université de Paris; Martel, secrétaire général de la Société de Spéléologie; Puiseux, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, vice-président du Club Alpin français; Sauvage, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École nationale des Mines; Schrader, géographe, président du Club Alpin français; Tavernier, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Lyon; Henri Vallot, ingénieur, à Paris; Ch. Vélain, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris; Em. de Margerie, ancien président de la Société géologique de France, directeur des *Annales de Géographie*; Flusin, Offner et Jacob, préparateurs à la Faculté des Sciences de Grenoble.

¹ Voir le programme d'action de cette Commission, reproduit dans le tome XXVII (1901) de l'*Annuaire de la Société des Touristes du Dauphiné*.

La Commission française des Glaciers a déterminé la création d'une collection de vues photographiques soigneusement datées et repérées, qui constituera pour l'avenir une source inestimable de documents comparatifs ; cette collection est, en ce qui concerne les Alpes, déposée au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble. Elle a déjà fait paraître, depuis sa récente fondation, outre de précieuses « Revues de glaciologie », rédigées par M. Rabot, plusieurs rapports intéressant notre région.

C'est ainsi qu'en 1901, MM. Kilian, Offner et Flusin publièrent des observations nouvelles sur les glaciers du Lac, de la Girose, du Vallon, du Rateau, de la Meije, de l'Homme, du Monestier, du Casset, de la Bonne-Pierre, du Chardon, de la Pilatte, du Sélé, du Glacier Blanc, du Glacier Noir, de Séguret-Foran (Eychauda), et sur les appareils glaciaires, connus sous le nom de glaciers de Marinet, desquelles il résulte que le *recul est devenu général* sur tous ces glaciers, sauf peut-être au glacier de la Bonne-Pierre ; les glaciers du Marinet, en particulier, présentent une déchéance remarquable et se trouvent dans une phase de diminution très rapide. Des vues photographiques documentaires accompagnaient ce rapport.

En 1902, la Commission française des Glaciers chargea M. Paul Girardin d'une campagne d'observations dans les Alpes de Savoie et du Dauphiné. En ce qui concerne notre champ d'études, M. Girardin s'est occupé des glaciers des Quirlies, du Grand-Sablat et de celui de la Selle, et a constaté un recul considérable, surtout au glacier de la Selle, dont le front, depuis trente ans, aurait rétrogradé de 1 200 mètres.

En 1903, des subventions accordées à la Commission française des Glaciers par la Société des Touristes du Dau-

phiné, par le Club Alpin français, par l'Association française pour l'avancement des Sciences et par le prince Roland Bonaparte permirent d'effectuer dans les Alpes du Dauphiné une campagne d'études très sérieuse, qui fut confiée, sous la direction de l'auteur de ces lignes, à MM. Flusin, Jacob et Offner, préparateurs de chimie, de géologie et de botanique, à la Faculté des Sciences de Grenoble. Nous extrayons du rapport préliminaire, rédigé par M. Jacob, Agrégé des Sciences naturelles, sur cette mission d'études, les lignes suivantes :

« Cette exploration, qui permettra de donner une description détaillée de nombreux glaciers non encore observés, a été combinée de manière à visiter les deux versants de l'arête Sud-Ouest du massif du Pelvoux qui, en s'étendant de la Roche de la Muzelle au massif des Bans, sépare la vallée du Vénéon du Valjouffrey et du Valgaudemard¹. Située à l'une des latitudes les plus méridionales où l'on observe des glaciers dans les Alpes françaises, la région parcourue devait fournir, en cas de retrait, des indications particulièrement nettes. A ce sujet, les résultats obtenus sont péremptoires ; le mouvement de recul est très accentué dans les glaciers observés. Ceux du versant Sud (glacier du Grand et du Petit Vallon, d'Olan, du Lauzon, de Gioberney) ne sont plus que des névés sans importance occupant les angles rentrants de la chaîne, alors que des traces très fraîches et les indications recueillies sur place permettent d'affirmer qu'à une époque relativement récente, ces glaciers avaient l'extension que leur attribue la carte de l'État-Major. Le retrait a même amené la disparition complète de la glace sur les pentes exposées, au Sud-Est : les glaciers de Porteras et de la Roche

¹ Consulter la carte topographique de l'État-Major au 1/80 000, feuille Briançon, ou mieux la carte du massif du Pelvoux au 1/100 000 de M. H. Duhamel, Grenoble, 1892.

ont cessé d'exister. Les glaciers du versant Nord de la chaîne ont encore en revanche un grand développement, quoiqu'ils manifestent, eux aussi, un recul sensible. La partie inférieure de presque tous les glaciers de cette catégorie, en particulier des glaciers de la Mariande, d'Entrepierroux, des Sellettes, du Fond de la Muande, se termine au-dessus de barres transversales de roches moutonnées, sans accumuler de blocs de glace en aval de celles-ci, comme le feraient des glaciers dans un stade d'avancée. De plus, dans les cirques dont l'ensemble offre à la fois les deux orientations vers le Nord-Ouest et le Nord-Est, — glaciers de la Mariande, d'Entrepierroux et du Says, — les glaciers véritables, avec séracs jalonnant les ruptures de pente, ne subsistent que sur les versants exposés au Nord-Ouest, tandis que les pentes orientées vers le Nord-Est ne sont plus recouvertes par la glace, mais montrent des barres successives, récemment mises à nu, de roches moutonnées séparant des névés étagés les uns au-dessous des autres.

« *Les différences d'orientation ne suffisent pas seules à expliquer les faits observés ; la nature du profil des vallées intervient aussi pour régler le régime de la diminution des glaciers.* Sur les versants de la chaîne étudiée la pente n'offre pas de véritable concavité à l'origine des vallées, mais se trouve constituée par des gradins successifs étagés depuis l'arête jusqu'à la vallée proprement dite ; par suite de ce fait, il n'y a pas de grands réservoirs de neige pour alimenter le glacier et le retrait a pu faire sentir plus immédiatement ses effets, amenant la disparition des glaciers du versant Sud, réduisant les glaciers du versant Nord à de simples séracs et même fragmentant ceux-ci en une succession de névés sur les pentes exposées au Nord-Est. Ce régime est tout à fait différent de celui des grands glaciers situés plus à l'Ouest — glaciers du Chardon et de la Pilatte, Glacier Noir, Glacier

Blanc. Ici, la vallée présente à l'origine une ou plusieurs *grandes cuvettes* susceptibles de permettre l'accumulation de réserves de neige et de glace et ces glaciers sont, à l'heure actuelle, les moins atteints du massif du Pelvoux.

« D'après l'examen des repères antérieurement placés, le glacier du Chardon diminue d'épaisseur; le front du glacier de la Pilatte a reculé, en moyenne, de 14 mètres depuis octobre 1901. Le front du glacier des Étançons se modifie et recule surtout à l'Ouest (glacier des Étançons proprement dit); la glace n'occupe plus qu'une très mince bande en avant du promontoire de la Meije qui se trouve à la veille de séparer complètement le glacier du Pavé du glacier des Étançons proprement dit.

« Dans le massif des Grandes-Rousses, le front du glacier des Quirlies a, d'après M. Flusin, reculé de 3 ou 4 mètres depuis septembre 1902.

« Au cours de la campagne qui a fourni les résultats précédents, de nombreuses photographies documentaires, dont les clichés seront déposés au laboratoire de géologie de l'Université de Grenoble, ont été prises de points repérés. »

Un rapport détaillé et documenté, dont ces lignes ne sont qu'un imparfait résumé, est actuellement sous presse; il est illustré de photographies et de schémas très instructifs.

La Commission française des Glaciers s'est en outre assuré pour 1904 le concours du Ministère de l'Agriculture et de l'Administration des Forêts.

On voit, par ce qui précède, que les observations recueillies dans ces dernières années¹ démontrent avec évidence la

¹ On consultera notamment à ce propos :

W. Kilian, Neige et glaciers (*Ann. S. T. D.*, t. XVI, XVII, XVIII, XX)

W. Kilian et G. Flusin, Observations sur les variations des glaciers et l'ennei-

diminution importante que subissent actuellement nos glaciers et qui va jusqu'à avoir considérablement modifié, depuis une quarantaine d'années, l'aspect de bon nombre de paysages de haute montagne. Cette perte de la glaciation si notable en Dauphiné a été constatée d'une façon encore plus accentuée et évaluée dans d'autres parties des Alpes; on l'a également signalée dans diverses régions montagneuses, par exemple dans les Andes¹.

*
* *

L'annonce de la décrue actuelle qui semble menacer dans leur existence certains de nos glaciers dauphinois n'a pas été sans occasionner un intéressant échange de vues entre les glacialistes.

gement dans les Alpes dauphinoises, organisées et subventionnées par la Société des Touristes du Dauphiné, de 1890 à 1899, et publiées sous le patronage de l'Association française pour l'avancement des Sciences (Grenoble, Allier, 1900 225 pp., 9 planches). Cet ouvrage contient les indications biographiques antérieures à 1900.

W. Kilian et G. Flusin, Études glaciaires (avec 2 pl.), *Annales. Univ. Grenoble*, t. XII, p. 884 (1900).

W. Kilian, Rapport sur les variations des glaciers français de 1900 à 1901, présenté à la Commission française des glaciers (*Ann. C. A. F.*, 28^e volume), et comprenant :

W. Kilian, G. Flusin et J. Offner, Nouvelles observations sur les glaciers du Dauphiné et de la Haute-Uribe (Grenoble, Allier, 1902, et *Ann. S. T. D.*, t. XXVII, et *C. A. F.*, t. XXVIII, 1901).

P. Girardin, Observations glaciaires dans la Haute-Maurienne, les Grandes-Rousses et l'Oisans (*Ann. C. A. F.*, 29^e année. et *Ann. S. T. D.*, t. XXVIII, 1902, paru en 1903).

G. Flusin, Ch. Jacob et J. Offner, Rapport préliminaire sur des observations glaciologiques faites en 1903 (*La Géographie*, 15 novembre 1903).

Id., Rapport détaillé (sous presse) (*Ann. C. A. F.* et *Ann. S. T. D.*, 1903 (1904)).

W. Kilian, Sur l'avenir des glaciers dauphinois (*B. S. G. Fr.*, 4^e série, t. III).

On devra aussi se reporter aux remarquables articles publiés sous le nom de « Revues de glaciologie », par M. Rabot (*Ann. C. A. F.*, 28^e et 29^e vol., 1901 (1902) et 1902 (1903)).

¹ Voir à ce sujet les recherches de M. Hauthal, résumées par M. Rabot (*La Nature*, 1903).

M. Forel a fait paraître au début de son 23^e rapport sur les variations périodiques des glaciers des Alpes, publié en collaboration avec *MM. M. Lugeon et E. Muret* (*Annuaire du S. A. C.*, t. XXXVIII) un remarquable article dans lequel il s'attache à combattre l'idée, émise par nous, d'une disparition ultime, dans un avenir, *du reste indéterminé*, des glaciers des Alpes et en particulier des glaciers du Dauphiné. Ce travail nous suggère les observations suivantes :

Si nous nous plaçons au point de vue géologique, nous ne voyons pas de raison pour admettre la durée *éternelle* des glaciers alpins, alors que plusieurs massifs montagneux (Vosges, Karpathes, etc...) ont vu disparaître, il y a longtemps déjà, leur couronne glacée. Nous sommes loin de nier la probabilité et la récurrence de crues importantes, mais de moins en moins considérables, pouvant survenir avant la destruction finale, surtout pour les glaciers des Alpes centrales, et nous nous bornons à affirmer que les glaciers du Dauphiné sont plus près de leur disparition que ceux des autres parties de la chaîne.

On est du reste quelque peu surpris de voir, dans un problème où il s'agit d'échéances aussi lointaines, *M. Forel* se préoccuper de l'influence que pourraient avoir sur l'« Industrie des étrangers » en Suisse la réduction et la disparition des appareils glaciaires. Quoi qu'il en soit, nous lui devons un exposé magistral dans lequel il essaye de répondre d'une façon négative à la question : les glaciers des Alpes vont-ils disparaître ?¹ exposé que seul pouvait écrire le savant auquel la science est redevable de tant et de si importantes contributions à la connaissance des glaciers.

¹ Il aurait peut-être mieux valu dire : Les glaciers des Alpes disparaîtront-ils un jour ? personne n'ayant jamais considéré comme *imminente* la déchéance de l'ensemble des glaciers alpins.

A côté de considérations diverses tendant à établir que, s'il y a actuellement des variations de longueur dans les glaciers, ce sont des variations périodiques *autour* d'un état de longueur moyenne, généralement *invariable*, considérations qui sont surtout l'expression d'une impression personnelle, M. Forel produit à l'appui de sa thèse un argument indirect auquel il attache, avec raison, beaucoup d'importance.

Cet unique argument positif invoqué par l'éminent glaciologue de Lausanne est *l'invariabilité du climat* qui aurait été constatée depuis l'époque des palaffites dans les régions préalpines, d'où M. Forel conclut à une invariabilité analogue du climat des hautes régions. Il est possible, en effet, que dans les Alpes suisses et dans les Alpes centrales, qui ont conservé leurs forêts, le régime des précipitations atmosphériques n'ait subi aucun changement notable depuis l'époque néolithique. *Mais il semble n'en être pas de même dans les Alpes dauphinoises et dans les montagnes du haut bassin de la Durance.* M. David-Martin a depuis longtemps déjà attiré l'attention sur la « *marche rétrograde de la végétation forestière* » dans les Alpes dauphinoises ; nous avons rappelé à plusieurs reprises, en insistant sur sa réalité et en en citant de nouveaux exemples, ce curieux phénomène, que beaucoup de botanistes persistent à attribuer à l'intervention de l'homme ou des troupeaux, malgré les exemples précis cités à l'encontre de leur thèse. Il est, en effet, d'observation constante, dans le Briançonnais par exemple, de voir, dans des régions escarpées, *inaccessibles à l'homme et aux troupeaux*, la limite supérieure des forêts marquée par une zone d'*arbres morts* que ne vient remplacer aucune nouvelle poussée forestière ; en beaucoup de points on assiste pour ainsi dire à cette disparition de la végétation arborescente dans les hautes régions ; en d'autres, des souches nombreuses enfouies sous les éboulis constituent seules les

témoins de forêts aujourd'hui disparues. Il est possible que ce *processus* ait son point de départ dans le déboisement intense que l'homme a fait subir, à une époque historique déjà reculée, à notre région alpine et qui a eu pour conséquence d'en modifier singulièrement le climat, mais il semble hors de doute qu'actuellement cette marche rétrograde de la végétation forestière alpine dans les Alpes dauphinoises se soit transformée en un phénomène naturel continu, qui se poursuit avec une inexorable régularité en dehors de l'intervention humaine.

Ainsi se produit et s'accroît lentement une modification du climat alpestre sans que ses effets soient encore devenus sensibles dans les régions préalpines, mais cette évolution précipite d'une façon toute particulière la déchéance des glaciers dauphinois par la diminution d'humidité qu'elle occasionne.

S'il est difficile de rien dire d'absolu sur l'époque précise où se produira la disparition définitive des glaciers alpins, il est néanmoins très légitime de constater la réduction très rapide de certains glaciers du Dauphiné ; nous pensons pouvoir maintenant, sans craindre aucune objection péremptoire, croire que « cette déchéance se manifestera en premier lieu pour les appareils glaciaires les moins importants et les moins alimentés de la chaîne », en particulier pour ceux du Dauphiné et de la Haute-Ubaye, dont quelques-uns ont déjà atteint, d'après nous, la dernière phase de leur existence. La phase de retrait actuelle — qui n'est pour la plupart des glaciers qu'un épisode « interglaciaire » — peut en effet, à notre avis, amener, si elle se prolonge, la *suppression* totale d'un grand nombre de petits glaciers dauphinois, mais il serait téméraire d'affirmer qu'ils ne se reconstitueraient pas s'il survenait, dans l'avenir, une glaciation importante, éven-

tualité dont M. Forel n'a pas envisagé, du reste, les conséquences désastreuses pour un grand nombre de localités habitées des Alpes helvétiques.

Ce que nous savons des oscillations des glaciers pendant les périodes géologiques nous donne cependant à penser que, si la crise actuelle de décrue n'est que passagère, comme le croit le plus grand nombre des glaciéristes, et que prochainement les glaciers, augmentant de nouveau, doivent reprendre en partie leur ancienne étendue, cette crue ne dépassera très probablement pas en amplitude les plus récentes des glaciations de l'époque pléistocène (quaternaire).

*
* *

Si nous admettons, avec la plupart des glaciologistes de ce temps, l'existence de *variations cycliques* de grande amplitude (variations primaires) ou de moindre importance (variations secondaires), ces dernières se produisant à l'intérieur des premières et en sens inverse d'elles, et si nous déduisons des documents réunis si patiemment par M. Rabot ¹, que les variations primaires constituent des phénomènes généraux affectant la totalité de la surface terrestre, il n'en est pas moins vrai qu'une série d'influences locales peuvent singulièrement modifier, en en ralentissant ou en en brusquant les effets, en atténuant ou exagérant leur action, la façon dont se manifesteront ces variations, et parfois même en masquer complètement l'influence. On est même en droit de se demander s'il ne peut pas se produire dans certaines régions, par suite du déboisement naturel ou artificiel (voir plus haut) des modifications climatériques capables de créer des conditions exceptionnelles qui, suivant les cas, hâteront

¹ *Revue de Glaciologie* [Ann. C. A. F., 29^e année, p. 432.]

ou renforceront l'effet des périodes de crue ou de décrue. — L'exposition et la disposition topographique même de chaque glacier (présence ou absence d'un bassin de réception permettant la formation d'une *réserve* suffisante de glace) peuvent aussi influencer grandement sur la façon dont se traduisent les effets des variations générales.

Nous concluons de là que la nécessité s'impose pour chaque région de procéder à une enquête particulière et *individuelle* des appareils glaciaires qu'elle renferme et des conditions spéciales, climatériques ou topographiques, qui peuvent, pour certains massifs, notablement *changer les résultats* prévus par une théorie trop générale des variations glaciaires.

La diminution d'altitude causée par des siècles de désagrégation et d'érosion n'est évidemment, avec les variations cycliques, pas le seul facteur qui ait causé la disparition des glaciers de certaines contrées montagneuses, et il est très légitime d'admettre que cette disparition ait eu lieu plus ou moins tôt suivant que les chaînes ou les montagnes en question réalisaient des conditions topographiques ou climatériques plus ou moins favorables à la conservation de *réserves* glaciaires. De même pour l'avenir, on conçoit aisément qu'il existe des massifs que leurs conditions climatériques ou topographiques prédestinent, — toutes choses (c'est-à-dire les variations cycliques et l'altitude) égales d'ailleurs, — à voir disparaître plus tôt leurs glaciers.

Parmi nos glaciers, et malgré l'échéance très lointaine de la déchéance de certains d'entre eux, si tant est que la phase actuelle de décrue doive leur être fatale, nous aurons donc à distinguer :

1° Des *glaciers relativement peu menacés* (ex.: glaciers de la Pilatte, des Étançons, etc.);

2° Des *glaciers menacés de disparaître à brève échéance* (quelques années ou quelques dizaines d'années) (ex.: glaciers du versant méridional du Pelvoux, glacier Lombard, glaciers de Marinnet, etc.).

*
* *

Les connaissances de plus en plus parfaites que les travaux récents des géologues ont permis d'acquérir sur les variations qu'ont subies depuis leur apparition les glaciers alpins et sur le rôle qu'ils ont joué pendant les périodes géologiques les plus récentes, ne doivent pas être négligées si nous voulons rationnellement étudier leurs vicissitudes historiques et essayer de déchiffrer l'avenir qui leur est réservé. Il est, en effet, actuellement admis par l'immense majorité des géologues que ce qu'on s'est plu à appeler pendant longtemps la « période glaciaire » ne correspond pas en réalité à *une seule* et colossale extension des glaces à l'intérieur et aux alentours des Alpes, mais bien à *une succession de glaciations* séparées par des phases de déglaciations appelées phases interglaciaires.

MM. *Penck* et *Brückner* ont consacré un bel et intéressant travail ¹, dont les livraisons se succèdent rapidement, aux « Alpes à l'époque glaciaire »; il est destiné à dissiper complètement les idées erronées qui peuvent encore subsister dans le public scientifique sur cette phase de l'histoire alpine à laquelle nombre de vulgarisateurs parmi les plus autorisés se sont plu, récemment encore, à prêter des caractères quasi

¹ A. Penck et E. Brückner. — *Die Alpen im Eiszeitalter* (Les Alpes pendant la période glaciaire). Leipzig. Chr.-Herm. Tauchnitz, éditeur. 8° raisin, avec pl. en couleurs et en phototypie, et nombreuses figures dans le texte. 1901-1904.

fabuleux par la soudaineté et par l'intensité avec laquelle seraient apparues dans nos montagnes des masses de neige et de glace absolument énormes et comparables à l'*Inlandsis* qui couvre aujourd'hui le Groenland.

Les géologues savent, en effet, que c'est sous l'impulsion des auteurs de ce livre et d'un troisième et éminent savant, prématurément enlevé à la science, *Léon du Pasquier*, qu'ont été publiées depuis une quinzaine d'années, une série de remarquables études sur les « formations fluvio-glaciaires » des Alpes, dans lesquelles était pour la première fois mise en lumière la liaison des « terrasses » d'alluvions anciennes, si développées dans nos grandes vallées alpines et dans les plaines qui bordent les Alpes, avec les moraines des anciens glaciers. Les premières sont découpées dans des nappes de cailloutis formées par de grands cours d'eau qu'alimentaient les glaciers dont les secondes occupaient la région frontale; en suivant vers l'amont chacune de ces terrasses, on aboutit invariablement à un rempart morainique au delà duquel une dépression en amphithéâtre (dépression centrale ou « cuvette terminale ») marque l'emplacement d'un glacier, aujourd'hui disparu, qui formait la source des courants producteurs d'alluvions.

En appliquant cette méthode à différentes régions des Alpes, MM. du Pasquier, Penck et Brückner ont pu démontrer l'existence d'une série de *systèmes fluvio-glaciaires*, comprenant chacun une nappe d'alluvions et une suite de moraines indiquant un long stationnement des glaciers. Chacun de ces systèmes est en quelque sorte *emboîté* dans le précédent et en est séparé par les traces évidentes d'une période de creusement des vallées. Il ressort en outre de ces recherches que chaque système fluvio-glaciaire correspond à une phase distincte d'extension des glaciers, à une « *glaciation* »

durant laquelle les glaciers ont stationné en des points que nous indiquent les moraines qu'ils ont laissées, la dépression centrale qu'ils ont abandonnée et, en aval, les nappes d'alluvions que leurs eaux de fonte ont déposées.

A la phase de creusement qui sépare chacun des systèmes fluvio-glaciaires du suivant, correspond une phase « *interglaciaire* », période de retrait pendant laquelle les glaciers se retiraient souvent assez loin dans l'intérieur de la chaîne, laissant, en reculant ainsi, le champ libre à l'action érosive de leurs eaux de fonte qui approfondissaient les vallées dans lesquelles la glaciation suivante devait ramener glaces et moraines.

On a conservé le nom d'*Époque glaciaire* à la période assez longue qui comprend cette série de glaciations et d'épisodes interglaciaires et durant laquelle les glaces, d'abord répandues à une altitude considérable au-dessus des vallées actuelles, s'encaissèrent peu à peu, lors de leurs retours successifs, dans ces vallées qui s'approfondissaient toujours par des creusements réitérés.

La succession des phénomènes semble avoir été la même sur le versant Nord des Alpes autrichiennes et bavaoises, en Suisse, dans les Alpes italiennes et françaises ¹, ainsi qu'il résulte d'une série de monographies locales publiées par NM. Penck, Brückner, du Pasquier et par leurs élèves, mais aucune synthèse détaillée ² n'avait encore retracé à nos yeux

¹ Kilian et Penck. — Des dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires du bassin de la Durancé. *C. R. Ac. des Sc.*, 17 juin 1895.

² Sauf une remarquable, mais très succincte, brochure publiée en 1894 par Penck, Brückner et du Pasquier. *Le système glaciaire (Bull. Soc. Nat. de Neuschâtel)*, t. XXII, 1893-94.

Voir en outre : A. Pinck und Richter : *Glazialexcursion in die Ostalpen*. (*Livret-Guide du IX^e Congrès géologique international*, Vienne 1903, fascicule XII.)

une histoire complète de la chaîne alpine pendant cette phase intéressante de son histoire.

Ces glaciations successives, dont l'existence est admise actuellement par tous les observateurs sérieux peuvent trouver leur explication dans des déplacements de la limite inférieure des neiges persistantes dans les Alpes. Beaucoup de chaînes extérieures montrent, en effet, des traces indéniables de leur ancienne couverture de glace. Il est important et curieux de rechercher avec les auteurs et, dans toute l'étendue du massif alpin, *combien de fois et dans quelle mesure* s'est déplacée la limite inférieure des neiges et comment l'action des neiges et des glaces a modifié, dans le temps et dans l'espace, le relief et les formes topographiques sous-jacentes.

Une série de questions importantes et encore imparfaitement résolues se rattachent du reste à ces recherches ; c'est ainsi que le « *surcreusement* » des grandes vallées, l'érosion glaciaire, la formation des lacs subalpins, le déplacement de certains cours d'eau, l'existence de mouvements du sol à l'époque pléistocène, s'éclairent d'un nouveau jour à la lumière de la méthode employée par MM. Penck et Brückner.

En reconstituant l'histoire des anciens glaciers alpins et en délimitant les aires qu'ils ont successivement occupées, ces savants nous donnent l'explication d'une foule de particularités topographiques de nos montagnes. Ils nous font assister ainsi à l'évolution du réseau hydrographique et des formes orographiques que nous avons aujourd'hui sous les yeux, en même temps qu'ils nous permettent de comprendre les causes du travail gigantesque et sans cesse renouvelé qui s'est accompli dans la chaîne alpine depuis la fin de l'époque pliocène, œuvre de démolition et de dénivellation qui se continue encore aujourd'hui et dont au-

cun alpiniste intelligent n'a le droit de se désintéresser. — On verra en parcourant le beau livre de MM. Brückner et Penck, qu'une fois encore, le passé s'explique tout naturellement par le jeu de phénomènes identiques à ceux qui s'effectuent actuellement sous nos yeux, et dont il suffit de supposer que l'intensité a été plus grande pendant l'époque pléistocène, sans qu'il y ait lieu de faire intervenir des actions exceptionnelles ou des catastrophes soudaines qu'affectionnaient les anciens naturalistes.

Ajoutons qu'à notre avis, et comme nous l'avons montré ailleurs¹, les sortes de *paliers* qui, dans beaucoup de vallées alpines (ex.: Durance à la Vachette, la Valloirette à Valloire, etc.), alternent avec des parties plus inclinées et encaissées, ont leur origine dans les stationnements des glaciers pendant les différentes glaciations et dans l'érosion régressive qu'ont exercée successivement les eaux de fonte *en avant* de ces stationnements.

L'altitude maxima des *paliers* qui caractérisent la plupart des vallons affluents et même le cours supérieur de nos grandes rivières alpines peut être considérée comme indiquant la cote maxima qu'aient atteinte les phénomènes de recul interglaciaires. Il arrive souvent que dans une même vallée il existe *plusieurs ruptures de pente et plusieurs de ces paliers* correspondant à des creusements interglaciaires successifs d'âges différents.

Plus ces ruptures sont anciennes, plus le travail ultérieur en a atténué les traces (ex. : gorge d'Asfeld à Briançon), qui sont, du reste, appelées à disparaître lorsque les cours d'eau auront réalisé leur courbe d'équilibre.

Ces phénomènes se produisent du reste encore de nos

¹ *Bull. Soc. géol. de France*, t. XXVII (1901) et *Ann. Univ. de Grenoble*, XXIII, t. n° 3.

jours. C'est ainsi que le glacier de la Meije donne naissance à un torrent qui, depuis que le front de ce glacier s'est retiré en amont de Chalvachère, abandonnant l'ancien thalweg glaciaire, s'est creusé une gorge étroite *en entamant* profondément ce thalweg granitique et sous la seule action de l'érosion *régressive*.

En ce qui concerne les Alpes dauphinoises, l'examen géologique des dépôts fluvio-glaciaires du Bas-Dauphiné, du Graisivaudan, des environs de Grenoble et de la vallée du Drac¹, a permis de retrouver d'ores et déjà d'une façon certaine les traces de plusieurs glaciations successives dont la plus ancienne poussait le front de ses glaciers jusqu'à Lyon (Croix-Rousse), Vienne et Faramans, et dont les suivantes, de moins en moins étendues, ont laissé des témoins de leurs stationnements à Saint-Quentin, Rives, Châbons, à Notre-Dame-de-l'Osier, à Rovon, puis aux Alberges près Uriage. Il semble également démontré que, dans notre région, ces phases ont été séparées par des périodes de recul ou phases *interglaciaires*.

Nous retrouvons ainsi dans le passé les variations cycliques des glaciers présentant une série de retours successifs dont l'ensemble accuse néanmoins *une résultante nettement régressive*.

Les oscillations géologiques dont il vient d'être question sont-elles comparables aux variations *primaires* dont nous avons parlé plus haut à propos des glaciers actuels ou appartiennent-elles à un ordre plus élevé englobant ces dernières ? C'est là un problème dont la solution présenterait le plus grand intérêt ; lorsque nous aurons retracé jusque dans tous ses détails l'histoire de nos glaciers depuis leur primitive

¹ Consulter les travaux récents de MM. Depéret, Kilian, P. Lory et Hitzel.

apparition jusqu'à l'heure actuelle, il sera sans doute possible d'en prévoir, mieux qu'on ne le fait en ce moment, le sort futur ; après avoir éclairé le passé à la lumière du présent, nous pourrons alors, à l'aide du passé, essayer de prévoir l'avenir.

*
* *

On vient de voir que les données les plus précises de la géologie moderne indiquent que l'époque pléistocène (quaternaire) a vu se produire une série (au moins 3) de *glaciations* séparées par des *phases interglaciaires*, pendant lesquelles le retrait des neiges et des glaces atteignait des proportions comparables à celles qu'il présente à l'époque actuelle ; on a même distingué, à l'intérieur de ces glaciations, des variations moins considérables ou *stades*.

Quatre ordres de variations dans le sens positif ou négatif ont été distinguées dans les oscillations des glaciers ; les unes (I et II), aux époques géologiques, semblent avoir correspondu à de très longues durées, probablement uni ou même pluri-séculaires, tandis que les autres (III et IV), constatées par des observations historiques, s'effectuent en des temps plus courts et sont caractérisées par des déplacements du front des glaciers dont les plus forts (variations primaires), ne dépassant pas un seul ou un très petit nombre de kilomètres, ne sont pas comparables avec les oscillations de 70 et 100 kilomètres qu'accusent les glaciations pléistocènes.

A	}	I. Glaciations et phases interglaciaires.
(Époques géologiques.)		II. Stades (Schwankungen).
B	}	III. Variations primaires.
(Période historique.)		IV. Variations secondaires.

Il est facile dès lors de saisir la nature du problème.

Faut-il considérer les variations du groupe B (primaires et secondaires) comme l'équivalent et la continuation, sous une forme atténuée et plus brève, des variations du groupe A (glaciations et stades), dont l'amplitude se serait modifiée et la durée singulièrement restreinte par suite de changements dans les conditions climatiques ou par l'effet de toute autre cause encore inconnue, ou faut-il penser que nous nous trouvons réellement en présence de quatre ordres de variations cycliques s'étant toujours produites ou se produisant encore concurremment et se subordonnant en quelque sorte les unes aux autres ; en d'autres termes les variations secondaires étant, comme nous le savons, de simples accidents dans le cours des variations primaires, ces dernières ne seraient-elles que des oscillations de détail de *stades* positifs ou négatifs (« Schwankungen ») d'ordre supérieur qui, à leur tour, seraient des variations accessoires dont les effets masqueraient des variations de premier ordre (de très grande durée et d'amplitude considérable quoique de moins en moins fortes, ainsi que le montre l'histoire du passé), les glaciations et les *phases interglaciaires* ?

La réponse à ces questions ne paraît pas pouvoir être donnée dans l'état actuel de nos connaissances.

Dans la première de ces hypothèses, les glaciers de nos Alpes, après une suite de récurrences offensives, de moins en moins accentuées, tendraient à disparaître dans un avenir relativement court (quelques siècles pour les plus grands d'entre eux, moins encore pour beaucoup d'autres).

Dans la seconde hypothèse, les glaciers alpins se trouveraient en ce moment dans une phase interglaciaire, accidentée par le jeu des variations primaires et secondaires ; cette phase pourrait se prolonger encore quelque temps, entraînant la disparition momentanée d'un certain nombre de

petits glaciers (comme beaucoup des glaciers dauphinois) mais serait suivie, dans un avenir plus ou moins éloigné, d'un mouvement général de crue (stade positif ou glaciation) toujours masqué par des variations de détail dont les crues dépasseraient les décrues en importance. Ajoutons que vraisemblablement toutefois, cette nouvelle glaciation serait moins considérable que la dernière glaciation préhistorique.

Quelle que soit celle de ces solutions que les progrès de nos connaissances rendront probable, on voit qu'il s'agit d'échéances trop éloignées pour que la question ainsi posée puisse intéresser, soit ceux qui exploitent, comme les hôteliers et les guides, l'attrait qu'offre aux touristes la parure glacée de nos montagnes, soit ceux qui utilisent, comme les agriculteurs ou les industriels, les cours d'eau et les forces hydrauliques dont les glaciers assurent la continuité et l'abondance du débit, notamment pendant les mois de sécheresse.

Pour ces derniers, en effet, l'intérêt est plus immédiat; que la phase actuelle de décrue doive être suivie d'une crue primaire ou secondaire, peu leur importe; ce qu'ils désirent c'est de savoir si une continuation possible pendant quelques dizaines d'années de cette crise de régression peut, dans la région dauphinoise, entraîner la disparition complète, quoique momentanée, de certains de nos glaciers et, dans l'affirmative, *quels sont ceux de nos appareils glaciaires qui échapperont le plus longtemps ou même entièrement à cette déchéance*, grâce aux « réserves » de glace de leur bassin d'alimentation.

Il est possible, malgré l'imperfection des données fournies jusqu'à nos jours par les observations glaciologiques faites en Dauphiné, de distinguer dès à présent : 1° ceux

de nos cours d'eau auxquels l'existence, dans leur bassin d'alimentation, de glaciers à « réserves » importantes assure jusqu'à nouvel ordre un débit régulier, 2° ceux qu'une alimentation par des glaciers se trouvant dans un stade de régression trop avancé et réduit à des plaques de glace sans profondeur ou à de simples névés, menace d'une fâcheuse inégalité de régime ou d'une progressive diminution de débit, 3° et ceux qu'entretiennent uniquement les neiges et les pluies reçues par la surface plus ou moins étendue de leur bassin de réception ¹.

Ce n'est cependant que lorsqu'on possédera dans ses détails l'histoire complète de l'évolution des glaciers alpins et la marche qu'ont suivie, dans le passé, leurs oscillations grandes ou petites, que l'on pourra, semble-t-il, émettre sérieusement des pronostics quelque peu probables sur leur avenir et sur leur allure plus ou moins rapidement régressive que paraissent cacher à nos yeux leurs oscillations périodiques.

*
* *

La longue suite d'efforts dont nous venons de relater la continuité poursuivie pendant 13 ans nous a appris, on vient de le voir, bien des choses nouvelles sur le régime de nos glaciers, mais elle nous a montré aussi bien des *lacunes dans nos connaissances*.

¹ En ce qui concerne les cours d'eau alpins — et ils sont nombreux — que n'alimente aucun appareil glaciaire, une étude intéressante et féconde, sans doute, en résultats pratiques consisterait à mettre en évidence, notamment par des recherches nivométriques plus précises qu'on ne les a faites jusqu'à ce jour, l'influence que peuvent avoir, en outre, sur le débit des cours d'eau alpins et sur les variations de ce débit l'altitude des bassins de réception, leur étendue exacte, leur topographie et leur constitution géologique (perméabilité du sous-sol). Ces facteurs peuvent se combiner avec le facteur *chute* de façons diverses et produire des résultats parfois très différents, suivant le rôle dévolu à chacun d'eux. L'extrême difficulté d'évaluer

Au point de vue scientifique il serait désirable qu'un *répertoire* complet des glaciers et des champs de névés pérennes de quelque importance existant actuellement en Dauphiné fût dressé et publié le plus tôt possible, et qu'on s'attachât à noter les variations de chacune de ces unités en comparant soigneusement ces évolutions, individuelles *entre elles* et avec les variations des grands glaciers, bien observés et surveillés, de la Suisse et des Alpes orientales ; de cette façon seulement il sera possible de dégager l'influence des conditions climatiques et topographiques locales et l'évolution de nos appareils glaciaires, et d'en tirer des pronostics quelque peu rationnels sur le sort qui leur est réservé.

Des recherches *physiques*, relatives aux phénomènes thermiques et moléculaires qui s'y produisent, seraient également à souhaiter.

Au point de vue de la répercussion de ces études sur la connaissance pratique de nos cours d'eau de montagne producteurs d'énergie, une plus grande précision serait absolument indispensable dans les observations glaciologiques, afin d'arriver, d'une part à un *cubage* précis des réserves glaciaires actuellement existantes dans nos montagnes, et de l'autre à une *évaluation précise* de l'*enneigement annuel* et de ses variations, ainsi que des déplacements possibles de la limite des neiges persistantes.

Il est impossible néanmoins de se dissimuler que la réalisation de tels résultats exigerait un personnel nombreux, spécialement préparé et consciencieux, des ressources

d'une façon réellement scientifique ces diverses influences dans les cas particuliers, généralement complexes, qui se trouvent réalisés dans la nature. a jusqu'à présent découragé les chercheurs qui s'étaient engagés dans cette voie. Ce n'est, à notre avis, que par une suite de monographies locales, consacrées chacune au bassin d'un seul cours d'eau, que l'on peut arriver à dégager les lois qui régissent ces phénomènes.

pécuniaires considérables permettant de créer un outillage suffisant, de procéder à des levés et des mensurations de précision très étendus et d'installer des appareils nivométriques *incomparablement plus précis et plus satisfaisants* que ceux dont on s'est contenté jusqu'ici. Une comparaison attentive des relevés nivométriques dans les hautes régions, avec les observations pluviométriques des stations inférieures, pourrait en particulier être féconde et permettre de découvrir des relations qu'il serait utile de connaître ; ces résultats intéresseraient non seulement le régime des torrents et rivières alimentés par des glaciers, mais celui des cours d'eau bien plus nombreux qu'entretiennent presque exclusivement les produits des précipitations atmosphériques.

APERÇU SUR LA RÉPARTITION DES GLACIERS EN DAUPHINÉ

Les glaciers de notre région sont d'importance et de grandeur très variées ; ils appartiennent à des types assez différents ; il est utile de les passer rapidement en revue et d'indiquer en outre le rôle qu'ils jouent au point de vue de l'alimentation de nos principaux cours d'eau.

A. *Les glaciers de la chaîne de Belledonne* sont peu nombreux, relativement peu importants et, possèdent le type des « glaciers de cirques » ; on n'y rencontre pas de glaciers à long cheminement descendant dans les vallées. Nous citerons principalement les glaciers de la Sitre et de Freydane, les névés voisins des pics de Belledonne et, plus au Nord, le glacier de Combe-Madame, le Grand Glacier (dit aussi Grand Glacier du Gleyzin) et quelques névés insignifiants. Sur le versant E de

la même chaîne, une série de glaciers du même type (glaciers du Puygris, de Clérais, du Grand-Gleyzin, de Villonet, etc.) sont tributaires de l'Arc par le torrent des Villards.

B. *Les glaciers des Grandes-Rousses*, également limités aux parties élevées du massif, sont plus considérables : sur le versant occidental, le glacier des Rousses et le glacier de la Cochette ; sur le versant oriental, les glaciers de Saint-Sorlin, versant ses eaux en Savoie, et plus au sud, les glaciers des Quirliès, du Grand-Sablât et de Sarennes, tributaires du torrent du Ferrand, affluent de la Romanche.

Tous sont des « glaciers suspendus » ou des « glaciers de cirques », et aucun ne descend dans le fond des vallées.

C. Dans le voisinage des Aiguilles-d'Arves, le *petit glacier Lombard*, entre ces dernières et la cime de Goléon, est en voie de réduction ; nous mentionnerons aussi les névés des Trois-Évêchés (versant Nord, tributaires de la Savoie) et quelques autres taches plus ou moins pérennes du massif de la Grande-Manche au Nord de la Guisane.

D. Citons aussi le *glacier du Galibier* qui s'écoule vers le Nord-Est en Savoie et qui, bien que de forme classique et ayant présenté autrefois une portion encaissée dans un vallon et se terminant non loin des Mottés par une région frontale avec *vallum* morainique important, est réduit actuellement à un petit « glacier de cirque » et à des névés fort restreints.

E. *Le massif du Pelvoux* est le plus riche en appareils glaciaires ; ces derniers y présentent des types assez différents, suivant les parties du massif auquel ils appartiennent ; ils constituent encore, malgré leur déchéance, un ensemble imposant et une source considérable d'énergie hydraulique.

Dans la partie Nord, on remarque l'énorme plateau glacé du Mont-de-Lans, type spécial, avec sa vaste dépendance le glacier de la Girose, qui envoient vers la gorge de la Romanche une série de petits « glaciers suspendus », puis les glaciers du Lac, du Vallon, de la Meije, du Tabuchet, du Bec, de Selle-Vieille et de l'Homme, du Lautaret et d'Armande, les glaciers Claire et des Bichettes, plus en pente et plus accidentés. Dans le fond de la vallée d'Arsine, le glacier de la Plate-des-Agneaux est un beau et grand « glacier encaissé ». Citons aussi le glacier d'Arsine, enfin les « glaciers suspendus » de Chamoissière, des Agneaux, le glacier supérieur des Cavales, le glacier du Clos-des-Cavales, le glacier supérieur des Agneaux, le glacier de la Casse-Déserte, les glaciers de la Roche-Faurio et de Tombe-Murée.

A l'*Est* et au *Sud-Est*, nous trouvons les glaciers du Casset, du Pré-des-Fonds, du Monestier, de Séguret-Foran ou de l'Eychauda, tous quatre à partie inférieure encaissée, mais réduits actuellement à leur tronçon supérieur ; le glacier de Séguret-Avant (suspendu), le glacier de la Pyramide ; enfin les glaciers Blanc et Noir, fleuves de glace autrefois confluents ; les « glaciers suspendus » de la Momie, des Violettes, du Clos-de-l'Homme, le glacier Sans-Nom, le glacier du Coup-de-Sabre, les glaciers du sommet du Pelvoux et des Écrins ; les grands glaciers d'Ailefroide et du Sélé (à langue terminale s'étalant au pied d'un cirque grandiose), le glacier des Bœufs-Rouges, etc.

Mentionnons encore, à l'Ouest de Vallouise, les glaciers du Loup et de Sellar ; enfin les petits névés de l'Eyglière.

Dans le centre, le bassin du Vénéon avec ses tributaires, le ruisseau du Vallon-des-Étages, le ruisseau des Étançons et le Haut-Vénéon, offre un ensemble plein de grandeur et des plus remarquables de glaciers importants, dont un grand

nombre sont des « glaciers de vallée », encaissés dans leur partie inférieure ; parmi les plus grands il y a lieu de citer : les glaciers du Vallon-des-Étages, du Chardon, de la Pilatte, de la Temple, de la Bonne-Pierre, des Étançons, de la Selle. Il existe, en outre, dans ce bassin une série de glaciers plus petits, pour la plupart suspendus ou tributaires des glaciers de vallées susmentionnés ; ce sont : le glacier du Soreiller, le glacier du Plat, le glacier du Routier, le glacier du Burlan, les glaciers de la Gandolière, du Plaret, le glacier de la Grande-Ruine, les glaciers de la Somme, d'Alvau, de la Vera-Pervoz ; le glacier du Vallon-de-la-Pilatte, le glacier de la Coste-Rouge, le glacier Long, le glacier Gris ; le glacier du Coin (tributaires du glacier de la Pilatte), le glacier du Says (id.), le glacier de Baverjat, le glacier de Chéret, le glacier de l'Encoula, le glacier de l'Ours, le glacier des Fétoules, le glacier de l'Étret, le glacier de la Lavey, le glacier des Rouïes (tributaire du glacier du Chardon), le glacier du Fond de la Muande, le glacier des Sellettes.

A l'Ouest, dans des montagnes qui, au point de vue géologique, doivent être considérées en partie comme la continuation méridionale de la chaîne des Grandes-Rousses au Sud de la Romanche, mais qui appartiennent à la partie occidentale du bassin du Vénéon, une série de glaciers notables attirent l'attention. Ce sont les glaciers de Villard-Eymond, de la Muzelle, le glacier du Vallon-de-Lanchâtra, les glaciers de Montagnon, du Vallon, les glaciers du Pierroux, de la Mariande et des Arias, du Lac, d'Entrepierroux, etc.

Le versant méridional du massif du Pelvoux, quoique des traces très fraîches y attestent, d'une façon très évidente, l'existence de glaciers d'une certaine importance à une époque assez rapprochée de nous, n'offre plus que des « glaciers suspendus » à pente assez raide, tels que les glaciers de la brèche

de Valenestre, les glaciers de la Haute-Pisse, le glacier au Sud-Ouest de la Muzelle, le glacier Court, le glacier de l'Aiguille-d'Olan, le glacier Courbé, le glacier de l'Aiguille-Rousse, le glacier de Coin-Charnier ou des Marmes, les glaciers du Grand-Vallon et du Petit-Vallon, le glacier du Fond-de-Tursat, le glacier du Clot, le glacier d'Olan, le glacier du Vallon de la Rouye, le glacier de Chalance, le glacier du Lauzon, le glacier de Gioberney, le glacier des Aupilloux.

Une partie d'entre eux accusent une grande réduction, plusieurs semblent à la veille de disparaître ; les glaciers de Porteras et de la Grande-Roche ont cessé d'exister. — Citons aussi le glacier des Souffles (ou du Dévoluy), suspendu et très réduit.

Plus au Sud encore, entre le Drac et le Valgaudemard, les glaciers de Chaillol, de Malcros, les névés de Val-Estrèche, les glaciers et névés de Crupillouse, actuellement insignifiants, et les glaciers du Sirac (glacier de Verdonne, etc.) n'ont qu'une médiocre importance : aucun d'eux ne présente le « type encaissé ».

F. Enfin, tout à fait au Sud, dans le haut de la vallée de Freyssinières, sur les flancs Nord du Grand-Pinier, un cirque rocheux abrite le petit *glacier de Chaulier*, le plus méridional du massif.

G. Bien que n'appartenant plus à la région dauphinoise proprement dite, la haute vallée de l'Ubaye mérite d'être citée ici comme possédant, dans son bassin, les *glaciers de Marinnet*, les plus méridionaux des Alpes françaises ; nous avons fait voir en détail ailleurs, la régression rapide qui a frappé depuis quelques années ces glaciers, restes actuellement peu importants d'appareils glaciaires, jadis puissants et étendus.

*
* *

Il est facile de distinguer parmi les glaciers cités dans cette énumération un petit nombre de types bien caractérisés entre lesquels se répartissent tous les glaciers dauphinois. Ce sont d'abord ceux dont le vaste bassin d'alimentation, en forme de cuvette ou de cirque où s'accumulent d'épaisses réserves de glace, est suivi d'une région de cheminement relativement longue et encaissée ; ces *glaciers de vallées* se terminent généralement par une région frontale étalée en éventail en arrière d'un ou de plusieurs *vallums* morainiques. Les glaciers de la Pilatte, et du Chardon constituent de bons exemples de ce type, dont la région frontale est souvent, du reste, encombrée de matériaux morainiques.

Beaucoup de glaciers de vallées ne sont plus représentés souvent, par suite de la décrue prolongée qu'ils ont subie, que par leur bassin d'alimentation, sorte de culot de glace occupant le fond d'un cirque rocheux, la région de cheminement ayant été presque entièrement détruite par l'ablation ; ce sont des *glaciers de cirques*, comme les glaciers de Freydane, du Casset, des Étançons, etc.

Enfin, un type très répandu consiste, soit en plateaux ou cuvettes glacés ou en sortes de plaques de glace sur des pentes abritées, sans région de cheminement individualisée. Ces *glaciers suspendus*, très fréquents dans les Alpes dauphinoises, se présentent sous deux formes principales : la première comprend des glaciers très importants, possédant d'épaisses réserves de glaces comblant des cavités importantes et dont la situation topographique seule a empêché l'écoulement dans une vallée ; les glaciers du Mont-de-Lans, de la Girose, des Rousses, des Quirliés en sont des exemples

remarquables ; la deuxième forme consiste en plaques ou taches de glace occupant certaines parties protégées des pentes montagneuses, certaines anfractuosités, de petits cirques et des paliers rocheux ; cette variété ne représente en somme que des témoins, épargnés par la fusion, de glaciers plus considérables, des lambeaux d'une couverture glacée jadis continue ; c'est le type le plus fréquent dans les régions qui ont subi une décrue glaciaire forte et prolongée. On en voit des exemples surtout sur les versants méridionaux du massif du Pelvoux.

*
* *

Si maintenant nous examinons la façon dont se répartissent ces glaciers dans l'alimentation de nos principaux cours d'eau, nous remarquons ce qui suit :

L'Isère est, surtout en amont de Grenoble, tributaire des glaciers importants de la Haute-Maurienne et de la Haute-Tarentaise, dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Les apports qu'elle reçoit, sur sa rive droite, des torrents descendus de la chaîne de Belledonne (*sensu lato*), entre Montmélian et Grenoble, ne lui apportent que les eaux de quelques petits glaciers en voie de régression.

Le *Drac*, si l'on met à part la Romanche, ne possède dans son bassin d'alimentation aucun glacier de premier ordre, riche en réserve pour l'avenir ; ses affluents la Bonne, la Séveraise, etc..., lui apportent l'eau de fusion d'une série de petits glaciers de cirque ou de glaciers suspendus (glacier de Gioberney, glacier du Fond-de-Turbat, etc.), ainsi que le Drac de Champoléon qu'alimentent en partie les petits glaciers du Sirac.

La *Romanche* est la rivière du Dauphiné la plus riche en

réserves glaciaires importantes ; c'est dans le bassin de ce cours d'eau que se trouvent les glaciers les moins menacés et les plus importants. — Elle se nourrit aux glaciers, grands et petits, de toute la partie septentrionale et centrale du Pelvoux, par son cours supérieur et par le Vénéon et ses affluents ; elle recueille en outre les eaux d'une grande partie des glaciers des Grandes-Rousses.

La *Durance* reçoit, en aval de Briançon, par la *Guisane*, la *Gyronde* et leurs affluents, les eaux de fonte des glaciers du Casset, du Monétier, de l'Eychauda et surtout celles des appareils glaciaires si importants (glacier Blanc, glacier Noir, glacier du Sélé) des environs de Vallouise, alimentés par de puissantes réserves.

Le *Guil* ne compte, dans son bassin, que des névés isolés dans le massif de Font-Sainte et dans les crêtes frontières voisines du Viso (Pointe-Joanne). Ce cours d'eau ne peut donc être considéré comme étant alimenté par des glaciers.

L'*Ubaye* ne compte parmi ses tributaires que les glaciers de Marinnet, peu considérables et en voie de déchéance complète.

On voit donc que, s'il y a quelque intérêt pratique à encourager l'étude des glaciers dauphinois, il serait d'une utilité bien plus grande encore pour la connaissance de nos forces hydrauliques et de leur régime d'instituer et d'entretenir des recherches précises et méthodiques sur l'enneigement des hautes régions de nos Alpes.

