

Les variations glaciaires : le cas de la vallée de l'Arve (Haute-Savoie, France) de la fin de la dernière glaciation à nos jours

Autor(en): **Dorthe-Monachon, Claire**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Études de Lettres : revue de la Faculté des lettres de l'Université de Lausanne**

Band (Jahr): - **(1990)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-870691>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

LES VARIATIONS GLACIAIRES:
LE CAS DE LA VALLÉE DE L'ARVE
(HAUTE-SAVOIE, FRANCE),
DE LA FIN DE LA DERNIÈRE GLACIATION
À NOS JOURS

Des très nombreuses variations glaciaires postérieures au dernier maximum würmien, seules quelques-unes ont laissé des traces dans le paysage. Dans la vallée de l'Arve, comme dans les autres vallées alpines, les variations les plus récentes sont les moins étendues. Situées près du front des glaciers actuels, elles se sont produites dans les quatre derniers millénaires. A l'aval de ces moraines, plusieurs extensions glaciaires successives ont été mises en évidence. Elles s'échelonnent sur des dizaines de kilomètres de distance et ne sont pas datées de façon absolue.

Les variations glaciaires, problématique

Tout le périmètre alpin et péri-alpin a été fortement marqué par les multiples épisodes glaciaires qui caractérisent l'ère quaternaire. Dans les régions proches des massifs montagneux, vallées alpines et avant-pays, certains des traits dominants du paysage sont nés au cours de la dernière glaciation, qui a débuté il y a 70 000 ans et s'est terminée 10 000 ans avant nos jours. Au cours de cette période, les glaciers, sortis des vallées à plusieurs reprises, ont recouvert le Moyen-Pays, se sont appuyés contre le Jura et ont envoyé leurs langues jusque dans la région lyonnaise. Le maximum d'extension glaciaire qui marque la fin de la glaciation würmienne date de 23 000 ans environ avant nos jours. Les vallées alpines sont alors noyées sous la glace qui recouvre également une bonne partie du Moyen-Pays. Par la suite s'amorce un retrait qui, en moins de 12 000 ans, ramène les glaciers à peu près dans leurs limites actuelles.

Très tôt, les naturalistes décrivirent des dépôts meubles et des blocs erratiques. Mais il fallut attendre la première moitié du XIX^e siècle, avec Charpentier et Agassiz, pour que la dynamique glaciaire soit peu à peu reconnue. Plus tard, Penck et Brückner¹ mirent en évidence une succession d'avances et de retraits glaciaires, dans une magistrale synthèse régionale qui fit autorité pendant plus de la moitié de notre siècle. Les recherches récentes ont considérablement remanié, précisé et complété le schéma chronologique de Penck et Brückner, grâce aux progrès techniques et notamment aux méthodes de datation absolue.

En partant d'une description précise des formes du relief, la géomorphologie tente de comprendre quels sont les processus responsables de la genèse et de l'évolution de ces formes. L'observation détaillée et la définition des dépôts récents (remplissages de vallées, placages de versants) permettent de cartographier les extensions glaciaires qui ont laissé des traces sur le paysage. La reconstitution de la paléogéomorphologie des anciens stades et le calage dans le temps de ces événements pour retracer l'histoire de la formation des paysages, tels sont les buts du quaternariste.

La vallée de l'Arve, terrain d'étude

L'Arve, qui se jette dans le Rhône à Genève, prend sa source à la frontière franco-suisse, en amont de Chamonix. Son bassin versant, dont les contours dessinent une sorte de grand rectangle orienté NW-SE, atteint 1860 km². Il culmine au Mont-Blanc (4807 m) et montre donc une amplitude altimétrique de plus de 4000 m. Le massif du Mont-Blanc est incisé et bordé par des vallées profondes. Celles qui l'entaillent sont toutes occupées par de grands appareils glaciaires: Mer de Glace, Argentière, Tré-la-Tête, pour ne nommer que les principaux d'entre eux. Celles qui l'encadrent (vallée de Chamonix au nord, des Contamines à l'ouest), sont actuellement déglacées. A l'aval des massifs cristallins, l'Arve traverse perpendiculairement toutes les unités calcaires alpines et préalpines pour atteindre le bassin molassique. Elle reçoit deux gros affluents, le Giffre en rive droite, le Borne en rive gauche, dont les vallées sont entièrement creusées dans les unités calcaires.

Les glaciers et leurs oscillations récentes

Actuellement, les glaciers importants sont tous situés dans le massif du Mont-Blanc. Certains figurent parmi les plus connus du domaine alpin. Cependant, par rapport à l'ensemble de la vallée,

leur extension est faible: le taux d'englacement (% de la surface englacée par rapport à la surface totale) du bassin versant de l'Arve n'est que de 6%. La vallée du Giffre abrite quelques glaciers résiduels cantonnés au-delà des hautes parois rocheuses du fond de la vallée; son taux d'englacement n'est que de 0,4%. Quant au bassin versant du Borne, qui culmine à la chaîne des Aravis, il est totalement dépourvu de glaciers.

De manière générale, les glaciers d'aujourd'hui sont tassés dans leurs vallées et dominés par de hautes moraines latérales dépourvues de végétation dans leur face interne. Ces amas morainiques révèlent la position occupée par les glaciers vers 1600 et 1850. En effet, dès la fin du XVI^e siècle et jusqu'en 1850, tous les glaciers des Alpes ont connu une succession de poussées qui ont laissé des marques très importantes dans le paysage. Ces variations ont pu être analysées avec une grande précision grâce aux multiples sources iconographiques, aux archives des communes montagnardes, aux premières cartes topographiques à grande échelle, puis, ces dernières années, au moyen des méthodes modernes d'investigation: palynologie, dendrochronologie, datations absolues. Dans le massif du Mont-Blanc, le maximum d'extension est atteint durant la première phase, amorcée dès 1580 et prenant fin vers 1610. Trois oscillations majeures ont suivi, en 1643-1644, 1818-1820 et 1850-1855². Elles furent rigoureusement synchrones à l'échelle du massif. Les moraines externes résultant de cette succession de stades sont souvent imposantes, dessinant de longues échines qui limitent les marges proglaciaires actuelles. Elles sont beaucoup plus spectaculaires sur le versant nord du Mont-Blanc qu'à l'ouest, car les principaux appareils, dont les fronts sont situés à des altitudes très basses, ont envoyé leurs langues jusqu'au talweg principal. Ainsi, en 1610, le front du glacier du Tour s'arrêtait à 1450 m en bordure du village, celui d'Argentière à 1244 m contre le talweg de l'Arve actuelle et dans le village. Au même moment, le glacier des Bois — nom donné à l'extrémité de la Mer de Glace de cette époque — se terminait à 1100 m contre le village des Bois dont il fit fuir les habitants; il avait auparavant détruit deux hameaux situés un peu en amont des Bois. Le glacier des Bossons, effilé en pointe à 1100 m, était bien près de barrer la vallée. Dans cette région, comme en maint autre endroit (Grindelwald, Val de Bagnes par exemple), les glaciers menaçaient directement les zones habitées, détruisant des maisons, recouvrant des alpages et des terres cultivées. Les archives locales en regorgent de témoignages. Les dépôts résultant de ces

multiples poussées ont une morphologie parfois complexe, faite de nombreuses crêtes souvent discontinues, fort bien mises en évidence par Bless³ aux glaciers d'Argentière et du Tour, par Wetter⁴ au glacier des Bossons et à la Mer de Glace.

On sait maintenant que ces variations glaciaires sont dues à une fluctuation climatique, à un léger refroidissement de la température moyenne annuelle, inférieur ou égal à 1° C., qui aurait sévi dès le milieu du XVI^e siècle. Les études phénologiques de Le Roy Ladurie⁵ ont constitué un des moyens de mettre en évidence ce refroidissement. Cet auteur a entre autres répertorié les dates des vendanges et il a constaté que les avancées des glaciers suivent, avec un retard variable, les périodes de vendanges tardives, et que celles-ci résultent essentiellement de saisons estivales défavorables.

Les réavancées glaciaires de la période 1600-1850 ont considérablement frappé l'imagination des contemporains. On a pu croire que ce phénomène était unique dans l'histoire des derniers millénaires et constituait une phase majeure d'extension glaciaire. Ce n'est qu'à partir du milieu du XX^e siècle que ces événements furent insérés dans une période multimillénaire de rafraîchissement climatique, vieille de 3500 à 4000 ans, et correspondant au Subatlantique des palynologues. Mathes, dès 1942 (cité par Le Roy Ladurie), fut le premier à mettre en évidence cette suite d'oscillations glaciaires positives. Il lui a donné le nom de «Little Ice Age» qui se traduit par «Petit Age glaciaire», nom qui prête actuellement à confusion car il a par la suite été fréquemment appliqué aux seules oscillations de ces derniers siècles.

Dans la vallée de Chamonix, la moraine latérale droite du glacier d'Argentière, dont le versant ébouleux domine celui-ci de 150 m, a livré de nombreux restes qui ont pu être datés de façon absolue⁶. En se fondant sur l'interprétation des datations C¹⁴, Bless est parvenu à établir une chronologie précise des oscillations du glacier d'Argentière au cours des quatre derniers millénaires. Durant cette période, le glacier a fluctué dans les limites des extensions récentes. Les autres glaciers ont vraisemblablement connu une évolution analogue, ce qui explique le volume considérable des accumulations morainiques récentes, résultat de multiples superpositions et accrétions latérales. En fait, il semble bien que les glaciers du massif du Mont-Blanc, au cours de l'Holocène, n'ont dépassé que de peu les stades de la période 1600-1850.

Dès la fin du maximum de crue des années 1850 à 1860 s'amorce dans toute la chaîne alpine une décrue glaciaire qui

devient peu à peu générale et qui n'est interrompue que par quelques petites poussées secondaires. A partir de 1955, le nombre des glaciers en retrait diminue. Beaucoup d'appareils deviennent stationnaires et certains sont en crue⁷. Entre 1975 et 1985 se produit une crue relativement importante. Certains glaciers du massif, qui réagissent particulièrement rapidement aux modifications de climat, épaississent et avancent fortement de 1978 à 1982. C'est le cas des glaciers des Bossons et d'Argentière. La zone frontale de ce dernier a tellement épaissi que, dès 1980, il a fallu creuser en permanence une tranchée dans la glace pour le passage de la benne du téléphérique d'EDF. Par la suite, un pylône du même téléphérique, situé au bord du glacier en rive gauche, a dû être déplacé. Les figures 1 et 2 montrent le maximum d'extension atteint par le glacier des Bossons en 1982 et illustrent la mobilité de ce front glaciaire. En août 1980 (fig. 1), l'extrémité de la langue glaciaire, étroite, touche presque une petite moraine frontale (flèche horizontale). Elle se situe à une vingtaine de mètres du bosquet qui borde le sandur en rive droite. En août 1982 (fig. 2), le glacier a atteint le bosquet et quelques arbustes ont été recou-



Fig. 1. — Le front du glacier des Bossons en août 1980.

verts par la glace (flèche verticale). Il a édifié une nouvelle moraine frontale derrière laquelle il s'est légèrement tassé (flèche oblique). La moitié gauche du glacier a rattrapé la partie droite. Depuis 1984, le retrait est rapide (plus de cent mètres au glacier des Bossons).

De ces oscillations constantes et rapides, bien peu laissent des traces qui sont conservées. Toutefois, les dépôts existent à toute altitude dans la vallée. Très superficiels, parfois construits en formes caractéristiques, ils sont tous postérieurs au dernier englacement complet de la vallée et leur étude permet de retracer les étapes du retrait glaciaire würmien.

Les stades tardiglaciaires: Paléomorphologie

Entre le Salève et les extensions récentes des glaciers du massif du Mont-Blanc, une dizaine de stades glaciaires successifs sont repérables dans la vallée de l'Arve et constituent autant d'étapes dans la déglaciation würmienne. La paléogéographie et la chronologie de ces événements ont fait l'objet de nombreuses études. A la suite de Penck et Brückner notamment, Kilian⁸ attribue au stade de Bühl les éléments morphologiques de la plaine des Rocailles près de Reignier. Mais ce n'est qu'au cours de ces quinze dernières années que des études partielles mais systématiques ont été entreprises, notamment dans la basse vallée de l'Arve⁹. Dans le but de parvenir à une synthèse paléomorphologique, j'ai effectué des observations détaillées dans l'ensemble du bassin versant de l'Arve¹⁰. La chronologie qui en découle est essentiellement relative, du moins en ce qui concerne les éléments tardiglaciaires, les variations glaciaires au cours de l'Holocène étant définies et bien datées par les travaux de Bless¹¹ et de Wetter¹².

Pour faciliter le repérage et éviter toute confusion, chacun des stades décrits ci-après porte un nom local qui se réfère au lieu atteint par le front de l'appareil, ou, à défaut, à celui d'une marge latérale caractéristique, comme c'est le cas pour les trois premiers épisodes.

Les premières traces de la déglaciation apparaissent sur les flancs de la basse vallée de l'Arve, qui portent les témoins de plusieurs positions d'un glacier débordant les limites de sa vallée, sortant dans le bassin genevois et probablement joint à celui du Rhône au pied du Salève. Lors du premier de ces stades (*stade de*

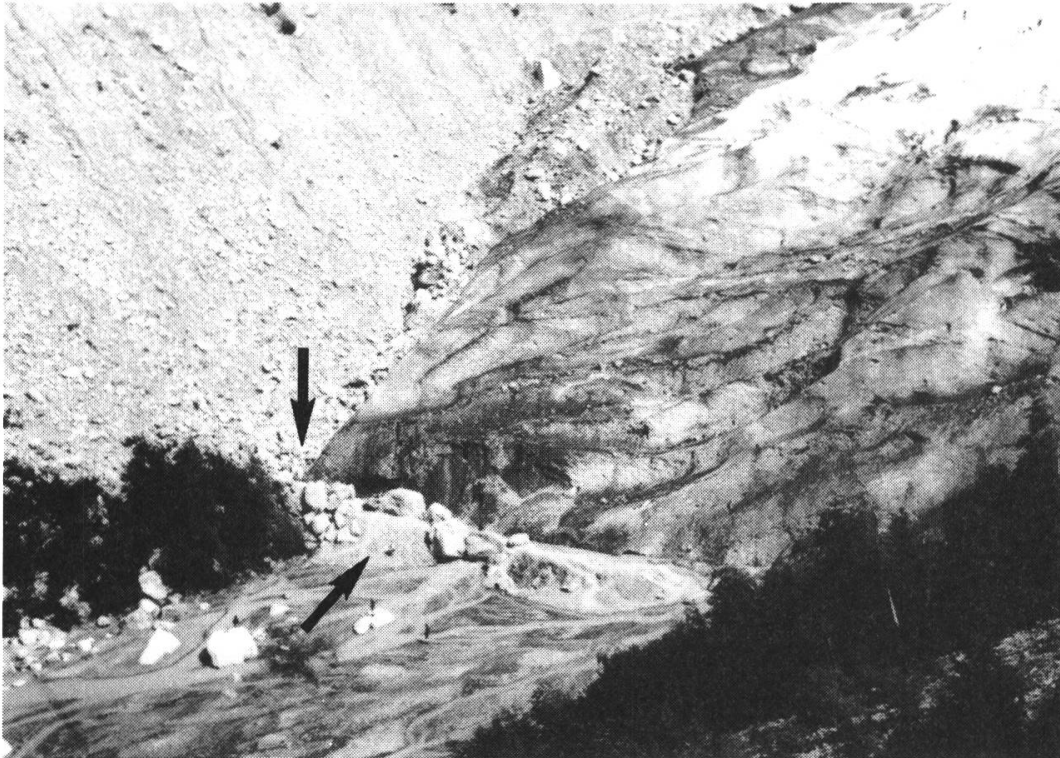


Fig. 2. — Le front du glacier des Bossons en août 1982.

la Marmotte), le glacier pouvait encore diffluer en direction d'Annecy par le col d'Evires et atteignait 900 m d'altitude environ près du sommet du plateau des Bornes en rive gauche. Plus tard, le glacier de l'Arve a une extension plus réduite et une première séparation s'effectue entre l'appareil principal et celui du Giffre, dont le front occupe l'extrémité occidentale de la dépression de Saint-Jeoire. C'est le *stade de la Tour*. Enfin, quelques terrasses situées à environ 500 m d'altitude étaient appuyées contre un glacier tassé dans sa vallée, nettement en retrait par rapport au stade précédent, peut-être même déjà dissocié du glacier rhodanien. Il s'agit du *stade de Loex-Fillinges*. Ces trois stades successifs ont une caractéristique commune. Ils sont rarement délimités par des moraines construites, mais le plus souvent par des dépôts de lacs de barrage et des cônes de déjection juxtaglaciaires. Ils évoquent un tassement progressif du glacier et constituent probablement quelques-unes des étapes du retrait glaciaire würmien.

Par la suite, le glacier de l'Arve est définitivement séparé du glacier rhodanien et ne regagnera jamais le bassin genevois. Le premier front glaciaire apparaît dans la plaine des Rocailles (*stade*

des Rocailles), entre la Roche-sur-Foron et Reignier. Le glacier occupe toute la plaine actuelle de l'Arve. Les dépôts visibles dans cette région évoquent un glacier mal alimenté, fondant sur place, ce qui engendre des dépressions thermokarstiques. Lors de cette phase, les glaciers latéraux sont déjà individualisés. En rive droite, le glacier du Giffre s'arrête à Pont-du-Giffre et celui du Borne, en rive gauche, au Petit-Bornand. A Pont-du-Giffre, une grosse masse de moraine de fond est superposée, en contact érosif, à un cône proglaciaire. Au Petit-Bornand, une moraine latéro-frontale recouvre la partie amont d'un long sandur. Il s'agit pour les deux appareils d'un stade de réavancée, qui correspond donc à une période de péjoration climatique. Celle-ci fut toutefois trop brève pour permettre une avance du glacier principal, à qui sa masse confère une grande inertie. A quelque dix kilomètres en retrait des Rocailles apparaissent les témoins très discontinus d'un stade ultérieur plus réduit (*stade de Bonneville*). Les formes (cordons morainiques) sont peu marquées et évoquent un front glaciaire stationnaire. Le stade suivant apparaît à plus de 25 km en amont, aux environs de Sallanches. Aucun dépôt frontal n'est visible et ce stade (*stade de Sallanches*) a été défini grâce à la présence d'une grande crête morainique parsemée d'erratique, située en rive gauche de l'Arve, au Fayet-du-Milieu. Au moment de cette phase, le front du glacier du Bon Nant se situe à Saint-Gervais. Il est donc dissocié du glacier de l'Arve et ses eaux de fonte, barrées, s'accumulent dans un lac.

Par la suite, le glacier de l'Arve se retire dans la vallée de Chamonix. Il faut remonter jusqu'aux Houches pour rencontrer le premier stade de la vallée (*stade des Houches*), fondé sur un petit cordon latéro-frontal. Tous les principaux appareils issus du massif du Mont-Blanc sont jointifs. Le glacier du Tour difflue par le col des Montets (1461 m). Au *stade de Chamonix*, la Mer de Glace obstrue la vallée principale et le glacier d'Argentière vient buter contre ce barrage. Plus haut, la situation est la même: le glacier d'Argentière dessine un coude atteint par le glacier du Tour, qui émet un petit lobe en direction du col des Montets sans passer le seuil. De nombreuses crêtes morainiques latérales et latéro-frontales, séparées localement des versants abrupts par des replats constitués de terrasses de kame, témoignent de cette extension. Enfin, au *stade de Trélechamp*, dont les moraines, en crêtes bien construites par endroits, sont situées à faible distance à l'amont des précédentes, les glaciers de la vallée de Chamonix sont tous disjoints. Entre ce stade et l'extension atteinte par les glaciers

entre 1600 et 1850, un dernier épisode, repérable seulement au glacier du Tour, est situé légèrement en retrait du précédent et porte le nom de *stade des Frasserands*.

Chronologie

La corrélation entre les stades de la vallée principale et ceux des vallées latérales (Giffre, Borne, vallons du Reposoir et du Bargy) a été effectuée par le biais d'une approche sommaire de la méthode de l'AAR, fondée sur le rapport 2:1 de la zone d'accumulation sur la zone d'ablation du glacier en équilibre. Le planimétrage des stades a permis d'estimer, pour chacun d'eux, l'abaissement de la ligne d'équilibre (DEP sur le tableau) par rapport à la position de celle de 1850.

Les résultats ont permis d'établir une chronologie relative cohérente, malgré des valeurs très variables suivant les appareils. Puis une corrélation a été tentée avec la chronologie établie par Maisch¹³ pour les Alpes grisonnes, qui sert de référence. Il en résulte deux modèles possibles pour les stades arviens. Dans le premier, les stades montrent des valeurs de l'abaissement de la ligne d'équilibre systématiquement plus fortes que celles obtenues par Maisch. Mais le Clavadel, stade défini par Maisch, est absent. Une autre possibilité peut être envisagée, qui compare au stade des Houches le stade de Clavadel. Dans ce cas, seuls les trois stades bas (Rocailles, Bonneville, Sallanches) montrent des valeurs de l'abaissement de la ligne d'équilibre plus fortes. Pour tous les stades postérieurs, les valeurs sont inférieures ou égales à celles des stades grisons. Dans l'état actuel des connaissances, je ne dispose pas d'arguments suffisamment solides pour pencher en faveur de l'une ou l'autre solution. La première offre toutefois une meilleure cohérence des résultats.

Les stades des Frasserands et de Trélechamps sont fondés sur les premiers délaissés morainiques repérables en aval des extensions glaciaires de la période 1600-1850. Ils sont parfaitement distincts de ces dernières et leurs moraines sont de faible ampleur, ce qui évite toute confusion avec les stades holocènes aux moraines énormes dues aux multiples superpositions. Ces premiers stades (Frasserands, Trélechamps) sont tardiglaciaires et appartiennent très probablement à la dernière phase froide, le Dryas III. Pour Maisch, les oscillations de Kromer, Bockten et Egesen appartiennent à la même phase froide. Le stade d'Egesen proprement dit, daté de 10790 ± 120 BP, est le plus étendu, les deux autres sont des variations mineures en retrait du précédent.

Alpes orientales (MAISCH 1982)		Vallée de l'Arve (Dorthe-Monachon 1986)			
<i>DEP</i>		<i>chronologie 1</i>		<i>chronologie 2</i>	
		<i>DEP</i>		<i>DEP</i>	
Kromer E III	60-90 m	Frasserands	50 m	Frasserands	50 m
Bockten E II	100-150 m	Tré-le-Champ	50-150 m	Tré-le-Champ	50-150 m
Egesen E I 10790±120 BP	170-240 m	Chamonix	150-300 m		
Daun	250-350 m	Les Houches	300-650 m	Chamonix	150-300 m
Clavadel	380-470 m			Les Houches	300-650 m
Gschnitz	600-700 m	Sallanches	600-900 m	Sallanches	600-900 m
Steinach	700-800 m	Bonneville	700-1200 m	Bonneville	700-1200 m
Bühl	900-1000 m	Les Rocailles	950-1200 m	Les Rocailles	950-1200 m

Il s'avère beaucoup plus difficile de caler dans la chronologie les stades définis dans la basse vallée de l'Arve. Le premier d'entre eux, celui des Rocailles, présente une analogie avec un stade du glacier du Rhin défini dans la région de Feldkirch, au sud du lac de Constance¹⁴. Lors de ce stade, le front du glacier principal se situe au débouché des Alpes, à la limite de l'avant-pays. En poussant plus loin la comparaison, on découvre que le glacier du Rhin, comme celui de l'Arve, est stationnaire, alors que les appareils latéraux, retirés dans leurs propres vallées, montrent un front dynamique, en réavancée, situation identique à celle du Giffre et du Borne. Faisant suite à plusieurs complexes de retrait successifs, ce stade est considéré par la plupart des auteurs comme le premier événement tardiglaciaire. Il est tentant de faire de même pour le stade des Rocailles, en se fondant sur ces similitudes. Suivant cette hypothèse, le comportement des glaciers aurait été assez semblable dans l'ensemble de la chaîne alpine.

On peut tenter également une mise en parallèle des stades de l'Arve avec les événements glaciaires du bassin lémanique. Pour Arn¹⁵, le stade de réavancée de Montosset, situé en rive droite à 680 m d'altitude, se place au début du Tardiglaciaire, mais il n'est pas daté de façon absolue. En revanche, les sommets des terrasses lémaniques de 30 m et de 10 m sont maintenant datés au C₁₄, respectivement du Dryas I et de la fin du Dryas III¹⁶. Ainsi, quand le

front du glacier de l'Arve était peut-être à Sallanches, une masse de glace morte occupait encore le Haut Lac lémanique et ses bords se situaient à 30 m au-dessus du niveau actuel du lac. Par la suite, lors du stade de Chamonix, se formait la terrasse de 10 m.

Le schéma chronologique proposé pour les stades glaciaires de l'Arve est cohérent mais fragile. Comme on l'a vu, des distances considérables séparent certains stades. Or tous ces événements doivent prendre place dans un laps de temps très réduit. Seules des études ponctuelles et détaillées pourraient apporter les éléments chronologiques nécessaires pour infirmer ou confirmer ce modèle.

Hormis la vallée de Chamonix où les constructions morainiques occupent de grandes surfaces, l'extension des formes et des dépôts directement liés à l'action glaciaire est généralement faible. L'impact des englacements et retraits successifs sur le relief actuel est pourtant considérable. Dans la vallée de l'Arve comme dans toutes les vallées alpines, l'érosion glaciaire a retouché le modelé structural, accusant certains contrastes. Ainsi, la vallée montre une succession de bassins remblayés (Sallanches, Bonneville, Taninges), nés du surcreusement dans des formations tendres, qui alternent avec des verrous de roches dures (les Houches, Cluses, Taninges) où la rivière actuelle se fraie un passage étroit. La masse d'alluvions qui comble les ombilics atteint 150 m d'épaisseur par endroits¹⁷. Les glaciers ont, en se retirant, abandonné des paysages où le réseau hydrographique s'est peu à peu organisé, engendrant parfois de grands cônes de déjection aux confluents. Les versants se sont modifiés, la disparition de la pression exercée par la glace sur les flancs des vallées se traduisant localement par des éboulements (le Dérochoir sur Chedde par exemple) et des glissements de terrain. La colonisation végétale, la formation des sols ont peu à peu donné leurs caractéristiques actuelles aux paysages alpins, qui sont donc grandement tributaires de cet héritage récent.

Claire DORTHE-MONACHON

NOTES

¹ A. Penck et E. Brückner, *Die Alpen im Eiszeitalter*, Leipzig, Tauschnitz, 1909.

² E. Le Roy Ladurie, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris, Flammarion, 1967. H. Kinzl, «Die grössten nacheiszeitlichen Gletschervorstösse in der Schweizer Alpen» in *Zeitschrift für Gletscherkunde, Eiszeitforschung und Geschichte des Klimas*, 20, 1932, pp. 269-397.

³ R. Bless, *Beiträge zur spät- und postglazialen Geschichte der Gletscher im nordöstlichen Mont-Blanc-Gebiet*, Zürich, 1984 («Physische Geographie», 15).

⁴ W. Wetter, *Gletscherschwankungen im Mont-Blanc-Gebiet*, thèse, Zürich, 1987.

⁵ *Op. cit.*

⁶ R. Bless, *op. cit.*

⁷ R. Vivian, *Les Glaciers des Alpes occidentales*, Grenoble, Allier, 1972.

⁸ W. Kilian, «Sur l'âge exact de la "Plaine aux Rocailles" près de la Roche-sur-Foron (Haute-Savoie) et sur les stades fluvio-glaciaires du Genevois-Faucigny», *Comptes Rendus de l'Académie des sciences française*, série D, 1916, pp. 474-478.

⁹ C. Armand, *Régime des eaux souterraines et paléogéomorphologie, géologie et hydrogéologie de la basse vallée de l'Arve (Haute-Savoie)*, thèse, Grenoble, 1978 (non publiée). G. Karnay, *Etude géologique des formations tertiaires et quaternaires de la région d'Annemasse (Haute-Savoie)*, thèse, Orléans, 1980 (non publiée).

¹⁰ C. Dorthe-Monachon, *Contribution à l'étude de la morphologie glaciaire de la vallée de l'Arve (Haute-Savoie, France): Essai de reconstitution paléogéographique*, thèse, Lausanne, 1986.

¹¹ *Op. cit.*

¹² *Op. cit.*

¹³ M. Maisch, «Zur Gletscher- und Klimageschichte des alpinen Spätglazials», *Geographica Helvetica*, 2, 1982, pp. 93-104.

¹⁴ O. Keller et E. Krayss, «Die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers und des ersten alpinen Eisrandkomplex im Spätglazial», *Geographica Helvetica*, 2, 1987, pp. 169-178.

¹⁵ R. Arn, *Contribution à l'étude du Pleistocène de la région lémanique*, thèse, Lausanne, 1984.

¹⁶ J.H. Gabus, G. Lemdal et M. Weidmann, «Sur l'âge des terrasses lémaniques au SW de Lausanne», *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, 78, 1987, pp. 419-429.

¹⁷ G. Baconnais, B. Doudoux et G. Nicoud, «Les dépôts quaternaires des principales vallées alpines et de l'avant-pays molassique de Haute-Savoie, France. Conséquences hydrogéologiques», *Comptes Rendus de l'Académie des sciences française*, série II, 292, 1981, pp. 1313-1318.

C. D.-M.