

Les fluctuations récentes des glaciers du val de Zinal (Ayer, Valais) selon les sources historiques

Par David Fumeaux¹ et Emmanuel Reynard²

Bull. Murithienne 120 : 7-18

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gletscherbewegungen in jüngerer Zeit im Zinaltal (Ayer, Wallis) aufgrund historischer Quellen

Wie alle Schweizer Gletscher befinden sich auch diejenigen des Zinaltals seit 150 Jahren auf dem Rückzug. Bedingt durch die Kleine Eiszeit sind die Gletscher zu Beginn des 19. Jahrhunderts stark gewachsen. In diese Epoche fällt auch der Beginn des lokalen Tourismus. Die historischen Dokumente (Bilder, Texte, Beobachtungen) sind recht zahlreich. Der Beitrag geht den Gletscherbewegungen in jüngerer Zeit nach, und zwar mit Hilfe solcher Dokumente sowie archäologischer Spuren. Dabei stützt er sich auf eine geomorphologische Kartographie der Gletscherrückstände, die im Sommer 2000 erstellt wurde, ergänzt durch Messungen der Bewegungen des Zinal- und des Moming-Gletschers.

RÉSUMÉ

Les fluctuations récentes des glaciers du val de Zinal (Ayer, Valais) selon les sources historiques

Comme tous les glaciers de Suisse, les glaciers du val de Zinal sont en régression depuis un siècle et demi. Au début du XIX^e siècle, ils ont fortement avancé à la faveur du Petit Age Glaciaire. Cette période correspond aux débuts de l'ouverture de la vallée au tourisme. Les documents historiques (peintures, textes, observations) sont relativement nombreux. Cet article retrace ainsi les fluctuations récentes des glaciers du val de Zinal à la lumière de ces documents et de vestiges archéologiques. Il s'appuie sur une cartographie géomorphologique des délaisés glaciaires réalisée en été 2000 et il est complété par des mesures des variations des glaciers de Zinal et de Moming.

Mots clés : glaciers, petit âge glaciaire, Zinal, Ayer



120 • 2002

Page 7

¹ Rue de la Cotzette 25, CH – 1950 Sion

² Institut de Géographie, Université de Lausanne, BFSH 2, CH – 1015 Lausanne

INTRODUCTION

Depuis un siècle et demi, les glaciers des Alpes reculent fortement en réaction au réchauffement climatique global (MAISCH & al. 1999). Dans les Alpes valaisannes, on estime qu'entre 1850 et 1973, date du dernier inventaire systématique des glaciers en Suisse (MÜLLER & al. 1976), les surfaces glaciaires ont régressé de 21.3% sur un total de 1268 km², pour une perte totale en volume d'environ 30 % (MAISCH & al. 1999). Les glaciers du val de Zinal n'échappent pas à la règle et le glacier de Zinal a par exemple reculé de près de 1,6 km entre 1892 et 2000. Auparavant, à l'instar de nombre de glaciers alpins (LE ROY LADURIE 1967), durant le Petit Age Glaciaire, les glaciers du fond du vallon avaient fortement avancé à plusieurs reprises. Ces avancées ont suffisamment marqué les esprits pour que des témoignages historiques (peintures, gravures, récits, relevés, etc.) nous soient parvenus.

Cet article vise donc principalement à reconstituer les fluctuations historiques récentes (XIX^e-XX^e siècle) sur la base de sources historiques. Ces informations sont combinées avec des observations de terrain ayant fait l'objet d'une carte géomorphologique détaillée au 1/25 000 (FUMEAUX 2001) et permettent d'obtenir une vision relativement précise du retrait glaciaire dans le vallon, qui vient compléter les résultats obtenus dans des vallées adjacentes par SCHNEEBELI & RÖTHLISBERGER (1976) et GOLAZ (1995).

Le val de Zinal

Le val de Zinal se situe dans le Valais central, dans les Alpes Pennines, à l'extrémité sud du val d'Anniviers. Il est drainé par la Navisence et couvre une surface d'un peu moins de 100 km². A la hauteur d'Ayer, le val de Zinal rejoint le val de Moiry (GOLAZ 1995). Il est délimité de toutes parts par des sommets, dont plusieurs 4000 m forment la "couronne impériale" (Dent Blanche 4357 m, Ober Gabelhorn 4063 m, Zinalrothorn 4221 m, Weisshorn 4506 m). Le val à l'amont de la gorge du Vichiesso présente un taux d'englacement de 49.7 % (*Atlas hydrologique de la Suisse* 1992) et en 1973, les glaciers recouvraient une surface d'environ 26.5 km², le plus grand étant le glacier de Zinal, avec 16.24 km² (**fig. 1** et **tabl. 1**).

Du point de vue géologique, le val de Zinal appartient au domaine pennique et comprend quatre unités tectoniques empilées du sud au nord (BURRI 1987, ESCHER 1988, STECK & al. 1999, MARTHALER 2001):

- La nappe de la Dent Blanche, constituée principalement de gneiss, de gabbros et de granites et à laquelle appartient la majeure partie des sommets du vallon;
- La nappe du Tsaté, constituant un prisme d'accrétion et formée d'écaillés de calcschistes et de roches d'origine océanique (prasinites, serpentinites);
- La nappe du Frilihorn, formée principalement de dolomies, de marbres et de quartzites;
- La nappe de Siviez-Mischabel, constituée de gneiss et de schistes (socle) et de marbres, gypse, cornieules et quartzites (couverture).

TABLEAU 1 – Traits dominants des glaciers du val de Zinal en 1973 (selon MÜLLER & al. 1976)

NOM	SURFACE [KM ²]	ALTITUDE DU FRONT [M]	ALT. LIGNE DE NÉVÉ [M]
Glacier de Zinal	16.24	2000	3400
Glacier de Moming	5.77	2460	3080
Gl. du Weisshorn N	2.04	2860	3360
Gl. du Weisshorn S	1.51	2800	3200
Glacier du Besso I	0.30	2980	
Glacier du Besso II	0.14	2700	
Glacier du Besso III	0.05	2940	
Glacier du Besso IV	0.09	2900	
Glacier Pigne de la Lé I	0.09	2880	3000
Glacier Pigne de la Lé II	0.04	2540	
Glacier Tête de Milon I	0.11	2940	
Glacier Tête de Milon II	0.11		

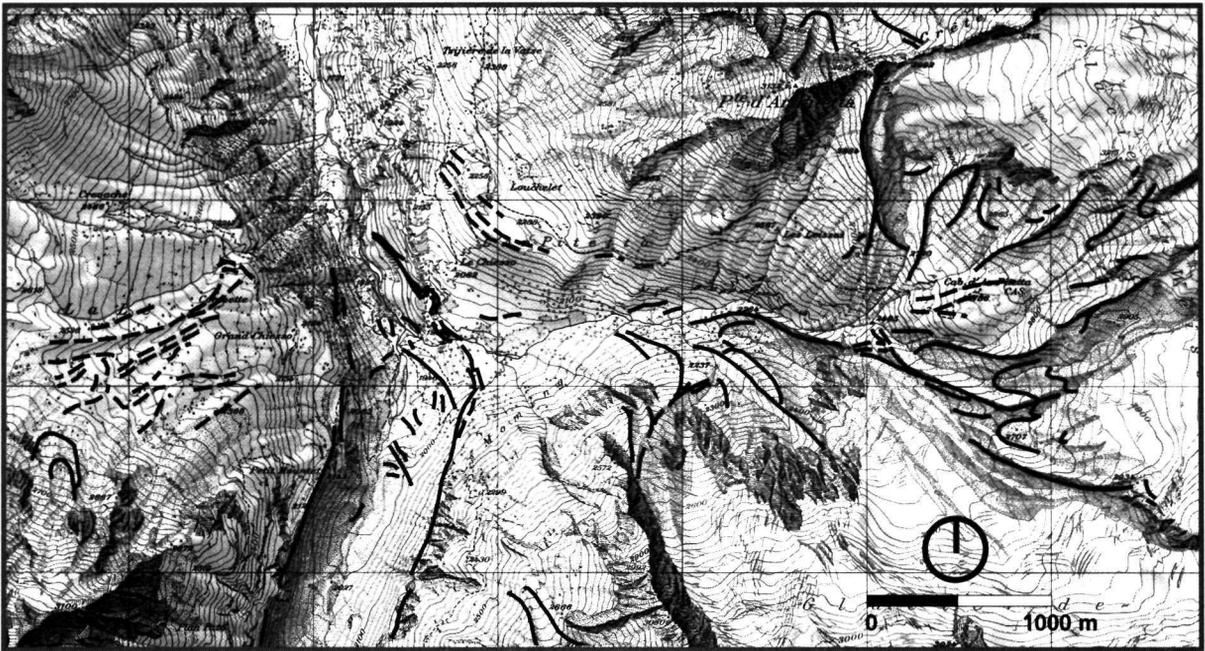


FIGURE 1 – Carte des délaissés morainiques du haut val de Zinal. Filets pleins : cordons morainiques de la période historique; filets discontinus : cordons morainiques antérieurs à la période historique. – Reproduit avec l'autorisation de Swisstopo du 02.10.2003 (BA035710)



FIGURE 2 – Moraines latérales d'Ar Pitetta. – PHOTO DAVID FUMEAUX

La géomorphologie est dominée par les processus et formes glaciaires, périglaciaires, gravitaires et torrentiels (FUMEAUX 2001):

- Les glaciers ont occupé, à un moment ou un autre, l'ensemble du vallon. Ainsi, la couverture morainique affleure partout. Les principaux cordons morainiques

sont situés au débouché des vallons occupés par les glaciers de Zinal, du Weisshorn et de Moming, ainsi que dans le cirque de la Lé, en rive gauche du vallon principal.

- Les processus périglaciaires ont permis le développement de nombreux glaciers rocheux, par exemple dans le vallon de Tracuit (PANCZA 1993, BUSSARD & LADOR 1999), dans le cirque d'Ar Pitetta, dans le vallon de la Lé et dans le cirque de Barneuza (FUMEAUX 2001).
- Quant aux formes gravitaires (éboulis, éboulements, tassements) et torrentielles (cônes de déjection), elles viennent obstruer le fond de vallée et recouvrir ainsi les dépôts morainiques (MARIÉTAN 1948, 1954). De nombreux couloirs torrentiels sont par ailleurs empruntés également par les avalanches (MARIÉTAN 1962).

Du point de vue climatique, le val de Zinal jouit de conditions relativement sèches, typiques du Valais central. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 728 mm à Zinal (1678 mm) (WERNER 1988). Bien qu'il n'existe pas de données chiffrées, on peut toutefois considérer que le fond de vallée, qui est plus touché par les débordements des dépressions venant du sud, est plus arrosé. BEZINGE & BONVIN (1974) estiment ainsi que dans le val d'Anniviers, les précipita-

tions augmentent rapidement dès 2800 m d'altitude. En considérant un gradient de température de $0.56^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (BOUËT 1978) depuis Sierre (moyenne annuelle de 9.3°C selon WERNER 1988), la moyenne annuelle des températures à Zinal est de l'ordre de 3.1°C . L'isotherme 0°C moyen annuel est situé à environ 2250 m.

Les méthodes de reconstitution des fluctuations glaciaires

La reconstruction des variations des glaciers au cours du temps s'appuie sur de multiples méthodes, très souvent utilisées de manière combinée, qui peuvent être regroupées en quatre grandes familles (ZUMBÜHL & HOLZHAUSER 1988) :

- Les méthodes géomorphologiques consistent à reconstituer les fluctuations sur la base des délaissés glaciaires (cordons morainiques, terrasses de kame, dépôts sédimentaires). Ces méthodes sont combinées avec des méthodes de datation absolue (carbone 14, dendrochronologie) ou relative (palynologie). Dans le val de Zinal, elles ont notamment été utilisées par WINISTÖRFER (1978) pour la reconstitution des stades tardiglaciaires et par HAAS (1977) et FUMEAUX (2001) pour l'étude des stades holocènes.
- Les méthodes glaciologiques consistent à mesurer sur une longue durée certains paramètres glaciologiques (longueur, altitude du front, surface, bilan de masse,

etc.). En Suisse, les principaux glaciers sont mesurés systématiquement depuis 1880. Les glaciers de Zinal et de Moming font l'objet de mesures de longueur respectivement depuis 1892 et 1912.

- Les méthodes historiques permettent de reconstituer les fluctuations glaciaires à partir de documents historiques. Ces derniers peuvent être des sources écrites (chroniques, récits de voyage, contrats d'ammodiation d'alpages, actes fonciers, légendes), cartographiques (plans cadastraux, anciennes cartes, reliefs) et iconographiques (peintures, gravures, photographies). Nous les avons utilisés systématiquement pour l'étude des fluctuations récentes des glaciers de Zinal et Moming (FUMEAUX 2001).
- Les méthodes archéologiques permettent de mettre à jour des vestiges d'activités humaines (fondations de maisons, sentiers, prises d'eau de bisses) perturbés par les oscillations glaciaires. Ces méthodes ont été utilisées dans le val de Zinal par HAAS (1977).

Dans cet article, nous résumerons les résultats obtenus par ces différents chercheurs au moyen des méthodes géomorphologiques, glaciologiques et archéologiques, et présenterons plus longuement les résultats obtenus par le dépouillement de sources historiques. L'attention sera portée principalement au Haut val de Zinal, c'est-à-dire aux glaciers du Weisshorn, de Moming et de Zinal, ainsi qu'au cirque de la Lé.

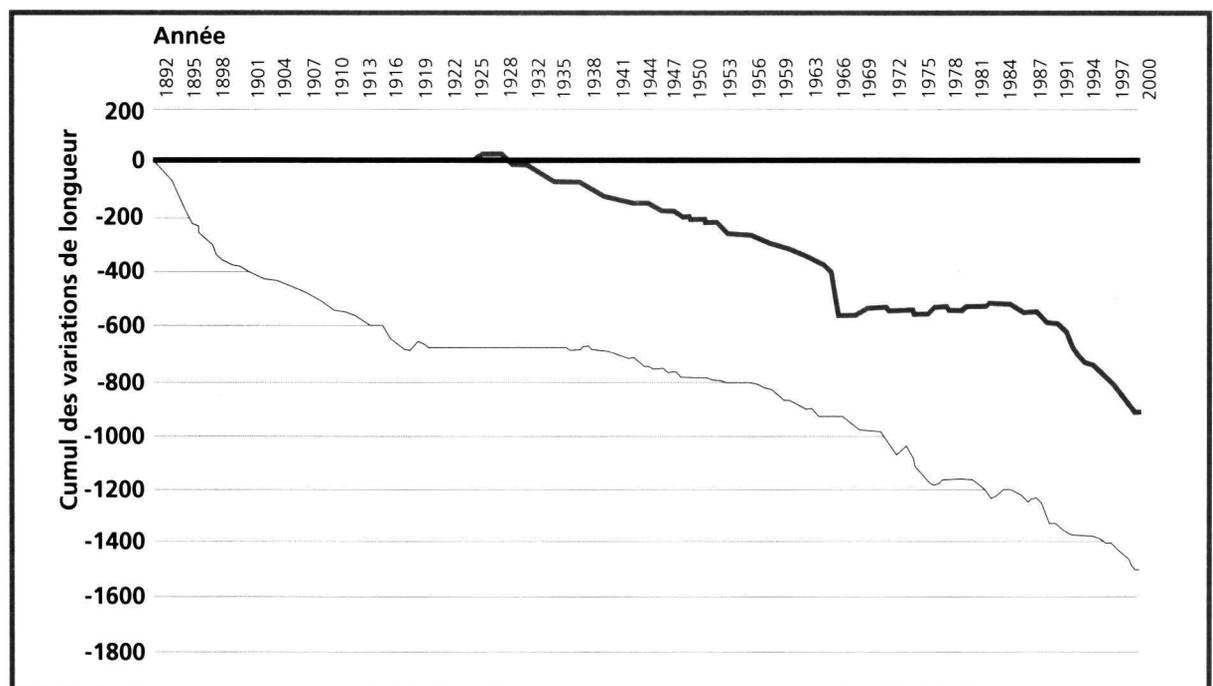


FIGURE 3 – Cumul des variations de longueur des glaciers de Zinal (dès 1892) et de Moming (dès 1922) entre 1892 et 2000. – Source des données : Commission glaciologique, Académie suisse des sciences naturelles).

Les glaciers d'Anniviers au tardiglaciaire et à l'holocène

Lors de la dernière période glaciaire (Würm, dernier maximum vers 21500 BP), le glacier d'Anniviers rejoignait le glacier du Rhône. Durant la phase de réchauffement tardiglaciaire (18000-11500 BP), le glacier a dû stationner à différentes altitudes, notamment dans la région de Finges (BURRI 1997) et au niveau d'Ayer (stade d'Egesen, WINISTÖRFER 1978, SCHOENEICH & al. 1998). Les moraines frontales de ce dernier stade, correspondant au refroidissement du Dryas récent, n'ont pas été conservées. Les impressionnantes moraines latérales d'Ar Pitetta (2220 m) (fig. 1, 2) sont par contre très certainement associées à ce stade. Il en est sûrement de même d'une terrasse de kame, située à 2100 m, à l'aval du Grand Chiesso sur l'alpage de la Lé (615.060/105.100). Ces délaissés témoignent de la présence, à la fin du Tardiglaciaire, d'un glacier alimenté par les vallons du Weisshorn, de Moming et de Zinal, dont l'altitude se situait vers 2200-2250 m au centre de la vallée, et dont le front devait se situer à la hauteur d'Ayer. Contre cet appareil venait buter en rive gauche un petit glacier qui occupait le cirque de la Lé (fig. 1). On connaît peu de choses sur les variations durant l'Holocène, mais tous les auteurs s'accordent à dire que dans les Alpes, les glaciers holocènes n'ont généralement plus beaucoup dépassé leur extension atteinte au Petit Age Glaciaire (SCHNEEBELI & RÖTHLISBERGER 1976).

Les glaciers du val de Zinal depuis le Petit Age Glaciaire

Les variations climatiques et les récurrences glaciaires

Les travaux des historiens (LE ROY LADURIE 1967, LAMB 1995, PFISTER 1999) montrent que les Alpes ont vécu depuis le Haut Moyen Age trois situations climatiques contrastées : une période au climat relativement clément entre 900 et 1300 ap. J.-C. (optimum climatique), suivie d'un lent refroidissement amenant au Petit Age Glaciaire (1550-1850), puis du réchauffement climatique actuel qui a vu la Suisse se réchauffer de plus de 1.5°C depuis 1900 (REBETEZ 2002). Le Petit Age Glaciaire se caractérise non seulement par des températures plus froides que les valeurs actuelles, mais également par des étés frais et humides (LAMB 1995) qui ont favorisé la réavancée des glaciers. Dans la plupart des vallées alpines, trois récurrences majeures des glaciers se sont fait sentir, avec des amplitudes variées, vers 1600, 1820 et 1850 ap. J.-C (LE ROY LADURIE 1967). Depuis cette dernière avancée, le recul est généralisé (MAISCH & al. 1999). Dans le val de Zinal, les glaciers ont avancé jusqu'au niveau de la gorge de Vichiesso (fig. 1). Depuis, ils reculent presque continuellement, comme le montre la fig. 3. Au glacier de Zinal, le recul a été particulièrement important entre 1890 et

1920, avant de se stabiliser quelque peu jusqu'en 1935. Depuis, il est quasi constant. Après un recul régulier entre 1930 et 1965, le glacier de Moming a brusquement perdu 165 m en une année (1966) avant de se stabiliser jusqu'au début des années 1990. La dernière décennie a vu un retrait rapide de près de 200 m.

Lors de l'avancée du Petit Age Glaciaire, le glacier de Zinal atteignait le Vichiesso, un point de passage vital pour atteindre les alpages de la Lé et d'Ar Pitetta. Les années 1850-1860 correspondent de plus aux débuts du tourisme à Zinal (première auberge en 1856, premier hôtel en 1860, VIANIN & CRETATZ 1989). Les touristes et

- 1859
- 1878
- 1931/38
- 1967
- Chemin utilisé à l'époque où le glacier était plus étendu



FIGURE 4 – Carte des extensions du glacier de Zinal entre 1859 et 1967 – Reproduit avec l'autorisation de Swisstopo du 25.08.2003 (BA035607)



FIGURE 5 – Le Glacier de Zinal et la cave à fromages du Vichiesso (30 juillet 1835). – PEINTURE DE J.R. BÜHLMANN (reproduite avec l'autorisation de la Collection graphique (Graphische Sammlung) de l'ETH Zürich).

alpinistes traduisent ainsi leurs impressions en textes ou en peintures. Les années 1840-1860 constituent également la période du relevé des premières cartes précises de la Suisse (Carte Dufour, Atlas Siegfried). Cette conjonction d'éléments favorables a permis de récolter de nombreuses sources historiques diverses permettant de reconstituer le retrait glaciaire avec une bonne précision.

Les fluctuations historiques selon les cartes anciennes

Jusqu'au XIX^e siècle, les cartes n'apportent aucun éclairage sur la configuration du val de Zinal et sur la localisation de ses glaciers. La plupart du temps, les cartographes ignorent même l'existence de deux vallons distincts à l'amont d'Ayer. C'est le cas de l'atlas Meyer-Weiss, dont le relevé a été effectué entre 1786 et 1802, et qui est pourtant souvent loué pour sa relative précision. En 1845, J.D. Forbes publie ses *Reisen in den Savoyer Alpen und in anderen Theilen der Penninkette nebst Beobachtungen über die Gletscher*. Y est annexée une carte intitulée «Die Penninen Kette der Alpen nach Kellers Karte von 1842 mit Verbesserungen», dont la précision est toute relative et empêche toute localisation des glaciers. Il faut attendre la carte *Julius Fröbel* (1840), publiée en 1855 (VIANIN & CRETTEZ 1989), et celle de *Gottlieb Studer*, intitulée «Karte über einen Theil der südlichen Wallisthåler», pour pouvoir localiser pour la première fois les principaux glaciers de la vallée.

A partir du milieu du XIX^e siècle, le relevé original de l'*Atlas Siegfried* (1859) et la *Carte Dufour* (1861) atteignent une précision remarquable, permettant des comparaisons avec les périodes ultérieures. Les positions successives du front des glaciers de Zinal, Moming et Weisshorn ont ainsi pu être reportées sur un fond topographique actuel (FUMEAUX 2001). Nous reportons ici la partie frontale du glacier de Zinal où est clairement observable le retrait du glacier en un siècle. (fig. 4)

Le réchauffement climatique actuel a fait disparaître de nombreux petits glaciers (MAISCH & al. 1999). L'observation des cartes du XIX^e siècle permet d'en localiser certains. C'est le cas de la région de Tracuit, entre la Pointe d'Ar Pitetta et les Diablons. La carte Siegfried de 1878 signale trois petits glaciers couvrant une surface totale d'environ 1 km². Dans l'édition de 1934 du même atlas, le glacier nord de la Pointe d'Ar Pitetta a

disparu; les deux autres n'apparaissent plus sur les cartes actuelles. Ces glaciers ont soit complètement disparu, soit ils ont été recouverts de débris ou encore incorporés dans des glaciers rocheux, comme cela est le cas de nombreuses marges glaciaires des Alpes valaisannes (REYNARD & al. 2003). Au vu de la petitesse du bassin d'alimentation et de la proximité de la limite inférieure des neiges pérennes, il n'est pas surprenant de les voir disparaître en quelques décennies. On comprend également que le climat froid et humide du Petit Age Glaciaire ait profité à l'existence, même éphémère, de ces appareils glaciaires.

Les variations historiques selon les sources iconographiques

Les plus beaux témoins de l'histoire glaciaire sont sans conteste les gravures, les dessins et les photographies. L'iconographie comporte toutefois une faiblesse: les glaciers à faible notoriété ont souvent été délaissés par les artistes et photographes. C'est le cas du val de Zinal avant les débuts du tourisme. Les premières représentations de valeur sont l'œuvre de Zeller (1832), publiée dans l'ouvrage de FRÖBEL (1840), Bühlmann (1835), conservée dans la collection graphique de l'Ecole polytechnique de Zürich (Graphischer Sammlung, ETHZ) et de STUDER (1832, 1852 et 1871), conservées à la bibliothèque du Club Alpin Suisse, à Berne. La première photographie connue remonte à 1873 (J. Beck). Ces documents sont suivis par de nombreuses reproductions tout au long du



FIGURE 6 – Le Glacier de Zinal et la cave à fromages du Vichiesso (7 juillet 2002). – PHOTO EMMANUEL REYNARD

XX^e siècle. Ils ont été systématiquement localisés, analysés et comparés (FUMEAUX 2001).

Ces représentations ont un grand intérêt dans la mesure où elles permettent d'observer l'extension maximale des glaciers de la région aux environs de 1850 (**fig. 4**). Nous représentons ici le glacier de Zinal vu sous deux angles : depuis la cave à fromages du Vichiesso et depuis la région de l'Ar Pitetta.

La cave à fromages du Vichiesso (coord. 615.150/105.950), encore existante, porte l'inscription de l'année 1794 sur la poutre de l'entrée. Les deux images (**fig. 5 et 6**) permettent d'observer l'ampleur, et également la rapidité du recul de la langue glaciaire. Sur la peinture de Bühlmann, datant du 30 juillet 1835 (**fig. 5**), le glacier vient s'appuyer contre le verrou que forment les rochers du Vichiesso. La hauteur de la masse de glace atteint l'altitude du verrou (1880 m) et le peintre a représenté la surface du glacier de manière chaotique, ce qui est typique de glaciers en phase d'avancée. S'agissant d'une œuvre peinte, il est difficile d'évaluer le degré de fiabilité

de la représentation par rapport à la réalité ; les traits exprimant le mouvement du glacier ont peut-être été exagérés ! Sur la droite de la gravure est visible une crête morainique latérale, qui pourrait correspondre à l'extension du glacier vers 1820. La photo prise depuis le même lieu le 7 juillet 2002, date de l'excursion de la Murithienne sur les lieux (**fig. 6 et 4**), permet d'apprécier le retrait. Depuis le verrou du Vichiesso, le glacier de Zinal n'est maintenant plus visible. Seule subsiste la moraine latérale sur laquelle a été aménagé le sentier pédestre menant à la cabane du Grand Mountet. Cette moraine témoigne du volume de glace perdu en un siècle et demi.

Le second point de vue est situé à Ar Pitetta et permet de jouir d'un magnifique panorama sur la langue du glacier de Zinal. Trois témoignages iconographiques datant respectivement de 1835, de 1920 et de 2002 permettent d'apprécier le recul glaciaire. La première image (**fig. 7**) est à nouveau l'œuvre du peintre J.R. Bühlmann. L'artiste a peint ce panorama le 30 juillet 1835 depuis la Côte de Meyra (coord. 615.325/106.400), un chemin escarpé



FIGURE 7 – Le Glacier de Zinal vu de la Côte de Meya (30 juillet 1835). – PEINTURE DE J.R. BÜHLMANN (reproduite avec l'autorisation de la Collection graphique (Graphische Sammlung) de l'ETH Zürich)

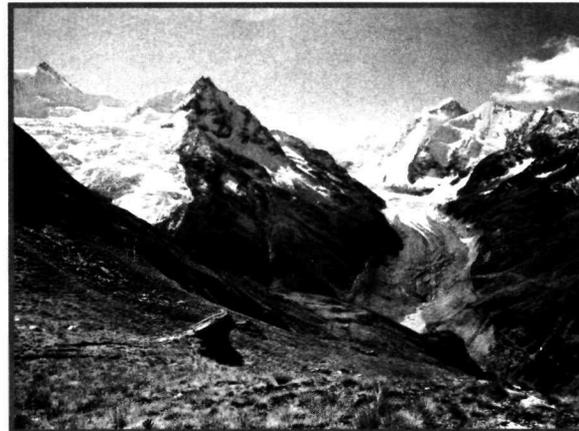


FIGURE 8 – Le Glacier de Zinal et le versant ouest du Glacier de Moming vers 1920, vus depuis Tsijièra de la Vatsè. – PHOTO J. GABERELL (reproduite avec l'autorisation de la Médiathèque Valais – Image et Son)

situé légèrement au nord de l'alpage d'Ar Pitetta (on notera la remarquable activité du peintre, puisque les deux tableaux représentés ici ont été peints le même jour). L'extension du glacier concorde avec les relevés cartographiques et les délaissés morainiques du Petit Age Glaciaire. La cave à fromages du Vichiesso est indiquée par une flèche en rive gauche du glacier. Cette vue montre que c'est la marge latérale gauche du glacier qui mord sur le verrou, alors que la partie frontale vient s'engouffrer dans la gorge du Vichiesso, se terminant par un portail glaciaire, parfaite illustration du récit de Conrad Zeller (voir ci-dessous). La précision du peintre permet également d'observer les moraines médianes séparant les différentes langues issues des vallons et cirques supérieurs (glaciers actuels du Mountet, de l'Obergabelhorn, du Durand, du Grand Cornier et des Bouquetins). Le peintre a également pris soin de représenter l'abri sous roche du Pas du Chasseur (en bas de l'image, au pied de la paroi), un abri de bergers, fermé par un mur en pierres sèches et utilisé jusqu'en 1916 (MARIÉTAN 1957).

La photo prise vers 1920-1930 (fig. 8) par J. Gaberell depuis la Tsijièra de la Vatsè (coord. 615.900/106.750) rend compte du retrait très rapide jusqu'au début des années 1920, avant que le recul ne ralentisse quelque peu (fig. 3). La crête morainique, sur la droite de la photo, a une hauteur de près de 140 mètres. Le front du glacier n'atteint déjà plus l'embouchure avec le vallon de Moming et les eaux issues du portail glaciaire alimentent un sandur actif. On notera également la grandeur des moraines médianes et la forte couverture détritique qui masque presque complètement la langue glaciaire, une situation typique des glaciers en phase de retrait. Sur une photo de 1932 (HAAS 1978), on distingue une double moraine située à proximité du glacier, des vallums qui remontent vraisemblablement aux brèves réavancées de

1920 et 1925-27 (selon les mesures des variations glaciaires de la Commission glaciologique de l'ASSN, FUMEUX 2001).

La troisième image (fig. 9) a été prise depuis la moraine d'Ar Pitetta (coord. 615.750/106.000) le 7 juillet 2002, à l'occasion de l'excursion de la Murithienne. Par rapport à 1920, le glacier s'est encore retiré : le portail glaciaire est maintenant 500 mètres plus à l'amont. Un nouveau sandur actif s'est développé directement au front du glacier, le sandur de 1920 formant maintenant une plaine alluviale alpine, bordée d'une forêt pionnière. Cette marge est d'ailleurs inscrite depuis 2001 à l'inventaire fédéral des zones alluviales d'importance nationale pour sa valeur biologique et géomorphologique. A l'aval du portail glaciaire, en rive gauche, des amas de glace morte (glace complètement recouverte de moraine et désolidarisée du glacier) témoignent de la rapidité du retrait, tout comme la couverture détritique continue qui affecte l'ensemble de la langue glaciaire.

Les variations historiques selon les sources manuscrites

Récits de voyages

Contrairement à la vallée du Rhône investie assez tôt par de nombreux voyageurs, ce n'est qu'à la fin du XVIII^e siècle et surtout dans le courant du XIX^e siècle que le val d'Anniviers accueille ses premiers visiteurs (voir par exemple la description de Marc Théodore Bourrit (1787), reportée par REICHLER & RUFFIEUX (1998, p. 336-338). Cette lente et tardive ouverture de la vallée au tourisme explique la rareté des descriptions antérieures au XIX^e siècle. Les récits du XIX^e et du XX^e siècle recèlent par

contre des indications fort intéressantes sur les fluctuations récentes des glaciers.

Ainsi, dans son recueil de voyage *Reise in die weniger bekannten Thäler auf der Nordseite der Penninischen Alpen*, Julius Fröbel (1840) retrace avec force détails le voyage effectué dans le val d'Anniviers par Conrad Zeller en 1832. Il décrit notamment les glaciers du haut val de Zinal :

“De là, il faut encore marcher une petite heure jusqu'à ce qu'on atteigne la gorge d'où coule la Navizence et dans laquelle le glacier disparaît. Il est relativement difficile d'y accéder par le bas, et d'en haut il est presque dangereux de le regarder, car il faut se poster sur un tronç de mélèze qui surplombe le précipice pour le faire. Le ruisseau ne sort pas d'un trou dans la glace, mais semble propulsé par la glace même. Le sable que l'eau charrie a une jolie couleur blanc-vert, ce qui fait qu'elle paraît avoir cette teinte” (FRÖBEL 1840, p. 138-139, traduction de Mathilde Roth, in VIANIN & CRETZAZ 1989).

La gorge en question est celle du Vichiesso, qui est atteinte par le front glaciaire et son portail. La précision de la description de l'eau reflète la couleur typique du “lait glaciaire”, l'eau chargée d'argiles, souvent verdâtres, issues de la moraine de fond des glaciers des Alpes valaisannes. Plus loin, Conrad Zeller fournit de précieuses indications sur la cave à fromages du Vichiesso, située à proximité du glacier et représentée sur le tableau de Bühlmann (fig. 5).

“Käse und Butter (von rund 180 Kühen) werden täglich auf Maultieren (von der Alp La Lé) hinalb an den Rand des Glestchers getragen und dort in einem steinernen Keller aufbewahrt” (FRÖBEL 1840, p. 141).

En 1855, Edouard Desor s'applique à décrire le val d'Anniviers et ses habitants. Même si la condition humaine constitue le corps de son récit, ses allusions aux glaciers ne sont pas sans intérêt, notamment :

“Les glaciers du Val d'Anniviers ne sont pas sans beauté. Le glacier de Zinal se reconnaît facilement, même sur une carte médiocre, à ses contours onduleux et gracieux, qui rappellent, à certains égards, le glacier d'Aletsch dans la chaîne bernoise. Il est étroit proportionnellement à sa longueur, et sous ce rapport forme un contraste frappant avec son voisin, le glacier de Tourtemagne. C'est en même temps l'un de ceux qui descendent le plus bas, conséquence de l'étroitesse de son lit. [...] Quant aux indices de l'ancienne extension des glaciers, ils ne sont pas, dans le Val d'Anniviers, aussi évidents qu'on pourrait le désirer. Il est vrai que le schiste n'est pas toujours de nature à conserver de pareilles empreintes. [...] Aussi bien ne concevrait-on pas que les glaciers d'Anniviers fussent seuls restés en arrière, alors que ceux de toutes les autres vallées dépassaient de beaucoup leurs limites actuelles” (DESOR 1855, p. 15-16).

Durant l'été 1900, Georges Hantz, membre du Club

alpin suisse, séjourne une quinzaine de jours à Zinal. De retour d'une excursion sur les hauts de la Pointe d'Ar Pitetta, il décrit avec poésie et humilité le glacier de Zinal, le portail glaciaire et la cascade épigénétique du Torrent d'Ar Pitetta :

“La caverne de sortie du glacier est attirante; elle est là, béante et bleue; des amas de glace transparente sont tombés de sa voûte; des arceaux énormes, des tranches, sont prêts à descendre encore [...]. Que sommes-nous donc, nous qui nous croyons si grands, lorsque nous sommes si petits, devant cette bouche du glacier, auprès de cette chute d'Arpitetta, de ce torrent qui nous emporterait comme des fétus ?” (HANTZ 1901).

Le récit de Georges Hantz situe grossièrement l'extrémité du glacier de Zinal au niveau de la moraine frontale, à la hauteur du pont de bois actuel enjambant la Navisence. Les différents textes cités renforcent les informations iconographiques: l'extension du glacier de Zinal de 1832 correspond au maximum historique, à la hauteur des gorges du Vichiesso, à cette époque un chemin le traversait pour permettre le franchissement de la vallée par le bétail se rendant à l'alpage d'Ar Pitetta, et en 1900, le glacier s'était déjà retiré jusqu'à la hauteur de la cascade du Torrent d'Ar Pitetta. A partir du début du XX^e siècle, les récits se multiplient, mais leur intérêt s'en trouve diminué par l'essor de la photographie.

Recueils scientifiques

Dans la littérature scientifique, les glaciers d'Anniviers n'ont pas obtenu la faveur des traités de glaciologie du XIX^e siècle. Néanmoins, quelques indications précieuses sur les variations climatiques et glaciaires nous sont fournies par certains auteurs. Dans son *Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes de la Suisse*, l'ingénieur Ignaz Venetz (1821) rapporte des témoignages concordants sur un redoux climatique vers la fin du XVIII^e siècle, notamment le passage suivant :

“En Fribusi, entre les deux Pontis à l'entrée de la vallée d'Anniviers, le Sieur Joseph Salamin, vieillard de Luc, a encore vu des vignes vivantes, il y a plus de cinquante ans. Le même a vu, en ce dernier lieu, un grand cerisier à bon fruit et au-dessous de ce village, un jeune noyer. Maintenant on ne trouve aucun arbre fruitier à cette hauteur (à Luc), ni aucun vestige de vigne en Fribusi” (VENETZ 1821, p. 12).

Il rapporte également des observations sur les variations et les moraines du glacier de Zinal, alors appelé glacier de Durant-en-Tzina :

“Au mois de septembre suivant, le glacier du Durant-en-Tzina, dans la vallée d'Anniviers, avoit reculé de six pieds du dernier boulevard qu'il avoit formé à sa base. Enfin, d'après ce que les montagnards disent, tous les glaciers ont perdu en



épaisseur, pendant les trois dernières années. Tous ceux que nous avons eu l'occasion de voir plusieurs fois, depuis 1818, nous ont confirmé cette observation" (VENETZ 1821, p. 15).

Dans son observation du 16 septembre 1821, il écrit :

"Le glacier de Durant en Tzina, au fond de la vallée d'Anniviers, étoit autrefois plus grand qu'à présent. On trouve sur la droite de la Navisence, qui sort de ce glacier, quatre moraines déposées sur un rocher qui retenoit ce glacier, et ne laisse qu'un passage étroit au torrent qui s'échappe par une crevasse d'environ cent pieds de profondeur. La plus éloignée de ces quatre enceintes se trouve à environ 300 pieds de la glace; elle est couverte de mélèses d'une très grande-taille. Sur la seconde, les mélèses sont la moitié plus petits, la troisième n'en a point, et la quatrième, qui est la dernière, étoit, le 16 septembre 1821, à six pieds de la glace" (VENETZ 1821, p. 29).

Le glacier de Zinal a donc atteint une position maximale vers 1818-1820, avant de reculer. Mais ce qui est intéressant dans les observations de Venetz, c'est que les trois moraines extérieures, diversément colonisées par la végétation, correspondent à des extensions plus anciennes, soit holocènes soit du début du Petit Age Glaciaire.

En 1865, A. Kündig publie un recueil intitulé *Flächeninhalt der Gletscher in der Schweiz*. Les glaciers du val de Zinal couvrent à cette époque une surface de 41.39 km², un chiffre intéressant, à mettre en rapport avec les 26.5 km² reportés par l'inventaire des glaciers suisses de 1973 (MÜLLER & al. 1976). Le glacier de Zinal couvre 21.96 km². En 1973, il a diminué à 16.24 km². Kündig mentionne également une diffluence du glacier de Tourtemagne dans le val de Zinal (alpage de Tracuit), ainsi que des petits glaciers dominant cet alpage qui ont aujourd'hui disparu.

Entre 1881 et 1901, F. A. Forel publie plusieurs articles traitant des glaciers du val d'Anniviers dans la revue *L'Echo des Alpes* et dans les rapports du CAS. Ces rapports confirment la phase de décrue initiée à partir de 1860 et mesurée au glacier de Zinal à partir de 1892 (FUMEAUX 2001).

Quant à l'abbé Ignace Mariétan, il publie plusieurs articles traitant des glaciers du val de Zinal dans le *Bulletin de la Murithienne* (1954, 1960). Dans son texte de 1954, il mentionne la position du glacier de Zinal dans les années 1818-1830, 1935 et 1954. Il rappelle qu'entre 1818 et 1830, le glacier atteignait le Vichiesso et qu'un chemin tracé sur la surface glaciaire permettait d'atteindre la rive droite pour se rendre à l'Ar Pitetta. Dans son article de 1960, il précise que le retrait a été très rapide jusqu'en 1921 et beaucoup plus réduit par la suite, ce qui est confirmé par les mesures de la position du front glaciaire (fig. 3). C'est justement à partir de la fin des années 1960 que le retrait s'accroît à nouveau.

Ces sources scientifiques diverses mettent en évidence l'oscillation climatique positive de la fin du XVIII^e siècle, suivie par une péjoration permettant au glacier de Zinal d'atteindre son maximum vers 1820, puis à nouveau vers

1850. L'extension de 1820 n'est toutefois pas la plus importante des temps holocènes, comme le montrent certaines moraines latérales légèrement plus étendues que la moraine de 1820.

Contes et légendes

Bien qu'ils n'apportent pas de précisions temporellement identifiables, ces textes viennent corroborer les informations issues d'autres sources, notamment en ce qui concerne le sentier empruntant la langue glaciaire pour se rendre à l'alpage d'Ar Pitetta. Ainsi, le conte *La vierge du rocher et la graine d'arolle libératrice* :

"[...] Le vacher partit avec les vaches à la suite de l'inconnu à travers le glacier. Le son des cloches des vaches se fit de plus en plus faible, et le troupeau disparut bientôt complètement de l'autre côté du glacier." (Archives suisses des traditions populaires, Bâle, 1901, cité par VIANIN & CRETZAZ 1989).

Dans *Les vaches d'Arpitetta*, il est dit :

"Un curé était occupé à bénir l'alpage d'Arpitetta. En traversant le glacier Durand [ancien nom du glacier de Zinal], il aperçut une belle jeune fille qui y chantait des chansons gaies." (Archives suisses des traditions populaires, Bâle, 1901, cité par VIANIN & CRETZAZ 1989).

Les vestiges archéologiques

Les pierres à cupules

Le val d'Anniviers recèle un nombre considérable de pierres à cupules (ou pierres à écuellles) (KRAFFT 1911, MARIÉTAN 1939-1940, SPAHNI 1949). Leur signification n'a jamais été totalement éclaircie et nombre de ces pierres à cupules sont des roches moutonnées ou des blocs erratiques. A environ 500 m à l'aval du Vichiesso, SPAHNI (1949) signale une pierre à cupules sur le versant de la Côte de Meya (coord. 615.400/106.450) à 1940 m d'altitude. Sachant que les pierres à écuellles les plus anciennes sont attribuées au Paléolithique et que dans de nombreux sites, notamment à St-Luc, des objets découverts à proximité de pierres à écuellles remontent au minimum à l'Age du Bronze (dès 1700 av. J.-C.), la pierre à cupules de la Côte de Meya tend à démontrer que le glacier de Zinal n'a pas fondamentalement dépassé les limites du maximum de 1850 depuis au moins 3700 ans.

Anciens cols

Le passage par deux anciens cols (Triftjoch et Durand) reliant Zermatt et le haut val de Zinal est attesté par plusieurs textes d'archives du XV^e siècle (AMMANN 1992) et par des vestiges archéologiques (SCHNEEBELI & RÖTHLISBERGER 1976). Ces cols ont certainement été abandonnés en raison des avancées glaciaires du XVII^e siècle. Il est hasardeux



FIGURE 9 – Le Glacier de Zinal vu depuis la moraine de l'Ar Pitetta (7 juillet 2002). – PHOTO EMMANUEL REYNARD

de conclure à une relation directe, mais on notera que le chemin du val d'Anniviers par la gorge des Pontis a été bâti à peu près à la même époque (1613), alors que les passages par les cols Durand et du Triftjoch devenaient hasardeux.

On mentionnera encore les vestiges du Vichiesso: un chemin herbeux amorce une lente descente de la cave à fromages en direction de la gorge, avant de se perdre dans les arbustes. D'une largeur de 1,50 m environ, il est délimité du côté de la gorge par une succession de pierres. Il est vraisemblable qu'il s'agisse du chemin emprunté par le bétail pour traverser le glacier et gagner l'alpage d'Ar Pitetta. En effet, sur le versant opposé de la Navisence, à mi-chemin entre le pont enjambant le Torrent d'Ar Pitetta et le Chiesso, un sentier vient se perdre sur un replat correspondant à l'extension maximale du Petit Age Glaciaire. Dans ce cas, c'est donc le recul du glacier qui a rendu impraticable le passage à travers la gorge du Vichiesso.

CONCLUSIONS

Cette étude a permis de mettre en valeur la riche documentation permettant de reconstituer les variations récentes des glaciers. La combinaison des observations de terrain, de la cartographie géomorphologique, de la compilation de documents historiques, cartographiques et des mesures de variations des glaciers permet de retracer assez précisément les fluctuations glaciaires du fond du val de Zinal au cours des deux derniers siècles. Après un réchauffement à la fin du XVIII^e siècle, faisant suite à la première phase froide du Petit Age Glaciaire, les glaciers avançaient pour atteindre un maximum dans les années 1818-1821. Cette réavancée est attestée dans bien d'autres régions des Alpes telles que le glacier du Rhône (ZUMBÜHL & HOLZHAUSER 1988), les glaciers du val de Bagnes (SCHNEEBELI & RÖTHLISBERGER 1976) ou encore ceux de la vallée de Chamonix (LE ROY LADURIE 1967). Dans le val de Zinal, des moraines latérales holocènes sont situées légèrement à l'extérieur des moraines historiques du XIX^e siècle. Une pierre à cupules située un peu à l'aval de la gorge du Vichiesso permet de conclure que le glacier n'a

pas fondamentalement dépassé la gorge depuis au moins 4000 ans. Les peintures de J.R. Bühlmann (1835) montrent que le glacier s'est peu retiré après la crue de 1818-1821. La crue de 1850, attestée dans toutes les Alpes, et qui souvent correspond au stade maximal du Petit Age Glaciaire semble ici avoir été un peu plus faible que celle de 1820. A partir de la seconde moitié du XIX^e siècle, le retrait est très rapide comme l'atteste la comparaison de différentes cartes topographiques. A partir de 1892, les variations du glacier de Zinal sont mesurées annuellement. Au glacier de Moming, les mesures débutent dans les années 1920. Elles montrent que le retrait, certes spectaculaire, n'est pas homogène. Le tournant entre les deux siècles, les années 1940-70 et la dernière décennie voient une fonte rapide des deux glaciers, alors que les années 1910-1930 et 1970-1990, plus fraîches et plus humides, sont au contraire propices à la stagnation, voire à de légères réavancées. Les mesures de longueur sont corroborées par la perte de surface appréciable à la comparaison entre les inventaires de 1865 et 1973. On le voit, les variations des deux derniers siècles ont été importantes et ont fortement marqué les esprits autant au moment du maximum historique que lors du retrait des 150 dernières années; nul doute que le retrait et l'amincissement rapide lié au réchauffement actuel impressionneront encore longtemps les habitants et visiteurs de cette vallée.

BIBLIOGRAPHIE

- AMMANN, H.R. 1992. L'émigration proche dans les Alpes valaisannes au XV^e siècle : l'exemple de Zermatt, *Vallesia*, 47 : 251-287.
- ATLAS HYDROLOGIQUE DE LA SUISSE. 1992. Service hydrologique et géologique national. Berne.
- BEZINGE, A. & G. BONVIN. 1974. Images du climat sur les Alpes. *Bull. Murithienne* 91 : 27-48.
- BOUËT, M. 1978. Le Valais, in : *Regionale Klimabeschreibung, 1. Teil : Gesamtübersicht, Westschweiz, Wallis, Jura und Jura-nordfuss sowie Mittelland*, Zürich. SMZ, Serie Klimatologie der Schweiz, Heft 8 : 88-114.
- BURRI, M. 1987. *Les roches*, Martigny, Pillet, *Collection Connaître la nature en Valais*. 159 p.
- 1997. Géologie récente de Finges et de ses environs. *Bull. Murithienne*. 115 : 5-27
- BUSSARD, T. & S. LADOR. 1999. *Etude géologique dans le Haut Val d'Anniviers*. Université de Lausanne. Diplôme de géologie, non publié, 122 p.
- DESOR, E. 1855. Le Val d'Anniviers. *Revue Suisse*. 18 : 3-17 et 112-130.
- ESCHER, A. 1988. *Structure de la nappe du Grand Saint-Bernard entre le val de Bagnes et les Mischabel*, Service hydrologique et géologique national, *Rapports géologiques* N° 7.
- FRÖBEL, J. 1840. *Reise in die weniger bekannten Thäler auf der Nordseite der Penninischen Alpen*, Berlin.
- FUMEAUX, D. 2001. *Le Val de Zinal. Morphologie glaciaire et péri-glaciaire, essai de reconstitution paléogéographique des stades glaciaires*. Université de Lausanne, Institut de Géographie, mémoire de licence, non publié, 112 p.
- GOLAZ, F. 1995. *Le Val de Moiry, Valais*. Institut de Géographie. Travaux et Recherches, Lausanne, N° 13, 144 p.
- HAAS, P. 1977. *Untersuchung zur Gletschergeschichte im Val d'Anniviers*. Universität Zurich, Geographisches Institut, Diploma Arbeit. Unpubliziert, 103 p.
- HANTZ, G. 1901. Une quinzaine à Zinal. *L'Echo des Alpes* 1 : 2-34 et 2 : 37-55.
- KRAFFT, C. 1911. *Les pierres à écuellen de Grimentz*. Lausanne, Impr. Vaney-Burnier, 19 p.
- KUNDIG, A. 1865. *Flächeninhalt der Gletscher in der Schweiz*.
- LAMB, H.H. 1995. *Climate History and the Modern World*. London/New York, Routledge, 2nd edition, 433 p.
- LE ROY LADURIE, E. 1967. *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris, Flammarion, 376 p.
- MAISCH, M., A. WIPF, B. DENNELER, J. BATTAGLIA & C. BENZ. 1999. *Die Gletscher der Schweizer Alpen. Gletscherhochstand 1850, aktuelle Vergletscherung, Gletscherschwund-Szenarien, Schlussbericht NFP 31*, Zurich, Vdf Hochschulverlag, 373 p.
- MARIÉTAN, I. 1939-1940. Les pierres à écuellen. *Bull. Murithienne* 57 : 21-33.
- 1948. Un éboulement à Zinal. *Bull. Murithienne* 65 : 79-81.
- 1954. Phénomènes d'érosion dans le vallon de Zinal. *Bull. Murithienne* 71 : 37-45.
- 1957. Les chutes de pierres et leurs dangers. *Bull. Murithienne* 74 : 106-111.
- 1960. Les forêts du vallon de Zinal. *Bull. Murithienne* 77 : 42-55.
- 1962. Les avalanches et les coulées des torrents dans le vallon de Zinal. *Bull. Murithienne* 79 : 72-76.
- MARTHALER, M. 2001. *Le Cervin est-il africain? Le Mont-sur-Lausanne*, Editions LEP, 96 p.
- MÜLLER, F., T. CAFLISCH & G. MÜLLER. 1976. *Firn und Eis der Schweizer Alpen, Gletscherinventar*. ETH Zürich, Publ. Nr. 57 und 57a.
- PANCUZA, A. 1993. Glaciers – éboulis – glaciers rocheux : quels liens? Observations dans le vallon de Tracuit. in : *Géomorphologie et aménagement de la montagne. Hommage à Pierre Gabert* : Caen, CNRS. pp. 155-161.
- PFISTER, C., 1999. Le puzzle climatique des historiens. *La Recherche* 321 : 64-68.
- REBETEZ, M. 2002. *La Suisse se réchauffe. Effet de serre et changement climatique*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 140 p.
- REICHLER, C. & R. RUFFIEUX, 1998. Le voyage en Suisse. *Anthologie des voyageurs français et européens de la Renaissance au XX^e siècle*. Paris, Laffont, 1745 p.
- REYNARD, E., C. LAMBIEL, R. DELALOYE, G. DEVAUD, L. BARON, D. CHAPPELLIER, L. MARESCOT & R. MONNET. 2003. Glacier/permafrost relationships in forefields of small glaciers (Swiss Alps), in : Philippe M., Springman S., Arenson L., (eds). *Permafrost Lisse*. Svets and Zeitlinger, pp. 947-952.
- SCHNEEBELI, W. & F. RÖTHLISBERGER. 1976. *8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte. Ein Beitrag zur Erforschung des Klimaverlaufs in der Nacheiszeit*. Bern, Verlag des SAC, 152 p.
- SCHOENEICH, P., C. DORTHE-MONACHON, S. JAILLET & S. BALLANDRAS. 1998. Le retrait glaciaire dans les vallées des Préalpes et des Alpes au Tardiglaciaire. *Bull. d'Etudes Préhistoriques et Archéologiques Alpines* 9 : 23-37.
- SPAHNI, J.-C. 1949. Les monuments mégalithiques du Val d'Anniviers. *Bull. Murithienne* 66 : 29-56.
- STECK, A., B. BIGIOGGERO, G.V. DAL PIAZ, A. ESCHER, G. MARTINOTTI & H. MASSON. 1999. *Carte tectonique des Alpes de Suisse occidentale et des régions avoisinantes, 1:100000*. Berne, Service hydrologique et géologique national.
- VENETZ, I. (1821). *Mémoire sur les variations de la température dans les Alpes suisses*. Sion.
- (1861). *Mémoire sur l'extension des anciens glaciers*. Zurich.
- VIANIN, C. & B. CRETTEZ. 1989. *Zinal, défi à la montagne*. Arts Graphiques Schöchli, Sierre. 352 p.
- WERNER, P. 1988. *La flore*. Martigny, Pillet. *Collection Connaître la nature en Valais*, 259 p.
- WINSTÖRFER, J. 1978. Paléogéographie des stades glaciaires des vallées de la rive gauche du Rhône entre Viège et Aproz. Thèse Université de Lausanne. *Bull. de la Murithienne* 94 : 72 p.
- ZUMBÜHL, H.J. & H. HOLZHAUSER. 1988. *Glaciers des Alpes du Petit âge glaciaire*. Club Alpin Suisse, Berne, 322 p.