

Les glaciers des Alpes suisses en 1997/98

■ Science et montagne
 ■ Scienza e mondo alpino
 ■ Wissenschaft und Bergwelt

Martin Hoelzle, Daniel Vonder Mühl¹ et Max Maisch²

28

Extrait du 119^e rapport de la Commission glaciologique de l'Académie suisse des sciences naturelles (CG/ASSN) et des Laboratoires d'hydraulique, d'hydrologie et de glaciologie de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (VAW/EPFZ)

Introduction

Représentativité du réseau suisse de mesure des glaciers

L'utilisateur du système d'observation des glaciers des Alpes suisses se pose, à juste titre, la question de la représentativité de l'échantillonnage actuel (moins de cent glaciers observés) par rapport à l'ensemble des appareils glaciaires de notre pays (plus de deux mille). En effet, les fondateurs de ce réseau d'observation n'ont pas porté une attention particulière à ce point précis car, pour des raisons compréhensibles à l'époque, il y a plus de cent ans, ils se sont surtout intéressés aux glaciers d'accès aisé. Ceux-ci se rangent parmi les grandes et moyennes langues glaciaires de la Suisse. Celles-ci sont, de ce

fait, surreprésentées dans le réseau actuel. L'appréciation du caractère représentatif de notre échantillonnage n'est donc pas facile à déterminer. Ce choix reflète-t-il mieux le volume, la surface ou la longueur de l'ensemble des glaciers? Si l'on ne considère que leur volume, on constate que les cinq plus grands appareils glaciaires du réseau forment, à eux seuls, 40% de tous les glaciers du pays. On trouvera dans le complément joint à cet article une tentative de caractérisation du réseau suisse de mesure des glaciers.

Conditions météorologiques et climatiques

Résumé de l'année hydrologique 1997/98

Au plan mondial, 1998 a battu le record de chaleur de l'année précédente. C'est donc, statistiquement parlant, la période annuelle la plus chaude depuis 1860. En moyenne, les températures ont dépassé de 0,7°C celles de la fin du XIX^e siècle. En outre, ces vingt dernières années se sont toutes signalées par un excédent de chaleur.

En Suisse également, les moyennes thermiques se sont révélées nettement trop élevées durant toute la période de mesure considérée, soit l'année

¹ M. Hoelzle, D. Vonder Mühl: Commission glaciologique de l'ASSN et les Laboratoires d'hydraulique, d'hydrologie et de glaciologie (VAW) de l'EPF, Zurich.

² M. Maisch: Commission glaciologique de l'ASSN et Institut de géographie de l'Université de Zurich.



a) 1989

Le glacier du Grand Désert a reculé de 139 m entre 1989 et 1998. Il a perdu environ 1400 m depuis le début des mesures, en 1893



b) 1991

hydrologique s'étendant d'octobre 1997 à septembre 1998. Quant à la pluviosité, elle est restée assez modérée. Des conditions météorologiques fort similaires ont donc caractérisé les deux périodes successives de 1996/97 et de 1997/98.

Titre des bulletins météorologiques mensuels de l'ISM d'octobre 1997 à septembre 1998

1997	
Octobre	Rapide transition de l'arrière-été à une offensive hivernale précoce
Novembre	Paisible arrière-automne, à l'exception de la tempête de foehn du jeudi 6
Décembre	Très changeant. Record de chaleur le jour de Noël
Année	Inhabituellement chaude, très ensoleillée et assez sèche en général
1998	
Janvier	Ensoleillé et doux. Conditions hivernales modérées durant le dernier tiers du mois
Février	Soleil très généreux et extrême douceur en montagne
Mars	Ensoleillé et très sec au sud, temps instable au nord
Avril	Humide et peu ensoleillé. Temps de fin d'hiver à Pâques
Mai	Temps chaud, ensoleillé et très sec, surtout en plaine
Juin	Trop chaud en général, malgré quelques retours offensifs du froid
Juillet	Changeant, trop chaud partout et en général trop sec
Août	Soleil, chaleur et temps sec. Déficits hydriques en plaine
Septembre	Manque de soleil et abondance de pluie par températures plutôt normales
Année	Chaude par ensoleillement prépondérant. Peu de dommages dus aux intempéries

Source: ISM-MétéoSuisse

Température

Comme pour la période précédente, en 1997/98, la plupart des moyennes mensuelles sont trop élevées (cf. figure 1a, p. 32). Octobre, novembre et décembre ont déjà apporté des excédents thermiques appréciables. De janvier à août, seul avril s'est révélé plus froid que la norme. Grâce à la persistance de si-

tuations anticycloniques douces, février 1998 pourrait bien être le plus chaud de ce siècle. En août, l'isotherme de zéro degré a avoisiné l'altitude de 4500 mètres pendant plusieurs jours. De mai à septembre, période cruciale pour l'ablation glaciaire, la plupart des régions englacées du pays se sont signalées par des surplus thermiques plus faibles qu'en plaine et qu'au sud du Tessin (cf. fig. 1a, p. 32). Mais cette constatation ne modifie pas le fait qu'en montagne, les moyennes de température se sont élevées, pour ces mêmes mois, d'un bon degré au-dessus de celles calculées sur de nombreuses années.

Précipitations

Les totaux pluviométriques de l'année hydrologique 1997/98 correspondent à peu près aux valeurs normales. Sur la figure 1b, on ne distingue que deux zones dotées d'écart supérieurs à 20%: les vallées de la Viège, trop sèches, et le Tessin méridional, trop pluvieux. Décembre et septembre se sont révélés très humides, tandis qu'octobre, février, mai et août se distinguaient par leur sécheresse. Au sud des Alpes, le déficit pluviométrique du début de l'année a entraîné un sérieux danger d'incendies de forêts, que les pluies d'avril ont supprimé.

Ensoleillement

Ce paramètre météorologique s'est plus ou moins calqué sur la courbe annuelle de température. Les mois trop chauds se sont caractérisés par un ensoleillement excédentaire, tandis que le mauvais temps d'avril et de septembre s'est traduit par un nombre réduit d'heures ensoleillées.

Bilan de masse

On peut qualifier l'été 1998 d'inhabituel au point de vue de la décrue des glaciers. Selon les données



Photos: Tringa forestier Nendaz-Isérables

c) 1997



a) 1961



b) 1968

Evolution du glacier de Chelén (Uri) sur plusieurs années. La figure 4 présente la somme des variations de longueur. Entre 1969 et 1987, le glacier a avancé de 259 m. Depuis, il s'est retiré sur 200 m

e) 1987



f) 1991





c) 1979



Photos: Bureau des forêts et de la chasse, département des paravalanches, Uri

d) 1982



g) 1998

Fig. 1a et 1b
Précipitations annuelles
1997/98 et températures
estivales 1998: écarts par
rapport aux valeurs nor-
males 1901-1960 (source:
ISM-MétéoSuisse)

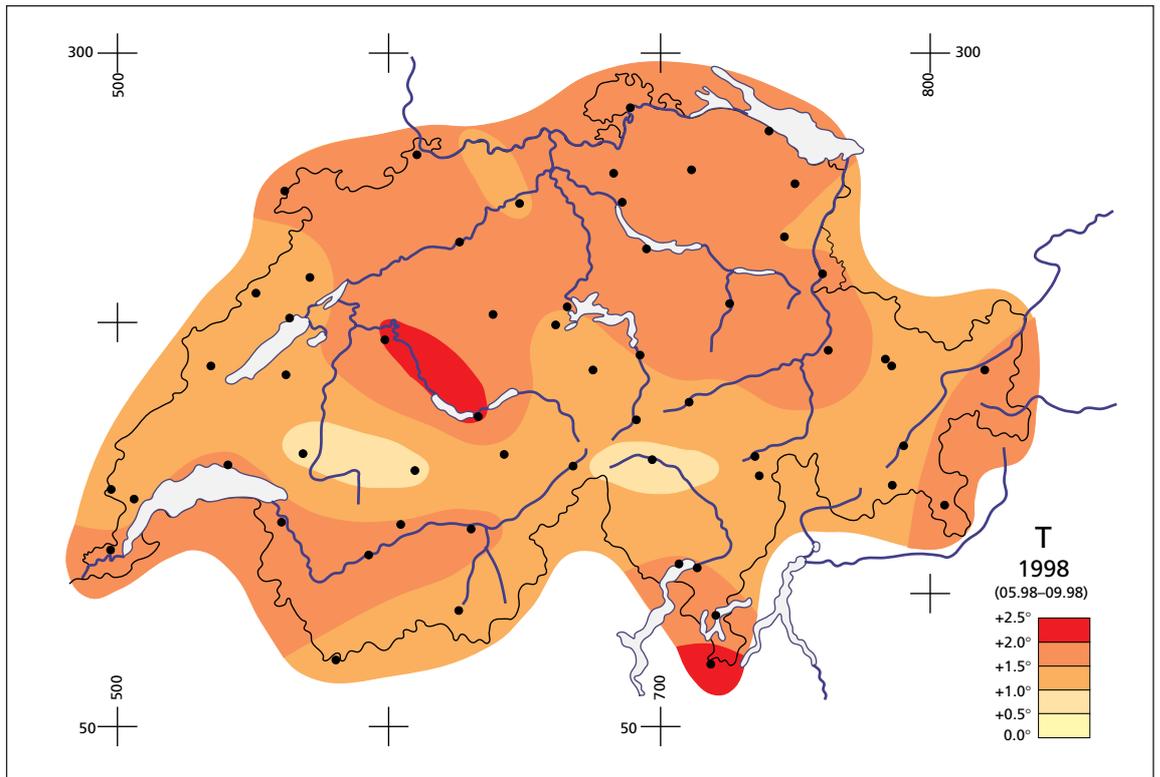


Figure 1a
Températures estivales 1998
(température moyenne
de l'air du 1.5 au 30.9.98):
écarts en degrés Celsius

de l'Institut suisse de météorologie, 1998 occupe le troisième rang des années les plus chaudes à Zurich, depuis le début des mesures en 1864. Ce sont surtout les périodes caniculaires de juillet et d'août qui ont contribué à des valeurs records dans l'ablation de la plupart des glaciers dont on étudie les bilans de masse. Celui de la Silvretta, par exemple, se signale par un bilan négatif de 1,53 mètre, valeur record de la série de mesures qui a débuté en 1959 (cf. fig. 2, p. 33). Quant au glacier de Gries, proche du col du Nufenen, on n'y a relevé aucune zone d'accumulation durant cette période. Sa surface tout entière, qui s'étend jusqu'au sommet du Blinnenhorn, a subi l'influence d'une fonte prononcée. Avec $-1,66$ mètre, le résultat de 1998 se situe en deuxième position des pertes de masse et à grande proximité du record de $-1,74$ mètre, qui date de 1990. En revanche, le bilan des glaciers d'Aletsch, déterminé par la méthode hydrologique, ne se distingue pas de manière particulière. Sa masse déficitaire s'élève en effet à $-0,83$ mètre.

D'autres observations montrent toutefois que nous avons affaire à une année exceptionnelle. Citons comme exemple le glacier de Giétro, dans le val de Bagnes, où l'on détermine au moyen de jalons, selon le mandat des Forces motrices de Mauvoisin SA, l'accumulation et l'ablation (gain et perte de masse) de la glace depuis 1966. Au point de mesure le plus élevé (3300 m) où l'on constate un gain en neige dans les années normales, on a relevé en 1998 un abaissement supérieur à un mètre de la surface du névé et de la glace! Ce n'est que grâce aux abondantes précipitations d'un mois de sep-

tembre froid que nous n'avons pas enregistré une fusion plus importante des glaciers suisses. En résumé, on peut affirmer que l'année hydrologique 1997/98 se rangera, au point de vue glaciologique, parmi les exercices les plus déficitaires depuis le début des mesures.

Variations de longueur

Retrait manifeste

En automne 1998, les collaborateurs du réseau d'observation des glaciers suisses ont, comme à l'accoutumée, effectué leurs mesures de variations de longueur des langues glaciaires, dans le cadre de la campagne annuelle de relevés, organisée par la Commission glaciologique de l'ASSN. En raison de conditions météorologiques très défavorables, ils n'ont pu observer que 84 glaciers. Depuis l'année dernière, les analyses mettent en évidence un retrait pour 81 d'entre eux, une progression pour un seul appareil glaciaire, tandis que les deux derniers sont restés stationnaires (cf. fig. 3 p. 34). C'est la langue glaciaire de l'Allalin, dans la vallée de Saas, qui détient le record de décrue avec -140 mètres. Le seul glacier en crue, celui du Mont Durand, dans le val de Bagnes (Bas-Valais), a avancé de 7 mètres environ.

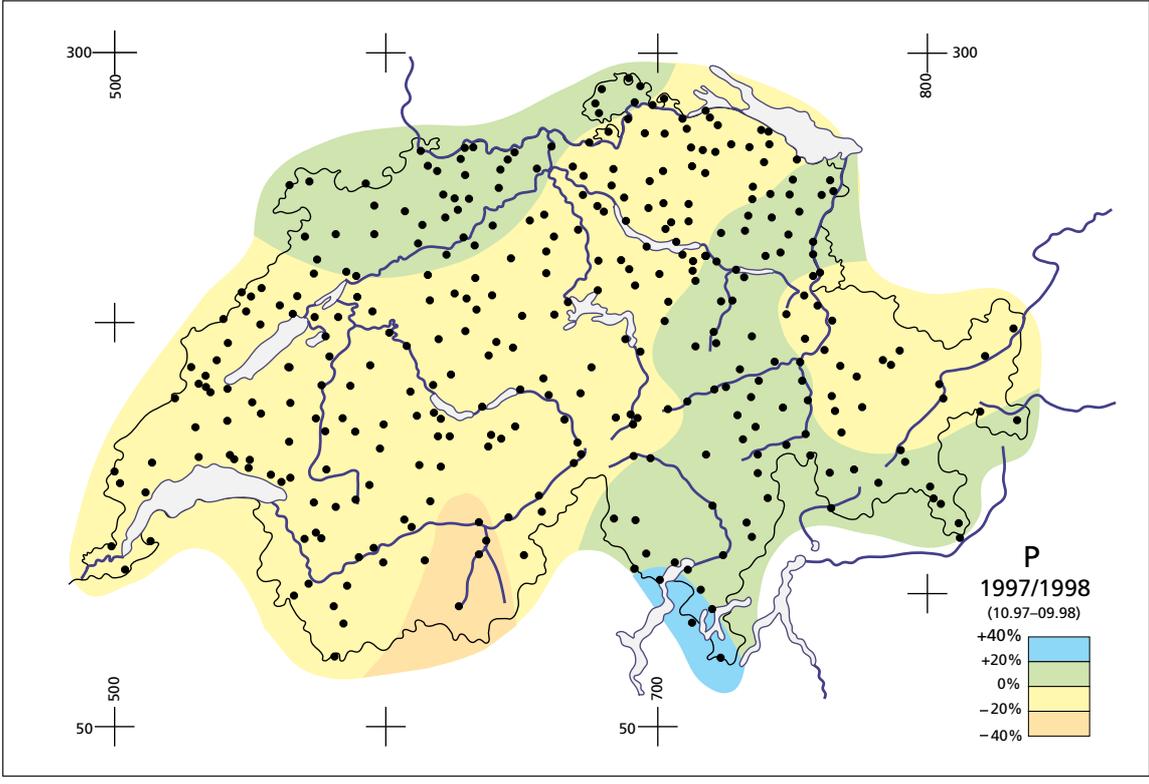


Figure 1b
Précipitations annuelles
1997/98 (sommés 1.10.97
au 30.9.98): écarts en pour
cent

Au moyen de prises de vue aériennes effectuées, soit par la Direction générale des mensurations cadastrales, soit par l'Office fédéral de topographie, on détermine habituellement chaque année les variations de longueur de douze glaciers: ceux du Rhône, de Mutt, de Gries, d'Aletsch, du Schwarzbberg, de l'Allalin, de Kessjen, de Findelen, de Giétro, de Corbassière, de l'Oberaar et de l'Unteraar. On analyse ensuite ces données au moyen d'un restituteur spécial accouplé à une table traçante analytique. Au cours de la campagne de l'automne 1998, on n'a observé que quatre de ces douze glaciers, en raison d'un temps déplorable. Les lacunes ainsi créées dans les séries de mesures, qui s'étendent parfois sur plus d'un siècle, affectent leur interprétation de manière très diverse. Les langues peu inclinées des grands glaciers, comme celle d'Aletsch, par exemple, réagissent avec une forte inertie aux modifications climatiques. Par conséquent, une absence de mesures d'une année ou deux n'exercera aucune influence néfaste sur l'analyse de l'ensemble de la série (cf. fig. 4d, p. 37). Les variations de ces glaciers présentent donc l'avantage de refléter la tendance à long terme de l'évolution du climat. Quant aux glaciers très petits, comme celui du Pizol, dans le canton de Saint-Gall, il est soumis à de très fortes fluctuations annuelles (cf. fig. 4a p. 37) et la moindre interruption des mesures se manifestera très défavorablement sur l'étude de ce type de glaciers. En revanche, ces appareils glaciaires traduisent fidèlement les rapides changements des variables climatiques.

Remerciements

Pour l'exécution des relevés de sa 119^e campagne de mesures, la Commission glaciologique de l'ASSN

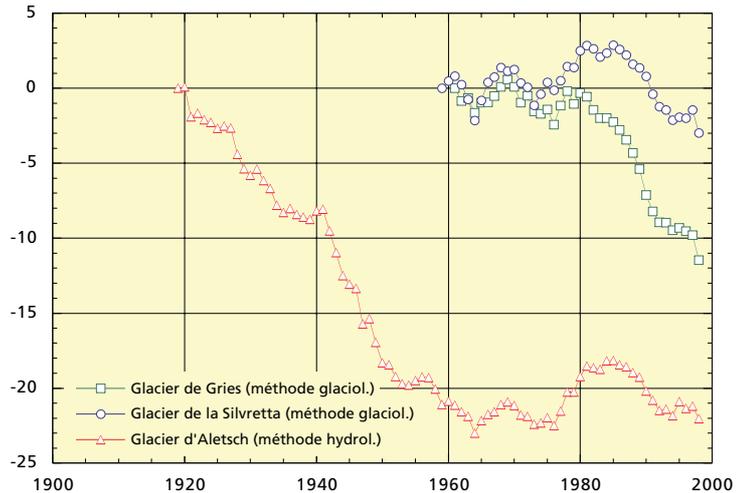


Figure 2
Somme des variations
annuelles (en m) des bilans de
masse des glaciers d'Aletsch,
de Gries et de la Silvretta

a bénéficié d'un soutien actif qui lui est régulièrement apporté depuis fort longtemps. Elle en est extrêmement reconnaissante et ses remerciements s'adressent à tous les collaborateurs directs et indirects des services forestiers des cantons alpins, des sociétés de forces motrices d'Aegina, de Mattmark, du Mauvoisin et de l'Oberhasli, du bureau de géomètres Flotron, de l'Office fédéral de topographie, de l'Institut suisse de météorologie, du Service hydrologique et géologique national, de l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches, des Instituts de géographie de l'EPFZ et de l'Université de Zurich, de la section de glaciologie et de la direction des VAW/EPFZ, et tout particulièrement à toutes les personnes effectuant à titre privé des relevés sur le terrain ou des travaux de traitement des données ou de rédaction.

Complément: caractéristiques et décrue des glaciers du réseau de mesure depuis 1850

Du maximum glaciaire aux scénarios de retrait

Dans le cadre du Programme national de recherche 31 (*Modifications du climat et catastrophes naturelles*), l'Université de Zurich a consacré un projet d'étude aux glaciers des Alpes suisses et à leurs variations depuis le milieu du XIX^e siècle (phase maximum de crue de 1850). Avec la plus grande précision possible, on a paramétré, au cours de cette investigation, toutes les surfaces englacées du pays selon des critères uniformes. On a étudié et inventorié trois «moments privilégiés» au point de vue de l'histoire des glaciers: le maximum glaciaire de 1850 («passé»), la situation déterminée par l'inventaire des glaciers de 1973 (Müller et al., 1976) («présent») et le calcul de l'évolution pour l'aube du XXI^e siècle («futur»), selon différents scénarios de retrait. Un rapport final, publié tout récemment (Maisch et al., 1999), expose les résultats de cette

étude entreprise par plusieurs collaborateurs. Elle porte également sur les 121 glaciers du réseau suisse d'observations dont on a utilisé les séries de mesures. Bref résumé de cet ouvrage, ce complément apporte des informations sur l'étendue des surfaces englacées de la Suisse et leurs fluctuations depuis 1850, ainsi que des considérations particulières sur les glaciers de notre réseau de mesure.

Retrait marqué depuis 1850

Les moraines abandonnées sur place et les vastes marges périglaciaires encombrées de débris rocheux témoignent d'un retrait particulièrement marqué des glaciers des Alpes suisses depuis leur dernière crue. La hausse de température observée depuis a globalement réduit les surfaces alpines englacées de 1800 km² à 1300 km². Cette perte d'un demi-millier de kilomètres carrés correspond à 27,2% de leur extension antérieure. Comparée à la surface totale de la Suisse (41284,6 km²), la proportion des névés et glaciers de notre pays a diminué de 4,5% à 3,1%. Calculé sous forme de gain, ce «retrait du siècle» s'exprime par un accroissement correspondant des marges périglaciaires, c'est-à-dire de territoires libérés de l'emprise de la glace, dont l'ensemble dépasse tout de même la surface du demi-canton d'Obwald (490,6 km²).

Relative rareté des langues glaciaires de vallée

La topographie fort variée du milieu montagnard et les conditions pluviométriques, très changeantes d'une vallée à l'autre, expliquent



Photo: Regula Frauenfelder, UNI Zurich

La stabilité des glaciers suspendus a été analysée dans le cadre du projet national d'étude scientifique NFP31. Ils sont souvent gelés dans les bords, ce qui augmente leur stabilité

Glacier suspendu sur les flancs du Studerhorn, à 3000 m. Au premier plan, le glacier du Finsteraar

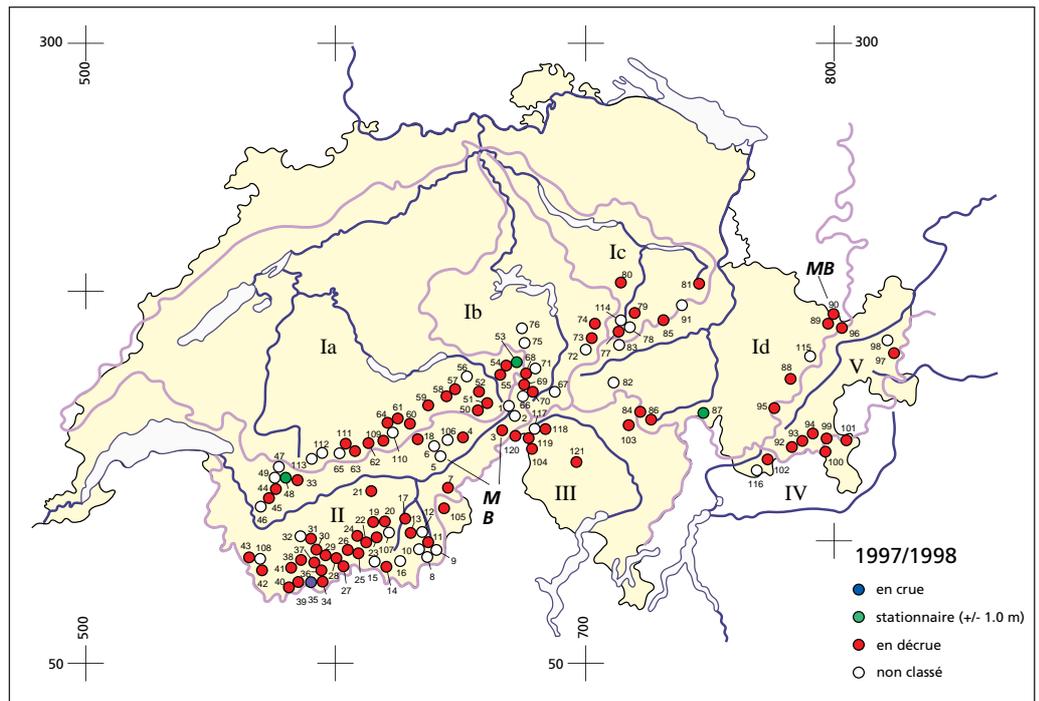


Figure 3 Variations de la longueur des glaciers des Alpes suisses en 1997/98 (données qualitatives)

Tableau 1:
Variations de longueur des glaciers des Alpes suisses en 1997/98

N°	Glacier	Variation [m]	N°	Glacier	Variation [m]	N°	Glacier	Variation [m]
Bassin du Rhône (II)			46	Martinet	n	79	Sulz	- 9
1	Rhône	n	47	Sex Rouge	?	80	Glärnisch	- 18,6
2	Mutt	n	48	Prapio	st	81	Pizol	- 9,7
3	Gries	- 22,4	49	Pierredar	n	114	Plattalva	n
4	Fiescher	- 66,3	106	Mittelaletsch	n	Bassin du Rhin (Id)		
5	Grosser Aletsch	n	107	Bis	n	82	Lavaz	n
6	Oberaletsch	n	108	Orny	n	83	Punteglias	n
7	Kaltwasser	- 27,3	Bassin de l'Aar (Ia)			84	Lenta	- 18
8	Tälliboden	n	50	Oberaar	- 32,9	85	Vorab	- 14,9
9	Ofental	n	51	Unteraar	- 94,0	86	Paradies	- 4,9
10	Schwarzberg	n	52	Gauli	- 13	87	Suretta	0
11	Allalin	- 140	53	Stein	- 1	88	Porchabella	- 16,4
12	Kessjen	n	54	Steinlimmi	- 27	89	Verstankla	- 8,5
13	Fee (Nord)	- 111,1	55	Trift (Gadmen)	- x	90	Silvretta	- 12,3
14	Gorner	- 43,4	56	Rosenlauri	n	91	Sardona	sn
15	Zmutt	n	57	Oberer Grindelwald	- 15 ca.	115	Scaletta	n
16	Findelen	n	58	Unterer Grindelwald	- x	Bassin de l'Inn (V)		
17	Ried	- 12,2	59	Eiger	- 23,2	92	Roseg	- 41,8
18	Lang	- 2	60	Tschingel	- 4,3	93	Tschierva	- 27,7
19	Turtmann	- 8,5	61	Gamchi	- 13,9	94	Morteratsch	- 6,5
20	Brunegg (Turtm. E)	- 12,5	62	Schwarz	- 7,7	95	Calderas	- 25,9
21	Bella Tola	- 8	63	Lämmern	- 16,3	96	Tiatscha	- 13
22	Zinal	- 30	64	Blümlisalp	- 16,4	97	Sesvenna	- 64
23	Moming	- 45	65	Rätzli	n	98	Lischana	n
24	Moiry	- 14	109	Alpetli	- 15,4	Bassin de l'Adda (IV)		
25	Ferpècle	- 34	110	Lötschberg	n	99	Cambrena	- 6
26	Mont Miné	- 15	111	Ammerten	- 3,3	100	Palü	- 11,1
27	Arolla (Mt. Collon)	- 5	112	Dungel	n	101	Paradisino (Campo)	- 10,5 ²
28	Tsidjiore Nouve	- 13	113	Gelten	n	102	Forno	- 19,3
29	Cheillon	- 11,6	Bassin de la Reuss (Ib)			116	Albigna	n
30	En Darrey	- 8	66	Tiefen	n	Bassin du Tessin (III)		
31	Grand Désert	- 29,6	67	Sankt Anna	n	103	Bresciana	- 28,6
32	Mont Fort (Tortin)	n	68	Kehlen	- 42,4	104	Basodino	- 8,7
33	Tsanfleuron	- 15	69	Rotfirm (Nord)	- 12,9	105	Rosboden	- 2,1
34	Otemma	- 21,5	70	Damma	- 8,3	117	Valleggia	n
35	Mont Durand	+ 6,6	71	Wallenbur	n	118	Val Torta	- 7,5
36	Breney	- 30,8	72	Brunni	n	119	Cavagnoli	- 22,5
37	Giéto	- 11,8	73	Hüfi	- 26,2	120	Corno	- 7
38	Corbassière	- 11,9	74	Griess	- 11,8	121	Crosolina	- 3
39	Valsorey	- 19	75	Firnalpeli (Ost)	n			
40	Tseudet	- 14	76	Griessen	n			
41	Boveyre	- 37 ²	Bassin de la Linth (Ic)					
42	Saleina	- 55	77	Biferten	- 9,6			
43	Trient	- 60	78	Limmern	n			
44	Paneyrosse	- 3,1						
45	Grand Plan Névé	- 3,5						

Abréviations

+	en crue	x	valeur non déterminée
st	stationnaire	sn	sous la neige
-	en décrue	?	résultat incertain
ca.	valeur approximative	n	non observé

Remarque: si la valeur indiquée

est valable pour un intervalle de plusieurs années, on a noté le nombre d'années comme suit:
-37² = recul de 37 m en deux ans

tout naturellement la grande irrégularité de la distribution des surfaces englacées des Alpes suisses. Cette diversité affecte aussi bien la répartition géographique des glaciers que leurs dimensions. Contrairement à l'idée générale suggérée par les manuels scolaires, le type classique d'appareil glaciaire occupant le fond d'une vallée n'est, de loin, pas le plus fréquent. Selon le classement des 2164 glaciers dénombrés en Suisse, il n'en existe que 53 de cette catégorie (2,4%). Ils sont suivis de ceux de

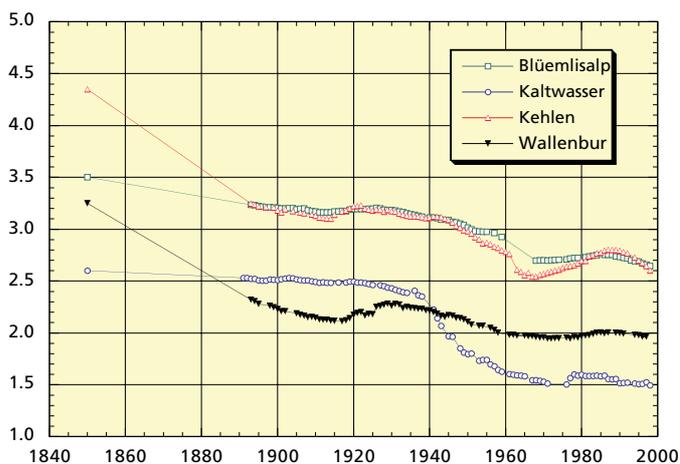
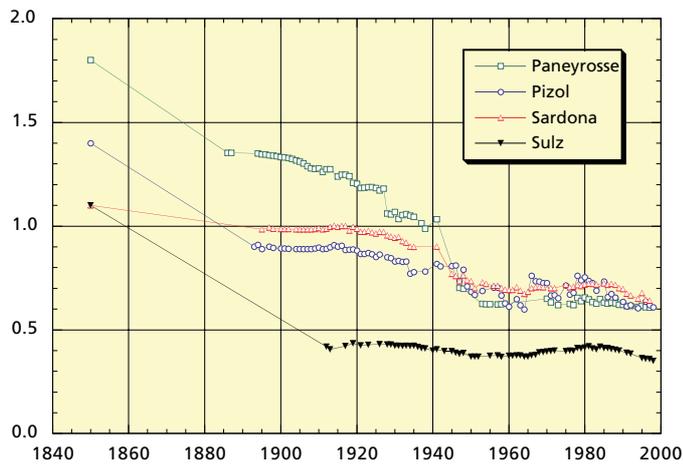
type alpin, de superficies plus réduites (374 ou 17,3%), puis de vestiges glaciaires encore plus petits (550, ou 25,9%), et, finalement, des névés de minuscules dimensions (1187 ou 54,9%). Toutefois, les quelques dizaines de glaciers de vallée constituent plus de la moitié de la surface glaciaire totale de la Suisse (51,2% des 1300 km² environ) et les trois quarts du volume total de la glace, estimé à 74 km³.

Tableau 2
Liste des glaciers du réseau de mesure classé selon leur longueur (valeurs «2000»); données supplémentaires de longueur et de surface

Source: Banque de données glaciologiques CH-INVGLAZ (1850 et 1973) et *Rapport annuel de la Commission glaciologique* (de 1973 à 1998)

Rang	Nom	N°	Longueur en 1850 [km]	Longueur en 1973 [km]	Longueur en 2000 [km]	Surface en 1973 [km ²]	Rang	Nom	N°	Longueur en 1850 [km]	Longueur en 1973 [km]	Longueur en 2000 [km]	Surface en 1973 [km ²]
1.	Grosser Aletsch	5	26,5	23,9	23,3	96,1	62.	Gamchi	61	3,5	2,8	2,8	1,8
2.	Fiescher	4	17,1	15,3	15,1	34,2	63.	Steinlimmi	54	4,2	2,8	2,7	2,3
3.	Gorner	14	15,9	13,5	12,9	59,7	64.	Boveyre	41	3,8	2,6	2,6	2,1
4.	Unteraar	51	14,5	12,9	12,4	29,5	65.	Kehlen	68	4,3	2,6	2,6	3,2
5.	Corbassière	38	12,9	10,2	10,2	18,3	66.	Blümlisalp	64	3,5	2,7	2,6	3,0
6.	Oberaletsch	6	10,4	9,1	8,9	22,8	67.	Eiger	59	3,5	2,6	2,5	2,1
7.	Unterer Grindelwald	58	9,9	8,3	8,3	20,8	68.	Lämmern	63	4,5	2,6	2,5	4,8
8.	Mont Miné	26	10,2	8,3	8,2	11,0	69.	Damma	70	3,2	2,4	2,5	5,1
9.	Otemma	34	10,6	8,7	8,0	17,5	70.	Ammerten	111	2,8	2,5	2,4	1,2
10.	Rhône	1	9,2	8,0	7,9	17,6	71.	Glärnisch	80	3,5	2,5	2,4	1,7
11.	Findelen	16	10,4	7,8	7,7	17,4	72.	Paradies	86	5,1	3,6	2,3	4,0
12.	Zinal	22	9,2	7,5	7,1	15,4	73.	Lenta	84	3,9	2,6	2,3	1,4
13.	Hüfi	73	9,2	7,1	7,0	13,6	74.	Rotfirn (Nord)	69	3,2	2,1	2,1	1,3
14.	Lang	18	8,6	6,9	6,7	10,1	75.	Porchabella	88	3,4	2,4	2,1	2,6
15.	Alpetli (Kander)	109	9,2	6,8	6,7	13,9	76.	Verstankla	89	2,7	2,1	2,1	1,3
16.	Morteratsch	94	8,9	7,0	6,7	16,4	77.	Wallenbur	71	3,2	1,9	2,1	1,7
17.	Ferpècle	25	9,3	6,6	6,6	9,8	78.	Lötschberg	110	2,8	2,1	2,1	0,9
18.	Oberer Grindelwald	57	7,5	6,7	6,5	9,5	79.	Tiatscha	96	3,5	2,0	2,1	2,1
19.	Zmutt	15	8,6	6,7	6,5	16,9	80.	En Darrey	30	3,1	2,1	2,0	1,9
20.	Saleina	42	7,8	6,5	6,4	8,6	81.	Grand Désert	31	3,6	2,2	1,9	1,9
21.	Allalin	11	7,7	6,5	6,3	9,9	82.	Martinets	46	2,4	1,9	1,9	0,6
22.	Gauli	52	9,2	6,5	6,3	17,7	83.	Dungel	112	2,8	1,9	1,9	1,4
23.	Ried	17	7,5	6,3	5,9	8,2	84.	Cavagnoli	119	2,8	2,0	1,9	1,4
24.	Mont Durand	35	7,2	5,9	5,8	7,6	85.	Cambrena	99	2,7	1,9	1,9	1,8
25.	Trift	55	7,5	5,8	5,7	16,6	86.	Mont Fort (Tortin)	32	2,7	2,1	1,8	1,1
26.	Forno	102	7,8	6,2	5,7	8,7	87.	Vorab	85	3,0	2,0	1,8	2,2
27.	Breney	36	8,0	6,0	5,6	10,0	88.	Kaltwasser	7	2,6	1,6	1,6	1,9
28.	Gries	3	7,6	5,7	5,4	6,2	89.	Calderas	95	2,7	1,8	1,6	1,2
29.	Turtmann	19	6,4	5,3	5,3	12,8	90.	Suretta	87	2,5	1,6	1,5	1,1
30.	Moiry	24	6,2	5,3	5,3	5,8	91.	Lavaz	82	3,3	2,1	1,5	1,8
31.	Fee-Nord	13	5,9	5,0	5,2	7,5	92.	Basodino	104	2,8	1,5	1,5	2,3
32.	Rosenloui	56	5,9	5,2	5,1	6,1	93.	Griess	74	3,2	1,6	1,4	0,9
33.	Mittelaletsch	106	6,7	5,4	5,1	8,3	94.	Plattalva	114	2,1	1,4	1,3	2,1
34.	Brunegg (Turtm.-E)	20	5,8	4,6	5,0	6,7	95.	Scaletta	115	1,8	1,2	1,2	0,7
35.	Tsidjiore Nouve	28	5,3	4,8	5,0	3,2	96.	Punteglias	83	2,2	1,4	1,2	1,0
36.	Rätzli	65	6,7	5,2	4,9	9,1	97.	Giessen	76	2,1	1,2	1,2	1,3
37.	Arolla (Mt. Collon)	27	7,0	4,8	4,8	13,2	98.	Mutt	2	1,8	1,0	1,1	0,6
38.	Oberaar	50	6,8	5,0	4,7	5,8	99.	Sesvenna	97	1,7	1,2	1,1	0,8
39.	Trient	43	6,2	4,9	4,7	6,4	100.	Paradisino (Campo)	101	1,6	1,1	1,1	0,5
40.	Tschierva	93	5,8	4,8	4,7	6,2	101.	Bresciana	103	2,5	1,1	1,0	0,8
41.	Giétro	37	4,8	4,5	4,5	5,9	102.	Paneyrosse	44	1,8	0,9	0,9	0,5
42.	Biferten	77	5,6	4,4	4,4	2,8	103.	Firnalpe	75	1,1	0,9	0,9	0,9
43.	Roseg	92	6,8	4,9	4,3	8,5	104.	Ofental	9	1,8	0,9	0,9	0,4
44.	Stein	53	5,3	4,2	4,1	6,1	105.	Sex Rouge	47	1,4	0,9	0,9	0,7
45.	Bis	107	4,3	4,0	4,0	4,7	106.	Valleggia	117	1,2	0,9	0,9	0,6
46.	Rossboden	105	4,2	3,9	4,0	1,9	107.	Pierredar	49	1,3	0,8	0,9	0,5
47.	Schwarzberg	10	6,0	3,8	3,8	6,1	108.	Lischana	98	1,3	0,9	0,9	0,2
48.	Palü	100	5,5	3,8	3,8	6,5	109.	Croslina	121	1,3	0,8	0,8	0,3
49.	Schwarz	62	4,6	4,0	3,8	1,6	110.	Kessjen	12	1,5	0,9	0,8	0,6
50.	Tschingel	60	5,8	3,6	3,7	6,2	111.	Corno	120	1,8	0,7	0,8	0,3
51.	Valsorey	39	5,1	3,8	3,6	2,4	112.	Prapio	48	1,0	0,8	0,8	0,3
52.	Albigna	116	5,0	3,7	3,6	3,5	113.	Sankt Anna	67	1,2	0,8	0,7	0,5
53.	Tsanfleuron	33	5,4	3,7	3,5	3,8	114.	Gelten	113	1,1	0,7	0,7	1,2
54.	Cheillon	29	5,3	3,7	3,3	4,6	115.	Tälliboden	8	1,5	0,8	0,7	0,3
55.	Moming	23	4,5	3,6	3,3	6,4	116.	Sardona	91	1,1	0,7	0,6	0,4
56.	Silvretta	90	4,7	3,3	3,2	3,3	117.	Pizol	81	1,4	0,6	0,6	0,2
57.	Limmern	78	4,1	3,1	3,1	2,1	118.	Val Torta	118	0,9	0,6	0,5	0,2
58.	Brunni	72	4,7	3,0	2,9	2,9	119.	Bella Tola	21	1,1	0,6	0,5	0,3
59.	Orny	108	3,3	2,9	2,9	1,6	120.	Sulz	79	1,1	0,4	0,4	0,2
60.	Tiefen	66	3,8	3,0	2,8	3,2	121.	Grand Plan Névé	45	0,9	0,3	0,3	0,2
61.	Tseudet	40	4,2	3,0	2,8	1,7							

4a) Glaciers très petits de moins de 1 km



4b) Petits glaciers entre 1 et 4,9 km

Diminution de la superficie du «type moyen» des glaciers suisses

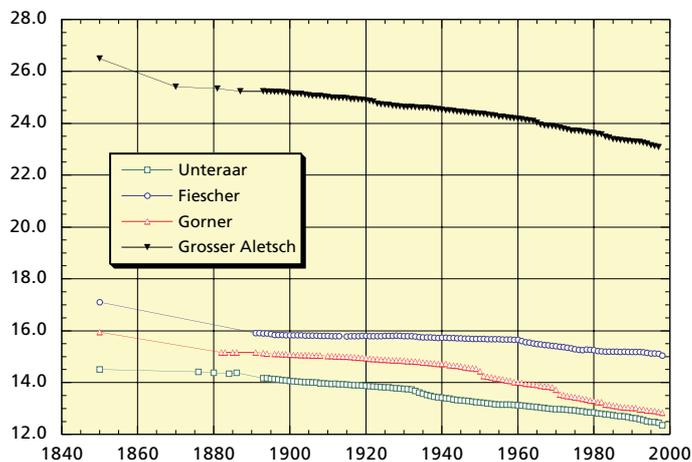
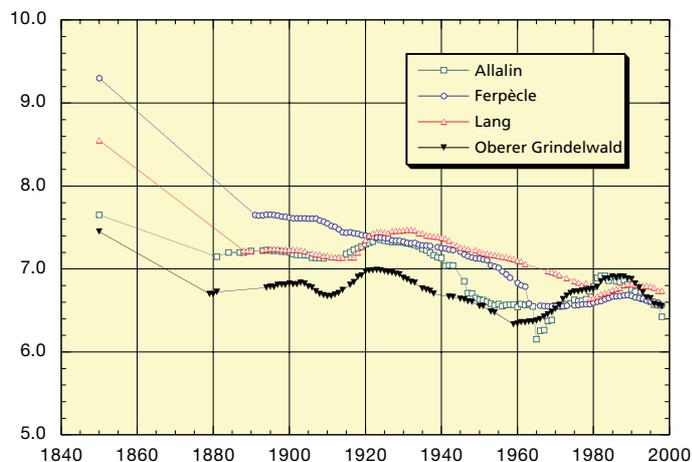
Au moment du stade maximal de 1850, le «type moyen» des glaciers suisses se caractérisait par une aire approximative de 1,1 km². Depuis lors, celle-ci a diminué de 0,3 km², soit de 27% environ. L'amplitude de la variation des valeurs individuelles couvrait alors une plage s'étalant de 0,009 km² à 105,6 km² (grand glacier d'Aletsch). Le névé le plus minuscule répertorié pour 1850 était donc 11000 fois plus petit que l'appareil glaciaire le plus étendu. Si l'on tient compte de la fonte totale de certains dépôts de glace encore présents en 1850, le relevé de 1973 présente un éventail de valeurs allant de 0,0 km² (glaciers disparus, diminution de 100%), à 96,1 km².

Le «type moyen» des glaciers suisses comparé à ceux du réseau

La carte de la figure 5 (p. 38) montre l'emplacement des glaciers du réseau suisse de mesure, que l'on groupe en quatre catégories selon leur longueur (a à d, cf. fig. 4, ci-dessus), en vue de l'interprétation des variations annuelles de leurs langues. La majorité des appareils glaciaires du réseau appartient à la classe B (longueur de 1 à 5 km), comprenant 67 glaciers, soit, grosso modo, 55% de l'ensemble. La classe A (moins d'un kilomètre) n'est représentée que par vingt minimas amas de glace (16,5%). Elle est donc nettement sous-représentée par rapport au

Figures 4a à 4d Variations annuelles (en km) de la longueur des glaciers attribués à différentes classes selon leur longueur de 1850:

4c) Grands glaciers alpins entre 5 et 10 km



4d) Grands glaciers de vallée de 10 km et plus

collectif des glaciers suisses. En revanche, les classes C et D comprennent tous les plus longs et les plus volumineux appareils glaciaires de notre pays, sans exception.

Conséquence de cette asymétrie dans la composition de l'échantillon, les glaciers du réseau de mesure sont forcément plus étendus. Le «type moyen» qui en découle présentait donc une superficie de 8 km² en 1850, soit plus de sept fois celle du «type moyen» national. Sa diminution de 1,4 km² à 3,9 km² correspond, en revanche, à une perte effective de 17,5% seulement. Cette disparité de comportement entre les glaciers suisses en général, et ceux du réseau en particulier, reflète directement le poids statistique trop important des grands et longs appareils glaciaires, qui présentent une moindre tendance au retrait.

Les «glaciers géants» dominent le spectre des longueurs

On a rangé dans le diagramme de la figure 6 (p. 39) les 121 glaciers du réseau de mesure par

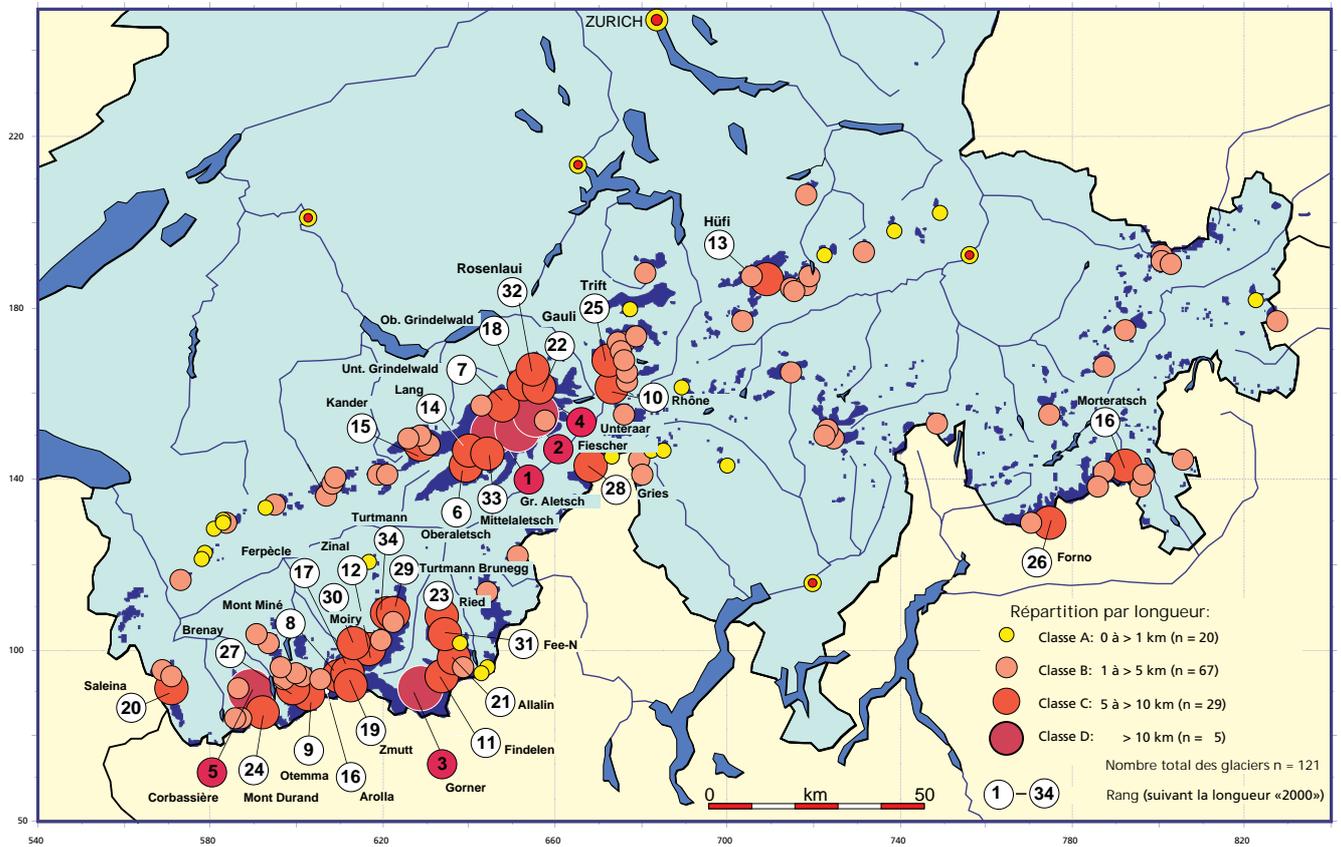


Figure 5
Carte de l'englacement des Alpes suisses, indiquant en outre la situation et le classement des 121 glaciers du réseau de mesure.

Les chiffres se rapportent aux rangs correspondants des 34 glaciers les plus longs (selon leur longueur «2000»)



Le glacier Festi, à côté de la cabane du Dom, se termine abruptement sur du rocher lisse. De la cabane,

on peut parfois observer la chute de petites quantités de glace

ordre décroissant de leur longueur actuelle (valeurs actualisées «2000», colonnes bleues). On a aussi reporté séparément les retraits survenus entre 1850 et 1973, ainsi que les variations observées entre 1973 et 1998. Cette évolution toute récente entre l'année de l'inventaire et maintenant (représenté par l'an «2000», par souci de simplification) découle du calcul des fluctuations, fondé sur les données disponibles du réseau de mesure (cf. tab. 2).

Les cinq «glaciers géants» de la classe D (plus de 10 km) dominent cet éventail des longueurs. A cet égard, le grand glacier d'Aletsch joue toujours le rôle de vedette (26,5 km en 1850; 23,95 km en

1973; 23,27 km en «2000»), précédant celui de Fiesch (17,1 km en 1850: 15,35 km en 1973 et 15,05 km en 1998) et ceux du Gorner (pourtant en deuxième position selon la surface), de l'Unteraar et de Corbassière. Les glaciers du réseau leur faisant suite dans cette échelle de valeurs se caractérisent tous par une tendance décroissante, étonnamment uniforme, de leur extension actuelle.

Les 121 glaciers du réseau ont presque tous subi un notable retrait entre 1973 et 1998 (maximum de 1320 mètres pour le glacier de Paradies, crue maximum de 412 mètres pour celui de Brunegg). La majorité d'entre eux, 93 pour être précis, ont subi une nette diminution de longueur tandis que, à notre étonnement, 18 langues glaciaires du réseau se sont allongées, contrairement à la tendance générale. Les dix glaciers restants n'ont presque pas bougé (moins d'un mètre dans un sens ou l'autre, les séries de mesures jusqu'en 1998 étant incomplètes pour certains). Les 121 glaciers du réseau (chiffre correspondant à 6% du nombre total des glaciers suisses) recouvrent 800 km² environ, soit un bon 60% de l'ensemble des surfaces englacées du pays (1300 km²) et leur volume, estimé à 62 km³, s'élève à presque 85% de la totalité des réserves de glace de la Suisse (74 km³). Les cinq plus vastes appareils glaciaires de la classe D constituent à eux seuls 30 km³ de glace, soit plus de 40% du volume total.

Longueur des glaciers et évolution du climat

La série de colonnes représentant les fluctuations des glaciers entre 1850 et 2000 révèle une corrélation directe entre l'importance des pertes mesurées

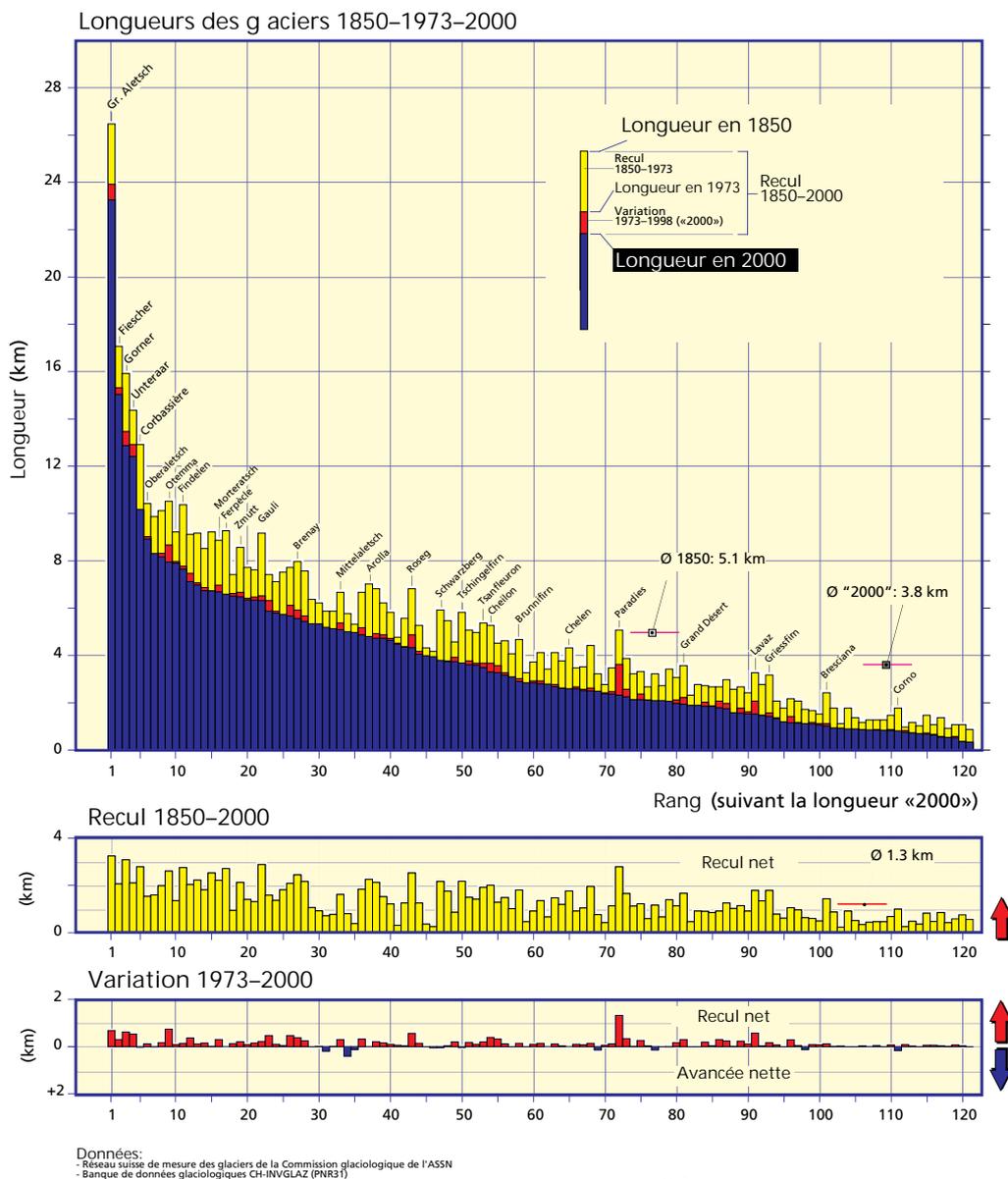


Figure 6
Longueurs et variations des glaciers du réseau suisse d'observation. Les glaciers sont classés en ordre décroissant de leur longueur «2000» (colonnes bleues)

et la longueur de leurs langues. En principe, les appareils glaciaires les plus étendus et les plus longs du réseau de mesure ont subi, en valeur absolue, les retraits les plus importants. Toutefois, si l'on compare ces raccourcissements à leurs dimensions de départ, on obtient des rapports nettement plus faibles que pour les glaciers plus petits. La juxtaposition des données de longueur correspondantes met cette constatation parfaitement en évidence. En dépit d'une dispersion étonnamment élevée des valeurs individuelles, la figure 7 (ci-contre) montre des pertes sensiblement plus élevées pour les glaciers de modestes dimensions du réseau que pour les autres (classe A: 43%; classe B: 31,7%). En effet, les longues langues glaciaires révèlent une tendance à des pertes moins sévères (classe C: 21,5%; classe D: 15,8%).

Cette relation, que l'on peut bien justifier du point de vue glaciologique, conforte l'hypothèse suivante: lors de futures phases de retrait (effet de serre), la réaction aux modifications du climat sera plus marquée et plus rapide pour le groupe des gla-

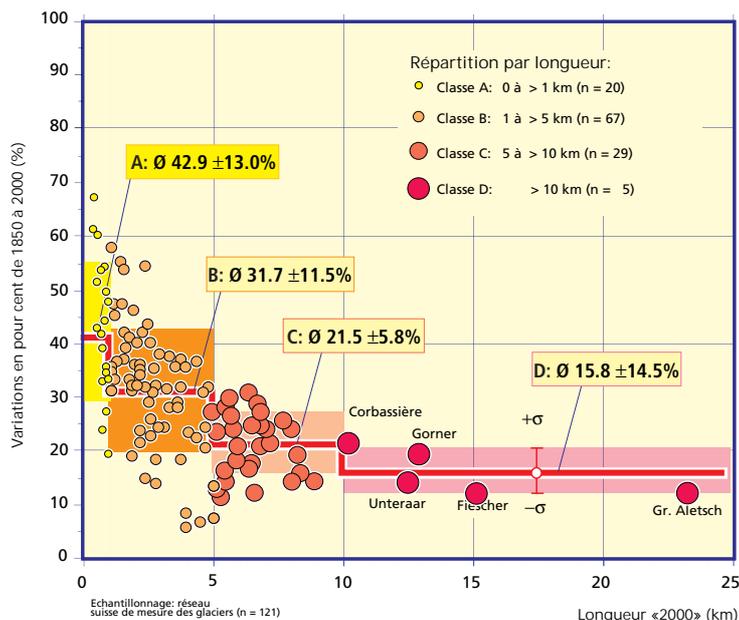


Figure 7
Corrélation entre la longueur des glaciers et le pourcentage de leur retrait durant la période 1850-2000. Les glaciers

sont classés selon leur longueur dans les quatre catégories A à D. La ligne continue montre les moyennes des diverses classes

ciers actuellement courts et petits que pour celui des langues glaciaires plus longues. En effet, ces dernières disposent, sous forme solide dans leurs zones d'alimentation respectives, de «capitaux de réserve» sensiblement plus importants. En revanche, pour les grands glaciers classiques (ceux du Rhône ou de Morteratsch notamment), qui figurent tous dans le réseau de mesure de la Commission glaciologique, une future décrue glaciaire accélérée se traduira par des changements de position nette-



Photos: Daniel Vonder Mühli



Mesures sur la langue du glacier de Corbassière (VS)

a) Un point fixe est inscrit dans la roche

b) La partie de la langue qui n'est pas accessible est d'abord estimée par goniométrie...



c) ... puis à l'aide d'un mètre à ruban

ment plus visibles et mesurables de l'extrémité de leurs langues. Ces modifications conduiront également à des altérations radicales du paysage environnant (cf. Maisch et al., 1993/99; SL 1999). Par conséquent, les grands et longs glaciers des classes B à D, particulièrement bien représentés dans le réseau de mesure, constituent d'excellents indicateurs pour l'observation de l'évolution climatique à long terme.

Marges périglaciaires

Depuis cent cinquante ans, des régions de plus en plus vastes se libèrent de l'emprise de la glace. Ces marges périglaciaires en pleine évolution sont des cas uniques au point de vue de la géographie physique; ces importants repères de morphologie glaciaire témoignent donc de l'évolution du climat en haute montagne. La mise sous protection durable de ces objets, dans le cadre d'un inventaire fédéral des marges périglaciaires et des plaines alluviales alpines (OFEFP 1999), devrait être une préoccupation de premier ordre pour tous les alpinistes soucieux de la nature.

Bibliographie

OFEFP éditeur (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage), «Marges périglaciaires et plaines alluviales alpines en tant que zones alluviales, Rapport technique», in *Cahiers de l'environnement*, No 305, Nature et paysage, 1999.

F. Müller, T. Cafilisch et G. Müller, «Firn und Eis der Schweizer Alpen», in *Gletscherinventar*, Zurich, EPF Zurich, 1976

M. Maisch, A. Wipf, B. Denneler et C. Benz, «Die Gletscher der Schweizer Alpen, Hoch 1850-Aktuelle Vergletscherung-Gletscherschwund-Szenarien», in *Rapport final PNR 31, projet N° 4031-033412*, Zurich, vdf Hochschulverlag AG, 1999.

M. Maisch, C. A. Burga et P. Fitze, *Lebendiges Gletschervorfeld, Von schwindenden Eisströmen, schuttreichen Moränenwällen und wagemutigen Pionierpflanzen im Vorfeld des Morteratschgletschers, Führer und Begleitbuch zum Gletscherlehrpfad Morteratsch*, 2^e édition complétée, Zurich, Institut de géographie de l'Université de Zurich et la commune de Pontresina, 1999.

Fondation suisse pour la protection et l'aménagement du paysage (FSPAP), *Naturpfad Gletsch, In fünf Schritten durch das Gletschervorfeld des Rhonegletschers*, Berne, FSPAP, 1999 ■

Traduit de l'allemand par Cyril Aubert