Zeitschrift: Mémoires de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles. Géologie et géographie = Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Freiburg. Geologie und Geographie

Herausgeber: Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

Band: 5 (1909)

Artikel: Revue de galciologie. Part 3, avril 1903 - 1er janvier 1907

Autor: Rabot, Charles

Kapitel: V: Observations sur les variations glaciaires faites dans les diverses parties du monde

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-306916

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 14.09.2025

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

CHAPITRE V

Observations sur les variations glaciaires faites dans les diverses parties du monde.

France. Suisse. Autriche. Italie. Norvège. Islande. Sibérie. Asie centrale. Himalaya. Afrique. Amérique du Nord. Cordilière des Andes. Nouvelle Zélande.

Il nous a paru utile de développer la partie relative aux observations sur les variations de longueur, afin de fournir une vue d'ensemble sur l'ampleur et les modalités de ce phénomène. Chaque valeur indiquée dans ce chapitre est en général accompagnée de l'indication de sa source bibliographique, pour permettre de retrouver facilement les documents originaux.

FRANCE

A. Alpes

I. Massif du Pelvoux.

L'histoire des variations des glaciers de ce massif n'ayant jamais été établi, il nous semble intéressant d'en présenter un résumé, d'ailleurs très incomplet, d'après divers documents récemment publiés.

Antérieurement à 1850 qui marque jusqu'ici le début de la période historique pour les glaciers du Pelvoux, le glacier Noir et le glacier Blanc auraient, pensent MM. G. Flusin et Ch. Jacob, éprouvé deux grandes crues d'égale amplitude [1]).

---

[1]) Charles Jacob et Georges Flusin, *Etude sur le glacier Noir et sur le glacier Blanc*, p. 37.

A 1800 ou 2000 m. du front actuel de ces appareils, dans la vallée ouverte au pied de leurs cirques, au delà d'un « plan des eaux » appelé le Pré de Mme Carle, se trouve une épaisse moraine dite de Fontfroide.

Ce Pré de Mme Carle, aujourd'hui une plage de cailloux et de blocs de tout calibre, était, à la fin du XVIe siècle, un alpage verdoyant, comme en témoignent des documents d'archives.

D'après nos confrères, la destruction de ce pâturage et sa transformation en une nappe de débris détritiques seraient l'œuvre, non point de la torrentialité, mais du passage de la glace. Comme la moraine de Fontfroide est très épaisse et couverte d'une végétation fort ancienne, MM. Flusin et Jacob admettent un long stationnement du glacier en cette localité et pour cela l'existence de deux crues. Une première crue, antérieure au XVIe siècle, « à une date très lointaine », aurait édifié cette moraine; la seconde, postérieure, serait survenue après que le Pré de Mme Carle, une première fois détruit, eut acquis de nouveau la verdure que les documents du XVIe siècle lui attribuent.

A notre avis l'existence de la première de ces crues est une pure hypothèse. La seconde est seule vraisemblable et se placerait soit à la fin du XVIe siècle, soit au commencement du XVIIIe.

A la première de ces deux dernières dates, les glaciers des Alpes ont, semble-t-il, subi une variation positive primaire (débâcle du Giétroz, en 1594), et, vers la seconde, d'après les mémoires des ingénieurs-géographes Bourcet (versions de 1731 et de 1743) et de Montannel (1777) [1], le glacier Noir paraît avoir éprouvé une crue. Ces documents rapportent qu'à la fin du XVIIe siècle ou au commencement du XVIIIe siècle le « col de la Grande Sagne » (le col de Coste Rouge, ou celui de la Temple des cartes actuelles),

---

[1]) Académie delphinale, *Documents inédits relatifs au Dauphiné*, 3e volume contenant la *Topographie militaire de la frontière des Alpes* par M. de Montannel. Grenoble, Allier, 1877, p. 100 et 520.

fréquenté auparavant par les indigènes pour se rendre de la Vallouise à Saint-Christophe en Oisans, aurait cessé d'être praticable à raison, des « éboulements des glaciers » suivant une des versions de Bourcet (1731), de leur « boulement » suivant une autre (1743). Bouler se dit d'un pigeon qu gonfle son jabot ; par conséquent boulement signifierait peut-être ici gonflement. Il est donc possible qu'une très forte crue du glacier Noir et du glacier Blanc se soit produite vers la fin du XVIIe siècle. A cet égard seule la découverte de pièces dans les archives permettra d'arriver à la certitude dans cette intéressante question de l'histoire glaciaire des Alpes françaises.

Donc la moraine de Fontfroide indique simplement l'existence d'une forte poussée en avant des glaciers à une époque indéterminée.

En 1850 ces deux appareils se trouvaient encore dans la vallée, en état de maximum ou à peu près, et, ils y sont demeurés jusque vers 1864-1866. Une moraine déposée à 800 m. et 1000 m. de leurs fronts actuels, un peu en amont du refuge Cézanne, marquerait cet apogée.

Le glacier d'Arsines, situé immédiatement au nord du glacier Blanc, est entouré d'une double enceinte morainique qui a été très bien étudiée par M. Pierre Lory [1]). La première, la plus rapprochée du front actuel du glacier, consiste en un énorme vallum ; le second comprend des bourrelets situés les uns en avant de cette première enceinte, les autres recouverts par ce dépôt. Ce dernier complexe, qui est gazonné et dont les blocs granitiques présentent très souvent une croute d'altération, est, d'après M. P. Lory, antérieur au XIXe siècle.

Peut-être est-il permis de considérer ce dépôt comme synchrone de la moraine de Fontfroide, tandis que le vallum daterait de la grande extension du début du XIXe siècle.

---

[1]) P. Lory, *Revision des feuilles de Grenoble et de Vizille,* in *Bull de la Carte géologique de France,* T. XVIII (1907-1908), mai 1908. Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1907.

En aval de ces moraines, s'en trouvent d'autres, dans un mauvais état de conservation certainement antérieures à la période historique.

De ces observations on ne peut inférer qu'une chose, c'est qu'antérieurement au XIXe siècle ces glaciers ont éprouvé une très forte progression.

Vers 1770-1780 les glaciers du Pelvoux étaient en décroissance [1]. A cette date commencait à se manifester dans le massif du Mont Blanc une poussée en avant, laquelle s'étendit ensuite aux autres régions des Alpes. On sait que les glaciers du Mont Blanc sont très précoces, tandis que ceux du Pelvoux retardent. La crue primaire de la première moitié du XIXe siècle s'est prolongée en Dauphiné jusque vers 1864-1866 et la crue secondaire de la fin de ce siècle n'a commencé dans ce massif que vers 1885, dix ans après son début dans la chaîne du Mont Blanc. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que dans le massif du Pelvoux la glaciation fut encore en décroissance, alors qu'elle était en voie d'augmentation au Mont Blanc.

Vers 1815 [2], la variation primaire positive de la première moitié du XIXe siècle s'est manifestée au Pelvoux. A cette époque le glacier Blanc et le glacier Noir étaient réunis par leurs extrémités inférieures et s'étendaient dans la vallée ouverte à leur pied jusqu'à l'emplacement actuel du refuge Cézanne où ils se terminaient par un haut et puissant escarpement.

A partir de 1864-1866 la décroissance a commencé. Depuis une dizaine d'années auparavant, déjà, d'autres appareils de la région reculaient, comme en témoigne une anecdote rapportée par M. David Martin et qui remonte à 1857.

---

[1]) David Martin, *Aperçu sur les travaux relatifs à la mise en observation des glaciers dauphinois* in *Bull. de la Société d'Etudes des Hautes-Alpes*. Gap. 1906, 2e trimestre, n° 18. (P. 12 du tirage à part.

[2]) *Ibid.* p. 14 du tirage à part.

« C'était raconte M. David Martin, pendant les travaux de la moisson. Un des moissonneurs signala tout à coup un point noir qu'il venait de discerner sur la face étincelante de blancheur du glacier en dôme qui se dresse à l'Est du Pic d'Olan et qui semble limiter de ce côté le Valgaudemar ».

«.....Çà, nous dit mon père, est un rocher que la fonte de la glace vient de mettre à découvert. Je ne l'avais jamais vu, mais mon pauvre père l'avait aperçu pendant quelques années » (vers 1770-1780) [1].

Cette anecdote est une nouvelle preuve à l'appui de notre opinion que, malgré quelques petits mouvements de sens contraire, la glaciation est demeurée en état de maximum de 1770 jusque vers le milieu du XIXe siècle.

De 1864-1866 jusqu'à 1902 le glacier Noir a toujours reculé ; il n'a pas subi, comme nous l'avons déjà indiqué, la crue secondaire de la fin du XIXe siècle.

Le glacier Blanc a, au contraire, éprouvé cette variation. Après avoir rétrogradé de 1864-1866 à 1885, il a fait, durant les dix années suivantes, une poussée de 200 à 300 mètres. — Ensuite, la décrue a repris. De 1899 à 1901 la perte en longeur du glacier Blanc a été de 40 m., soit 20 m. par an, et, de 1901 à 1904 de 67 m., soit de 22 m. par an, puis de 1904 à 1907, d'une quarantaine de mètres, soit de 13 m. environ par an.

La décrue ne se manifeste pas seulement par une régression de la langue, mais encore par un retrait des tributaires du cirque supérieur. Les névés aboutissant au col du glacier Blanc, par exemple, qui en 1898 se soudaient au glacier principal en sont séparés (1904) [2].

Sur le régime des autres glaciers du massif du Pelvoux

---

[1]) David Martin, *Loc. cit.* p. 11 du tirage à part.
[2]) David Martin, *Ibid.*

MM. Flusin, Jacob et Offner ont recueilli les intéressants renseignements suivants pour la période 1903-1907 : [1])

1° *Glaciers du cirque de la Mariande.* De 1870 à 89 environ régression ; ensuite vers 1890-1891 avance très sensible suivie d'un recul qui dure toujours (1903).

La représentation de ces glaciers donnée par la carte de l'Etat-Major au 80,000e ne correspond plus à la réalité. Au lieu d'une nappe d'un seul tenant figurée sur ce document existent deux nappes distinctes : à l'est, le glacier des Arias, à l'ouest celui de la Mariande, très attaqué.

2° *Glacier des Sellettes.* (Glacier de cirque). A participé à la crue de 1890-1891 ; depuis recul. En 1903 le front du glacier descendait moins bas qu'en 1884.

3° *Glaciers des Étançons et du Pavé.* En 1875 ces glaciers avaient subi une diminution considérable et étaient complètement individualisés. Depuis, augmentation jusque vers 1895, ensuite décrue. La décroissance n'a pas encore eu pour effet de ramener complètement les deux appareils à la situation de 1875 (1903).

3° *Cirque du Grand Vallon.* Le glacier qui occupait autrefois ce cirque est aujourd'hui scindé en deux morceaux. Depuis quarante ans en décrue ; elle est devenue particulièrement accentuée depuis 1899 (1903).

5° *Glaciers du Gioberney et du Lauzon.* En voie de disparition.

---

[1]) Flusin, Jacob et Offner, *Observations glaciaires dans le massif du Pelvoux recueillies en 1903*, in *Ann. de la Soc. des Touristes du Dauphiné*, XXIX, 1903, Grenoble, 1904, p. 165 ; *Observations glaciaires dans le massif du Pelvoux recueillies en août 1903 par MM. Flusin, Jacob et Offner, préparateurs à l'université de Grenoble.* Rapport adressé à la Commission française des Glaciers, rédigé par M. Charles Jacob, in *Bull. de Géographie historique et descriptive,* n° 1, 1906. Paris, Imprimerie nationale. Nous avons de plus consulté les rapports inédits adressés par M. G. Flusin à la direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles.

6° *Glaciers de Porteras et de la Grande Roche du Lauzon.* Ils ont presque complètement disparu depuis vingt ans. Dans le Valjouffrey comme dans le Valgaudemar la régression générale des appareils situés sur les versants sud s'accentue de plus en plus et prélude à leur extinction.

7° *Glacier du Chardon.* En recul depuis trente ans. Dans la partie moyenne des gonflements se sont manifestés à plusieurs reprises, principalement sur la rive droite, indiquant de légères augmentations d'alimentation, mais elles n'ont déterminé aucun allongement de la langue.

De 1899 à 1901 recul moyen annuel : $5^m,60$.
De 1901 à 1903 recul moyen annuel : $10^m,50$.
De 1903 à 1907 recul moyen annuel : $4^m,62$.

Pendant cette dernière période le recul a été extrêmement variable devant les différents repères placés devant le front. Ainsi de 1903 à 1907 il atteint $95^m,5$ sur la rive droite (soleil) et seulement $10^m,6$ sur la rive gauche (ombre).

8° *Glacier de la Pilate.* En 1899 un gonflement s'est manifesté sur le glacier, mais sans donner lieu à une poussée en avant.

La décrue de 1901 à 1903 peut être estimée à 14 m. ; elle avait été un peu plus forte entre 1899 et 1901. De 1903 à 1907 elle s'est aggravée et a atteint un total moyen de $54^m,54$, soit de $13^m,6$ par an.

9° *Glacier du Mont de Lans.* (Partie comprise entre la Roche-Mantel, le Jandri, le col de Puy-Salé, la pointe de Muretouse et Roche-Mantel). Depuis dix ans (1906) l'épaisseur de glace disparue au col de la Lauze est d'environ 40 m. — L'été très chaud de 1906 a activé la fusion ; dans la seconde quinzaine d'août elle atteignait $0^m,10$ par jour à l'altitude de 3200 m. — En 1907, au contraire, s'est manifesté un enneigement progressif très accusé. A la fin de l'été 1907, aux altitudes supérieures à 3200 m. il avait déterminé un gonflement des névés de $0^m,70$ au moins, par rapport à l'année précédente.

Sur le versant sud-est de la chaîne entre Valjouffrey

et Valgaudemar, M. David Martin [1]) signale la disparition de dix névés survenue de 1860 à 1906. et de huit sur le revers nord de la crête entre cette dernière vallée et celle de Molines-en-Champsaur. Dans le Val Champoléon de nombreux névés ont également complètement fondu, et les glaciers subi de profondes modifications. Ainsi celui situé sur le versant sud du Sirac, à l'ouest de cette cime, qui en 1871 était un glacier régénéré, est devenu une simple plaque reléguée dans une niche. Les glaciers de Crupillouze auraient disparu. Enfin, d'après les observations de M. Callot, professeur au lycée de Marseille, le glacier de Malcros (Chaillol), que l'édition de 1889 de la carte de l'État-Major au 80000e représente comme une nappe d'un seul tenant s'écoulant dans la combe de Navettes, a subi de notables modifications topographiques. L'apparition de crêtes rocheuses déterminée par la régression de la glaciation a, de 1886 à 1901, partagé ce glacier en deux nappes principales se déversant l'une dans la combe de Navettes, l'autre dans le Val Estrèche. Cette dernière s'est trouvée ensuite morcelée en quatre parties par l'émersion de trois arêtes précédemment recouvertes. D'autre part, sur le revers sud-est de la crête de Chaillol, de 1901 à 1906 le glacier de Tourond a diminué de moitié. Les eaux de fusion de cet appareil alimentent un canal d'irrigation ; à la suite de cette déglaciation, son débit s'est trouvé singulièrement réduit, et, pour compenser cette perte, les indigènes ont dû pousser plus loin leur canal, afin de recueillir le produit de la fusion de névés situés à une plus grande hauteur. Sur le versant sud du massif du Pelvoux où l'arrosage dans les vallées est indispensable, le recul de la glaciation a depuis une vingtaine d'années singulièrement affecté les intérêts matériels des montagnards.

---

[1]) Rapports adressés par M. David Martin à la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles du Ministère de l'Agriculture *(manuscrits)*.

II. Grandes Rousses.

Dans ce massif l'historique des variations glaciaires est pour ainsi dire complètement inconnu. On sait seulement que le glacier des Quirlies a atteint un maximum vers 1862-1867 [1], et, que vers 1891 il a éprouvé la variation positive secondaire survenue au cours de la grande régression actuelle. Le recul a ensuite repris, comme le montrent les observations faites en 1905 par MM. G. Flusin et Ch. Jacob [2] :

1° *Glacier des Quirlies.* De 1902 à 1905 la valeur du recul a été très variable dans les diverses parties du front, atteignant 13 m. à droite et s'abaissant à $2^{m},50$ à gauche. Le recul moyen total pendant cette période a été de 7 m., soit de $2^{m},30$ par an.

2° *Glacier du Grand Sablat.* De 1902 à 1905 recul : 12 m. à droite ; 25 m. à gauche. Donc recul moyen total : $12^{m},30$, et, recul moyen annuel : $4^{m},10$.

La déglaciation dans les Grandes Rousses se manifeste également par l'émergence d'arêtes rocheuses antérieurement recouvertes.

III. Tarentaise et Maurienne.

Avant d'exposer les observations accomplies pendant ces dernières années dans la Savoie méridionale, il nous parait également utile de présenter un résumé des variations glaciaires dans cette région, d'après les rares documents que nous possédons et qui sont restés éparpillés en divers recueils.

---

[1]) Prince Roland Bonaparte, *Les variations périodiques des glaciers français,* in *Ann. du Club Alpin Français.* XVIIIe vol. 1891, Paris, 1892. (P. 26 du tirage à part).

[2]) Charles Jacob, *Rapport préliminaire sur les travaux glaciaires en Dauphiné pendant l'été 1905*, in *La Géographie*, XIII, 6, 15 juin 1906, p. 438.

L'histoire des variations glaciaires dans la Savoie méridionale peut être ainsi résumée :

1° 1730, *Grande crue.* A cette date le glacier de Gébroulaz est en grand maximum, à l'apogée de sa puissance connue. Une mappe cadastrale, le plus ancien document concernant les variations glaciaires dans la Savoie méridionale, figure ce glacier comme s'étendant, en 1730, jusqu'au confluent de deux ruisseaux que la carte de l'État Major dessine en aval du chalet de Gébroulaz. La glace recouvrait alors l'emplacement actuel de ce chalet [1]) et s'étendait à 1422 m. en aval du point où elle s'arrêtait en 1879.

2° De 1730 à 1818. Régime inconnu.

3° Vers 1818 *Grande crue.* Sur ce phénomène il n'existe qu'un seul document, la relation de la débâcle engendrée en 1818 par le glacier de Lépénaz, découverte dans les archives par M. P. Mougin [2]). Dans les années antérieures à 1818 cet appareil, à la suite d'une forte crue, barra le vallon de la Glière ouvert à son pied. Derrière ce barrage les eaux formèrent un lac. En 1818 la digue s'étant rompue, une trombe d'eau ravagea la vallée.

4° De 1818 à 1850 les glaciers de la Savoie méridionale, du moins les deux d'entre eux sur le régime desquels on possède quelques indications, paraissent être demeurés très gros. En 1820 et 1826 le Lépenaz obstruait toujours la vallée de la Glière et des débacles se seraient produites si un canal d'écoulement n'avait été creusé. Une lettre de l'intendant de Moutiers à l'intendant général du duché de Savoie, sous la date du 3 juillet 1847, découverte également par M. P. Mougin et qu'il a l'amabilité de nous communiquer, montre qu'à cette date le glacier de Lépenaz

---

[1]) L. Borrel, *Retrait du glacier de Gébroulaz de 1730 à 1879,* in *Ann. du Club Alpin Français*, VIe année, 1879. Paris 1880, p. 678.

[2]) Paul Mougin, *La débâcle de Champagny,* in *Revue Alpine*, Lyon, XIIe année, n° 9. Sept. 1906.

était toujours menaçant. Ce document s'exprime ainsi : « De nouvelles chutes de glaciers étant venues intercepter ce passage (l'émissaire des lacs de la Glière) en grande partie et ayant encore fait élever les eaux du lac de plus de 1 mètre et demi, les craintes des habitants de la vallée sont devenues plus vives. »

D'autre part, en 1830, le glacier de Gébroulaz était encore presque en état de maximum. Une mappe cadastrale levée à cette date place l'extrémité inférieure de cet appareil à 320 m. seulement du point où il s'arrêtait en 1730 [1]).

5° De 1850 à 1864. *Grande crue.* Pendant cette période les glaciers de la Savoie méridionale paraissent avoir fait une nouvelle poussée en avant. A-t-elle été plus forte, aussi forte ou moins forte que celle du début du XIXe siècle, nous n'en savons rien. Les renseignements sont sur ce point contradictoires.

De ces rares documents il semble résulter que de 1730 à 1864 une variation primaire positive a affecté les glaciers de la Savoie méridionale. Les uns ont atteint leur apogée vers 1730, les autres en 1818, d'autres encore entre 1850-1864, et, suivant leurs tempéraments ils ont plus ou moins reculé lors des décrues secondaires survenues dans l'intervalle. En tous cas, dans la Savoie méridionale, du milieu du XVIIIe siècle et durant une partie du XIXe la glaciation a atteint une puissance considérable. Pendant cette période de petits glaciers ou des névés existaient aux abords de cols en dessous de 3000 m. lesquels ont aujourd'hui disparu. Ainsi, d'après l'ingénieur-géographe Brunet de l'Argentière, dans la première moitié du XVIIIe siècle le versant nord du col de la Leisse était garni par une « glacière », large de 200 pas [2]). Vers 1836 ce petit glacier

---

[1]) L. Borrel, *Loc. cit.*

[2]) W. A. B. Coolidge et H. Duhamel, *Le col de la Leisse et les Quecées de Tignes*, in *Revue alpine*, Lyon, XI, n° 10, 1er octobre 1905, p. 304.

ou névé subsistait encore [1]). Sa traversée demandait une demi-heure au plus et les mulets le franchissaient. Aujourd'hui le col de la Leisse est libre de neige, et, il l'était déjà en 1864, si on peut se fier aux indications de la carte au 80000e.

Une seconde indication de l'énorme extension de la glaciation à une époque récente est l'abondance relative des « glaciers morts ». Dans le massif de l'Albaron M. Paul Girardin en signale deux [2]), l'un logé dans le cirque du versant nord de l'Ouille du Midi (3057 m.), l'autre, celui de la Forclaz, sous la face septentrionale de la Pointe d'Andagne. Au fond de la vallée de Champagny existerait également, d'après M. P. Girardin, une sorte de « glacier mort », le glacier de Plantrin ou de Pramort, dont l'étendue ne serait pas inférieure à 100 ha. [3]) — Nul doute qu'une exploration attentive de la région n'augmente singulièrement ce nombre. Ces appareils sont, croyons-nous, les témoins de l'extension de la glaciation au XVIIIe siècle et pendant la première moitié du XIXe.

A quelle date a eu lieu le dernier maximum et a commencé ensuite la variation primaire négative qui dure toujours? Sur ce point les renseignements sont contradictoires.

M. P. Girardin place l'époque du second maximum du XIXe siècle tantôt en 1860 [4]), tantôt vers 1855-1856 [5]). D'après les renseignements recueillis par le prince Roland Bonaparte [6]) auprès des guides, les glaciers étaient encore très gros jusqu'en 1861. En 1878 Blanc le Greffier nous

---

[1]) W. A. B. Coolidge et H. Duhamel, *Loc. cit.*, p. 308.

[2]) Paul Girardin, *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne... (21 août-24 septembre 1903)*, p. 27 du tirage à part.

[3]) Paul Girardin. *Les glaciers de Savoie*, p. 22 du tirage à part.

[4]). P. Girardin, *Observations glaciaires en haute Maurienne.. dans l'été de 1902,* in *Ann. du Club Alpin Français.* XXIXe année. 1902. Paris 1903, p. 54 du tirage à part.

[5]) P. Girardin, *Les Glaciers de Savoie...* p. 26 et 28.

[6]) Prince Roland Bonaparte, *Loc. cit.*

a indiqué 1860 comme date du début du recul du glacier de la Source de l'Arc. La feuille de Bonneval de la carte de l'État Major au 40,000e a été levée en 1864 [1]; bien que ce document ne figure pas les glaciers avec un souci exagéré de l'exactitude, on peut cependant se fier à l'indication qu'elle donne de la position de l'extrémité inférieure du glacier des Sources de l'Arc laquelle descendait alors jusque dans la vallée. Or, cette carte arrête le glacier en arrière d'un petit lac morainique. Il y avait donc eu antérieurement à 1864 un recul à la suite duquelle cette nappe s'était formée. Par suite, dans la haute Maurienne en 1864 la glaciation était encore, dans son ensemble, dans un état voisin du maximum atteint au cours du XIXe siècle.

6° *Crue secondaire.* Au cours de la variation primaire négative qui occupe la seconde moitié du XIXe siècle et le début du XXe siècle, une crue secondaire s'est manifestée vers 1890 avec les caractères d'indécision caractéristique de ce phénomène. Sur cette poussée épisodique les renseignements précis font défaut jusqu'ici.

Pour un très petit nombre de glaciers de la Savoie méridionale on possède des mesures métriques de la valeur de leur recul pendant la seconde moitié du XIXe siècle ou pendant des fractions de cette période. Ce sont [2]:

1° *Glacier de Rhème-Golette.* De 1865 à 1903, perte de 980 m. en longueur et de 150 m. en hauteur.

2° *Glacier de la Source de l'Isère.* De 1863 à 1903 perte de 310 m.

---

[1]) Cette date du lever nous a été obligeamment fournie par le Service géographique de l'Armée. La feuille de Bonneval de l'édition au 40000e revisée en 1895 donne aux glaciers la même configuration et la même étendue que le 80000e. La principale modification que nous ayons observée sur le 40000e concerne le glacier des Évettes, et paraît avoir été empruntée au cadastre établi à cette date.

[2]) Paul Girardin, *Les Glaciers de Savoie*, (p. 26 du tirage à part).

3° *Glacier de Gébroulaz.* De 1830 à 1891 perte de 1380 m. [1]). La régression a été très irrégulière :

de 1830 à 1856	180 m.,	soit en moyenne 6m,92 par an
de 1856 à 1879	922 m.,	soit en moyenne 40 m. par an
de 1879 à 1891	278 m.,	soit en moyenne 23 m. par an

La décroissance a donc exercé ses effets princ palement de 1856 à 1879.

4° *Glacier de l'Arpont.* De 1870 à 1903, perte de 300m., d'après un indigène [2]).

5° *Glacier des Fours.* De 1891 à 1903 recul de 407 mètres [3]).

6° *Glacier des Évettes* [4]). Cet appareil a perdu 400 m. entre la date d'ailleurs inconnue de son maximum de la première moitié du XIXe siècle et 1905, dont seulement 40 depuis 1893 [5]). Ce recul de 400 m. s'est produit en quatre saccades marquées par le dépôt de quatre moraines principales situées respectivement à 400 m., 300 m., 200 — 150 mètres, et, 135 m. du front de 1905. La deuxième et la quatrième sont à peine distinctes, tandis que la première et la troisième ont gardé une très grande netteté et une continuité complète. En surface les pertes se chiffrent ainsi : depuis l'époque du dépôt de la moraine frontale la plus éloignée jusqu'en 1905, 19,87 ha. ; entre la formation de ce dépôt et celle de la troisième moraine 11,62 ha. ; enfin entre la date de cette dernière moraine et 1905, 8,25 ha. — Les Évettes couvrent une superficie de 575 ha. (de la Brosse). La perte

---

[1]) L. Borrel, *Loc. cit.*, et Prince Roland Bonaparte, *Les variations périodiques des glaciers français.* in *Ann. du Club Alpin Français*, vol. XVIII, 1891, Paris, 1892, p. 6 du tirage à part.

[2]) Paul Girardin, *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne... (21 août-24 septembre 1903)*, p. 20 du tirage part.

[3]) Paul Girardin, *Les glaciers de Savoie*, p. 26 du tirage à part.

[4]) Paul Girardin, *Le glacier des Évettes.* Toutes les valeurs métriques concernant cet appareil sont empruntées à ce mémoire.

[5]) D'après des repères placés en 1893 par le prince Roland Bonaparte.

survenue entre la date du maximum et 1905 est donc inférieure à un vingt-huitième de la superficie primitive, par conséquent très minime, si on la compare aux ablations précédemment citées.

M. P. Girardin suppose que la première moraine correspondrait au maximum de 1818, la seconde à celui de 1850-1860, la troisième à un stationnement survenu entre 1872-1874.

7° *Glacier des Sources de l'Arc.* Depuis l'époque de son dernier maximum vers 1860-1864 [1]) jusqu'en 1903, le recul a été de 1110 m. [2]) se décomposant ainsi : 500 m. du maximum à septembre 1878 [3]) et 610 m. de 1878 à 1903, dont seulement 70 m. entre 1894 et 1903.

De 1864 à 1903 le recul en hauteur de la langue terminale a été de 322 m., dont 62 à 82 m. de 1864 à 1878.

---

[1]) M. P. Girardin date de 1818 la moraine frontale actuelle extrême sur sa carte de 1903 (voir fig. XVI), alors que l'année précédente il plaçait à peu près en ce point la limite du glacier vers 1860. (cf. Paul Girardin, *Observations glaciaires en Haute-Maurienne, etc... dans l'été de 1902,* in *Ann. du Club Alpin Français.* XXIXe année, 1902. Paris 1903. p. 24 du tirage à part). Les raisons de ce changement de dates ne sont pas expliquées. En tout cas il est certain qu'en 1864 le glacier des Sources de l'Arc était encore presque en état de maximum se terminant un petit lac aujourd'hui desséché. sur la rive duquel se trouvait la moraine en question. Ce dépôt remonte peut-être à 1818, mais il n'en demeure pas moins certain que vers 1860-1864 le glacier a atteint cette moraine — par conséquent que le recul actuel doit être mesuré à partir de ce point.

A noter que sur la carte du glacier des Sources de l'Arc de 1903 (fig. XVI) M. Paul Girardin a donné une position inexacte au col de Girard. La situation exacte de ce col est indiquée sur la fig. VIII.

[2]) Paul Girardin, *les Glaciers de Savoie,* p. 26.

[3]) A cette date, d'après nos observations personnelles, le glacier des Sources de l'Arc se terminait au Sud du Vallon du Grand Fonds (fig. VIII), par une « superbe grotte plus belle que celle de l'Arveyron » écrivions-nous sur notre carnet. Quatre ans auparavant nous avions visité la « Mer de Glace » de Chamonix qui se terminait alors dans la vallée par un grandiose escarpement percé d'une caverne.

En 1864, date du lever de la feuille de Bonneval de l'État Major, le glacier se terminait à la côte 2188 m., en 1878 à 2250-2270, d'après nos observations barométriques calculées par le colonel Prudent.

Cette régression a eu pour effet d'amener la disparition de la langue de glace, longue de plus d'un kilomètre qui descendait du plateau sur lequel le glacier est établi dans la vallée de l'Arc.

Le lac devant lequel la carte de l'État Major au 80000e et même l'édition au 50000e « revisée » en 1895 arrêtent le glacier a disparu en 1872 ou 1873, d'après des renseignements qui nous ont été fournis en 1878.

Dans la Savoie méridionale la décrue primaire de la seconde moitié du XIXe siècle s'est traduite d'une manière très apparente dans le paysage. Durant ces cinquante dernières années du fait de la déglaciation l'aspect de la haute montagne a subi de profonds changements. Non seulement les langues terminales de plusieurs glaciers qui en 1864 s'étendaient dans les vallées ont disparu, mais encore dans les cirques supérieurs des crêtes précédemment couvertes, ont émergé et il en est résulté un morcellement des glaciers de plateau. Enfin, de petits appareils localisés vers la cote de 3000 m. ont entièrement ou presque entièrement fondu, de telle sorte que des montagnes précédemment tachées de neige et de glace en sont complètement débarrassées ou à peu près.

M. P. Girardin cite divers exemples de morcellement glaciaire déterminé par l'émersion de pointements rocheux.

Ainsi les glaciers des Roches et de Bezin-d'en-Bas réunis autrefois sont aujourd'hui séparés ; dans l'espace qu'ils ont abandonné existent maintenant quatre lacs. La formation de petites nappes morainiques est un autre résultat non moins remarquable de la décroissance de la glaciation.

Pareillement les glaciers des Sources de l'Arc et du Mulinet que la carte de l'État Major, même l'édition du 50000e revisée en 1895, représente comme formant une nappe d'un seul tenant, sont aujourd'hui presque dissociés.

« Entre les deux appareils il n'y a plus contact qu'en deux ou trois points et sur quelques mètres seulement ». La dissociation est survenue depuis 1878. A cette dernière date les glaciers du Mulinet et des Sources de l'Arc avaient encore la configuration que leur donne la carte de l'État Major ; le 4 septembre de cette année-là nous avons descendu en glissant la pente de glace qui unissait la première de ces nappes à la seconde. Ainsi, entre le pied de la Levanna et le Grand Méan, alors, qu'en 1864 et jusqu'en 1878 on ne voyait qu'un seul glacier de plateau, envoyant dans la vallée une longue langue terminale, il existe aujourd'hui deux appareils nettement individualisés et la langue terminale a disparu.

Sur le sommet du plateau glacé de la Vanoise, au Dôme de Chassefort (3597 m.). M. P. Girardin signale un autre exemple non moins remarquable de déglaciation. Il y a une quarantaine d'années, ce pointement rocheux ne mesurait qu'une superficie de 10 m² et était complètement entouré de glaciers ; aujourd'hui son étendue dans tous les sens n'est pas inférieure à 400 m. et il se trouve rattaché par une crête rocheuse à l'arête de l'Arpont, de telle sorte qu'en partant des granges de ce nom il est possible de gagner cette cîme sans mettre le pied sur la glace.

D'autre part, depuis 1860 la ligne des neiges s'est singulièrement relevée en Maurienne. M. P. Girardin évalue cette migration, pour la ligne climatique, de 145 à 208 m., soit au sixième du relèvement total (1100 à 1200 m.) qui, d'après les professeurs Penck et Brückner, se serait manifesté depuis la fin de la période glaciaire [1]). D'après M. P. Mougin, le relèvement serait beaucoup plus considérable, 350 m. en moyenne [2]). Comme base de calcul, ce savant forestier a pris la ligne des neiges fournie par l'altitude

---

[1]) P. Girardin, *Le glacier des Evettes*, p. 39.

[2]) P. Mougin, *L'altitude de la ligne des neiges et son relèvement actuel dans les Alpes de la Savoie*, in *Zeit. f. Gletscherkunde*, II, 4, 1908, p. 285.

de l'extrémité inférieure des glaciers. En 1864 cette ligne passait vers 2750 m., altitude d'un grand nombre de petits appareils (voir les feuilles du 80000e), et, en 1906, à 3100 mètres environ. Cette migration en hauteur a eu pour conséquence la disparition d'un certain nombre de petits glaciers isolés qui vers 1864 se trouvaient localisés entre 2760 m. et 3000 mètres.

La nécrologie glaciaire [1]) dressée par M. P. Mougin comprend dans le bassin de l'Isère : 1° la partie du glacier de Calabre qui descendait du col de Rhèmes jusqu'à 2700 mètres en 1864 ; 2° le glacier de la Masse au nord du col de Chavière, lequel est réduit aujourd'hui à de simples névés ; 3° celui compris entre la cîme de Caron (3149 m.) et la crête de la Vallée Etroite (2874 m.) ; 4° le glacier situé sur le versant nord-ouest de cette même vallée (ces deux derniers à l'extrémité ouest du massif de Polset). En Maurienne, sur la crête-frontière entre le Mont-Cenis et la pointe de Fréjus, M. P. Mougin signale la disparition du glacier logé sur le versant ouest de la cîme du Grand Vallon (3134 m.), et, celle de la Belle Plinier (3091 m.). Plus à l'ouest, le glacier de Valmeinier est devenu un simple névé et celui du Thabor est menacé d'un sort pareil. Enfin, au nord du Mont-Cenis, les glaciers du versant sud de la Levanna qui en 1879 descendaient jusqu'à la côte 3085, d'après nos observations barométriques, sont aujourd'hui « presque réduits à rien ». A cette liste de glaciers disparus ou en voie de disparition. M. P. Girardin ajoute le glacier situé sur le versant méridional du col d'Aussois.

---

[1]) P. Mougin, *Loc. cit.* p. 287 et suiv. —

Observations des variations dans la Savoie méridionale en 1903, 1904, 1905, 1906, 1907.

Les observations sont exécutées par M. Paul Mougin, inspecteur des Forêts, et par M. Paul Girardin, professeur à l'université de Fribourg.

Les opérations de M. P. Mougin, très complètes, consistent dans un lever annuel du front des appareils, avec, pour le glacier des Sources de l'Arc, un nivellement également annuel de deux profils en travers, afin de mesurer les variations d'épaisseur et celles de la vitesse annuelle d'écoulement.

Les observations de M. P. Girardin comportent simplement la mesure de la distance des fronts glaciaires aux repères.

Variations de l'enneigement. Pendant ces cinq dernières années l'enneigement a subi diverses alternatives. En 1902 un été froid ayant succédé à un hiver assez neigeux, il se produisit un enneigement progressif. Les glaciers restèrent couverts pendant la plus grande partie de l'année. Vers le 20 oût 1902 la neige descendait jusqu'à 2400 m. et à la fin de septembre elle s'établissait définitivement dans la région glacée [1]).

L'hiver 1902-1903 fut moins neigeux que le précédent (voir *supra* p. 10), et, l'été 1903, après avoir présenté des périodes de sécheresse et de fortes chaleurs coupées par une phase pluviaire, se termina dès le 10 septembre. Dans les premiers jours de ce mois le thermomètre à l'air libre s'était élevé à + 34 degrés, à 2500 m. d'altitude [2]). Aussi bien l'enneigement progressif signalé l'été précédent ne persista pas.

L'hiver 1903-1904 paraît avoir été plus neigeux que

---

[1]) Paul Girardin. *Rapport sur les observations glaciaires en Haute Maurienne..... dans l'été de 1902* (p. 8 du tirage à part).

[2]) Paul Girardin. *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne..... 21 août-24 septembre 1903* (p. 10 du tirage à part).

le précédent [1]), mais es chaleurs torrides de l'été 1904 déterminèrent une régression très caractérisée de l'enneigement.

Pendant l'hiver 1904-1905 les chutes de neige furent assez abondantes, puis l'été 1905 devenant en août froid et pluvieux, on constata de nouveau un léger enneigement progressif sur quelques glaciers (Sources de l'Arc, Arnès, Grande Motte).

Durant l'hiver 1905-1906, les précipitations neigeuses furent extrêmement copieuses (voir p. 10), mais par suite de la très haute température et de la sécheresse de l'été 1906 elles ne profitèrent pas aux glaciers, et, cette année là l'enneigement fut franchement regressif.

L'hiver 1906-1907 a été « très particulièrement long, neigeux et rigoureux. A partir du 10 décembre 1906 toute la Savoie a été couverte de neige et les précipitations se sont succédées jusqu'au début du mois de mai, et le sol a été couvert de neige pendant des périodes fort longues, variant de 3 à 6 mois au-dessus de 400 m. d'altitude » [2]). Aucun renseignement n'a été fourni sur l'état des neiges pendant l'été 1907.

I. Bassin de l'Arc.

1° *Glacier des Sources de l'Arc.* (Observations de M. P. Girardin). Du 28 août 1902 au 1er septembre 1903 [3]).

Recul à droite	$4^m,50$
Progression à gauche	$1^m,50$

---

[1]) Si dans les stations de vallée la quantité de neige tombée pendant l'hiver 1903-1904 est supérieure à celle observée durant celui de 1903-1902, les deux stations élevées de la Turra et du col de Sollières (voir plus haut p. 9) enregistrèrent des chutes moins copieuses.

[2]) M. P. Mougin, *État des chutes de neige survenues pendant l'hiver du 1 octobre 1906 — 31 mai 1907.* (Rapport autographié, non mis dans le commerce).

[3]) Paul Girardin, *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne, Vanoise et Tarentaise (21 août — 24 septembre 1903)*, (tirage à part, p. 10).

Huit jours plus tard, le 5 septembre, à la suite d'une période de grosses chaleurs le front du glacier s'allonge brusquement de $2^m,50$ à droite et de 4 m. à gauche, de telle sorte que le recul à droite par rapport à 1902 se réduit à 2 m. et que l'avancée à gauche s'élève à $5^m,50$ [1]).

(Observation de M. P. Mougin [2]). Du 24 août 1904 au 19 août 1905, recul de 10 m. à la bouche de sortie de l'Arc.

Sur un profil bleu tracé à 170 m. en amont du front, affaissement général, mais faible, $0^m,55$ au maximum.

Sur un profil rouge, à 637 m. en amont du front, affaissement régulier dans la partie nord ($1^m,43$ au maximum) et léger gonflement dans la partie sud ($1^m,14$ au maximum).

Du 19 août 1905 au 31 août 1906, recul de 15 m. à la bouche de sortie du torrent. Sur la rive droite recul de 4 à 8 m. —

Sur le profil bleu affaissement considérable variant de $1^m,75$ à $9^m,50$; sur le profil rouge fusion également très intense, particulièrement énergique près des moraines latérales ($4^m,5$ à gauche ; 6 m. à droite).

Du 31 août 1906 au 27 août 1907, à la bouche de sortie du torrent, recul variant de $14^m,30$ à $3^m,80$.

Sur le profil bleu affaissement général atteignant à gauche $11^m,25$; sur le profil rouge affaissement également général et très régulier sur toute la largeur du glacier ($1^m,50$ à 5 m.).

2° *Glacier du Mulinet* (glacier de plateau avec langue suspendue).

(Observation de M. P. Girardin). D'août 1902 au 23 septembre 1903 recul de 13 m. —

(Observations de M. P. Mougin). En 1905 le lobe septentrional qui seul a pu être mesuré, était en recul, sauf en un point où il y avait progrès de 40 m. Le lobe méri-

---

[1]) Paul Girardin, *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne, Vanoise et Tarentaise.*

[2]) D'après les rapports autographiés de M. P. Mougin, non mis dans le commerce.

dional qui est suspendu engendrait de fréquentes avalanches, indice d'activité.

2 septembre 1906. Recul très accusé ; dans la partie centrale il atteint 40 m. par rapport à 1905 ; dans la partie gauche, quoique une apophyse accuse une crue de 56 m. sur la position de l'année précédente, il y a également décrue.

Du 2 septembre 1906 au 25 août 1907, recul toujours très intense. Depuis 1904 le lobe septentrional accuse une régression de 135 m. au maximum et de 80^{m},8 au minimum ; par contre le lobe sud se trouve a 15^{m},2 en avant de son emplacement de 1904.

3° *Glacier du Grand-Méan.* (Glacier de plateau avec langue suspendue).

(Observation de M. P. Girardin). D'août 1902 au 23 septembre 1903, stationnaire.

(Observations de M. P. Mougin). Du 27 août 1904 au 21 septembre 1905, recul très faible dans la partie droite (1^{m},20), accentué dans la partie gauche (35^{m},80).

Du 21 septembre 1905 au 1er septembre 1906, régression très accusée. « Les sinuosités du front, peu apparentes en 1904, mieux précisées en 1905, se sont fortement accentuées. Au 1er septembre 1906, le front du glacier montrait trois lobes, celui de droite est en recul de 7 m. ; celui du centre de 14^{m},20 ; celui de gauche de 1^{m},7 à 2. Mais c'est surtout dans les sinus que l'ablation a été intense ; elle a été de 53 m. dans le sinus oriental et n'a pas été moindre de 57^{m},5 dans le sinus occidental ».

Du 1er septembre 1906 au 24 août 1907, continuation du recul. Le lobe central a rétrogradé de 16^{m},4 « et les deux sinus qui l'enservent ont une tendance à se rapprocher, ce qui pourrait en amener la chute » (P. Mougin).

4° *Glacier des Evettes.* (Glacier de vallée sur plateau. De 1902 à 1903 recul moyen devant quatre repères : 6^{m},35 ;

maximum à droite : 12m,70 ; au centre, stationnaire. (P. Girardin) [1]).

5° *Glacier du Vallonet.* De 1902 à 1904, recul de 23 mètres (P. Girardin) [2]).

6° *Glacier du Baounet.* Stationnaire de 1902 à 1903 (P. Girardin) [3]).

Du 26 août 1904 au 3 septembre 1906 recul de 54 m. environ (P. Mougin).

7° *Glacier d'Arnès.* (Observations de M. P. Mougin). Du 29 août 1904 au 23 août 1905, recul de 9m,23 ; du 23 août 1905 au 3 septembre 1906, recul de 10 m. (repère oriental), de 25 m. (repère central) et de 34 m. (repère occidental) ; du 3 septembre 1906 au 23 août 1907, recul de 10m,7 à la bouche de sortie du torrent, de 7m,2 à 11m,35 sur le bord droit exposé au midi ; faible variation sur le bord méridional du glacier mieux protégé du soleil.

8° *Glacier du Pelvoz.* (P. Girardin). De 1903 à 1905 regression de 36 m. — [4]).

II. Bassin de l'Isère

1° *Glacier des Fours.* (Glacier de plateau). De 1891 à 1903, régression de 307 m., soit de 25m,5 par an [5]).

De 1903 à 1904 recul de 20 m. [6]).

2° *Glacier de la Source de l'Isère* (glacier de la Galise, de la carte de l'Etat-Major). De 1891 à 1903 recul de 33m,20, soit de 2m,75 par an (P. Girardin) [7]).

---

[1]) *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne..... (21 août — 24 septembre 1903)*, p. 13.

[2]) *Explorations glaciaires accomplies en France pendant l'été 1904*, in *La Géographie,* XI, 6, 15 juin 1905, p. 439.

[3]) *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne..*, p. 17.

[4]) *Explorations glaciaires accomplies en France pendant l'été 1904*, in *Loc. cit.*, p. 440.

[5]) Paul Girardin, *Les Glaciers de Savoie,* p. 26 du tirage à part.

[6]) *Explorations glaciaires pendant l'été 1904*, in *Loc. cit.*, p. 440.

[7]) *Rapport sur les observations glaciaires en Maurienne...* (21 août — 24 septembre 1903), p. 26, et, *Les glaciers de Savoie*, p. 26.

Pour terminer, signalons une notice du guide Joseph Antoine Favre, de Pralognan, renfermant d'utiles renseignements descriptifs sur le recul des glaciers de a Vanoise et leur état en 1903 [1]).

En résumé, dans la Savoie méridionale le recul, toujours général, après avoir été particulièrement intense antérieurement à 1890, paraît s'atténuer. Toutes les langues terminales avancées dans les vallées sont aujourd'hui fondues, et l'effet de la déglaciation s'exerce principalement dans les parties supérieures mettant à nu des échines rocheuses qui fractionnent les glaciers ou des pointements qui diminuent leur surface. Les glaciers, en un mot, se recroquevillent.

III. Mont Blanc.

Renseignements rétrospectifs. Dans ce massif également la variation primaire négative en cours a entraîné la disparition de petits glaciers localisés vers la courbe 2850 m. — M. P. Mougin signale la fusion complète survenue depuis 1902 du petit glacier de Glière ou de Traversaille (chaîne des Aiguilles Rouges).

Dans un mémoire qu'il a bien voulu nous communiquer en manuscrit [2]), M. P. Mougin a établi la valeur métrique des diverses oscillations du glacier des Bossons de 1818 à 1904, d'après les mesures effectuées par Venance Payot [3]) en prenant comme base une croix érigée en 1818 sur la moraine que le glacier construisait à cette date et dont la position est connue.

Pendant cette période de quatre-vingt-six ans les oscillations des Bossons se résument ainsi :

---

[1]) *Observations sur les glaciers du massif de la Vanoise pendant l'été 1903*, in *Ann. du Club alpin français*, 30e vol., 1903. Paris, 1904.

[2]) Publié depuis dans la *Zeit. f. Gletscherkunde.* III, 2, déc. 1908, sous le titre de *Les Variations de longueur du glacier des Bossons (Vallée de Chamonix)* (avec une carte).

[3]) *Revue Savoisienne,* Annecy, années 1887, 1889, 1890, 1895.

Dates	*Progrès*	*Recul*	*Distances du front du glacier par rapport à la croix de 1818*
1818-1850		200 m.	
1850-1854	50 m.		150 m.
1854-1868		403 m.	
1868-1878		81 m.	634 m.
1878-1886	274 m.		319^{m},65
1886-1904		60 m.	602 m. (levé)

A la date du 10 juin 1904, le front des Bossons se trouvait donc à quelques mètres près dans la même situation qu'en 1878, c'est-à-dire, dans la même situation qu'avant la variation secondaire positive de la fin du XIXe siècle.

Observations en 1904, 1905, 1906 et 1907 [1]).

Les observations conduites par M. Mougin comprennent le ever annuel de la langue terminale, le nivellement de deux profils en travers et le calcul de la vitesse annuelle d'écoulement sur ces deux profils.

1° *Glacier de Bionnassay.* Du 9 juillet 1904 au 22 juin 1905, recul de 10 m. dans la partie centrale du front.

Du 22 juin 1905 au 28 juin 1906, recul également de 10 m. dans la partie centrale, et, de 22 m. dans la partie orientale; progression de 7 m. dans la partie ouest (à l'ombre).

Du 28 juin 1906 au 26 juin 1907, recul de 10 m. au maximum sur le front, et, de 15 m. sur le bord ouest ; au contraire, dans la partie nord-est du glacier, crue de 38 m. — Dans l'ensemble il y a léger avancement ; en 1907 le glacier couvre 1400 m^{2} de plus qu'en 1906.

Profil bleu, à 875 m. du front. Du 22 juin 1905 au 28 juin 1906, affaissement de 4^{m},50 au maximum sur 110 mètres de large vers la rive est, et, gonflement de 1^{m},75 sur une largeur de 270 m. vers la rive ouest. Il y a compensation entre les affaissements et les gonflements.

---

[1]) D'après les rapports manuscrits de M. P. Mougin. — Voir Commission internationale des Glaciers. *Rapports* XI et XII.

Du 28 juin 1906 au 26 juin 1907, affaissement général et formation d'un sillon large de 40 m. et profond de 12 m. à 200 m. de la rive est.

Profil rouge, à 400 m. en amont du front. Du 22 juin 1905 au 28 juin 1906, gonflement de 3 m. sur la rive est, et affaissement d'égale importance vers la rive ouest. La résultante est un léger affaissement.

Du 28 juin 1906 au 26 juin 1907, vers la rive est, gonflement très marqué atteignant de 3 à 5 m., sur une largeur de 234 m., et, affaissement de $4^{m},50$ au maximum sur 71 m. de large, le long de la rive droite (est).

2° *Glacier des Bossons.* Du 18 juin 1904 au 8 juin 1905 recul de 13 m. dans la partie centrale du front et de 20 m. sur la rive gauche (sud) ; en revanche, progrès de 15 m. sur la rive droite (nord).

Du 8 juin 1905 au 3 juin 1906, recul de 18 m. dans la partie centrale. Le progrès de la rive droite signalé l'année précédente se précise et s'élève à 16 m., en même temps sur la rive gauche se manifeste une légère poussée.

Du 28 juin 1906 au 21 juin 1907, maximum de la régression sur le front: 20 m. et perte de 44 m. dans la partie nord-est.

Profil bleu (à 370 m. en amont du front). Du 8 juin 1905 au 3 juin 1906, gonflement très accusé dans toute la largeur du glacier, principalement vers la moraine méridionale où il atteint $14^{m},50$.

Du 3 juin 1906 au 21 juin 1907 affaissement général ; il atteint vers la rive sud $15^{m},75$ par rapport à 1904.

Profil rouge (à 150 m. du front). Du 8 juin 1905 au 3 juin 1906 affaissement. Du 3 juin 1906 au 21 juin 1907 affaissement considérable ; il atteint 10 m. sur une largeur de plus de 100 m. dans la partie médiane du glacier.

Ainsi donc, conclut M. P. Mougin, « la légère crue observée en 1905 et 1906 a pris fin : ce n'était sans doute qu'une simple vague de place, comme celle du glacier de Bionnassay, dont la chaleur et la sécheresse exceptionnelles

de l'été 1906, particulièrement sensibles à la faible altitude de la langue terminale (1220 m.), ont amené la fusion complète. »

3° *Glacier de l'Argentière.* Du 30 mai 1904 au 15 juin 1905, recul de 22 m. à la bouche de sortie du torrent.

Du 15 juin 1905 au 7 juin 1906, recul de 33 m. et diminution très notable de la partie droite de la langue terminale sur une longueur de 140 m. environ.

Du 7 juin 1906 au 14 juin 1907, recul de 27 m. sur le front, de 20m,2 sur la rive droite (nord), et, de 8 m. sur la rive gauche (sud).

Profil rouge (à 1484 m. en amont du front). Du 15 juin 1905 au 7 juin 1906 renflement sur la rive droite, mais ablation considérable, sur une largeur de 392 m., vers la rive gauche. L'affaissement l'emporte de beaucoup sur le gonflement.

Du 7 juin 1906 au 14 juin 1907, affaissement, à droite, de 11 m. au maximum, sur une largeur de 120 m. ; léger gonflement au centre.

Profil bleu (à 607 m. en amont du front). Du 15 juin 1905 au 7 juin 1906, gonflement, à droite, sur 170 m. de large; légère diminution au centre et sur la rive gauche. « La résultante est une augmentation quatre fois et demie plus importante que la diminution » (P. Mougin).

Du 7 juin 1906 au 14 juin 1907, affaissement : à droite, il atteint 11 m. au maximum, sur une largeur de 120 m. ; léger gonflement dans la partie médiane.

Ainsi le glacier de l'Argentière a, comme ceux de Bionnassay et des Bossons, éprouvé un léger mouvement de crue indiqué par le passage d'une onde de glace sur le profil bleu le 7 juin 1906, mais la température élevée de 1906 a, suivant toutes probabilités, fondu en route cet apport de glace, et, le front n'a point progressé.

Le fait important qui se dégage des excellentes observations de M. P. Mougin, c'est la production d'une toute petite crue qui s'est manifestée de 1904 à 1907 sur les glaciers de Bionnassay et des Bossons. Sur le premier elle

s'est traduite par une poussée totale de 45 m. dans une partie du front, et sur le second par une avancée totale de 31 m. également dans une partie du front. Pareillement dans le régime des glaciers des Alpes orientales (voir plus loin) pendant la période 1904-1907 se sont produites de semblables petites crues.

En présence de ces observations la loi de longue périodicité formulée par le professeur Forel paraît peut-être un peu absolue.

B. Pyrénées.

Les observations glaciaires dans les Pyrénées sont poursuivies par les soins de la direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles du ministère de l'Agriculture.

Sur les variations de la glaciation dans cette chaîne on ne possède aucun renseignement antérieurement à la première moitié du XIXe siècle. Cette ignorance est la conséquence de la situation des glaciers. Logés dans des cirques élevés, ils n'ont jamais affecté les intérêts des montagnards ; par suite leurs crues n'ont point été mentionnées dans des documents.

I. Massif du Vignemale.

Malgré de très abondantes chutes de neige pendant l'hiver 1903-1904, l'enneigement a été régressif durant l'été 1904 par suite de la haute température de cette saison. Dès la fin de juillet la glace était partout à vif sur le glacier des Oulettes, sauf sur une petite bande au pied des parois du Vignemale, par conséquent à l'ombre [1]).

L'biver 1904-1905 fut peu neigeux et l'été suivant marqué par une aggravation de la régression de l'enneigement. Pendant l'hiver 1905-1906, au contraire, se produi-

---

[1]) L. Gaurier. *Observations glaciaires faites au Vignemale*, in Ministère de l'Agriculture. *Annales*. Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles. Comité d'Etudes scientifiques. Fasc. 33. Paris, 1905, p. 212 (nombreuses planches).

sirent de très copieuses chutes de neige ; malgré les chaleurs de l'été 1906 elles ont abouti à un accroissement de l'enneigement ; le glacier d'Ossoue a augmenté de 2 m. en épaisseur à l'altitude de 3200 m. En 1907 cette situation s'est précisée [1]).

1° *Glacier des Oulettes.* En 1904, date à laquelle M. L. Gaurier a commencé ses observations régulières dans le massif du Vignemale, ce glacier était séparé de celui du Petit-Vignemale par un espace découvert, large de 100 m., alors qu'en 1888 les deux appareils étaient unis.

Une cheminée ouverte dans la haute falaise rocheuse qui enferme au sud le glacier des Oulettes et qui en 1889 était du haut en bas couverte de glace, en était dépourvue en 1905 dans toute sa partie inférieure.

De 1892 à 1904 recul total de 140 m. devant un repère, soit de 10 m. par an [2]), et de 1892 à 1905 recul total de 120 m., soit de 9 m. par an, devant un second repère.

De 1904 à 1905 recul de 1 m. et de 30 m. devant le lobe occidental, de 5 m. devant le lobe oriental.

Le recul considérable de 30 m. s'explique par le peu d'épaisseur de la glace.

De 1905 au 29 août 1906, stationnaire.

Du 29 août 1906 au 2 août 1907, stationnaire [3]).

2° *Glacier du Petit Vignemale.* De 1904 à 1905 stationnaire ; pareillement de 1905 au 29 août 1906 et du 29 août 1906 au 2 août 1907. A cette dernière date trois flaques de neige unissent même cet appareil à celui des Oulettes.

3° *Glacier d'Ossoue* (le plus important du groupe). De 1889 à 1894 la région située à 3200 m. a subi un gonflement, néanmoins le front n'a pas progressé.

---

[1]) Rapports manuscrits de M. L. Gaurier.

[2]) L. Gaurier, *Observations glaciaires faites au Vignemale*, p. 220.

[3]) Rapports manuscrits de M. L. Gaurier.

De 1904 à 1905 recul de 30 m. et de 23 m. dans la partie nord du front, de 2 m. dans la partie sud [1]).

De 1905 au 28 septembre 1906 stationnaire; de même en 1907 [2]).

II. Massif du Mont-Perdu [3]).

Glacier du Taillon. De 1893 à 1906 recul total : 160 m., soit 12 m. par an [4]).

De 1906 à 1907 stationnaire [5]).

III. Massif du Néouvieille.

1° *Glacier du Pic de Ramougn* ou *glacier de l'Est.* La carte de Michelier [6]) donne à cet appareil en 1855 une longueur de 1200 m. environ ; en 1905. d'après les mesures très précises effectuées par MM. Eydoux et Maury, il n'avait plus que 300 m. [7]). En cinquante ans il aurait donc subi une réduction des trois quarts.

2° *Glacier de la Brèche de Chausenque.* Ce glacier semble avoir moins souffert que le précédent. En 1855, d'après la carte Michelier, sa longueur aurait été de 1400 m. environ ; en 1905 elle était encore de 700 m. [8]) ; donc réduction de moitié seulement.

---

[1]) Rapports manuscrits de M. L. Gaurier.

[2]) *Ibid.*

[3]) M. Gaurier dans son rapport de 1906 donne les surfaces suivantes de quatre des glaciers du cirque de Gavarnie : Gl. du Casque, 3 ha. ; Gl. de la Brèche, 11 ha. ; Gl. de la Fausse-Brèche, 2 ha. ; Gl. du Taillon, 31 ha. ; soit au total 47 ha. (Mesures prises au décamètre).

[4]) Rapports manuscrits de M. L. Gaurier.

[5]) *Ibid.*

[6]) Michelier, *Etude sur les variations des glaciers des Pyrénées*, in *Ann. du Bureau central Météorologique de France.* Année 1885. I. Paris, 1887, Pl. B. 10.

[7]) D. Eydoux et L. Maury, *Note sur les levers exécutés dans les Pyrénées centrales de 1899 à 1905.*

[8]) *Ibid.*

IV. Massif du Pic-Long.

Glacier du Pays Baché [1]).

	Retrait total	*Retrait annuel*
De 1856 à 1869	25 m.	$1^m,90$
De 1869 à 1883 [2])	95 m.	$6^m,80$
De 1883 à 1906 [3])	90 m.	$4^m,10$

Dans les Pyrénées comme dans les Alpes la grande régression de la seconde moitié du XIXe siècle a entraîné la disparition de petits appareils et le morcellement de nappes diverses. Ainsi M. Gaurier signale la fusion complète du glacier ouest du Pic d'Enfer survenue depuis 1867 (Pyrénées espagnoles, bassin du Rio de Pundillos). Egalement dans les massifs glaciaires situés dans les bassins du Gave de Pau et de la Neste la tendance est à la disparition [4]). Il y a quarante ans, une nappe de glace d'un seul tenant s'étendait sur le versant nord de la crête-frontière, des Gourgs-Blancs au Sacroux, du vallon le plus oriental du bassin de la Neste à l'extrémité supérieure de la vallée du Lys (Bagnères de Luchon); elle mesurait une longueur de 12 km. — Aujourd'hui, d'après M. Belloc, il n'en subsiste plus que des plaques isolées, localisées dans des cirques [5]). Enfin, sur les crêtes du bassin du lac d'Orédon plusieurs névés et plaques de glace ont disparu [6]).

Ainsi dans les Pyrénées, la glaciation a éprouvé les mêmes vicissitudes que dans les Alpes : après le milieu du

---

[1]) D. Eydoux et L. Maury, *Les glaciers orientaux du Pic Long*, in *La Géographie*, XVI, I, 15 juillet 1907, p. 6.

[2]) Le recul du glacier de 1856 à 1869 et de 1869 à 1883 est emprunté à Michelier, *Etude sur les variations des glaciers des Pyrénées*.

[3]) L'augmentation de ce glacier signalée par M. Belloc entre 1883 et 1904 (*Explorations glaciaires accomplies en France pendant l'été 1904* in *La Géograyhie*, XI, 6, p. 445) ne s'est donc pas produite.

[4]) D. Eydoux et L. Maury, *Note sur les levers...*

[5]) Comm. intern. des Glaciers. *XIe Rapport*, 1905, p. 11.

[6]) Belloc, *Mémoire sur la mise en observation des glaciers de Néoubieille*, in *Loc. cit.*, p. 238.

XIXe siècle une décrue considérable, ensuite vers 1889-1894, une petite crue qui s'est manifestée par un gonflement des névés supérieurs lequel n'a pas abouti à un allongement des langues terminales; enfin, après cette manifestation une reprise de la régression. Au cours de cette troisième période, d'après les observations de MM. Eydoux et Maury au glacier du Pays Baché, comme en Dauphiné et dans la Savoie méridionale le recul n'aurait pas été aussi actif que dans la première. Actuellement un enneigement progressif se manifeste.

SUISSE

En Suisse les observations comportent seulement la mesure des oscillations des fronts glaciaires et sont exécutées par les agents du Service des Forêts. Elles sont publiées chaque année dans les admirables rapports sur les *Variations périodiques des glaciers des Alpes suisses* dus aux professeurs F.-A. Forel et Lugeon et à M. Muret, dont il serait oiseux de faire ici l'éloge. De plus, sous les auspices de la Commission des glaciers de la Société helvétique des Sciences naturelles et du Club alpin suisse, par les soins du Bureau topographique fédéral, il est procédé, depuis trente-quatre ans, sur le glacier du Rhône à la mesure des variations du front en longueur et en superficie, de la vitesse d'écoulement et de l'épaisseur du glacier sur différents profils. Les résultats sont publiés dans le *Bericht der Gletscherkommission (Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)*

Documenls restropectifs sur le régime des glaciers. Le Dr H. Dübi a publié une intéressante notice sur les variations des deux glaciers de Grindelwald au XVIIe et au XVIIIe siècle [1]). Comme on le sait déjà, en 1600 ces appareils

[1]) Dr Heinrich Dübi (Bern), *Zwei Beschwörungen des Grindelwaldgletscher im XVIII Jahrhundert*, in *Sonntagsblatt des Bund.* Berne, n° 12 et 13, 25 mars et 1 avril 1906.

étaient en très forte crue ; à partir en 1602, ils reculèrent, toutefois vers 1642 ils étaient encore assez gros. En 1703, eut lieu une seconde crue, également très puissante, qui persista jusqu'en 1720. Une lettre adressée par Sir Horace Mann, à Abauzit et que le Dr Dübi a découverte dans les œuvres de ce savant Genevois (T. II. p. 174, Amsterdam, 1783) renferme de curieux renseignements sur cette variation positive : « Les deux glacières, en descendant, sont reserrées de chaque côté par des bois de sapins assez florissants, et aboutissant à de bonnes prairies d'où elles sont un peu reculées depuis trois ans, allant en diminuant chaque année. Jusqu'à ce temps elles s'étoient toujours augmentées. Elles s'étoient étendues de tous côtés, en repoussant les bois et couvrant les prés, sans gâter pourtant les herbes les plus proches auxquelles elles ne touchoient pas ; peu à peu on est parvenu à tenir un pied sur la glace, et à y recueillir des fraises.

«...L'endroit d'où les glacières se sont retirées, paroît sec, stérile, assez semblable au rivage de la mer, quand la marée revient de la quitter. Les paysans prétendent que la diminution et l'accroissement de cette glace sont périodiques ; cependant ils ne sont pas d'accord sur la durée de ces périodes. Les uns donnent sept ans à l'accroissement, sept autres à la diminution ; les autres, au lieu de sept ans en donnent quartorze.

« Au reste la chaleur la plus grande n'a point d'effet sur ces glaces, ainsi que je m'en suis convaincu en me promenant tout près sur la terre qui alors même étoit en poussière. Elles ne s'étendirent jamais davantage que dans les fortes chaleurs de l'été de 1719. Elles firent alors une telle peur aux Paysans, que se voyant près de perdre leurs belles prairies, ils vinrent demander au Baillif d'Interlaken la permission de se servir d'une personne du pays de Vaud, qui, dit-on, avait le secret de faire reculer les glaces. »

D'après ces renseignements, il est évident que la crue du début du XVIIIe siècle des glaciers de Grindelwald a eu les caractères d'une invasion de la glaciation. Ce phé-

nomène frappa si fort les indigènes qu'un siècle plus tard le souvenir de cet événement était demeuré vivant dans la vallée.

En 1768 une troisième crue commença à se manifester et en 1777 les deux glaciers étaient très étendus. Toutefois d'après Besson [1]), à cette date le glacier supérieur n'avait pas les dimensions qu'il possédait au commencement du XVIIIe siècle.

Sur les variations du glacier d'Hüfi, l'excellent mémoire du Dr Voskule renferme de précieux renseignements.

En 1760 cet appareil éprouva une très forte crue et détruisit trois chalets. « Elle se prolongea, comme pour les autres glaciers du canton d'Uri, jusqu'en 1824. » [2]). La partie inférieure du glacier s'élevait alors de 80 à 100 m. au-dessus du niveau qu'elle avait en 1871, date à laquelle l'Hüfi était encore très gros.

Ensuite de 1825 à 1830, légère décrue, puis de 1834 à 1850 crue. En 1850 le glacier paraît avoir atteint de très grandes dimensions. En tout cas, pendant quatre-vingt-dix ans, il semble avoir été en état de maximum [3]).

De 1850 à 1903 il y a eu ensuite décrue continue. La variation positive secondaire de la fin du XIXe siècle ne s'est manifestée sur le glacier d'Hüfi que par un simple arrêt dans la décrue en 1887-1888.

De 1850 à 1903 la perte du glacier d'Hüfi s'élève en longueur à 1490 m., soit le sixième de l'étendue qu'il avait en 1850, et, en volume, à 191,845,000 m³. —

---

[1]) *Discours sur l'Histoire naturelle de la Suisse*, in *Tableaux topographiques, pittoresques, physiques, historiques, moraux, politiques, littéraires de la Suisse* de Zurlauben et de la Borde. I. Paris, 1780.

[2]) Gedeon Voskule, *Untersuchung und Vermessung des in der letzten Rückzugsperiode verlassenen Boden des Hüfigletschers.*

[3]) Le Dr Voskule attribue la persistance de la crue pendant cette période aux vastes dimensions et à l'altitude du cirque supérieur qui permet l'emmagasinage d'une grosse alimentation, dont l'effet se fait sentir pendant longtemps à l'extrémité inférieure.

Pendant cette période de 53 ans le recul n'a pas été uniforme. De 1850 à 1873 il a été de 296 m., soit de $12^m,8$ par an, et, de 1873 à 1882, de 700 m., soit de 77 m. par an. D'après les calculs de M. Voskule les pertes en volume ont été :

de 1850 à 1869, soit en 19 ans 74,544,500 m^3.
de 1869 à 1888, soit en 19 ans 78,850,500 m^3.
de 1888 à 1903, soit en 15 ans 38,450,000 m^3.

Variations de l'enneigement dans les Alpes suisses de 1902 à 1907 [1]. Les fluctuations de l'enneigement dans les Alpes suisses pendant la période considérée se résument ainsi :

Été 1902 continuation de la progression constatée l'année précédente.

Été 1903 enneigement stationnaire avec tendance à la diminution dans la Suisse occidentale et à l'aggravation dans la région du Gothard et des Grisons.

Été 1904 régression très accusée, qui a pour conséquence le retour à la même situation qu'en 1900.

Été 1905 continuation de la régression.

Été 1906 régression « extraordinaire ». Depuis 1899 on n'avait pas observé un recul aussi accusé de la ligne des neiges.

Été 1907 enneigement stationnaire ou faiblement progressif.

Variations de longueur des glaciers [2].

1902

La décrue continue à être le régime dominant. Sur

---

[1]) F. A. Forel, M. Lugeon, E. Muret, *Les Variations périodiques des glaciers des Alpes suisses*. XXIIIe Rapport, 1902, in *Jahrb. d. Schweiz. Alpenclub*. XXXVIII ; *Ibid.* XXIVe Rapport, 1903, in *Ibid.* XXXIX ; *Ibid.* XXVe Rapport, 1904, in *Ibid.* XL ; XXVIe Rapport, 1905, in *Ibid.* XLI ; *Ibid.* XXVIIe Rapport, 1906, in *Ibid.* XLII ; *Ibid.* XXVIIIe Rapport, 1907, in *Ibid.* XLIII, — Léon W. Collet, *L'enneigement dans le massif de la Tour Sallières (1900-1903,* in *Jahrb. d. Schweizer Alpenclub*, XXXIX, 1904, p. 361.

[2]) Tous les renseignements sur les variations des glaciers suisses sont empruntées aux rapports de MM. Forel, Lugeon et Muret.

78 glaciers observés en 1902, 53 sont en décrue, 12 stationnaires et 13 seulement en crue.

Les plus forts reculs [— 111 m. au glacier de Segnes et — 73 au Vorabgletscher (Grisons)] sont la conséquence des conditions topographiques de ces appareils. Dans les autres régions se manifeste, au contraire, en général une diminution de la régression par rapport aux années précédentes. Cette circonstance est due à l'affaiblissement de l'ablation pendant l'été relativement froid et pluvieux de 1902 ; c'est également à ces conditions météorologiques que, de l'avis du professeur Forel, doivent être attribuées les petites crues constatées sur treize glaciers. Les plus fortes progressions ont été relevées au Kehlefirn (Dammastock) [+ 29 m.] et au Zanfleuron (+ 24 m.).

1903

Su 58 glaciers observés cette année-là 37 sont en recul, 6 stationnaires et 15 en crue.

Sur les treize glaciers en crue l'année précédente, quatre seulement continuent à avancer; tous les autres cas de progression sont fournis par des glaciers nouveaux. Le plus remarquable s'observe sur le glacier supérieur de Grindelwald qui avance de $18^{m},5$. Enfin, parmi les trente-sept appareils en retrait vingt accusent une atténuation du recul par rapport à 1902. — Le plus fort retrait observé est : 35 m. au Rosegg. C'est, en résumé, la continuation des mouvements divers de 1902. —

1904

La situation change complètement. Au lieu de quinze glaciers en crue l'année précédente, on n'en compte plus que cinq, quatre sont stationnaires et 64 en décrue. Tous les principaux glaciers observés accusent une aggravation de la décroissance sur l'année précédente.

Ce phénomène est de toute évidence le résultat de la

température élevée de l'été 1904 qui fut supérieure en Suisse de 0°,6 à 0°,7 à la normale.

1905

Les pulsations en avant constatées en 1902 et 1903, suspendues en 1904, s'arrêtent pour ainsi dire complètement. Sur 49 glaciers observés 3 seulement accusent une progression, l'un de 3m,1 et les deux autres de 0m,20 et de 0m,40 et 41 sont en décrue. En second lieu, sur 34 appareils qui ont été repèrés à la fois en 1904 et en 1905, 18 accusent en 1905 une augmentation du recul sur l'année précédente.

1906

La décrue générale continue. Sur 63 glaciers en observation, 53 sont en régression, 1 demeure stationnaire et 9 accusent une progression. Ces cas de crue sont des phénomènes épisodiques dus à des circonstances accidentelles. Ainsi une avancée de 34 m. faite par le glacier de l'Eiger est la conséquence de l'augmentation de la glaciation déterminée par un éboulement qui a recouvert l'extrémité inférieure de l'appareil.

1907

Sur 67 glaciers en observation, 54 sont en recul, 1 stationnaire et 12 en crue. Comme l'année précédente, ces progressions « semblent n'être qu'un phénomène accidentel dû à des circonstances fortuites (avalanches tombées sur le glacier, éboulements recouvrant son extrémité) ou à un simple changement de forme du glacier coïncidant souvent avec une diminution d'épaisseur » [1]. Un seul glacier, celui de Vorab (au nord d'Ilanz, dans les Grisons) a été en véritable crue ; du 20 septembre 1904 au 14 septembre 1907 il a avancé de 133 m. —

---

[1]) F. A. Forel, E. Muret, P. L. Mercanton, E. Argand, *Les variations périodiques des Alpes suisses*, XXVIIIe Rapport, 1907, p. 326.

Sur 54 appareils en recul en 1907, 28 accusent une atténuation du recul par rapport à l'année précédente.

Variations du glacier du Rhône.

1902-1903	*1903-1904*	*1904-1905*	*1905-1906*	*1906-1907*
Recul moyen en longueur				
11m,5	8 m.	21m,9	15m,7	24m,72
Recul maximum en longueur.				
22 m.	25 m.	57 m.	35 m.	34m,4
Perte du front en surface.				
4900 m²	3200 m²	8200 m²	6950 m²	6100 m²

A titre de comparaison, rappelons que d'août 1893 à 1894 la perte du glacier du Rhône en surface s'élevait à 14800 m², puis s'abaissait en 1899 à 2200 m² pour passer ensuite en 1901 à 6760 m². —

TYROL

Les observations sur le régime des glaciers du Tyrol ne sont pas réunies en un rapport d'ensemble annuel, comme le fait depuis vingt-cinq ans le professeur Forel pour la Suisse. Le rapport de la Commission internationale des Glaciers renferme bien un résumé complet de ces travaux, mais pour les détails il faut se référer à des documents épars, soit dans les *Mitteilungen des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, pour la période antérieure à 1906, soit depuis dans la *Zeitschrift für Gletscherkunde*. Aussi bien, pour cette partie des Alpes nous a-t-il paru nécessaire de fournir tous les renseignements intéressants contenus dans ces travaux, afin d'épargner à nos confrères de longues recherches bibliographiques.

I. Alpes calcaires du Nord.

Massif du Wetterstein.

Plattachferner [1]. De 1897 à 1905, recul de la langue principale : 50 m., soit 6m,25 par an.

Ubergossene Alm [2]. Le recul se manifeste principalement par l'émersion de nombreux pointements rocheux au milieu de cette petite coupole glaciaire. Il y a quatorze ans, lorsque le professeur Hans Crammer visita pour la première fois l'*Ubergossene Alm*, la région où apparaissent aujourd'hui ces rochers appartenait au bassin d'alimentation du glacier ; il y a donc eu depuis relèvement de la ligne des neiges. L'émersion de ces rochers entraînera le fractionnement de la nappe ; déjà dans la partie orientale, un lambeau de glacier est complètement isolé de la nappe principale.

II. Massif du Silvretta.

1° *Jamtalferner* [3]. En 1860-1864, maximum du XIXe siècle ; depuis recul.

En 1896, manifestation de la crue secondaire de la fin du XIXe siècle par une poussée de 9 m. du lobe septentrional et dans le lobe méridional par une réduction de 2 m. de la valeur du recul, lequel l'année précédente avait été de 46 m. —

De 1902 à 1903 recul moyen : 4m,30.

De 1904 à 1905, recul : 8 m.

---

[1]) Commission internationale des Glaciers. *Les variations périodiques des glaciers,* XIe rapport 1905, (p. 3 du tirage à part).

[2]) Hans Crammer, *Der Gletscher der Uebergossenen Alm*, in *Mitt. d. D. u. Œ. A.-V.*- 1906, 15 avril, n° 7, p. 88.

[3]) G. Greim, Studien aus dem Paznau. II. *Der Jamtalferner bis 1897*, in *Gerlands Beiträge zur Geophysik,* VIII, 1, Leipzig 1906 ; Magnus Fritzsch. *Nachmessungen von Gletschermarken durch Bergführer 1903,* in *Mitt. d. D. u. Œ. A.-V.* 1904, n° 22, 30 nov. p. 274 ; Commission internationale des Glaciers. *XIe Rapport 1905,* p. 3.

Valeur du recul de 1860-1864 à 1895, d'après Greim:

1° *En longueur :* 740 m. (rive gauche), et 580 m. (rive droite, devant la bouche du torrent); moyenne 660 m.; soit 23 m. par an de 1864 à 1888 et 14 m. par an de 1888 à 1895.

Proportionnellement à la longueur totale du glacier en 1864 (4,1 km.), la perte en longueur de 1864 à 1895 a été de 13 pour cent, et de 2,4 pour cent pendant la période 1888-1895.

2° *En superficie :* 47,36 ha, soit 7,2 pour cent de la surface totale du glacier en 1864.

3° *En altitude :* 40 m., dont 30 m. de 1888 à 1895.

4° *En volume :* 40,4 millions de m^3.

2° *Fermuntferner* [1]. De 1850-1860 à 1902, recul total de 550 m. —

De 1902 à 1903. Repère b.I. $-7^m,20$ / b.II. -4 m. moyenne $-5^m,60$

De 1904 à 1905. Recul moyen de 9 m.

III. Massif de l'Ortler.

1° *Madatschferner*. De 1899 à 1904, recul de 8 m. en moyenne par an [2].

En 1905 stationnaire ou très légère décrue [3].

---

[1]) Berichte über die wissenschaftlichen Unternehmungen des D. u. Œ. A.-V. XXXII. *Gletscherbeobachtungen im Sommer 1902*. Von Dr Magnus Fritzsch in Leipzig, in *Mitt. des Deutschen und Œsterrichischen Alpenvereins*. 1903, n° 17, 15 sept., p. 205; (Dorénavant nous désignerons ce mémoire par l'abréviation Berichte über die Wissen. Untern. XXXII.); *Nachmessung von Gletschermarken durch Bergführer 1903*, in *Milt. d. D. u. Œ. A. V.* 1904, n° 22, 30 nov., p. 274; Commission internationale des Glaciers. *XIe Rapport, 1905*, p. 3.

[2]) H. Reishauer, *Revision der Gletschermarken im Ortlergebiete in den Jahren 1904 und 1905*, in *Zeit. f. Gletscherkunde*, II, 3, mars 1908, p. 224, et, Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904*. p. 3.

[3]) Gustav Götzinger, *Revision einiger Gletschermarken in der Ortlergruppe im Jahre 1905*, in *Zeit. für Gletscherkunde*, II, 1, juillet 1907, p. 63.

2° *Suldenferner*. Historique [1]). En 1760 crue, puis en 1815 nouvelle poussée en avant beaucoup plus forte que la précédente. Le glacier passe par dessus une barre rocheuse qui ferme la vallée supérieure de Sulden (Legerward) et s'allonge de 1200 m. en aval de cet escarpement pour s'arrêter finalement en 1819, à 300 m. seulement en amont de la plus haute habitation de la vallée (Gampenhöfen).

De 1820 à 1846 recul. Il paraît avoir été assez important et avoir ramené le glacier en amont du Legerward.

En 1846, troisième poussée en avant, épisodique, qui ramène le Suldenferner en aval de la barre rocheuse, puis nouvelle régression ; enfin en 1855, quatrième crue, qui persiste jusqu'en 1858. Cette nouvelle crue n'a pas atteint de beaucoup l'ampleur de celle de 1819 ; en 1855-1858 le Suldenferner s'arrête à 700 m. en amont du point où il était arrivé au début du XIXe siècle.

De 1858 à 1891 recul. De 1819 à 1891 la perte en longueur est de 1900 m. —

De 1891 à 1904, crue de 190 m. —

Une intéressante étude du professeur Hann [2]) donne la valeur du recul annuel du Suldenferner de 1864 à 1872, ainsi que la température moyenne des quatre mois les plus chauds (juin-septembre) et la somme des précipitations annuelles pendant cette période.

Valeur annuelle du recul du glacier de Sulden.		*Température des quatre mois les plus chauds (juin-septembre) et somme des précipitations annuelles.*
De fin sept. 1864 à fin sept. 1865 décrue : 10 m.	1865	9°,8 767 mm.
Du 28 sept. 1865 au 29 sept. 1866 décrue : 21 m.	1866	8°,6 834 mm.

---

[1]) S. Finsterwalder *Die Konferenz ostalpiner Gletscherforscher in Sulden, im 9-13 August 1906,* in *Zeit. f. Gletscherkunde*, I, 4, février 1907, p. 294.

[2]) J. Hann, *Klima von S. Gertrud im Suldental,* in *Meteorologische Zeitschrift*, 1906, 6, juin, p. 256.

Du 29 sept. 1866 au 21 juin 1867 décrue : 2,4 m.	1867	8°,7 975 mm.
Du 21 juin 1867 au 23 août 1868 décrue : 8m,4	1868	9° 978 mm.
De fin sept. 1868 à fin sept. 1869 décrue : 6 m.	1869	9°,2 934 mm.
De fin sept. 1869 à fin sept. 1870 décrue : 6 m.	1870	8°,5 731 mm.
. . . . .	1871	8°,3 717 mm.
De fin 1871 à octobre 1872 décrue : 10 m.	1872	9°,2 1269 mm.

Le plus fort recul annuel de cet appareil durant la période considérée, soit 21 m., a été constatée en 1866, année à été froid et à pluviosité moyenne, mais qui avait été précédée d'un été chaud et d'une année relativement sèche (1865). Ce recul considérable de 1866 doit donc, croyons-nous, être attribué aux chaleurs de l'été précédent qui avaient dû amincir la langue terminale, de telle sorte qu'il a suffi d'une température estivale très faible pour en déterminer la destruction.

Les étés 1866 et 1867 ont été froids ; aussi bien la régression devient-elle faible.

Résumé des observations au Suldenferner de 1895 à 1906.

De 1897 à 1899 crue de 45 m. [1]).

De 1899 à 1901 recul de 9 m. [2]).

De 1901 à 1903 crue de 30 m. En 1903 le front se trouve à 70 m. du point où il s'arrêtait en 1895 [3]).

De 1903 à 1904 crue de 11 m. [4]).

De 1904 à 1905 décrue de 2 m. [5]).

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers. Ve *Rapp. 1899.* p. 5.

[2]) Ibid. *VIIe Rapp. 1901*, p. 4.

[3]) Ibid. *IXe Rapp. 1903*, p. 4.

[4]) Ibid. *Xe Rapp. 1904*, p. 3.

[5]) Ibid. *XIe Rapp. 1905*, p. 3. (Cf. H. Reishauer, *Loc. cit.*).

De 1905 à 1906 décrue de 6 m. [1]) environ (rive droite).

3° *Rosimferner*. 1898, crue.

De 1899 à 1905, décrue totale : 66 m. environ ; soit 11 m. par an [2]).

4° *Zufallferner*. De 1897 à 1905, décrue totale : 76m,6 (rive droite), et de 67m,7 (à la bouche de sortie du torrent) se décomposant ainsi : [3])

	1897-1899	*1899-1901*	*1901-1904*	*1904-1905*
rive droite	2 m.	19 m.	48m,2	7m,4
moyenne par an	1 m.	9m,5	16 m.	
bouche du torrent	1,2 m.	—	(de 1899 à 1904) 53m,8	12m,5
moyenne par an	0m,6	—	10m,7	

5° *Langenferner* [4]). De 1899 à 1905 recul total : 41 m., se décomposant ainsi :

	1899-1901	*1901-1904*	*1904-1905*
	17m,9	17m,4	5m,7
soit par an	9 m. environ	5m,8	5m,7

6° *Fürkeleferner* [5]). Sur la rive gauche, de 1899 à 1901, recul de 68 m., de 1901 à 1904, de 81 m., et de 1904 à 1905 de 50 m. — La perte de ce glacier en surface et en volume est « colossale ». La langue de glace gauche suspendue qui existait en 1895 avait disparu complètement en 1905.

7° *Vedretta Careser* [6]). De 1897 à 1905 recul total moyen : 65m,5, soit 8m,18 par an.

	1897-1899	*1899-1905*	*1897-1905*
Rive droite	12m,3	48m,7	61 m.
Moyenne par an	6m,15	8m,1	7m,6
Centre	13 m.	56m,7	69m,7

---

[1]) S. Finsterwalder, *Die Konferenz ostalpiner Gletscherforscher in Sulden*, p. 295.

[2]) Comm. intern. des Glaciers. *XIe Rapp. 1905*, p. 3. (Cf. Reishauer, *Loc. cit.*).

[3]) H. Reishauer, *Loc. cit.* p. 227.

[4]) *Ibid.* p. 227.

[5]) *Ibid.* p. 226.

[6]) *Ibid.* p. 226.

Moyenne par an	$6^m,5$	$9^m,4$	$8^m,7$
Rive gauche	15 m.	$50^m,8$	$65^m,8$
Moyenne par an	$7^m,5$	$8^m,4$	$8^m,2$

8° *Vedretta la Mare* [1]). Jusqu'en 1897 crue accentuée. Depuis 1899 en recul. De 1899 à 1905 recul total moyen : $70^m,9$; recul moyen annuel : $11^m,8$.

	lobe gauche	*moyenne annuelle*
Valeur du recul de 1899 à 1905	$95^m,4$	$15^m,9$
	lobe droit	*moyenne annuelle*
	$46^m,5$	$7^m,7$

8° *Vedretta Rossa* [2]). De 1897 à 1905 recul total moyen : $37^m,8$, soit $4^m,7$ par an. Pendant la période envisagée le lobe gauche a rétrogradé de 28 m. et le lobe droit de $47^m,5$.

10° *Glacier de Forno* [3]). De 1897 à 1904, dans la partie médiane, recul total approximatif : 40 m., soit en moyenne par an : $5^m,7$.

D'après le professeur Mariani le glacier aurait éprouvé de 1864 à 1895 un retrait rapide, puis sa régression se serait ralentie de 1896 à 1898, et ensuite arrêtée [4]).

En résumé, pendant la période décennale 1895-1905 sur dix glaciers en observation dans le massif de l'Ortler, trois ont avancé ; mais tous sont actuellement en décrue.

IV. Massif de l'Ötztal.

Le seul renseignement que nous possédions sur l'enneigement dans ce massif concerne l'été 1902. Pendant cette saison, comme dans les Alpes occidentales et centrales, l'enneigement fut progressif dans cette partie du Tyrol.

---

[1]) H. Reishauer, *Loc. cit.*, p. 225.

[2]) *Ibid.*, p. 224.

[3]) Gustav Götzinger, *Loc. cit.*, p. 64.

[4]) E. Mariani, *Osservazioni su recenti oscillazioni di ghiacciai nel gruppo Ortler-Cevedale*, in *Rend. Istituto Lombardo di Scienze, Littere ed Art*, Milan, 1905, n° 2 ; *Nuovi appunti sulle oscillazioni di alcuni ghiacciai della Valfurva (Valtellina)*, in *Ibid.* 1908.

1° *Langtaufererferner*. Du 5 août 1899 au 27 juillet 1902, recul total : 21 m. ; soit 7 m. par an [1]).

2° *Weisseeferner* [2]). De 1891 à 1899 ce glacier a éprouvé une pulsation en avant (+ 21 m. de 1896 à 1899), puis a perdu ultérieurement de 20 à 25 m. —

En 1902 son front se trouvait à peu près revenu au même point qu'en 1896.

De 1902 à 1904, recul de 3 m. par an.

3° *Gepatschferner* [3]). De 1891 à 1896, recul de 110 m., soit de 22 m. par an.

De 1896 à 1899, recul de 100 m., soit de 33,3 par an.

De 1899 à 1902, recul de 90 m., soit de 30 m. par an.

De 1901 à 1904, recul de 55 à 60 m., soit de 15 à 20 m. par an.

4° *Taschachferner* [4]). De 1899 à 1902, recul total de 23 m. —

De 1902 à 1904, stationnaire.

5° *Mittelbergferner* [5]). De 1902 à 1903, recul de 83 m.—

De 1903 à 1904, recul de 119 m.

De 1904 à 1905, recul de 19 m. environ.

6° *Taufkarferner* [6]). De 1891 à 1892, décrue de $21^{m},8$ devant le lobe ouest et de $18^{m},6$ devant le lobe oriental.

De 1892 à 1895, décrue régulière aux deux lobes de $13^{m},2$ et de $12^{m},6$, soit de $4^{m},4$ et de $4^{m},2$ par an.

---

[1]) Berichte über die wissen. Untern. XXXII.

[2]) Berichte über die wissen. Untern. XXXII ; Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.*, 1904, p. 4.

[3]) *Ibid.;* Comm. intern. des Glaciers, *Ve Rapp. 1899*, p. 5 ; *VIIIe Rapp. 1902*, p. 5 ; *Xe Rapp. 1904*, p. 4.

[4]) *Ibid.;* Comm. intern. des Glaciers. *VIIIe 1902*, p. 5 ; et *Xe Rapp. 1904*, p. 4.

[5]) Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 4 et *XIe Rapp. 1905*, p. 3.

[6]) Max Scholtz, *Die Gletscher-Beobachtungen der Sektion Breslau*, in *Festschrift zur Feier des 25 jährigen Bestehens der Sektion Breslau des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins.* Breslau, 1902 ; Comm. intern. des Glaciers. *X^e, Rapp. 1904*, p. 4 ; Dr Riedinger, *Gletscherbeobachtungen in den Œtztaler Alpen*, in *Mitt. d. D. u. Œ. A.-V.*, 31 oct. 1905, n° 20, p. 243 ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

De 1895 à 1896. Décrue de 4 m. au lobe ouest.
Crue de $0^m,70$ au lobe est.
De 1896 à 1897. *Crue* de $8^m,20$ au lobe ouest.
Décrue de $0^m,60$ au lobe est.
De 1897 à 1899. *Crue* de $7^m,20$ au lobe ouest.
Décrue de $13^m,40$ au lobe est.
De 1901 à 1904. Décrue de 39 m., soit de 12 m. par an.
De 1904 à 1905. Nouvelle *crue* de 28 m. devant un repère et de 13 m. devant un autre.
De 1905 à 1906. Décrue.

7° *Rofenkarferner* [1]). De 1891 à 1894, recul à peu près égal devant les deux lobes, 28,9 m. (ouest), et 29 m. (est), soit $9^m,6$ environ par an.

De 1895 à 1896, recul de $11^m,9$ (lobe est) et de $8^m,2$ (lobe ouest).

De 1896 à 1897, recul de 2 m. (lobe est) et de $5^m,6$ (lobe ouest).

De 1897 à 1899, recul de $14^m,5$ (lobe est) et *crue* de 8 m. (lobe ouest).

De 1899 à 1901, recul de $6^m,4$ (lobe est) et de $3^m,8$ (lobe ouest).

De 1901 à 1902, recul de $26^m,2$ (lobe ouest).

En dix ans le lobe est du Rofenkarferner a reculé de $77^m,8$; devant le lobe ouest la position du repère ayant été modifiée en 1895, la perte totale ne peut être établie durant le même laps de temps.

De 1901 à 1904. Recul moyen annuel : $12^m,20$.

De 1904 à 1905. *Crue* de 10 m. devant un lobe et recul de 1 m. devant l'autre.

De 1905 à 1906. Décrue.

De 1906 à 1907. Recul d'une vingtaine de mètres.

---

[1]) Max Scholtz. *Loc. cit.* p. 42; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp.*, *1904*, p. 4; Riedinger, *Loc. cit.*; Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4; *XIIe Rapp. 1906*, p. 164, et, *X. Bericht der Sektion Breslau des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*. 1907.

8° *Mitterkarferner* [1]). De 1891 à 1893, recul de 27m,7, soit de 13m,8 par an (lobe est), et, de 15m,7, soit de 7m,8 par an (lobe ouest).

De 1893 à 1894 recul de 23m,8 (lobe est).

De 1893 à 1895 recul de 8m,6, soit de 4m,3 par an (lobe ouest).

En 1896 *crue* du lobe ouest. Elle se prolonge jusqu'en 1899. Son amplitude est de 18m,6 sur un point et de 38m,1 sur un autre, pour ce dernier en deux ans seulement.

De 1899 à 1901 décrue de 6m,1 à ce même lobe.

De 1901 à 1904, nouvelle *crue* de 10 m. devant un repère.

De 1904 à 1905, *crue* de 19 m. devant un repère et de 9 m. devant un autre.

De 1905 à 1906 stationnaire.

9° *Vernagtferner* [2]). De 1900 à 1901 crue de 50 m.

De 1901 à 1902 crue de 20 m. —

De 1902 à 1903 crue de 5 m. —

De 1903 à 1904 état stationnaire.

De 1904 à 1905 légère décrue.

De 1905 à 1906 également légère décrue.

10° *Guslarferner* [3]). 1902. Stationnaire.

1904 et 1905. Léger recul.

11° *Hintereisferner* [4]). De 1896 à 1902, recul de 94 m., soit de 11m,8 par an.

De 1902 à 1903, recul de 24m,40.

De 1903 à 1904, recul de 20m,60.

---

[1]) Max Scholtz, *Loc. cit.* p. 42 : Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 4 ; Riedinger. *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *IXe Rapp. 1903*, p. 5 ; *Xe Rapp. 1904*, p. 4 ; *XIe Rapp. 1905*, p. 3 ; *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[3]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe Rapp. 1902*, p. 5 ; *XIe Rapp. 1905*, p. 3; *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[4]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe*, *Rapp. 1902*, p. 5 ; *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; *XIe Rapp. 1905*, p. 3 ; *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

De 1904 à 1905, recul. Sa valeur n'est pas donnée.
En 1906, recul.

12° *Hochjochferner* [1]). De 1901 à 1902, recul de 1 m.
De 1902 à 1903 recul de 2m,30.
De 1903 à 1904 recul de 20 m.
De 1904 à 1905 recul (la valeur n'en est pas donnée).
En 1906 recul.

13° *Spiegelferner* [2]). De 1891 à 1896, recul total : 66m,5.

De 1896 à 1897, *crue* de 10m,4.

De 1897 à 1902, recul de 18m,7.

De 1891 à 1902 la régression du glacier s'élève finalement à 75 m.

De 1902 à 1904, recul de 21 m., et de 10m,50 par an.

De 1904 à 1905, *crue* de 7 m.

De 1905 à 1906, recul.

14° *Niederjochferner* [3]). De 1891 à 1902, recul total devant un repère : 200 m. —

De 1902 à 1904, recul total : 41m,50, soit 20m,70 par an.

De 1904 à 1905, recul de 2 m.

De 1905 à 1906, recul de 30m,8.

De 1906 à 1907, recul d'une vingtaine de mètres.

15° *Marzellferner* [4]). De 1856 à 1883, régression de 72 m. seulement.

De 1883 à 1891, régression beaucoup plus accentuée, mais de valeur inconnue.

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe Rapp. 1902*, p. 5 ; *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; *XIe Rapp. 1905*, p. 3 ; *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[2]) M. Scholtz, *Loc. cit.* p. 46 ; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger, *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[3]) M. Scholtz. *Loc. cit.* p. 43 ; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger. *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164 ; *X. Bericht der Sektion Breslau...*

[4]) M. Scholtz. *Loc. cit.* p. 44 ; Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger, *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers. *XIIe Rapp. 1906*, p. 164 ; *X. Bericht der Sektion Breslau...*

De 1891 à 1902. Régression de 117 m. —
De 1902 à 1904. Régression de 37 m., soit de 18m,5 par an.
De 1904 à 1905. Régression de 9 m. —
De 1905 à 1906. Régression de 13 m. devant un repère et *crue* de 28 m. devant un autre.
De 1906 à 1907 recul d'une quarantaine de mètres.

16° *Diemferner* [1]). De 1893 à 1902, crue de 144 m.
De 1902 à 1904. Décrue de 2m,70 par an.
De 1904 à 1905. Stationnaire.
De 1905 à 1906. Décrue de 25 m.

17° *Langtalerferner* [2]). De 1892 à 1902. Recul total : 123m,7, dont 51m,90 depuis 1897.
De 1902 à 1904. Recul total de 27m,40, soit 13m,7 par an.
De 1904 à 1905. Stationnaire.
De 1905 à 1906. Stationnaire.
De 1906 à 1907. Recul d'une quarantaine de mètres.

18° *Rotmoosferner* [3]). De 1891 à 1892. Recul de 7m,3 (lobe est).
De 1892 à 1893. Recul de 23m,7 (lobe est).
de 11m,9 (lobe ouest).
De 1893 à 1894. Recul de 20m,4 (lobe est).
de 36m,1 (lobe ouest).
De 1894 à 1895. Recul de 13m,8 (lobe est).
de 9m,7 (lobe ouest).
De 1895 à 1896. Recul de 9m,8 (lobe ouest).

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe Rapp. 1902*, p. 5, et, *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger. *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164 ; *X. Bericht der Sektion Breslau...*

[2]) M. Scholtz, *Loc. cit.* p. 51 ; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger, *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers. *XIIe Rapp. 1906*, p. 164; *X. Bericht der Sektion Breslau...*

[3]) M. Scholtz, *Loc. cit.* p. 52 ; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 5 ; Riedinger, *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4, et, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164 ; *X. Bericht der Setkion Breslau...*

De 1896 à 1897. *Crue* de $0^m,50$ (lobe ouest) et de $2^m,30$ (lobe est).

De 1897 à 1899. Recul de $20^m,40$ (lobe ouest).
de $19^m,9$ (lobe est).

De 1899 à 1901. Recul de $10^m,8$ (lobe ouest).
de $12^m,1$ (lobe est).

De 1901 à 1902. Recul de $1^m,2$ (lobe ouest).
de 12 m. (lobe est).

De 1902 à 1904. Recul total de 29 m., soit $14^m,5$ par an.

De 1892 à 1904 le lobe gauche a perdu 108 m.

De 1904 à 1905. Recul de 12 m. sur un point. Stationnaire sur un autre.

De 1905 à 1906. Stationnaire.

De 1906 à 1907. Recul de 22 m. environ.

19° *Gaisbergferner* [1]). De 1860 à 1886 recul de 387 m.—

A. Veine blanche ou lobe droit (exposé au sud).

De 1891 à 1895. *Crue*. De 1894 à 1895, sur un point elle atteint $9^m,9$.

De 1895 à 1896, Décrue de $9^m,7$.

De 1896 à 1897. *Crue* de $9^m,6$.

De 1897 à 1899. Décrue de $7^m,2$, soit de $3^m,6$ par an.

De 1899 à 1901. Décrue de $9^m,6$, soit de $4^m,8$ par an.

De 1901 à 1902. *Crue* de $4^m,1$ sur un point ; décrue de 4^m7 et de 9,5 sur deux autres.

De 1903 à 1904. Décrue.

De 1904 à 1905. *Crue* de 7 à 1 m.

De 1905 à 1906. Décrue.

De 1906 à 1987. Légère décrue.

B. Veine noire. Lobe gauche (exposé au nord).

De 1894 à 1901. *Crue* de $13^m,8$ sur un point.

---

[1]) M. Scholtz, *Loc. cit.* p. 48 ; Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904,* p. 5 ; Riedinger, *Loc. cit.* ; Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905,* et, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164 ; *X. Bericht der Sektion Breslau...*

De 1901 à 1902. Décrue de $3^m,1$ sur un point et de $23^m,1$ sur un autre.

De 1903 à 1904. Décrue de 1 m. en moyenne.

De 1904 à 1905. *Crue* de 10 m.

En 1906. Recul. La décrue moyenne des deux lobes est : $25^m,7$.

En 1907. Stationnaire.

Résumé. En 1905, sur quatorze glaciers observés cinq sont en crue (le Taufkarferner, le Rofenkarferner, le Mitterkarferner, le Spiegelferner, le Gaisbergferner) ; deux sont stationnaires (Diemferner et Langtalerferner) ; trois en faible recul (Guslarferner, Vernagtferner, Niederjochferner), et quatre autres n'accusent que de faibles pertes. Il y a donc, semble-t-il, tendance marquée à l'atténuation du recul.

En 1906 cette situation a été complètement modifiée. Toutes les pulsations en avant observées l'année précédente sont arrêtées ; un seul glacier, le Marzellferner, présente des symptômes de crue, et trois sont stationnaires, dont deux étaient précédemment en recul ; tous les autres appareils sont en régression. En somme, en 1905 il s'est produit une très légère avancée qui n'a point persistée.

Il y a lieu de remarquer que de 1896 à 1906 trois glaciers, le Taufkarferner, le Spiegelferner et le Mitterkarferner, ont fait deux petites pulsations positives, très courtes et très faibles, au milieu de la décrue générale et le Gaisbergferner trois.

V. Alpes de Stubai.

1° *Berlagsferner* [1]. De 1891 à 1892. Recul de 4 m.

De 1892 à 1903. Recul total de 38 m., soit de $3^m,45$ par an. Vers 1900-1901 stationnaire devant une petite moraine située à 10 m. en avant du front de 1903.

---

[1]) Berichte über die Wissen. Untern. d. D. u. Œ. A.-V. XXXIII ; Comm. intern. des Glaciers. *XIe Rapp. 1905.* p. 4 ; M. Lagally, *Revision der Gletschermarken im Selrain und nördlichen Stubai (Tyrol),* in *Zeit. f. Gletscherkunde,* I, 3, sept. 1906, p. 227.

De 1903 à 1905. Recul total de 8 m. environ, soit de 4 m. par an.

2° *Alpeinerferner* [1]). De 1892 à 1895. Recul total : 64m,2, soit par an 21m,4.

De 1895 à 1898. Recul total : 61m,2, soit par an 20m4.

De 1898 à 1903. Recul total : 39m,5, soit par an 7m,8.

De 1903 à 1905. Recul total : 7 m, soit par an 3m,50.

De 1905 à 1906. Continuation du recul.

3° *Daunkogelferner*. De 1891 à 1904. Recul total de 34 m., soit 2m,60 par an [2]).

4° *Fernauferner* [3]). En 1892. *Crue* de 6 m. —

De 1892 à 1895. Décrue de 5 m.

De 1895 à 1898. Recul total de 2 m., soit de 0m,66 par an.

En 1898. Nouvelle *crue* de 6m,5.

En 1903. Le front se retrouve dans la même position qu'en 1891.

De 1903 à 1904. Recul de 2m,50.

5° *Sulzenauferner* [4]). De 1895 à 1903. Recul total de 94 m., soit, en moyenne, par an de 11m,7.

En 1904. En décrue.

6° *Grübelferner* [5]).

Lobe occidental.

De 1895 à 1904. Recul total de 85m,50, soit de 9m,50 en moyenne par an.

---

[1]) Berichte über die Wissen. Untern. des D. u. Œ. Alpenvereins. XXXIII. Hans Hess, *Gletscherbeobachtungen im Stubai- und Oetztale 1903*, in *Mitt. des D. u. Œ. A.-V.* 1903, 31 déc., n° 24; Comm. intern, des Glaciers. *XIe Rapp., 1905*, p. 4; Max Lagally, *Loc. cit.*: Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp., 1906* p. 164.

[2]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904*, p. 5.

[3]) Berichte über die Wissen. Untern. — XXXIII: Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp.*, p. 5.

[4]) Berichte über die Wissen. Untern. — XXXIII: Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904*, p. 6.

[5]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904*, p. 6.

Lobe oriental.

De 1898 à 1904. Recul total de 30 m., soit de 5 m. par an.

7° *Uebeltalferner* [1]) 1745. En état de maximum.
1847. Egalement en maximum.
Vers 1855. Dernier état de maximum.

De 1855 à 1902. Recul. Il a été le plus intense de 1891 à 1895. De 1886 à 1902 sa valeur annuelle est en moyenne de 40 m.

De 1870 à 1902 la perte en surface a été de 40 ha., soit la vingt-neuvième partie de la superficie que le glacier occupait en 1870 (1197 ha.).

De 1902 à 1903. Recul de 3m,50.

8° *Bachfallenferner*. De 1892 à 1905. Recul de 150 m. environ, soit en moyenne de 11m,50 par an [2]).

9° *Bockkogelferner* [3]). De 1898 à 1905. Recul de 25 m.

10° *Grünauferner* [4]). En 1895. Crue.

En 1903, le front du glacier se trouve à 14 m. en aval du point où il s'arrêtait en 1892.

De 1903 à 1904. Recul de 5 m.

Résumé. Les dix glaciers des Alpes de Stubai observés en 1904 et 1905 sont en décrue.

Dans ce massif également un appareil, le Fernauferner, a fait, de 1892 à 1898, deux petites crues passagères et de faible ampleur, coupées par une période de cinq ans de décroissance.

---

[1]) IX Internationaler Geologen-Kongress. Führer für die Exkursionen. XII. *Glacialexkursion in die Ostalpen unter Führung* von A. Penck und E. Richter p. 91. Cf. Jean Brunhes et Louis Gobet, *L'excursion glaciaire du Xe Congrès géologique international, synthèse des recherches et des idées de M. Penck,* in *La Géographie*, VIII, 6, déc. 1903. p. 372 ; Comm. intern. des Glaciers, *IXe Rapp. 1903,* p. 5.

[2]) Max Lagally, *Loc. cit.*

[3]) *Ibid.*

[4]) Berichte über die Wissen. Untern. XXXIII ; Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904.* p. 6.

VI. Alpes de Zillertal.

1° *Gliederferner* [1]. De 1885 à 1892. Recul total de 81 m.

De 1892 à 1897. *Crue* de 17 m., soit de $3^m,40$ par an.

De 1897 à 1898. *Crue* de 18 m.

De 1898 à 1899. *Crue* de 18 m.

De 1899 à 1904. *Crue* de 34 m., soit de $4^m,85$ par an.

De 1904 à 1905. Recul de 2 m.

Donc de 1892 à 1904 avancée de 87 m. environ.

2° *Waxeggkees* [2]. 1897. *Crue* de 10 m. —
1898. Continuation de la *crue*.
1899. *Crue* de 8 m.
De 1900 à 1901. *Crue* de $8^m,27$ (moyenne de trois repères).

De 1900 à 1902. Crue de 14 m. en moyenne. + 38 m. dans une région du front.

De 1902 à 1904. Stationnaire devant un lobe. Progrès $0^m,50$ devant un autre.

3° *Hornkees* [3]. De 1897 à 1900. *Crue*. De 1900 à 1901. Stationnaire.

De 1901 à 1904. Recul de $3^m,50$ par an, en moyenne.

4° *Schwarzensteinferner*. De 1897 a 1900 décrue. De 1900 à 1901, recul de 9 m.

De 1901 à 1902. Recul de 2 m. [4].

---

[1]) Berichte über die wissenschaftlichen Unternehmungen des D. u. Œ. Alpenvereins. XXXVII. *Nachmessungen am Gliederferner im Jahre 1904,* von S. Finsterwalder, in *Mitt. des D. u. Œ. A.-V.* Jahrgang 1905, n° 5, 15 mars; Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904, XIe Rapp.* p. 6, et, *XIIe Rapp. 1905*, p. 4.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe Rapp. 1902*, p. 6; *Xe Rapport 1804,* p. 6.

[3]) Comm. intern. des Glaciers. *VIIIe Rapport 1902,* p. 6; *Xe Rapp. 1904*, p. 6.

[4]) Comm. intern. des Glaciers. *VIII Rapp. 1902,* p. 6.

5° *Weisskarferner* [1]). En 1898 stationnaire. De 1898 à 1904, recul total de 20 m., soit en moyenne, de $3^m,30$ par an. De 1904 à 1905 recul de 10 m.

6° *Furtschagelkees* [2]). En 1897 *crue* de 26 m. ; en 1898 et 1899 stationnaire. De 1899 à 1906 recul total de 30 à 50 m., soit de $4^m,28$ à $7^m,10$ par an.

7° *Floitenkees* [3]). De 1897 à 1899 *crue* de 27 m. — De 1899 à 1906 recul total de 16 à 18 m., soit en moyenne de $2^m,28$ à $2^m,57$ par an.

Sur les sept glaciers observés dans le Zillertal de 1900 à 1906 cinq sont en recul marqué, un en recul atténué et un stationnaire.

VII. Massif du Gros-Venediger.

1° *Umbalkees*. De 1901 à 1904 recul total : 35 m., soit en moyenne 11 à 12 m. par an. Il y a accentuation de la régression par rapport à la pentade 1896-1901 durant laquelle le recul moyen annuel n'avait été que de 5 à 6 m. [4]) — Depuis 1904 le mouvement paraît s'être encore accentué ; de 1904 à 1905 la perte en longueur à la bouche de sortie du torrent a été de 23 m. — [5]).

2° *Simonykees*. De 1901 à 1904, recul moyen total du lobe gauche : $5^m,53$; recul moyen annuel : $1^m,8$; recul moyen total du lobe droit : $17^m,8$; recul moyen annuel : $5^m,9$ [6]). De 1901 à 1904 la régression moyenne annuelle de l'ensemble du front a donc été de $2^m,5$. Le recul paraît s'atténuer par rapport à la période 1896-1901.

---

[1]) Bericht über die Wissen. Untern. XXXVII ; Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[3]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.

[4]) H. Reishauer, *Revision der Gletschermarken in Venedigergebiete (Sommer 1904)*, in *Zeit. f. Gletscherkunde*, II, 2, nov. 1907, p. 146.

[5]) Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4.

[6]) H. Reishauer, *Loc. cit.*, p. 145.

3° *Maurerkees.* De 1901 à 1904, recul total moyen du lobe droit : 37m,9 ; recul moyen annuel : 12m,6 ; recul total du lobe gauche : 8 m. — Le recul moyen annuel de l'ensemble de l'appareil a donc été de 10m,6 [1]).

De 1904 à 1905 continuation du recul : 8m,1 environ [2]).

De 1896 à 1901 la régression moyenne annuelle avait été de 15m,5 ; il y a donc atténuation du recul [3]).

La déglaciation a également eu ici pour effet d'entraîner la fragmentation de deux glaciers.

En 1860 le Maurerkees et le Simonykees étaient si complètement unis qu'ils ne semblaient former qu'un seul appareil ; aujourd'hui ils sont complètement distincts. En 1887 la largeur de l'espace qui les sépare était de 240 m. de 480 m. en 1896, et, de 580 m. en 1904 [4]) — Ces nombres donnent une excellente représentation de la valeur du recul de la glaciation à ces diverses époques et confirment l'atténuation actuelle du phénomène.

4° *Dorferkees.* Recul très intense. De 1901 à 1904 recul moyen annuel, 30 m., la même valeur que pendant la période 1896-1901 [5]). Seulement en un an (1902-1903) devant un repère placé en aval de la porte de droite de l'appareil la perte en longueur a été de 52 m. [6]) !

En 1905 la perte du glacier depuis 1901 s'élève à 125 m. [7]).

5° *Rainerkees.* De 1901 à 1904 faible recul [8]).

6° *Müllwitzkees.* De 1896 à 1904, recul total de 104 m., dont 32m,5 depuis 1901. Pendant la période 1901-1904 le recul moyen annuel a donc été de 10m,8, contre 15 m. durant la période 1896-1901 [9]), et 17 m. [10]) en 1902-1903.

---

[1]) H. Reishauer, *Loc. cit.* p. 145.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4.

[3]) H. Reishauer, *Loc. cit.*, p. 145.

[4]) *Ibid.*, p. 144.

[5]) *Ibid.* p. 144.

[6]) *Nachmessung von Gletschermarken durch Bergführer 1903*, in *Mitt. d. D. u. Œ. A.-V.*, 1904, 30 nov., n° 22, p. 274.

[7]) Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905*, p. 4.

[8]) H. Reishauer, *Loc. cit.*, p. 144.

[9]) *Ibid.*, p. *ibid.*

[10]) *Nachmessungen von Gletschermarken durch Bergführer 1903.*

Depuis 1904 le recul s'est probablement aggravé ; en effet le Rapport de la Commission internationale pour 1905 (p. 4) indique que la perte en longueur du glacier de 1901 à 1905 a été de 67 m. ; elle se serait donc élevé à 34 m. dans la seule année 1904-1905.

7° *Schlattenkees*. 1904. Stationnaire.

8° *Viltragenkees* [1]). De 1901 à 1904 décrue totale : 23 mètres, soit de 6m,66 par an.

9° *Krimmerlerkees*. De 1899 à 1901 en crue, de 1901 à 1902 décrue de 17 m. [2]) ; de 1902 à 1903 stationnaire [3]) ; de 1905 à 1906 recul de 4 m. devant le lobe principal et de 20 m. devant le lobe droit [4]).

10° *Obersulzbachkees* De 1901 à 1903. Recul total moyen de 20m,60, soit recul moyen par an de 10m,30 [5]).
De 1903 à 1904. En décrue [6]).
De 1904 à 1906. Recul moyen total : 20 m. [7]). —

11° *Untersulzbachkees*. Antérieurement à 1900 a subi la petite crue de la fin du XIXe siècle et a atteint cette année là son maximum. Ensuite stationnaire en 1903 [8]).

Résumé. Aucun des onze glaciers du massif du Venediger observés en 1903, 1904, 1905, 1906, n'est en crue. Deux sont stationnaires (Krimmlerkees [1903] et Schlattenkees [1904] ; un n'accuse qu'une très faible perte de 1902 à 1903 (Untersulzbachkees). La décrue, paraît s'atténuer sur les autres appareils.

---

[1]) H. Reishauer, *Loc. cit.*, p. 143.
[2]) Comm. intern. des Glaciers, *VIIIe Rapp. 1902*.
[3]) Comm. intern. des Glaciers, *IXe Rapp. 1903*.
[4]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 164.
[5]) *Nachmessung von Gletschermarken*.
[6]) Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp. 1904*, p. 6.
[7]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 165.
[8]) *Nachmessungen von Gletschermarken...*

VIII. Massif du Gros Glockner.

1° *Pasterzenkees.* Ce glacier, le plus grand des Alpes orientales, est depuis 1901 régulièrement observé par le professeur Hans Angerer, de Klagenfurt, qui continue ainsi l'œuvre commencé en 1882 par le regretté Ferdinand Seeland.

De 1901 à 1902. Mouvements divers Devant 3 repères progrès de 6 m., $2^m,5$ et de $7^m,5$; devant quatre autres recul de $1^m,50$ de $1^m,8$, de 1 m. et de $8^m,8$ [1]).

De 1902 à 1903. Recul devant sept repères, variant de $16^m,6$ à $0^m,3$, et, progrès de $4^m,3$ et de $0^m,30$ devant deux autres.

Sur un profil tracé à la base du Glockner la vitesse annuelle d'écoulement augmente et passe de $43^m,6$ en 1902 à $48^m,2$ [2]).

De 1903 à 1904. Recul moyen de $7^m,6$ et affaissement sensible du corps du glacier. Sur le profil la vitesse moyenne annuelle de six pierres est de $33^m,9$ et la vitesse annuelle maxima est 49 m., soit une augmentation par rapport à 1902-1903 [3]).

De 1904 à 1905. Recul moyen de $3^m,6$ environ. Il atteint 30 m. devant un repère.

---

[1]) Dr Hans Angerer, *Beobachtungen am Pasterzengletscher in den Jahren 1900, 1901, und 1902,* in *Mitteilungen des Deutschen und Œsterreichischen Alpenvereins,* 1903, n° 19. 15 oct. p. 231 ; Dr Hans Angerer, *Beobachtungen am Pasterzengletscher in den Jahren 1900, 1901 und 1902 nebst einem Rückblick über die Ergebnisse den 23 jährigen Studien Seelands,* in *Carinthia* II (Mitt. des naturhistorischen Landesmuseum für Kärnten). Jahrgang 1902, 4, 5, 6.

[2]) Dr Hans Angerer, *Beobachtungen am Pasterzengletscher im Jahre 1903,* in Carinthia II, 1903, n° 6.

[3]) Dr Hans Angerer, *Beobactungen am Pasterzengletscher in den Jahren 1904 und 1905,* in *Carinthia* II. Klagenfurt, n° 3, 1906.

En même temps continuation de l'affaissement du glacier. La vitesse annuelle d'écoulement demeure sensiblement la même que celle de l'année précédente : 32m,8 pour les six pierres observées en 1904 et 31 m. pour l'ensemble du profil [1]).

De 1905 à 1906. recul moyen de 7m,7. — Affaissement sur le profil à la base du Glockner. Dans le cirque supérieur émersion de rochers précédemment couverts [2]), En 1905-1906 la vitesse annuelle moyenne de six pierres s'est abaissée à 31m,3.

De 1906 à 1907. Stationnaire pour ainsi dire. Le recul moyen peut être évalué à 1m,2. Devant trois repères on constate une poussée en avant ; la plus accusée est de 13m,5 [3]).

De 1907 à 1908. Recul moyen : 19m,5. Dans la partie supérieure du glacier l'affaissement atteint 4 m. — C'est la régression la plus accusée qui se soit produite depuis plusieurs années [4]).

2° *Ködnitzkees*. De 1901 à 1902, recul, à gauche, de 6m,20, à droite, de 8 m. ; moyenne : 7 m. [5]).

---

[1]) Dr Hans Angerer, *Beobachtungen..... in den Jahren 1904 und 1905.*

[2]) Dr Hans Angerer, *Gletscherbeobachtungen im Ankogelgebiete und ander Pasterze im Sommer 1906*, in *Carinthia* II, nos 5 et 6, 1906.

[3]) Dr Hans Angerer, *Beobachtungen am Pasterzengletscher im Sommer 1907*, in *Carinthia II*, nos 5 et 6, 1907, p. 109.

[4]) Dr Hans Angerer, *Beobachtungen am Pasterzengletscher im Sommer 1908*, in *Carinthia II*, 1908, nos 4, 5 et 6, p. 167.

[5]) Berichte über die Wissen. Untern. d. D. u. Œ. A.-V. XXXII.

De 1902 à 1903, recul, à gauche, de $1^m,30$, à droite, de 5 m., moyenne : $3^m,20$ [1]).

De 1904 à 1905. recul de $4^m,5$ [2]).

3° *Graues Kees (Teischnitzkees)*. De 1901 à 1902. Recul de $11^m,5$ [3]).

De 1902 à 1903. Recul de 7 m. [4]).

De 1904 à 1905. Recul de 7 m. [5]).

IX. Massif du sonnblick.

1° *Weissenbachkees*. De 1900 à 1905 décrue totale de 58 m. devant un repère et de 2 m. devant un autre [6]).

2° *Krumlkees*. De 1900 à 1902 [7]), crue de $7^m,5$. De 1902 à 1905 [8]), crue de 3 m.

3° *Goldbergkees*. 1902. Très fort recul [9]).

De 1902 à 1905. Recul total moyen : 41 m. Pendant cette période la régression a été très variable devant les différents repères: Repère 1 : 8 m.; Repère 2: $33^m,4$; Repère 3 (devant le front) : 62 m. ; lobe droit : 30 m. — [10]).

4° *Wurtenkees*. De 1900 à 1902. Recul total de 15 m. [11]).

De 1902 à 1905. Recul total de 21 m. devant un re-

---

[1]) *Nachmessungen von Gletschermarken durch Bergführer 1903.*

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp. 1905,* p. 4.

[3]) Berichte über die Wissen. Untern. XXXII.

[4]) Comm. intern. des Glaciers, *IXe Rapp. 1903,* p. 7.

[5]) Id. *XIe Rapp. 1905,* p. 4.

[6]) Gustave Götzinger, *Nachmessungen an den Gletschern der Goldberg-Gruppe in den Hohen Tauern in Jahre 1905,* in *Zeit. f. Gletscherkunde,* I, 4, fév. 1907, p. 311.

[7]) Fritz Machacek, *Gletscherbeobachtungen in der Sonnblick-Gruppe,* in *Mitt. d. D. u. Ö. A.-V.* 1902, n° 23, p. 281.

[8]) Gustav Götzinger, *Loc. cit.,* p. 310.

[9]) Fritz Machacek, *Loc. cit.*

[10]) Gustav Götzinger, *Loc. cit.,* p. 306.

[11]) Fritz Machacek, *Loc. cit.*

père et de 5 à 6 m. devant deux autres. Un pointement rocheux voisin du front, qui en 1900 était couvert, était en 1905 complètement dégagé [1]).

5° *Kleines Fleisskees.* En 1900 [2]), légère crue, puis de 1900 à 1902 décrue.

De 1902 à 1905. Crue totale de $7^{m},6$; toutefois le glacier n'est pas encore revenu à la position qu'il occupait en 1900-1901 [3]).

Dans le massif du Sonnblick, comme dans le reste du Tyrol, le régime dominant est la régression ; en 1905 deux appareils seulement avançaient. Ces deux crues étaient très faibles ; l'une, celle du Krumlkees, n'a pas dépassé 10 m. en cinq ans, la seconde, au Kleines Fleisskees, a été encore plus faible, mais elle a présenté cette particularité intéressante d'avoir été interrompue par une régression pendant deux ans.

X. Hochalmspitze et Ankogel [4]).

Hochalmkees. De 1898 à 1901. Recul total moyen

---

[1]) Gustav Götzinger, *Loc. cit.* p. 307.

[2]) Fritz Machacek *Loc. cit.*

[3]) Gustav Götzinger, *Loc. cit.* p. 309.

[4]) Dr Hans Angerer, *Gletscherbeobachtungen im Ankogel- und Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1902,* in *Mitt. d. D. u. Ö. A.-V.* 1903 n° 12, 30 juin, p. 149 ; *Die Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1903*, in *Carinthia* II. Klagenfurt, 1904, 4 et 5; Berichte über die Wissenschaftliche Unternehmungen des D. u. Ö A.-V.-XL. Dr Hans Angerer, *Gletscherbeobachtungen im Ankogel- und Hochalpenspitzgebiete in den Jahre 1898 bis 1904,* in *Mitt. des D. u. Oe A.-V.* 1905, nos 16, 31 août, p, 187 ; Dr Hans Angerer, *Gletscherbeobachtungen im Ankogel-Hochalpenspitzgebiete im Sommer 1904*, in *Carinthia II,* nos 4 et 5, 1904, p. 7 ; Dr Hans Angerer, *Gletscherbeobachtungen im Ankogelgebiete und an der Pasterze im Sommer 1906*, in *Carinthia II*, nos 5 et 6, 1906, p. 180; Comm. intern. des Glaciers, *IX Rapp. 1905*, p. 4 ; Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906*, p. 165.

devant six repères : 30 m. ; soit par an; 10 m. Sur un point il s'élève à $51^m,5$ et sur un autre s'abaisse à $6^m,5$.

De 1901 à 1902. Recul : $5^m,1$ (moyenne de quatre repères). Sur un point il atteint 8 m., sur un autre s'abaisse à $3^m,5$.

De 1902 à 1903. Recul de $7^m,5$ (moyenne de cinq repères),

De 1903 à 1904. Recul de $7^m,3$ (moyenne de sept repères).

De 1904 à 1905. Recul.

De 1905 à 1096. Recul.

De 1904 à 1906 la valeur moyenne de la régression totale est de $8^m,6$ et de la régression annuelle de $4^m,3$. —

2° *Kleinelendkees*. De 1898 à 1901. Décrue totale de $38^m,3$ (moyenne de cinq repères).

De 1901 à 1902. Décrue de $5^m,5$ (moyenne de huit repères).

De 1902 à 1903. Décrue de $9^m,9$ (id.).

De 1903 à 1904. Décrue de $9^m.6$ (id.).

De 1904 à 1905. Décrue.

En 1904 la vitesse annuelle d'écoulement a légèrement augmenté ; néanmoins la décroissance a continué en 1905.

3° *Grosselendkees*. 1900. *Petite crue* atteignant au maximum 6 m. sur un point par rapport à 1898.

De 1900 à 1901. Légère décrue de 4 à $0^m,50$ devant cinq repères et crue de 1 m. devant un sixième.

De 1901 à 1902. *Crue* de $2^m,7$.

De 1902 à 1903. *Crue* de $1^m,5$ (moyenne de six rep.)

De 1903 à 1904. *Crue* de $1^m,4$ (id.).

De 1904 à 1906. *Crue* totale moyenne : $1^m,8$.

En résumé, dans le Tyrol autrichien comme dans les autres parties des Alpes et dans le monde entier, le régime dominant est la décrue. Sur 69 glaciers observés pendant la période 1900-1905, 59 sont en recul. La régression paraît, toutefois, s'atténuer en général.

Les dix cas de crues relevés de 1900 à 1905 sont les dernières manifestations de la variation positive secondaire qui a marqué la fin du XIXe siècle. Trois des glaciers qui avançaient en 1905, le Taufkarferner, le Mitterkarferner, le Spiegelferner (Ötztal) avaient déjà éprouvé entre 1890 et 1900, une petite crue épisodique. Un quatrième, le Gaisbergferner (Ötztal), en progression en 1905, a également subi de 1890 à 1900 plusieurs petites poussées en avant d'une très faible durée, arrêtées par des décrues. Enfin le Suldenferner (Ortler), en crue de 1894 à 1904, a vu son mouvement de progression arrêté de 1899 à 1901 par une décrue.

Ces pulsations positives ont été, croyons-nous, déterminées par la descente d'une ou de plusieurs petites ondes de glaces qui, grâce, à des conditions topographiques favorables des appareils considérés, se sont propagées jusqu'à leurs fronts et ont déterminé leur progression. D'autre part, suivant toute vraisemblance, la fusion a exercé un rôle dans la production de ces à-coups, et les petites phases de décroissance qui ont séparé les poussées en avant sont dues à des aggravations momentanées de l'ablation. Telle paraît être notamment la cause des régressions du Suldenferner de 1899 à 1901, du Gross Elendkees de 1900 à 1901 et de 1904 à 1905.

Les observations exécutées dans le Tyrol autrichien, comme celles accomplies dans le massif du Mont-Blanc, montrent que la loi dite de longue périodicité ne saurait être acceptée d'une manière absolue et que dans l'intérieur d'une période de crue ou de décrue se manifestent de petits mouvements de sens contraire. Les variations glaciaires peuvent être représentées par de grandes courbes accidentées de petites dents de scie.

ITALIE ET TYROL ITALIEN

Dans la région italienne les observations glaciaires sont encore très fragmentaires, et on doit souhaiter que l'œuvre poursuivie dans les Alpes dolomitiques et sur le revers méridional du Mont-Rose par le professeur Olinto Marinelli et le Dr Giotto Dainelli soit étendue aux autres parties italiennes des Alpes.

I. Massif du Grand Paradis.

1° *Glacier de Trajo.* De 1896 à 1903 paraît avoir grossi et s'être quelque peu allongé [1]).

2° *Glaciers du Valnontey.* Alors qu'en 1865 les glaciers de Tzasset, de la Tribulation, du Grand Croux, et du Money confluaient et ne formaient dans leur partie inférieure qu'un seul et même appareil de vallée, en 1874 ils étaient dissociés et retirés chacun dans leurs vallons respectifs, ayant perdu une longueur de 750 m. en neuf ans [2]).

En 1881 cette retraite prit fin. De 1883 à 1885 le Grand Croux et la Tribulation firent une crue de 800 m. [3]) et leurs extrémités inférieures vinrent de nouveau se souder, tandis que le glacier de Money reculait de 40 m.

Le régime de ces appareils est ensuite inconnu. Nous savons seulement que de 1895 à 1903 les glaciers de la

---

[1]) Francesco Porro, *Nuove Osservazioni sui Ghiacciai del Gran Paradiso e del Monte Bianco,* in *Boll. del Club Alpino Italiano.* Vol. XXXVI, n° 69, Turin, 1903, p. 126.

[2]) F.-A. Forel, *Les variations périodiques des Glaciers des Alpes.* Cinquième rapport 1884, in *Jahrb. des Schweizer Alpenclubs,* XX, Berne, 1885.

[3]) F.-A. Forel. *Ibid.* Sixième rapport 1885, in *Jahrb. des Schweizer Alpenclubs,* XXI, Berne, 1886.

Tribulation et du Grand Croux se sont légèrement retirés, le dernier de 10 m., tandis que le Money manifestait des mouvements divers, sa partie nord avançant de 10 m. et sa partie sud rétrogradant de 25 m. environ [1]).

La crue secondaire de la fin du XIXe siècle a donc affecté le massif du Grand Paradis et est actuellement en voie d'extintion.

II. Crète-Frontière entre le Petit Saint-Bernard et le Col de la Seigne (versant italien).

En 1904 les glaciers de Lavaye, des Arièreys, du Breuil, de Chavannes présentaient des traces évidentes de régression et d'affaissement [2]).

III. Massif du Mont-Blanc.

1° *Glacier d'Estelette.* De 1898 à 1904 la langue de droite a disparu, tandis que celle de gauche paraît avoir progressé légèrement [3])

2° *Glacier de l'Allée Blanche.* De 1897 à 1904, recul de 35 m. à droite et de 3 à 4 m. à gauche [4]).

3° *Glacier du Miage.* En 1904 traces de crue sur plusieurs lobes [5]).

4° *Glacier de la Brenva.* De 1878 à 1891 crue [6]). De 1878 à 1881 la progression ne fut pas inférieure à 50 m.

---

[1]) Francesco Porro, *Loc. cit.*

[2]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp. 1904,* p. 9.

[3]) *Ibid.* p. 9.

[4]) *Ibid.* p. 10.

[5]) *Ibid.* p. *ibid.*

[6]) F.-A. Forel. *Les Variations périodiques des Glaciers des Alpes.* Cinquième rapport 1884, in *Jahr. d. Schw. Alpenclub.* XX., et carte II jointe au Treizième Rapport 1892, in *Jahr. d. Schw. Alpenclub.* XXVIII.

environ ; pendant l'hiver 1890-1891 le glacier menaça un chalet [1]).

De 1897 à 1903 recul important [2]).

5° *Glacier des Grandes Jorasses.* En 1904 stationnaire [3]).

6° *Glacier de Gruetta.* De 1897 à 1904 faible recul [4]).

7° *Glacier de Triolet.* De 1897 à 1904 faible recul [5]).

8e *Glacier du Pré-de-Bar.* De 1897 à 1904 recul total de 33 m. [6]).

IV. Massif du Mont-Rose (versant italien).

1° *Glacier Grande di Verra.* De 1901 à 1904 recul très marqué [7]).

2° *Glacier du Lys.* Après s'être retiré de 25 m. de 1901 à 1902, le front, à la bouche de sortie du torrent, a fait, de 1902 à 1904, une petite poussée en avant de 9 m.[8]).

3° *Glacier d'Indren.* De 1901 à 1904 léger recul (6m,80 à 2 m.) [9]).

V. Alpes Bergamasques.

Le glacier sis au Sud-Est de la Coca, la vedretta del Trobio, et la vedretta del Costone, tous trois situés dans le bassin supérieur du Serio, sont en léger recul (1906) [10]).

VI. Versant italien du Bernina.

1° *Glacier della Ventina.* De 1899 à 1907 recul total de 65 m. devant le front, soit de 8 m. environ par an ;

---

[1]) Francesco Porro. *Loc. cit.*

[2]) Comm. intern. des Glaciers. *XIe Rapp.* p. 11.

[3]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.* p. 10.

[4]) *Ibid.*, p. *ibid.*

[5]) *Ibid.*, p. *ibid.*

[6]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.* p. 10.

[7]) G. Dainelli, *Alcune notizie sopra i ghiacciai delle valle di Gressoney e di Ayas (Gruppo del M. Rosa)*, in *Zeit. d. Gletscherkunde,* I, 4, p. 283.

[8]) *Ibid.*, p. 267.

[9]) *Ibid.* p. 265.

[10]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906,* p. 167.

de 24 m. sur la rive gauche, soit de 3 m. environ par an; de 28m,10 sur la rive droite, soit de 3m,5 par an [1]).

2° *Glacier de la Disgrazia.* De 1899 à 1907, devant le front recul total de 83m,35, soit de 10m,40 par an [2]).

3° *Glacier de Scersen.* De 1899 à 1907, devant le front recul total de 44m,5, soit de 5m,56 par an [3]).

4° *Glacier de Fellaria.* De 1899 à 1907, recul total du lobe gauche, 70 m.; du lobe médian chargé de moraines, 30 m. [4]).

VIII. Massif de l'Adamello.

1° *Vedretta del Mandron.* En recul. La diminution de la langue suspendue de cet appareil, de 1895 à 1905, est représentée graphiquement par la fig. XVII empruntée au mémoire du professeur Marson [5]).

De 1899 à 1905 le recul total de cette langue a été de 47m,8 [6]).

2° *Vedretta della Lobbia.* De 1899 à 1905, recul total de 41 m., devant un repère, soit par an de 7 m. [7]). — Le lobe gauche est affecté par une régression plus accusée que le lobe droit.

VIII. Alpes Dolomitiques.

1° *Glacier de la Marmolada.* (Surf. 4 km²). Le seuil

---

[1]) D. Sangiorgi e L. Marson, *Sulle variazioni dei ghiacciai italiani del Gruppo del Bernina*, in *Atti della Soc. Ligustica di Scienze naturali e geografiche,* vol. XIX, 1908. Gênes.

[2]) *Ibid.*

[3]) *Ibid.*

[4]) *Ibid.*

[5]) L. Marson, *Sui ghiacciai dell'Adamello-Presanella (alto bacino del Sarca-Mincio),* in Soc. geografica italiana, *Bolletino,* Fasc. VI, 1906.

[6]) H. Reishauer, *Revision einiger Gletschermarken in der Presanella-Adamello Gruppe (Sommer 1906),* in *Zeit. f. Gletscherkunde*, II, 4, avril 1903, p. 312.

[7]) *Ibid.*, p. 311.

d'une grotte-refuge creusée, à l'altitude de 3045 m., dans la paroi rocheuse encadrant à l'ouest ce glacier, sert d'échelle nivométrique dans le cirque supérieur de cet appareil, comme les grottes du comte H. Russel-Killough sur le bord du glacier d'Ossoue, au Vignemale.

En août 1877, lors de notre ascension à la Marmolada, l'entrée de la grotte se trouvait à 6 ou 7 m. au-dessus du niveau du glacier. Deux ans plus tard elle était masquée par un gonflement de la glace et en 1884 complètement enfouie. Cet état de choses persista jusqu'en 1900. A partir de cette date le niveau du glacier s'abaissa rapidement et à la fin de septembre 1902 l'entrée de la grotte non seulement se trouvait complètement dégagée, mais encore dominait le glacier d'un mètre [1]).

Ce gonflement n'a donné lieu à aucune poussée en avant du front. De 1876 à 1907 la régression a été constante, mais peu accentuée; pendant cette période le glacier a perdu seulement de 3 à 4 pour cent de sa surface primitive [2]).

De 1905 à 1907 recul moyen annuel : 5 m. — [3]).

2° *Glacier central du Sorapis* [4]). Superficie : 5,6 ha. — Altitude du front : 2185 m. — Recul moyen devant 2 repères de 1897 à 1899 : $1^m,55$; de 1899 à 1901 : $0^m,70$; de 1900 à 1901 : $1^m,45$; de 1901 à 1902 : $0^m,60$; de 1902 à 1903 : $0^m,50$; de 1903 à 1905 : $0^m,80$ soit $0^m,40$ par an.

3° *Glacier du Cristallo* [5]). Superficie 22 ha. Altitude du

---

[1]) Olinto Marinelli, *Studi orografici nelle Alpi Orientali,* in Societa Geografica italiana, *Bolletino*, Rome. Fasc. I. 1904. (p. 64 du tirage à part).

[2]) *Gletscherforschungen in den südlichen Kalkalpen (Dolomiten)*, in *Zeit. f. Gletscherkunde,* II, 5, juillet 1908, p. 364.

[3]) *Ibid.*

[4]) Dr Antonio Renato Toniolo, *Riscontri su recenti oscillazioni dei ghiacciai dei gruppi Sorapiss e Cristallo nelle Alpi Cadorine (Autunno 1905),* in *Rivista Geografica italiana.* Florence. Ann. XIII, Fasc. VIII, octobre 1906, p. 453.

[5]) *Ibid.*

front : 2292 m. (moyenne). Recul moyen devant deux repères, de 1897 à 1899 : $2^m,72$, soit $1^m,36$ par an ; de 1899 à 1901 : $16^m,72$, soit $8^m,36$ par an; de 1901 à 1902 : $2^m,25$.

De 1905 à 1907 recul moyen annuel : 4 m.

La régression de ces appareils semble donc en voie d'atténuation.

4° *Glacier du Popena* [1]). Superficie : 8,1 ha. — Altitude du front : 2318 m.

Recul de 1902 à 1905 : $0^m,50$.

5° *Glaciers delle Marmarole* [2]).

a) Glacier est del Froppa. Recul de 7 m. de 1900 à 1903.

b) Glacier ouest del Froppa. Recul de 6 m. de 1900 à 1903.

6° *Glacier ouest de l'Antelao* [3]). De 1897 à 1903, recul insignifiant.

7° *Névé du versant ouest du Pelmo* [4]). Stationnaire de 1888 à 1902, a fondu en grande partie en 1903 et s'est finalement trouvé réduit à trois petites plaques.

IX. Alpes Juliennes.

Glaciers occidental et oriental du Canin. D'après les observations du professeur O. Marinelli [5]), le régime de ces deux glaciers se résume ainsi :

1° De 1893 à 1897 recul constant.

2° De 1897 à 1900 allure incertaine.

3° A partir de 1900 reprise très nette du recul.

---

[1]) Dr Antonio Renato Toniolo, *Loc. cit.*

[2]) Comm. intern. des Glaciers. *IXe Rapp. 1903,* p. 9.

[3]) *Ibid.*

[4]) L. Marson, *Nevai di Circo e traccie carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo con altri contributi allo studio dell'antico ghiacciaio della Piave*, in Societa geografica Italiana. *Bolletino.* III. 1905.

[5]) O. Marinelli, *Studi oragrafici nelle Alpi Orientali.* XXI, in Soc. Geografica Italiana. *Bolletino.* Serie IV. Vol. V. n° 2, fév. 1904, p. 110. Rome.

Les mesures exécutées par le professeur Marinelli le 28 septembre 1901 donnent la perte totale de ces deux glaciers depuis plusieurs années.

Glacier occidental.	Front Ouest.	Repère 1	17 m.	depuis 1897 (4 ans)
		— 2	17,50	—
		— 3	25,50	depuis 1896 (5 ans)
		— 4	14	—
		— 5	3	depuis 1900 (1 an).
		— 6	11	depuis 1897 (4 ans)
	Front Est	— 7	1,20	depuis 1900 (1 an)
		— 8	0,45	—
Glacier oriental.		1	2^{m},80	depuis 1896 (5 ans)
		2	4,55	depuis 1900 (1 an).
		3	0,40	depuis 1896 (5 ans)

X. Alpes Vénitiennes.

Massif du Cavallo. Bien que son point culminant ne dépasse pas 2251 m., le massif du Cavallo porte de petits névés, grâce à la protection que leur offrent les formes topographiques du terrain.

L'étendue de ces dépôts traduit immédiatement et très nettement les influences météorologiques dominantes de l'année ; par suite ces appareils peuvent être considérés comme des enregistreurs de la résultante des divers phénomènes climatiques.

Voici quelles ont été, d'après le professeur Marson, les fluctuations de ces nappes :

En 1902, enneigement progressif. Les névés du Val di Piera supérieur ont augmenté par rapport à 1901 et acquis l'épaisseur et l'étendue qu'ils présentaient en 1900 [1]). En 1903 mouvement divers ; ces névés accusent une diminution par rapport à l'année précédente, tandis que d'autres situés plus haut sont en voie d'augmentation.

---

[1]) L. Marson. *Nevai di circo e traccie carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo*, in Societa geografica Italiana. *Bolletino*. Ser. IV. Vol. IV, XII, Déc. 1903 p. 989.

En 1904 diminution [1]; puis en 1905 se manifeste une augmentation générale, surtout en épaisseur [2].

En résumé, dans les Alpes italiennes les glaciers décroissent actuellement, mais moins rapidement, semble-t-il, qu'il y a une vingtaine d'années. Ils ont éprouvé la variation positive secondaire de la fin du XIXe siècle, avec les mêmes caractères que ceux qui ont affecté ce phénomène dans les autres parties des Alpes. Durant ces cinq dernières années trois appareils du versant italien ont manifesté de petites poussées en avant épisodiques, dues, suivant toute vraisemblance, à la propagation d'ondes de glace jusqu'aux fronts par suite de conditions topographiques favorables. Ce sont le Money (Grand Paradis), qui a fait une pulsation de 10 m. entre 1895 et 1903, le Miage, qui en 1904, manifestait des symptômes de crue, et le Lys, lequel de 1902 à 1904 a avancé de 9 m. —

NORVÈGE

En Norvège les variations des glaciers sont observées par le Dr J. Rekstad et par M. P. A. Öyen.

Nous ne saurions trop appeler l'attention sur les rapports du Dr Rekstad. Ce sont les modèles du genre par la précision de leur rédaction comme par l'abondance de leur illustration documentaire [3]. Chaque notice consacrée à un glacier est accompagnée d'un croquis indiquant la position des repères et des moraines, et de photographies représentant les positions successives du front des appareils. Les figures XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, emprun-

---

[1]) L. Marson. *Nevai di circo e traccie carsiche e glaciali nel gruppo del Cavallo con altri contributi allo studio dell'antico ghiacciaio della Piave*, in Societa geografica Italiana, 1905, III, p. 179.

[2]) Luigi Marson. *Sulle oscillazioni dei nevai di circo. Gruppo del Cavallo (Val di Piera). Osservazioni fatte nel 1905*, in Societa geografica italiana. *Bolletino*. VII, 1906, Rome.

[3]) Voir notamment *Fra Jostedalsbræen*, in *Bergens Museums Aarbog*, Bergen, 1904, n° 1.

tées aux rapports du Dr Rekstad, montrent l'intérêt de cette iconographie. Les mémoires de notre confrère norvégien sont complétés par des renseignements climatiques concernant l'année à laquelle se réfèrent les observations.

Enneigement et phénomènes climatiques.

L'été 1901, a été, en Norvège comme en Suède, extraordinairement chaud et sec [1]). En juillet la température fut de 3° supérieure à la normale sur le versant ouest du relief norvégien et de 5° sur le versant est. Durant ce mois, dans tous les massifs glacés de la péninsule on observa des maxima de 30°. Dans 60 pour cent des stations du réseau météorologique norvégien, jamais auparavant d'aussi hautes températures n'avaient été relevées. Cette chaleur anormale détermina, non seulement un recul très accentué des glaciers, mais encore la fusion complète d'un grand nombre de névés supérieurs. De mémoire d'homme jamais les montagnes n'avait été aussi découvertes.

1901 marque un tournant dans l'histoire climatologique de la Norvège. A l'été chaud de cette année-là a succédé, en effet, une série d'étés froids et d'hivers neigeux, comme l'indique le tableau suivant établi par le Dr J. Rekstad, d'après les observations des six stations météorologiques situées aux environs du Jostedalsbræ [2]).

	1902	*1903*	*1904*	*1905*	*1906*
Ecart de la température annuelle par rapport à la normale.	— 0°,5	+ 0°,3	— 0°,1	+ 0°,2	+ 0°,45

---

[1]) H. Mohn, *De höieste luft-temperaturer i Norge*, in *Naturen*, Bergen. XXV Aargang, n° 11, nov. 1901, p. 337. Pour la Suède consulter Nils Ekholm, *Väderleken under år 1901*, in *Ymer*, 1901, 4, p. 427. Stockholm.

[2]) J. Rekstad, *Brœernes voksen i det vestlige Norge under de senere aars kolde Somre*, in *Bergens Museum Aarbog*, 1907, 2, Bergen, p. 6 et 7, et *Fra Vestlandets bræer 1906-07*, in *Naturen*, avril 1908, 4.

	1902	1903	1904	1905	1906
Ecart de la température de mai à septembre par rapport à la normale.	— 1°,1	— 0°,8	— 0°,5	+ 0°,1	— 0°,1
Ecart de la somme des précipitations annuelles par rapport à la normale.	— 4 %	+ 17 %	— 2 %	+ 17 %	+ 18 %
Ecart de la somme des précipitations du 1 janvier au 1er mai et du 1er sept. au 1er janvier par rapport à la normale.	— 3 %	+ 18 %	+ 2 %	+ 17 %	+ 24 %

Ce régime météorologique a engendré un enneigement progressif. L'abaissement de 1°,1 dans la température moyenne estivale survenu en 1902 a déterminé une descente de la ligne des neiges de 150 m. environ, celui de 0°,8 constaté en 1903 une descente de plus de 100 m., enfin à l'écart de 0°,5 relevé en 1904 correspond une descente de 70 m. — [1]).

Cet enneigement n'a pas tardé à produire son effet. Dès 1903 plusieurs glaciers sont entrés en crue, puis les années suivantes le mouvement s'est généralisé pour s'atténuer ensuite en 1907. Sur les glaciers de la Norvège occidentale, qui sont, d'ailleurs, courts, un intervalle de 18 mois à 3 ans suffirait donc pour que les variations de l'enneigement se fissent sentir sur les fronts [2]). Le ralentissement dans la crue observée en 1907 serait, suivant toutes probabilités, la conséquence du léger excès de température constaté de mai à septembre 1905. L'été 1907 a été très froid, et l'hiver précédent neigeux, par suite la crue s'est accentuée en 1908 bien que la température de l'été 1908 ait été supérieur à la normale.

---

[1]) J. Rekstad, *Brœernes voksen i det vestlige Norge under de senere Aars kolde Somre,* p. 6.

[2]) *Ibid.*, p. 8.

Renseignements rétrospectifs sur les variations glaciaires. Durant la première moitié du XVIIIe siècle le Jostedalsbræ et le Svartis ont éprouvé une crue formidable, et atteint à cette époque leur maximum connu [1]).

Au commencement du XIXe siècle plusieurs glaciers étaient encore très gros, presque en état de maximum. Tels le Salajekna, sur le versant suédois du Salitelma [2]), l'Engabræ (Svartis) [3]), les glaciers du Krondal (Jostedalsbræ) qui en 1810, au témoignage de Léopold de Buch, avaient à peu près les mêmes dimensions qu'en 1743 [4]), le Bondhusbræ (Folgefonn) en progression en 1807 [5]), le Styggebræ (Jotunheim) qui à cette dernière date s'étendait dans la vallée à 2,5 km. plus en aval qu'aujourd'hui [6]).

Vers 1812 a commencé la variation primaire négative qui dure encore.

Pour plusieurs appareils du Jostedalsbræ le recul depuis le maximum de 1743 jusqu'à 1903 varie de 1500 à 2000 m. [7]).

---

[1]) Sur l'historique de cette crue consulter : Charles Rabot, *Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales*, IIe partie. (*Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, Genève, année 1899 et 1900) ; *Revue de Glaciologie, n° 2*, in *Ann. du Club Alpin Français*, XXIXe, année 1902. Paris 1903 ; J. Rekstad, *Om periodiske forandringer hos norske bræer*, in Norges geologiske undersögelse, *Aarbog 1896 og 1899*, n° 28, Kristiania ; *Jagttagelser fra bræer i Sogn og Nordfjord*, in Norges geol. unders., *Aarbog for 1902* Kristiania, 1901 ; *Fra Jostedalsbræen*, in *Bergens Museum Aarbog 1904*, n° 1, Bergen ; P.-A. Öyen, *Bidrag til vore bræegnes geografi*, in *Nyt Magazin f. Naturv.* B. 37, 1-3, Kristiania, 1900.

[2]) Charles Rabot. *Les variations de longueur des glaciers*, IIe partie (p. 157 du tirage à part).

[3]) Léopold de Buch. *Reise durch Norwegen und Lappland*, Berlin, Nauck. 1810. I. p. 311.

[4]) Leopold de Buch, *Ueber die Gränzen des ewigen Schnee's im Norwegen*, in *Gilbert's Annalen*. 1812 p. 22.

[5]) P. A. Öyen, *Bidrag til vore bræegnes geografi*, p. 170.

[6]) P. A. Öyen *Vore isbræers tilvekst og aftagen*, in *Norske Turistforenings Aarbog for 1901* (p. 5 du tirage à part).

[7]) J. Rekstad, *Fra Jostedalsbræen*.

	Recul de 1743 à 1903
Boiumbræ	1930 m. [1])
Tunsbergdalsbræ	1187 m.
Bersetbræ	1612 m.
Nigardsbræ	2173 m.
Aabrekkebræ	1120 m.
Austerdalsbræ	1625 m. [2])

Le Tunsbergsdalsbræ, le Nigarsbræ, l'Aabrekkebræ, l'Austerdalsbræ sont aujourd'hui longs respectivement de 14, 6, 3 et 8 kilomètres; les pertes qu'ils ont subies depuis le milieu du XVIIIe siècle sont donc du seizième, du quart ou du sixième de leur étendue primitive [3]).

Pendant cette période de 160 ans, la régression n'a pas été régulière, comme le montre le tableau suivant :

1° *Boiumbræ.*

	Recul total	*Recul moyen annuel*
De 1743 à 1825.	— 500 m.	— 6m,1
De 1825 à 1872.	— 900 m.	— 19m,1
De 1872 à 1899.	— 450 m,	— 16m,7
De 1899 à 1903.	— 80m,5	— 20m,1
	1930m,5	

2° *Bersetbræ.*

De 1743 à 1829.	— 770 m.	— 9 m.
De 1829 à 1851.	— 53 m.	— 2m,4
De 1851 à 1899.	— 677 m.	— 14m,1
De 1899 à 1903.	— 112m,6	— 28m,1
	1612m,6	

---

[1]) Dans *Einiges über Gletscherschwankungen im Westlichen Norwegen,* in *Zeit. f. Gletscherkunde,* I, 5, avril 1907, p. 347 le Dr Rekstad donne des chiffres inférieurs : 1750 m. pour le Boiumbræ, 1500 m. pour le Bersetbræ, 2100 pour le Nigardsbræ.

[2]) J Rekstad, *Bræernes fremrykken sidste aar* in *Naturen,* 1906, 1, p. 9.

[3]) Ces valeurs du recul pendant cette variation primaire négative sont de beaucoup supérieures à celles que nous avons précédemment indiquées d'après de Seue et Richter. (*Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales.* II. p. 229). En 1869 et en 1895 ces auteurs évaluaient par exemple le recul du Boiumbræ par rapport à la moraine de 1743 à 600 ou 700 m. —

	Recul total	*Recul moyen annuel*
3° *Nigardsbræ.*		
De 1743 à 1819.	541 m.	— $7^m,1$
De 1819 à 1822.	79 m.	— 26 m.
De 1822 à 1845.	80 m.	— $3^m,5$
De 1845 à 1873.	900 m.	— 32 m.
De 1873 à 1899.	500 m.	— 19 m.
De 1899 à 1903.	$73^m,5$	— $18^m,4$
	$2173^m,5$	

Ainsi, tandis que la perte de la glaciation a été relativement faible pendant quatre-vingts ans environ, de 1743 à 1830, est devenue beaucoup plus accentuée de 1830 à 1873, puis s'est atténuée pour reprendre de nouveau avec une très grande énergie de 1899 à 1903.

Au cours de cette variation primaire négative trois variations secondaires positives ont affecté le Jostedalsbræ. La première se place entre 1830 et 1849 d'après M. Rekstad, entre 1835 et 1840 et même 1855 d'après M. P.-A. Öyen. La seconde a eu lieu de 1867 à 1873, et la troisième de 1880 à 1889. Une quatrième variation positive a commencé à se manifester en 1903.

Quel énorme cube de glace a disparu pendant la variation négative primaire du XIXe siècle, le Dr Ebeling en fournit un exemple. D'après ses calculs, de 1867 à 1903, un seul glacier du Jostedalsbræ, le Langedalsbræ, aurait perdu pas moins de 60 millions de m^3. [1]) — A la première de ces deux dates, cet appareil formait dans la vallée une nappe longue de 1000 m., large de 900 à 1200 m., et épaisse de 60 m. au minimum, nourrie par quatre affluents. Aujourd'hui de cette masse de glace il ne reste que de maigres témoins, et deux de ses affluents ne se soudent plus avec le courant principal et sont devenus des glaciers snspendus isolés. D'autre part, de 1869 à 1903 le recul en altitude n'a pas été inférieur à 174 m. —

---

[1]) M. Ebeling, *Die Ergebnisse einer Studienreise im Gebiet des Jostedalsbræe*, in *Zeit. d. Ges. für Erdkunde zu Berlin.* 1905, n° 1.

Examinons maintenant les variations dans les divers massifs de la Norvège, d'après les travaux récemment publiés.

A. Folgefonn (fig. X.) [1].

1° *Bondhusbræ* (fig. XI). D'après M. J. Rekstad, ce glacier a, lui aussi, éprouvé une variation positive primaire vers le milieu du XVIIIe siècle, mais à la différence de ce qui s'est produit au Jostedalsbræ, le recul survenu depuis ce maximum a été peu important : 270 m. en 1904.

Pendant la seconde partie du XIXe siècle cet appareil a éprouvé trois variations positives secondaires : la première entre 1851 et 1859, la deuxième de 1865 à 1875, la troisième, très faible, vers 1890. La crue de 1865 à 1875 a ramené le glacier jusqu'à 110 m. en amont de la moraine du XVIIIe siècle.

De 1875 à 1895 le recul a été très lent, seulement de 50 m. soit de $2^{m},5$. par an. Vers 1889-1890 le Bondhusbræ a subi une petite pulsation en avant, si bien qu'à cette date il était plus long qu'en 1869.

Après 1895 la régression s'est ensuite accentuée et s'est élevée les sept années suivantes de 1895 à 1902, à 110 m., soit à $15^{m},7$ par an.

En 1902 commence une nouvelle période. Cette année là une crue se produit et progressivement acquiert de l'ampleur, comme l'indiquent les observations suivantes de M. Rekstad indiquant les variations de la langue terminale.

	Repère de droite	*Repère de gauche*
Du 6 oct. 1902 au 21 juin 1904	+ 9 m.	+ 1 m. [2]
Du 21 juin 1904 au 3 juin 1905	+ 13 m.	+ 20 m. [3]

---

[1]) J. Rekstad, *Jagttagelser fra Folgefonnens bræer*, p. 7.

[2]) J. Rekstad, *Bræernes fremrykken sidste aar*, in *Naturen*, Bergen, XXX, 1906, 1, janv. p. 9.

[3]) J. Rekstad, *Jagttagelser fra Folgefonnens bræer*, in *Norges geologiske undersögelses Aarbog for 1905*, n° 4.

	Repère de droite	*Repère de gauche*
Du 3 juin 1905 au 22 juin 1906	+ 23m,5	+ 30m,5 [1])
Du 22 juin 1906 au 31 mai 1907	+ 9m,5	+ 4 m. [2])

D'après M. P.-A. Öyen [3]), les valeurs des oscillations seraient légèrement différentes, comme le montre le tableau suivant :

De 1902 à 1903	+ 0m,3	
De 1903 à 1994	+ 16 m.	+ 13 m.
De 1904 à 1905	+ 20 m.	+ 13 m.
De 1905 à 1906	+ 15 m.	+ 29 m.
De 1906 à 1907	+ 7 m.	+ 13m,7

2° *Buarbræ* (fig. XIV). L'historique des oscillations de ce glacier pendant la seconde moitié du XIXe se résume en trois crues et deux décrues.

Durant la période comprise entre 1840 et 1850 le Buarbræ a progressé de 1300 à 1400 m. [4]); puis, après quelques années de recul, il a fait une nouvelle poussée en avant très forte. si bien qu'en 1878 il a atteint son maximum connu pendant la période historique. Il s'est ensuite mis en retraite jusque vers 1890. A cette date le Buarbræ a éprouvé une nouvelle pulsation en avant qui se serait manifestée jusqu'en 1893, d'après Öyen [5]). Cette petite crue ne lui a pas fait regagner le terrain perdu. De 1878 à 1900 le glacier a reculé de 193 m. [6]), soit de 8m,7 par

---

[1]) J. Rekstad, *Einiges über Gletscherschwankungen im westlichen Norwegen*, in *Zeit. f. Gletscherkunde*, Berlin, I, 5, avril 1907, p. 348.

[2]) J. Rekstad, *Fra Vestlandets bræer 1906-1907*, in *Naturen*, XXXII, 1908, 4, avril, p. 119.

[3]) P. A. Öyen, *Femten aars glaciologiske iagttagelser*, in *Christiania Videnskabs-Selskabs forhandlinger for 1906*, n° 7, Kristiania, 1906; *Norske bræers forandring 1906*, in *Naturen*, Bergen, XXXI, 1907, 3, mars, p. 92; *Norske bræers forandring 1907*, in *Ibid.*, XXXII, 1908, 1, janv. p. 29.

[4]) J. Rekstad, *Jagttagelser fra Folgefonnens bræer*, p. 10.

[5]) P. A. Öyen, *Femten aars glaciologiske iagttagelser*, p. 4.

[6]) *Id.*, p. id.

an ; ensuite la régression s'est aggravée et a atteint pas moins de 150 m. de 1900 à 1904, soit 37m,5 par an [1]). Quoiqu'il en soit, et c'est là un fait très important, en 1904, malgré les pertes subies durant ces vingt-six dernières années, le Buarbræ était encore plus long qu'en 1860 [2]).

En 1902, d'après Öyen, en 1904, suivant Rekstad, une nouvelle période de crue a commencé, laquelle s'est accentuée d'année en année, comme l'indique le tableau suivant [3]).

	front	*lobe gauché*
Du 6 août 1904 au 20 juin 1905	— 3 m.	+ 2 m.
Du 22 juin 1905 au 9 juillet 1907	+ 37 m.	

A cette dernière date le front était en voie de rapide allongement.

3° *Pytbræ* (fig. XIII). En recul de 1892 à 1901 ; de 1901 à 1904, en crue [4]).

4° *Blomsterskarbræ* (fig. XII). En crue vers 1820-1830. A cette date il aurait rempli le lac situé devant son front actuel.

Le Folgefonn a eu ainsi pendant le XIXe siècle un régime complètement différent de celui des autres glaciers de Norvège et des Alpes. Alors que durant cette période le Jostedalsbræ a éprouvé une variation primaire négative, une des branches du Folgefonn a atteint en 1878 son maximum connu et garde encore des dimensions supérieures à celle qu'elle avait en 1860, et les autres glaciers de ce massif n'ont reculé que d'une longueur relativement faible. Le régime du Folgefonn rappelle, en un mot, celui des glaciers islandais. Aujourd'hui une nouvelle phase de crue se dessine.

---

[1]) J. Rekstad, *Jagttagelser fra Folgefonnens*... p. 12.

[2]) *Id.* p. 10.

[3]) J. Rekstad, *Bræernes fremrykken* etc., et, *Fra Vestlandets bræer*.

[4]) P. A. Öyen. *Femten aars* etc., p. 7.

La fig. XV établie par le Dr Rekstad résume graphiquement les variations de régime du Buarbræ et du Bondhusbræ pendant la seconde moitié du XIXe siècle.

B. Hardangerjökull.

Rembesdalsskaak. Recul très accusé en 1901 [1]).

C. Jostedalsbræ,

Le tableau suivant résume les variations des branches du Jostedalsbræ de 1899 à 1907 principalement d'après les observations du Dr J. Reckstad [2]).

En résumé, en 1903 deux glaciers accusent des symptômes d'augmentation, le Suphellebræ et le Melkevoldbræ; eu 1904, seul le premier de ces appareils présente des indices d'accroissement. Mais en 1905, la crue se précise et s'étend à quatre glaciers L'année suivante le nombre des appareils en allongement s'élève à six et en 1907 à onze sur quatorze émissaires du Jostedalsbræ en observation. A la fin d'août 1907 ces onze glaciers continuaient à avancer; l'un d'eux, le Tunsbergdalsbræ poussait devant lui une grosse moraine frontale. Pour plusieurs l'avancée est importante: le Boiumbræ a avancé de 96 m. en quatre ans, soit de 28 m. par an, le Bersetbræ de 90 mètres également en 4 ans, soit de $22^{m},2$ par an, le Melkevoldsbræ de $74^{m},9$ en 3 ans, soit de 25 m. environ par an.

D. Jotunheim.

Les glaciers de ce massif alpin paraissent avoir été également affectés par une grande crue pendant la première

---

[1]) J. Rekstad, *Jaggtagelser fra Folgefonnens...* p. 16.

[2]) P. A. Öyen, *Brœoscillation i Norge 1901,* in *Nyt Magazin f. Naturvidensk.* B. 40, 2, Kristiania, 1902.

		1899-1903	1900-1903	Moyenne ann. pendant les périodes précédentes	1903-1904	1904-1905	1905-1906	1906-1907	
Boiumbræ		— 80m,5		— 20m,1	— 13m,5		+ 83m,5	+ 13m	
Suphellebræ	Flanc S.	+ 42m,22		+ 10m,5	+ 14m,3		+ 5m	+ 23m	
	Front	— 31m,7		— 7m,9	+ 33m,2		+ 22m	— 33m (?)	
	Flanc S.E.	+ 2m,5			— 29m		+ 55m (1904-1906)	+ 2m	
Lille Suphellebræ	Front	— 102m,76		— 25m,7					
	Front S.E.	— 27m,5		— 6m,8					
Tunsbergdalsbræ	Front		— 34m,5	— 11m,5				+ 33m,5	Depuis 1903
	Flanc S.E.		— 87m	— 21m,7				— 34m,5	—
Bersetbræ (front)		— 112m,6		— 28m				+ 50m	Depuis 1903
Nigardsbræ (front)		— 73m,5		— 18m,4				+ 9m	Depuis 1903
Faabergstölsbræ (front)		— 48m,8		— 12m,2				— 33m	Depuis 1903
Lodalsbræ (front)		— 80m		— 20m				— 45m,3	Depuis 1903
Aabrekkebræ	Flanc S.		— 21m,5	— 7m,1	— 3m,5	+ 5m,8	+ 19m,5	+ 3m,5	
	Front		— 23 (1901) + 7m (1902) — 5m (1903)		— 10m	— 15m,8	+ 40m	+ 12m	
Brigsdalsbræ	Flanc N. (droit)[1]		— 18m,6	— 6m,2	— 5m,6	+ 18m,9	+ 15m,6	+ 2m	
	Flanc S. (gauc.[2])		— 17m,2	— 5m,7	+ 12m	+ 14m,5	+ 17m	+ 8m	
Melkevoldsbræ			— 48m,7 (1900—1902) + 6m,1 (1902—1903)		+ 6m,1	+ 19m	+ 33m,2	+ 22m,7	
Austerdalsbræ						Crue	+ 20m	+ 15m	
Kjendalsbræ								— 5m,8	Depuis 1900
Bödalsbræ								+ 29m,7	Depuis 1900
Stegaholtbræ (front)								+ 9m	Depuis 1903

moitié du XVIIIe siècle. Sur les manifestations de ce phénomène dans cette région on ne possède pas de documents authentiques, comme pour le Jostedalsbræ ; on induit seulement sa production de la présence de grosses moraines récentes à plusieurs centaines de mètres des fronts actuels. En tout cas, au commencement du XIXe siècle la glaciation était encore très puissante ; à cette époque, le Styggebræ (massif du Galdhöppig) et le Storbræ (Lerdal), qui sont aujourd'hui retirés sur les hauteurs descendaient dans les vallées [1] ; dans le premier cas la régression n'aurait pas été inférieure à 2700 m. —

Pour le reste du XIXe siècle, les très vagues renseignements que l'on possède permettent d'établir ainsi l'historique des oscillations glaciaires :

1° de 1820 à 1850 décrue.

2° de 1850 à 1870 crue.

3° de 1870 à 1900 décrue interrompue par une légère pulsation en avant de 1880 à 1895 m.

Depuis 1901 les variations d'un certain nombre d'appareils se trouvent résumées dans le tableau suivant établi d'après les observations de M. P.-A. Öyen [2].

Ce tableau montre que la crue actuelle observée sur le Folgefonn et le Jostedalsbræ s'est manifestée également dans le Jotunheim. En 1904 sur 22 glaciers observés, 2 sont en allongement ; en 1905 sur 23 glaciers en observation, 6 sont en voie d'accroissement ; en 1906, la proportion s'élève à 7 sur 17, et, en 1907, à 14 sur 20. Mais l'ampleur de la crue est faible ; le Midmaradalsbræ, en progression depuis 1903, s'est allongé seulement de 14 m. en quatre ans, soit de 3^m,5 par an. En 1907 la plus forte poussée en avant relevée a été de 12 m. —

---

[1]) P. A. Öyen, *Vore isbræers tilvekst og aftagen*, in *Norsk Turistforenings Aarbog for 1901*. Kristiania.

[2]) P. A. Öyen, *Femten aars glaciologiske iagttagelser ; Norske bræers forandring 1906 ; Norske bræers forandring 1907*.

	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Ringsbræ	— 18m,5 depuis 1899		+ 21m,5	— 10m	— 8m	— 3m	+ 3m,7
Skagastölsbræ			+ 2m,6	0m	— 1m	— 4m	+ 7m,9
Styggedalsbræ			+ 5m,4	— 3m	+ 4m	— 13m	+ 2m,6
Gjertvasbræ		+ 4m,8	— 2m,5	— 9m,5	— 0m,5	— 2m	{ — 6m,2 — 2m,1
Maradalsbræ				+ 7m,7	»	Décrue	+ 2m
Midtmaradalsbræ			+ 5m,6	+ 2m,7	+ 0m,5	+ 4m	+ 5m,1
Böverbræ				— 1m,3	»	»	»
Sandelvbræ				— 4m,5	— 5m,2	— 12m	+ 5m,6
Storbræ	— 30m depuis 1900			— 27m,5	— 6m,3	— 23m	+ 9m
Vetlebræ					+ 3m,3	+ 0m,2	+ 6m,8
Söndre Illaabræ				+ 2m,3	— 12m,7	+ 2m	— 11m,9
Nordre Illaabræ				— 7m,9	— 4m,7	»	— 1m,3 (1905-1907)
Heimre Illaabræ				— 22m,3	+ 5m,7	— 1m	»
Storjuvbræ		0m	+ 2m,6	— 5m,1	+ 1m,8	— 2m	— 7m
Styggebræ		+ 20m	0m	— 13m,2	— 2m,8	+ 3m	+ 1m
Sveljenaasbræ		— 15m	— 4m,8	— 13m,6	— 20m,6	+ 13m	+ 1m
Tveraabræ		0m	+ 8m,6	— 8m,2	— 9m,6	+ 0m,2	
Heilstugubræ		0m	— 12m,7	— 14m	— 0m,3	— 9m	+ 5m
Vestre Memurubræ		—	— 5m,5	— 5m,9	+ 0m,4	»	— 0m,5 (1905-1906)
Östre Memurubræ		—	— 8m,4	— 14m	— 10m,9	»	— 4m,6 (1905-1906)
Glitterbræ		0m	+ 1m,4	— 3m,3	— 1m	+ 1m	+ 8m,5
Sletmarkbræ		—	—	— 1m,5	— 4m,5	—	
Langedalsbræ		—	—	— 7m	— 3m,9	—	
Svartdalsbræ		—	—	— 17m	— 7m	—	
Steindalsbræ		—	—	—	—	—	
Veobræ		—	—	—	— 4m,6	—	

Dans le Jotunheim comme dans les Alpes autrichiennes l'exactitude de la loi de longue périodicité semble devoir inspirer des doutes. On voit, en effet, plusieurs glaciers tour à tour avancer, reculer, puis avancer de nouveau. Ainsi de 1901 à 1907 le Riingsbræ a eu deux décrues interrompues par deux pulsations en avant. Pareillement le Styggedalsbræ a subi pendant la même période trois petites crues coupées de deux décrues. Ces mouvement divers doivent provenir du tempérament des appareils commandé par les circonstances topographiques qui permettent à une succession d'ondes glaciaires de produire leur effet.

E. Svartis.

D'après des renseignements reçus par M. Rekstad, l'Engabræ, le glacier issu de la coupole du Svartis que les paquebots de touristes visitent en allant au Cap Nord, s'est, lui aussi, mis en crue, en 1905 [1]).

SUÈDE

Massif du Sulitelma. (Versant suédois) [2]). De 1892 à 1905, le Stuorajekna est demeuré à peu près stationnaire. Pour le lobe sud-est voisin de la borne frontière n° 20, la régression pendant ces treize ans ne dépasse pas 21 m. — Du 17 août 1892 à même date 1898, le recul a été de 4 m., soit $0^m,66$ par an, et, de 17 m. du 17 août 1898 à pareille date 1905, soit $2^m,4$ par an. Pour le lobe situé près de la borne frontière 23, le recul est encore plus lent : 9 m. du

---

[1]) J. Rekstad, *Bræernes fremrykken sidste aar,* p. 11.

[2]) Observations de MM. Svenonius et Westman en 1892, 1897 et 1898. J. Westman, *Beobachtungen über die Gletscher von Sulitelma und Åmajalos,* in *Bull. of the Geol. Inst. of Uppsala,* n° 7, Vol. IV, Part. I. 1898. Observations de M. Quensel en 1905 communiquées par M. Westman.

17 août 1897 au 17 août 1905, soit $0^m,98$ par an. Son voisin, le Salajekna, accuse de 1897 à 1898 un recul relativement rapide, 18 m. ; en revanche de 1898 à 1905 il a fait une poussée en avant de 16 m.—

Massif du Sarjektjokko. [1]. Du 11 août 1902 au 22 juillet 1904 le glacier Mika a avancé de 7 à 10 m., soit de $3^m,5$ à 5 m. par an ; puis du 23 juillet 1904 au 16 août 1905, il s'est retiré de 3 à 4 m. —

Ainsi dans toute la Scandinavie, en Suède comme en Norvège, depuis 1902 on assiste à la naissance d'une crue. L'avenir seul nous dira s'il s'agit d'une variation positive secondaire, comme il s'en est déjà produit dans ce pays ou bien d'une crue primaire. En tout cas le régime de la glaciation dans cette partie de l'Europe est différent de celui régnant dans les Alpes.

ISLANDE

La belle monographie de l'Islande, publiée par le professeur Th. Thoroddsen [2]) dans les *Petermanns Mitteilungen* renferme un chapitre consacré aux glaciers de cette grande île. Il résume les observations publiées précédemment sur le même sujet par le savant voyageur dans le *Geografisk Tidskrift* et que nous avons fait connaître dans notre ouvrage: *Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales,* Ire partie. (*Archives des Sciences Physiques et Naturelles*, Genève. III. 1897). Il suffit donc de rappeler pour mémoire les conclusions auxquelles nous ont conduit les observations de notre collègue.

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.* 1904, p. 16, et, *XIe Rapp.* 1905, p. 12.

[2]) Prof. Dr Th. Thoroddsen. *Island.* Grundriss der Geographie und Geologie. II. (Dr A. Petermanns Mitt. *Ergänzungsheft.* N° 153. Gotha, 1906.

Depuis l'époque de la colonisation de l'Islande par les Normands les glaciers de l'île, tout au moins ceux du versant méridional du Vatnajökull, semblent avoir notablement augmenté.

Vers la fin du XVIIe siècle et au début du XVIIIe siècle s'est manifestée une crue qui a été suivie d'une régression ; après quoi, vers 1794, a eu lieu une poussée en avant formidable, dont les manifestations ont persisté pendant la plus grande partie du XIXe siècle. En 1893 et 1894 plusieurs glaciers de la région méridionale de l'Islande étaient encore en progression ou en état de maximum. En même temps, vers le milieu du XIXe siècle se dessinait dans le nord de l'île une régression très accusée ; elle s'est ensuite progressivement étendue vers le sud, mais très atténuée dans la partie méridionale de l'île. Cette régression est loin d'avoir l'ampleur de la variation primaire négative qui a affecté les glaciers des Alpes et de la Norvège.

Depuis les explorations du professeur Thoroddsen il est possible de reconstituer le régime de plusieurs glaciers de l'Islande méridionale en suivant ses descriptions très précises sur les magnifiques cartes de cette région publiées récemment par l'État Major danois [1]).

De 1893 à 1904 le Solheimajökull ne paraît pas avoir subi de changements importants. En 1904 comme en 1893, un gros pointement rocheux émerge sur le front même du glacier. En 1904 M. Helgi Pjetursson signale cet appareil comme en recul accusé depuis quelques années [2]). En tout cas il s'étend encore aujourd'hui à 1 km. en aval du point où il s'arrêtait à la fin du XVIIIe siècle.

Le Kviarjökull, qui, lui aussi, semble n'avoir éprouvé

---

[1]) Charles Rabot, *Les variations de longueur des glaciers de l'Islande méridionale de 1893-1894 à 1903-1904,* in *Zeit. f. Gletscherkunde*, Berlin, I, 2, juillet 1906, p. 132.

[2]) Helgi Pjetursson, *Einige Ergebnisse seiner Reise in Süd-Island im Sommer 1906,* in *Zeit. der Ges. für Erdkunde zu Berlin,* 1907, 9, p. 597.

que de faibles changements depuis le XVIIIe siècle, a tout au plus perdu une centaine de mètres dans un de ses lobes de 1894 à 1904.

Durant la même période le Breidamerkurjökull, large de 15 km. dans sa partie inférieure, n'a reculé que d'une quantité insignifiante, 250 m. à l'endroit où il se rapproche le plus de la mer. Il en est de même des deux Heinabergsjökull.

Par contre, le Skeidarajökull a peut-être perdu 500 à 700 m. dans son lobe ouest, le Falljökull 600 m., le Hrutarjökull et le Flaajökull de 400 à 500 m., des pertes insignifiantes pour ces énormes appareils. Enfin, de 1896 à 1906 le Hoffelsjökull s'est retiré d'environ 150 mètres [1]).

Le recul a surtout affecté de petits glaciers tels que le Holarjökull et le Stigarjökull.

L'Islande méridionale présente donc une exception remarquable à l'énorme régression glaciaire qui s'est manifestée dans le monde entier pendant la deuxième partie du XIXe siècle.

CAUCASE

D'après M. von Déchy [2]), les glaciers du Caucase ont éprouvé de 1849 à 1860 une crue très forte, puis une régression générale, qui a été coupée vers 1885 par une variation positive secondaire.

Les oscillations des glaciers du Caucase paraissent donc avoir une marche parallèle à celle des glaciers des Alpes.

---

[1]) Helgi Pjetursson, *Loc. cit.*, p. 611.

[2]) M. von Déchy, *Kaukasus*, III. p. 378.. Consulter également pour le Caucase et pour l'Asie centrale le *Rapport sur les observations des glaciers en Russie pendant les années de 1902 et 1903*, par J. de Schokalsky. (*Otchet o proizvedennouik v. tèchènié 1902 i 1903 g. nablioudeniack nad lednikami v. Rossii*, in *Isvestya imperat. rousskova geografit. obtchesva*, Saint-Petersbourg, XL, 4.

Comme dans nos pays, la décrue de la dernière moitié du XIXe siècle a été très énergique et a apporté de profondes modifications à l'aspect de la chaîne. Le Bezingi, le plus long glacier de la chaîne (18,9 km. actuellement), a perdu plus de 2 km., soit environ le dixième de son étendue [1]). Des appareils de vallée, autrefois confluents à leurs extrémités inférieures, se sont retirés dans leurs gorges respectives, tandis que d'autres, par la perte de leurs parties basses, se sont transformés en glaciers de cirques.

A. *Caucase occidental.*

1° *Glacier de la Source du Grand Seleutchouk.* De 1877-1878 à 1896, recul de 170 m., soit en moyenne un recul annuel de $8^m,9$ à $9^m,4$ [2]).

2° *Glacier de Marouk.* (Vallée de la Petite Seleutchouk) De 1878 à 1897 recul de 213 à 320 m., soit de $11^m,2$ à $16^m,8$ par an [3]).

3° *Glacier d'Akssaout occidental.* De 1870-1880 à 1896 recul de 640 m. [4]).

4° *Glacier d'Akssaout oriental.* De 1870-1880 à 1896 recul de 640 m. environ [5]).

B. *Massif de l'Elbrouz.*

1° *Glacier de Terskol* [6]). De 1884 à 1886 recul d'un mètre.

2° *Glacier Asau* [7]). De 1884 à 1886 crue.

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp.* p. 22.

[2]) A. Bouch, *Ledniki Zapadnova Kavkaza*, St-Petersbourg, 1905.

[3]) *Id.*

[4]) *Id.*

[5]) *Id.*

[6]) M. von Déchy, *Loc. cit.* I, p. 298.

[7]) *Ibid.* p. *ibid.*

C. *Caucase central, entre l'Elbrouz et le Kasbeck.*

a. Versant septentrional.

Glacier de Bezinghi [1]). (Long 17 km.). De 1860 à 1881 recul total de 2 km., soit de 100 m. environ par an. En 1889 régression de 23 m.; depuis elle s'est atténuée et varie de 8 à 12 m. par an.

Glacier de Midchirgi [2]). (Long. 9 km.). En 1904, recul; valeur moyenne annuelle de la régression: 20 m.

Glacier de Tioutioune [3]). En décrue en 1904.

Glacier de Dykh-Sou [4]). Jusqu'en 1887 recul de 210 m.; de 1887 à 1904, régression de pareille amplitude.

Glacier de Fytnargin [5]). Après une période de décroissance très active, recul atténué en 1904.

Glacier de Chtoulou [6]). En décrue en 1904, avec prodrome de crue.

Glacier de Doppak [7]). En décroissance en 1904. Un gonflement très visible dans sa partie centrale indiquait un prodrome de crue.

Glacier de Mossota [8]). En décrue en 1904.

Glacier de Karagom [9]). De 1884 à 1894, recul de 192 m., soit de 19 m. par an. De 1894 à 1904 la décroissance s'est atténuée.

Glacier de Trega [10]). Recul total de 1885 à 1895: 173 m., soit par an en moyenne, 17m,5.

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers. *X*e *Rapp.*, p. 22.

[2]) *Ibid.* p. *ibid.*

[3]) *Ibid.* p. *ibid.*

[4]) *Ibid.* p. *ibid.*

[5]) *Ibid.* p. 21.

[6]) *Ibid.* p. *ibid.*

[7]) *Ibid.* p. *ibid.*

[8]) *Ibid.* p. 20.

[9]) M. von Déchy, *Loc. cit.*, III. p. 379, et, Comm. intern. des Glaciers *X*e *Rapp.*, p. 19.

[10]) Comm. intern. des Glaciers. *X*e *Rapp.*, p. 19. Ce glacier est un des principaux du massif de l'Adaï-Koch.

Recul total de 1895 à 1904 : 125 m., soit 13^{m},8 en moyenne par an.

Glacier de Bartoui [1]. Recul de 1900 à 1901 : 30 m.
1902 à 1903 : 12 m.
1903 à 1904 : 13^{m},5.

Glacier de Dargon et du Skattikom. Décrue en 1904 [2].

Glacier Zei [3]. De 1885 à 1886 recul de 7 m., 4^{m},50 et 6^{m},60 devant trois repères.

De 1885 à 1895, recul de 175 m., soit de 17^{m},5 par an en moyenne, et, de 1895 à 1904, recul de 125 m., soit de 14^{m}, par an environ.

Glaciers de Kaltber (cinq glaciers). Tous en régression en 1904 [4].

Glacier de Djimaraï. En 1902 en décrue [5].

β. Versant méridional.

Glacier Adich [6]. De 1885 à 1887, crue de 11^{m},30, soit de 5^{m},65 par an.

D. *Massif du Kazbeck.*

En 1902, les glaciers de Devdoraki, d'Abanoti, de Tchach et de Mayli, après une longue période de régression, paraissaient en crue [7]. D'après M. de Déchy, cette année-là, les glaciers de ce massif étaient, au contraire, stationnaires [8].

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers *XI*^{e} *Rapport*, p. 18.
[2]) Comm. intern. des Glaciers. *X*^{e} *Rapp.* p. 20.
[3]) M. de Déchy, *Loc. cit.*, I, p. 243, et, III p. 379.
[4]) Comm. intern. des Glaciers. *X*^{e} *Rapp.* p. 20.
[5]) Comm. intern. des Glaciers. *XII*^{e} *Rapp.* p. 27.
[6]) M. von Déchy, *Loc. cit.*, I, p. 320.
[7]) Comm. intern. des Glaciers, *VIII*^{e} *Rapp.* p. 26.
[8]) M. von Déchy, *Loc. cit.*, III, p. 380.

E. *Caucase oriental* [1]).

En 1897 et 1898, presque tous les glaciers de cette partie de la chaîne, notamment ceux des Alpes de Chevsourie et du massif de Bogos étaient en régression. Cette diminution était beaucoup plus intense que dans le Caucase central. En 1902 ce régime persistait et cette année-là M. de Déchy observa une régression extraordinaire des neiges et des glaces dans le Djoulty-Dagh et, surtout dans la Basardchousi-Chach-Dagh.

ASIE

A. *Asie Mineure.*

Erdschias Dagh [2]). Depuis vingt-cinq ans les névés qui couvrent le sommet de cette montagne ont éprouvé une notable diminution ; plusieurs de faible étendue ont même complètement disparu.

B. *Asie centrale.*

I. Chaîne de Turkestan. (haute vallée de l'Isfar) [3]).

1° *Glacier de l'Aksou* Symptômes de crue en 1906.

2° *Glacier du Djaou-Paya.* Également symptômes de crue en 1906.

3° *Glacier du Tanyngen.* Est précédé, à une distance de 150 m , d'une moraine frontale récente. Depuis trois ans (1906) il avancerait de nouveau, d'après le témoignage des indigènes.

4° *Glacier du Djintik.* Stationnaire depuis 1871.

---

[1]) M. de Déchy, *Loc. cit.*, III, p. 380.

[2]) Dr Arnold Penther, *Eine Reise in das Gebiet des Erdschias dagh,* in *Abh. der K. K. geogr. Ges. zu Wien*, VI, 1905, n° 1, Vienne, 1905.

[3]) L. Berg, *Poiezdka na ledniki verkhoviev Isfary (Tourkestanski Krebet bass Syr-Darii)*, in *Isvestia tourkestankova otdiela imp. rousskova geografitcheskova obtchesva*, VII. Tackkent, 1907 (1 carte et 5 pl.).

Les glaciers de la chaîne du Turkestan n'ont donc pas subi depuis une quarantaine d'années une diminution comparable à celle qui a affecté ceux des Alpes.

II. Chaîne Pierre Le Grand [1]).

1° *Glacier de Piriak.* En décrue avant 1904. De 1904 à 1905, crue de 64 m.

2° *Glacier de Verechgaï.* De 1899 à 1904 crue.

3° *Glacier de Boor-Almaz.* Stationnaire en 1904.

4° *Glacier de Tovarbek.* En crue en 1904.

Cette crue n'a point persisté [2]).

III. Pamir.

Plusieurs glaciers de cette région ont éprouvé une crue dans les années qui ont précédé 1904 et étaient en progression à cette date [3]).

IV. Tian-Chan.

PARTIE OUEST.

Glacier Ivanov. De 1897 à 1902 légère crue [4]).

Alatau transilien.

Glacier sud des sources de la Malaya Altaminka. De 1902 à 1903 recul de 32 m. — [5]); de 1903 à 1904, recul de 4 m. — [6]).

PARTIE CENTRALE

1° *Glacier Semenov.* En 1902 et 1903 stationnaire. D'après le Dr Merzbacher, il ne présenterait aucun indice

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.* p. 26, et, *XIe Rapp.* p. 15.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *XIe Rapp.* 1906.

[3]) Comm. intern. des Glaciers, *Xe Rapp.* p. 28.

[4]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIIe Rapp.* p. 35.

[5]) *Ibid.*, *IXe Rapp.* p. 31.

[6]) *Ibid.* *Xe Rapp.* p. 16.

de recul récent [1]) ; au contraire, suivant le Dr Sapojninkoff, son extrémité inférieure, très mince, semble en voie de régression [2]).

2° *Glacier Mouchketov.* En 1902 et 1903 en recul. C'est le seul des grands glaciers du Tian-Chan central sur lequel le Dr Merzbacher ait relevé des traces évidentes de régression [3]).

3° *Glacier Inyltchek.* Stationnaire ; ne présente aucune trace de recul récent [4]).

D'après ces quelques observations, il semble que les grands glaciers du massif central du Tian-Chan soient pour la plupart en état de maximum stationnaire. Les petits appareils sont, au contraire, en décrue manifeste ; quelques-uns paraissent avoir éprouvé une petite pulsation positive au début du XXe siècle. Dans la partie occidentale de ce relief un enneigement progressif s'est d'ailleurs manifesté en 1903, ainsi qu'une augmentation considérable des précipitations. Alors que du 15 septembre 1900 au 15 septembre 1901 la chute de pluie n'a pas dépassé 766m,6, elle s'est élevé en 1901-1902 à 1055m,1, et du 1er septembre 1902 au 1er juillet 1903 à 1594m,1 [5]).

HIMALAYA

I. Himalaya oriental.

TIBET (passe du Kharo).

Glacier de Nöjin. A 400 m. en avant de son front ac-

---

[1]) Gottfried Merzbacher, *Vorläufiger Bericht über eine in den Jahren 1902-1903 ausgeführte Forschungsreise in den Zentralen Tian-Schan.* (Petermanns Mitteilungen. *Ergänzungsheft* n° 149 Gotha, 1904, p. 17).

[2]) *Isvestya imperator. rousskova geografitcheskova obtchesva,* Saint-Petersbourg, XXXIX, 4, 1903.

[3]) Gottfried Merzbacher, *Vorläufiger Bericht...* p. 68.

[4]) *Ibid.*, p. 26.

[5]) Comm. intern. des Glaciers. *IXe Rapp.* p. 30.

tuel ce glacier est précédé d'une grosse moraine ; il semble donc en retrait [1]).

Les lacs que l'expédition militaire anglaise à Lhassa a cotoyés présentent des marques évidentes de diminution de volume, comme d'ailleurs toutes les nappes du Tibet. Le colonel Waddell voit dans cet abaissement de leur niveau une relation avec la diminution de la glaciation [2]).

II. Himalaya occidental.

Kumaon (80° de Long. E. de Gr.)

1° *Glacier de Shankalpa.* Recul très lent ; depuis 35 ans il n'a perdu que 200 m. — [3])

2° *Glacier de Pindari.* En regression (1906) [4]).

3° *Glacier de Milam.* (Long. 17 km.). Retrait de 700 à 800 m. de 1849 à 1906 [5]).

Cette partie de l'Himalaya garde des traces évidentes d'une extension glaciaire à l'époque actuelle.

Glacier de Panchu. En recul depuis quelque temps (1905) [6]).

Glacier Poting. En crue (1905). A 800 m. en aval

---

[1]) Austine Waddell, *Lhasa and its Mysteries,* Londres, John Murray, 1905, p. 286.

[2]) *Ibid.*, p. 184.

[3]) Preliminary Survey of certain Glaciers in the North-West Himalaya (Continued). C. G. de P. Cotter and J. Coggin, *Notes on certain Glaciers of Kumaon*, in *Records of the Geological Survey of India.* Vol. XXXV, Part. 4, 1907, Calcutta. A la demande de M. Douglas W. Freshfield, le *Geological Survey* des Indes a entrepris l'observation systématique d'un certain nombre de glaciers de l'Himalaya, dans le Kumaon, le Lahaul et le Cachemire. Ces opérations ont consisté en 1906 dans le lever, et le repérage des fronts des appareils choisis. Les résultats sont consignés dans des rapports accompagnés de plans et de photographies très intéressants.

[4]) *Ibid.*

[5]) *Ibid.*

[6]) T. G. Longstaff, *Notes on a journey through the Western Himalaya,* in *The Geogr. Journ.* XXIX, fév. 1907, p. 202.

de son front, moraines couvertes de gazon et de taillis de rhodendron, de bouleau et de pin [1]).

Tibet (Massif du Gurla Mandhata.

Glacier Gurla. En retrait en 1905. En avant du front fragments de glacier mort [2]).

Garhwal.

1° *Glacier de Trisuli.* En recul depuis quelque temps en 1907 ; actuellement il est séparé du Betatoli qu'il joignait autrefois [3]).

2° *Glacier de Bagini.* De 1874 à 1907 recul de 800 mètres. — [4]).

Lahaul (haute vallée de la Chandra) [5]).

1° *Glacier de Sonapani.* En recul en 1906.

2° *Glacier de Bara-Shigri.* En recul en 1906.

III. Karakorum.

1° *Glacier de Baltoro.* En 1902 tous les glaciers du bassin du Baltoro étaient en progression [6]).

2° *Glacier de Biafo.* De 1861, à 1902, faible recul. Eu égard à l'énorme étendue de ce glacier de telles variations sont sans importance [7]).

3° *Hoh-Loumba* [8]) (Long. : 17,5 km.). En recul en

---

[1]) T. G. Longstaff, *Loc. cit.*, p. 203.

[2]) *Ibid.*, p. 207.

[3]) T. G. Longstaff, *A mountaineering Expedition to the Himalaya of Garhwal*, in *The Geogr. Journ.*, XXXI, 4, avril 1908, p. 371.

[4]) *Ibid.*, p. 366.

[5]) Preliminary Survey... (continued). B. H. Walker and E. H. Pascoe, *Notes on certain Glaciers of Lahaul,* in *Records of the Geological Survey of India*, Vol. XXXV, Part. 4. Calcutta, 1907.

[6]) Dr J. Jacot Guillarmod, *Six mois dans l'Himalaya.* Neuchâtel, Sandoz, p. 338.

[7]) *Ibid.*, p. 149.

[8]) Fanny Bullock Workman, *First Exploration of the Hoh Lumba and Sosbon Glaciers,* in *The Geographical Journ.,* Londres, XXVIII, 2, février 1906, p. 130.

1903. A 1500 m. de son front se trouve une moraine, haute de 150 m., couvertes d'arbres.

4° *Glacier de Tippur* [1]). En 1902-1903 ce glacier avançait. Au-dessus de sa moraine marginale il formait un surplomb de 15 à 30 m. et l'avait même franchie en un point, en engendrant une cascade de séracs. Jour et nuit la glace « travaillait », et déchargeait des blocs et du sable.

Une moraine couverte d'arbres située en aval indique une extension importante du glacier à une époque antérieure.

5° *Glacier de Chogo-Lungma.* En crue en 1861 ; depuis recul. En longueur la régression n'a pas dépassé 350 à 400 m. ; en largeur et en épaisseur elle a été beaucoup plus considérable, si bien qu'aujourd'hui le glacier ne remplit plus la vallée qu'il occupait entièrement, il y a quarante ans. Sur les 32 premiers kilomètres de son cours, entre les moraines riveraines déposées et les moraines latérales actuelles, s'étend un espace large de 15 à 180 m., occupé par six rangées parallèles de délaissées glaciaires ; dans cette région le glacier s'est affaissé de 45 à 75 m. [2]). Cet affaiblissement de la glaciation a eu pour conséquence la disjonction du Chogo Lungma avec son affluent, le Bolucho. Plusieurs autres tributaires de la rive nord ont également notablement diminué ; plusieurs ont même disparu. Les affluents débouchant sur la rive sud, plus puissants et plus abondamment alimentés, ne paraissent pas avoir diminué [3]).

6° *Glacier d'Hispar* [4]). Depuis 1892 très faible recul eu égard à ses énormes dimensions (long. 49 km.). D'après M. H.-H. Hayden, qui a repéré ce glacier en septembre

---

[1]) William Hunter Workman, *From Srinagar to the Sources of the Chogo Lungma Glacier,* in *The Geogr. Journ.*, XXV, 3, mars 1905, p. 250,

[2]) *Ibid.*, p. 251.

[3]) *Ibid.*, p. 258.

[4]) Preliminary Survey of certain Glaciers in the North-West Himalaya. H. H. Hayden, *Notes on certain Glaciers in North-West Kashmir*, in *Records of the Geological Survey of India,* XXXV, 3, 1907.

1906, cette régression pourrait être tout simplement l'effet d'une variation saisonnière de l'ablation pendant l'été précédent.

7° *Glacier de Barche* [1]). Faible recul en 1906. A 1500 mètres en avant de cet appareil s'observent des moraines indiquant un état de maximum à une date qui ne paraît pas très éloignée.

8° *Glacier de Menapin* [2]). Très faible recul depuis une date assez éloignée (1906).

Ce glacier est également précédé de moraines situées à une distance d'un kilomètre et demi du front actuel ; d'après une tradition, « il y a cinq générations », il se serait étendu jusqu'à un point situé à 13 km. environ en aval de son extrémité inférieure. Tous les glaciers du Hunza paraissent d'ailleurs avoir eu à une époque historique antérieure une extension beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui.

9° *Glacier d'Hinarche* [3]). Stationnaire en 1892, a fait depuis une poussée en avant, et, en septembre 1906 se trouvait en état de maximum. Suivant le témoignage des indigènes, ce glacier éprouverait des oscillations en quelque sorte régulières autour d'un état de régime. Pendant trois ans il avancerait d'environ 300 m. et durant les trois autres années suivantes il reculerait d'autant. Si l'on ne peut accorder confiance aux indications des montagnards sur la durée des périodes, pense M. Hayden, en revanche, il est permis de croire à la véracité de leur témoignage concernant l'existence de ces variations rythmiques, en raison de ce fait qu'elles affectent les intérêts matériels des indigènes. Suivant qu'il est en crue ou en décrue, ce glacier ferme ou laisse libre l'accès d'une vallée habitée.

Si en longueur l'Hinarche oscille autour d'un état de régime, en revanche son épaisseur paraît diminuer réguliè-

---

[1]) H. H. Hayden, *Loc. cit.*

[2]) *Ibid.*

[3]) *Ibid.*

rement, comme l'indique l'existence d'une triple enceinte de moraines latérales déposées ; la plus proche paraît très récente.

10° *Glacier de Yengutsa* [1]. En 1901 ce glacier a fait une crue brusque de 3200 m., détruisant des champs et renversant des moulins que Sir Martin Conway avait vus en 1892 devant son front. En septembre 1906 il était stationnaire en état de maximum.

11° *Glacier d'Hassanabad* [2]. Stationnaire en 1906. Trois ans auparavant il avait éprouvé une formidable poussée en avant ; en deux mois et demi il se serait allongé de 9600 m., d'après le récit des indigènes. — Cette avancée ayant menacé des villages voisins, il y aurait lieu d'accorder créance à ces témoignages. Suivant le *Wazir* du Hunza, « déjà bien des années auparavant », le glacier avait atteint la position qu'il occupe aujourd'hui ; après quoi il s'était retiré.

13° *Glacier Pazu*. En 1900 ce glacier était en recul [3],

Les faits mis en lumière par les observations précédentes peuvent se résumer ainsi :

1° A une époque antérieure, pas très éloignée, puisque les traditions indigènes en ont gardé le souvenir, les glaciers de l'Himalaya ont éprouvé une crue considérable.

2° Vers 1860, ils étaient également en crue, tout au moins ceux du Karakorum [4].

3° Depuis se manifeste une régression générale, mais peu accusée, semble-t-il, comparée à celle qui s'est produite dans nos régions, et, comme dans les Alpes, au cours de cette décrue des pulsations positives se sont manifestées.

---

[1]) H. H. Hayden, *Loc. cit.*

[2]) *Ibid.*

[3]) M. Aurel Stein, *Sand-Buried Ruins of Khotan.* Fisher Unwin, Londres, 1903, p. 47.

[4]) Godwin Austen, *On the Glaciers of the Mustagh Range,* in *Journal of the Geogr. Society*, Londres, XXXIV. 1864.

AFRIQUE

1° *Kilimandjaro* [1]. La comparaison de photographies prises en 1894, 1898 et 1901 montre que la masse glacée qui remplit le cratère du Kibo a augmenté de 1894 à 1901. En revanche, en 1901, sur le versant est les premières neiges se trouvaient à 500 m. plus haut qu'en 1898 et l'année suivante cette régression s'est accusée.

De 1898 à 1901 il y a donc eu légère augmentation de la glaciation ; après quoi le recul a repris. Les glaciers du Kilimandjaro semblent donc avoir été touchés par la variation positive secondaire de la fin du XIXe siècle.

2° *Rouenzori.* D'après les observations de S. A. R. le Duc des Abruzzes, en 1906 les glaciers de ce massif étaient en retrait. Plusieurs sont précédés de moraines frontales récentes situées à quelques centaines de mètres de leurs extrémités inférieures actuelles [2].

AMÉRIQUE DU NORD

A. ÉTATS-UNIS

I. Sierra Nevada.

1° *Glacier Lyell. (Kargletscher,* long de 800 et large de 1600 m.*).* De 1883 à 1903 stationnaire ; léger recul seulement dans la partie ouest du front [3]. En 1904, à la suite

---

[1]) G. Uhlig, *Von Kilimandscharo zum Meru*, in *Zeit. der Ges. für Erdkunde zu Berlin,* 1904, 9 et 10.

[2]) H. R. H. the Duke of the Abruzzi, *The Snows of the Nile*, in *The Geographical Journ.* XXIX, 2, p. 144.

[3]) Grove Karl Gilbert, *Variations of Sierra Glaciers*, in *Sierra Club Bulletin*, San Francisco, n° 30, V, I, janv. 1904, p. 23. Cf. Israël C. Russell, *Quaternary history of Mono Valley, California*, in *Eighth Annual Report of the U. S. Geological Survey 1886-87.* Part. I. Washington. 1889, p. 324 et Pl. II.

d'un enneigement progressif état stationnaire avec indice de crue. « A cette date le niveau du lac Mono, nappe sans émissaire située au pied du mont Lyell, s'élevait lentement depuis plusieurs années. Ce serait l'indice d'une augmentation des précipitations dans la région considérée, par suite d'une prochaine progression générale dans les glaciers. » [1]).

2° *Glacier Mac Clure.* De 1883 à 1903 recul de « plusieurs centaines de mètres » [2]). Alors que vingt ans auparavant ce glacier se terminait sur les bords d'un petit lac par un escarpement de 6 m., en 1903 il en était séparé par une moraine et par un espace couvert de neige.

II. Monte des Cascades.

Les renseignements sur l'enneigement sont contradictoires. Tandis que dans ses rapports IX et X sur les variations des glaciers américains le professeur Harry Fielding Reid signale de très abondantes précipitations dans les états d'Orégon et de Washington en 1901, 1902 et 1903, surtout en 1903, et de fortes chutes de neige au printemps 1904 sur le mont Hood, comme d'ailleurs, ajoute-t-il, les années précédentes [3]), il annonce dans son rapport XI (1905) que les précipitations dans l'Orégon sont depuis plusieurs années inférieures à la normale. Alors qu'à Portland la hauteur moyenne des pluies est de 1189^{mm}, de 1899 à 1905 cette moyenne n'a été que 900^{mm} [4]),

---

[1]) Willis T. Lee, *Note on the Glacier of Mount Lyell, California*, in *The Journ. of Geology,* Chicago. XIII, 4, mai-juin, 1905, p. 358.

[2]) Grove Karl Gilbert, *Ibid.*, p. 23.

[3]) Harring Fielding Reid, *The Variations of Glaciers* IX, in *The Journal of Geology.* XIII, 3, avril-mai, 1904, p. 260; *The Variations of Glaciers* IX (pour X), in *Ibid.* XIII, 4, mai-juin, 1905, p. 317.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers* XI, in *Ibid.,* XIV, 5, juillet-août, 1906, p. 409.

1° *Three Sisters* [1]). (Sept glaciers). En recul. La diminution de la glaciation, beaucoup plus accusée en épaisseur qu'en longueur, s'est traduite par le fractionnement en quatre glaciers d'une nappe qui occupait autrefois un cirque large de 8 km. — La fraîcheur des moraines encore dépourvues de végétation indique la date récente de ce morcellement.

Un des appareils de ce groupe, le Diller, s'est affaissé de 9 à 12 m. depuis quelques années (1903).

2° *Mont Jefferson* (deux ou trois glaciers). En 1903, les glaciers situés sur les flancs de ce pic ne présentaient aucun indice de recul récent, d'après une observation faite, il est vrai, à distance [2]).

3° *Mont Hood* (huit glaciers). La plupart des appareils glaciaires qui couvrent les flancs de cet ancien volcan n'ont pas éprouvé un recul important depuis une longue période. Les glaciers Coe, Ladd, et, Eliot ont perdu seulement de 200 à 300 m. — De gros arbres se rencontrent à quelques centaines de mètres de leurs fronts. Le glacier Newton Clark a reculé également de 200 m., tout récemment ; des moraines situées à cette distance de son front gardaient encore en 1901 un substratum de glace [3]). Par contre le glacier White a rétrogradé de 3 km. dans le courant du XIXe siècle.

Actuellement tous ces appareils sont en régression plus ou moins accusée. De 1901 à 1903 l'Eliot et les glaciers du versant méridional ont légèrement reculé. Pareillement en 1904 et 1905 les glaciers Zig-Zag et White sont signalés comme en retrait, le premier surtout [4]). En 1906

---

[1]) *U. S. Geological Survey.* Israël C. Russell, *Preliminary Report on the Geology and Water Resources of Central Oregon*, Bulletin n° 252. Séries : B. Descriptive Geology n° 57 ; O. Underground Waters. 33. Washington, 1905, p. 127.

[2]) *Ibid.*

[3]) Harry Fielding Reid, *Studies of the Glaciers of Mount Hood and Mount Adams*, in *Zeit. für Gletscherkunde,* I, 1906, p. 118 et 120.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of the Glaciers,* IX, in *Loc. cit.,* p. 260 ; *Ibid.*, IX (pour X), in *Loc. cit.,* p. 317 ; *Ibid.*, XI, p. 409.

ce dernier a peu perdu en longueur, mais accuse une diminution d'épaisseur, tandis que l'Eliot a reculé très sensiblement [1]).

4° *Mont Adams* (six glaciers). Depuis très longtemps les glaciers qui enveloppent le sommet de cet ancien volcan n'ont guère dépassé leurs limites actuelles. De gros arbres se rencontrent dans le voisinage immédiat des moraines situées à quelques centaines de mètres en aval de leurs fronts. D'après le professeur Harry Fielding Reid, ces dépôts remonteraient à un siècle au plus, et même beaucoup moins loin, comme l'indique la présence de strates de glace sous ces matériaux [2]).

De 1895 à 1901 le front du glacier Avalanche a diminué en épaisseur d'au moins $7^{m},50$ [3]).

5° *Mont Rainier*. De 1870 à 1905 le glacier Little Nesqually ou Paradise a reculé de 240 m. [4]), et dans le cratère ouest le niveau de la neige a baissé de 12 m. — En revanche l'arête reliant les deux cratères qui, en 1870, était à nu se trouvait, en 1905, recouvert d'un amas de neige épais de 9 m. — Pendant la même période le glacier Nisqually aurait rétrogradé de 400 m. [5]).

6° *Bassin du Lac Chellan*. Les appareils voisins de cette nappe d'eau étaient en recul en 1904 ; celui situé à l'extrémité supérieure du Railroad Creek aurait rétrogradé de 60 m. dans ces dernières années [6]).

---

[1]) Harry Fielding. Reid, *The Variations of Glaciers,* XII, in *Loc. cit.*, p. 51.

[2]) Harry Fielding Reid, *The Glaciers of Mount Hood and Mount Adams,* in *Mazama,* Portland. Vol. 2, n° 4. déc. 1905. Ann. Number, p. 199, et, *Studies on the Glaciers of Mount Hood and Mount Adams*, p. 129.

[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XI, p. 409.

[4]) *The Rainier Outing of 1905.* General Hazard Stevens, *Changes in Mount Tak-ho-ma*, in *Mazama*, Portland. Vol. 2, Number 4, déc. 1905. Annual Number, p. 201.

[5]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XI, p. 409.

[6]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers,* IX (au lieu de X), p. 317.

7° *Mont Baker* (Dix glaciers). En 1903 deux glaciers présentaient des signes d'une retraite récente importante [1].

III. Montagnes Rocheuses.

(Rocky Mountains).

1° *Glacier Araphaoe.* (*Kargletscher*) (Colorado). A la suite de l'hiver très neigeux de 1902-1903, l'appareil a présenté un gonflement et son front est devenu plus escarpé, mais aucun allongement ne s'est produit ; tout au contraire sur deux points, il y a eu un léger recul [2]. En 1904, état stationnaire [3]. En 1905 recul sur les flancs ; état stationnaire sur le front. En 1906 recul également [4].

La lignes des neiges, très basse en 1903 et 1904, s'est relevée en 1905. L'étude des observations des stations météorologiques les plus voisines ne fournissent aucune explication de cette variation [5].

2° *Glacier Hallett.* En retrait de 1895 à 1904 [6] ; en très légère augmentation en 1905 [7]. Cette année-là un enneigement progressif a été constaté sur cet appareil, alors qu'à l'Araphaoe tout voisin s'était produite une régression.

En 1906 continuation de cette petite crue [8].

3° *Bighorn* (Wyoming). Une nappe de faible dimension logée dans un cirque du Bighorn a disparu en 1906 [9].

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, IX, p. 260.

[2]) J. Henderson, *Araphaoe glacier in 1903*, in *The Journ. of Geology*, XII, 1904, p. 30.

[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, IX (pour X), p. 317.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 51.

[5]) J. Henderson, *Araphaoe glacier in 1905*, in *The Journ. of Geology*, XIII, 1905, p. 156.

[6]) Harry Fielding, Reid, *The Variations of Glaciers*, IX (pour X), p. 317.

[7]) Harry Fielding Reid, *Ibid.*, XI, p. 410.

[8]) Harry Fielding Reid, *Ibid.*, XII, p. 51.

[9]) Harry Fielding Reid, *Ibid.*, p. ibid.

4° *Glaciers Sperry, Harrison et Chaney* (Montana). En 1905 ces petites nappes se trouvaient en recul depuis quelques années seulement [1]). De 1895 à 1903 le Chaney a perdu en largeur 180 m. [2]), soit en moyenne 22m,5 par an. En 1906 les appareils de cette région étaient ou stationnaires, ou en faible régression [3]).

B. CANADA

A. Montagnes Rocheuses.

Glacier Victoria. Grâce à un très épais revêtement morainique, ce glacier n'éprouve qu'un recul très lent. Du 29 juillet 1899 au 24 juillet 1900 le retrait n'a été que de 1m,80. Du 24 juillet 1900 au 1er septembre 1903, il s'est élevé à 15 m., soit à 5 m. par an en moyenne. Du 1er septembre 1903 au 30 juillet 1906 pas de changement (Observations de MM. George et William S. Vaux [4]).

M. Sherzer, a obtenu une valeur un peu moindre: 16m,50 pour les cinq années 1899-1904, soit 3m,3 par an [5]).

2° *Glacier de la vallée des Ten Peaks*. (Couvert de matériaux morainiques). En maximum. « Ce glacier est actuellement plus grand qu'il ne l'a jamais été à une époque récente ». La date de cette observation n'est pas donnée, mais elle se réfère aux premières années du XXe siècle [6]).

3° *Glacier de la vallée de la Consolation* (également couvert de matériaux morainiques). N'a reculé que de quelques pieds depuis sa récente extension maxima [7]).

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations Glaciers*, XI, p. 409.

[2]) Harry Fielding Reid, *Ibid.*, IX, (pour X), p. 262.

[3]) Harry, Fielding Reid, *Ibid.*, XII, p. 51.

[4]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp.* p. 195.

[5]) William Hittell Sherzer, *Glacial Studies in the Canadian Rockies and Selkirks*, in *Smithsonian Miscellaneous Collections* (Quarterly Issue). Vol. 47. Part. 4, n° 1567. Washington, mai 1905, p. 456.

[6]) I. H. Ogilvie, *The effect of superglacial debris on the advance and retreat of some canadian glaciers*, p. 729.

[7]) Ogilvie, *Loc. cit.* p. 730.

4° *Glacier Wenkchemna.* La présence de troncs d'arbres engagés dans la moraine frontale induit M. Sherzer (1904) à penser que quelques années auparavant le glacier a fait une petite poussée en avant au milieu de la forêt qui entoure son extrémité inférieure [1]). MM. Vaux estiment, au contraire, que cet appareil est demeuré stationnaire jusqu'en juillet 1906 et que les arbres de la moraine ont été tout simplement pris sous des matériaux éboulés du front du glacier [2].

5° *Glac er Wapta ou Yoho.* En régression depuis une longue période. Du 17 août 1901 au 7 août 1904, recul total : 26m,70, soit près de 9 m. par an, d'après MM. Vaux [3]), de 33m,3, soit 11m,1, par an suivant M. Sherzer.

De 1904 à 1906 état stationnaire (MM. de Vaux) [4].

6° *Glacier Brazeau* En août 1902 les apophyses sud-est de ce glacier de plateau présentaient des indices de recul [5]).

B. Selkirks

1° *Glacier Illecillewaet* [6]). Grâce à MM. de Vaux ce glacier est régulièrement observé, depuis vingt ans.

Antérieurement à 1887, stationnaire.

De 1890 à 1898	recul total : 135m60,	recul moyen annuel			17 m.
Du 17 août	1898 au	29 juillet	1899	»	4m,80
Du 29 juillet	1899 au	6 août	1900	»	19m,50
Du 6 août	1900 au	5 août	1901	»	4m,50
Du 5 août	1901 au	26 août	1902	»	14m,60
Du 26 août	1902 au	25 août	1903	»	9m,75
Du 25 août	1903 au	14 août	1904	»	1m,67
Du 14 août	1904 au	15 juillet	1905	»	0m,75
Du 25 juillet	1905 au	24 juillet	1906	»	25m,50

---

[1]) William Hittell Sherzer, *Loc. cit.*, p. 477.

[2]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp. 1906,* p. 194.

[3]) *Ibid.*, p. 195.

[4]) *Ibid.*, p. ibid.

[5]) A. P. Coleman, *The Brazeau Icefield*, in *The Geogr. Journ.* XXI, 5, mai 1903, p. 509.

[6]) Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp.*, p. 188. Les valeurs du recul données par MM. Vaux dans ce rapport pour la période 1898-1906 diffèrent souvent de celles qu'ils ont données dans les Rapports IX et X, et de celles qui se trouvent mentionnées dans les *Variations of Glaciers*, IX (pour X), et XI du professeur Reid.

De 1898 à 1906 le recul total a été de 98m,07, soit de 12m,26 par an, au lieu de 17 m. durant la période 1890-1898.

2° *Glacier Asulkan* [1]. En observation régulière depuis 1899 par les soins de MM. Vaux. Une série de photographies prises du même point de 1899 à 1906 montre pendant cette période une diminution générale, du glacier, mais beaucoup moins accusée que sur les appareils voisins.

Du 12 août 1899 au 8 août 1900 recul de 7m,31.
Du 8 août 1900 au 6 août 1901 crue de 1m,20.
Du 6 août 1901 au 30 août 1903 crue de 10m,97.

Le 23 juillet 1906 le glacier était revenu dans la même position qu'il occupait en 1899 ; par suite léger recul de 1903 à 1906.

Résumé. A une époque antérieure pas très éloignée les glaciers des monts Hood et Adams ont éprouvé un gros maximum. Depuis ces appareils n'ont pour la plupart que faiblement reculé. Partout ailleurs dans les Sierras et dans les Rocheuses le régime dominant est la régression. Dans ces dernières années des indices d'une très faible crue ont été relevés sur quelques appareils : Lyell (1904), Araphaoe (1904), Hallett (1905-1906), Asulkan (1900-1903). A cette même époque sur d'autres appareils qui n'ont pas avancé s'est manifestée une atténuation dans l'intensité du recul.

Les glaciers des Etats-Unis et du Canada ont donc éprouvé les mêmes vicissitudes que ceux des Alpes.

IV. Alaska

Deux ouvrages fondamentaux ont été publiés concer-

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers, *Rapport XII*, p. 192, Les valeurs données dans le Rapport IX de la Comm. intern. des Glaciers ne concordent avec celles fournies par le Rapport XII.

nant les variations des glaciers de l'Alaska, l'un par le professeur Davidson [1]), l'autre par le Dr G.-K. Gilbert [2]).

Compilant tous les renseignements fournis par la Pérouse (1786), Fidalgo (1790), Malaspina (1791), et, surtout par Vancouver (1794), puis par les documents russes, M. Davidson a reconstitué l'état d'un grand nombre de glaciers de la chaîne cotière de la fin du XVIIIe siècle à la seconde moitié du XIXe, et mis en évidence les changements survenues depuis. D'autre part, le Dr G.-K. Gilbert expose les modifications éprouvées par un certain nombre de glaciers de la *Coast Range* depuis le début de l'exploration américaine dans cette région. Ses descriptions précises de la position des fronts glaciaires en 1899, éclairées par une abondante illustration, constituent une excellente base pour l'étude des variations ultérieures.

1° Taku Inlet.

En 1904 les glaciers qui débouchent dans ce fjord reparaient rapidement les pertes considérables que leur avait fait subir le tremblement de terre de 1899 [3]). Des photographies prises en 1905 indiquent une progression par rapport à 1890 [4]).

2° Canal Gastineau.

Glacier Mendenhall [5]). En 1794 en maximum. A cette date, d'après le récit de Vancouver, ce glacier traversait semble-t-il, dans toute sa largeur le canal Gastineau et venait

---

[1]) George Davidson, *The Glaciers of Alaska that are shown on russian charts or mentionned in older narratives*, in *Trans. and Proc. of the Geographical Society of Pacific*, vol. III. Sér. II. Juin 1904. San Francisco.

[2]) Harriman Alaska Expedition. *Alaska*. Vol. III. *Glaciers and Glaciation*, by Grove Karl Gilbert. Doubleday Page and Ce. New-York, 1904.

[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers* IX (au lieu de X), p. 317.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers* XI, p. 408.

[5]) G. Davidson, *Loc. cit.*, p. 78.

buter contre l'île Douglas située en face de sa vallée. Cette hypothèse est rendue plausible par l'existence d'une barre dans le canal Gastineau laquelle paraît avoir été formée par l'alluvionnement glaciaire.

Depuis recul. En 1865 le canal Gastineau était dégagé, et le glacier n'arrivait plus qu'à la côte nord du détroit.

De 1892 à 1901 régression à raison de 12 à 15 m. par an [1]).

3° Lynn Canal.

A. *Glaciers Eagle et Herbert.* De 1867 à 1903 recul probable de 2400 m. [2]).

B. *Glacier Denver.* (environs de Skagway). Recul de 12 m. en deux mois pendant l'été 1903 [3]).

C. *Glacier S. et Glacier Supériuer* (environs de Skagway) En recul de 1898 à 1903, à raison de 9 à 12 m. par an [4]).

Autour de Skagway tous les glaciers sont en recul rapide [5]).

D. *Glacier Davidson.* (Chilkat Inlet [6]). Entre les bords du fjord et l'extrémité inférieure de cet appareil on rencontre d'abord une zone forestière, large de 400 à 1000 m., composée d'arbres âgés, puis une seconde, large de 400 à 800 m., constituée d'arbres plus jeunes, enfin un espace dépouillé de végétation forestière. Dans la seconde zone les mares sont nombreuses, produites, suivant toute vraisemblance, par la fusion de fragments de glace enfouis sous les alluvions.

De ces circonstances le Dr G.-K. Gilbert induit que depuis plusieurs siècles le Davidson n'a pas dû s'étendre à plus de 600 m. environ au-delà du point où il s'arrêtait en 1899 et que l'époque de ce maximum correspond à l'âge des

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers.* IX, p. 260.
[2]) G. Davidson, *Loc. cit.*, p. 77.
[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers.* IX, p. 260.
[4]) *Ibid.*, p. *ibid.*
[5]) *Ibid.*, p. *ibid.*
[6]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 14.

jeunes arbres de la deuxième zone. Ce maximum ne doit pas remonter à une date éloignée, car dans l'Alaska les arbres ont une croissance rapide, même au voisinage des glaciers. Ainsi à l'entrée de la Glacier Bay des exemplaires âgés de 40 à 50 ans atteignent une taille de 24 m. et un diamètre de $0^m,91$ [1]).

4° Glacier Bay.

Les glaciers qui débouchent dans la Glacier Bay offrent le plus remarquable exemple de régression survenue dans la période historique que l'on connaisse. Depuis un siècle ces appareils se sont retirés de 35 à 40 milles anglais, soit de 56 à 64 km. et ont perdu en épaisseur de 300 à 600 m. — [2]).

En 1794, lors du voyage de Vancouver, un énorme glacier remplissait, semble-t-il, toute la baie jusqu'à une faible distance de son embouchure [3]). Quatre-vingt-cinq ans plus tard, en 1879, cette masse de glace avait disparu, et à sa place s'étendait un vaste bassin fjordien dans lequel débouchaient plusieurs glaciers dont la réunion avait formé jadis l'énorme appareil qui obstruait la baie [4]).

---

[1]) Marsden Manson, *Forest Advance over Glaciated Areas in Alaska and British Columbia*, in *Forestry Quarterly*. Vol. I. 1903, p. 249-252.

[2]) K. G. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 17.

[3]) Davidson, carte VIII, in *Loc. cit.*

[4]) *A voyage of Discovery to the North Pacific Ocean and Round the World... 1790-95. Made under the command of Captain George Vancouver*. 3 vol. in 4° et atlas, Londres, 1798 (voir vol. II, p. 244); John Muir, *Cruise of the Corwin in the Arctic Ocean*, 1884, p. 136; Harry Fielding Reid, *Studies of Muir Glacier, Alaska* in *The National Geographic Magazine*, Washington. Vol. IV, 23, mars 1892, p. 19; Harry Fielding Reid, *Glacier Bay and its Glaciers* in U. S. Geological Survey, *Sixteenth Annual Report of the Survey 1894-1895*, Part. I. Washington, 1896; Grove Karl Gilbert, *Loc. cit.*; George Davidson, *Loc. cit.*; *Muir Glacier*. Note by G.-K. Gilbert, in *The National Geographic Magazine*, Washington, XIV, 12, déc. 1903, p. 444; C. L. Andrews, *Muir Glacier*, in *ibid.*, XIV, 12, déc. 1903, p. 441. Voir pour la bibliographie complète des variations glaciaires dans la Glacier Bay, G.-K. Gilbert, *Loc. bit.*, p. 17 n. —

La régression de la glaciation a eu ici pour effet, non pas simplement de modifier l'aspect d'un glacier, mais de transformer complètement la topographie d'une portion du littoral.

Dans la Glacier Bay débouchent actuellement une dizaine de grands glaciers, dont les fronts sont baignés par la mer, et, dont nous allons maintenant étudier les variations particulières.

A. *Glacier Muir*. Les variations de cet appareil peuvent être ainsi résumées : (Voir fig. XXVI).

De 1794 à 1879 recul de 30 kilomètres environ. D'après Harry F. Reid, lors de son maximum, le Muir n'a pas dépassé vers l'aval le Bartlelt Cove [1]).

De 1880 à 1886 recul de 1220 m., soit de 203 m. par an.

De 1886 à 1890 recul de 1000 m., soit de 250 m. par an.

De 1890 à 1892 avance de 210 m., soit de 105 m. par an.

De 1892, principalement à partir de 1894, à 1899, recul de 579 m. [2]).

De 1899 à 1903 Recul de 4800 à 5600 m. [3]).

Le recul a continué. D'après les observations précises de MM. F. E. et C. W. Wright effectués en 1906, la régression de 1892 à 1906, s'élève à pas moins de 10 km. [4]). Elle aurait donc été environ de 4200 m. entre 1903 et 1906.

Ainsi, de 1880 à 1892, la régression moyenne annuelle aurait été de 166 m. ; de 1892 à 1899 de 82 m., puis, se serait élevée à 1350 m. de 1899 à 1906.

Harry Fielding Reid évalue à 25 milliards de mètres cubes la masse de glace enlevée au glacier Muir de 1899 à 1903, soit quatorze fois le volume de glace rejeté à la

---

[1]) Harry F. Reid, *Glacier Bay and its Glaciers*, p. 439.

[2]) G.-K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 22.

[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, IX, p. 259.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 52, et, Comm. intern. des Glaciers, *XIIe Rapp.*, p. 183.

mer annuellement par cet appareil dans les circonstances ordinaires, et, il estime à 11 km² la surface perdue pendant ces quatre années par le glacier et gagnée par la mer [1]).

Le recul survenu depuis 1892 a entrainé de profonds changements dans la topographie du glacier Muir. Les glaciers Morse et Dirt, qui à cette date confluaient dans l'appareil principal, sont devenus indépendants et n'ont plus leurs fronts baignés par la mer ; le premier en est éloigné de 1600 m. — D'autre part, en se retirant le front du glacier Muir s'est singulièrement élargi ; en 1906 il atteignait un développement de 12 km., au lieu de 2700 m. précédemment. Actuellement il suit les contours de l'isohypse de 1000 pieds sur la carte de Harry Fielding Reid (Map of Glacier Bay, in *Glacier Bay and its glaciers*. Extract from the Sixteenth Annual Report of the U. S. Geological Survey 1894-95. Part. I) [2]).

La colossale destruction du front du glacier Muir survenue de 1899 à 1906 est la conséquence du sisme très violent qui a affecté cette partie de l'Alaska en 1899. (Voir p. 112). Cette secousse a disloqué l'extrémité inférieure du glacier et entraîné un velage considérable, lequel se poursuit depuis très activement en raison de l'élargissement du front. De 1892 à 1906 le développement des périmètres glaciaires baignés par la mer dans l'ensemble de la Glacier Bay est passé de 5100 m. à 12,300 m. —

Si en quatorze ans le glacier Muir a reculé de 10 km. il n'y a rien d'extraordinaire en ce qu'en un siècle il ait rétrogradé de 30 km. —

B. *Glacier Carroll* (Queen Inlet). De 1892 à 1906 recul de 600 m. et faible velage [3]).

---

[1]) *The Variations of Glaciers*, IX, p, 259. Cf. C. L. Andrews, *Muir Glacier*, in *The National Geographic Magazine,* XIV, 12, déc. 1903.

[2]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 52.

[3]) Harry Fielding Reid. *Ibid.*, p. ibid.

C. *Glacier Rendu* (Rendu Inlet). De 1892 à 1906 recul de 600 m. [1]).

D. *Glaciers du Reid Inlet.* La régression des glaciers survenue dans ces vingt-cinq dernières années a déterminé dans la topographie du Reid Inlet un changement analogue à celui qu'elle a produit dans le Muir Inlet.

En 1879 la partie supérieure du Reid Inlet était remplie par une énorme nappe de glace formée par la confluence de trois glaciers : le Grand Pacifique, le John Hopkins et le Reid. De 1879 à 1892 cette nappe a fondu, et chacun des trois appareils qui la constituait s'est retiré dans sa propre vallée (voir fig. XXV).

La valeur numérique de cette régression est donnée par le tableau suivant [2]) :

	D'après G.-K. Gilbert *De 1879 à 1899*	D'après F. E. et C. W. Wright *De 1892 à 1906*
Grand Pacifique	5600 à 6400 m.	6000 m. environ
John Hopkins	5600 m.	3300 m.
Reid	850 m.	1500 m.

E. *Glaciers du Hugh Miller Inlet.* Là également la régression a eu pour effet de dissocier depuis 1879 deux glaciers, le Hugh Miller et le Charpentier, qui, à cette date, confluaient et remplissaient le fjord de leur masse commune. (Fig. XXIV).

D'après G. K. Gilbert, de 1879 à 1892 le Hugh Miller a rétrogradé de 2400 m. [3]), puis de 525 m. (moyenne) entre 1892 et 1899 [4]). Suivant MM. Wright, de 1892 à 1906, le retrait aurait été d'environ 2400 m., dont 1900 m. depuis 1899, si la valeur du recul donnée par G. K. Gilbert pour la période 1892-1899 est exacte [5]).

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII.

[2]) G.-K. Gilbert, *Loc. cit.* p. 32, et, Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers,* XII.

[3]) G.-K. Gilbert, *Loc. cit.* p. 36.

[4]) *Ibid.*, p. 37.

[5]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers,* XII. p. 53.

La branche septentrionale du High Miller vers la Glacier Bay a subi également une perte importante. Alors qu'en 1879 son front baignait dans le fjord, en 1892 il n'était plus que tangent à la mer, et, en 1899 il en était éloigné de 780 m. et en 1906 de 1600.

De 1892 à 1899 le Charpentier a perdu 536 m., et, de 1892 à 1906, 2700 m., soit 2200 m. de 1899 à 1906.

Enfin le petit glacier porté sur la carte de Harry Fielding Reid entre le Reid et le Hugh Miller a disparu de 1892 à 1906 [1].

F. *Glacier du Geikie Inlet* [2]). Dans cette branche de la Glacier Bay, de 1879 à 1892 le recul a entraîné également la dissociation de deux appareils, le Geikie et le Wood, qui à la première de ces dates, confluaient en un front commun. Depuis 1892 le recul a persisté; jusqu'en 1894 il a été de 800 m. pour le Geikie et de quelques centaines de pieds pour le Wood. D'après MM. Wright, de 1892 à 1906 le Geikie s'est retiré de 1500 m. — Une faible partie de son périmètre arrive aujourd'hui à la mer, alors qu'en 1879 son front était entièrement baigné par le fjord.

5° Cross Sound.

A. *Glacier Brady*. A partir du la fin du XVIIIe siècle, en crue. Depuis 1794 ce glacier a recouvert un village indien abandonné à cette date et s'est allongé de 10 à 12 kilomètres [3]). En 1880, le mouvement de progression continuait et le glacier attaquait une forêt située sur sa rive [4]).

B. *Baie Dundas*. Les cartes de l'hydrographe russe Tebenkof (1839) indiquent au fond de cette baie deux glaciers ayant chacun un front de 5 kilomètres environ. Un lever récent du *Coast and Geodetic Survey* des Etats-Unis,

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 53.

[2]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.* p. 38 et Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 53.

[3]) G. Davidson, *Loc. cit.* p. 63 et suiv.

[4]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.* p. 45.

(février 1904), n'en marque aucun sur les bords de cette baie ; il porte simplement sur sa côte orientale une épaisse moraine longue de plusieurs milles [1]).

Peut-être pendant la seconde moitié du XIXe siècle ces appareils ont-ils disparu ou se sont-ils retirés si haut sur les montagnes qu'ils ne sont plus visibles de la mer.

6° Icy Cape.

Glacier La Pérouse. En 1895 son flanc ouest attaquait la forêt riveraine et quatre ans plus tard, s'en trouvait séparé par un espace de 150 m. — « Les arbres à la lisière des bois et quelques troncs renversés, épars sur le terrain abandonné par le glacier, mesuraient un diamètre de $1^{m},20$; pendant une très longue période, durant des siècles même, la glace n'avait donc pas attaqué la forêt. Aussi bien le Dr G. K. Gilbert conclut que le maximum atteint en 1895 n'avait pas été dépassé depuis des siècles [2]).

Nous avons rapporté plus haut que dans cette région des arbres atteignent un diamètre de $0^{m},90$ à l'âge de 40 ou 50 ans. La crue de 1895 serait donc le maximum atteint par le glacier La Pérouse depuis un siècle au plus et non depuis plusieurs siècles, comme le suppose le savant glaciériste américain.

7° Lituya Bay ou Port des Français.

Ce fjord a été le théâtre d'un phénomène inverse de celui survenu dans la Glacier Bay. Depuis la fin du XVIIIe siècle la glaciation sur les bords de cette baie a augmenté et son accroissement a eu pour effet de réunir des glaciers précédemment isolés et de réduire le domaine du fjord. En 1786 La Pérouse vit dans ce bassin cinq glaciers : deux dans chacune de ses branches nord-ouest et nord, et le cinquième face à l'ouverture du goulet. En 1893-1894 les deux appareils de la branche nord-ouest étaient réunis et

---

[5]) G. Davidson, *Loc. cit.* p. 65.

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.* p. 44.

s'étendaient à 5600 m. au delà du point où les avait vus La Pérouse, recouvrant un fond marin de 216m. — D'autre part, les deux glaciers de l'autre branche avaient progressé de 4800 m. [1]). De 1786 à 1893-1894 s'est donc manifestée une crue de 5 à 6 kilomètres. Depuis elle a persisté; de 1894 à 1906, le glacier de la branche nord-ouest du fjord a avancé de 800 m., celui du sud-est a légèrement progressé, tandis que le glacier central est demeuré stationnaire [2]).

8° Chaîne Brabazon [3]).

En 1906 les glaciers de cette chaîne étaient en décrue. Tous se présentaient précédés d'une moraine frontale distante de la glace de 400 à 1600 mètres, et, partout cet espace était dépourvu de végétation, indice que ce recul était récent.

9° Yakutat Bay.

De la description de la baie du Désenchantement et du plan de ce fjord contenus dans la relation du voyage de Malaspina [4]), ainsi que du récit de Vancouver [5]) les auteurs américains qui ont étudié les glaciers de l'Alaska, Russell, Davidson, G. K. Gilbert, ont inféré qu'en 1792 et 1794 un énorme glacier formé par la réunion du Turner et du Hubbard remplissait la partie inférieure de la baie jusqu'à l'île Hænke. Aussi bien avaient-ils conclu à un recul considérable de la glaciation depuis la fin du XVIIIe siècle. D'après M. G. K. Gilbert, de 1792 à 1899 ce recul n'aurait pas été inférieur à 8 kilomètres [6]).

---

[1]) George Davidson, *Loc. cit.*, p. 59.

[2]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XII, p. 53.

[3]) Eliot Blackwelder, *Glacial Features of the Alaskan Coast between Yakutat Bay and the Alsek River*, in *The Journ. of Geology*, XV, 5, juillet-août 1907, p. 433.

[4]) *Relacion del viage hecho por las goletas Sutil y Mexicana en el anno de 1792*. Madrid 1802.

[5]) *A Voyage of Discovery to the North Pacific Ocean, and Round the World, 1790-1795*. Londres, 1801. Vol. V, p. 389.

[6]) *Loc. cit.*, p. 48.

Suivant MM. Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, s'il est hors de doute qu'à une époque relativement récente les glaciers remplissaient la baie du Désenchantement bien au delà de l'île Hænke, il n'est point du tout évident qu'en 1792 et 1794 ils s'étendissent jusqu'à cette l'île [1]). Comme cela arrive souvent, on a fait dire aux anciens textes plus qu'ils ne disent.

La relation de Malaspina rapporte simplement que des embarcations, après s'être péniblement frayé un passage à travers des glaces flottantes, rencontrèrent la « ligne de froid perpétuel », et, rebroussèrent ensuite chemin. Le récit de Vancouver n'est guère plus explicite, et, se borne à relater que ses canots furent arrêtés par « a ferm and compact body of ice », derrière lequel apparaissaient un étroit « inlet ».

Ainsi que le font remarquer MM. Tarr et Martin, si les embarcations de Malaspina et de Vancouver avaient trouvé devant elles un glacier, les relations de ces deux expéditions auraient certainement consacré au moins quelques lignes à la description d'un phénomène aussi étrange pour ces marins que celui d'une haute muraille de glace barrant la mer et se disloquant par moments en énormes glaçons dans un fracas formidable. Un tel spectacle était de nature à impressionner surtout les Espagnols de Malaspina peu habitués à voir de pareilles masses de glace. MM. Tarr et Martin pensent donc que Malaspina et Vancouver ont rencontré simplement à l'île Hæncke un embâcle de glaces flottantes, ainsi qu'il s'en produit à la suite de « velages » abondants, et, comme les deux voyageurs américains ont rencontré eux-mêmes à la fin de juin 1906. Une photographie jointe à la relation de deux géologues montre la baie entièrement couverte par une banquise, à la date de juin 1906.

---

[1]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Position of the Hubbard Glacier Front in 1792 and 1794,* in *Bull. of the American Geogr. Soc.* New-York, XXXIX, 3, mars 1907.

En second lieu, en amont comme en aval de l'île Hæncke, on n'observe aucune différence d'âge dans la végétation des bords du fjord. Or, il en serait autrement si, il y a moins d'un siècle, un glacier eût occupé toute la baie jusqu'à cet ilot. La preuve, c'est que sur les rives du Nunatakfjord (branche du fjord Russel) qui, il y a une centaine d'années environ, était rempli par un glacier, la végétation forestière se distingue à première vue par sa jeunesse de celle qui couvre le fjord voisin qui, lui, n'a pas été aussi récemment occupé par un glacier.

Enfin, si le glacier Hubbard s'était étendu jusqu'à l'île Hæncke, la partie supérieure de la baie du Desenchantement, le fjord Russell, serait devenu un lac de barrage et il existerait des dépôts lacustres étagés entre l'île Osier et le cap Enchantement. Or, de pareilles formations ne s'observent qu'à l'extrémité supérieure du fjord Russel, où elles ont été engendré par un lac de barrage dû à l'obstruction du goulet par le glacier Nunatak.

A. *Glacier Lucia.* De 1905 à 1906 stationnaire [1]).

B. *Glacier Atrevida.* De 1905 à 1906 crue de 100 m. — En 1906 le glacier attaquait la forêt riveraine. En même temps son front, qui en 1905 présentait une pente douce et couverte de moraines, était devenu un escarpement duquel se détachaient à chaque instant des blocs de pierre et de glace qui enfouissaient les arbres voisins, — des conifères âgés de plus de cinquante ans [2]).

C. *Glacier Galiano* [3]). En 1890 l'extrémité inférieure de ce glacier était morte, couverte de taillis de saules, et précédée d'un très large cône d'alluvion. En 1905 ces taillis

---

[1]) Ralph S. Tarr, *Second Expedition to Yakutat Bay, Alaska*, in *The Bull. of the Geogr. Soc. of Philadelphia*, Vol. V, 1, janv. 1907, p. 5.

[2]) Ralph S. Tarr, *Recent Advance of Glaciers in the Yakutat Bay Region, Alaska*, in *Bull. of the Geol. Society of America*, New-York. Vol. 18, p. 270.

[3]) Ralph S. Tarr, *Ibid.*, p. 267.

avaient disparu, et, sur l'emplacement du cône d'alluvions on remarquait des monticules morainiques au milieu desquels se voyaient de nombreux troncs d'arbres morts. Ce bouleversement serait dû à une crue qui aurait affecté le glacier entre 1890 et 1905. De 1905 à 1906 état stationnaire.

D. *Glacier Black* [1]). Stationnaire de 1890 à 1905. Depuis très longtemps ce glacier n'a pas dépassé ses limites actuelles. A une distance de 180 à 270 m. il est bordé par une forêt, et, déjà à 90 m. de la glace, on trouve des taillis âgés de dix à quinze ans.

E. *Glacier Turner*. De 1891 à 1899, à peu près stationnaire [2]) ; de 1899 à 1901 léger progrès [3]). Depuis, cette pulsation en avant a continué ; en 1905 Ralph Tarr et Lawrence Martin ont constaté une légère avance des deux extrémités du front par rapport à 1899 et un recul de sa partie centrale [4]).

F. *Glacier Hæncke*. Crue très prononcée de 1905 à 1906 Ce petit glacier, situé au nord du Turner, en était, en 1905, complètement séparé, et, s'arrêtait à quelque distance de la mer. Or, l'année suivante, il atteignait d'une part les bords du fjord et de l'autre il confluait, par son extrémité inférieure, avec le Turner, de telle sorte que le front de ce dernier appareil se trouvait agrandi de 1600 m. vers le nord-est [5]). Le professeur Ralph S. Tarr évalue à 1600 m. la crue du Hæncke survenue de 1905 à 1906.

G. *Glacier Hubbard*. De 1891 à 1899 faible recul, quelques centaines de pieds au maximum, dit G. K. Gilbert [6]).

---

[1]) Ralph. S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation*, p. 152.

[2]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 66.

[3]) *Ibid.*, p. 67.

[4]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation*, p. 154.

[5]) Ralph S. Tarr, *Recent Advance....* p. 266.

[6]) *Loc. cit.*, p. 65.

De 1899 à 1901 continuation de la régression qui peut être évaluée à 200 ou 300 m. — [1]).

De 1901 à 1905 la partie ouest du front a progressé; à cette dernière date elle se trouvait plus avant qu'en 1899 et même qu'en 1891 [2]); sa partie est a, au contraire reculé.

De 1905 à 1906 très faible continuation de la crue [3]).

H. *Variegated glacier*. De 1899 à 1905 stationnaire [4]).

Dans l'intervalle de dix mois, d'août 1905 à juin 1906, ce glacier a subi des changements remarquables. Une vaste région, qui, l'année précédente, était unie et couverte de moraines, était, en 1906, déchirée de crevasses et présentait partout la glace à vif. En même temps le front de l'appareil était de 60 à 90 m. plus épais qu'en 1905. D'après M. Tarr l'avancement pouvait être évalué à 180 m. —

En même temps l'activité des eaux de fusion avait singulièrement augmenté. Sur le cône de déjection construit dans le fjord Russel par un torrent issu de cet appareil, les eaux divaguaient et détruisaient des taillis agés de vingt-cinq ans environ. Ces saules étaient couverts de feuilles, preuve que ce renouveau d'activité glaciaire avait commencé au printemps [5]).

I. *Glacier Orange*. Stationnaire de 1905 à 1906 [6]).

L. *Glacier Nunatak*. De 1891 à 1899 recul que G. K. Gilbert évalue de 1600 à 3200 m. — En 1891 le glacier entourait complètement le *nunatak* situé près de son front; quatre ans plus tard ce rocher était dégagé sur sa face

---

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 66.

[2]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation*, p. 155.

[3]) Ralph S. Tarr, *Second Expedition*, p. 7.

[4]) Ralph S. Tarr and Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation*, p. 148.

[5]) Ralph S. Tarr, *Recent Advance of glaciers...*, p. 262.

[6]) Ralph S. Tarr, *Ibid.*, p. 265.

ouest et divisait le glacier en deux branches, celle du nord baignée par la mer, tandis que celle du sud se terminait sur une plaine d'alluvions. De 1895 à 1899 le premier de ces bras a éprouvé une régression de 530 m. environ, tandis que le second est demeuré stationnaire [1]).

De 1899 à 1905 le recul a persisté ; il a été de 1600 mètres environ pour la branche nord et seulement de 200 à 400 m. pour la branche sud [2]).

De 1905 à 1906 la régression a continué [3]).

M. *Cascading glacier*. En recul sensible de 1899 à 1905 [4]).

N. *Hidden glacier*. En recul accentué en 1899 [5]). De 1899 à 1905 décrue de 400 m. [6]), soit en moyenne 66 m. par an.

De 1905 à 1906. Stationnaire [7]).

9° Massif du Saint Élie.

A. *Glacier de Malaspina*. Depuis la fin du XVIIIe siècle la partie orientale de cet immense *piedmont-glacier* n'a pas, semble-t-il, éprouvé de changements importants. Aujourd'hui, comme en 1791, lors du voyage de Malaspina, elle se termine sur des terres basses et boisées. Il se pourrait, au contraire, que dans le cours du XIXe siècle le lobe occidental de cet appareil eut fait une crue importante. Vancouver (1774) mentionne immédiatement à l'ouest du Saint Élie une baie, l'Icy Bay, terminée par un glacier et ouverte entre des terres basses. L'atlas de la côte nord-ouest d'Amérique

---

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 62.

[2]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation...*, p. 154.

[3]) Ralph S. Tarr, *Recent Advance...* p. 261.

[4]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation*, p. 154.

[5]) G.-K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 52.

[6]) Ralph S. Tarr et Lawrence Martin, *Glaciers and Glaciation...* p. 154.

[7]) Ralph S. Tarr, *Recent Advance...* p. 261.

dressé par Tebenkof d'après des sources antérieures à 1849 figure cette baie [1]). En 1837 le capitaine Belcher visita ce mouillage [2]). Or, sur l'emplacement de cette baie les cartes du *Coast and Geodetic Survey* des Etats-Unis dessinent simplement une légère incurvation de la ligne de côte. Aussi bien se demande-t-on si l'Icy Bay n'a pas été envahie par le Malaspina ; peut-être, il est vrai, a-t-elle comblée par les sédiments déversés par les torrents glaciaires.

Après une très longue période de stationnement le glacier Marvine et la partie du Malaspina comprise entre la rivière Kwik et le cap Manby ont fait, en 1906, une poussée en avant. Cette crue s'est traduite par des modifications morphologiques très remarquables dans les régions qu'elle a affectées. Le glacier Marvine, jusque là peu accidenté, est devenu un hérissement de séracs, et, le lobe oriental du Malaspina, précédemment uni, un enchevêtrement de larges crevasses entre lesquelles des fragments de la surface primitivement plane ont été soulevés en monticules.

En même temps, en 1906, dans la vallée du Kwik, le front du Malaspina « travaillait ». De sa haute falaise se détachaient sans cesse des blocs de glace et des pierres, ainsi que des coulées de débris morainiques, tandis qu'était détruite la forêt qui recouvrait la moraine frontale mouvante du glacier. Tantôt les arbres étaient engloutis dans les crevasses, tantôt ils dégringolaient en avant du front et étaient bientôt recouverts par les éboulements de matériaux rejetés par le glacier.

En raison de la disparition de la couverture morainique et végétale du Malaspina, la fusion s'exerçant avec beaucoup plus d'intensité qu'auparavant, le débit du Kwik avait singulièrement augmenté. De tous côtés de gros torrents sortaient du front du glacier et par leurs divagations

---

[1]) Georges Davidson, *Loc. cit.*, p. 43.

[2]) Sir Edward Belcher, *Narrative of a Voyage around the World performel in H. M. ship* Sulphur *during the years 1836—1842*..... Londres, 1843, vol. I, p. 79.

concouraient à augmenter l'œuvre de destruction et de bouleversement [1]).

Cet anéantissement de la forêt doit retenir l'attention. Ainsi nous voyons des massifs d'arbres compacts et étendus se développer sur le glacier ou sur ses rives, puis une pulsation en avant, relativement peu importante, causer leur destruction et la dispersion de leurs débris au milieu de dépôts morainiques ou fluvio-glaciaires. La plus grande réserve s'impose donc dans les conclusions que l'on tire de la présence de débris végétaux au milieu de dépôts glaciaires pléistocènes concernant le sens des variations que les glaciers de cette période ont subies.

Comme nous l'avons déjà mentionné p. 112, la variation positive éprouvée en 1906 par les glaciers de la baie Yakutat serait la conséquence du tremblement de terre qui a affecté cette région en septembre 1899. Pendant dix-sept jours cette partie de l'Alaska a subi des chocs d'une extrême violence. Ces secousses ont déterminé, d'après le témoignage de mineurs établis dans ce massif, d'énormes avalanches qui ont suralimenté les glaciers inférieurs, et suivant Ralph Tarr, cette suralimentation aurait engendré la crue de 1907 [2]). Ainsi sur les glaciers de la baie Yakutat le sisme de 1899 aurait exercé des effets complètement différents de ceux qu'il a produits sur les nappes glacées de la Glacier Bay.

B. *Glacier Klutlan.* Le glacier Klutlan, situé sur le versant nord du Saint Élie (longueur de 3200 à 6400 m.), a reculé très rapidement dans ces dernières années (observation faite en 1905), Son extrémité inférieure, recouverte d'une couche de débris morainiques sur laquelle sont établis des arbres, semble morte. Peut-être cette situation est-elle à la veille de se modifier. L'existence, dans la partie centrale supérieure de l'appareil, d'une nappe de glace dépour-

---

[1]) Ralph Tarr, *Recent Advance.....*, p. 273.
[2]) *Ibid.*, p. 280.

vue d'une couverture de matériaux morainiques suggère à M. R. G. Mc. Connell, l'auteur de ces observations, la pensée qu'un glacier vivant est en train de recouvrir le glacier mort [1]).

10° Vallée inférieure de la rivière du Cuivre.

1° *Glacier Miles.* De 1884 à 1898 recul [2]).

2° *Glacier Child.* D'après des traditions indigènes, cet appareil, situé sur la rive droite de la rivière du Cuivre, aurait, à une époque antérieure, enjambé ce puissant cours d'eau, et, rejoint le Miles, qui lui fait face de l'autre côté. Il aurait alors formé un barrage dans toute la largeur de la vallée à travers lequel le torrent aurait passé en tunnel. De 1894 à 1898, recul de 500 à 600 m. [3]). —

3° *Glacier Sheridan.* En 1884, cet appareil s'étendait jusqu'au rivage [4]). Or, la carte de cette région, dressée en 1900 [5]) par T.-G. Gerdine et D.-C. Witherspoon, place l'extrémité de ce glacier à environ 12,8 kil. de la ligne de côte.

11° Monts Wrangel.

Les glaciers de ce massif ont éprouvé une décrue très importante [6]). Jusqu'ici la date à laquelle cette régression a commencé demeure ignorée.

---

[1]) *Summary Report of the Geological Survey Department of Canada for the calendar year 1905.* Ottawa, 1906, p. 20.

[2]) *Compilation of Narratives of Exploration in Alaska.* Washington. Government printing Office, 1900, p. 575.

[3]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers,* VIII, in *The Journ. of Geology,* XI, 3, avril et mai 1903.

[4]) *Compilation of Explorations in Alaska,* p. 384.

[5]) U. S. Geological Survey. Frank-Charles Schrader et Arthur Coe Spencer, *The Geology and Mineral Resources of a portion of the Copper River District, Alaska,* Washington, 1901. Pl. II.

[6]) U. S. Geological Survey. W. E. Mendenhall, *Geology of the Central Copper River Region, Alaska,* Professionnal Paper, n° 41, Washington, 1905.

12° Prince William Sound.

A. *Glacier Stroup* (Port Valdès). En retraite en 1895. De 1891 à 1905 deux gros rochers précédemment recouverts par la glace ont émergé [1]).

B. *Glacier Brooks* En 1794 ce glacier, situé au fond de la baie Unakwik, « vêlait » abondamment [2]). Alors qu'à cette date, d'après Vancouver, cette baie aurait eu une longueur de quatre « leagues » [3]), la carte levée en 1898 par les officiers américains lui donne une profondeur de douze milles. Aussi le professeur Davidson conclut-il à un retrait considérable pendant le cours du XIXe siècle. Cette observation est peut-être douteuse. Le professeur U. S. Grant, qui en 1905 a vu le glacier Brooks à une distance de 1600 m., signale que la végétation forestière s'étend jusqu'au glacier; si un espace découvert existe entre la forêt et la glace, il doit être très étroit [4]).

C. *Glacier Columbia.* Une forêt s'étend jusqu'à la lisière même de la glace; depuis une longue période cet appareil est donc stationnaire.

En 1892 [5]) s'est produite une faible expansion suivie d'une légère contraction. A cette date, le long de la rive occidentale du front la glace envahit la forêt sur une largeur de 60 à 70 m., puis elle se retira en abandonnant les troncs d'arbres qu'elle avait renversés. Dans cette région le front s'allongea de 240 m. environ. En 1899 on observait, à cette distance du glacier, une petite moraine, puis en arrière une seconde à seulement 50 m. de l'extrémité de l'appareil. L'ilot, auquel cette année là tangentait le front du Columbia,

---

[1]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XI, p. 406.

[2]) George Davidson, *Loc. cit.*, p. 32.

[3]) Vancouver, *Loc. cit.*, vol. III, p. 185.

[4]) Harry Fielding Reid, *The Variations of the Glaciers*, XI, p. 407.

[5]) Le Dr G. K. Gilbert induit la date de cette pulsation de l'âge de trois petits conifères poussés sur le territoire abandonné ensuite par le glacier. (*Loc. cit.*, p. 78.)

portait également les traces de cette petite crue. On y voyait deux moraines toutes fraîches, l'une à 45 m. environ, l'autre à 90 ou 150 m. du front ; cette dernière renfermait des fragments de troncs d'arbres et des morceaux de tourbe. Sur sa rive Est le glacier avait également entamé la forêt. Dans cette région on rencontrait, comme dans les autres parties du périmètre glaciaire, deux petites moraines et de nombreux arbres renversés [1]).

De 1899 à 1905 le glacier Columbia est demeuré à peu près stationnaire. La partie du front qui repose sur un ilot a simplement reculé d'une quarantaine de mètres dans cet intervalle de six ans [2]).

D. *Glaciers Amherst et Crescent.* (College fjord, branche nord-ouest du Port Wells). Ces deux appareils sont séparés de la forêt riveraine par une zône, large de plusieurs centaines de mètres, et, dépourvue de végétation arborescente. Cette situation indique une légère décroissance de la glaciation à une date récente [3]).

E. *Glaciers Yale et Harvard.* En 1794 le College fjord n'était point, comme aujourd'hui, ramifié dans sa partie supérieure en deux branches. Un glacier formé par la confluence du Yale et du Harvard occupait alors le fond de la baie dans toute sa largeur, en aval de la crête qui sépare actuellement les deux embranchements supérieurs du fjord. Ce glacier velait abondamment ; de son front se détachaient des blocs tellement volumineux qu'ils échouaient sur des fonds de 18 à 21 m., et, que leur écroulement engendrait des raz de marée, dont l'effet se faisait sentir dans un rayon de deux « leagues » [4]).

Depuis la fin du XVIIIe siècle s'est produit dans cette baie un recul considérable de la glaciation, qui, comme

---

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 76 et suiv. —

[2]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XI, p. 406.

[3]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 82.

[4]) Vancouver, *Loc. cit.*, p. 183.

celui survenu dans la Glacier Bay, a profondément modifié la topographie du fjord. Au lieu d'un canal unique terminé par un seul glacier, on trouve maintenant deux baies séparées par une crête et terminées chacune par un glacier, le Harvard dans la branche nord, et le Yale dans la branche nord-est [1].

Ce recul considérable du Harvard est confirmé par la position de la forêt par rapport au glacier. Le long de la rive nord du fjord, aucun arbre n'existe sur une distance de plusieurs kilomètres en aval du front glaciaire actuel. Il en est de même sur la rive sud jusqu'à 8 ou 10 milles de l'extrémité inférieure du Harvard et cela sur une hauteur de plusieurs centaines de pieds au-dessus du fjord ; plus haut, au contraire, un belt de forêt s'étend dans la direction du glacier [2]. Les contours de la zone aride correspondent en longueur et en hauteur à l'espace occupé par le Harvard à une époque antérieure et qu'il a abandonné depuis.

Si sur les cartes du Port Wells dressées par Vancouver (1794) et par Abercomby (1898) la position des fronts glaciaires a été portée exactement, la valeur de la régression survenue de 1794 à 1898 serait de 16 km. [3]. —

F. *Glacier Barry.* Le détroit de Doran, qui en 1898 était représenté comme obstrué par ce glacier [4], fut traversé l'année suivante par l'expédition Harriman sans la moindre difficulté. Un recul aussi considérable en un an que celui nécessaire pour dégager ce goulet paraît invraisemblable ; nous inclinons donc à penser qu'en 1898 l'officier chargé de l'exploration de cette région, passant à distance, n'a pas aperçu la communication.

D'après les constatations faites en 1899 par le Dr G.

---

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, Pl. XII.

[2]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 84.

[3]) Davidson, *Loc. cit.*, p. 29.

[4]) *Compilation of Narratives of Exploration in Alaska*, p. 631, et, carte p. 563.

K. Gilbert, le Barry doit être stationnaire depuis une très longue période ; pendant le XIXe siècle, il a simplement subi une légère diminution [1]).

Depuis, ce recul s'est accentué ; de 1899 à 1905 le front de cet appareil a rétrogradé de 1600 m. [2]).

13° Presqu'île Kenaï (Versant nord-ouest).

Glacier Grewinck [3]). De 1880 à 1895 recul de 75 m., soit de 5 m. par an.

De 1895 à 1899 recul de 105 m. dans la partie sud du front, soit de 26 m. par an.

L'état de la forêt voisine indique que depuis plusieurs siècles le glacier n'a guère dépassé ses dimensions actuelles ; pendant la dernière partie de cette période il s'est étendu jusqu'à la lisière des bois, puis a rétrogradé. D'après le Dr G.-K. Gilbert, la date de ce maximum remonterait au milieu du XIXe siècle environ. Il s'est produit ensuite, il y a quelques dix ans (avant 1899), un second maximum qui a affecté particulièrement la partie centrale du front, puis la régression en cours a commencé.

Les observations concernant l'Alaska mettent en lumière quatre faits principaux :

1° A une époque antérieure indéterminée, mais qui remonte certainement à un certain nombre de siècles, les glaciers de l'Alaska, tout au moins ceux de la Glacier Bay et de la baie Yakutat, étaient beaucoup plus réduits qu'aujourd'hui, et, une végétation forestière se développait sur des territoires occupés aujourd'hui par la glaciation ou qui sont encore stériles actuellement.

2° Une crue d'une très grande ampleur s'est ensuite produite et a amené l'invasion de régions précédemment boisées. L'apogée de cette poussée glaciaire paraît avoir eu lieu à la fin du XVIIIe siècle. L'étude des anciens

---

[1]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 90.

[2]) Harry Fielding Reid, *The Variations of Glaciers*, XI, p. 407.

[3]) G. K. Gilbert, *Loc. cit.*, p. 101.

ciens textes à laquelle se sont livrés MM. R. Tarr et L. Martin concernant la crue du glacier Hubbard à cette date montre la nécessité de soumettre les relations des anciens voyageurs à une critique très attentive.

3° Dans le cours du XIXe siècle s'est manifestée une décrue considérable qui a entraîné une véritable déglaciation, de même que la crue du siècle précédent avait déterminée une englaciation. Les deux phénomènes sont de même ordre. L'ampleur de la régression a toutefois été très inégale dans les divers massifs de l'Alaska. Alors que dans la Glacier Bay la glaciation a reculé de 40 à 60 kilomètres les glaciers tout voisins de Davidson et de Lapérouse n'ont subi que des pertes insignifiantes.

4° Au cours de la variation primaire négative du XIXe siècle est survenue vers 1890 une variation positive secondaire qui n'a affecté que quelques appareils.

AMÉRIQUE DU SUD

I. Andes de l'Equateur [1]).

Au cours de sa récente et féconde exploration dans les Andes de l'Equateur (1903) le professeur Hans Meyer a pu, grâce aux observations antérieures de Reiss et de Stuebel (1872), reconnaître les vicissitudes par lesquelles la glaciation de cette partie de la Cordillère a passé depuis trente ans. Dans cette région de l'Amérique du Sud, comme dans le reste du monde, le régime dominant durant la dernière partie du XIXe siècle a été la régression et ce régime persiste toujours.

De 1872 à 1903, sur les deux Cordillères de l'Equateur la ligne du névé est remontée en moyenne de 50 m.

---

[1]) Tous les renseignements concernant les variations glaciaires dans cette partie de la Cordillère sont empruntés au magnifique ouvrage du professeur Hans Meyer, *In den Hoch-Anden von Ecuador*. Berlin, Dietrich Reimer, 1907.

et la limite inférieure des glaciers de 150 m.

1° *Antisana.* Le glacier de l'Ouest, qui s'arrête à 4580 mètres (1903), est précédé de quatre enceintes morainiques toutes récentes ; la plus basse est située à la cote 4500 m. environ. Le recul en hauteur a donc été de 80 m. — Partout ailleurs, la cuirasse de glace qui recouvre ce volcan n'a éprouvé depuis 1872 qu'un faible recul ; sur un point elle paraît même s'être étendue. Peut-être les glaciers de l'Equateur ont-ils été, eux aussi, touchés par la petite variation positive de la fin du XIXe siècle ?

2° *Cotopaxi.* De 1872 à 1903 la ligne du névé s'est relevée de 100 à 180 m. sur les versants nord, sud, et, ouest de la montagne, tandis qu'elle est demeurée stationnaire sur la face est.

3° *Caldera du Cerro Altar.* De 1872 à 1903 le glacier de la *caldera* du Cerro Altar s'est retirée en hauteur de 270 à 320 m. — En 1880 il atteignait le bord du seuil rocheux qui barre l'ouverture de cet ancien cratère et engendrait des avalanches, lesquelles, au pied de cette barre, formaient un glacier remanié. En 1903, la langue de glace suspendue ayant reculé, l'appareil remanié a disparu. Depuis trente ans le niveau du glacier a, d'autre part, baissé d'une trentaine de mètres. De plus, sur les versants de la *caldera* la déglaciation s'accuse par l'apparition de pointements rocheux ; la nappe de glace qui recouvre les pentes de l'entonnoir, jadis d'un seul tenant, se trouve de ce fait partagée en cinq fragments.

4° *Chimborazo.* De 1872 à 1903 le glacier Reiss a éprouvé une diminution notable.

5° *Carihuairazo.* Entre 1872 et 1903 la limite inférieure de la carapace de glace qui recouvre ce volcan est, sur son versant oriental, remontée de 100 m. environ, de 4354 m. à 4450 m. —

II. Andes péruviennes.

1° *Cordillère côtière du Pérou, entre le Rimac et Yauli.* (11°54′ de Lat. S.) [1]).

Depuis 1878 un névé situé sur le versant ouest du mont Meiggs a complètement fondu. Pareillement en cinq ans une nappe de glace qui tapissait la montagne de San Florencio a disparu. De 1894 à 1903, un glacier du versant est du Pico Urco a perdu 30 m.; de 1890 à 1903 celui qui descend du Yanasinga a rétrogradé de 150 m., et, de 1893 à 1903 le glacier de Rumicreuz, au sud de Yauli, a reculé de 100 m. — Enfin, pour la première fois, en 1898, pendant la saison sèche, le Teatino, au-dessus de Yauli, est apparu libre de neige; en 1903, même en pleine période des pluies, son sommet ne portait aucun revêtement blanc.

Ainsi, dans cette partie de la Cordillère des Andes la diminution de la glaciation se manifeste par une régression des neiges telle que leur limite inférieure dépasse aujourd'hui des sommets précédemment couverts, par la disparition des petits appareils, et, par un recul annuel des glaciers plus importants compris entre 10 et 3 m. —

2° *Massif de l'Ananea* (nord-ouest du Titicaca). (16° de Lat. S.)

Dans cette région des Andes également la limite inférieure des neiges a subi un relèvement visible. Des sommets, jadis couverts de neige en été, en sont maintenant dépouillés, tandis que sur d'autres l'étendue de la couverture a diminué.

Les glaciers, si tant est que les observations les concernant sont exactes, ne paraissent pas cependant avoir subi de variations importants. D'après O. F. Pfordte [2]), le glacier

---

[1]) A. Benrath, *Ueber eine Eiszeit in der peruanischen Küstcordillere*, in *Pet. Mitt.*, 50, B., XI, 1904.

[2]) Otto F. Pfordte, *The Glaciers of Poto, Peru*, in *Report of the Eighth International Geographic Congress, 1904, Washington*, 1905.

San Francisco (versant sud de l'Ananea), logé dans un étroit ravin large tout au plus de 480 m., ne semble pas avoir éprouvé de grandes variations de longueur depuis l'arrivée des Espagnols dans le pays. Au pied du rocher sur lequel il se termine, on voit, en effet, des ruines d'habitations. Il est toutefois, bordé de hautes moraines latérales.

Un autre glacier, le Communi, se trouve précédé de moraines situées à 120 ou 180 m. de son front.

III. Andes de Bolivie.

Depuis de longues années les glaciers de cette région sont en lente régression [1]).

IV. Andes argentines et patagones.

1e *Glacier de Lanin* (59°38′ de Lat. S.) [2]). En 1896 il formait une étroite langue, de 500 m. de large, longue de 5 km., dont toute la moitié inférieure enfouie sous des matériaux morainiques constituait un « glacier mort ». Le glacier était à ce moment en régression évidente, après avoir éprouvé à une époque peu éloignée trois crues, d'égale amplitude, comme l'indiquait la présence de trois moraines latérales échelonnées à intervalles réguliers.

L'année suivante, le « glacier mort » avait complètement fondu, en même temps le glacier vivant avait reculé de 50 m. (Voir fig. XXIX et XXX). —

2° *Tronador* (41° de Lat. S.). Un glacier en régression [3])

3° *Glacier du Cerro S. Lorenzo* (47°30′ de Lat. S.). En recul en 1902 [4]).

---

[1]) A. F. Bandelier, *The Basin of Lake Titieaca*, in *The Scottish Geogr. Mag.* Edimbourg, XXI, 11, nov. 1905, p. 586, et, in *Bull. of the American Geogr. Soc.* New-York, XXXVII, 8, août 1905, p. 454.

[2]) Rudolf Hauthal, *Gletscherbilder aus der argentinischen Cordillere*, in *Zeit. d. Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins*, XXXV, 1904, Innsbruck, p. 53.

[3]) *Ibid.*, p. 55.

[4]) *Ibid.*, p. *ibid.*

4° *Glacier Bismarck* [1]. (Lac Argentino) (50°55′ de Lat. S.). Du 25 février 1899 au 4 mars 1900 crue de 23m,5. C'est le seul exemple de progression qui ait été relevé dans les Andes argentines.

5° *Glacier Richter*. En 1899 recul rapide [2].

6° *Glacier oriental du Mont Balmaceda*. (Fjord Ultima Speranza) (51°10′ de Lat. S.). De 1897 à 1900 recul, comme le montrent les figures XXVII et XXVIII, reproductions de photographies que le professeur Hauthal a eu l'amabilité de nous communiquer.

7° *Canal du Beagle*. La plupart des glaciers qui débouchent sur les bords de ce canal sont précédés de moraines boisées et entourés de dépôts morainiques situés à une grande hauteur au-dessus du niveau actuel de ces appareils. Cette disposition est particulièrement apparente autour de la baie de la Romanche et sur le grand glacier descendant du Mont Sarmento [3]. Il est donc évident que la glaciation est également dans cette région en régression.

NOUVELLE ZÉLANDE

Un enneigement progressif a été observé en 1906 dans le North Westland, à la suite d'une augmentation des précipitations et d'un abaissement de la température. A la fin de l'été 1906 des ravins de la chaîne alpine du North Westland, ouverts vers 1200 mètres et ordinairement dépouillés en cette saison, se trouvaient remplis de neige et même de glace [4].

---

[1]) R. Hauthal, *Loc. cit.*, p. 33.

[2]) *Ibid.*, p. 47.

[3]) H. L. Crosthwait, *A. Journey to Lake San Martin, Patagonia*, in *The Geogr. Journ.*, XXV, 3, mai 1905, p. 286.

[4]) Department of Mines. New Zealand Geological Survey. Bull. n° 1 (New Series). *The Geology of the Hokidita Sheet.*

1° *Glacier François-Joseph.* Cet appareil, en retraite en 1898, a fait depuis une faible crue [1]).

2° *Glacier Tasman* [2]). Entre 1890 et 1906 il a éprouvé une petite crue ; dans ces dernières années il a démoli en partie une moraine latérale qui était couverte de végétation, par suite assez ancienne.

3° *Glacier Mueller* [3]). Stationnaire, également avec légère progression entre 1889 et 1906.

4° *Glacier Hooker* [4]). Stationnaire.

En résumé, depuis une quinzaine d'années au moins les glaciers de la Nouvelle Zélande ne paraissent pas affectés par la grande décrue qui se manifeste dans les autres régions glacées du monde. En tout cas, à notre connaissance, les relations assez nombreuses parues dans ces dernières années sur les glaciers de ce pays ne mentionnent pas une régression considérable survenue durant la seconde moitié du XIXe siècle.

RÉGIONS POLAIRES

Terre François-Joseph.

En 1899-1900 S. A. R. Le Duc des Abruzzes a rencontré une corne de renne au cap Saülen, sur l'île du Prince Rodolphe, la plus septentrionale des terres de cet archipel [5]). Pareille trouvaille avait été faite par Leigh Smith et par Frederik Jackson, au cap Flora, à l'extrémité méridionale de ce complexe de terres.

---

[1]) James Mackintosh Bell, *The Heart of the Southern Alps, New Zealand,* in *The Geogr. Journ.*, XXX, 2, août 1907, p. 196.

[2]) James Mackintosh Bell, *Loc. cit.*, p. 186, et, *Report of the New Zealand Department for Lands and Survey, 1905-1906.*

[3]) James Mackintosh Bell, *Loc. cit.*, p. 190.

[4]) *Ibid.*, p. *ibid.*

[5]) S. A. R. Le Duc des Abruzzes. *Expédition de l'Etoile Polaire dans la mer arctique 1899—1900.* Traduit et résumé par Henry Prior. Paris, Hachette & C°, 1904, p. 41.

De ces découvertes on a conclu que le renne qui n'existe plus aujourd'hui sur la terre François Joseph y aurait vécu à une époque antérieure et qu'il en aurait été chassé par une extension glaciaire. La glace aurait envahi progressivement les « pâturages » sur lesquels ce cervidé trouvait sa nourriture. Il y a lieu toutefois de faire observer que les ramures ont été récoltées au cap Flora à 10 m. seulement au-dessus du niveau de la mer. Celle recueillie par le Duc des Abruzzes paraît avoir présenté les mêmes conditions de gisement. La terre François Joseph a subi une émersion marquée à une époque relativement récente; l'hypothèse d'un flottage par les glaces flottantes doit donc être envisagée, d'autant que le renne est abondant à la Nouvelle Zemble.

De 1894 à 1897 M. Frederick Jakson signale dans le sud de l'archipel deux cas de recul des glaciers (glacier Peary, à la terre Alexandra, et, glacier du Windy Gully, à l'île Northbrook), et, un de progression à l'île Bell [1]).

Les observations du Duc des Abruzzes à l'île du Prince Rodolphe indiquent une augmentation de la glaciation depuis 1874, date de la découverte de l'archipel par l'expédition austro-hongroise. « Les photographies de la baie Teplitz que nous avons montrées au capitaine Payer, écrit le Duc, lui ont fait croire que l'état glacial a augmenté depuis 1874. Il m'a assuré à plusieurs reprises qu'il a parcouru des plateaux découverts situés entre le cap Germania et le cap Fligely ; actuellement ces plateaux n'existent plus et il n'y a guère à découvert qu'un millier de mètres près du cap Fligely. Si depuis 1874 les conditions glaciales ont été en augmentant dans l'île du Prince Rodolphe, on ne peut cependant révoquer en doute le fait, que pendant notre séjour dans la baie et jusqu'à l'époque de notre départ, l'évaporation et la fonte ont dépassé la précipitation [2]). »

---

[1]) Charles Rabot. *Les variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales.* Part. II, p. 87.

[2]) S. A. R. Le Duc des Abruzzes, *Loc. cit.*

Grönland.

1° *Glacier de Jakobshavn.* Les explorateurs qui ont visité cet émissaire de l'*inlandsis* grönlandais ont tous constaté un recul de son front, par rapport à la position où Rink le vit en 1850. On avait tout d'abord attribué cette régression, qui en 1880 atteignait 8 kilomètres, à une diminution de la glaciation, lorsque le professeur E. von Drygalski expliqua les variations du front de ce glacier par les conditions du velage [1]). Pendant l'hiver, rapportait le savant voyageur allemand, le glacier avançait et se réassimilait les blocs qu'il avait mis précédemment en liberté, puis, lors de la débâcle estivale, il perdait tout ce qu'il avait ainsi gagné et même plus. D'autre part, faisait observer le professeur E. von Drygalski, en raison de la difficulté qu'il y a à discerner la limite entre le front du glacier et l'embâcle de blocs détachés qui le précède, rien n'était moins certain que la position assignée par plusieurs voyageurs, notamment par Rink en 1850 à l'extrémité du glacier. — L'explication du professeur E. von Drygalski semblait d'autant plus plausible qu'aucune diminution de la glaciation n'était alors observée dans la partie supérieure du glacier.

Cette question intéressante a été tranchée en 1902 par le Dr M. C. Engell dans le sens de la déglaciation [2]). Ce naturaliste a constaté, en effet, à cette date que des pointements rocheux, auparavant recouverts par le glacier, apparaissaient dans sa partie supérieure, et qu'un lac de bordure, long de 10 km., situé sur sa rive gauche, s'était en partie vidé à la suite de la diminution du glacier. — De plus M. Engell a relevé des traces évidentes de l'amincissement

---

[1]) *Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891—1893 unter Leitung von Erich von Drygalski.* Berlin, Kühl, 1897, I, p. 129.

[2]) M. C. Engell, *Undersögelser og Opmaalinger ved Jakobshavns Isfjord og i Orpigsait i Sommeren 1902,* in *Meddelelser om Grönland,* XXVIe vol., Copenhague, 1904.

du glacier le long de ses rives. Dans ces conditions il est donc certain que le glacier du Jakobshavn est en retrait depuis 1850, ainsi qu'on l'avait d'abord pensé. De 1850 à 1902 la régression de ce glacier n'est pas inférieur à 13 km. [1]).

L'historique de cet appareil peut être résumé ainsi: par rapport à la position du glacier en 1850, le recul était en 1875, de 3800 m., en septembre 1879 de 6500 m., en août 1880 de 7800 m., en août 1883 de 9300 m., de 12,900 m. en 1902.

Cette régression a été interrompue par des poussées en avant. Ainsi, de septembre 1879 à mars 1880 le glacier de Jakobshavn a progressé d'un kilomètre, et, le 2 août 1888, j'ai vu son front à 2 kilomètres en avant de la position qu'il occupait en 1879 [2]), date à laquelle il s'arrêtait par le travers du Kangerdlukasik, fjord latéral qui a longtemps servi d'étalon pour la mesure des oscillations de longueur de cet appareil [3]).

En 1903 et en 1904 le glacier de Jakobshavn a continué son mouvement de régression [4]).

En juillet 1903 la partie médiane du front se trouvait à 350 m. en avant du point où elle s'arrêtait l'année précédente, tandis que la partie méridionale avait éprouvé un recul de 170 m. Evidemment dans le lobe central s'était produite une poussée, qui avait gardé tout son effet par suite de l'absence de velage pendant une assez longue période. Deux mois plus tard, en septembre, la situation était complètement changée. La région centrale du front

---

[1]) Distance mesurée sur la carte du Dr Engell jointe à son mémoire.

[2]) Commission internationale des Glaciers. Charles Rabot. Les *Variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales*. Part. I, p. 32, Genève, 1897.

[3]) Sur la carte jointe au mémoire du Dr Engell (Pl. II) le front de juillet 1888 est porté beaucoup trop à l'ouest. Le texte (p. 33) met d'ailleurs en garde contre cette indication.

[4]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapport, 1904*, p. 17.

avait non seulement perdu son avance, mais encore rétrogradé de 80 m., en arrière de sa position de 1902.

En juin 1904 de nouveau la partie centrale avait fait une seconde poussée en avant de 120 m., tandis que la partie sud s'était retirée de 30 m. — A la fin d'août la région médiane s'était, comme l'année précédente, de nouveau retirée, et, ce retrait atteignait 435 m.; en même temps la rive méridionale avait rétrogradé de 10 m. —

En résumé, de 1902 à 1904 le glacier de Jakobshavn a perdu plus de 400 m. en longueur. —

La vidange du lac de bordure a commencé pendant l'été 1892. A la place d'une nappe unique qui existait précédemment, il y a maintenant deux bassins par suite de la mise à découvert d'un seuil. Dans la cuvette occidentale la baisse des eaux a été de 36 m., dans celle de l'est de 28 mètres; sur leurs rives, à diverses hauteurs, apparaissent des *Strandlinie* correspondant aux différents niveaux des nappes pendant la période d'écoulement.

2° *Glacier du Sikuijuitsok.* La branche de l'*inlandsis* qui descend dans le Sikuijuitsok (branche nord-est du fjord de Jakobshavn) a reculé de 4600 m. de 1880 à 1902 [1]).

3° Le bord de l'*inlandsis* contre les montagnes riveraines dans l'est de l'extrémité supérieure du fjord Orpiksuit (68°37′ de Lat. N.) paraît s'être retiré depuis une date toute récente [2]).

4° *Glacier de Pakitsok.* (69°25′ de Lat. N.). Émissaire de l'*inlandsis* se terminant sur le sol. Après avoir augmenté de 1850 à 1883, cet appareil était en décrue en 1904 [3]). Une moraine se trouve en avant de son front et un pointe-

---

[1]) M. C. Engell, *Loc. cit.*, p. 69 et Pl. II.

[2]) *Ibid.*, p. 63.

[3]) *Medd. om Grönland,* vol. VIII, p. 15. Cf. Charles Rabot, *Les Variations de longueur des glaciers dans les régions arctiques et boréales,* Part. I, p. 35,.

ment rocheux auparavant, recouvert, est actuellement visible [1]).

5° *Glacier de Torsukatak* (70° de Lat. N.). (Émissaire de l'*inlandsis* se terminant en mer). Très faible décrue, à peine perceptible [2]).

6° *Glacier de Sarkak* (île Disko). Cet appareil, qui en l'espace de quelques mois est susceptible de subir de profonds changements [3]), est resté stationnaire de juillet 1903 à juillet 1904 [4]).

TERRES ANTARCTIQUES

Toutes les expéditions entreprises durant les premières années du XXe siècle dans les régions antarctiques signalent un recul considérable et général de la glaciation polaire australe ; mais seulement pour la terre Victoria on possède une valeur de cette régression. Depuis 1841, date à laquelle James Ross découvrit la « Grande Barrière », cet énorme appareil a rétrogradé de 50 km. vers le sud [5]).

L'expédition antarctique suédoise a apporté une précieuse contribution à la connaissance des variations glaciaires à la Géorgie du Sud. En 1882, d'après les observations de l'expédition allemande qui hiverna à cette époque sur cette terre, le glacier Ross, situé dans la Royal Bay (côte ouest de l'île), était en recul ; d'août 1882 à août 1883, il se retira de 800 à 900 m. — Or, le 29 avril 1902, le front de cette nappe de glace se trouvait un peu en avant de la

---

[1]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.*, *1904*, p. 18.

[2]) *Ibid.*

[3]) Charles Rabot. *Loc. cit.*, p. 54.

[4]) Comm. intern. des Glaciers. *Xe Rapp.*, *1904*, p. 18.

[5]) Capitaine Scott, *Le voyage de la « Discovery »*, I, p. 122, et, II, p. 266.

position qu'il occupait en août 1882 [1]). D'autre part, sur plusieurs points la Nouvelle Géorgie présente les traces d'une glaciation beaucoup plus intense à une époque récente. Dans la baie Cumberland, par exemple, les glaciers Geikie et Lyell sont précédés d'une digue morainique qui isole du reste du fjord une nappe devant chacun de ces appareils [2]).

Ainsi, dans l'Antarctique comme dans le reste du monde, la glaciation a éprouvé une régression considérable, pendant la seconde moitié du XIXe siècle. Egalement dans cette région existent des indices d'une variation secondaire positive au cours de cette variation négative.

---

[1]) Otto Nordenskjöld, J. Gunnar Andersson, C. A. Larsen och C. Skottsberg, *Antarctic*. Två år bland Sydpolens isar. Stockholm, 1904, vol. II, p. 68. Cfr. la carte du glacier Ross levée par le capitaine Duse indiquant les différentes positions de son front. (*Loc. cit.*, p. 69.)

[2]) Cfr. Croquis de la baie Cumberland par S. Duse. in *Antarctic*, II, p. 72.