

Enseignements tirés de la « Tournée glaciologique » 1949

Lessons drawn from glaciological Tours

PAR M. MESSINES DU SOURBIER

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES EAUX ET FORÊTS
PRÉSIDENT DE LA SOUS-SECTION « GLACIOLOGIE » DE LA SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE

English synopsis p. 192

I. — LA MER DE GLACE

Renseignements généraux.

La Mer de Glace représente le plus vaste appareil glaciaire des Alpes françaises; elle est constituée par un ensemble de glaciers.

Géant, Envers, de Blaitière, Périodes, Tacul, Tré la Porte, Leschaux, Talèfre, Mer de Glace proprement dite, etc...

au total : 19 grands ou petits glaciers, d'une superficie totale de 4.800 ha (48 km²).

Un seul émissaire en écoule la fusion : l'Arveyron, dont le bassin représente 8.000 ha et dont le débit, selon MOUGIN, serait de 1,4 m³/sec à l'étiage et 40 m³/sec en grandes eaux. Pendant l'été, le débit moyen semble être de 2,5 m³/sec en année normale; le double, soit 5 m³/sec, en année sèche.

Historique.

La Mer de Glace est, en France, le glacier le plus anciennement étudié : elle a fait, notamment, l'objet d'études publiées dans les *Annales* de l'Observatoire du Mont Blanc et des Etudes Glaciologiques (Service des Grandes Forces hydrauliques) du Ministère de l'Agriculture (tomes II à VII).

La notice établie par M. l'Inspecteur BOUVÉROT pour la « Tournée Glaciologique 1949 » résume toutes ces données; nous lui empruntons le passage ci-après :

« La mappe sarde de la Commune de Chamonix, levée en 1730, un croquis donné par MARTEL

en 1740, enfin une carte de la partie des Alpes qui voisine le Mont Blanc, « dressée par de SAUSSURE en 1785, sont les premiers documents situant approximativement la langue « terminale du « glacier des Bois ».

« Mais il faut arriver au savant anglais FORBES pour trouver, en 1842, une étude topographique sérieuse de la Mer de Glace.

« Joseph et Henri VALLOT dressèrent dès le début de ce siècle une carte particulièrement précise et exacte du massif du Mont Blanc.

« Les oscillations de la Mer de Glace furent d'abord étudiées par le naturaliste chamoniard Venance PAYOT qui planta en 1846 ses premiers jalons devant la langue terminale. Il repéra à cette date un bloc portant la date de 1825 et indiquant la limite qui aurait été atteinte à cette époque par le glacier.

« Le Prince Roland BONAPARTE reprit ces études en 1890 et plaça des repères à proximité de la partie inférieure du glacier.

« De 1891 à 1899, J. VALLOT fit des observations particulièrement précises et établit les profils des Echelets, du Montenvers, du Mauvais Pas et du Chapeau.

« Enfin l'Administration des Eaux et Forêts, qui s'était occupée d'études glaciaires depuis 1898 (glacier de Tête Rousse), reprit les observations de la Mer de Glace en 1911. Elle les poursuit encore actuellement.

« Pour les périodes pendant lesquelles des études précises n'ont pas été faites, les archives communales et départementales, les publications

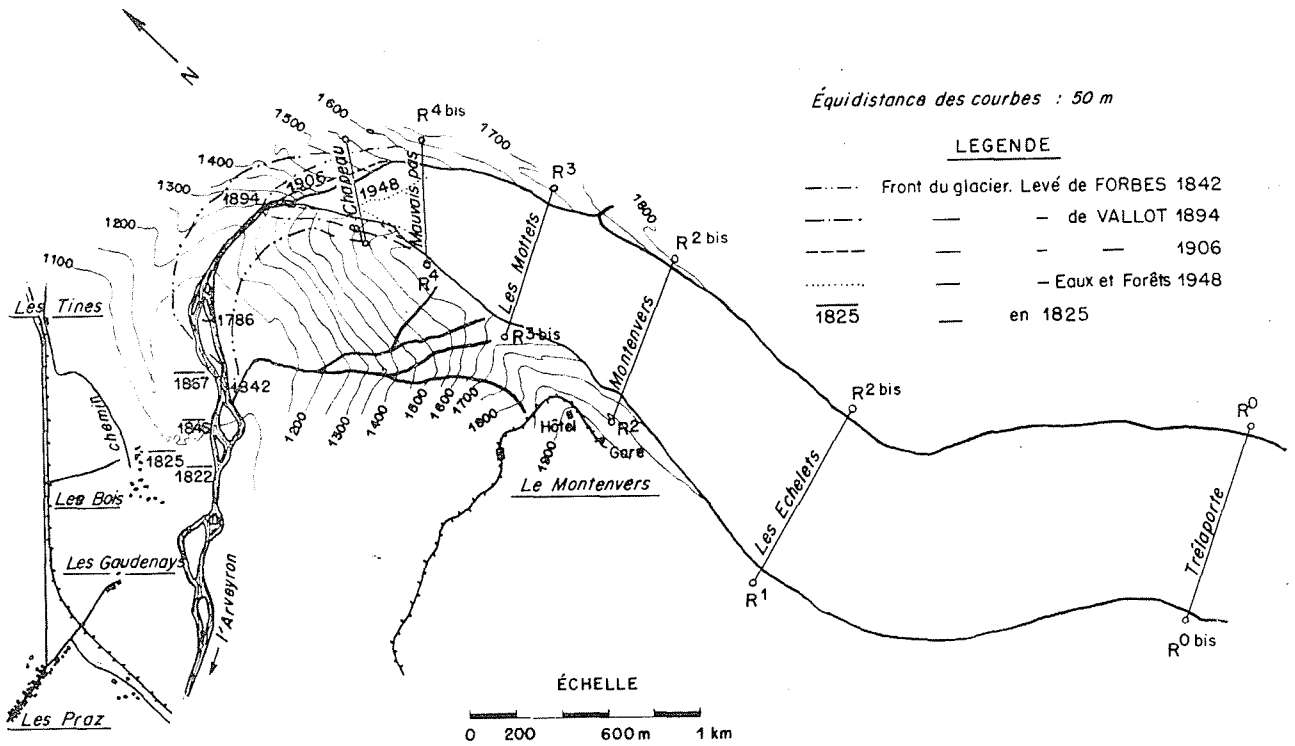


FIG. 1.

des sociétés savantes, des cartes, croquis, des-
sins de tous genres, des descriptions de voya-
geurs, des pièces administratives, complètent
cette documentation.

« Grâce à elle, l'histoire de la Mer de Glace
depuis trois siècles a pu être reconstituée. »

Les résultats essentiels.

1° CONNAISSANCE DES VARIATIONS DE LONGUEUR
DE LA LANGUE TERMINALE, DE SON AVANCÉE ET DE
SON RETRAIT (fig. 1). — On a enregistré depuis
l'origine des observations des oscillations succes-
sives, mais en fait, depuis trois siècles, au moins,
un recul continu :

Recul	de 1605 - 1610
Progression, bien repérée no- tamment	de 1644 à 1800
Recul	1842 - 1885
Progression	1894
Recul	1906 - 1914
Progression	1917 - 1920 - 1926
Recul	depuis 1934

En 1744, le front était à 1.752 mètres de la
ligne du Chapeau et, en 1948, il n'en était plus
qu'à 62 mètres, soit 1,700 km de recul en deux
siècles.

2° CONNAISSANCE DES VARIATIONS DE NIVEAU
(fig. 2). — Ces variations qui, avec la connais-

sance des mouvements de la langue terminale,
permettent de diagnostiquer la crue ou la dé-

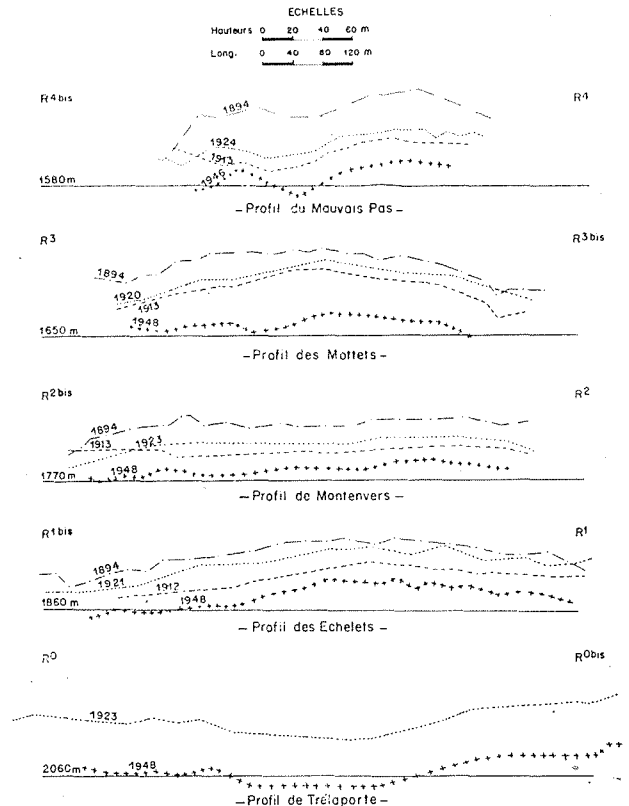


FIG. 2.

crue du glacier, ont été observées sur les profils célèbres

du Chapeau, du Mauvais Pas, des Mottets, de Montenvers, des Echelets,	} établis par J. VALLOT et étudiés par lui de 1891 à 1899 et ensuite par les Eaux et Forêts;
de Tré la Porte,	
	} établi et étudié par les Eaux et Forêts depuis 1923.

La dépression du glacier sur sa langue terminale et dans le canal collecteur est générale sur tous les profils et à peu près continue, depuis plus de 50 ans qu'elle est étudiée sur les 5 profils inférieurs, et depuis 25 ans sur le profil supérieur (Tré la Porte) :

Langue terminale.....	54 m en 52 ans
(<i>le Mauvais Pas</i>)	
Collecteur (section aval).....	39 m en 54 ans
(<i>Montenvers</i>)	
(de 1938 à 1948, en 10 ans, 15 m)	
Collecteur (section amont)....	24 m en 25 ans
(<i>Tré la Porte</i>)	

En résumé, la baisse est de 1 mètre par an en moyenne, sur les profils extrêmes, plus irrégulière, mais finalement du même ordre de grandeur, au Montenvers.

Autres résultats.

3° CONNAISSANCE DES VARIATIONS DE LARGEUR (fig. 2). — La diminution en 50 ans a été de près de 100 mètres au profil des Echelets, et seulement de 32 mètres au Montenvers (plus encaissé).

On possède ainsi de nombreuses données topographiques qui ont permis, par exemple, de calculer que la langue terminale du glacier des Bois avait diminué de 57 hectares en 54 ans (de 1894 à 1948).

4° CONNAISSANCE DE LA VITESSE SUPERFICIELLE DU GLACIER. — La mesure du déplacement des pierres peintes a donné les résultats suivants :

Années	Echelets	Montenvers	Mauvais Pas
	(m)	(m)	(m)
1892-1893	143,4	161	129,6
1897-1898	122,3	101,1	116,1
1937-1938	103,8	100,9	56,8

Les divers points d'un profil transversal marchent presque parallèlement sur une large région du milieu du glacier.

Critique de ces résultats.

A l'aide de ces éléments, et avec l'emploi de

formules plus ou moins empiriques, divers auteurs, dont MOUGIN et BERNARD, ont tenté d'estimer l'épaisseur du glacier et de restituer des profils sous-glaciaires. Les résultats de leurs calculs figurent dans les *Etudes Glaciologiques*. Aucune vérification jusqu'à présent n'a été possible.

La formule utilisée ne tient probablement pas suffisamment compte de certains facteurs tels que le *frottement* selon la nature du substratum (coefficient de rugosité), ou l'effort de *compression* de la glace.

Il est nécessaire, avant d'utiliser telle ou telle formule et de dresser des diagrammes, de procéder à des contrôles de l'épaisseur du glacier par des sondages — sondages par ondes sonores — et mieux encore sondages électro-thermiques.

C'est en se basant sur le résultat de divers sondages par ondes sonores que KÖEHLIN a pu établir une relation entre la largeur et l'épaisseur du glacier, en fonction de la pente longitudinale, en faisant intervenir un coefficient de rugosité, variable selon les appareils glaciaires, et en tenant compte de l'effort de compression de la glace.

Cette mise en équation n'est d'ailleurs valable que pour le « collecteur » du glacier — et ne s'applique pas au bassin d'alimentation, ni à la langue terminale où les mouvements sont plus complexes.

Quoi qu'il en soit, les sondages sonores ou thermiques et la mesure des vitesses en profondeur permettraient seuls de trouver les lois qui régissent la répartition des vitesses et la forme du lit des glaciers.

Autrement dit, pour expérimenter des formules, quelles qu'elles soient, il faudra encore des observations directes sur le terrain.

C'est précisément pourquoi les sondages électro-thermiques, entrepris en 1949 sur la Mer de Glace par l'E.D.F., présentent un très grand intérêt scientifique.

Ils ont été entrepris, comme chacun sait, dans un but industriel et économique, puisqu'il s'agissait, avant tout, de trouver une certaine cote sous-glaciaire, mais les recherches entreprises et qui se poursuivent avec succès peuvent également faire progresser considérablement nos connaissances en matière de glaciologie.

Demande a été faite à l'E.D.F. par les Eaux et Forêts et acceptée, de procéder à des sondages sur les lignes de profils : Montenvers, les Echelets, etc...

Les résultats ne nous ont pas encore été communiqués, mais ils doivent permettre de restituer les profils sous-glaciaires, et conféreront ainsi aux observations déjà si méritantes effectuées sur les profils de la Mer de Glace depuis 50 ans, une valeur encore beaucoup plus estimable.

On connaîtra ainsi le volume des glaces et les variations du volume au cours des années.

Il restera ensuite à trouver *le moyen pratique de procéder à des mesures de vitesse en profondeur* et d'établir des relations entre ces vitesses en profondeur et les vitesses superficielles. Celles-ci ayant été calculées depuis plus de 40 ans sur les divers profils de la Mer de Glace, on aurait ainsi tous les éléments permettant d'établir le mouvement du glacier au cours de la première moitié du xx^e siècle.

Malgré les nombreuses inconnues du problème, on pourrait calculer l'importance de l'alimentation et de la fusion d'après les variations de volume, et en tenant compte des conditions climatiques locales et de leurs variations annuelles.

A cet égard, on doit noter l'insuffisance, sinon même l'absence très regrettable, d'observations régulières de débit de l'émissaire, c'est-à-dire le torrent l'*Arveyron*.

Nécessité d'établir une station de jaugeage et de procéder à des mesures régulières de débit.

De nombreuses difficultés se présentent pour établir une relation entre les débits de l'*Arveyron* et les phénomènes affectant la seule Mer de Glace — ses crues et décrues — l'importance de la fusion de la glace — le fait que de petits glaciers indépendants : par exemple les glaciers du Dru, du Nant Blanc, de la Charpoua, de la Tendia, etc., mêlent leurs eaux de fonte à celle du glacier principal — et que, d'autre part, le bassin hydrographique n'est pas entièrement glacé (il s'en faut même de beaucoup : les 5/8 seulement du bassin sont en glace).

L'intérêt, d'ordre industriel (équipement hydroélectrique), subsiste toujours néanmoins.

A ce propos, voici une observation incidente, qui peut intéresser les ingénieurs d'E.D.F.

En Suisse, on recense 2.040 km² de glaciers, dont la fusion estivale, pendant 6 mois d'été, donne 100 m³/sec.

En France, voici des chiffres :

Glaciers de Savoie.....	37.000 ha
Glaciers de Dauphiné-Provence....	16.000 ha

TOTAL..... 53.000 ha

[Levés de 1865 (Cartes d'Etat-Major). — Très approchés.]

En comptant seulement sur 500 km², on peut, par comparaison avec les glaciers suisses, estimer que le débit d'été est de 25 m³/sec.

Quant au Système Mer de Glace, il représente à lui seul, avec ces 48 km², presque 10 % de ce total, et un débit moyen soutenu de 2,5 m³/sec. pendant les 6 mois de la saison estivale.

En année très sèche et de fusion intense, les Suisses ont estimé, à la suite d'observations sur le glacier d'Aletsch, que le débit glaciaire était de l'ordre de 100 l./sec. par km², soit pour 500 km² en France : 50 m³/sec., c'est-à-dire un débit double de celui indiqué ci-dessus. Pour la Mer de Glace cela ferait, en année très sèche, comme 1949, un débit soutenu, purement glaciaire, de 5m³/sec. auquel s'ajouterait le débit des eaux d'infiltration ou de ruissellement à la suite des pluies (débit faible d'ailleurs).

Voilà diverses hypothèses à vérifier à l'aide d'une station de jaugeage et en prenant soin d'éliminer les débits qui ne sont pas purement glaciaires.

Un dernier enseignement enfin : *il paraît nécessaire de procéder à des observations météorologiques régulières, plus nombreuses, plus variées, et de préférence dans des stations habitées de haute altitude* : le Montenvers et les refuges de montagne. Ces observations devraient comprendre des mesures hygrométriques et actinométriques, des mesures de températures, et de hauteurs de pluies et neiges, etc.

II. — LE GLACIER DE SARENNES

Les enseignements découlant des observations faites au glacier de Sarnnes doivent faire cet après-midi l'objet d'un exposé de M. CHERREY, Conservateur des Eaux et Forêts à Lyon, qui est lui-même l'auteur de ces observations (ce travail est publié aux pages 227 et suivantes du présent numéro).

Je ne ferai donc ici que résumer brièvement certaines considérations auxquelles on est amené en faisant la comparaison entre les deux glaciers qui furent en 1949 l'objet de la sollicitude de notre Société.

La *Mer de Glace*, nous l'avons vu, est le type classique du grand glacier alpin avec ses trois parties :

1° *La zone d'accumulation*, toujours recouverte de neige;

2° *La zone médiane ou collecteur*, qui affecte la forme d'un ruban régulier et qui se trouve « en régime stationnaire ». La pente et la largeur sont régulières, l'ablation est très faible; dans la partie supérieure de ce collecteur, l'ablation peut même être nulle.

Selon les glaciers, le collecteur est long ou court. Il peut même être inexistant, et c'est le cas dans les glaciers de cirque;

3° *La langue du glacier ou le distributeur* dans laquelle l'ablation est de plus en plus considérable.

Le Glacier de Sarennes, lui, est un glacier de cirque. Il n'y a pas de collecteur — on se demande même s'il y a actuellement encore une zone d'accumulation. En tout cas, certaines années, il n'y en a pas. Tous les participants de la tournée ont pu constater que, sauf aux points tout à fait les plus hauts du glacier, ils marchaient sur la glace vive le 29 juillet.

Cela tient sans doute aux conditions exceptionnelles de sécheresse et d'insolation (je ne dirai pas de température) de l'été 1949, malgré un début de printemps neigeux.

Cela tient aussi à l'exposition méridionale — et à la latitude.

Mais, de toutes manières, il n'y a aucune commune mesure entre deux appareils glaciaires aussi dissemblables que la Mer de Glace et Sarennes.

Sarennes est un glacier moribond, un résidu de glace, qui s'apparente plutôt aux glaciers pyrénéens (le glacier du Vignemale mis à part).

A Sarennes, fin juillet, il était difficile, sinon impossible, de déterminer la *limite des neiges*, autrement dit la limite aval des névés (la Firngrenze).

Cette ligne idéale sépare, à la surface du glacier, la région supérieure où l'enneigement l'emporte sur l'ablation, de la région inférieure, où l'inverse se réalise.

C'est aussi la limite du retrait estival de la couverture de neige des glaciers. Elle varie, en un même endroit, avec les conditions climatologiques de l'année.

Je pense qu'à fin septembre 1949, si aucune chute précoce d'hiver n'avait encore eu lieu dans les Grandes Rousses, cette limite des neiges éternelles était dans ce massif, pour cette année-ci, nettement au-dessus de 3.000 mètres.

A la Mer de Glace, cette limite reste inférieure à 3.000 mètres à cause de la latitude et des conditions climatiques locales plus rudes, tenant à l'exposition, à l'abondance des chutes de neige, aux conditions du relief montagneux.

Elle peut d'ailleurs se déterminer avec une certaine approximation par l'allure des courbes de niveau.

Celles-ci, théoriquement, sont :

- concaves dans la zone d'alimentation;
- droites à la limite des neiges;
- convexes en dessous.

Rien de tel à Sarennes, où le glacier a, dans son ensemble, la forme d'une dépression circulaire — celle d'une assiette creuse en rend assez bien l'image.

De telles conditions sont évidemment très favorables à l'étude des phénomènes d'ablation.

La fusion des glaces peut ici être déterminée avec beaucoup d'exactitude puisque c'est le seul phénomène qui existe pendant les mois d'été et que n'intervient aucun élément perturbateur : en effet, le bassin hydrographique correspond presque entièrement au bassin glacié, et il n'y a pas d'apport d'eaux étrangères.

Les observations entreprises en 1949 par le Service Forestier ne sont néanmoins qu'un début, et si on veut procéder à une étude détaillée de ce glacier, il faudra l'équiper complètement.

C'est dans ce but que la caravane, et en particulier les ingénieurs des Eaux et Forêts et d'Electricité de France, ont étudié cet été la mise en service d'une station de jaugeage et l'installation d'un nivo-pluviomètre totalisateur MOUGIN.

- Les relevés topographiques du front et des profils en travers, des sondages thermiques;
 - des mesures de vitesse superficielle et de vitesse en profondeur (déplacement de pierres — implantation et déplacement de jalons);
 - des mesures d'épaisseur et de densité de la neige à diverses époques de la saison estivale, à l'aide de sondes et de jalons;
 - des observations nivo-pluviométriques, actinométriques, thermométriques;
- devront être effectués simultanément, et les résultats seront comparés avec ceux obtenus par des méthodes semblables à la Mer de Glace — dans d'autres conditions de climat, de sol et d'exposition.

★

En guise de conclusion, il résulte de ce bref exposé que les observations glaciologiques en France méritent d'être poussées activement, sous leurs divers aspects, et coordonnées entre les chercheurs : l'Enseignement, l'Electricité de France, les Eaux et Forêts, etc.

Même dans le Massif du Mont Blanc, où ces études avaient été très poussées anciennement, il reste beaucoup à faire.

Ces études avaient bien débuté en France avec des savants comme VALLOT, MOUGIN, BERNARD, RABOT...

Nous sommes heureux de constater le regain d'intérêt pris par ces questions, au sein de la Société Hydrotechnique de France, et de souligner en particulier la réelle valeur des observations faites en 1949 par M. CHERREY sur le glacier de Sarennes.