

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 15 (1918-1920)
Heft: 1

Artikel: Ile partie, Géophysique
Autor: [s.n.]
Kapitel: Lacs
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-247567>

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: 18.04.2026

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

chure de la Birse, de sorte que l'inclinaison du profil longitudinal à Bâle tend à augmenter. Quant aux charriages des alluvions, il est important et varie, comme de juste, considérablement avec le débit du fleuve.

Après un court chapitre consacré à la nappe phréatique de la vallée du Rhin, M. Ghezzi résume ses observations. Il constate que l'abaissement du niveau du Rhin est dû à une érosion du lit et il rattache celle-ci aux travaux de correction entrepris sur le cours du fleuve en Allemagne depuis 1817 jusqu'à 1870. Du reste, les changements intervenus dans le profil du fleuve à Bâle ne sont que de faible importance. D'autre part, il montre que les nombreux travaux entrepris en amont de Bâle soit sur le cours du Rhin, soit sur celui de l'un ou l'autre des affluents, soit sur les lacs du bassin rhénan n'ont pas apporté de modifications importantes et durables dans les conditions générales de l'écoulement du fleuve.

Lacs.

A la suite d'une longue série d'observations, commencée déjà en 1908, M. O. LÜTSCHG (24) a publié une étude monographique du **Lac de Märjelen**, de son alimentation, de son barrage par le glacier d'Aletsch, de ses variations de débit et de ses émissions.

Après avoir rappelé brièvement les divers types de lacs glaciaires qu'on rencontre dans les Alpes, l'auteur donne une description géographique et géologique détaillée du lac de Märjelen, situé dans la vallée du même nom, entre le massif des Fiescherhörner et l'Eggishorn et barré par le glacier d'Aletsch. Ce lac, le plus beau et le plus considérable des lacs de barrage glaciaire des Alpes suisses, a une forme triangulaire avec une longueur de 1600 m. et une largeur de 500 m. aux hautes eaux. Le glacier qui le barre le domine d'une paroi haute de 60 à 80 m. suivant les moments. Son bassin a été modelé par un bras du glacier d'Aletsch, qui, par la vallée de Märjelen, rejoignait le glacier de Fiesch. Son écoulement se faisait autrefois exclusivement par les crevasses du glacier, sauf aux hautes eaux, alors que le lac débordait vers l'E. dans le bassin du Fieschbach. Actuellement l'écoulement a été réglé par le forage d'une galerie et le niveau des hautes eaux considérablement abaissé, mais ces travaux n'ont pas supprimé le trait caractéristique de l'émission, qui consiste en ceci que périodiquement, par suite d'une ouverture plus large des conduits à travers la glace, le lac se vide brusque-

ment, de façon plus ou moins complète, déterminant des crues subites de la Massa et du Rhône souvent très dangereuses.

M. Lüschtg a étudié en détail la corrosion de la glace par l'eau au contact du lac et du glacier. L'eau agit d'abord par sa température, déterminant un recul par fusion du pied de la paroi de glace et, par suite, des éboulements fréquents de la partie supérieure. Les vagues déterminées par la chute des blocs de glace peuvent en outre contribuer à détacher soit les parties surplombantes, soit les aspérités saillantes de la surface corrodée. Les crevasses par lesquelles l'eau du lac pénètre dans le glacier sont surtout nombreuses vers la partie moyenne de la paroi de glace; elles subissent du fait de la circulation de l'eau une corrosion, qui dépend de l'intensité de cette circulation; elles subissent d'autre part de constantes modifications du fait du mouvement du glacier. Lorsque le niveau du lac monte, l'écoulement principal de l'eau se fait entre le pied de l'Eggishorn et le glacier suivant une crevasse marginale.

Pour apprécier exactement les variations de niveau du lac de Märjelen, M. Lüschtg a été amené à faire le lever géodésique de tout le territoire ambiant et à pousser le plus loin possible dans le détail la morphométrie du bassin lacustre. Celle-ci a été déterminée soit d'après les observations ordonnées en 1878 par le gouvernement du Valais à la suite d'une débâcle qui vida le lac, soit d'après des observations personnelles faites en 1913 après une débâcle semblable.

Lors des crues les plus fortes le lac a atteint une longueur de 1640 m., une largeur maximale de 460 m., une profondeur maximale de 78,55 m., une profondeur moyenne de 23,3 m. L'ancien bassin du lac était divisé en deux parties d'inégale grandeur séparées par un seuil rocheux; la partie supérieure, plus petite, est devenue un lac indépendant, l'Obersee, tandis que la partie inférieure forme le Hintersee, qui s'appuie directement au glacier et comprend les plus grandes profondeurs. Si le niveau du Hintersee s'abaisse encore, les eaux découvrent entre les deux lacs un territoire morainique, que traverse le ruisseau descendant de l'Obersee, jalonné de petits étangs.

Les variations de niveau du lac ont été observées seulement d'une façon intermittente, les observations les plus nombreuses ayant été faites en 1913. Pour le Vordersee ces variations se réduisent à fort peu de chose avec un maximum en juin de 2352,52 m. et un minimum en février de 2352,33

mètres. Pour le Hintersee au contraire, les variations sont extrêmes, puisque le lac peut se vider complètement, en ne laissant qu'un petit étang barré par une moraine, ou s'élever au contraire jusqu'au niveau de 2346 m., correspondant à une profondeur maximale de 52 m. Avant les travaux de correction, en 1878, le niveau s'est même élevé jusqu'à 2366,55 m. Normalement, le niveau monte d'abord lentement, puis plus rapidement, de décembre à juin ou juillet, puis il baisse de nouveau, mais cette variation régulière peut être complètement modifiée par les débâcles sous-glaciaires qui se produisent en été.

Aux variations de niveau saisonnières s'ajoutent des variations diverses surtout sensibles pendant les journées chaudes de l'été avec un maximum dans la 2^e moitié de l'après-midi, et un minimum le matin. En outre des variations irrégulières sont déterminées soit par la chute dans l'eau de gros blocs de glace, soit par de fortes chutes de pluie.

M. Lütshg a cherché à préciser les conditions du mouvement du bord du glacier qui touche au lac de Märjelen. Une série d'observations, faites en août 1912, lui ont donné comme valeur de la progression journalière 0,357 m., valeur qui paraît très forte pour une vitesse marginale, mais qui s'explique par la forme convexe du flanc du glacier en cet endroit. L'auteur a réuni aussi quelques données sur les variations d'épaisseur du glacier à proximité du lac, qui influent directement sur le niveau de celui-ci, et sur les déplacements qu'a subis la paroi de glace barrant le lac, mais ces données sont forcément très incomplètes.

En août 1913, alors que les lacs de Märjelen étaient réduits à un minimum, M. Lütshg a étudié le quotient d'évaporation soit sur la surface de l'Obersee, soit sur celle du petit étang morainique, qui représentait le seul reste du Hintersee. Il a obtenu pour l'évaporation diurne une valeur de 3,60 mm. sur l'Obersee, de 2,06 pour le Hintersee; de ces valeurs les $\frac{2}{3}$ représentent l'évaporation pendant le jour, $\frac{1}{3}$ l'évaporation pendant la nuit. La différence dans la valeur de l'évaporation sur les deux lacs s'explique facilement par la différence de température de l'eau, qui atteignait 4°.

Dans un chapitre spécial M. Lütshg traite la question de l'élévation lente du niveau, qui se produit dans la règle au lac de Märjelen inférieur entre décembre et avril. Il attribue ce fait en première ligne à une suppression presque complète de la corrosion de la glace par l'eau du glacier, qui fait que d'une part les conduits à travers la glace se referment, que

d'autre part le recul de la paroi ne se produit à peu près plus. Cette dernière circonstance est encore accentuée par l'élévation du profil du glacier qui se présente en hiver, en sorte que tout naturellement la glace avance dans le bassin lacustre. En second lieu M. Lüschtg fait remarquer que l'alimentation du Hintersee se fait en hiver surtout par des eaux circulant souterrainement dans les éboulis. Enfin il a constaté une élévation du niveau de l'eau due simplement à ce fait que le radeau flottant qui couvrait le lac, ayant été chargé de neige, a exercé sur l'eau une pression de plus en plus forte et a fait ainsi monter le niveau autour de lui.

M. Lüschtg a cherché à établir les quantités d'eau qui se concentrent dans le bassin de Märjelen, mais considère les valeurs obtenues comme tout à fait provisoires. Il discute le caractère chimique des eaux des lacs, qui réside dans une très faible teneur en éléments dissous, caractère qui est déterminé par le mode d'alimentation et la nature lithologique des deux bassins. A propos des variations de température, il fait ressortir le contraste frappant qui se manifeste entre le Hintersee et le Vordersee. Dans le Hintersee, grâce à l'influence de la muraille de glace qui le borde et des glaçons flottants, la température de l'eau reste le plus souvent égale à 0° ou très voisine de ce chiffre; elle ne s'élève qu'exceptionnellement, pendant les périodes les plus chaudes-au-dessus de 2° et ne paraît pas dépasser jamais 3°. Dans le Vordersee les variations sont limitées entre 0° et 12°. Quant à la répartition de la température avec la profondeur les deux lacs diffèrent aussi notablement. Dans le Vordersee on peut nettement constater un abaissement progressif de la température de l'eau avec la profondeur en été, au contraire une élévation pendant l'hiver. Dans le Hintersee l'eau étant constamment mise en mouvement par diverses causes, en particulier par la chute des glaçons, la température varie peu avec la profondeur.

En relation avec l'étude des variations de température de l'eau, M. Lüschtg a entrepris celle des conditions de la congélation des deux lacs de Märjelen; il a fait ressortir les influences très importantes qu'exercent ici les chutes de neige, les variations de niveau de l'eau hivernales (ascension pour le Hintersee, affaissement pour le Vordersee), les mouvements de l'eau provoqués dans le Hintersee soit par la poussée du glacier, soit par la chute de glaçons, etc...; il a d'autre part prêté une attention particulière au fait que sur les deux lacs on peut trouver plusieurs couches de glace séparées par

des couches d'eau et de neige et l'explique d'une part par une montée de l'eau du lac au-dessus de la glace par des fissures de celle-ci, d'autre part par des chutes de pluie et de neige alternatives, ou par la fonte partielle de la neige récemment tombée. A la suite des observations faites dans ce domaine sur les lacs de Märjelen l'auteur en cite un grand nombre d'autres faites sur les autres lacs alpins des grandes altitudes par tous ceux qu'a préoccupés cette question. Il montre ainsi que les conditions de congélation des lacs alpins dépend non seulement de l'altitude, mais de la durée de l'insolation, de l'action très variée des vents, de l'influence des affluents, de l'étendue et la profondeur de la nappe d'eau, de la quantité des chutes de neige, etc... Il remarque en terminant que la couche de glace ne peut pas s'épaissir au delà d'une certaine valeur, car plus la glace s'épaissit plus la protection qu'elle exerce contre le refroidissement de l'eau sous-jacente devient efficace.

Dans le chapitre suivant M. Lütschg examine la couleur et la transparence des eaux de Märjelen, mais les observations peu nombreuses faites sur ce sujet ne permettent guère que de constater la grande variabilité de ce caractère. Puis l'auteur consacre plusieurs chapitres à l'étude de l'écoulement sous-glaciaire du lac et aux débâcles qui, périodiquement, ont déterminé une vidange à peu près complète du bassin. Il a réuni tous les renseignements qu'il a pu trouver sur les débâcles successives survenues de 1841 à 1913; il a cherché à préciser pour différentes débâcles la rapidité de l'écoulement et les dimensions des conduits nécessaires à cet écoulement et est arrivé à montrer que, non seulement d'une débâcle à l'autre, mais même entre les phases successives d'une même débâcle, les conditions de l'écoulement varient dans des proportions considérables, ce qui s'explique facilement par l'érosion effectuée par l'eau d'une part, et d'autre part par les effondrements survenant dans les parois de glace et par l'obstruction des conduits par les glaçons.

M. Lütschg a suivi pour les débâcles du 9-10 juillet 1892, du 23-24 septembre 1895, du 8-10 septembre 1900, d'août-septembre 1901 et du 15-16 août 1905, le passage des crues accidentelles aux stations de Brigue, de Sion et de la Porte du Scex; il s'est servi également d'observations faites sur la Massa à Gebidem, à Bitsch et à Granges; il a réuni ainsi d'intéressantes données sur la marche des crues soit sous le glacier, soit en cours d'eau libre dans la Massa et dans le Rhône.

Quant aux causes des débâcles, M. Lüschtg en distingue trois : la première est un débordement du lac par-dessus le glacier aux hautes eaux ; elle se produit d'autant plus rarement que le niveau du glacier s'abaisse davantage et n'est, pour ainsi dire, plus intervenue depuis l'ouverture de la galerie de sûreté ; la deuxième cause est l'ouverture de crevasses déterminée par le mouvement du glacier ; la troisième est la corrosion de la glace par l'eau du lac et l'élargissement des ouvertures qui en résulte. De ces causes, les deux dernières se font sentir surtout en été, ce qui fait que les débâcles se sont produites surtout pendant la seconde moitié de la saison chaude. D'autre part, l'écoulement sous-glaciaire a été à diverses reprises influencé d'une façon très nette par l'existence d'échines rocheuses amorcées au pied de l'Eggishorn et qui ont barré le passage à l'eau pendant des durées plus ou moins longues.

Pour compléter son exposé, M. Lüschtg a donné un aperçu de tous les actes concernant les travaux de régularisation du niveau de l'eau entrepris à Märjelen, travaux effectués une première fois en 1828 sous la forme d'un canal au travers du seuil de Fiesch, une seconde fois pendant la période de 1890-1895 sous la forme d'une galerie située à un niveau plus bas.

L'auteur définit ensuite les caractères des deux vallées du Fiescherbach et de la Massa ; à propos de la première, il cherche à faire ressortir la part qui revient au torrent et celle qui revient au glacier dans la genèse des formes actuelles ; il étudie en particulier les seuils rocheux qui se succèdent de l'amont vers l'aval et confirme que les versants de la vallée montrent nettement les traces de 4 systèmes de terrasses superposés. A propos de la vallée de la Massa, il montre l'importance du retrait des glaciers d'Aletsch dans la dernière période, et il décrit sommairement les fameuses gorges de la Massa. M. Lüschtg a en outre réuni de très nombreux renseignements sur ces vallées, sur leur extension, sur les profils transversaux des ravins, sur l'utilisation industrielle des eaux, sur l'altitude moyenne et la répartition des altitudes dans les deux bassins, etc...

M. Lüschtg donne un important développement à son étude des variations de débit du Fiescherbach et de la Massa, en se basant surtout sur les observations faites depuis 1896 aux stations limnigraphiques de Fiesch sur le Fiescherbach, de Bitsch et de Gebidem sur la Massa. Il établit des tableaux des débits moyens mensuels de ces deux cours d'eau qui,

après un minimum en février, grossissent d'abord lentement, pour atteindre un maximum en juillet et août, puis subissent une réduction d'abord rapide, puis lente, jusqu'au minimum d'hiver.

Le débit d'été des deux cours d'eau est fonction de la température et n'est influencé qu'accidentellement d'une façon sensible par les précipitations aqueuses. D'autre part, le débit du Fiescherbach est relativement plus fort que celui de la Massa en été, lorsque la température est élevée, plus faible lorsque la température est basse. Ces différences s'expliquent par l'extension plus grande des altitudes comprises entre 1500 et 2000 m. dans le bassin d'alimentation du Fiescherbach, par la forme plus resserrée de la vallée de ce cours d'eau, par l'inclinaison plus forte de son profil et par le caractère fortement crevassé du glacier, autant de facteurs qui favorisent l'ablation et activent l'écoulement.

Dans son dernier chapitre, M. Lütschg étudie la question des minima de débit pour le Fiescherbach et la Massa, en prenant comme points de comparaison des observations faites sur d'autres cours d'eau. Il distingue les *minima ordinaires*, les *minima extraordinaires* et les *minima moyens*.

Les causes les plus fréquentes des minima extraordinaires sont : 1^o des chutes de neige très sèche, qui absorbe l'eau superficielle, 2^o la congélation partielle de l'eau des torrents, 3^o les avalanches qui barrent tout ou partie des cours d'eau, 4^o une absorption particulièrement forte de l'eau par un sol sec.

Quant aux minima normaux de l'hiver, ils s'expliquent par la forme presque exclusivement neigeuse des précipitations atmosphériques et par la suppression presque complète de la fusion des névés et glaciers. Les cours d'eau glaciaires ne sont pour ainsi dire plus alimentés que par des sources ; en outre, les glaciers ont le pouvoir de retenir une quantité importante de ces eaux, ce pouvoir variant avec les étendues relatives des glaciers et des névés, avec le profil longitudinal et en général la forme des vallées glaciaires, etc. C'est à l'intervention de ces diverses influences qu'il faut attribuer la différence notable qui existe entre le minimum normal de la Massa (0,25-0,77) et celui du Fiescherbach (0,3-0,7).

M. Lütschg a complété cette étude du régime des cours d'eau glaciaires en l'étendant à une grande partie du bassin du Rhône supralémanique et à d'autres bassins de cours d'eau glaciaires.

Ajoutons en terminant que le volume de M. Lütschg est

enrichi d'un fort bel atlas, comprenant de nombreuses photographies et une série de tableaux.

M. L. COLLET (14) a cherché à préciser le tracé de l'émissaire souterrain du *lac de Seewli*, situé au pied N de la Grande Claride. Ayant versé de la fluorescéine dans un des entonnoirs de la rive droite, il a observé 21 heures plus tard une coloration très nette des sources de la Stille Reuss entre Schattdorf et Erstfeld, tandis que les sources de l'Evibach, que M. Staub considérait comme émissaires du lac, n'ont marqué aucun signe de coloration. M. Collet considère pourtant que ces dernières sources sont alimentées, elles aussi, par les eaux du lac de Seewli s'engouffrant dans d'autres entonnoirs que celui qui a servi à l'expérience.

Dans un très bref rapport, M. F. ZSCHOKKE (34) a signalé la continuation des études de plankton entreprises depuis plusieurs années dans le lac de Saint-Moritz.

Infiltrations et sources.

M. C. GUCI (19) a entrepris une série de recherches sur différentes sources du canton de Genève dans le but de déterminer l'allure des variations que présente leur composition chimique.

Dans la brochure consacrée à l'exposé de ses résultats, l'auteur commence par indiquer la méthode qu'il a suivie pour ses prises d'eau et ses analyses. Les résultats des analyses sont donnés tels quels en Si O₂, (Al₂ Fe₂) O₃, Ca O, Mg O, SO₃, Cl, Oxydabilité, O, CO₂, mais M. Guci a en général calculé les quantités contenues en solution des principaux sels Ca SO₄, Ca CO₃, Mg CO₃, Na Cl.

La première source étudiée est celle d'Aiguebelle, au pied du Petit Salève, sur territoire français, qui est essentiellement calcaire. Des analyses faites de janvier à juillet ont permis de constater des variations peu étendues avec un maximum de la quantité des éléments dissous en janvier, un minimum en juillet et août.

La seconde source étudiée est la source Marsis, aux Eaux-Vives, qui sort de la moraine; ses eaux contiennent en solution en première ligne Ca CO₃, avec des quantités importantes de Ca SO₄, de Mg CO₃ et de chlorures alcalins. Les variations dans la composition sont de nouveau ici peu étendues.

M. Guci donne ensuite les résultats de ses analyses sur plusieurs sources situées entre Arve et Rhône, dans les communes de Cartigny, de Bardonnex, de Bernex, de Perly, de