Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 14 (1916)
Heft: 3

Artikel: IIe partie, Géophysique
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-157604

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: 15.07.2025

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

IIe PARTIE — GÉOPHYSIQUE

Hydrographie. Cours d'eau.

M. Ernst Roder (41) a entrepris une intéressante étude sur la répartition des précipitations athmosphériques et l'écoulement des eaux dans la partie grisonne du bassin du Rhin depuis 1894 à 1909.

Dans l'exposé qu'il a fait des résultats auxquels il est arrivé, M. Roder commence par rappeler les caractères généraux, géographiques et géologiques du bassin supérieur du Rhin. Puis il établit une division de la région considérée en bassins séparés, dont les limites ont été fixées d'après les stations établies par le service hydrographique suisse à Ilanz sur le Rhin antérieur et sur le Glenner, à Rothenbrunnen sur le Rhin postérieur, à Felsberg et à la Tardisbrücke.

Les bassins ainsi délimités se répartissent comme suit :

I. Le bassin du Rhin antérieur en amont d'Ilanz.

II. Le bassin du Glenner.

III. Le bassin du Rhin postérieur en amont de Rothenbrunnen, qui se divise en trois bassins secondaires :

a) Le bassin du Rhin postérieur sans l'Albula.

b) Le bassin de la Julia ou de l'Oberhalbstein.

c) Le bassin de l'Albula et de la Landwasser de Davos.

IV. Le bassin dit de Felsberg, qui comprend la vallée du Rhin antérieur d'Ilanz à Felsberg, le bassin de la Rabiusa et la vallée du Rhin postérieur en aval de Rothenbrunnen.

V. Le bassin dit de Tardisbrücke, qui se divise en trois bassins secondaires :

a) Le bassin de Tardisbrücke *sensu stricto*, qui comprend la vallée du Rhin de Felsberg à Tardisbrücke.

b) Le bassin de la Plessur.

c) Le bassin de la Landquart.

Les bassins ainsi délimités, M. Roder détermine pour chacun d'eux la répartition des altitudes et la proportion des surfaces couvertes par les glaciers et névés, les rochers ou les pierriers, les lacs, les forêts, les alpages et les terrains cultivés. A propos de l'extension des glaciers et névés, il fait remarquer que si, dans le bassin du Rhin supérieur, cette extension est moindre que ce qu'elle est dans les autres régions haut-alpines de Suisse, elle n'en reste pas moins suffisante pour exercer une action considérable sur le régime du Rhin,

action qui, pour être exactement appréciée, doit être étudiée pendant une longue série d'années. C'est dans les bassins du Rhin antérieur en amont d'Ilanz, du Glenner et du Rhin postérieur que cette action est la plus importante.

L'extension des surfaces rocheuses et des pierriers est notablement plus grande dans les régions de roches cristallines que dans les territoires formés de roches sédimentaires. Les lacs ne couvrent dans tout le bassin qu'une surface de 4,1 km². Les bois ont dans le bassin supérieur du Rhin une extension particulièrement faible, et ceci est surtout le cas dans les vallées de Lugnez et de Vals, de Rheinwald et d'Avers. Aussi les dommages causés par les avalanches, le ruissellement et les torrents sont-ils considérables.

M. Roder consacre un important chapitre au climat des Grisons. Parlant d'abord de la température, il montre qu'à ce point de vue cette région est nettement favorisée relativement au versant nord des Alpes. Considérant ensuite la répartition des vents, il établit une distinction entre les vallées dans lesquelles les vents diurnes, de l'amont à l'aval pendant la nuit, de l'aval à l'amont pendant le jour, exercent une influence marquée, et les régions élevées, dans lesquelles se manifestent les vents régionaux. Pour ceux-ci c'est la direction de l'ouest qui prédomine ; ensuite vient la direction de l'est.

Au point de vue des précipitations athmosphériques, le pays grison occupe une position intermédiaire entre le versant S et le versant N des Alpes, soit quant à la quantité totale, soit quant à la répartition des pluies entre les diverses saisons ; il se rapproche pourtant davantage du versant N, à la seule exception de la région du Bernardin. Ainsi la plus grande quantité de pluie tombe pendant les mois d'été (34,7 %), puis pendant l'automne (26,5 %), tandis que le printemps, avec 22,6 %, et surtout l'hiver avec 16,2 %, sont plus secs. Plus de la moitié des précipitations athmosphériques tombant sur les Grisons sont sous forme de neige, et si le champ des neiges persistantes est peu étendu, par contre des surfaces considérables restent couvertes de neige une grande partie de l'année, ce qui explique que le débit maximum des cours d'eau se présente à la fin du printemps. Du reste, M. Roder fournit sur ce sujet un grand nombre de renseignements que nous ne pouvons citer ici.

L'auteur fait ressortir aussi l'action de l'altitude générale de la région, la température étant plus élevée dans les régions culminantes, lorsque le niveau général de la région est plus haut, toutes choses égales d'ailleurs.

M. Roder a tenu compte aussi du facteur géologique. Les Schistes lustrés, qui occupent d'immenses espaces, sont caractérisés à la fois par leur imperméabilité et par leur fissilité, qui fait qu'ils donnent naissance à d'énormes masses détritiques essentiellement mobiles. Les roches cristallines sont à peu près imperméables, ainsi que les grès du Verrucano, tandis que les calcaires mésozoïques du Calanda et du Tödi, ainsi que les formations triasiques des faciès austro-alpins donnent lieu à de vastes aires d'infiltration. Enfin les masses détritiques qui se sont accumulées au fond des vallées contribuent à retenir une quantité considérable d'eau.

Envisagés à ce point de vue, les divers bassins des Grisons se comportent très différemment. Les bassins du Rhin antérieur et du Glenner ne comportent que des formations non perméables du Cristallin et du Verrucano. Le bassin du Hinterrhein *sensu stricto* est creusé dans le Cristallin et les Schistes lustrés; celui de la Julia est constitué surtout par les Pietre verdi et les Schistes lustrés; celui de l'Albula comprend une région cristalline, une région triasique et une région de Schistes lustrés. Les bassins de Felsberg et de Tardisbrücke comprennent de vastes régions calcaires très favorables à l'infiltration et de grandes surfaces couvertes de formations détritiques. Le bassin de la Plessur est creusé en grande partie dans les Schistes lustrés, celui de la Landquart comprend une région supérieure cristalline, une région inférieure de Schistes lustrés.

M. Roder donne ensuite une série de tableaux indiquant les quantités de pluie ou neige tombées pendant la période d'années 1894-1909, en se basant sur les observations faites dans les 36 stations pluviométriques établies par la commission météorologique suisse. Il fait commencer, pour établir ses chiffres annuels, l'année hydrographique avec le 1er octobre. Il reconnaît du reste que les valeurs obtenues ne donnent qu'une idée très approximative de la répartition dans le temps et dans l'espace des précipitations athmosphériques, et surtout de la quantité totale tombée annuellement dans l'ensemble du bassin. Il m'est impossible de suivre ici l'auteur dans ses considérations sur les meilleures méthodes à employer pour la détermination des quantités de précipitations tombées.

M. Roder considère successivement les divers bassins des Grisons au point de vue des quantités de précipitations qu'ils reçoivent :

Le bassin du Rhin postérieur *sensu stricto* comprend d'une

part la région relativement sèche de Rothenbrunnen à Andeer, mais d'autre part la région du Bernardin et du Rheinwaldhorn, qui reçoit une quantité de précipitations tout particulièrement forte, grâce au fait qu'elle se trouve à la limite des régimes de pluie du Nord et du Sud des Alpes.

Le bassin de l'Albula est caractérisé par la petite quantité de précipitations qu'il reçoit, ce qui s'explique facilement par sa position très interne dans les chaînes alpines.

Le bassin de la Julia a des caractères intermédiaires entre ceux de l'Albula et du Rhin postérieur.

Le bassin du Glenner est nettement plus sec que celui du Rhin postérieur et se rapproche des conditions qui existent dans celui du Rhin antérieur.

Le bassin du Rhin antérieur comprend des régions aux précipitations abondantes aux abords du Tödi et surtout du Gothard, mais dans son ensemble il est notablement plus sec que celui du Rhin postérieur.

Les bassins de Felsberg et de Tardisbrücke sont secs.

Le bassin de la Plessur est sec également. Quant au bassin de la Landquart, il est sec dans ses régions inférieures, mais comporte une augmentation assez rapide des précipitations avec l'altitude.

Pour déterminer la quantité d'eau qui s'écoule annuellement par les différents bras du Rhin, M. Roder s'est servi des mesures organisées par le service hydrographique suisse aux stations d'Ilanz, Rothenbrunnen, Felsberg et Tardisbrücke. Il arrive ainsi à établir une série de tableaux de débits moyens, que je ne puis résumer ici.

Puis vient le chapitre des conclusions, duquel on peut extraire les données suivantes :

La hauteur moyenne des précipitations pour l'ensemble du bassin pendant une année peut être évaluée à 1583 mm. ; cette valeur, plus haute qu'on ne pouvait le supposer pour un bassin intraalpin, doit s'expliquer par le fait d'une forte augmentation des précipitations dans les régions élevées, où malheureusement les observations précises et continues sont difficiles ; la quantité d'eau tombée annuellement dans les régions élevées du Rheinwald peut être estimée en moyenne à 3000 mm.

D'autre part ce même bassin a débité annuellement à Tardisbrücke un volume d'eau égal à environ 5 km^3, ce volume ayant du reste varié suivant les années de 3.2 à 6,6 km^3 ; le volume moyen du débit correspond à un apport d'eau de 37 litres par km^2 et par seconde. Du reste il est évident que

le débit varie dans des proportions considérables avec les saisons et même pendant la durée de celles-ci; c'est ainsi que le débit des mois de juin et juillet représente plus de 40 %, celui des mois de janvier et février représente le 2-4 % du débit annuel.

Pour comparer les valeurs du débit relativement à la surface avec les valeurs des précipitations atmosphériques tombées, M. Roder a exprimé les premières en mm. d'eau. Il a établi ainsi le rapport entre la quantité d'eau débitée et la quantité d'eau tombée pour chaque bassin comme suit :

Bassin du Rhin antérieur en amont d'Ilanz, 81 %.
Bassin du Glenner, 72 %.
Bassin du Rhin postérieur jusqu'à Rothenbrunnen, 64 %.
Bassin du Rhin en amont de Felsberg, 59 %.
Bassin du Rhin en amont de Tardisbrücke, 69 %.

La forte proportion du débit dans la vallée du Rhin antérieur tient surtout à l'imperméabilité du sol. Dans le bassin du Glenner l'action asséchante du fœhn descendant intervient pour diminuer cette proportion.

Dans le bassin du Rhin postérieur les caractères climatiques opposés du bassin de l'Albula et de la Landwasser d'une part, du Rhin postérieur *sensu stricto* de l'autre se compensent, de façon à donner une valeur totale moyenne pour le débit. Quant au chiffre très haut du débit relativement à la quantité d'eau tombée obtenu pour le Rhin à Tardisbrücke, il semble devoir être expliqué par le fait que dans le bassin inférieur du Rhin grison et dans les bassins de la Plessur et de la Landquart l'action desséchante du fœhn se fait beaucoup moins sentir que dans les vallées supérieures. Partout on constate du reste que les variations du débit dépassent notablement en ampleur celles des quantités d'eau tombées.

Envisagée dans son ensemble l'hydrologie des Grisons est très complexe. L'eau débitée par chaque district dépend non seulement des conditions de température et de l'altitude, mais de la proportion des précipitations tombées sous forme de neige, de la perméabilité du sol, de la nature de la végétation et de l'action plus ou moins puissante du fœhn, qui peut d'une part augmenter les précipitations dans le cas d'un vent ascendant, ou au contraire accélérer l'évaporation, dans le cas d'un vent descendant.

A propos de la publication de M. Roder, M. L. Horwitz (31) a repris la question de l'écoulement du Rhin alpin. Il montre d'abord que vouloir attribuer, comme le fait M. Roder,

le débit relativement fort du Rhin antérieur à une imperméabilité plus accusée du bassin d'alimentation, c'est aller exactement à l'encontre des observations qui ont été faites sur ce sujet par MM. A. Penck et H. Keller. Car l'infiltration rapide diminue la proportion d'eau évaporée et par conséquent tend à accroître le débit des cours d'eau, auxquels finissent par revenir les eaux infiltrées. En réalité dans les régions de montagne à fortes pentes, la constitution lithologique du sol n'influe que d'une façon peu appréciable sur l'écoulement des cours d'eau, tandis que le facteur essentiel des inégalités de débit se trouve dans les quantités différentes de pluie tombées dans les divers bassins.

M. Horwitz estime que les valeurs obtenues par M. Roder pour les quantités moyennes de pluie tombées dans les trois bassins du Rhin grison sont trop exclusivement basées sur des observations faites dans des stations de vallées, pour être admises sans discussion et il ne les admet pas comme conformes aussi pour d'autres raisons. Il montre que l'on peut établir une relation entre la quantité des précipitations tombant dans un bassin de montagne et l'extention de la glaciation dans ce bassin. En procédant ainsi on arrive à la constation que le bassin du Rhin antérieur est le plus humide, et que celui du Rhin postérieur est le plus sec. Il est donc naturel que les inégalités de débit des trois bassins soient ce qu'elles sont, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir, comme le fait M. Roder, des inégalités dans l'inclinaison générale des bassins qui ne sont pas démontrées, ou une action desséchante très inégalement répartie du fœhn, cette action étant vraisemblablement beaucoup moins inégale que M. Roder ne l'admet.

Reprenant la question de la perte d'eau importante qui se produit entre les stations d'Ilanz et de Rothenbrunnen, M. Horwitz démontre facilement l'impossibilité d'attribuer cette perte essentiellement à l'action desséchante du fœhn, comme le fait M. Roder, et maintient que la seule explication vraisemblable consiste à admettre d'importantes infiltrations.

M. Horwitz insiste enfin une fois de plus sur l'importance de l'influence qu'exercent les glaciers sur le régime des eaux rhénanes, influence trop négligée par M. Roder.

M. L. Horwitz (**32**) proteste d'autre part contre le fait que M. Roder n'a tenu aucun compte des travaux qu'il a consacrés à l'étude de l'écoulement du Rhin alpin.

Dans une étude des bords de l'Aar près de l'Elfenau en

amont de Berne, M. J. A. STEINER (42) a rendu compte des travaux de correction qui ont été exécutés sur cette partie du cours de la rivière pendant la durée du dix-neuvième siècle et des changements qui ont été ainsi apportés au régime de l'Aar. Il traite ensuite surtout de la végétation qui couvre les rives de l'Aar, en faisant ressortir en particulier la relation existant entre les divers niveaux de l'eau, spécialement le niveau moyen de l'été, et la répartition de la flore.

M. L. COLLET (23) a réuni en une courte notice les résultats d'une série d'observations, faites sur les transports d'alluvions dans les cours d'eau. Il distingue les transports par roulement sur le fond, qui ont été étudiés au delta de l'Aar dans le lac de Bienne de 1878 à 1913, au delta de la Linth dans le lac de Walenstadt de 1860 à 1910 et au delta du Rhin dans le lac de Constance, et les transports de matériaux en suspension, pour l'étude desquels il prend en considération les observations faites par Baëff sur l'Arve à Genève en 1890, par Uetrecht sur le Rhône en 1904-05, par l'usine de Martigny sur la Dranse de 1908 à 1913, ainsi que les dosages effectués sur la Massa près de sa sortie du glacier d'Aletsch, sur la Borgne (Valais), la Sihl et l'Emme.

Dans une seconde notice consacrée au même sujet, M. L. COLLET (24) commence par attirer l'attention sur les charriages considérables effectués par la Dranse en juillet et août 1909 pendant une phase de crue inusitée, due à la fonte tardive des neiges cette année-là.

Il insiste ensuite sur les variations importantes dans la quantité de matières transportées par un cours d'eau à régime glaciaire, qui se produisent suivant les heures du jour. Ainsi pendant les journées des 6 et 7 août 1913 la quantité de sable transportée par le Rhône à Gampelen a varié de 0,280 mgr. à 0,550 mgr. par litre. Ces variations dans le charriage en suspension sont parallèles aux variations du débit de l'eau, sans qu'on constate entre les deux valeurs une proportion régulière.

Il suffit de citer ici un compte-rendu très abrégé du travail de M. M. Lugeon et Mme Jérémine, sur les bassins fermés des Alpes suisses, qui a été donné par M. P. GIRARDIN (28).

Lacs.

Dans le rapport pour l'année 1913-14 de la commission hydrologique suisse, rédigé par M. F. ZSCHOKKE (43) sont signalées une série de recherches faite sur le **plancton des lacs**

de plaine et de montagne, qui sont encore en voie d'exécution.

M. O. Lütschg (**34**) a fait une étude des variations diurnes du niveau du **lac de Märjelen.** Il a montré comment le niveau du lac tend à monter depuis le lever du soleil jusqu'à peu près à son coucher par suite de la fusion du glacier voisin et des névés rapprochés, et aussi par suite de la chute de séracs dans l'eau ; puis, les eaux de fusion diminuant, le niveau du lac baisse pendant la nuit. Ces variations sont en outre souvent influencées par diverses causes irrégulières.

M. J. Maurer (**35**) a cherché à déterminer la valeur de l'évaporation sur la surface des lacs de Zurich et de Greifensee pendant la période particulièrement sèche et chaude du 31 juillet au 20 septembre 1911. Il a déduit cette valeur de la quantité des eaux affluentes et des eaux de pluie tombées sur les lacs d'une part, d'autre part de la quantité des eaux débitées et des variations de niveau, en appliquant la formule : volume de l'évaporation = quantité d'eau correspondant à l'abaissement du niveau du lac + quantité de pluie reçue, — plus-value du débit sortant.

Par ce moyen M. Maurer a évalué l'évaporation sur la surface du lac de Greifensee pendant le mois d'août 1911 à une couche d'eau de 145 mm. d'épaisseur ; pour le lac de Zurich la valeur correspondante est de 143 mm., soit 4,6 à 4,7 mm. par jour. Du 1er au 15 septembre l'évaporation a été de 57 mm. pour le Greifensee, de 53 mm. pour le lac de Zurich. D'après ces nombres on peut admettre pour les lacs de plaine de la Suisse orientale et pour la période du 15 juillet au 15 septembre 1911 une évaporation égale à environ 0,3 m.

A la suite de son étude générale de la vallée du Tessin publiée en 1913, M. H. Lautensach (**33**) a fait paraître une notice, consacrée spécialement à la question des petits lacs, qui existent en grand nombre sur les parties supérieures des pentes, au-dessus des parois abruptes du trog tessinois, à des altitudes comprises entre 1800 et 2500 m. Il a étudié plus spécialement :

Le **lac de Cama**, dans la vallée du même nom, est barré par d'énormes masses d'éboulis et possède par suite un écoulement presque toujours exclusivement souterrain.

Les **lacs du val Piora** sont répartis au nombre de 13 dans le territoire d'une vallée suspendue à plus de 100 m. au-dessus de celle du Tessin. L'extrémité occidentale de cette vallée, dont le niveau est inférieur à celui du seuil par lequel s'échappe l'émissaire, est un bassin creusé dans le rocher,

qui héberge le lac Ritom (1830 m. d'altitude). L'origine de cette tranchée d'érosion est du reste en relation avec l'affleurement de la zone triasique bien connue du val Piora, que la vallée suit depuis le lac Ritom jusqu'à l'autre extrémité, où se trouve le lac Columbe; celui-ci, barré vers l'W par des éboulis, n'a pas d'écoulement superficiel. Au N du Val Piora se trouvent les lacs Tom, Cadagno et Stabiello, qui se placent tous trois là où les tranchées d'érosion coupent une zone de dolomite triasique. Plus au N encore, une zone de schistes amphiboliques a donné lieu à une terrasse étroite, dans laquelle sont creusés les bassins des petits lacs de Dentro et de Taneda. Enfin, tout près de la ligne de partage des eaux se trouvent encore le Lago Scuro, le Lago del Stabbio et le Lago Piatt, tandis que de l'autre côté de la ligne de partage le val Cadlimo héberge encore les deux petits lacs de Lisera et de Cadlimo.

Quant à la genèse de ces lacs du val Piora, M. Lautensach ne peut admettre l'explication qui attribue le creusement des bassins des lacs Ritom, Tom, Cadagno et Stabiella à une corrosion des calcaires dolomitiques par les eaux, explication qui a été développée particulièrement par M. Garwood. D'abord les bassins de ces lacs, s'ils sont alignés sur des zones d'affleurements dolomitiques, ne correspondent nullement par leurs formes et leurs dimensions à la trace de cette zone ; ensuite toutes les observations qui ont été faites, en particulier sur le lac Ritom, tendent à prouver que les sels en solution dans l'eau lacustre ne proviennent pas d'une corrosion directe du bassin, mais ont été amenés au lac par des sources sous-lacustres. M. Lautensach remarque par contre que toute la région du val Piora porte des signes très nombreux d'une action intense des glaciers. Cette action érosive a varié de puissance suivant les points sous l'influence de facteurs multiples, mais elle a atteint son maximum aux environs du lac Ritom à cause de l'épaisseur particulière des glaciers qui devaient passer là, et aussi, en partie, à cause d'une moindre dureté du sol. De là, l'intensité de l'érosion a rapidement diminué vers l'W, à cause du barrage exercé par le glacier du Tessin. Les autres lacs paraissent être tous en relation avec un creusement glaciaire localement exagéré soit par un épaississement de la glace, soit par une accélération de la marche du glacier, soit par une moindre résistance du sol. Pour un seul lac, M. Lautensach admet une origine en relation avec des actions corrosives, c'est pour le petit lac de l'Alpe di Lago, à l'W du sommet du Camoghe, qui est creusé en en-

tonnoir au milieu d'une zone de cornieules et ne possède pas d'écoulement superficiel.

Passant à l'étude des **lacs de la Léventine**, M. Lautensach discute d'abord la question de la genèse du lac Tremorgio, caractérisé par sa forme à peu près circulaire, sa profondeur relativement très grande, les formes abruptes de ses abords et dont l'émissaire tombe par-dessus une paroi élevée dans la vallée du Tessin. Pour l'auteur, il s'agit ici d'un grand entonnoir karstique, qui a dû subir momentanément l'action d'un glacier local. Par contre, les lacs de Ravina et de Prato sont considérés comme des lacs de kar typiques ; les autres petits lacs de cette région sont dus en général à des actions glaciaires superposées à une importante phase d'érosion torrentielle : le Laghetto di Crozlina est creusé au milieu d'un paysage moutonné ; le lac de Chironico paraît avoir été creusé par plusieurs glaciers confluents ; le lac Barone occupe un ancien bassin frontal d'un glacier local, de même que le lac Mognola.

M. Lautensach a étudié aussi les **lacs du bassin de la Maggia**. Il décrit entre autres : le lac Sfundau, dans le territoire du Val Bavona qu'il considère comme lac glaciaire, le lago Bianco situé un peu plus bas dans le Val Bavona et qui est dû à une érosion sélective, s'étant exercée dans des roches dolomitiques ; le lago Nero, voisin du précédent, qui est un lac de kar typique, le lago Grande, dans le val Antabbia, également un lac de kar, les deux petits lacs de la Crosa et le lac voisin d'Orsalia creusés par érosion sélective dans des zones de formations plus tendres, le lac d'Alzasca creusé dans un petit bassin frontal glaciaire et barré par une moraine.

L'auteur consacre quelques pages à l'étude des lacs du Gothard et du Bernardin, surtout pour montrer la relation intime qui existe entre ces bassins lacustres et toute la morphologie des paysages moutonnés qui les environnent ; ici les actions glaciaires sont particulièrement évidentes, tout en se présentant sous des formes diverses.

Le Lago Retico, situé sur le Col de Cristallina entre le val Blenio et le val Medels, a un bassin creusé dans le roc par un glacier transfluent du NW au SE et agissant sur une zone de roches de moindre résistance.

M. Lautensach décrit encore brièvement les lacs qui sont répartis sur le territoire moutonné de la terrasse du Campo la Torba dans le bassin du Val Sambucco. Puis il établit une classification des lacs tessinois d'après leur genèse, qui est la suivante :

I. Lacs au bassin purement rocheux.

a) Lacs creusés seulement par érosion glaciaire :

1° Par suite d'une moindre résistance des roches : Tom, Cadagno, Piatt, Bianco, Orsalia, Retico, Scuro (Torba).

2° Par suite d'une moindre résistance des roches et aussi d'action érosive glaciaire particulièrement puissante : Ritom.

3° Par suite d'action érosive particulièrement puissante en relation avec un épaississement ou une accélération du glacier : Stabiello, del Stabbio, Scuro, Chironico, Pozzoli, Sascola, Lucendro, Sella, Naret, della Corona.

4° En relation avec la formation d'un paysage moutonné : Crozlina, Saint-Gothard, Saint-Bernardin, Passetti, Retico piccolo.

5° Dans des kars : di Dentro, Chierra, Nero, Antabbia, Crosa, Orsirora, Pizzo dell' Uomo, Memo.

b) Lacs creusés par érosion glaciaire, puis amplifiés par corrosion : Sfundau.

c) Lacs creusés par corrosion puis modifiés par érosion glaciaire : Camoghè, Tremorgio, d'Osso.

d) Lacs créés par dénudation et actions éoliennes : Nufenen, Saint-Bernardin.

II. Lacs en partie barrés par des moraines, en partie creusés dans le rocher : Barone, d'Efra, Mognola, d'Alzasca.

III. Lacs de barrage.

a) Avec barrage morainique : Porcheiro, Cantone dei Vitelli, Greina, Fiendo.

b) Avec barrage d'éboulement ou de cônes de déjection : Cama, Columbe, Taneda, Nante, Tomeo, Forcla di Cristallina, Froda, Antabbia piccolo, Bassa, Porcareccio, Foppa, Monterascio, Carpet, Cristallina.

Sources. Infiltrations.

MM. L. Duparc et C. Guci (**25**) ont cherché à déterminer par des séries d'analyses, faites à différentes époques de l'année, non seulement la composition de quelques **sources des environs de Genève**, mais encore les variations de cette composition. Ils ont opéré ainsi sur la source d'Aiguebelle qui, sortant du petit Salève, est nettement calcaire et dont la composition montre des variations remarquablement faibles. Ils ont analysé également à maintes reprises la source Marsis, qui est alimentée par une nappe d'infiltration étendue et sort aux Eaux-Vives avec beaucoup d'autres. Ici, le poids du résidu sec varie de 448 à 461 mm. par litre; la composition,

caractérisée par une forte prédominance des carbonates, auxquels se mêlent des sulfates, des chlorures et des nitrates, ne varie d'une façon importante que quant à la teneur en chlorures et en nitrates, qui présente des fluctuations assez considérables, en relation probablement avec des infiltrations locales.

MM. Duparc et Guci ont analysé en outre diverses sources situées sur le territoire des communes de Bardonnex, de Perly-Certoux et de Meinier et sortant pour la plupart des terrains morainiques. Toujours ils ont constaté que la composition des eaux ne varie qu'entre des limites très rapprochées, qu'elle est beaucoup plus constante que celle des eaux courantes. Cela tient évidemment d'abord au fait de la circulation lente des eaux d'infiltration, qui leur permet de se saturer des éléments solubles qu'elles rencontrent ; cela tient aussi à ce que les quantités d'acide carbonique dissoutes dans les eaux d'infiltration restent sensiblement constantes et donnent à ces eaux le même pouvoir dissolvant sur les carbonates, qui forment la majeure partie des sels dissous.

Eboulements et glissements.

M. P. Arbenz (**22**) a brièvement décrit des glissements de terrain, qui se produisent sur le versant droit de la vallée de la Tœss, entre Kollbrunn et Sennhof. Ce versant abrupt est formé dans sa plus grande hauteur de marnes molassiques, sur lesquelles repose un revêtement de moraine. L'eau creuse à son pied des niches en forme de demi-entonnoir, qui s'accroissent lentement par la rupture des couches horizontales qui les dominent. Une de ces niches est actuellement en pleine phase d'extension et menace la ligne de chemin de fer de la Tœss.

Glaciers et Névés.

Le rapport annuel sur les variations périodiques des glaciers des Alpes suisses, qui a paru en 1914, et qui concerne la période 1912-1913, est rédigé, comme pour les années précédentes, par MM. E. Muret et P.-L. Mercanton (**38**). Il commence par un exposé des observations poursuivies de 1904 à 1913 sur l'enneigement hivernal dans le Val d'Entremont, en se servant des poteaux télégraphiques comme nivomètres et en utilisant la complaisante collaboration des employés postaux.

Ces observations ont permis de constater : 1° que la couche

de neige constituant l'enneigement durable augmente avec l'altitude; 2° que l'épaisseur atteint son maximum à la fin de l'hiver et ceci d'autant plus tard que l'altitude est plus grande. Suivant l'altitude la date du maximum oscille entre le 1er et le 15 mars. Ce maximum est fréquemment précédé d'un minimum très net vers le 15 février. Un premier maximum se marque souvent en décembre.

M. Mercanton signale ensuite une nouvelle méthode employée pour le jaugeage des torrents glaciaires et qui consiste à mêler à l'eau d'un torrent une quantité connue d'une solution concentrée et à mesurer, après un brassage suffisant, le degré de concentration du mélange. Ce procédé a donné des résultats d'une exactitude très satisfaisante.

Dans son rapport sur les variations de l'enneigement en 1913, M. Mercanton commence par signaler l'installation d'une nouvelle station nivométrique aux Clarides. Il donne ensuite les renseignements suivants fournis par diverses personnes :

Dans le Rhœticon, le massif de l'Albula et l'Engadine, l'enneigement a été en général progressif en 1913. Dans le massif du Gothard il restait plutôt moins de vieille neige à la fin de l'été 1913 que l'année précédente. Dans les Alpes valaisannes et le massif du Mont-Blanc diverses observations dénotent une extension progressive des névés ; pourtant le nivomètre d'Orny indique un état à peu près stationnaire. Les névés de l'Eiger montrent un épaississement sensible de la couche de neige. Une première série d'observations nivométriques faite par le service hydrologique fédéral à la Concordia sur le haut du glacier d'Aletsch semble indiquer un enneigement faiblement progressif.

Le dernier chapitre de ce rapport, rédigé par M. Muret, contient la chronique des glaciers en 1913.

D'après les données qui sont réunies sur 59 glaciers observés, 20 étaient en crue plus ou moins prononcée ; la tendance à la crue a été surtout marquée pour les glaciers de petite taille des Alpes vaudoises ($^4/_7$), des Alpes bernoises ($^5/_8$), des Alpes d'Obwalden ($^2/_3$) et des Alpes saint-galloises ($^2/_2$). Par contre dans les Alpes valaisannes presque tous les glaciers reculent encore. La tendance à la crue qui a commencé à se manifester nettement depuis 1909 et qui s'est accentuée en 1912, continue donc à être sensible.

Les renseignements recueillis par MM. Muret et Mercanton sont reproduits dans le rapport général sur les variations des glaciers en 1913, rédigé par MM. A. Hamberg et P.-L. Mercanton (**29**). Ce rapport contient en outre d'intéressantes

données sur les glaciers austro-alpins, dont le plus grand nombre sont encore en décrue marquée, mais parmi lesquels les glaciers en crue deviennent pourtant plus nombreux (8 sur 37). Dans les Alpes italiennes tous les glaciers de grande taille sont encore en pleine décrue ; par contre quelques petits glaciers commencent à avancer de nouveau et surtout l'enneigement des régions élevées est partout progressif.

Ce rapport contient en outre des renseignements sur les glaciers du Caucase, de l'Amérique du Nord, de l'Himalaya et de la Nouvelle-Zélande.

M. P.-L. Mercanton a d'autre part consacré deux courtes notices aux variations de l'enneigement en Suisse pendant l'année 1912-1913. Dans l'une (37) il constate que la quantité des précipitations neigeuses hivernales a été en déficit cette année-là ; par contre les chutes de neige se sont prolongées tard et la fonte estivale a été faible, en sorte que l'enneigement a été finalement progressif dans de faibles proportions. Dans la seconde note (36) M. Mercanton a rendu compte de ses observations nivométriques dans le Val d'Entremont et du Grand Saint-Bernard. Il a constaté nettement deux maxima, l'un en décembre, l'autre, principal, en mars.

Dans le rapport qu'il rédige annuellement pour la Commission suisse des glaciers, M. Alb. Heim (30) a rendu compte des observations faites en 1913 sur le glacier du Rhône. Ces observations ont montré un épaississement général soit du glacier lui-même, soit des névés affluents ; en relation avec ce fait le mouvement du glacier s'est accéléré, en sorte qu'on peut admettre qu'un épaississement de 2 m. provoque une accélération de 4 %. Enfin, comme conséquence, le front du glacier, qui reculait depuis une longue série d'années, a fait une poussée en avant, recouvrant 5600 m² environ.

M. A. de Quervain (40) a signalé l'installation de divers appareils nivométriques dans le massif des Clarides et dans celui de la Silvretta. Malheureusement les observations ont été entravées par la mobilisation de l'armée.

Séismes.

M. J. Früh (26) a rappelé l'activité en 1913-1914 de la Commission séismologique suisse, qui vient de se dissoudre à la suite de l'établissement de la station séismographique de Zurich. Il a récapitulé les observations faites sur les 1078 séismes constatés en Suisse de 1880 à 1912. Il montre les

améliorations qui seraient encore à introduire dans nos installations séismographiques et insiste d'autre part sur l'importance des observations directes faites en grand nombre et aussi exactement que possible sur les macroséismes. Enfin il met en garde les observateurs contre les conclusions hatives sur la séismité relative des diverses régions, sur l'origine de certains séismes, etc....

M. A. de Quervain (**39**) a fourni quelques renseignements intéressants sur trois séismes consécutifs, qui ont été ressentis le 1er juillet, le 2 et le 10 novembre 1913 au pied du Grenchenberg, entre Granges et Bettlach. Ces tremblements de terre ont atteint une intensité relativement grande dans l'aire épicentrale, mais n'ont affecté qu'un territoire très limité, qui a la forme d'une ellipse très allongée dans la direction de la chaîne jurassienne voisine, soit du S W au N E; ils ont probablement été déterminés par les travaux du tunnel du Moutier-Granges, qui ont amené une rupture d'équilibre dans la chaîne du Grenchenberg. A côté de l'influence directe du forage d'une galerie, il faut faire entrer ici en ligne de compte la vidange considérable d'eau, qui en a été la conséquence. Ainsi des cavités, vidées brusquement de l'eau qui les remplissait, ont pu s'effondrer ; des pressions hydrostatiques importantes, qui s'exerçaient auparavant, ont été supprimées.

Il est intéressant de constater que, malgré le caractère essentiellement local de ces séismes, leur contrecoup a été enregistré par la station séismographique de Zurich.

Variations de la pesanteur.

Dans un exposé historique des travaux de la Commission géodésique suisse de 1893 à 1914, M. R. Gautier (**27**) a rendu compte en particulier des recherches qui ont été faites d'abord par M. Messerschmitt, puis par M. Th. Niethammer sur les **variations de la pesanteur.**

Pour ce travail de longue haleine 150 stations de pendule ont déjà été installées sur tout le territoire suisse ; elles sont particulièrement nombreuses dans la région montagneuse du Valais, du Tessin et des Grisons. Pour chaque station on a fait la correction nécessaire pour ramener la valeur de la pesanteur obtenue par l'observation à la valeur qu'aurait la pesanteur, si l'altitude du lieu était égale à 0,(g_0''). On a d'autre part fixé la valeur théorique de la pesanteur pour chaque station en tenant compte des nombreuses mesures

faites en toutes régions et en faisant la correction nécessaire pour la latitude (γ_0).

D'après les variations de la valeur $g_0''-\gamma_0$ on a ensuite établi les lignes isogammes. On a constaté ainsi que l'isogamme O n'existe qu'aux environs de Bâle d'une part, de Locarno de l'autre et que partout ailleurs en Suisse la valeur $g_0''-\gamma_0$ est négative. Le déchet de pesanteur augmente du N au S pour atteindre des valeurs maximales au S de la vallée du Rhône en Valais et dans l'Oberland grison, puis il décroît rapidement.

Ces faits semblent confirmer la théorie de l'isostasie, énoncée par Pratt, d'après laquelle les régions élevées du relief se distinguent par une moindre densité, de sorte qu'à une certaine profondeur les pressions exercées par l'écorce sur son noyau visqueux seraient partout les mêmes, quel que soit le relief. La profondeur de ce « niveau de compensation » a été calculée par M. Helmert à 118 km., par M. Hayford à 122 km.; elle doit être sensiblement égale à 120 km.

A ce rapport est jointe une carte des isogammes en Suisse établie par M. Niethammer.

IIIe PARTIE. **TECTONIQUE. DESCRIPTIONS RÉGIONALES.**

Jura.

M. K. L. Hummel (**47**) a fait une étude détaillée du territoire de l'**Ajoie,** depuis la chaîne du Mont Terrible non comprise jusqu'à la frontière suisse.

Pour ce qui concerne la stratigraphie de cette région, il ne fait guère que rappeler des faits déjà connus :

L'étage le plus ancien affleurant dans l'Ajoie est le terrain à chailles, qui n'apparaît du reste que près de Buix à l'W. de la vallée de l'Allaine.

Le Rauracien débute à la base par un ensemble de couches en partie marneuses ou marno-calcaires et de bancs calcaires irréguliers, dans lesquels l'élément prédominant est tantôt fourni par les polypiers : *Dimorpharea Kœchlini*, tantôt par les échinodermes : *Cidaris florigemma, Apiocrinus* ind. ; puis les bancs coralligènes deviennent de plus en plus prédominants. Enfin la partie supérieure de l'étage est formée de calcaires jaunes, durs, se délitant en fragments anguleux, pauvres en fossiles, qui contiennent pourtant en petite quantité *Terebr. insignis* et *T. Bauhini.* Ces couches correspon-