Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 11 (1910-1912)
Heft: 2

Artikel: Pour l'année 1909 : Partie II, Géophysique
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-157079

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

par leurs macrocristaux bien développés de plagioclase (andésine) et par l'absence de macrocristaux d'augite ou d'olivine. Dans la base on peut voir de nombreux microlithes de plagioclases et une masse feutrée indéchiffrable, qui doit dériver en partie d'un verre.

M. Beder donne en terminant les résultats de 5 analyses faites sur des échantillons appartenant aux 4 groupes précités. D'après leur composition chimique ces roches peuvent être classées comme suit :

Celles du groupe *a* comme porphyrites augitiques franches.
Celles du groupe *b* comme porphyrites augitiques à olivine.
Celles du groupe *c* comme Weiselbergites à olivine.
Celles du groupe *d* comme Porphyrites à andésine.

On peut admettre que ces 4 magmas, tout-au-moins les 3 premiers, sont des produits de différenciation d'un seul et même magma fondamental dioritique.

IIe PARTIE. — **GÉOPHYSIQUE**

Erosion et Corrosion.

Erosion chimique. — M. P. Arbenz (**13**) a donné une description sommaire des **lapiés** de la région de la Frutt dans les Alpes d'Unterwalden.

Les champs lapiaires sont localisés ici dans les calcaires du Malm, ils montrent les formes de corrosion les plus variées. On y voit d'abord fréquemment ces systèmes de rigoles dirigées suivant la ligne de plus grande pente et dont la profondeur s'accentue de haut en bas, et on y constate des rigoles droites sur les pentes relativement fortes, des rigoles sinueuses et souvent ramifiées sur les pentes faibles.

Ailleurs apparaissent d'autres types de canelures créés par l'action dissolvante des eaux le long de fissures ou de diaclases, ou encore suivant le plan de stratification.

Les abîmes et les grottes servant de passage aux eaux d'infiltration constituent ici un phénomène fréquent et il existe plusieurs cas de pertes de cours d'eau dans des champs lapiaires ; ainsi se perdent, par exemple, l'émissaire du Melchsee et celui du Seefeldsee. M. Arbenz cite aussi plusieurs exemples de lacs d'entonnoirs temporaires, qui se forment à la fonte des neiges et s'assèchent ensuite. Ces infiltrations

abondantes ont comme corrélatif la sortie de belles sources vauclusiennes.

Il est des cas ou le réseau des crevasses lapiaires devient trop complexe pour pouvoir être expliqué par la simple intervention des eaux superficielles suivant la ligne de plus grande pente, le long de fissures ou de zones moins résistantes. M. Arbenz suppose alors la succession de deux phases karstiques séparées par une phase glaciaire, pendant laquelle les formes superficielles ont été notablement modifiées dans le détail, et il trouve la confirmation de cette idée dans le fait que les surfaces lapiaires conservent souvent les restes de formes moutonnées.

Le fait que les lapiés sont actuellement couverts en partie par la végétation forestière s'explique facilement par le retrait des glaciers, auquel a correspondu une élévation progressive de la limite des forêts et un envahissement, par ces dernières, de régions absolument nues auparavant.

La **grotte de Beatus** qui s'ouvre au-dessus de la rive droite du lac de Thoune, a été visitée par M. Arn. Heim (**37**) qui en a donné une courte description.

La galerie est creusée dans la base de l'Urgonien qui appartient à la série normale du Beatenberg et que supportent les couches de Drusberg et le Kieselkalk hauterivien. Mais, chose curieuse, tandis que cette série crétacique est coupée par trois grandes failles longitudinales, la galerie ne suit aucun de ces plans de fracture et traverse, au contraire, une zone de roche non disloquée.

On peut pénétrer facilement jusqu'à une profondeur d'environ 700 m. dans l'ouverture, qui s'enfonce du S au N dans la montagne, en dessinant de nombreux contours, et en livrant constamment passage à un torrent. En cheminant, on peut remarquer le développement abondant par places des dépôts tuffeux, mais, par contre, la rareté des formations stalactitiques. Comme curiosités, M. Heim, a ramassé dans cette grotte quelques cailloux de granite et de calcaire non urgonien, dont il ne s'explique pas l'origine.

Au delà des 700 premiers mètres la galerie devient plus étroite et plus accidentée ; elle chemine d'abord au contact de l'Urgonien et des couches de Drusberg, puis elle ne tarde pas à s'enfoncer dans ces dernières.

M. Heim n'a pas réussi à expliquer, d'une façon satisfaisante, la genèse de cette grotte, qui ne peut pas être attribuée à un phénomène tectonique et dont la partie profonde est

creusée dans une formation peu favorable à la corrosion par les eaux, les couches de Drusberg.

M. E. Fleury (**26**) a exploré, dans la région de Vermes, la Scheulte, Montsévélier, Corban, Delémont, Bourrignon, Epauvilliers, Saint-Brais, treize grottes ou abîmes creusés dans les calcaires jurassiques. De ces études il conclut que la plupart des grottes du Jura bernois sont d'anciennes crevasses tectoniques, agrandies par l'eau ; il distingue les baumes ou caves, assez fréquentes, les abîmes, plus rares et les crevasses, qui se rencontrent surtout suivant les lignes d'inflexion brusque des couches ; il constate que, tandis que les formations stalactitiques ou d'incrustation sont rares dans les cavernes qu'il a étudiées, la terre jaune se rencontre dans toutes les grottes importantes.

M. E. Chaix (**21**) a conduit quelques participants au congrès international de géographie réuni à Genève, d'abord à Bellegarde et dans la vallée inférieure de la Valserine, puis dans les grands champs lapiaires du Désert de Platé, afin d'établir un parallèle entre l'action mécanique et tourbillonnaire des eaux torrentielles et l'action chimique du ruissellement.

Erosion torrentielle. — MM. J. Brunhes et C. Calciati (**17**) ont relevé dans le canyon de la Sarine divers indices manifestes d'une érosion prépondérante de la rive droite ; ce sont la fréquence particulièrement grande des parois à pic sur cette rive, la disparition rapide des éboulements qui y tombent, l'apparition répétée sur la rive droite, en aval du lobe développé de chaque méandre, de curieuses formes d'érosion en hémicycle, l'extension des grèves sur la rive gauche et la tendance générale du lit à s'approndir de gauche à droite.

Ces mêmes observations ont été brièvement publiées par M. C. Calciati seul (**20**), qui a expliqué l'érosion prépondérante de la Sarine à droite par l'intervention du mouvement de la rotation de la terre, conformément à la théorie dite de Baer.

En outre, M. C. Calciati (**19**) a décrit en détail les méandres encaissés par lesquels s'écoule la **Sarine** à travers le plateau fribourgeois, depuis Pont-la-Ville jusqu'à Laupen.

Pour l'auteur, ce tronçon du cours de la rivière est postglaciaire et les méandres qu'il comprend ont eu pour première cause les inégalités créées sur la surface du plateau par les accumulations morainiques. Le travail opéré par la Sarine dans ce parcours en est encore à un premier stade, comme

le prouvent la raideur des versants, la très faible influeuce exercée par le canyon sur la topographie des plateaux voisins et la vitesse du courant.

Le creusement du canyon ne s'est pas fait d'une façon absolument continue ; en effet, on retrouve plus ou moins nettement, dans tous les méandres, l'indication de trois terrasses séparées par des abrupts.

M. Calciati étudie longuement l'érosion latérale opérée par la rivière dans les boucles des méandres, qui tend constamment à approfondir ces boucles en même temps qu'elle les déplace lentement vers l'aval. Il montre que cette érosion latérale est plus marquée sur la rive droite que sur la rive gauche, et décrit la formation par l'intervention des tourbillons de poches creusées dans les boucles au pied de la paroi à pic de la rive concave.

L'auteur fait remarquer ensuite que le canyon de la Sarine montre des formes considérées comme typiques pour les trogs glaciaires, forme en U, affluents suspendus, paliers successifs, courbes fermées représentées par les poches précitées. Il figure au 1 : 10 000 le cours de la Sarine entre Hauterive et Illens et donne un bref commentaire de ces levers. Enfin, dans un dernier chapitre, il revient sur la question de la prédominance de l'érosion sur la rive droite, qui a déterminé une forme différente des boucles droites et gauches, qui a créé à droite des parois verticales plus étendues et plus fréquentes qu'à gauche, et qui a déblayé à mesure les éboulements de la rive droite, tandis qu'elle a laissé subsister ceux de la rive gauche. La seule explication satisfaisante de ce phénomène paraît à M. Calciati être l'hypothèse connue sous le nom de loi de Baer, d'après laquelle ce serait la rotation de la terre qui, dans l'hémisphère N., jetterait les eaux fluviales contre leur rive droite.

En concluant, M. Calciati remarque la concordance de la plupart de ses observations avec celles dont M. Vacher a publié récemment les résultats dans les *Annales de géographie*.

M. P. Girardin (**32**), se basant plus particulièrement sur le torrent de l'Envers en Maurienne, a cherché à préciser les causes de certaines **débâcles torrentielles.** Il a pu constater que le point de départ de ces débacles se trouve très souvent au débouché d'un torrent affluent et que le bassin d'alimentation de celui-ci est alors d'une part situé sur un circuit d'orages, d'autre part formé par des terrains meubles et délitables. Un semblable affluent barre périodiquement le cours d'eau prin-

cipal, détermine l'accumulation de l'eau en amont et devient cause d'une débâche lorsque la digue, par lui formée, se rompt sous la pression de l'eau.

Hydrographie.

M. G. Eisenmenger a consacré deux notes successives à des sujets intéressant l'hydrographie des Grisons. Dans la première (**23**) il développe l'idée que les cours d'eau descendant des Alpes lépontiennes à la plaine du Pô, activés dans leur travail d'érosion par l'affaissement de celle-ci, ont reculé rapidement leurs sources, se sont emparés de plusieurs affluents du Rhin et ont contribué à repousser vers le N les cols du Lukmanier et de la Greina.

Dans une seconde note, M. G. Eisenmenger (**24**) a fait la critique de l'interprétation proposée par M. Alb. Heim pour l'évolution hydrologique de la **vallée de Davos** et a proposé une tout autre solution de la question. Il arrive aux résultats suivants :

1° La Landwasser primitive, prenant sa source dans la vallée de Davos, au N de la gorge des Züge, s'écoulait vers le Praettigau et la vallée de la Landquart.

2° Ce sont les grandes moraines accumulées dans la région de Davos qui ont barré cet écoulement vers le N en déterminant la formation d'un grand lac.

3° Puis l'écoulement au S a été établi par l'érosion régressive du torrent de Jennisberg et probablement par la rupture du barrage morainique existant dans cette direction.

D'autre part, M. G. Eisenmenger (**25**) s'est occupé de l'origine du **coude du Rhin à Bâle.** Il admet que le Rhin s'écoulait à l'époque pliocène par les vallées de l'Allaine et du Doubs vers la Saône. Sa déviation vers le N, qui a suivi, s'est effectuée à un moment où le niveau du fleuve était notablement plus haut qu'aujourd'hui et où le Sundgau avait pris un caractère lacustre. Elle s'est faite pour ainsi dire par étapes, le fleuve décrivant d'abord un vaste arc de cercle par les vallées de la Birsig, de l'Ill en amont d'Altigen, de la Larg et de l'Ill en aval d'Illfurt, puis resserrant progressivement cet arc et passant par les vallées de l'Ill, du Thalbach, du Wahlbach, et du Niedermattgraben, avant d'adopter son cours actuel.

M. G. Michel (**46**) a soumis à une étude approfondie l'hydrographie du **bassin de la Sarine** dans la partie intérieure de son cours.

Cet examen l'a amené à relever d'abord l'asymétrie frappante qui existe entre les deux versants de ce bassin, et qui se manifeste d'une part dans la richesse beaucoup plus grande en affluents de la rive droite, d'autre part dans le fait que tandis que les affluents de gauche arrivent à la rivière en formant avec elle des angles aigus, ceux de droite forment au contraire avec elle des angles droits. Cette asymétrie se retrouve du reste dans les bassins de la Broye et de l'Aar en aval de Wyleroltigen, constituant donc un phénomène général.

Quant au relief du plateau fribourgeois, M. Michel remarque le fait qu'il comporte une succession de chaînes basses, orientées du SW au NE, qui, il est vrai, sont actuellement morcelées en une succession de collines, mais dont la continuité primaire ne paraît pas faire de doute. La plus importante de ces chaînes suit au NW la vallée de la Sonnaz d'abord, puis celle de la Sarine, s'étendant de Seedorf jusqu'à Biberen. Une autre passe au S de Belfaux et se suit jusqu'aux environs de Laupen. Entre ses crêtes s'allongent dans la même direction d'anciennes vallées, dont les formes ont été arrondies par les glaciers et dont l'écoulement se faisait d'une façon générale au NE.

Ce paysage aux allures anciennes contraste d'une façon remarquable avec les formes déchiquetées et abruptes qu'offrent les vallées de la Sarine et de ces affluents, qui sont manifestement dans un stade de jeunesse.

Reprenant ensuite en détail l'étude des affluents gauches de la Sarine, l'auteur montre comment leur régime a été profondément modifié par de nombreuses captures. C'est ainsi que la Glane s'écoulait d'abord directement sur Fribourg, dont elle a été déviée par les moraines de Pérolles. Le Lavapesson prenait d'abord sa source au SW de Corminbœuf et a été décapité par un affluent droit de la Sonnaz. Un important cours d'eau s'écoulait par l'ancienne vallée qui comprend le bassin supérieur de l'Arbogne, la dépression de Noréaz et de Cournillens, puis la vallée supérieure de la Bibera et qui aboutissait dans le marais d'Agelsee sur la rive gauche de l'Aar, en face d'Altigen. Cette vallée a été tronçonnée d'abord par le captage de l'Arbogne par un affluent de la Broye, puis par deux captages opérés par deux bras du Chandon affluent du Lac de Morat, puis par un captage effectué par la Crausaz affluent de la Sonnaz et enfin par le détournement à l'W de la Bibera, qui a été dirigée vers la Broye.

Ainsi une partie importante des eaux du plateau fribourgeois, qui s'écoulait d'abord au NE vers la Sarine a été en-

traînée à l'W vers la Broye. Le phénomène, si fréquent ici, des captures est la conséquence du recul des sources des affluents de la Sonnaz et surtout de la Broye au travers des crêtes molassiques. C'est cette érosion régressive qui a créé entre les anciennes vallées longitudinales des tronçons transversaux, dont les formes frappent pas leur fraîcheur et leur caractère général de jeunesse.

Les affluents droits de la Sarine ont été à leur tour étudiés par M. Michel, qui fait intervenir de nouveau ici de multiples captures, ayant eu dans la règle pour effet de dévier les eaux de leur écoulement primaire vers le NE dans la direction de l'W. Ainsi pour la Gérine l'auteur admet qu'il y a eu une première capture par érosion régressive en aval de Marly, une seconde près de Tinterin qui a décapité l'ancienne Taferna. De même le Gotteron, primitivement simple ruisseau latéral de la Sarine, a capté d'abord le Tasbergbach à Mühlethal, puis les eaux de l'ancienne vallée du Roggackerbach. Ces captures ayant eu lieu avant que le Tasbergbach, ou ancienne Taferna supérieure, eût été décapitée plus en amont par la Gérine, le Gotteron a possédé momentanément un débit considérable, qui lui a permis de creuser la large tranchée par laquelle sa vallée aboutit à la Sarine.

Ainsi, ici encore, M. Michel arrive à admettre l'existence primaire d'une grande vallée, celle de la Taferna, qui, prenant naissance au N du massif de la Berra, se dirigeait par la vallée du Tasbergbach et Tavel jusqu'à la vallée actuelle de la Taferna; une vallée affluente, dirigée parallèlement du SW au NE, naissait près de Ditlaret et descendait vers Saint Antoine, où elle rejoignait la précédente. Comme sur le plateau fribourgeois les tronçons de capture se distinguent par leurs formes fraîches et abruptes.

Du reste ce caractère de déviation subséquente des eaux vers l'W, qui se manifeste soit sur le plateau fribourgeois au profit de la Broye, soit plus à l'E dans les bassins actuels de la Gérine et du Gotteron, prend une ampleur considérable si l'on envisage le cours inférieur de la Singine et le cours de l'Aar en aval de Berne. M. Michel admet en effet que primairement la Singine s'écoulait de Thörishaus par la vallée du Stadtbach sur Berne, que l'Aar se dirigeait de Berne par Burgdorf sur Soleure ou Wangen. Pour lui l'Aar, gênée dans son travail d'affouillement par les moraines de la glaciation de Riss a été captée une première fois par un affluent de la Sarine passant par la vallée de Lyss-Münchenbuchsee, puis, après la dernière glaciation, un nouveau captage a

établi le cours actuel par Wyleroltigen. C'est de même un affluent latéral de la Sarine qui, reculant sa source, a capté la Taferna et la Singine.

Dans un chapitre final M. Michel établit les faits généraux qui ressortent de son étude; il montre comment un réseau fluvial subséquent s'est superposé dans le bassin de la Sarine à un ancien réseau conséquent et comment cette substitution a eu pour effet une extension considérable du bassin vers l'E, une diminution sensible de celui-ci vers l'W. Puis il étudie en détail le processus de l'érosion régressive opérée par les rios affluents à partir d'une rivière active. Enfin, considérant comme la cause évidente de la transformation subie par l'hydrographie une reprise du travail de l'érosion par les grands cours d'eau, M. Michel cherche à établir le fait que lorsqu'existait la topographie ancienne qu'il a reconnue, la Sarine occupait à Fribourg un niveau bien marqué par la terrasse du Collège, tandis que pendant la période interglaciaire Riss-Würm le thalweg a été abaissé jusqu'au niveau de la terrasse de l'Hotel de Ville et de Saint Nicolas, qui a été couverte pendant la glaciation de Würm par les alluvions de Pérolles, et qu'enfin, après la dernière glaciation, une nouvelle phase d'affouillement a amené le thalweg au niveau de la terrasse de la Basse Ville.

Ces trois terrasses constatées à Fribourg se retrouvent du reste sur de nombreux points du cours de la Sarine et M. Michel se demande en terminant, si les phases alternatives d'affouillement et d'alluvionnement qu'elles impliquent ne sont pas en relation avec des mouvements de bascule, qui ont influé sur l'inclinaison des vallées.

Limnologie.

La commission hydrologique suisse a poursuivi pendant l'année 1908-1909 quelques études sur la **sédimentation dans les lacs**, dont M. F. Zschokke a brièvement indiqué la méthode dans son rapport à la Société helvétique des Sciences naturelles (**57**).

Il convient d'autre part de citer ici une série d'observations faites par M. Th. Nussbaumer (**48**) sur les eaux du lac de Zoug et sur les impuretés que leur apportent les égouts de la ville du même nom. L'auteur a constaté, comme de juste, un apport considérable par les égouts, soit d'éléments dissous, soit de troubles en suspension, soit de microorganismes, Mais il a observé par contre la diminution très rapide de ces

impuretés diverses vers le large, si bien qu'à 400 ou 500 m. il n'en reste plus rien. Les raisons multiples de cette prompte disparition sont la dilution, la sédimentation, l'intervention des mouvements de l'eau, de la chaleur et de la lumière solaire, diverses réactions chimiques inorganiques, et surtout l'action des organismes variés qui peuplent l'eau, bactéries, algues, champignons, protozoaires etc. . . . .

Sources.

M. G. Nussberger a examiné à un point de vue à la fois chimique et physique plusieurs **sources des Grisons.**

Dans une première notice (**50**) il a décrit les eaux de Peiden qui, dans le Val Lugnez, sortent des Schistes lustrés à proximité d'amas de gypse et de couches pyritifères et qui sont par suite riches en fer, en sulfate de chaux et en acide carbonique. L'une des sources contient du Lithium.

Les eaux de Tomils, décrites ensuite par le même auteur (**49**), sortent aussi des Schistes lustrés et sont, comme les précédentes, caractérisées par leur teneur en fer et en sulfate de chaux.

Enfin M. Nussberger (**51**) s'est occupé de la source du Tenigerbad, qui débouche aussi des Schistes lustrés; ces eaux ont une température de 13,5°; elles ne contiennent ni Bor, ni Lithium, mais renferment beaucoup de sulfate de chaux (presque à saturation) et des sulfates de magnésie et de strontium.

Les **sources d'Henniez** dans la vallée de la Broye, dont l'exploitation a été reprise en grand dans ces derniers temps, ont fait l'objet d'une étude physique et chimique entreprise par M. J. Amann (**12**). Leurs caractères spéciaux ont pu ainsi être définis comme suit: température constante, limpidité parfaite, minéralisation composée en majeure partie des bicarbonates de calcium et de sodium avec, comme éléments secondaires, le bicarbonate de magnésium, des sulfates, des sesquioxydes; pas trace de sulfures; teneur en CO_2 libre représentant un tiers de la saturation sous la pression athmosphérique moyenne; traces de Lithium; pression osmotique faible et dissociation rapide des constituants de la minéralisation en ions positifs et négatifs.

M. A. Schweizer (**54**) a mesuré pour une série d'eaux minéralisées de Suisse la **radioactivité des eaux de source.** Il a toujours opéré sur place en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les pertes. Les résultats de ces mesures

ont été publiés conjointement avec les indications utiles sur les conditions géologiques de chaque source, sa composition chimique générale, sa température et son débit.

Du reste trois sources seulement parmi celles étudiées se sont montrées fortement radio-actives : celle de Dissentis avec 46-47 unités de Mache, celle de Lavey avec 11 unités de Mache et celle de Solis avec 8,16 unités de Mache.

Glaciers et Névés.

Variations des glaciers. MM. E. Brückner et E. Muret (**14**) continuent la publication de leurs rapports annuels sur les variations des glaciers en général. En 1909 ils ont donné le résultat des observations concernant l'année 1907 et ont fait ressortir le fait de la décrue pour ainsi dire générale des glaciers pendant la période 1906—07 dans l'ensemble des Alpes françaises, suisses, italiennes et autrichiennes. Dans les Pyrénées par contre la décrue est momentanément arrêtée, en Norwège la majorité des glaciers observés sont en phase de crue. Dans les Montagnes Rocheuses, l'Alaska, la Colombie britannique, le Pamir, l'Himalaya, c'est la décrue qui prédomine presque généralement et les cas isolés de crue semblent être dus à des conditions accidentelles.

Ce rapport a été résumé dans les Archives de Genève par M. F. A. Forel (**27**).

Dans le même domaine je dois signaler quelques observations sur les mouvements de certains glaciers du massif de la Silvretta, faites en 1907 par M. M. Fritsch (**30**), et qui montrent un recul considérable subi par l'ensemble de ces glaciers depuis 1902.

MM. F. A. Forel, E. Muret et P. L. Mercanton (**29**) ont, en 1909 comme pendant les années précédentes, publié un rapport d'ensemble sur les variations des glaciers et des névés des Suisse, consacré cette fois à la période 1907—08.

La première partie de cette publication, rédigée par M. Forel traite des variations de débit du torrent glaciaire et des variations de l'ablation. L'auteur constate d'après les données réunies par la commission des glaciers que d'abord l'ablation varie en fonction inverse de l'altitude, qu'ensuite elle peut varier pour un même point du simple au double d'une année à l'autre.

Parmi les facteurs qui influent sur l'ablation M. Forel examine successivement : 1° la chaleur rayonnée directement par le soleil qui peut fondre une couche de 8 mm. en une

heure et doit être considérée comme le facteur le plus important ; 2° la chaleur rayonnée par l'athmosphère ou 3° par les montagnes encaissantes ou 4° par le glacier lui-même ; ces éléments ont des valeurs difficiles à apprécier ; 5° la chaleur de contact de l'athmosphère dont l'influence est considérablement augmentée par les vents ; 6° la chaleur livrée par la pluie.

M. Forel consacre un chapitre spécial a l'influence de l'humidité de l'air qui suivant son degré, détermine des chutes de pluie ou de neige, des condensations de nuages, une évaporation de la glace, ou au contraire une condensation d'eau à la surface du glacier.

Attribuant une importance beaucoup plus grande dans le phénomène d'ablation à la radiation solaire qu'à l'action de contact de l'athmosphère, l'auteur explique la fusion plus rapide des glaciers dans les bas que dans les hauts par l'intervention des précipitations athmosphériques qui, se faisant sous forme de neige sur les hauteurs, y couvrent les glaciers d'un tapis protecteur, tandis que plus bas elles tombent en grande partie sous forme de pluie et contribuent ainsi à l'ablation.

En terminant M. Forel pose le principe que le débit du torrent glaciaire étant proportionnel à la superficie du glacier soumis à une ablation effective, il doit être plus grand pendant les phases de maximum du glacier, plus petit après une décrue.

La seconde partie du rapport sur les variations des glaciers en 1908 est rédigée par M. Mercanton et traite de l'enneigement. Elle nous montre qu'en 1908 l'enneigement a été moins considérable qu'en 1907, mais qu'il a été plus tardif et qu'il a en outre présenté une second maximum en septembre. D'après des renseignements réunis par différentes personnes sur les Alpes grisonnes, les Alpes centrales, le massif de Trient, le massif du Mont Blanc, le Val d'Entremont, le massif des Diablerets et celui de la Jungfrau, on peut conclure que l'année 1908 a été en somme une année d'enneigement stationnaire.

La chronique des glaciers en 1908 a été établie par MM. Forel et Muret. Nous y voyons que sur 67 glaciers mesurés 51 sont en décrue manifeste, 2 sont stationnaires, 14 sont en crue plus ou moins certaine. La décrue est donc encore fortement dominante et affecte en particulier tous les grands glaciers ; pourtant le recul des fronts a été en général moins accusé en 1908 que pendant les années précédentes et des

cas plus nombreux de crues se manifestent parmi les petits glaciers. Ainsi dans les Alpes vaudoises le glacier de Zanfleuron a augmenté, ainsi que ceux du Martinet, du Petit Plan Névé, du Grand Plan Névé, du Sex Rouge; il en est de même dans les Alpes bernoises pour les glaciers de Stein, d'Unter-Grindelwald, de l'Eiger, dans les Alpes d'Uri pour le glacier de Kehlefirn, dans les Alpes d'Obwalden pour les glaciers de Griessen et de Firnälpeli. Enfin dans le Valais on a trouvé en crue faible les glaciers de Kaltwasser et de Turtmann.

M. P. L. Mercanton (40) a reproduit ailleurs les observations précitées sur l'enneigement en 1908. Il a en outre, dans une notice spéciale (45), montré qu'en 1909 l'enneigement a été plus fort dans le Val d'Entrement qu'en 1908, mais que la fonte des neiges au printemps a été beaucoup plus rapide. D'autre part M. F. A. Forel (28), se basant sur les observations faites à Lavey et aux forts de Saint Maurice, ainsi que dans le Val d'Entremont et au Grand Saint Bernard, a calculé que l'épaisseur de la chute de neige fraiche annuelle doit augmenter dans les altitudes moyennes de 40 à 50 cm. par hectomètre d'élévation.

D'après le rapport publié par M. E. Hagenbach-Bischoff (34) sur les variations du glacier du Rhône pendant l'année 1907—08 le front de ce glacier s'est retiré en moyenne de 30 m. et son volume a continué à diminuer dans des proportions considérables. L'ablation a été plus forte qu'en 1907; par contre les chutes de neige ont été plus abondantes et la vitesse de marche a été un peu plus grande.

M. J. Vallot (55), qui pratique depuis 20 ans des mesures d'épaisseur sur le glacier de la Mer de Glace (Chamonix), a reconnu que depuis 50 ans la surface de ce glacier s'est abaissée dans la région inférieure d'environ 50 m. Il a constaté d'autre part l'absence presque complète de dépôts morainiques au dessus de la moraine du commencement du 19e siècle et, se basant sur ses 2 observations, il a conclu que ce qui a été dit sur la période glaciaire pourrait être considérablement exagéré.

A propos de ces mesures d'épaisseur il convient de citer ici la description qu'a donnée M. P. L. Mercanton (41) d'un nouvel engin, qu'il a imaginé pour les forages de glaciers et qui, opérant avec l'aide de l'eau, donne un résultat rapide.

Fusion des Névés. M. R. Neumann (47) a eu l'occation d'examiner le 28 juillet 1908, sur le sommet du col du Saint-

Gothard, une surface de neige possédant la structure caractéristique du névé et criblée d'innombrables cavités en entonnoir. Celles-ci, profondes de 30 à 40 cm. étaient alignées nettement suivant la direction E-W, moins clairement suivant la direction N-S, laissant entre elles des arêtes et des saillies coniques. L'auteur attribue ces formes curieuses à l'action du soleil et adopte pour ce cas particulier l'explication exposée par M. W. Meyer pour les « Sonnenpenitentes » ; cette manière de voir est confirmée par le fait qu'une longue période de beau temps chaud avait réalisé au Gothard avant la date de l'observation des conditions assez semblables à celles qui règnent dans les régions tropicales.

M. P. L. Mercanton (42) a observé de son côté dans le massif du Haut de Cri, à 1850 m. d'altitude, sur un petit champ de vieille neige une quantité de dépressions en entonnoir de dimensions diverses, mais ayant un angle d'ouverture constant d'environ 100°.

Ces dépressions coupaient des strates de neige et des couches de débris pierreux et leur fond était occupé par des débris de même nature.

L'auteur voit dans ce phénomène l'action de la chaleur solaire influencée par la présence des éléments pierreux.

M. M. Lugeon (38) parlant du glacier de la Plaine Morte (Wildstrubel) commence par faire ressortir le caractère diffluent de ce glacier qui alimente 5 effluents divergents, puis il décrit des dépressions en entonnoir, qui se creusent à sa surface au dessus des points principaux d'infiltration des eaux de fusion sous-glaciaires.

Moraines. M. P. L. Mercanton (44) a cité le cas d'une dalle émergeant, à grande distance des rives, du glacier de Miage italien (Mont Blanc) et y a vu un argument saisissant en faveur de l'idée de la formation des moraines médianes par émergence à la surface des matériaux arrachés au lit.

Avalanches. Nous devons également à M. P. L. Mercanton (43) la description d'un coup de vent tourbillonnaire, déterminé par une avalanche descendue en 1904 des pentes du Mont Cavouère (vallée de la Lizerne, Valais). Le fait a été rendu particulièrement clair ici par la destruction d'une forêt qu'il a déterminée, mais il est probablement très fréquent.

Erosion glaciaire. La question de l'érosion glaciaire continue à être l'objet de nombreuses discussions. M. J. Brunhes entre autre lui voue toujours un intérêt particulier ; dans

une première note il a exposé (**16**) les arguments qui le poussent à attribuer une part très importante à l'action des eaux, dans le travail général de l'érosion glaciaire. Dans une seconde publication (**15**) il a attiré l'attention sur la présence d'incisions étroites à versants abrupts soit dans le fond de certaines auges glaciaires, où elles sont partiellement remplies de moraine, soit sous la partie frontale de certains glaciers actuels, où elles sont plus ou moins envahies par le glacier. Il attribue ces incisions à l'action du torrent glaciaire travaillant suivant la tactique tourbillonnaire.

De son côté M. E. DE MARTONNE (**39**) se basant sur des observations faites soit en France, soit en Suisse, a cherché à préciser les causes qui tendent à accentuer sous la langue terminale des glaciers tantôt l'érosion purement glaciaire, tantôt l'érosion torrentielle. Il a établi que les signes de la première sont toujours manifestes sur les paliers, tandis que ceux de la seconde sont marqués sur les gradins, ce qui semble résulter du fait que sur les paliers la glace porte sur son lit en même temps que la moraine de fond s'accumule, tandis que sur les gradins la glace se décolle de son fond et la moraine de fond est peu abondante sinon absente.

Du reste il faut admettre que ces inégalités d'adhérence au lit se retrouvent sous les différentes parties du glacier et peuvent influencer sur toute la longueur de celui-ci l'action érosive.

C'est une question qui touche à celle soulevée par MM. Brunhes et de Martonne, qu'a abordée M. E. GOGARTEN (**33**) lorsqu'il a cherché à mesurer les transports effectués par les eaux torrentielles et plus particulièrement par les torrents glaciaires.

Après avoir collationné un grand nombre de données recueillies en divers pays par de multiples observateurs, l'auteur a opéré une série très importante de dosages sur les eaux du torrent de Hüfi sortant du glacier du même nom dans la vallée de Maderan (Uri). Il a pu montrer ainsi que la quantité de vase transportée par un torrent glaciaire varie dans des proportions considérables et cela souvent pendant un espace de temps très court, ce qui nécessite, pour obtenir un résultat valable, un nombre très grand de dosages opérés à petits intervalles, à toutes les heures du jour et de la nuit.

M. Gogarten insiste aussi sur la nécessité de tenir compte, plus qu'on ne l'a fait en général, des conditions géologiques et topographiques du bassin glaciaire, avant de tirer aucune

conclusion concernant l'érosion glaciaire de la quantité des matières transportées par les eaux effluentes. Il estime qu'il faut pour cela déterminer : 1° la surface du glacier ; 2° la surface non couverte par le glacier dans le bassin correspondant ; 3° lanature géologique de ce bassin et les surfaces occupées par chaque formation distincte ; 4° la composition des moraines actuelles et anciennes ; 5° les conditions climatiques qui ont régné pendant la durée des observations et l'état de l'enneigement ; 6° les quantités de matières transportées par les eaux glaciaires mesurées heure par heure ; 7° le débit et la température de ces eaux à chaque prise.

Sédimentation.

M. L.-W. Collet (**22**) a résumé, en les commentant sur quelques points, les observations concernant la **stratification actuelle** que M. Philippi a déduites des sondages qu'il a opérés dans les régions subantarctiques pendant le voyage du Gauss.

Il montre comment dans les régions subantarctiques les sédiments pélagiques ont une teneur en calcaire qui va, dans la règle, en augmentant de bas en haut, passant ainsi progressivement de l'argile rouge à la vase à globigérines, et comment d'autre part les vases à globigérines se continuent jusqu'à des profondeurs d'autant plus grandes qu'on s'éloigne davantage du pôle.

Rappelant que la nappe d'eau froide qui tapisse le fond des océans a une origine antarctique, et que cette eau s'épuise en oxygène en coulant du S au N, il explique ainsi l'extension en profondeur des vases calcaires vers le N. Quant à l'enrichissement des vases en calcaire de bas en haut en un point donné, il s'explique par le fait que, les glaces polaires ayant eu antérieurement une extension beaucoup plus grande qu'actuellement, la zone de départ de la nappe profonde ayant été par conséquent moins éloignée qu'aujourd'hui de chaque point, les eaux froides subissaient dans leur trajet plus court une perte moindre en oxygène et réduisaient davantage les précipitations calcaires.

Si l'on suppose maintenant qu'à des époques géologiques plus reculées, les pôles étant libres de glace et la nappe d'eau profonde pouvant avoir par suite une température notablement supérieure à 0°, la quantité d'oxygène dissous dans cette nappe devait être beaucoup moindre, on doit admettre que des dépôts calcaires pouvaient s'accumuler dans des con-

ditions de profondeur toutes différentes de celles qui limitent actuellement leur extension.

Quant aux alternatives répétées de couches plus ou moins calcaires constatées par les sondages du Gauss comme par l'étude des dépôts anciens, elles doivent s'expliquer par des variations de profondeur.

Enfin, dans un dernier chapitre, M. Collet parle des dépôts de sables que l'on a découverts en différents points, en plein océan et à de grandes profondeurs. Avec M. Philippi, il les considère comme dûs à la destruction d'îles isolées et à la dispersion de leurs éléments constituants ; il y voit, dans plusieurs cas, la preuve de mouvements récents ayant affecté les bordures des géosynclinaux modernes.

A la suite du beau travail de M. Philippi, M. Alb. Heim (**35**) a été amené à reprendre la question de la stratification et a montré que les observations du savant océanographe allemand ne fournissent aucune explication pour le cas des couches de composition différente, qui alternent plusieurs centaines de fois les unes avec les autres, en n'atteignant individuellement que de très faibles épaisseurs.

M. Heim reconnaît que dans beaucoup de cas on peut expliquer ces alternances par des variations saisonnières ou par des variations climatiques cycliques, mais il considère que cette explication n'est pas admissible pour beaucoup de sédiments, dont les couches sont trop épaisses pour s'être déposées en une courte durée, ou pour d'autres qui sont stratifiés sans modifications lithologiques.

Pour expliquer spécialement les alternances de calcaire et de marnes, l'auteur commence par exprimer la conviction qu'une part importante du carbonate de chaux et de la silice accumulés dans les sédiments s'y est déposée par précipitation chimique. Il admet ensuite comme probable que les alternances de lits marneux et calcaires sont dues à des variations périodiques des précipitations organiques et chimiques, les précipitations détritiques argileuses restant sensiblement constantes.

Pour appuyer cette manière de voir, M. Heim cite une série d'exemples ; il fait en outre remarquer que dans le cas des sédiments homogènes la stratification est un caractère constant pour les dépôts organiques-chimiques, tandis qu'elle n'apparaît souvent pas dans les dépôts purement détritiques. D'autre part, dans le cas des sédiments hétérogènes, les alternances de faciès sont régulières, périodiques, pour les dépôts organiques-chimiques, irrégulières pour les dépôts détritiques.

Pour expliquer les alternances multiples de couches minces appartenant à deux types opposés, M. Heim ne voit pas d'autre explication possible que celle qui fait intervenir une oscillation périodique des conditions chimiques de part et d'autre d'un état d'équilibre, et il suppose que cette oscillation est déterminée par des phénomènes organo-chimiques en relation directe avec la sédimentation. Il se représente, par exemple, une eau de mer d'abord relativement riche en calcaire, dans laquelle certains organismes à coquille calcaire pourront prospérer, puis un appauvrissement de cette eau en $Ca\,CO_3$ par l'absorption même qu'effectuent les organismes, diminution quantitative par contre-coup de ceux-ci et du dépôt calcaire qui se formait à leur dépens ; ensuite, nouvel enrichissement de l'eau en $Ca\,CO_3$, à cause de la moindre absorption organique et par contre-coup nouvel épanouissement des organismes calcaires, ces oscillations pouvant se répéter indéfiniment. La même explication pourrait être adoptée pour les sédiments et les organismes siliceux. Du reste, dans l'esprit de l'auteur, elle n'implique pour les alternances de stratification périodiques que des oscillations de très faible amplitude de part et d'autre de l'état d'équilibre chimique de l'eau.

Ces mêmes idées ont été publiées en résumé par M. Alb. Heim (**36**) à l'occasion de la réunion de la Société helvétique des sciences naturelles.

Tremblements de terre.

M. A. de Quervain (**52**) a rendu compte, comme pour les années précédentes, des **tremblements de terre ressentis en Suisse** pendant l'année 1908. Ces séïsmes sont du reste peu nombreux et se répartissent comme suit :

1° Secousse très localisée à la Chaux-de-Fonds, le 20 janvier, à 1 h. du matin.

2° Roulement souterrain perçu à l'hospice du Grand-Saint-Bernard, 29 janvier, à 10 h. 30 du matin.

3° Ebranlement local aux Ormonts-dessus (Préalpes vaudoises), le 9 mars, à 5 h. 37 après-midi.

4° Secousse douteuse à Clarens, le 23 mai, à 4 h. 16 du matin.

5° et 6° Le 24 mai, un séïsme a été ressenti à 3 h. 20 du matin, à Splügen ; un autre, à 8 h. du soir, aux environs de Lugano.

7° Le 5 novembre, une secousse douteuse à Rüschlikon, au bord du lac de Zurich.

8° Le 3 décembre, à 5 h. 40 du matin, un ébranlement à Saint-Livres sur Aubonne (Vaud).

9° Le 4 décembre, trois chocs rapprochés ressentis entre 3 h. et 3 h. 15 du matin à Le Vaud sur Begnins (Vaud).

10° Le 12 décembre, plusieurs secousses très faibles entre 1 h. 05 et 1 h. 45 du matin, à Rolle (Vaud).

11° Le 27 décembre, à 11 h. 15 du soir, un choc à Neuchâtel.

12° Le 28 décembre, à 5 h. 15-20 du matin, une série de secousses ressenties en différents points du canton de Neuchâtel et du Jura bernois, en relation évidente avec le grand tremblement de terre sicilien.

A la suite de cette énumération, M. de Quervain consacre quelques pages à la description des anomalies acoustiques qui se sont manifestées le 25 novembre 1908 au matin, à la suite de l'explosion du magasin de dynamite du chemin de fer de la Jungfrau. Le bruit de cette détonation réfléchi vers le NE n'a, en effet, pas été entendu dans toute la région comprise entre la vallée de l'Aar et le canton de Zurich, tandis qu'il a été très nettement perçu, par un grand nombre de personnes, dans tous le bassin du lac de Constance et fort loin dans le Grand-duché de Baden et le Wurtemberg. L'explication la plus plausible de cette anomalie paraît résider dans un renvoi vers la terre des ondes acoustiques, qui se sont brisées dans les couches élevées de l'athmosphère sous l'influence des vents progressivement accélérés du SW.

Les données séïsmologiques concernant la Suisse en 1908 ont été publiées d'autre part en résumé par M. J. Früh (**31**), qui a terminé son rapport en annonçant l'installation prochaine d'une station séïsmographique à Zurich.

M. H. Schardt (**53**) a cherché, à l'occasion du terrible tremblement de terre sicilien du 28 décembre 1908, à reconnaître le contre-coup, en Suisse, de ce phénomène séismique. Il a pu être établi, pour la Suisse occidentale, l'existence des secousses suivantes, du reste toutes faibles :

1° Le 28 décembre 1908, à 5 h. 15-25 du matin, dans le Jura neuchâtelois et bernois.

2° Le 15 janvier 1909, entre 9 h. et 10 h. du soir, à Neuchâtel et à la Chaux-de-Fonds.

3° Le 18 janvier, à 2 h. 25 du matin, à Neuchâtel et Travers.

4° Le 22 janvier, à 5 h. 30 du matin, à Lyss.

5° Le 22 janvier, à 1 h. 30 après-midi, à Neuchâtel.

De son côté, M. C. Bührer (**18**) a signalé plusieurs mouvements séismiques légers, qui ont affecté la partie orientale dn bassin du Léman en janvier et février 1909. Le 10 et le 17 janvier, de faibles secousses ont été ressenties à Saint-Gingolph ; le 17 février, un mouvement notablement plus important a ébranlé toute la plaine du Rhône en aval de Saint-Maurice et les deux rives du haut Léman, spécialement la rive N jusqu'à Lausanne.

Géothermie.

En 1908, M. J. Kœnigsberger avait proposé une formule pour la détermination du degré géothermique, en tenant compte de l'influence des infiltrations (voir Revue pour 1908). Depuis lors M. E. von Willmann (**56**) a montré que, dans l'évaluation de l'action des infiltrations sur la température, il faut tenir compte non seulement de la quantité des eaux, mais aussi de la durée de leur trajet souterrain et de la façon dont elles s'amoncellent en profondeur.

IIIe PARTIE — TECTONIQUE. DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Tectonique alpine en général.

La théorie des grandes nappes de recouvrement alpines tend à se répandre dans des cercles toujours plus étendus et chaque année des conférences sont consacrées à ce sujet. C'est ainsi qu'en 1909 M. L. Bertrand (**62**) a fait un exposé de l'interprétation actuelle de la structure des Alpes en mettant spécialement en lumière l'ampleur du phénomène des recouvrements et des transports vers le N.

J'ai signalé dans la *Revue* pour 1907 une notice, dans laquelle M. O. Ampferer cherchait à réfuter la théorie des charriages alpins par des arguments d'ordre physique. Récemment M. M. Smoluchowski a repris la question et est arrivé à des conclusions diamétralement opposées (**88**).

D'après lui aucun fait dans la physique du globe n'est contraire à la propagation lointaine d'un effort tangentiel et d'autre part l'idée de M. Ampferer, d'après laquelle l'écorce terrestre comprendrait des parties dures séparées par des régions plus tendres, ne pourrait être admise que si les sou-