Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 74 (1891)

Vereinsnachrichten: Géologie

Autor: [s.n.]

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: 01.10.2025

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

sultats analogues et par exemple produire des *Vanessa atalanta* beaucoup plus claires en soumettant les chrysalides à une température basse (expérience de Dorfmeister). Sur *Vanessa prorsa*, Dorfmeister a également reproduit la variété la plus foncée par l'action d'une température élevée et la variété claire *(V. levana)* par l'action du froid.

Géologie.

Président : M. le professeur E. Renevier, de Lausanne.
Secrétaires : M. le professeur L. Duparc, de Genève.
M. le professeur Schardt, de Montreux.

F.-A. Forel. Genèse du lac Léman. — R. de Girard. La forme de la Terre. — Émile Chaix. Nouvelle carte de l'Etna. — E. de Fellenberg. Coin calcaire dans le gneiss du Baldschieder (Valais). — Villanova. Sur l'Apatite de Jumilla province de Murcie. — L. Dnparc. Recherches sur le lac d'Annecy. — L. Duparc. Sur l'érosion et le transport dans les rivières torrentielles. — H. Schardt. Diverses particularités géologiques de la Gruyère.

Dans la première assemblée générale M. le prof. F.-A. Forel, de Morges, développe ses vues *sur la genèse du lac Léman*. Il estime avec Ch. Lyell et Rütimeyer que ce bassin est le reste, non encore comblé, d'une vallée creusée par le Rhône dans les âges intermédiaires au miocène moyen et à la fin de l'époque glaciaire. Cette vallée a été transformée en cuvette, où les eaux sont

devenues stagnantes, par l'affaissement du massif des Alpes. Dans l'histoire du lac il y aurait donc eu trois phases :

Phase de surexhaussement des Alpes relevées de cinq cents à mille mètres au-dessus des altitudes actuelles ; creusement de la vallée de Rhône jusqu'à un niveau relatif correspondant au plafond actuel du lac.

Phase d'affaissement des Alpes ; la région des Alpes descendant à l'altitude actuelle il y aurait eu établissement d'une contre-pente sur le cours de la vallée et formation du lac.

Phase de comblement qui a rempli d'alluvion le lac bas-valaisan, et continue à remplir le bassin du Léman.

Ces notions conduisent aux hypothèses suivantes :

La phase de surexhaussement des Alpes a eu pour conséquence forcée le développement des glaciers (première hypothèse de Charpentier); l'époque glaciaire suisse serait donc un phénomène local causé par l'élévation en altitude du pays. L'affaissement ultérieur des Alpes a dû amener la fusion des glaciers et la fin de l'époque glaciaire. L'établissement des lacs serait donc lié à l'époque glaciaire.

Les mêmes phénomènes, époque glaciaire et établissement de lacs, se retrouvant dans plusieurs contrées, Scandinavie, Écosse, Nouvelle-Zélande, on peut supposer que dans chacun de ces pays la même succession de phases s'est produite, localement et individuellement. Il semble donc, comme l'a énoncé A. Heim, qu'il y ait une loi générale qui fasse succéder une phase d'affaissement à la phase d'exhaussement des montagnes.

Ces hypothèses étant plausibles, il est permis de mettre en doute le dogme actuel d'une époque glaciaire généralisée. Dans chaque pays où les phénomènes glaciaires

ont apparu ils auraient eu une cause locale, et ils auraient été provoqués par des faits tectoniques de soulèvement exagéré des montagnes. Il n'y aurait donc pas lieu de rechercher des causes climatologiques d'ordre cosmique pour expliquer une époque glaciaire généralisée.

Dans l'assemblée générale du 21 août, M. R. DE GIRARD, professeur agrégé à l'École polytechnique fédérale, présente, sous toutes réserves, les éléments d'une méthode aprioristique de recherches sur *la forme de la Terre.*

Le problème, dit-il, a été mal posé. On s'est demandé : *Quelle est la forme de la Terre?* et la géodésie et la physique du globe se sont appliquées à sa solution sous cette forme. Chose remarquable, les résultats obtenus par ces deux sciences sont loin d'être satisfaisants. A quoi cela tient-il? Cela tient, répète le conférencier, à ce que le problème était mal posé. Il est impossible, croit-il, d'arriver à la solution de ce problème, et, en général, des questions de géologie transcendante, à moins de prendre comme base de la recherche le *principe de causalité.* Si l'*observation* doit rester la méthode générale de la géologie, du moins il est indispensable de lui donner, comme fil conducteur, une théorie aprioristique, indépendante des causes d'erreur inhérentes aux sciences expérimentales. Cette théorie directrice sera d'autant plus parfaite et plus féconde qu'elle sera plus purement mathématique.

Le *problème morphologique* doit être posé autrement. Nous savons que la lithosphère terrestre est animée d'un mouvement général d'écrasement centripète, conséquence de la nécessité où cette écorce se trouve de suivre, dans sa contraction progressive, le noyau central dans lequel elle trouve l'appui continu qui lui est indispensable. Ce

mouvement centripète général a commencé dès que la lithosphère fut constituée à l'état d'enveloppe solide continue. Il est la cause première et unique, en somme, de toutes les actions de dislocation dont l'ensemble constitue le *phénomène orogénique* dans la plus large acception du terme. Il est continu et permanent, bien qu'habituellement insensible pour les organismes de la surface, mais il admet des *maxima rapsodiques espacés* à travers toute l'existence de la planète. Ces périodes maximales sont ce qu'on a appelé (en exagérant souvent leur importance par rapport à l'intensité habituelle du phénomène) les *époques de dislocation;* ce sont les *périodes de débâcle* d'Élie de Beaumont. — Ce mouvement centripète général, avec toutes les dislocations secondaires qui en dérivent, est destiné à durer jusqu'à l'entier refroidissement du noyau interne.

Ce mouvement général d'écrasement centripète est donc le phénomène capital dans l'existence du globe depuis le jour où la lithosphère fut constituée. Forcément cet écrasement général doit modifier la figure de la Terre; bien plus, lui seul peut la déterminer en dernier ressort. Nous avons donc là *la cause* qu'il s'agit d'introduire dans la discussion et nous pouvons maintenant poser le problème morphologique dans ses véritables termes : *Quelle forme l'écrasement centripète général de la lithosphère doit-il donner à la Terre?*

La solution du problème ainsi posé est du ressort d'une science encore jeune, qui doit bon nombre de ses principes fondamentaux à Élie de Beaumont, l'illustre ingénieur des mines français, et dont nous possédons un maître dans la personne du professeur Heim, la *géologie mécanique.*

Cette science, croit l'auteur, arrive à la solution cherchée en se posant la question suivante : « L'écrasement lithosphérique, dont nous connaissons déjà la cause et le but : conserver sans cesse à la lithosphère l'appui continu qui lui est indispensable, cet écrasement doit-il, peut-être, satisfaire en outre d'autres nécessités mécaniques, en quelque sorte secondaires et propres à déterminer le mode de cet écrasement? »

Une étude quelque peu attentive nons amène à répondre affirmativement et à définir ainsi ces nécessités directrices :

La lithosphère doit suivre le noyau dans sa contraction progressive. Mais, tandis que le refroidissement de ce noyau, ralenti par l'enveloppe mauvaise conductrice que lui constitue la lithosphère, est loin d'être terminé; l'écorce, que rien (si ce n'est l'atmosphère) ne protégeait contre le rayonnement, est depuis longtemps refroidie et son volume est devenu invariable. Dès lors, un seul moyen lui reste pour diminuer son ampleur, que la contraction du noyau rend excessive, c'est le ridement et voilà l'origine de cette *tendance naturelle et générale au ridement,* déjà définie par Élie de Beaumont. Mais n'oublions pas que le plissement est une déformation et que, comme telle, il consomme, pour se produire, une certaine quantité de force vive. La déformation par plissement peut même devenir très intense et nécessiter l'emploi d'une très grande quantité d'énergie, si le nombre des courbures superposées dépasse seulement l'unité. D'une manière générale, le plissement est donc une déformation d'ordre élevé. Cela posé, et en vertu du *principe de la moindre action,* ou de la moindre consommation de force vive, qui n'est qu'une forme du principe général de

conservation de l'énergie, auquel sont soumises toutes les actions du monde physique, la lithosphère s'efforcera de restreindre autant que possible son travail de déformation, son ridement, c'est-à-dire qu'elle tâchera de conserver le plus possible intacte son étendue superficielle. Le problème à résoudre pour la lithosphère sera donc, à chaque instant, le suivant : « Enfermer un volume donné (celui du noyau à l'instant considéré) et impossible à modifier dans la surface extérieure la plus grande possible. »

La lithosphère devra donc choisir, parmi toutes les formes solides possibles pour elle, celle qui présentera la plus grande valeur pour le rapport de la surface au volume inclus. Voilà le problème morphologique définitivement posé; il est encore bien vague, mais il ne tardera pas à se déterminer davantage.

En effet, l'existence de la Terre, comme celle de toute planète, comprend deux phases : la *phase sidérale* et la *phase planétaire* (pour nous aussi *tellurique*).

La première phase précède, la seconde suit la formation de la lithosphère.

Laplace et Faye nous ont appris l'histoire de notre globe pendant la première de ces deux phases. Newton, Jacobi, Plateau et d'autres ont montré que cette première phase de son existence a donné à notre planète une forme ellipsoïdale peu différente de la sphère parfaite.

Lors donc que, durant la phase tellurique, la lithosphère s'écrase en vertu du mouvement centripète que nous avons défini, elle part de la forme sphéroïdale et la forme polyédrique vers laquelle elle tend devra pouvoir dériver du sphéroïde par écrasement centripète général, c'est-à-dire lui être inscriptible. Les formes possibles se

réduisent donc à celles des polyèdres réguliers. Or, parmi ces polyèdres, celui qui offre le maximum cherché pour le rapport de la surface au volume, c'est le *tétraèdre*. Donc, à priori, la loi générale de l'écrasement lithosphérique ne peut être autre que la *tendance* vers la forme tétraédrique.

Nous disons la *tendance*. En effet, il est aisé de voir que la déformation nécessairement tétraédrique de la lithosphère est condamnée à rester toujours très faible, trop faible, par exemple, pour se manifester jamais dans la *forme générale* de la Terre ou des autres planètes. La raison de cette *limite* à jamais infranchissable réside dans l'état de *plasticité latente* dans lequel se trouvent, ainsi que l'a montré le professeur Heim, les roches profondes par suite de la surcharge qu'elles supportent. Cet effet se produisant, pour toutes les roches connues, sous une hauteur de charge maximale de 10,000 mètres et la présence d'une masse plastique considérable à l'intérieur de la lithosphère, masse à laquelle la rotation conserve forcément la figure ellipsoïdale, contrecarrant la tendance de l'écorce vers le tétraèdre; il faudrait, pour que cette dernière tendance pût se réaliser d'une manière sensible, que le rayon du globe fut inférieur à 10,000 mètres, car alors la masse plastique interne serait supprimée. Or, le rayon terrestre est supérieur à 6,000,000 de mètres, c'est-à-dire plus de 600 fois trop grand pour permettre une déformation sensible. Des calculs appropriés font voir qu'il en est de même pour toutes les planètes. Toutes sont beaucoup trop grandes pour pouvoir présenter une déformation sensible. Seuls, quelques-uns des *astéroïdes* sont assez petits pour que la tendance polyédriste puisse, d'après la théorie, se manifester dans

leur forme générale. Or, l'astronomie consultée répond déjà que plusieurs de ces petits astres sont certainement polyédriques; toutefois, elle n'a pu encore reconnaître quelle est, au juste, leur forme. Ainsi donc, bien loin de combattre la théorie tétraédrique, l'astronomie se prononce plutôt en sa faveur.

Il resterait au conférencier à présenter plusieurs justifications de détail et à montrer comment la symétrie tétraédrique se révèle d'une façon incontestable dans les *grands traits* de la géographie et de la géologie terrestres, mais le temps l'en empêche et il termine en disant qu'il espère pouvoir publier bientôt l'ensemble de ses recherches sur ce sujet.

M. Émile Chaix de Genève présente une des premières épreuves de sa *carte de l'Etna* (Carta volcanologica e topografica dell' Etna, H. Georg, libr.-édit. Genève, 1 : 100.000) et l'accompagne de quelques détails.

Il s'est surtout servi, pour son travail, de l'atlas de l'Etna du baron Sartorius von Waltershausen et de l'ouvrage de M. v. Lasaulx; il a rectifié quelques erreurs et éclairci quelques obscurités, puis il a fait le relevé sommaire des coulées et des cônes récents, de manière à mettre à jour la cartographie volcanologique de l'Etna. Il espère que cette carte facilitera aux géologues l'étude du volcan.

M. Chaix pense que M. O. Silvestri s'était trompé en faisant tracer sur la carte géologique italienne la fente éruptive de 1879 en forme d'S passant par la fente déjà ouverte en 1874. Les parties de la fente de 1879 qui subsistent encore ont une direction franchement radiale et réunissent sur une même ligne droite

les foyers inférieurs de 1879 du pied du monte Nero, le monte Pizzillo, qui est fendu en deux, le monte Umberto-Margherita, de 1879, qui ne semble nullement élevé sur une fente transversale, et le foyer septentrional supérieur de 1879. Ce n'est que la fente méridionale qui serpente.

M. Chaix s'est permis, étant peut-être second à mettre les pieds dans cette partie du volcan, de baptiser du nom de *Bocca Saussure* et *Lava Saussure* un foyer d'émission et sa coulée qui se trouvent immédiatement au pied nord du cône terminal de l'Etna et datent de 1879. Il l'a fait en l'honneur de M. Henri de Saussure de Genève qui les a visités au péril de sa vie pendant l'éruption qui leur a donné naissance, et il espère que ce nom sera sanctionné par l'usage. Sans M. de Saussure cette coulée, dont la présence modifie l'histoire reçue de l'éruption de 1879, serait ignorée, d'autant plus que le prof. O. Silvestri n'en admettait pas l'existence. Mais M. Chaix l'a dûment retrouvée et l'a portée sur sa carte.

L'éruption de 1886 semble bien s'être faite sur le prolongement de la fente de 1883. Mais il y a aussi une autre fente qui se croise avec celle-là au pied S. du monte Gemmellaro et sur laquelle il y a encore de petits dégagements de gaz et un long effondrement dans la coulée de 1886.

M. Chaix montre les photographies et les pierres qu'il a rapportées de l'Etna et de Vulcano, notamment des bombes à inclusions (1886), une larme éclatée (1879) et un morceau de bombe trachytique recouverte d'une croute basique et trouvée sur l'Etna près des foyers septentrionaux inférieurs de 1879.

M. le Dr Edm. de Fellenberg parle *du coin de calcaire intercalé dans le gneiss à l'entrée de la vallée de Baltschieder*, qu'il a le premier décrit et signalé dans les « Mittheilungen der Bernischen naturforschenden Gesellschaft, » 1880, avec profil.

Le grand repli du manteau calcaire du sud, situé à l'extrémité ouest du massif du Finsteraarhorn ou massif de l'Aar (Baltzer) figure sur la feuille XVIII de la carte géologique Dufour, comme une zone de roches jurassiques terminée par trois pointes en crochet qui s'enfoncent dans le gneiss. La masse principale de la zone calcaire qui s'étend de Rarogne à la vallée de Baltschieder, est indiquée comme lias dans le gisement duquel la dolomie de Röthi et la corgneule forment une bande continue entre le lias et le gneiss. A Ausserberg (Grosstrog) ces roches constituent le terrain superficiel. Le dogger suit le lias sur lequel il repose et supporte le jurassique moyen et supérieur. Puis, au fond de la gorge de Bietsch apparaît de nouveau le dogger.

Bien qu'ayant relevé par un jour défavorable une vue de ce coin calcaire, prise à l'est, sous le Gersthorn, l'auteur a bien compris qu'il était désirable de revoir encore cette importante région de son champ d'études, afin de relever si possible par un jour clair, l'allure exacte de ce repli calcaire dans le gneiss. En outre, il lui a paru nécessaire d'examiner encore une fois en détail la zone calcaire qui s'étend de Rarogne jusque sous le Wywannehorn (3096m) pour y trouver si possible des fossiles.

Ce but a été atteint cette année, au commencement de juillet, pendant une série de beaux jours et l'auteur

est en état aujourd'hui de donner une description beaucoup plus précise qu'il n'avait pu le faire précédemment du grand coin calcaire de Baltschieder. Celui-ci fut relevé de l'arête située au pied nord-ouest du Gersthorn, par la lumière d'un jour sans nuage. On y put voir alors que la dolomie de Röthi, la corgneule et le lias descendent plus bas dans le Steinbruchgraben que cela ne figure sur la carte. La pointe du milieu descend en revanche moins bas dans la vallée, tandis que la troisième pointe des terrains sédimentaires dans le gneiss, celle qui est la plus au sud dans le Blau ou Blyschgraben, est représentée exactement dans son ensemble, dans le profil de l'ancienne publication.

La ligne de séparation de la dolomie et du gneiss se prolonge en montant perpendiculairement vers l'arête appelée Rothe-Kuh 2488^{m}. Cette disposition est, du reste, expliquée par un dessin.

Une nouvelle excursion entre Rarogne et le Wywannehorn montra que le calcaire grenu et cristallin, semblable à du marbre qui se trouve dans les carrières du ravin de la Bietsch, derrière Rarogne, monte, très puissante le long de la gorge profonde appelée Mannkinn (qui descend du Wywannehorn jusqu'à Saint-Germain, dans la vallée du Rhône), jusqu'à l'arête de la Rothe-Kuh. Ce calcaire est limité au-dessous par une couche de dolomie et de corgneule de 30-40 mètres d'épaisseur. Dans ce calcaire cristallin on trouve au-dessus de la Raiftalp quelques bélemnites étirées qui paraissent être liasiques. Le dôme de la Rothe-Kuh 2488^{m} est formé de malm caractéristique, couvert de lichens rouge orauge, d'où provient le nom, qui est dans la partie la plus interne du pli replié.

A l'ouest de la Rothe-Kuh on trouve de nouveau le lias en partie cristallin et grenu, en partie schisteux. Le dogger semble manquer ici.

Puis vient ensuite un calcaire dolomitique de 2 mètres d'épaisseur et enfin, au contact avec le gneiss du Wywannehorn, qui forme le support du coin, un quartzite de quelques mètres d'épaisseur qui correspond probablement au Verrucano.

En résumé, nous envisageons le manteau calcaire du sud ainsi que le coin du Baltschieder de la manière suivante :

De Gampel vers l'est les sédiments sont normaux : le malm est en premier, formant exclusivement la couverture extérieure jusqu'à Nieder-Gestelen. Dans la profonde coupure de Ijölli apparaît un calcaire compact ocreux, finement grenu, qui correspond au dogger. Il réapparaît au-dessous du malm, à l'ouest de Rarogne. Puis, derrière cette localité, dans le ravin de Bietsch, apparaît en toute puissance le lias cristallin et marmoréen, formant un complexe de couches puissantes qui s'étend jusqu'au Mannkinn, au-dessus de Saint-Germain. En cet endroit, il est recouvert par des schistes noirs du Rhätien(?) Ces derniers supportent la couche de 30-40 mètres d'épaisseur de dolomie et de corgneule, et tout en haut, près du Kalkofen, se trouve le gneiss.

Nous devons ainsi considérer le lias comme étant d'abord, en position normale, plus loin à l'est, il est renversé puis replié ensemble et se présente sous le double de son épaisseur. C'est la cause de la marmorisation, de l'étirement et de la schistosité transversale de ces couches. Comme je l'ai dit plus haut, je n'ai pas pu prouver l'existence du dogger dans l'intérieur du pli

synclinal. Les deux jambages du coin sont d'épaisseur très inégale. A l'ouest du malm de Rothe-Kuh, le lias possède à peine le quart de l'épaisseur qu'il présente à l'est. La dolomie, qui mesure 30-40 mètres dans le Mannkinn, est réduite à 1 $^1/_2$ mètre, et il semble que le dogger y est absolument laminé.

C'est une preuve de l'énorme pression et de l'étirement subi par la partie qui supporte le pli.

M. VILLANOVA, de Madrid, expose ses observations sur de *nouveaux gisements d'apatite dans la province de Murcie*[1].

M. le prof. L. DUPARC, de Genève, communique les recherches qu'il a faites en collaboration avec M. DELEBECQUE, ingénieur des ponts et chaussées, *sur le lac d'Annecy*. La topographie de ce dernier ayant déjà fait l'an passé l'objet d'une communication[2], M. Duparc se bornera à exposer les résultats des nouvelles recherches chimiques et autres, qui ont été faites sur les eaux du lac, de ses affluents et sur les limons du fond.

Les *eaux du lac* offrent un type très pur et renferment en moyenne 0,1551 de matières dissoutes par litre. Celles-ci sont presque exclusivement du carbonate de chaux, auquel s'ajoute un peu de carbonate de magnésie. L'acide sulfurique et les alcalis y font défaut, tandis que dans les eaux du Léman, qui titrent 0,1777 grammes de substances dissoutes, on rencontre 0,037 d'acide sulfurique. Ces différences se rat-

[1] Nous n'avons reçu de l'auteur aucune note sur cette communication.

[2] *Archives*, 1890, t. XXIV, p. 403.

tachent aux conditions pétrographiques des bassins des deux lacs.

Le cube du lac d'Annecy est de 1123500000m³. En adoptant le chiffre moyen de 0,1551 gr. par litre, on calcule pour la quantité totale des matières solides dissoutes dans le lac 169760850 kilg., ce qui, en prenant le chiffre 2.2 comme densité de ces dernières, correspond à un volume de 77164m³, soit à un cube de 42-43 mètres de côté. Le débit de l'émissaire du lac étant complètement connu, on peut calculer très exactement la valeur annuelle de l'érosion par dissolution subie par le bassin du lac. L'émissaire enlève annuellement 50804496 kilg. de substances, c'est-à-dire à peu près le tiers de la quantité totale renfermée dans le lac. Au taux d'une érosion semblable, un cube de calcaire de dimension pareille à celle de l'éboulement de Elm, aurait disparu en 700 ans en chiffre rond.

Les *affluents et agents d'alimentation* du lac sont : 1° Les torrents et eaux sauvages. 2° Les eaux d'infiltration débouchant à air libre. 3° Les sources qui sourdent au fond du lac. 4° Les pluies qui tombent à sa surface. Ces différents facteurs ont été étudiés dans la mesure du possible.

Les *ruisseaux et torrents* ont été examinés en hiver et en été en y déterminant par pesée la quantité des matériaux dissouts dans 500 centimètres cubes.

Les résultats, variables d'un torrent à l'autre, donnent des chiffres compris entre 0,29 et 0,17 gr. par litre pour les eaux d'hiver, avec une diminution très sensiblement égale à 0,02 pour les eaux d'été. On voit en outre, que tous les affluents, quels qu'ils soient, sont plus riches en matières dissoutes que les eaux du lac.

Or, la majorité de celles-ci provenant des torrents, et la teneur moyenne (calculée d'après le débit de chaque affluent) étant de 0,2 gr. par litre pour l'ensemble des torrents, on voit que ce chiffre est supérieur à la quantité trouvée dans les eaux du lac et que ces dernières subissent un appauvrissement en matériaux dissouts. Celui-ci ne peut être rattaché qu'à une dilution des eaux du lac par les pluies tombant directement à la surface, ou à une précipitation chimique d'une partie des carbonates, ou bien enfin à une véritable décalcification des eaux par la vie organique.

Or, le calcul le plus élémentaire montre que, même en admettant l'*évaporation nulle,* les eaux de pluie réduiraient les eaux torrentielles à la teneur de 0,18, ce qui n'est pas suffisant. D'autre part, l'hypothèse de dépôts chimiques est tout naturellement écartée soit par le manque de tels dépôts dans les limons du fond, soit par le fait que ces dépôts ne se feraient que par une diminution du pouvoir dissolvant des eaux torrentielles devenues lacustres, ce qui n'est pas constaté. C'est donc à une décalcification par la vie organique qu'il faut rattacher ce fait (que nous constatons, soit dit en passant, aussi sur d'autres lacs).

Les *sources débouchant à air libre* sont peu nombreuses et ne représentent que le 2 °/₀ de l'alimentation totale. C'est à peine si les résultats obtenus nous autorisent à dire qu'elles sont plus chargées en matières que les eaux torrentielles.

Les *sources qui sourdent au fond du lac* ont été dûment constatées par la présence du Boubio, entonnoir elliptique, dans lequel des récents sondages thermométriques ont mis hors de doute l'existence

d'une source plus chaude que les eaux du lac et dont la composition chimique est aussi différente. Des déterminations faites sur une eau plus ou moins mélangée à celle du lac ont donné 0,1746 gr. par litre.

Quant aux pluies qui tombent sur le lac, elles s'évaluent à raison de 35640000m³ par an. S'il n'y avait pas d'évaporation, le $^1/_{10}$ des eaux du lac serait le produit des pluies tombées à sa surface.

Enfin, les limons du fond ont été analysés en grand nombre. Il ressort de cette étude que leur composition est essentiellement variable d'un point à un autre par suite des nombreuses perturbations créées par les torrents latéraux. Dans le petit lac, l'argile et les silicates oscillent entre 40-47 °/₀, le fer et alumine 1-3 °/₀, le carbonate de chaux 47-50 °/₀, le carbonate de magnésie 1-2 °/₀ et la matière organique entre 2-4 °/₀. Dans le grand lac, les variations sont plus importantes. Le chiffre maxima des silicates y atteint 56 °/₀ dans le voisinage de l'embouchure du Laudon, torrent considérable; le minimum observé est de 15 °/₀ seulement, près de la côte, un peu au nord du village de Létraz. Sur la ligne médiane du lac, les boues renferment, en général, entre 32-36 °/₀ de résidu insoluble dans les acides; de plus, il semblerait que la composition des sédiments est moins variable sur la rive est que sur la rive ouest. A mentionner les résultats tout à fait particuliers obtenus avec la vase draguée sur l'entonnoir du Boubio, vase qui devient un véritable sable lessivé, avec près de 70 °/₀ de silicates.

Ce travail paraîtra au complet prochainement sous forme de monographie.

M. le prof. L. Duparc résume ensuite rapidement les traits principaux du travail fait avec M. le Dr Bæff sur l'*érosion et le transport dans les rivières torrentielles* ayant des affluents glaciaires. Les auteurs ont expérimenté pendant une année, jour par jour, sur les eaux de l'Arve et à plusieurs reprises sur celles de ses affluents. Dans ce but, tous les jours à la même heure, on déterminait la vitesse superficielle (moyenne de 3 mesures), le niveau, la témpérature des eaux de la rivière et, de plus, sur une prise d'essai spéciale, la quantité d'alluvion renfermée dans un litre d'eau, la quantité de matières dissoutes dans le même volume et enfin l'opacité relative des eaux. De plus, on concentrait les eaux de 5 à 10 jours pour y déterminer la quantité de chlore, et, d'autre part, les résidus des matières dissoutes et des matières en suspension étaient conservés pour des analyses ultérieures. Les points nouveaux acquis par ce travail sont les suivants :

Niveau. Il est minima en hiver et maximum de juin à août. Il est constant pendant les mois d'hiver et très variable, au contraire, pendant l'été. Les crues sont très brusques, durent rarement plus de 3-4 jours et démontrent l'imperméabilité du sol de la région.

Vitesse superficielle. Varie plus ou moins avec le niveau. La plus grande vitesse superficielle observée fut de 3-25 mètres par seconde, ce qui montre quelle peut être la puissance de transport de la rivière. En hiver, en temps normal, la rivière ne peut guère transporter que des sables fins; en été des graviers et de petits galets. Quant aux gros fragments, ils ne sont mis en mouvement que pendant les crues.

Température. En hiver elle est comprise entre 2-3°,

arrive quelquefois à 0 et même a été observée légèrement au-dessous de 0. La température maxima est de 15°. En général, toute rapide augmentation de niveau est suivie d'un abaissement de la température des eaux.

Matières en suspension excessivement variables d'un jour à l'autre. Rarement on obtient un chiffre constant deux jours de suite. Abstraction faite des crues, la teneur minima est en janvier et février, la maxima en juillet et août. L'augmentation se fait depuis mars non d'une manière continue, mais par saccades, car le niveau oscillant continuellement, la plus petite oscillation de celui-ci amène une exagération dans les oscillations correspondantes de l'alluvion. La courbe de l'alluvion, assez régulière pendant les mois d'hiver, devient dès le printemps très mouvementée et présente une série de maximas très rapprochés, qui s'exagèrent énormément pendant les grandes crues. Cette courbe est typique pour les rivières de ce genre, en opposition avec les rivières stables. La limite des quantités extrêmes d'alluvion chariée a été de 0,8 gr. p. m^3 à 3106. Jamais dans les rivières stables, les oscillations ne sont aussi grandes. Les crues exagèrent la charge d'alluvion et ceci très rapidement; ainsi, pendant la crue observée du 20 au 24 janvier, le chiffre augmenta dans le rapport de 1 à 100. A remarquer le fait que l'augmentation dans la quantité d'alluvion n'est pas proportionnelle à l'augmentation du niveau. Ainsi, du 20 au 24 janvier, le fleuve monta chaque jour de 0,30 environ, tandis que l'alluvion sautait de 12 à 374 gr. le premier jour et de 374 à 805 le second. On constate de plus que le niveau restant constant quelques jours ou ne baissant

que lentement, la charge d'alluvion tombe beaucoup plus rapidement que la chute du niveau; de plus il y a une certaine différence entre les crues d'été et celles d'hiver; les premières charrient plus de matériaux et l'augmentation de ces derniers se fait plus rapidement, ce qui tient à une meilleure préparation du sol pour le lessivage. En outre il n'y a pas parité entre la nature des alluvions d'hiver et d'été. La première est le produit presque exclusif du lessivage, la seconde, du moins pendant les mois chauds, vient en grande partie de la trituration glaciaire, comme nous avons pu nous en assurer par des expériences directes faites sur les divers affluents à des époques déterminées.

Enfin, nous ferons observer que la courbe obtenue est l'inverse de celle de H. Spring et Prost pour la Meuse. Il est évident que ce qui vient d'être dit doit être applicable à toutes nos grandes rivières suisses, qui sont dans des conditions identiques.

Matières en dissolution. Elles sont beaucoup moins variables que les précédentes et marchent en sens inverse. Le maximum est, en hiver, janvier, février, mars, puis novembre, décembre, leur minimum en août. La décroissance de l'hiver à l'été est beaucoup plus uniforme que l'augmentation correspondante de l'alluvion, et la courbe des matériaux dissouts assez uniforme dans son ensemble. Les rapports extrêmes observés ont été 120 gr. par m^3 à 319, soit de 1 à 2 $^1/_2$. Chaque augmentation de niveau amène un abaissement dans la quantité de substances dissoutes, ce qui provient de l'accroissement de la vitesse pendant la crue, permettant un contact moins prolongé de l'eau avec les éléments solubles. Quant à la diminution de

ceux-ci pendant l'été, toutes choses égales d'ailleurs, elle se rattache soit à la diminution d'acide carbonique amenée par l'élévation de la température des eaux, soit en outre à l'action prépondérante que prennent les affluents glaciaires comme agents d'alimentation, ces derniers déversant dans la rivière de grandes quantités d'eau très pauvre en matériaux dissouts.

Chlore. Il oscille entre 2.29 et 1.44 gr. par m³. C'est en hiver, aux basses eaux, qu'il est en plus grande quantité. Les variations en sont du reste très faibles. Les conditions du cours de la rivière nous permettent d'attribuer exclusivement cet élément à l'activité même du fleuve. La présence de ce chlore dans les eaux courantes nous semble expliquer légitimement la salure des mers.

Débit. Pendant les onze mois sur lesquels portent nos expériences, il a été de 1570751000m³. Le débit maxima est en août avec 330000000, le minima en février avec 24850000m³.

La quantité totale de matières en suspension a été de 610,907 tonnes, celle des matériaux dissouts de 320,675 tonnes. On remarquera de suite que le chiffre de l'alluvion est à peu près le double de celui des substances dissoutes. Or, on sait que pour les rivières stables, c'est généralement l'inverse.

La quantité minima de matières dissoutes et en suspension se trouve en février avec 122 tonnes d'alluvion et 7,604 tonnes de substances dissoutes, depuis ce mois, l'augmentation de ces dernières se poursuit régulièrement jusqu'en août, où se trouve le maxima, avec 51,474 tonnes (bien que ce soit pendant ce mois, cependant, que la quantité d'éléments dissouts par m³

soit minima, mais il ne faut pas oublier que le débit augmente bien plus que les matières dissoutes ne diminuent). Quant à l'alluvion, de mai, où elle comporte 48,245 tonnes, elle saute brusquement à 187,390 en juin pour retomber à 88,540 en juillet et arriver au maximum de 221,072 en août.

Cette diminution de juillet est attribuable à la rareté relative des précipitations atmosphériques pendant ce mois. Les résultats de janvier sont particulièrement curieux. A l'exception d'une crue d'hiver, les conditions ont été identiques à février, et cependant cette seule crue a porté le chiffre de 122 tonnes de matières en suspension en février, à 26,983 en janvier, tandis que les 7,604 tonnes de matériaux dissouts étaient portées à 20,661. Cela prouve que dans les rivières torrentielles, une seule crue de quelques jours peut égaler et dépasser les résultats de plusieurs mois de régime stable.

Enfin, en comparant les résultats obtenus avec ceux donnés par MM. Spring et Prost pour la Meuse, on voit en tenant compte des débits respectifs des deux cours d'eau ainsi que de la quantité de matériaux charriés, que les rivières torrentielles sont des agents géologiques beaucoup plus puissants que les rivières stables.

M. H. Schardt, prof. à Lausanne, fait un exposé sur la structure géologique de la région que la Société géologique visitera pendant les excursions du 21-24 août. (Voir ci-après le compte rendu de ces excursions).