Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 6 (1899-1900)
Heft: 3

Artikel: 3me partie, Géologique dynamique
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-155579

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: 12.07.2025

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

3me PARTIE. — GÉOLOGIE DYNAMIQUE

Actions et agents externes.

Sédimentation. Erosion et corrosion. Sources. Cours d'eau. Lacs. Glaciers.

SÉDIMENTATION.

Eboulements. — Les éboulements anciens et récents ne manquent pas dans le **Jura-Bernois**. M. ROLLIER[1] en décrit toute une série, sur lesquels on ne possède guère de renseignements fixant leur date. Les cirques traversés ou non par une cluse ont été le théâtre de chutes de rochers.

Il faut ranger encore dans la catégorie des éboulements les *roches brisées*, ou plutôt *roches détachées*, qui sont quelque chose d'analogue aux lambeaux de glissement ; les *crêts retombés* rentrent dans cette même catégorie.

Charriage. — M. F. MÜHLBERG[2] a étudié le **mode de déplacement des bancs de graviers par les cours d'eau**. Contrairement à l'opinion qui a cours et qui veut que les bancs de graviers se déplacent en *descendant le courant*, M. Mühlberg a observé que ce déplacement se fait dans le sens inverse, *en remontant* le courant malgré que les matériaux se meuvent bien dans le sens du courant. En effet, l'érosion des bancs de graviers ne se fait pas du côté amont, là où le courant rencontre le banc, mais bien du côté aval, où le courant est le plus fort.

Les dépôts de graviers *se font toujours du côté amont, alors que l'extrémité aval du banc est rongée par les eaux.*

De cette manière le banc, en se renouvelant sans cesse, s'accroissant en haut et diminuant à l'aval, *remonte réellement le cours d'eau.* Cette observation peut se faire sur chaque cours d'eau, lorsqu'on observe la position des bancs de gravier pendant un certain temps. L'état de la végétation est un moyen de contrôle tout aussi démonstratif; la plus ancienne végétation se trouve toujours du côté aval où le banc diminue, c'est aussi la partie la plus ancienne, tandis que du côté amont, sur la partie la plus récente, la végétation est nulle ou très faible.

[1] L. ROLLIER, Deuxième supplément, *loc. cit.*, p. 176. (*Revue*, p. 209).
[2] F. MÜHLBERG, Die scheinbaren Bewegungen der Kiesbänke in den Flussbetten. *Mitteil. d. Aarg. narturf. Gesellsch.*, VIII, 1898.

Sédimentation. — Nous rappelons ici les recherches de M. W. SPRING [1] sur les **matières colorantes à base de fer des terrains sédimentaires.** Partant de la constatation que la présence d'un sel en dissolution dans l'eau produit sur un corps hydraté un même effet qu'une augmentation de température, M. Spring a fait une série de recherches tendant à expliquer pourquoi, dans la nature, nous voyons les matières colorantes ferrugineuses des roches leur donner une couleur bleu-vert, rouge-violacé, jaune ou gris noirâtre, et pourquoi dans un même sédiment ces teintes peuvent alterner et constituer des bigarures.

A priori on pourrait conclure que les terrains rouges devaient être des formations marines et estuariennes, tandis que les terrains jaunes sont plutôt d'eau douce.

Il a fallu constater d'abord sous quelles formes le fer se trouve combiné dans les roches de différentes couleurs. Voici les constatations :

1. Dans les *roches rouges* et vertes, la couleur rouge est soluble dans l'acide chlorhydrique à 30 $^0/_0$ et il reste un corps siliceux de couleur verdâtre n'ayant rien perdu de sa consistance. Donc l'oxide rouge de fer ne fait partie de la roche qu'à titre accessoire, comme enduit; tandis que la matière colorante verte est liée à la matière siliceuse de la roche et fait corps avec elle. Les roches rouges sont ordinairement trois fois plus riches en fer que les vertes.

2. Dans les *roches de couleur jaune* la matière colorante se dissout entièrement et le résidu n'a plus aucune consistance; donc le fer est une partie intégrante du sédiment.

3. Dans la nature, les oxydes de fer hydratés sont ordinairement associés à d'autres oxydes non chromogène (Mg, Al, Zn, etc.). Or, en faisant des expériences avec des précipités artificiels de ce genre, M. Spring a constaté que l'hydrate perdait son eau très difficilement, d'autant plus difficilement que les autres substances étaient en forte proportion. Certains composés naturels limonite, ocre, sables jaunes ne subissent aucune modification de couleur.

4. L'hydrate ferrique ne cède pas son eau lorsqu'on le comprime à 7000 atmosphères. Mêlé avec 1 molécule de RO, il abandonne son eau et il se forme $Fe_2\ O_3\ RO$, de couleur jaune-cuir qui ne change plus par calcination, mais il devient

[1] W. SPRING, Sur les matières colorantes à base de fer des terrains de sédiment et sur l'origine probable des roches rouges. *Archives Genève*, 1898, VI, p. 1-15.

magnétique. De telles transformations peuvent donc se former aussi dans la nature.

5. Le silicate ferreux pur est blanc, mais à l'air il devient par oxydation bleuâtre, puis vert et enfin jaune. Il en résulte que les roches bleuâtres et vertes renferment une certaine proportion de composés ferroso-ferriques.

Il résulte de ces constatations que les dépôts de fer oxidé se produisent dans des états fort différents de pureté, suivant que leur précipitation se fait isolément, dans une eau saline ou avec d'autres oxydes non chromogènes. D'autre part, la présence d'acide humique (matière tourbeuse) a, comme on l'a vu, une influence prépondérante sur la précipitation du fer, de même que l'acide carbonique qui se trouve dans toutes les eaux.

Le rôle de l'acide carbonique est encore de maintenir en dissolution le calcium et le magnésium, pendant que le fer se précipite, ce qui explique la pauvreté de certains sédiments en composé calciques.

Les humates de fer restent soumis à l'action de l'oxygène et de l'acide silicique. Transformés d'abord en oxydes, ils ne tardent pas à devenir carbonates, pour se transformer ensuite en silicates. C'est alors que se forme la couleur vert-bleuâtre.

Mais si la proportion du fer est trop forte, il restera à la fin un excédent d'oxyde et le sédiment prendra la couleur rouge lie de vin. Il est facile à concevoir dès lors que, suivant la proportion du fer, les deux couleurs peuvent alterner dans une même assise ou dans une succession d'assises.

Il ne semble pas que la sédimentation des dépôts jaunes ait eu lieu de la même manière, par précipitation chimique. Il semble au contraire que le fer qui forme la couleur jaune ait déjà été associé aux autres matières oxydées (Ca et Mg) *avant leur précipitation*. Il y est arrivé sous forme de limon avec des eaux troubles. Les alternances de sédiments jaunes avec des dépôts rouges dépendent donc du régime des eaux affluentes d'un bassin sédimentaire.

Il appert de cela qu'un sédiment jaune ne pourra guère prendre la couleur rouge, mais le contraire peut avoir lieu.

M. Forel[1] a constaté que les **sables de la grève des lacs** sont souvent fort différents d'un lac à l'autre; mais les sables

[1] *C.-R. Soc. vaud. sc. nat.*, p. 6, VII, 1899. *Archives Genève*, VI, p. 652, 653.

d'un même lac ont une composition très semblable. Les variations locales dans un même lac sont très faibles. Leur composition dépend de la nature minéralogique du bassin d'alimentation.

Les sables dragués sur la beine du Léman sont arrondis et leurs grains se rapprochent bien plus de la forme sphéroïdale que ceux de la grève. Sur nombre de beines les grains de sable offrent une incrustation calcaire, souvent même des traces d'agglutnation, commencement de la formation d'un grès ou d'une mollasse.

Sol arable. — M. DUSSERRE[1] a étudié le **sol de la commune de l'Isle**, dont le territoire permet de distinguer trois zones ou régions. La région morainique, à sol argileux, pauvre en calcaire et riche en potasse; la région urgonienne calcaire, presque privée de sol arable, puis la région d'alluvion aussi fortement calcaire, mais plus productive.

EROSION ET CORROSION.

Formation des vallées.

Gorge du Rhin. — Dans un rapport concernant le tracé du chemin de fer des **Hauts-Grisons**, M. HEIM[2] examine les difficultés et incertitudes concernant le tracé du chemin de fer devant relier la vallée inférieure du Rhin à la vallée supérieure en amont de Trons. La difficulté résulte surtout du verrou rocheux que traverse le Rhin par une gorge étroite, à côté du dépôt de l'éboulement de Flims, lequel a barré son ancien lit entre Sagens et Reichenau. Ce défilé ayant été jugé dangereux à l'égard de l'établissement d'une voie ferrée, on avait mis en opposition du *tracé bas* à travers la gorge, un *tracé haut* passant par dessus le seuil rocheux et l'éboulement.

M. Heim examine les conditions de cette gorge et constate qu'elle n'est plus guère en voie d'approfondissement, que les talus et escarpements qui forment ses flancs sont relativement stables et que les parties dangereuses peuvent être suffisamment munie de travaux de protection. Il assure que la traversée de la brèche d'éboulement de Flims offre les meil-

[1] *C.-R. soc. vaud. sc. nat.*, 1898, VI, p. 18. *Archives Genève*, VI, p. 645.

[2] Dr ALB. HEIM, Geologisches Gutachten über das Projekt der Rheinlinie der Bündner-Oberländer-Bahn. — Zürich. 1898.

leures conditions, soit pour les tranchées, soit pour l'établissement de tunnels.

Dans l'établissement du chemin de fer il vaut donc mieux suivre la voie tracée par le cours d'eau, que de franchir l'obstacle, en montant d'abord péniblement, pour redescendre ensuite.

Dans un chapitre consacré aux **relations entre l'orographie et la tectonique**, M. Rothpletz [1] parle encore de la vallée du Rhin antérieur. Il relève les contrastes que présente la large vallée de Trons à Ilanz, bordée sur cette longueur de hautes parois rocheuses, portant de larges terrasses à une hauteur notable au-dessus de la vallée. Près d'Ilanz se présente même une large plaine, qui aboutit à une paroi rocheuse fermant subitement la vallée, en sorte que le torrent doit franchir cette barrière par une étroite gorge. Après un nouvel élargissement près de Bonaduz, on retrouve une seconde barrière près Reichenau et ce n'est qu'après avoir franchi une nouvelle gorge que le torrent retrouve une large vallée entre Ems et Coire.

La plaine de Bonaduz est comme celle d'Ilanz un ancien fond de lac. M. Heim attribue le creusement de ces gorges à un barrage de l'ancienne vallée du Rhin par le grand éboulement de Flims. M. Rothpletz, par contre, soutient que les effets et l'importance de cet éboulement ont été exagérés, et que les rochers formant barrage sont des masses rocheuses restées fixes ou moins affaissées, pendant que les segments intermédiaires continuaient à descendre.

Il pose ensuite la questiou de l'époque de ces affaissements qui doivent avoir eu lieu après que la vallée eut déjà atteint une profondeur considérable, puisque c'est la conservation de ces seuils rocheux qui a provoqué l'inondation des segments situés en amont. Il examine en vue de cette explication les formations qui avoisinent le bassin lacustre d'Ilanz.

La *brèche de Laax* à fragments anguleux de calcaire (Malm) est considérée comme une formation de delta que l'éboulement de Flims recouvre. Ce dernier serait ainsi sans relations avec la brêche de Laax. Celle-ci est monogénique ; la brèche d'éboulement de Flims est polygénique (Sernfite, Jurassique, Crétacique).

Le lac d'Ilanz aurait déjà existé, et aurait même déjà eu le temps de se vider avant la chute de l'éboulement de Flims.

[1] Rothpletz, Das geotectonische Problem, *loc. cit.* p. 227. (*Revue*, p. 192.)

La gorge de Laax existait déjà en ce moment. La formation de ce lac d'Ilanz se serait produite comme suit :

Avant ou pendant l'époque glaciaire des affaissements subséquents dans la vallée du Rhin ont provoqué la formation d'un barrage rocheux, en amont duquel se forma le lac d'Ilanz ; après quoi le lac se combla partiellement par alluvionnement, et se vida simultanément par le creusement de la gorge. L'éboulement de Flims a momentanément obstrué le passage et activé le remplissage du bassin par l'alluvionnement du Rhin, jusqu'à ce que le lac se vidât de nouveau par le déblaiement de la gorge obstruée.

Le lac de Bonaduz a subi le même sort, mais il a surtout été rempli de moraine.

En suite de ces constatations, l'auteur ajoute des détails sur l'éboulement de Flims, formé de roches du Permien, du Malm et du Crétacique ; ainsi que de l'éboulement de Digg, qui est surtout formé de blocs de Malm et plus rarement de Dogger.

La vallée de la Sees n'offre, d'après M. Rothpletz, aucune trace de terrasse attestant l'activité d'un cours d'eau. Elle aussi, comme la vallée du Rhin, serait donc une zone d'affaissement, une vallée tectonique, due à l'affaissement du bord S de cette vallée. Quant aux anciennes relations, supposées par MM. Heim et Aeppli, du lac de Zurich avec le lac de Wallenstadt, et de celui-ci avec le Bodan, étendu jusqu'à Coire, M. Rothpletz en admet la possibilité. En supposant que la formation de ces lacs soit due à un tassement des Alpes, il demeurerait toujours la nécessité d'expliquer la dépression du Lac de Wallenstadt par un accident tectonique. L'état actuel est le résultat de l'alluvionnement de la Linth et de la Seez, au sortir de la vallée de Weisstannen.

Pour M. Rothpletz, la vallée de la Linth est, comme on sait, également une vallée tectonique, par affaissement d'une bande de terre entre plusieurs fissures parallèles.

Le dépôt détritique barrant la vallée entre Glaris et Schwanden, que M. Heim avait décrit comme étant un éboulement tombé du Glärnisch (Guppenrunse), est considéré par M. Rothpletz comme étant une moraine du glacier de la Sernf. Elle résulterait peut-être aussi d'une action combinée des glaciers de la Sernf et de la Linth, le premier pouvant avoir refoulé le second.

Le Klönthal est aussi expliqué comme dépression par affaissement. Le Klönsee par contre serait bien le résultat d'un

barrage par des éboulements tombés du Vorderglärnisch et du Blanken.

Les collines de blocs jurassiques s'élevant entre Glaris et Nettstall pourraient être attribués à des éboulements tombés du Vorderglärnisch, mais leur surface plane indique une ancienne nappe érodée ce qui ne cadre guère avec cette explication.

Corrosion. — Nous mentionnons ici la classification des **pierres perforées** des alluvions que nous donne M. GREMAUD[1]. Cette note ayant déjà paru en résumé et in-extenso dans les *Eclogæ*, nous nous contentons de rappeler que l'auteur distingue trois sortes de perforations :

1° Par le travail de rotation d'une autre pierre ;
2° Par délitement d'une veine plus tendre ;
3° Par le travail d'animaux.

Grottes. — MM. CHAIX et LE ROYER[2] ont exploré le *gouffre des Verts*, au **Désert de Platé** (Savoie). Ce puits vertical de 3, puis de 5 m. de diamètre finit à une profondeur de 47 m. sur des éboulis, avec 5 sur 12 m. Une petite cascatelle y pénètre à mi-hauteur. Ce puits est érodé sur l'intersection de deux fissures qui s'entrecoupent à angle droit.

Une autre caverne, la **grotte de Balme**, descend obliquement dans la montagne et aboutit à un puits vertical plongeant dans l'eau à 54 m. au-dessous de l'orifice.

M. LE ROYER[3] a de son côté exploré plusieurs **grottes du Jura :**

1. Un *puits naturel* situé au S de la Dôle, au centre du plateau du mont Grevet. Large de 2-3 m. à l'entrée, il aboutit à une chambre haute de 10 m. et de 12 sur 6 m. à une profondeur de 20 m. au-dessous de l'entrée. Le fond est formé d'éboulis.

2. La *Baume de la Grand-Combe*, au Risoux, est aussi un puits vertical de 45 m. de profondeur, dont le fond est rempli d'éboulis. Il va aussi en s'élargissant avec la profondeur.

3. Un puits, également vertical, au-dessus de *Marchissy*

[1] *Eclogæ geol. helv.*, V, n° 7, 1898, p. 479 et 504-507.
[2] *C.-R. soc. sc. phys. et hist. nat.*, Genève, 3 mars 1898, et *Arch. Genève*, V, p. 385-386.
[3] *Ibid.* p. 386-389.

n'a pu être exploré jusqu'au fond, vu les circonstace défavorables de la descente.

M. Le Royer a également commencé l'exploration des grottes très compliquées de *Megevette* et du *Creux-de-Fréney* en Savoie.

Erosion glaciaire. — M. A. BALTZER [1] a publié une étude très complète sur les travaux d'observation du mouvement du **glacier de Grindelwald** inférieur.

Ce travail a pour but de fournir des bases à une détermination empirique de l'érosion glaciaire, pour laquelle l'auteur a déjà fait établir des points d'observation sous forme de trous de sonde, etc. Le glacier de Grindelwald est encaissé dans une région collectrice d'un espace d'environ 5 $^1/_2$ km.; il mesure jusqu'à son extrémité 9 km. La langue du glacier s'écoule par un étroit couloir de 400-600 m. de largeur. Grâce au retrait continuel du glacier depuis 1858 jusqu'à 1892 une importante partie de l'ancien fond glaciaire a été mis à découvert. L'auteur en décrit les particularités et fait ressortir la preuve évidente de l'action érosive du mouvement du glacier. C'est cette érosion qui est la cause des formes arrondies des terrasses rocheuses appelées « Schopf. »

Un plan détaillé de ce champ abandonné par le glacier (1 : 2000) accompagne la description, et montre l'énorme diminution de longueur du glacier depuis 1855, indiquée par les anciennes moraines frontales.

M. Baltzer décrit la position des anciennes moraines frontales et latérales du glacier, qui indiquent un stationnement peu prolongé du glacier en 1822, et un second d'une plus grande durée, environ 60 m. plus en arrière, en 1855. Une photographie datant de 1858 montre le glacier encore très rapproché de cette dernière position, Les moraines latérales sont intéressantes par la superposition, soit la juxtaposition, des moraines de 1855 et de 1822.

La seconde partie de ce mémoire traite tout spécialement des phénomènes d'érosion actuellement observables dans l'aire abandonnée par le glacier.

Une série de photographies reproduit avec clarté les formes les plus caractéristiques de cette érosion, soit sur le fond, soit

[1] A. BALTZER, Studien am UnterGrindelwaldgletscher. Glacialerosion, Längen- und Dickenveränderung in den Jahren 1892-1897. *Denkschr. Schweiz. naturf. Gesellsch.*, XXXIII, 2, 1898. 14 p., 1 plan 1 : 2000 et dix phototypies. — Voir aussi Bericht über einlcitende Arbeiten am unteren Grindelwaldgletscher zur empirischen Bestimmung der Eiserosion. *Zeilsch. für prakt. Geologie,* 1893, I, p. 14-16.

sur les parois du couloir encaissant. Ce sont des *polis glaciaires* presque plans, avec stries plus ou moins parallèles suivant la déclivité du glacier; ou bien des *gorges* ou *sillons*, creusés le long du délit des bancs calcaires, ceux-ci étant en même temps arrondis en forme de bourrelets ou corniches saillantes. A côté de l'érosion polissante et arrondissante se montre une érosion esquilleuse, où le calcaire au lieu de s'user par frottement se détache par esquilles, laissant une surface rugueuse. Cette forme d'érosion est apparemment en rapport avec la texture de la roche. Telle couche se polit par l'action du glacier (calcaire compact), telle autre se brise et se décompose en esquilles (calcaire schisteux). Par places le glacier paraît aussi enlever des fragments plus gros.

Cette érosion esquilleuse a aussi été observée par l'auteur sur d'autres points, et paraît devoir se produire sur le gneiss, les micaschistes, phyllades, calcaires schisteux, verrucano schisteux, etc. Les roches éruptives massives, les calcaires compacts et dolomites du Trias, les calcaires siliceux, etc. se poliront plutôt.

M. Baltzer constate encore qu'on a beaucoup trop exagéré l'influence des glaciers dans le creusement des vallées, que par contre on n'a pas assez reconnu leur effet rabottant sur la surface des rochers qu'ils recouvrent, ou qu'ils ont recouverts.

L'étude qu'il vient de faire lui a montré jusqu'à l'évidence l'énorme ablation horizontale et latérale que produit le glacier. C'est le seul moyen d'expliquer l'ablation horizontale de la mollasse du plateau suisse.

C'est pour déterminer la valeur de cette ablation que M. Baltzer a fait pratiquer devant le front du glacier, sur la roche que ce dernier tend à envahir, des trous de mine, de profondeur connue, au nombre de quinze.

Le travail se termine par l'énoncé des variations du glacier depuis 1892.

Les anciennes périodes d'avancement connues sont: 1600, 1703-1720, 1770-1779, 1814-1822, 1840-1855.

Dès cette dernière date, l'épaisseur du champ de glace a diminué de 35 m. jusqu'en 1868. Le mouvement de retrait, qui paraissait arrêté vers 1892, a continué encore, dès cette date, jusqu'en 1895; en 1896 et 1897 il paraissait stationnaire. Des observations minutieuses et suivies ont été faites depuis 1892 sur la forme et le profil d'une partie de la langue du glacier, pour constater en particulier la valeur de l'*avancement hivernal*. En attendant une série d'observations plus

longue, il résulte de ce qui a été constaté jusqu'ici que la variation annuelle est proportionnée aux variations annuelles de la température, et non de l'enneigement.

Eboulements. — Un **glissement de terrain** important se produit depuis fort longtemps à Campo, petit village situé sur une terrasse dominant le torrent de *Rovana*, dans la vallée de la Maggia (Tessin). M. Heim[1] a étudié ce phénomène dans le but d'en conjurer le danger. Il en donne une description complète.

La terrasse de Campo est à 1300 m. d'altitude. Un talus d'érosion descend rapidement au bord de la Rovana, qui en ronge constamment le pied. La terrasse portant le village est en glissement presque continu, surtout depuis que l'on a commencé, vers 1850, à flotter du bois au moyen d'éclusées accumulant l'eau de la Rovana. Bien que ce procédé, qui a causé de vraies dévastations, ait été supprimé depuis lors, les mouvements ne se sont pas arrêtés; le torrent a continué à éroder avec une activité telle que le lit du torrent était en 1890 100 mètres plus profond qu'en 1850. La différence de niveau entre le fond du ravin et la terrasse de Campo avait été triplé de ce fait! Ces glissements ne viennent cependant pas du fait seul de l'érosion de la Rovana, si active soit-elle; car les excellents travaux d'endiguement, consistant en digues latérales et en barrages transversaux, tout en consolidant le pied du coteau et en arrêtant toute érosion de celui-ci, n'ont pas pu arrêter les glissements. En effet, à la suite d'une série d'années de calme apparent, il a suffi d'un hiver très riche en neige et d'une fonte lente de celle-ci pendant le printemps 1897, pour produire une recrudescence absolument inouïe du glissement. L'action du torrent n'y était donc pour rien. C'est dans le terrain en mouvement que siège la vraie cause du mal. Cette conclusion est pleinement confirmée par l'étude détaillée que M. Heim a faite de toute la région. En effet, ce n'est pas seulement la terrasse de Campo qui glisse, avec les habitations qu'elle porte, mais ce mouvement commence bien plus haut que la terrasse, à plus de 1800 m. d'altitude, sous forme de deux coulées ou glissements qui vont en convergeant, et se rencontrent à 1500 m. d'altitude environ, juste au-dessus de la terrasse de Campo. Celle-ci supporte de ce fait une surcharge considérable, car les coulées venant d'en haut cheminent plus vite que la terrasse; leur

[1] A. Heim, Die Bodenbewegungen von Campo im Maggithale. *Vierteljahrsschr. d. naturf. Gesellschaft*, Zurich, XLIII, 80, 24 p., 1 pl.

masse se superpose à la terrasse, en suite de l'imbrication des masses glissantes. La terrasse de Campo est délimitée latéralement par deux fissures, suivant lesquelles la partie intermédiaire se déplace par rapport aux masses restées en place. Ce mouvement, qui est à la fois un avancement et un affaissement, est mesuré exactement par la rupture d'un chemin. La crevasse dépasse 50 m.

Le glissement est favorisé par d'importants filons d'eaux souterraines, qui cheminent justement dans la partie la plus bouleversée et viennent au jour pour disparaître en partie dans des fissures.

La surface ainsi entraînée mesure 1 500 000 m^2 et atteint un volume de 25 000 000 m^3.

Si l'érosion du torrent était la seule cause du glissement, il devrait y avoir des fissures d'arrachement et la partie inférieure aurait une vitesse plus grande que la partie supérieure; tandis que c'est justement l'inverse qui a lieu. Il n'en est pas moins vrai que si la masse glissante est en mouvement par une cause propre, les érosions du torrent ont toujours exercé une influence accélérante sur le mouvement.

Le terrain glissant n'est pas formé, comme on pourrait le croire, de débris ou d'éboulis. C'est une masse rocheuse détachée depuis longtemps du flanc de la montagne, formée de gneiss schisteux et de micaschistes, et qui se meut sur le dos des lits sousjacents, plongeant dans le sens de la pente. En suite du déplacement, la masse glissante est totalement fissurée, et bouleversée par places, comme déjà réduite en débris. Dans le cours des temps ce sera une vraie coulée de matériaux détritiques.

Pour arrêter le glissement M. Heim propose trois sortes de travaux : 1. Endiguement du torrent et construction de barrages. — 2. Drainage des eaux superficielles et captage des eaux souterraines. — 3. Reboisement.

Ce glissement est un des plus volumineux qui aient été observés jusqu'ici en Suisse.

Orographie. — M. Rollier[1] a donné un exposé succinct des principes de l'Orographie. Il fait l'histoire de l'évolution de cette branche de la géographie, qui a sa base rationnelle dans la géologie. Bourget, de Saussure, de Luc, L. de Buch, Merian, Thurmann, Necker, Studer, Escher de la Linth, Favre, Heim ont surtout contribué à faire connaître la structure du sol de la Suisse, et les phénomènes qui en ont

[1] L. Rollier, Orographie. Conférence faite à Bienne, 1898.

déterminé le relief. Il rappelle les idées de Suess sur la dislocation du globe et montre quels en sont les différents types. Il ne croit pas à l'existence de grandes nappes de charriage.

Il montre enfin comment l'orographie est influencée par les modifications de faciès. Tel terrain marneux ici sera calcaire sur un autre point, d'où modification des relations entre géologie et orographie.

Sources.

M. Schardt[1] a fait des essais de coloration tendant à expliquer l'origine des **sources du mont de Chamblon près Yverdon.** Cette colline, formée de terrain néocomien (Hauterivien et Valangien), s'élève comme un îlot sur le bord occidental des marais de l'Orbe, tout entourée de terrain d'alluvion. Sa superficie d'environ cinq kilomètres carrés ne permettrait que la formation de sources de faible importance, environ 1000 lm. an total, si toute l'eau d'infiltration revenait à la surface sous forme de sources visibles. Au surplus, la structure géologique de la montagne en forme de dôme déjeté au N et au NW. est peu favorable à la formation de sources. Le Hauterivien supérieur (pierre jaune), seul terrain collecteur de sources, forme les flancs de la montagne sur presque tout son pourtour. Ce n'est qu'au sommet que la marne hauterivienne arrive à fleur du sol et fait jaillir quelques petites sources.

Il est donc fort surprenant de trouver sur le flanc N et NW à 30, 10 et 5 m. au-dessus du niveau du marais, ou même au niveau de celui-ci, des sources très volumineuses, pouvant débiter, au moment des hautes eaux, plus de 20 000 litres par minute. Ce sont de l'ouest à l'est :

1. La *source de la Grange Décoppet.* Débit 2000 lm., en eaux moyennes (30 m. au-dessus du niveau du marais). Température moyenne 10° C.

2. Les *source du Moulinet* (6 m. au-dessus du marais), débit 6 à 8000 lm. par six orifices principaux. Température 10°.

3. La *source de la Blancherie* à l'ouest du moulin Cosseau. Température 13°, environ 100 lm.

[1] H. Schardt. Notice sur l'origine des sources du mont de Chamblon. *Bull. soc. neuch. sc. nat.* XXVI, 1898, p. 211-229, 4 fig. 1 pl. et C. R. séance du 23 juin 1898. *C. R, soc. vaud. sc. nat.* Séance du 6 juillet 1898.

4. Les *sources du moulin Cosseau*, formant deux groupes. Les sources inférieures, environ 2 m. au-dessus du niveau du marais, ont 12°5, les sources supérieures ont 14°5 de température. Ce sont donc des sources thermales, ainsi que la source de la Blancherie. Une petite source jaillit dans un pré entre le moulin Cosseau et les Huttins ; elle a 14°5 et appartient donc au groupe supérieur. Le débit total des sources du moulin Cosseau est de 4 à 5000 lm.

Toutes ces sources, à l'exception de celle de la Blancherie qui émerge au niveau de la marne hauterivienne, jaillissent de fissures du calcaire valangien ; celles de Cosseau sortent visiblement sur l'alignement d'une fracture (pli-faille).

Déjà en 1887, M. Schardt (séance du 2 février 1887 de la Soc. vaud. Sc. nat.) émettait la supposition que leur origine était à rechercher dans l'infiltration d'eaux du Jura, passant sous les collines de Champvent. Les sources du moulin Cosseau, en particulier, étaient supposées en relation avec les eaux du marais de Baulmes, qui se perdent dans un entonnoir, au pied de la colline de Feurtille, à 5 km. de distance du mont de Chamblon.

Pour arriver à une démonstration positive, M. Schardt a introduit dans l'entonnoir de Baulmes, le lundi 1er mai 1898 à 11 h. du matin, deux kilogrammes de fluorescéine en dissolution. Or, le mercredi matin 3 mai, à la première heure, on apercevait la fluorescence verte aux fontaines de Mathod, alimentées par l'eau de la source de la Grange Décoppet.

De même, les sources du Moulinet offrirent vers 5 h. du matin déjà une superbe florescence verte. Quant aux sources du moulin Cosseau une faible fluorescence a été constatée dans l'après-midi par le fermier Glauser, de même que par plusieurs personnes d'Yverdon. La coloration était cependant très faible et a passé inaperçue pour la plupart des habitants d'Yverdon, que ces sources pourvoient en eau potable.

Cet essai, qui fut signalé par plusieurs journaux, permettait de déterminer approximativement la durée du trajet souterrain de l'eau du marais de Baulmes jusqu'au mont de Chamblon. Cette durée ne devait pas être inférieure à quarante heures. Ce qui représente 1 km. en huit heures. Dans le but de connaître les conditions détaillées de l'apparition de la couleur et son intensité, il fut fait un second essai, avec la même qnantité de matière colorante, le vendredi 10 juin, en retardant cette fois l'introduction de deux heures, afin d'assister le dimanche 12 juin de bonne heure à l'apparition de la fluorescence aux sources. Ce jour, à 7 h. exactement,

juste quarante-deux heures après l'introduction à Baulmes, la fluorescence apparut à la source de la grange Décoppet, ainsi qu'aux fontaines de Mathod. Deux heures plus tard les sources du Moulinet en présentèrent les premières traces ; à 10 h. la florescence était très intense. Ce n'est qu'à 5 h. du soir que la première trace devint visible à toutes les sources du moulin Cosseau et des Huttins. La source de la Blancherie seule n'en a offert aucune trace, ni ce jour, ni le lendemain.

La coloration aux sources de Cosseau n'a atteint qu'à peine $^1/_{20}$ de l'intensité de la coloration des sources de la grange Décoppet et du Moulinet. Des échantillons ont été recueillis pendant les constatations, afin de reconnaître la proportion de la manière colorante par la comparaison avec des solutions titrées.

A cette occasion, M. Schardt a constaté l'extrême sensibilité de la fluorescéine. En se servant d'un appareil très simple et très portatif, il a été possible de reconnaître encore la présence de cette matière colorante à la dilution de *un dix milliardième*, soit de 1 gramme dans 10 000 mètres cubes d'eau !

Cet appareil consiste en une éprouvette cylindrique ordinaire de 20 cm. de longueur, renfermée dans une gaîne de papier noir. Par une fente longitudinale de 2 à 3 mm. de largeur, suivant toute la longueur de la gaîne, on laisse entrer la lumière du soleil ou de l'arc voltaïque dans le liquide contenu dans le tube. En observant par l'orifice de celui-ci, la moindre trace de fluorescéine se trahit par la teinte verte du faisceau de lumière, qui se détache nettement du fond noir de l'éprouvette.

Les essais de M. S. Aubert et A. Forel[1], tendant à rechercher l'émissaire du **ruisseau qui disparaît sous terre au Pré de Bière**, entre le Brassus et le Marchairuz, n'ont amené aucun résultat. La fluorescéine (8 litres à 25 $^0/_0$), versée dans cet entonnoir le 29 mai 1898, n'a été aperçue à aucune source sur le versant oriental de la vallée de Joux.

M. Ruest[2] a analysé l'eau d'une **source minérale** du terrain glaciaire, jaillissant à Plongeon près de Genève, et qui est

[1] *C. R. Soc. vaud. sc. nat.*, 6, VII, 1898. *Archives Genève*, VI, 652.

[2] *Dr* C. Ruest. Analyse de l'eau de la source Marzis à Plongeon près Genève. *Archives Genève*, V, 1898, p. 162-165.

d'une composition analogue à l'eau Cachat d'Evian. Elle a un débit de 2-3 litres par minute, température 9°15.

Voici les résultats de l'analyse :

Poids spécifique : 1,000 223

Gaz en solution :	Azote	=	0,01327 gr.
	Oyygène	=	0,00658
Anhydrides :	Co_2 (total)	=	0,33685
	SO_2	=	0,03376
	P_2O_5	=	0,00019
	N_2O_5		Traces.
	Cl	=	0,00939
Bases :	K_2O	=	0,00583
	Na_2O	=	0,00879
	NH_3		Traces.
	MgO	=	0,02638
	CaO	=	0,18310
	Al_2O_3 } Fe_2O_3 }	=	0,00103
	MnO		Traces.
	SiO_2	=	0,01308
Substances organiques :			Traces.
		Total,	0,63825 gr. dans 1000 cm³.

Lacs.

Les **lacs de la région des Alpes glaronnaises** sont, en ce qui concerne ceux des vallées, pour la plupart des lacs de barrage. Ce sont d'après M. Rothpletz[1] :

Klönsee (profondeur 33 m.) : barrage par éboulement.

Voralpsee entre Kurfirsten et Alvier, barrage par un éboulement tombé du Rosswierkopf. Ecoulement souterrain.

Haslensee sup. et inf., barrage par cônes d'éboulement.

Walensee. Bien que délimité par des cônes d'alluvion, ce lac a été ainsi segmenté et isolé d'un lac plus grand, sans que ce soit là la cause de sa formation.

Une série de petits lacs se trouvent dans l'intérieur du champ de déjection de l'éboulement de Flims.

Plusieurs lacs sont situés dans des bassins entièrement rocheux. Dans ce cas leur origine est dû à des affaissements de masses rocheuses, comme l'ancien lac d'Ilanz et le lac de

[1] Rothpletz. Das Geotect. Problem. *loc. cit.*, p. 241. (*Revue* p. 192.)

Bonaduz, puis les lacs encore existant de Spanegg, de la Thalalp, de Murg etc.

D'autres, tels les lacs d'Oberblegi, de Guppen, les lacs de Mutten et de Bräch sont taillés dans des plateaux calcaires ; ce sont des lacs d'entonnoir ou lacs de dolines. Dans cette catégorie rentre encore la Cavordia sur le Kistenpars, le lac de Wildmad, les Seelenen sur la Tässlialp. Leur niveau varie avec le niveau de la nappe préatique.

Les **lacs français**, dont M. DELEBECQUE[1] a entrepris depuis nombre d'années l'exploration complète, font l'objet d'un beau volume de cet auteur, dans lequel sont déposés les résultats des sondages et des études physiques et chimiques, poursuivies pendant plus de dix ans. Cet ouvrage sert non seulement de texte à l'atlas des lacs français publié par le même auteur, mais il le complète par d'innombrables données sur des lacs grands et petits que cet atlas ne contient pas. Mieux encore ; tandis que l'atlas des lacs français ne donnait que la topographie sous-lacustre, le volume qui vient de paraître nous donne aussi la topographie des rives soit par des cartes plus réduites, soit par des vues phototypiques. Cette monographie est destinée par sa nouveauté à rendre de très grands services à la géologie, comme à la géographie physique.

Dans le premier chapitre l'auteur nous donne la *répartition géographique des lacs* de France (il y en a 433). Il les groupe selon leur distribution par régions naturelles en :

Lacs des Alpes, du Jura, des Vosges, du plateau central, des Pyrénées, du littoral méditerranéen (étangs) et lacs des autres régions du territoire français.

Le second chapitre nous donne des détails sur les *procédés d'exploration des lacs, leur sondage*, en vue de figurer la topographie sous-lacustre, la construction des appareils de sondage et les accessoires nécessaires pour l'exploration des lacs des hautes régions ; en particulier l'aménagement des bateaux portatifs.

Le troisième chapitre contient la description des *principaux lacs français*. Ceux dont l'auteur a levé le plan topographique sont accompagnés de planches en réduction de celles du grand atlas. La description des autres est consignée d'après les renseignements fournis par divers explorateurs.

Les *cartes topographiques sous-lacustres* fournissent des résultats des plus intéressants, qui sont consignés dans le

[1] ANDRÉ DELEBECQUE. Les lacs français. Ouvrage couronné par l'académie des sciences. Chameroud et Renouard, 1898, 436 p., 4°, 152 fig. et 22 pl.

chapitre IV. Il en résulte une première constatation, celle de la faible profondeur de la plupart des lacs, comparée à leurs dimensions superficielles, ce qui est en opposition absolue avec la vieile croyance des profondeurs insondables des bassins lacustres. Le lac le plus profond relativement à sa superficie donne l'indice 1 : 5, 7 (le second chiffre étant la racine carrée de la surface); les lacs du littoral ont surtout une profondeur faible. L'auteur décrit les formes particulières du relief sous-lacustre, la formation de la beine et du mont, la forme des talus sous-lacustres, celle du fond, les allures des cônes de déjection ou deltas, les monticules et iles, les entonnoirs émissaires et les sources sous-lacustres.

La *nature du sol sous-lacustre* est décrite dans le cinquième chapitre. L'auteur décrit les appareils de sondage utilisés pour le prélèvement des échantillons; il donne ensuite une classification des alluvions lacustres, selon la subdivision de M. Forel. Une importante partie de ce chapitre est relative à la composition chimique des vases lacustres; il en donne un grand nombre d'analyses, d'où découle que la composition des vases varie avec la composition du bassin des affluents. La composition moyenne des vases n'est cependant pas en rapport avec la composition moyenne des roches du bassin. Dans un même lac la composition peut être très variable.

Les flancs rocheux des lacs (sol primitif) ne sont que rarement à nu; ordinairement l'alluvion les recouvre, sauf dans le cas d'un talus trop fort et lorsqu'une cause quelconque l'empêche de se déposer. Il y est question encore de la conservation de moraines sous-lacustres et de leur constatation.

L'alimentation des lacs, *leurs affluents*, *leurs émissaires*, les autres actions influençant le niveau des lacs (pluie, condensation, évaporation) font l'objet du sixième chapitre. L'auteur examine toutes ces influences, en particulier le rôle des affluents et des émissaires qui peuvent être superficiels et plus rarement sous-lacustres. La variation du niveau des lacs est naturellement en rapport avec la variation des facteurs indiqués. L'auteur étudie la méthode pour en déterminer la valeur, et constate que les lacs à écoulement sous-lacustres sont bien plus variables que les autres.

Les *conditions thermiques de l'eau des lacs* forme le chapitre VII dans lequel est décrit le thermomètre employé (Negretti et Zambra). L'auteur donne ensuite une importante liste d'observations sur les lacs les plus variés.

La répartition des températures en un moment donné ne varie pas beaucoup aux mêmes profondeurs dans le même bassin lacustre, sauf à la profondeur voisine de 10 m. (couche du saut). Les causes qui agissent sur la température de l'eau sont : le climat, la profondeur moyenne et la forme du bassin lacustre, les affluents.

D'après la répartition thermique durant les saisons, on peut distinguer : 1° Lacs dont la température superficielle ne descend jamais au-dessous de 4° (lacs du type tropical). 2° Lacs dont la surface est tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de 4° (type tempéré). 3° Lacs dont la température superficielle ne s'élève jamais au-dessus de 4° (type polaire).

Le chapitre VIII traite de la *couleur des lacs et des influences* (matières organiques, alluvions impalpables, organismes vivants) *qui peuvent modifier la teinte bleue naturelle de l'eau limpide*. La transparenee varie beaucoup, même dans l'étendue du même bassin. Elle décroit avec la présence des agents modificateurs de la couleur bleue naturelle. Ce même chapitre traite des phénomènes optiques de l'atmosphère provoqués par les variations de la température du lac (mirages, fata morgana).

Le chapitre IX est relatif à la *composition chimique des eaux des lacs*, c'est-à-dire les matières que l'eau tient en dissolution. L'auteur décrit d'abord l'appareil ayant servi au prélèvement des échantillons à des profondeurs données, puis les méthodes d'analyses employées et portant sur la détermination quantitative et qualitative des matières dissoutes. Il indique la provenance probable des divers composés chimiques. La répartition des matières dissoutes varie suivant la profondeur, la saison et la situation des affluents. L'eau de l'émissaire se rapproche le plus de l'eau superficielle du lac. Il faut encore tenir compte de certaines actions biologiques et de la précipitation spontanée du carbonate de chaux. En dernier lieu l'auteur examine la quantité des *gaz dissous dans l'eau des lacs*.

Le chapitre X traite des *conditions géologiques des lacs*, qu'il classe en *lacs de barrage*, *lacs à bassins rocheux* (taillés dans la roche en place), *lacs mixtes*.

L'auteur donne de chacune de ces espèces de lacs de nombreux exemples, choisis parmi les lacs français, en particulier des lacs de barrage, qui forment le type le plus fréquent et le plus intéressant, en raison de la multiplicité des barrages (éboulement, glacier, moraines actuelles ou anciennes, alluvions d'un torrent, coulées de laves, volcan surgissant au mi-

lieu d'une vallée, cordon littoral, dunes, etc.). Les bassins dans la roche en place sont plus rares; ce peut être des bassins produits par l'activité volcanique ou par des affaissements de l'écorce terrestre; dans ce nombre rentrent aussi les lacs marginaux des Alpes, en particulier le lac Léman. Certains bassins lacustres rocheux peuvent être le produit de l'érosion de l'eau superficielle, ou des eaux souterraines (lacs d'effondrement et lacs d'entonnoir), pertes de cours d'eau et obstruction après érosion en amont de la perte; enfin de l'érosion glaciaire. Dans le chapitre XI l'auteur suit l'évolution que doit parcourir un lac depuis sa formation jusqu'à son extinction par comblement et abaissement. Le dernier chapitre enfin (XII), contient une répartition des lacs français d'après les régions naturelles.

En Italie c'est M. Giov. de Agostino[1] qui s'est donné pour tâche d'explorer et d'étudier les bassins lacustres. Nous lui devons une description très complète du **lac d'Orta**, dont voici les dimensions:

Longueur 13,4 km. suivant la ligne médiane (12,4 km. en ligne droite).

Largeur 500 m. à 2500 m. (en moyenne 1400 m.).

Périmètre 33,5 km.

Superficie 18,15 km^2.

Ce bassin lacustre forme deux cuvettes, séparées par un dos médian (moraine?). La cuvette N est la plus profonde avec 143 m. (altitude 147 m. la surface étant à 290 m.); la cuvette S offre un fond plat assez étendu à 122 m. (à 168 m. d'altitude).

A l'extrémité S se trouvent deux golfes séparés par la presqu'île d'Orta. Le plus petit au N de la presqu'île, a 93 m. de profondeur; l'autre bien plus large offre un fond plat entre 32 et 37 m. de profondeur qui se lie par un fort talus au fond du grand bassin. Au sommet de ce talus s'élève l'île de Saint-Giulio, 0,03 km^2.

Etendue du champ collecteur pluvial 102 km^2.

L'auteur décrit en détail les allures de la topographie souslacustre qu'il représente au moyen de coupes longitudinales et transversales. Il examine ensuite le champ collecteur des affluents du lac et, le débit de l'émissaire, la Nigoglia, affluent de la Strona. Diverses observations lui font penser qu'il existe dans ce lac des sources souslacustres.

[1] G. de Agostino. Il lago de Orta. 39. p., 4. pl. Torina C. Clausen. 1897.

Il donne la liste des variations extrêmes de niveau, observées depuis 1755.

Au point de vue géologique et hydrographique, ce bassin lacustre est remarquable, parce qu'il occupe une vallée d'érosion des plus manifestes, creusée dans les roches granitiques et gneissiques. Dans la partie S se montre un encadrement morainique. Celui-ci n'est peut-être pas étranger à l'inclinaison du thalweg de ce lac, qui normalement devrait descendre du N au S, ayant son émissaire au S, alors que c'est le contraire qui a lieu.

L'auteur consacre encore une série de chapitres à la climatologie de la région, à la thermique de l'eau, à sa transparence, ainsi qu'à la flore et la faune lacustres, dont il donne la liste.

Coloration des eaux.

M. W. Spring[1] a fait des recherches très remarquables sur la **coloration des eaux**. Il constate que les eaux les plus pures sont bleues, mais qu'une augmentation de *matière ferrugineuse* fait passer cette couleur au bleu verdâtre, au vert d'herbe et au jaune.

D'autre part les eaux bourbeuses, colorées par la *matière humique* offrent des teintes très semblables.

Or M. Spring a constaté que le mélange de ces deux sortes d'eaux se clarifie et se décolore très rapidement, qu'il se produit une sorte de purification des eaux par suite de la précipitation d'humate de fer, surtout sous l'action du rayonnement solaire; le sel de fer produit est un sel ferreux. Ce phénomène s'accomplit d'autant plus rapidement que la proportion de fer est faible, mais elle se ralentit de nouveau lorsque le fer ne représente que $^1/_{10}$ de l'équivalent humique. La lumière solaire est un agent indispensable à l'accomplissement de ce phénomène.

Sans cette réaction les lacs et les mers seraient d'une couleur brunâtre et personne n'aurait jamais connu le bleu de la Méditerranée, ou de nos lacs alpestres.

Cette élimination du fer par précipitation explique encore la fréquence de cette matière dans les sédiments marins et

[1] W. Spring. Sur le rôle des composés ferriques et des matières humiques dans le phénomène de la coloration des eaux et sur l'élimination de ces subtances sous l'influence de la lumière solaire. *Archives, Genève.* 1898. V, 1-28.

limnaux les plus variés. Car c'est dans les lacs et dans les océans que se fait surtout ce travail de purification. D'autre part on comprendra pourquoi les dépôts ferrugineux sont presque toujours très riches en matières organiques, la limonite des marais surtout.

Glaciers.

La publication devenue classique de John Tyndal[1], sur les **Glaciers des Alpes** (The Glaciers of the Alps) a été récemment traduite en allemand. On sait que les recherches et publications de Tyndal sur cet objet sont loin derrière nous; elles remontent à 1856. Néanmoins le besoin s'est fait sentir de rééditer les remarquables recherches du grand savant. Nulle publication ne possède autant d'actualité, après bientôt 50 ans, que les études de Tyndal sur les glaciers. C'est saisissant de suivre l'auteur dans la voie qui l'a conduit vers l'étude des glaciers, sans même se rendre compte d'avance de l'étendue de l'entreprise. Puis les explorations dans les Alpes bernoises, dans le Tyrol, dans les Alpes valaisannes, au Mont-Rose et au Mont-Blanc, où, à côté des études glaciaires, il donnait aussi son attention aux phénomènes hydrographiques, aux lacs, aux torrents et entre autres aux phénomènes particuliers du Léman. Toutes ces explorations, qui n'ont pas seulement eu à lutter contre les difficultés des climats et des altitudes, mais parfois aussi contre la mauvais volonté des gens, ont accumulé une grande quantité de renseignements, qui sont utilisés dans la deuxième partie du volume, vrai traité scientifique et théorétique. Partant de la lumière, de la chaleur et des propriétés de la chaleur rayonnante, l'auteur arrive à fixer les conditions qui déterminent la limite des neiges éternelles. Il parle de la couleur de l'eau, de la glace, du ciel, des moraines des glaciers, de leur mouvement et de sa cause et des phénomènes accompagnant la descente des glaciers. Il mentionne enfin la structure particulière de la glace et ses causes.

Lors même que bien des considérations exposées dans cette publication se sont modifiées depuis lors et ont été complétées et précisées, ce remarquable mémoire garde un attrait et un intérêt toujours nouveau.

[1] John Tyndal. F. R. G. Die Gletscher der Alpen. Autorisierte deutsche Ausgabe. Vorwort von G. Wiedemann. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1898. 554 p. 80.

Un second ouvrage de TYNDAL[1] qui se lie étroitement au précédent a pour titre **Dans les Alpes.** A la fois scientifique et alpiniste, il a eu également cette année une traduction allemande, en deuxième édition. Tandis que les « Glaciers of the Alps » sont plutôt dédiés à ceux qui s'intéressent spécialement aux glaciers, « Dans les Alpes » a une tendance plus générale. Cette publication nous montre Tyndal ascensioniste travaillant intellectuellement, à côté de ses efforts physiques, et observant les nombreux phénomènes, qui déterminent le caractère spécial de nos Alpes et de leurs glaciers. A ce point de vue, cet ouvrage pourrait s'appeler aussi « heures de travail dans les Alpes ». Outre les récits d'expéditions, il renferme un intéressant chapitre sur la structure géologique des Alpes et conclut par un résumé très clair des observations concernant l'origine et le mouvement des glaciers. Il donne au commencement des observations sur la mer de glace,sur la structure et les propriétés de la glace, et examine à fond les recherches de Helmholz sur la formation des glaciers et sur les propriétés de la glace.

M. P. MERCANTON[2] a relevé au moyen d'un procédé graphique la **texture glaciaire** sur une section de la mer de glace à la hauteur du Montanvert. Il semble d'après ces constatations que les dimensions du grain aillent en croissant du milieu vers les rives du glacier.

Nous devons à M. RICHTER[3] un rapport très complet sur les **variations périodiques des glaciers**. La partie concernant les Alpes Suisses, due à M. F. A. FOREL mentionne que sur 56 glaciers observés pendant l'année 1897 :

39 sont en décrue,
5 sont stationnaires,
12 sont en crue.

Dans le bassin du Rhône, sur 26 glaciers, il y en a 9 qui sont en crue certaine, 2 en crue probable, tous les autres sont en décrue.

Les glaciers de Zigiorenove et du Trient, qui étaient en crue

[1] JOHN TYNDAL. In den Alpen. Autorisierte deutsche Ausgabe. Vorwort von G. Wiedemann. Deuxième édition. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1899. 419 p. 80.

[2] *C.-R. Soc. vaud. sc. nat.*, 5 janvier 1898 et *Archives Genève*. V. 365.

[3] E. RICHTER. Les variations périodiques des glaciers. III Rapport 1897 rédigé au nom de la Commission internationale des glaciers. *Archives Genève*. 1898. VI. 22-55.

très manifeste depuis 1879, sont en décrue depuis 1897. Leur phase de crue a donc duré 18 ans.

Le glacier de Lötschen a cessé sa période de crue dès 1896-97. Dans le bassin de l'Inn, le glacier de Rosegg est seul en crue confirmée.

Les « Eclogæ » ont déjà publié en résumé et in extenso la communication de M. Richter[1] sur les **anciens glaciers des Alpes**. Nous ne pouvons donc que rappeler ici très brièvement les principales conclusions résultant de ces études. Elles partent du fait, avéré aujourd'hui, que la limite des neiges éternelles va en s'abaissant avec l'éloignement des montagnes. Une augmentation en épaisseur d'un glacier peut donc produire un accroissement considérable et presque subit du champ nourricier, lorsque cette hauteur dépasse la limite des neiges éternelles. De tels changements peuvent donc avoir produit les grandes oscillations des glaciers quaternaires, sans changements notables du climat.

Un autre fait important, qui résulte des études de M. Richter, explique les vastes nappes, dites moraines profondes, qui couvrent le champ subalpin occupé jadis par les glaciers. Par la jonction de plusieurs glaciers, forcés de se resserrer sur une largeur beaucoup plus réduite, il se produit, suivant la force des différents confluent, des alternances de lames plus ou moins verticales de glace et de moraine. Cela explique le transport des masses de boue glaciaire sur le champ de fusion du glacier. Ces faits prouvent combien il importe de déterminer l'altitude des glaciers plistocènes. M. Richter indique surtout l'observation des Kahrs et des hauts lacs, comme des indications très sûres.

Actions et agents internes.

Tremblements de terre.

Le **tremblement de terre du 22 février 1898**, sur lequel M. Bührer[2] a recueilli de nombreux renseignements, s'est étendu sur l'extrémité S du lac de Neuchâtel. Une première secousse a été sentie à 2 h. du matin, une plus faible à 6 h. La secousse principale a eu lieu à 11 h. 43, d'autres ont suivi à 1 h. 40, 2 h., 2 h. 20. — A Grandson, où paraît avoir été

[1] E. Richter. Eiszeitforschung im Innern der Alpen. *Eclogæ géol. helv.* V. 507-511. *C.-R. Soc. helv. sc. nat., Berne.* 1898. p. 99. *Archives Genève.* VI. 489-491. *Eclogæ géol. helv.* V. 483.

[2] *C.-R. soc. vaud. sc. nat.,* 2 mars 1898. *Arch. Genève,* I, p. 570-571.

le centre de l'ébranlement, on a entendu un bruit pareil à une détonation. Nombre de cheminées ont été renversées; elles ont toutes été renversées vers le SW.

L'aire d'ébranlement s'étendait au S jusqu'à Romainmôtier et Mont-sur-Lausanne, à l'ouest jusqu'à l'Auberson et le Val-de-Travers, au N jusqu'aux environs de Neuchâtel et à l'E jusqu'à Echallens.

Le **tremblement de terre** du 22 février à 11 h. 45 n'a pas été ressenti à Neuchâtel, bien qu'il fut un des plus violents qu'on ait ressenti aux environs de Grandson et d'Yverdon. M. HIRSCH [1] n'a constaté aucune modification dans la position de la grande lunette méridienne de l'Observatoire. Par contre plusieurs des pendules de précision ont trahi des variations anormales, peu considérables d'ailleurs.

M. FOREL [2] a réuni des renseignements fort exacts sur les **vagues sismiques** observées sur le lac de Neuchâtel, lors du tremblement de terre du 22 février 1898. Il résulte de cette enquête qu'il s'agit bien d'un véritable raz de marée, qui a été constaté par plusieurs témoins occulaires. Le sisme de ce jour a soulevé une succession de vagues très courtes, d'environ un demi-mètre de hauteur, qui ont agité l'extrêmité S du lac, entre Yvonand et Grandson. Elles doivent être parties à l'E de la ville de Grandson. Cette constatation écarte définitivement toute connexion supposée entre les seiches et les tremblements du sol.

4e PARTIE. — STRATIGRAPHIE

Stratigraphie générale.

M. MAYER-EYMAR [3] pose en principe que la **nomenclature internationale des terrains** devrait être latine. Chaque terme d'étage devrait se terminer en *anum* (Moguntianum, Neocomianum) et que chaque sous-étage devrait avoir la terminaison *on* pour l'inférieur et *in* pour le supérieur.

[1] *C.-R. soc. sc. nat. de Neuchâtel*, 4 mars 1898. *Arch. Genève*, 1898, V, p. 482.

[2] *C.-R. soc. vaud. sc. nat.*, 6 avril 1898. *Arch. Genève*, 1898, VI, p. 175-177.

[3] *C.-R. soc. helv. sc. nat.*, Berne, 1898, p. 96. *Arch. Genève*, VI, p. 484, et *Ecl. geol. helv.*, V, p. 479.