

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 5 (1897-1898)  
**Heft:** 6

**Artikel:** 3me partie, Géologie dynamique  
**Autor:** [s.n.]  
**Kapitel:** Actions et agents externes  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-155256>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 04.02.2025

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

3<sup>me</sup> PARTIE. — GÉOLOGIE DYNAMIQUE*Actions et agents externes.*

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

## SÉDIMENTATION.

*Eboulements.* M. PIPEROFF<sup>1</sup> a consacré quelques pages aux **collines calcaires, dites Tomas**, entre Reichenau et Coire, ainsi qu'à diverses sortes d'éboulements, essayant de reconnaître ce qui pourrait être interprété comme roche en place. Il cite et décrit 24 Tomas. On peut considérer comme roche en place (klippes, perçant la moraine, etc.), divers affleurements de Verrucano, Röthidolomit, schistes lustrés. Dogger. La plupart des Tomas sont des blocs. Il a reconnu les preuves de grands **éboulements** à Flims, au Kunkelspass, au Calanda, au Pizokel, qui sont en bonne partie antérieurs à la dernière extension des glaciers et conteste absolument l'opinion de M. Rothpletz, tendant à considérer la vallée du Rhin, comme une voûte affaissée (Grabenversenkung).

La COMMISSION GÉOLOGIQUE SUISSE<sup>2</sup> fait un appel à tous ceux qui ont l'occasion de visiter et de mesurer des **mouvements de terrain** (éboulements, glissements, ovaïles, etc.), les priant de marquer ces accidents, aussi exactement que possible, au moyen de signes conventionnels, sur la carte Siegfried, avec indications des dimensions exactes, de la date, de la nature du terrain déplacé et des circonstances locales. Une circulaire a été adressée dans ce but aux ingénieurs, topographes, géologues, etc., avec toutes les instructions nécessaires pour arriver à des renseignements aussi complets que possible, et pour les indiquer, d'une manière uniforme, au moyen des signes conventionnels proposés.

*Ovaïles.* M. FRÜH<sup>3</sup> a écrit un mémoire critique et synthétique sur les phénomènes très fréquents en Irlande et en Ecosse de l'**éruption des tourbières** (Moorausbrüche). Des

<sup>1</sup> PIPEROFF. Calanda, *Mat. cart. géol. suisse*, N. S., VII, p. 45.

<sup>2</sup> *Eclogæ geol. helv.*, 1898, V, p. 262.

<sup>3</sup> Dr J. FRÜH. Ueber Moorausbrüche. *Vierteljahrsschr. naturf. Gesellsch. Zürich*, 1897, XLII, p. 202-237.

accidents analogues, n'ont cependant pas encore été observés en Suisse.

Il s'agit en général de marais tourbeux élevés, situés sur des plateaux, formant partage d'eau. La surface de telles tourbières est convexe ensuite de l'accroissement de la végétation tourbeuse. Les couches profondes de tourbe qui sont les plus mûres, sont ordinairement plastiques, presque semi-fluides et subissent de ce fait une compression, surtout lorsque des pluies persistantes ou des afflux d'eaux souterraines ont rapidement imprégné la couche superficielle. Il en peut résulter un déversement latéral de la couche fluide profonde occasionnant parfois des dévastations considérables.

Il ne s'agit donc pas d'éruptions comparables aux éruptions de volcans boueux, mais bien d'une sorte de *coulée* ou *glissement*, selon la consistance pâteuse de la tourbe formant la partie profonde de la tourbière. Souvent la couche superficielle est entraînée avec la coulée : celle-ci ressemble alors à un vrai glissement de terrain ; on voit alors une niche d'arrachement, un canal d'écoulement et un champ de déjection. D'autres fois, surtout si la tourbe pâteuse est très fluide, la couche superficielle reste en place, elle s'affaisse seulement, pendant que la couche semi-fluide s'échappe. A la place du bombement de la tourbière on trouve alors une zone affaissée oblongue, accusant une différence de niveau pouvant aller jusqu'à 10 m. De telles éruptions sont de vraies coulées de tourbe imprégnée d'eau et devenue fluide. Occasionnellement des coulées tourbeuses peuvent se former par suite d'inondation ou par érosion latérales. Des exploitations de tourbe peuvent aussi provoquer de semblables accidents.

Des coulées spontanées peuvent avoir pour cause occasionnelle des tremblements de terre, la hausse des eaux souterraines. Mais les causes déterminantes sont multiples et dépendent du genre de végétation tourbeuse, de l'état de tourbification des couches profondes et leur état d'imprégnation par l'eau souterraine. L'auteur exprime le vœu que ces phénomènes soient étudiés dorénavant avec soin, soit en Suisse, soit ailleurs.

*Charriage. Galets striés.* M. STANISLAS MEUNIER<sup>1</sup> a fait des observations et des expériences constatant que les **galets striés** peuvent se former par des influences non glaciaires, et

<sup>1</sup> STANISLAS MEUNIER. Recherches expérimentales sur quelques phénomènes dont les produits peuvent être confondus avec ceux que détermine l'action glaciaire. *C.-R. Congrès géol. Zurich.* 216-237.

qu'il faut en conséquence conclure toujours avec prudence à l'origine glaciaire de dépôts contenant des galets de cette nature. Il a basé ses conclusions soit sur des observations faites dans diverses régions, soit sur des expériences, en faisant écouler des graviers mêlés de boue et de sable dans un couloir en bois et les chargeant de gros blocs. Il veut mettre surtout en garde les géologues contre le qualificatif de moraine à galets striés, donné à tout amas caillouteux et boueux qui contient des galets striés. Selon M. Meunier les galets striés sont relativement rares dans les dépôts des glaciers actuels. Les blocs de la surface ne sont pas striés. Il admet bien que le striage du galet glaciaire peut se faire sur un côté, lorsque la glace renfermant le galet frotte sur le lit du glacier, mais ce serait alors une surface plane qui devrait en résulter. Or, en constatant que dans les dépôts argilo-caillouteux dits glaciaires des environs de Clarens et de Montreux, *tous* les galets sont magnifiquement striés et *sur tous les côtés*, il ne peut absolument pas admettre que ce soit là l'œuvre du polissage et du striage par le mouvement du glacier ; il croit bien plutôt qu'il s'agit là de coulées de cailloux, que le glacier a été bien secondaire dans leur formation, que très probablement même, les coulées caillouteuses ne se sont produites qu'après le retrait des glaciers et que la striation ne serait nullement en connexion avec l'époque glaciaire<sup>1</sup>.

D'autre part, M. Meunier montre que des coulées très boueuses peuvent transporter des blocs assez gros, *sans les user et les strier*, comme il en a fait l'observation au torrent de Gamprecht, dans la vallée de l'Ill, sur Schruns (Vorarlberg). La coulée de boue de Saint-Gervais lui a offert des exemples tout aussi démonstratifs.

<sup>1</sup> Pour ce qui concerne les dépôts sur lesquels se basent les conclusions de M. Meunier, je puis affirmer que ces formations sont bien *contemporaines à l'époque glaciaire* et nettement morainiques. Cela est prouvé par le niveau des dépôts en question qui sont tous des remplissages d'anciennes vallées d'érosion et dont la surface est parsemée de gros blocs erratiques anguleux. Il n'est pas nécessaire d'admettre que chaque galet strié doit avoir été poli et strié par le frottement seul sur le fond du glacier. Les dépôts morainiques à galets usés et striés, se sont produits par l'intervention de l'eau et le frottement des galets les uns contre les autres et contre le sable qui les accompagne. Cette action devait s'accomplir *sous le glacier* et *sur son flanc*, où d'ailleurs bien rarement il glissait sur le substratum rocheux, mais plutôt sur un lit de moraine. Les dépôts en question n'ont du reste nullement l'aspect de *coulées*, mais leur surface va en s'abaissant de l'intérieur des Alpes vers le bord, parallèlement à la pente du glacier.  
H. SCH.

*Sédimentation lacustre.* Le rapport de la COMMISSION DES RIVIÈRES nous apprend que les mesurages entrepris par M. le PROF. HEIM<sup>1</sup> sur la **Sédimentation lacustre** dans le lac des Quatre-Cantons, n'ont conduit à aucun résultat. Les deux caisses descendues au fond du lac dans ce but pendant l'hiver 1894, n'ayant pas pu être relevées ; de nouveaux essais vont être faits.

*Action de la végétation. Terre arable.* M. TARNUZZER<sup>2</sup> s'est occupé de l'origine des **touffes de végétation** qui caractérisent certaines régions des Alpes en particulier les pâturages à diverses altitudes. Il y voit un problème de géologie, bien que l'influence du sous-sol qui devrait pourtant dans ce cas y être pour quelque chose, ne soit mentionnée que très secondairement.

Il débute par l'examen des cercles de sorcières dus à des champignons, pour parler ensuite des corniches gazonnées qui bordent les sentiers des vaches sur les pâturages inclinés. Il mentionne les touffes de Rhododendron et de poil de chien (*Nadus stricta*) existant sur les pâturages plats où le vent aurait aussi quelque influence en apportant la terre et le limon, qui sont retenus par la végétation en question. Ailleurs, sur des talus, se forment des corniches et escaliers où végètent surtout des *Carex*. Il cite enfin les îlots de végétation subsistant sur les hauts plateaux et cols de toutes parts attaqués par le vent. Il ne nous est pas possible de traduire les termes locaux introduits par l'auteur. Il est d'autre part peu évident que la nature *géologique* du sol entre pour une bien grande part dans ce phénomène qui constitue bien plutôt un problème de phytostatique et de morphologie botanique intéressant l'économie alpestre.

M. BIELER<sup>3</sup> a dressé une **carte agronomique des environs de Lausanne** (manuscrite) qu'il accompagne de plusieurs observations concernant la géologie de cette région.

Le terrain essentiellement marneux de l'Aquitainien fournit des terres argilo-siliceuses compactes, tandis que le Burdigalien (Langhien), surtout sableux, donne des terres siliceuses peu consistantes. A cela il faut ajouter les terres résultant des terrains glaciaires qui n'ont pas encore été étudiées.

<sup>1</sup> Bericht der Flusscommission. *Actes soc. helv. Sc. nat.* Engelberg. 1898. 118.

<sup>2</sup> TARNUZZER. Ueber die Entstehung von Vegetationshügeln und Andern Oberflächenbildungen. *Jahresber. Naturf. Gesellsch. Graubünden.* XL. 1897. 18 p.

<sup>3</sup> *Archives Genève* 1897. III. 181-182. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* Séance du 16 déc. 1896.

## ÉROSION ET CORROSION.

Les **phénomènes d'érosion** font l'objet d'une conférence de M. AUG. AEPPLI<sup>1</sup>, dans laquelle sont décrits les différents agents érosifs, et les phénomènes de sédimentation qui en découlent.

*Formation des vallées.* L'origine des **vallées transversales des Alpes** a donné matière à M. MAURICE LUGEON<sup>2</sup> pour formuler une loi d'après laquelle ces vallées seraient dues à des plis transversaux aux plissements alpins. En examinant les vallées transversales de la Savoie et du Dauphiné, puis la profonde vallée du Rhône, entre Martigny et le lac Léman, ces grands sillons lui paraissent être creusés sur des emplacements, où les plis constituant les chaînes alpines ont subi un abaissement notable, ce qui correspondrait, selon l'auteur, à un *pli transversal*. L'abaissement manifeste du pli synclinal existant sur le flanc N du Grammont et aux Rochers de Naye, de part et d'autre de la vallée du Rhône, lui paraît absolument démonstratif à cet égard. Il en donne les détails au moyen des profils échelonnés le long de ce pli et placés en regard les uns des autres. Il est regrettable que l'auteur n'ait pas donné les mêmes détails pour les autres plis, dont la structure paraît également en accord avec la loi formulée. Il reconnaît cependant que les relations entre les plis des Dents-du-Midi et les Dents-de-Morcles qui font partie d'un même système, paraissent faire exception. L'auteur conteste l'existence préalable de toute cassure ou crevasse ayant pu solliciter le passage de l'eau. Tout se résume à la formation de plis transversaux à grande amplitude, ayant servi de collecteurs d'eau pour de vastes surfaces. L'abaissement des plis est progressif d'amont en aval, c'est-à-dire l'axe du pli transversal s'abaisse de l'intérieur des Alpes vers l'extérieur.

M. F. JENNY<sup>3</sup> a soumis la **vallée transversale de la Birse**, entre Court et Aesch, à une étude détaillée, en vue d'en

<sup>1</sup> A. AEPPLI. Aus der Geschichte der Erde. I. Ueber Wirkung des fließenden Wassers. *Schweiz. pädagog. Zeitschrift*. VII. 1897.

<sup>2</sup> M. LUGEON. Leçon d'ouverture du cours de Géographie physique. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* XXXIII. 1897. p. 57-62. — *C.-R. Acad. Sc. Paris* 5 avril 1897, p. 785. *Archives Genève*. III. 582.

<sup>3</sup> Dr FR. JENNY. Das Birsthal. Ein Beitrag zur Kenntniss der Thalbildung im Faltengebirge. *Jahresbericht der Realschule, Basel*. 1896. 31 p. in-4°, 2 pl.

déterminer l'origine. L'auteur donne d'abord, comme orientation, un aperçu sur l'orographie de la partie du Jura traversée par la Birse, et définit les formes orographiques et tectoniques qui s'y rencontrent. Il indique la situation et les caractères des 8 anticlinaux que la Birse traverse successivement, plus ou moins transversalement à leur direction. Ce sont les anticlinaux suivants, séparés par autant de synclinaux :

- Synclinal de Tavannes.
  1. Anticlinal de Graitery.
- Synclinal de Moutier.
  2. Anticlinal de la Basse-Montagne.
- Combe peu accusée.
  3. Anticlinal de Raimeux.
- Combe étroite.
  4. Anticlinal de Vellerat.
- Large synclinal de Delémont.
  5. Anticlinal des Rangiers (Mont-Terrible).
- Combe étroite.
  6. Anticlinal de Movelier.
- Synclinal de Liesberg.
  7. Anticlinal de Bueberg.
- Synclinal de Laufen.
  8. Anticlinal du Blauen.
- Plaine rhénane.

L'auteur fait l'historique des recherches et des théories qui ont été conçues pour expliquer l'origine des cluses ou vallées transversales et dépeint la lutte entre la théorie des vallées d'érosion et celle des vallées de rupture. Il penche lui-même, pour ce qui concerne la vallée de la Birse, pour l'influence de l'érosion seule, favorisée et dirigée par des *accidents tectoniques*, renversements, dédoublement de plis, chevauchements, éventuellement ruptures et n'ose se prononcer catégoriquement pour la théorie qui admet le travail simultané de l'érosion et du plissement des terrains, ainsi que le fait ROLLIER.

Il conclut que le cours de la Birse n'est pas dû au hasard ; il a été déterminé par les conditions tectoniques de la région. Ce n'est donc pas une vallée d'érosion exclusive ; l'influence directrice a été exercée par des accidents tectoniques. L'érosion régressive a été le moyen par lequel les divers tronçons de la vallée ont été creusés, en accord avec les conditions tectoniques.

*Corrosion par l'action d'algues.* M. CHODAT<sup>1</sup> attribue la **sculpture de certaines roches et galets immergés** à des algues perforantes ou corrosives. Ce sont des *Schizotrix*, en particulier, qui produisent les galets sculptés des grèves des lacs, d'autres attaquent les coquilles d'*Unio.*, etc. Les *Gongrosires* et les *Hyella* produisent des effets analogues. D'autres algues sont incrustantes (*Cyanophycées*).

#### SOURCES.

M. MOESCH<sup>2</sup> a eu l'occasion de suivre des travaux de recherches, entrepris sur l'emplacement de l'une des **Mofettes des environs de Schuls** (Engadine). C'est en 1890 que M. Rungger-Coray à Saint-Moritz entreprit un sondage à travers les conglomérats qui forment le sous-sol de la mofette. Ce travail conduisit à la découverte d'une abondante **source minérale**, riche en acide carbonique. Il en découle que les autres mofettes sont probablement dans le même cas et que l'acide carbonique, loin d'être en relation avec une activité volcanique quelconque, indique l'existence dans la profondeur, du parcours d'une eau gazeuse trouvant là une voie d'échappement pour son acide carbonique.

M. HEIM<sup>3</sup> a indiqué un moyen de déterminer rapidement et avec une précision relativement grande, le **rendement de sources jaillissant au fond des puits** de captage d'eau.

Il a constaté que lorsqu'on abaisse le niveau d'une source, ou qu'on épuise l'eau d'un puits, au-dessous du niveau normal de la nappe phréatique, le débit de l'eau augmente sensiblement au début, pour diminuer de nouveau et devenir constant, après un abaissement maintenu très bas, pendant un certain temps. Le débit pendant la période d'abaissement est variable, par suite de la vidange de cavités souterraines remplies d'eau et qui se trouvent maintenant plus bas que le niveau de la nappe souterraine. L'augmentation du débit provient souvent aussi du tarissement de sources parasites qui cessent de couler à la surface par suite de l'abaissement du niveau de l'eau.

<sup>1</sup> *Archives Genève*. III. 1898. 512.

<sup>2</sup> C. MOESCH. Dégagements d'acide carbonique dans les environs de Schuls Tarasp. *C.-R. Soc. helv. Sc. nat. Engelberg* 1898. *Archives Genève*. IV. 472. *Eclogæ geol. helv.* V. 253.

<sup>3</sup> A. HEIM. Quellenerträge in Schächten und deren Bestimmung. *Vierteljahrsscher. Naturf. Gesellsch. Zurich*. XLII. 1897. 112-128.

L'arrivée à un débit stable est parfois prompte, parfois lente, suivant la facilité avec laquelle les eaux souterraines, qui se déversaient autrefois par d'autres issues, se fraient des passages assez libres vers le puits. Il indique un procédé rapide d'arriver à la détermination de cette constante. Elle consiste à abaisser le niveau de la nappe rapidement aussi bas que possible, puis, après arrêt des pompes, d'observer la hausse du niveau. Cette hausse exprimée par le débit en litres, sera d'abord assez uniforme, si l'abaissement a été suffisant ; puis viendra un moment où elle devient irrégulière. La courbe qui la représente sera onduleuse, zigzagüée, mais le débit n'atteindra plus jamais la valeur qu'il avait au moment où il a commencé à devenir irrégulier. Cette dernière valeur est sensiblement celle de la constante que la source acquerra après qu'elle aura pris son équilibre.

Il est également important de savoir d'après les expériences de M. HEIM qu'en arrivant au moyen d'un puits, au niveau de la couche imperméable, où en s'enfonçant dans celle-ci, le débit de la nappe souterraine reste constant, jusqu'à ce que le niveau de celle-ci s'élève de nouveau au-dessus de la couche imperméable. Les irrégularités ne s'observent que dans la couche perméable.

M. HEIM donne encore des renseignements précieux pour la conservation des sources, en particulier de sources minérales qui sont parfois inconstantes. Ce moyen consiste à *maintenir ouvert* le cours de l'eau vers la station de pompage, où vers le lieu d'écoulement normal. Si l'on retient l'eau d'une source pendant le temps où l'eau n'est pas utilisée, les filons souterrains cessent de se mouvoir vers le puits et s'ouvrent des passages latéraux, en obstruant souvent les premiers passages. Il importe donc de maintenir l'appel d'eau vers le lieu où l'eau doit être utilisée, soit en épuisant l'eau constamment, soit en maintenant un trop-plein ouvert à un niveau convenable ; *ce niveau est celui où l'eau minérale conserve sa minéralisation et sa température constante*, en refoulant les eaux étrangères. L'auteur indique encore un moyen pour empêcher que des eaux minérales ne se troublent, ce qui arrive souvent lorsque par l'épuisement on abaisse momentanément le niveau de la nappe souterraine.

Les sources thermales de Pfäfers sont mentionnées par M. PIPEROFF<sup>1</sup>. Il y en a quatre principales qui sont utilisées. Ces sources mesurent 36°85 C et débitent ensemble 4000-

<sup>1</sup> PIPEROFF. Calanda. *Mat. carte géol. Suisse*. N. S. VII. 1897. p. 56.

10 000 l. min. L'auteur en donne une analyse complète faite par M. Treadwell.

### COURS D'EAU.

*Théorie de capture et dérivation.* M. STANISLAS MEUNIER<sup>1</sup> applique aussi aux glaciers le principe du **phénomène de capture** déjà reconnu pour les cours d'eau. Il admet par exemple que le glacier de la Superbe a déjà capté le glacier de la Maurienne, comme le cours d'eau de la Maurienne a été capté par la Superbe, selon la démonstration de M. Morris Davis.

Il constate que pendant l'érosion régressive, opérée par le glacier, ce dernier recule tout entier en déposant des moraines frontales de plus en plus rapprochées de la source qui se déplace naturellement de même. La végétation s'implante sur ce terrain découvert. Ce déplacement régressif peut produire alors la capture d'un glacier voisin, dont l'appoint nouveau de glace provoquera alors un nouvel avancement du glacier, qui recouvrira de nouveau la surface auparavant abandonnée. C'est ainsi qu'ont dû se former nombre de dépôts de lignite interglaciaire. L'auteur cite les gisements suisses, dont l'origine ne devrait donc pas être attribuée à une oscillation glaciaire, dûe à des causes générales atmosphériques. Cette conception, sans doute nouvelle, ne manque pas d'originalité, mais elle est loin de pouvoir s'appliquer à la situation et la structure des gisements du terrain glaciaire suisse.

Ici, les oscillations du glacier ont été *générales et simultanées*, sans qu'on puisse invoquer le phénomène de capture. A supposer même que le phénomène de capture s'y rencontre, il serait fort étonnant qu'il se fût produit partout au même moment, autant sur le cours du glacier du Rhône, que sur celui de l'Aar, de la Reuss, du Rhin et de la Limmat.

En appliquant aux deux cours d'eau les plus importants de la Suisse occidentale la loi des « coudes de capture, » M. MAURICE LUGEON<sup>2</sup> arrive à conclure que le **Rhône du Valais a été tributaire du Rhin, de même que la Dranse du Chablais.**

D'après la dite loi, les coudes d'un cours d'eau seraient

<sup>1</sup> St. MEUNIER. Sur l'allure générale de la dénudation glaciaire. *C.-R. Acad. sc. Paris.* 10 mai 1897. 1043.

<sup>2</sup> M. LUGEON. Le Rhône suisse tributaire du Rhin. *C.-R. Acad. sc. Paris.* 11 janv. 1897. Leçon d'ouverture du cours de géographie physique. *Bull. soc. vaud. sc. nat.* XXXIII. 1897. 71. *Archives Genève.* III. 182.

l'indice d'une capture, soit d'une dérivation, par l'effet de l'érosion régressive d'un autre cours d'eau, ayant occupé auparavant seul la partie du lit en aval du coude. Dans ce cas, on doit trouver devant la branche amont de chaque coude l'*ancien lit*, abandonné ensuite de la capture.

Cet ancien lit préglaciaire, soit pliocène, serait, pour le Rhône valaisan, la dépression d'Attalens entre le Mont-Pèlerin et le Mont-Vuarrat, et pour la Dranse du Chablais, la vallée de la Venoge. La première qui est, en effet, une vallée morte, se prolonge par le cours moyen et inférieur de la Broye jusqu'au lac de Morat et le Seeland, tandis que la seconde a pour suite la plaine de l'Orbe et la dépression occupée par les lacs de Neuchâtel et de Bienne. Le Rhône suisse et la Dranse du Chablais auraient donc été jadis tributaires du Rhin.

M. Lugeon se contente de donner ces arguments purement *topographiques*, sans aucune preuve, ni aucun argument d'ordre *géologique* en faveur de son hypothèse; et pourtant ne s'agit-il pas là d'un problème géologique bien plutôt que d'une simple curiosité géographique ou morphologique? Aussi, l'auteur n'aborde pas la question de la genèse du Léman, dont la solution échappe à la *topographie*; l'eût-il fait, il aurait probablement vu surgir bien des difficultés à appliquer cette hypothèse qui, certainement, paraît très séduisante au premier abord.

Ensuite d'études géologiques plus complètes, M. LUGEON<sup>1</sup> a fait une démonstration analogue concernant le **régime hydrologique de l'Isère**, nous regrettons que le cadre de la *Revue géologique* ne nous permette pas de l'analyser ici. L'auteur tend à démontrer que l'Isère, de même que l'Arc, coulaient à l'époque pliocène vers le NW par la dépression de l'Eau-Morte et du lac d'Annecy, pour se réunir au cours d'eau qui, selon M. Lugeon, devait « capter » plus tard l'Arve, la Dranse du Chablais et le Rhône suisse!

La **vallée de la Tamina** a été soumise à une étude détaillée par M. PIPEROFF<sup>2</sup> au point de vue de la démonstration de l'hypothèse de M. Heim du passage du Rhin primitif par le Kunkels-pass. Il a fait une analyse morphologique et hypsométrique minutieuse des divers terrains, gradins et paliers dans cette vallée et dans celle du Rhin et conclut à la confirmation de la dite hypothèse.

<sup>1</sup> Leçon d'ouverture. p. 19. *Bull. soc. vaud.* XXXIII. p. 62.

<sup>2</sup> PIPEROFF. Calanda. *Mat. carte géol. suisse.* VII. 1897. p. 43-53.

## LACS.

M. SCHARDT<sup>1</sup> a publié une notice préliminaire sur l'origine des lacs du pied du Jura suisse. On admet généralement aujourd'hui que les lacs marginaux des Alpes, occupant des vallées d'érosion transversales à la grande chaîne, doivent leur remplissage à un tassement général de la chaîne alpine. Ce tassement paraît avoir été plus fort sur le versant S que sur le versant N. Or les lacs du pied du Jura, le lac de Biemme, celui de Neuchâtel et le lac de Morat, occupent une position tout à fait analogue par rapport à cette chaîne. Bien qu'ils soient dirigés longitudinalement à celle-ci, ils occupent néanmoins l'emplacement de vallées d'érosion, appartenant au cours de l'Orbe-Thièle, de la Menthue et de la Broye.

Le petit lac Léman, entre Yvoire et Genève, est également un lac jurassien, aligné comme le lac de Neuchâtel. La faible profondeur de cette partie du Léman est tout à fait en accord avec cette interprétation.

La charnière de l'affaissement alpin, ayant créé les grands lacs marginaux, est probablement la ligne Salève-Lausanne. Le lac Léman aurait donc dû s'arrêter entre Yvoire et Rolle.

Il paraît clair que les lacs du pied du Jura doivent leur existence à la transformation en nappe stagnante des segments des cours d'eau cités et d'une partie du Rhône dès son émissaire du Léman primitif jusqu'à Genève. Ce ne peut être un affaissement du Jura comparable à celui des Alpes; car, dans ce cas il devrait y avoir des lacs marginaux jurassiens sur toute la longueur du pied du Jura et sur les deux versants de la chaîne, ce qui n'est pas le cas. Or, on constate que l'extrémité aval du lac de Biemme correspond exactement au point où aboutit au pied du Jura l'axe du pli monoclin de la vallée du lac de Thoune, délimitant l'affaissement préalpin du côté NE (voir p. 376 de la présente *Revue*). De même, l'extrémité aval du petit lac Léman correspond, avec la même exactitude, à l'axe du pli monoclin transversal Arve-Giffre, délimitant l'affaissement préalpin au SW. Il devient dès lors presque évident que c'est cet affaissement des Préalpes, causé par la surcharge de la brèche du Chablais et par la proéminence de la nappe de charriage préalpine, qui

<sup>1</sup> H. SCHARDT. Note préliminaire sur l'origine des lacs du pied du Jura suisse. *Arch. sc. phys. et nat. Genève* 1898. V. *Eclogæ geol. helv.* V. 257-261.

a transformé en lac des parties des cours de la Broye et de la Glane pour former le lac de Morat, et des cours de la Men-thue et de la Thièle pour former les lacs de Neuchâtel et de Bienne. Ces trois lacs ont été primitivement en communication. L'Aar coulait autrefois de Berne vers le N; mais ce même affaissement a dérivé ce cours d'eau ainsi que la Singine, du côté de l'ouest. Comme ce mouvement a eu lieu probablement au début, en tout cas avant la fin, de l'époque glaciaire, le comblement de ce grand bassin lacustre si pittoresque s'explique facilement; en particulier par le fait du stationnement très prolongé du glacier de l'Aar aux environs de Berne et le charriage énorme opéré par les eaux de ce glacier. La dérivation de l'Aar paraît s'être faite en deux fois; d'abord par le passage de Münchenbuchsee et ensuite par la voie actuelle débouchant près d'Oltigen.

Dans la région du lac Léman, cet affaissement spécial s'ajoutant au tassement général des Alpes explique la très grande profondeur de ce lac et son extension d'Yvoire jusqu'à Genève. L'amplitude maximale de cet affaissement a été au pied du Jura, au moins de 250 m. (dans la région des Préalpes naturellement bien plus). La stagnation de plusieurs cours d'eau à l'intérieur du Jura (Doubs, Orbe, Areuse), pourrait être mise en relation avec ce mouvement; mais il faudrait faire des études spéciales dans ce sens. M. Schardt attire l'attention des géologues sur ce problème, certainement très captivant.

Le lac de Constance ou Bodan est l'objet d'une étude morphométrique par M. ALBR. PENCK<sup>1</sup> qui a utilisé dans ce but les résultats des sondages exécutés aux frais des cinq Etats riverains. L'auteur indique d'abord les procédés extrêmement délicats qu'il a fallu employer pour arriver à un résultat suffisamment exact et éviter toutes les causes d'erreur. Il détermine ensuite le talus souslacustre et la surface de chaque isohypse, ainsi que le volume, et établit la relation entre la circonférence et le volume du lac, puis il fait aussi une série d'autres comparaisons. En voici les principales :

Bodan <sup>2</sup> : surface moyenne	. . .	538,98	km <sup>2</sup> .
Hautes eaux	. . .	577,55	km <sup>2</sup> .

<sup>1</sup> ALBR. PENCK. Morphometric des Bodensees. *Jahresber. d. geogr. Gesellsch. München.* 1894.

<sup>2</sup> Y compris le lac d'Ueberlingen et l'Obersee.

Volume aux eaux moyennes	484,320 km <sup>3</sup> .
» aux hautes eaux.	497,150 km <sup>3</sup> .
Profondeur maximum . . . . .	252 m.

M. PENCK<sup>1</sup> a rappelé que l'aire d'affaissement qui a donné lieu au lac de Zurich et qui est indiquée sûrement par le plongement S du Deckenschotter, se poursuit jusqu'au lac de Constance et en Bavière. Toutefois le plongement du Deckenschotter n'est pas en rapport direct avec le phénomène des lacs marginaux. Tandis que le lac de Zurich est limité par le pli anticlinal du Deckenschotter, le lac de Constance est sur le parcours même de ce pli.

M. LEONIDAS SWERINZEW<sup>2</sup> a fait des recherches sur l'origine des lacs alpestres, soit de ces petits lacs qui existent, à des altitudes variées, dans les Alpes calcaires comme dans les Alpes cristallines.

L'auteur remarque au début que les petits lacs alpestres sont bien plus nombreux qu'on ne le croit et aussi bien moins connus que les lacs marginaux beaucoup plus grands. Le canton de Glaris en recèle plus de 50 ; la région du Saint-Gotthard 120 ; dans les Alpes orientales, la statistique établie par Böhm, en indique environ 2460, sans compter les plus petits. A tout cela il faudrait encore ajouter les innombrables lacs desséchés ou comblés que le géologue reconnaît facilement. Se basant sur les recherches de divers géologues et géographes, M. Swerinzew indique la classification des lacs alpestres en six groupes :

1. Lacs de barrage résultant de l'obstruction d'une vallée par des moraines frontales et des éboulements.
2. Lacs formés dans des excavations glaciaires.
3. Lacs formés par l'obstruction d'entonnoirs.
4. Lacs d'effondrement.
5. Lacs de dissolution.
6. Lacs tectoniques, etc.

Cette liste est loin d'être épuisée. L'auteur part cependant de l'idée que malgré la diversité des formes et de leur situation, les lacs alpestres pourraient bien plutôt appartenir pour la plupart à un seul type, et provenir d'une seule action. Environ 90 % seraient des lacs d'érosion formés sur le parcours de cours d'eau, et auraient pris naissance par l'érosion fluviale.

<sup>1</sup> C.-R. Congr. géol. int. Zurich. p. 79.

<sup>2</sup> LEONIDAS SWERINZEW. ZUR ENTSTEHUNG DER ALPENSEEN. Inaugural Dissertation, présentée à l'Université de Zurich. 1896. 36 p.

Dans le but de fournir à son hypothèse une démonstration expérimentale, l'auteur cite d'abord le simple sillon creusé par l'eau de pluie qui n'offre une pente uniforme que lorsque le talus est faible; mais sur des pentes fortes, le sillon est interrompu par des contrepentes créant de véritables bassins comparables aux petits lacs précités. Ces bassins se succèdent en chapelets, interrompus par de petites cascates, ou de simples rapides. La même chose se répète selon l'auteur dans les grandes vallées. Il cite la vallée du Hasli où, depuis Innertkirchen jusqu'au glacier de l'Aar, on rencontre une succession de barrières, ordinairement sciées par le torrent en forme de gorge, et en amont des fonds plats, souvent marécageux, indubitablement des lacs comblés, ou desséchés par l'approfondissement de la gorge.

L'exemple cité, la vallée du Hasli, est peut-être assez mal choisie, puisque le lac de la Gemmi, et plus haut, le lac des Morts sont les seuls bassins lacustres encore existants, les autres fonds plats sont des plaines marécageuses, dont il n'est pas même cité la nature du sous-sol pour affirmer leur qualité comme lacs comblés. La plupart des lacs de montagne existant dans les dites conditions n'ont, selon l'auteur, qu'une profondeur maximum de 30 m. (cependant l'auteur ne compte évidemment pas l'épaisseur de l'alluvion devant exister sur le fond). Avec cette profondeur l'érosion fluviale, agissant à l'instar de l'eau de pluie, creusant un terrain meuble, peut bien, suivant l'auteur, être l'agent ayant excavé ces petits bassins lacustres. L'inégale dureté des terrains que Rutimeyer avait fait intervenir, pour expliquer les seuils rocheux existant en aval des lacs ou des plaines marécageuses en question, n'entre pas nécessairement en ligne de compte, selon l'avis de M. Swerinzew. Bien qu'il puisse paraître un peu hasardé de passer sans autre du sillon creusé par l'eau de pluie, au phénomène de l'érosion fluviale où la profondeur est un facteur variable, alors que la puissance propulsive de l'eau est limitée par le volume des matériaux, l'auteur trouve son explication théorique très plausible et lumineuse. L'eau des ruisseaux et torrents de montagne peut excaver, dit-il, soit sur l'axe du parcours même, soit latéralement à celui-ci, des bassins de la dimension de nos charmants lacs de montagne<sup>1</sup>. La grande profondeur de certains bassins s'explique

<sup>1</sup> Un argument qui parle péremptoirement *contre* la théorie de M. Swerinzew, est l'absence absolue et complète de lacs en voie de formation, selon le procédé imaginé par lui. Rien ne nous autorise à attribuer à nos torrents

par l'admission d'une progression parallèle de l'excavation du bassin avec l'érosion de la gorge coupant le seuil.

L'auteur examine ensuite l'érosion glaciaire, à laquelle il ne consacre que quelques lignes. Il admet sans doute le fait que le mouvement du glacier étant semblable à celui de l'eau, les effets érosifs devraient être analogues. Il attribue cependant à l'effet de la glace un rôle sensiblement nul. Même les cirques rocheux existant dans la partie supérieure des vallées lui paraissent pouvoir s'expliquer par l'érosion combinée des ruisseaux et torrents qui s'y réunissent, concurremment avec l'érosion atmosphérique. Le seul rôle que l'auteur accorde au glacier c'est la formation des roches moutonnées, dont la cause résiderait même dans la dureté inégale de la roche limée par le glacier.

A part les lacs alpestres, qui doivent leur existence à l'excavation fluviale, décrite par M. Swerinzew (90 0/0), il y a encore des lacs devant leur existence à d'autres influences.

Il examine les *lacs d'entonnoirs*, formés par l'obstruction d'émissaires souterrains et refuse cette origine entre autres aux lacs d'Oberblegi et de Haslen ainsi qu'à l'Obersee dans la vallée de la Linth. Tous ces lacs seraient encore des excavations dues à l'érosion fluviale ; la formation des entonnoirs serait un phénomène secondaire, bien postérieur à la formation du lac !

L'auteur consacre encore quelques mots aux lacs formés de deux centres d'érosion, comme le lac de la Grimsel qu'il attribue à deux excavations distinctes ; d'autres lacs divisés en segments (torses) par des proéminences, ou « Nez » (Nasen du lac des Quatre-Cantons) seraient dus à une succession de bassins distincts, dont le cours d'eau aurait coupé les barrières pour n'en laisser subsister que des tronçons. Les nombreux lacs sur le parcours de la Doire-Baltée près Ivrye, situés à l'intérieur de l'amphithéâtre morainique, seraient également dus à l'érosion fluviale.

A propos de ces derniers M. BECKER<sup>1</sup> atteste que l'érosion glaciaire de ces lagots est indubitable, vu qu'ils remplissent des excavations situées entre des collines moutonnées.

un volume d'eau énormément supérieur à celui qu'ils charrient actuellement. Puisque l'eau des torrents ne creuse plus de lacs actuellement, la cause qui a agi dans la formation d'un grand nombre de bassins lacustres en question, *n'existe plus* : ces bassins sont tous en voie de comblement ou sont déjà comblés. Cette cause ne peut être que *l'ancienne action des glaciers*.

H. SCHARDT.

<sup>1</sup> M. BECKER. *Eclogæ geol. helv.* V. 1898. 256.

M. BALTZER<sup>1</sup> soumet le travail de M. SWERINZEW à une critique motivée. Il lui paraît bien hasardé d'appliquer, sans autre, l'effet mécanique de l'érosion par un ruisseau, dû à l'eau de pluie, à ce qui se passe sur le parcours d'une rivière, surtout en ce qui concerne la formation d'excavation pouvant devenir des lacs. Il estime que l'auteur s'est trop facilement laissé guider par les analogies morphologiques, sans tenir compte de la nature du matériel et sans tenir compte des dimensions. M. Baltzer constate aussi que l'érosion glaciaire tout en étant reconnue « en principe » par l'auteur, celui-ci ne l'admet qu'éventuellement et accessoirement. M. Baltzer conteste absolument l'explication de M. Swerinzew de la formation récente et postérieure à la création des lacs, des entonnoirs dans les lacs de Glaris.

Si la classification des lacs de montagne mérite une révision, la théorie de l'excavation par érosion fluviale ne réalise point une solution pour l'explication de l'origine des lacs remplissant des bassins creusés dans le sol rocheux et se déversant par-dessus un seuil rocheux. Les lacs d'entonnoirs sont un fait incontestable.

#### GLACIERS.

MM. F.-A. FOREL et L. DU PASQUIER<sup>2</sup> ont publié le deuxième rapport sur les **variations périodiques des glaciers**, comprenant les rapports des divers collaborateurs, disséminés dans presque tous les pays ayant des glaciers.

Le groupe des Alpes forme la partie la plus importante de ce rapport, puis vient la Scandinavie, l'Islande, le Spitzberg, le Groënland, les Etats-Unis d'Amérique, le Canada, l'Empire Russe, où d'importantes recherches ont été faites par M. J. Monchketow de Saint-Pétersbourg, dans le Caucase surtout.

La conclusion sommaire de l'ensemble des observations faites ces années dernières est que la tendance générale des glaciers est actuellement dans le sens d'une décrue. Aucune grande crue régionale n'est signalée. Les crues observées sont locales et le plus souvent individuelles.

M. FOREL<sup>3</sup> a recommandé l'étude des **variations des petits glaciers, névés**, etc., pour connaître les variations du climat.

<sup>1</sup> A. BALTZER. Zur Entstehung der Alpenseen. *Eclogæ helv. geol.* V, 1897. 215.

<sup>2</sup> F.-A. FOREL et L. DU PASQUIER. Les variations périodiques des glaciers. II<sup>me</sup> Rapport 1896. *Archives Genève.* 1897. IV. 218-245.

<sup>3</sup> C.-R. Soc. vaud. Sc. nat. 3. III. 97. *Archives Genève.* III. 582.

La méthode photographique sera dans la plupart des cas le moyen le plus rapide et le plus facile, à condition que les clichés soient datés.

Quant aux variations des glaciers des Alpes, la phase de crue, constatée chez la majorité des glaciers du Valais et des Alpes bernoises, tend à s'éteindre, la plupart d'entre ceux qui étaient en crue sont devenus stationnaires ou décroissent.

Un résumé du Rapport sur la variation périodique des glaciers et l'opinion de M. de Marchi a été composé par M. DU PASQUIER<sup>1</sup> peu de temps avant sa mort. M. Forel a fait imprimer ce compte-rendu. (Voir aussi *Revue géol.* pour 1896.) L'auteur reconnaît que la périodicité des variations des glaciers est un fait constaté certain; cette périodicité doit dépendre de variations climatiques, périodiques aussi, comme le phénomène glaciaire lui-même est un fait climatique.

L'étude des variations des glaciers n'est pas encore assez avancée pour entrevoir la loi qu'on devrait pouvoir en déduire. Les observations suivies manquent encore; il faudrait surtout posséder des mesurages exacts prolongés ou des photographies souvent répétées, portant sur toutes les parties du glacier depuis les névés jusqu'à son extrémité inférieure, la langue.

Tandis que M. HEIM admet le mouvement continu avec variations de vitesse causée par l'enneigement inégal, M. Richter pense que les variations des glaciers peuvent s'expliquer, en admettant un écoulement intermittent, causé par l'accumulation des neiges dans la région des névés et occasionnant un mouvement saccadé, chaque fois que la surcharge devient trop forte.

M. L. de Marchi a essayé de trouver la loi réglant la périodicité du mouvement des glaciers, en étudiant le déplacement de l'onde d'accroissement causée par un enneigement plus fort. Il admet :

1<sup>o</sup> L'onde d'intumescence augmente le long du glacier pour autant qu'elle n'est pas en retard sur la période d'ablation de plus d'une demi-longueur d'ordre de cette dernière.

2<sup>o</sup> La vitesse de propagation de l'onde d'intumescence est supérieure à la vitesse du glacier.

3<sup>o</sup> Le temps nécessaire à l'onde d'intumescence pour arriver au bas du glacier est proportionnel à la sensibilité du

<sup>1</sup> LÉON DU PASQUIER La cause de variations périodiques des glaciers et la théorie de ces variations. *Ann. S. A. C.* XXXII, 1897, 288-292.

glacier et inversement proportionnel à sa promptitude spécifique.

Sur 11 glaciers mesurés, 7 confirment, 4 infirment cette théorie. M. du Pasquier a constaté que ces conclusions ne peuvent pas être immédiatement vérifiées, vu le manque de précision de nos mesurages et surtout la difficulté de pouvoir comparer la surface d'enneigement (névés) et la surface d'ablation du glacier, en raison de l'incertitude qui existe sur l'altitude de la ligne des névés. Si l'on possédait assez de données sur ces points, mesurages ou photographies, la comparaison serait plus facile, et des conclusions plus sûres pourraient être formulées.

En comparant le **mouvement des glaciers** à celui des **cours d'eau**, M. FOREL<sup>1</sup> a établi les faits suivants. Les glaciers polaires qui se déversent dans la mer et se rompent par ce qu'on appelle le « vèlage, » ne diffèrent en rien des fleuves qui se jettent dans un lac ou dans la mer. Les glaciers alpins qui se terminent par fusion et ablation correspondent aux cours d'eau qui se jettent dans des déserts et se terminent par évaporation totale.

La COMMISSION DES GLACIERS de la Société helvétique des sciences naturelles fait continuer les mesurages au **glacier du Rhône**, dont est chargé M. l'ingénieur HELD<sup>2</sup>. L'observation des quatre profils transversaux sur le glacier et dans la région du névé a montré une ablation notable; l'un des profils (le vert) a subi un abaissement vertical de près de 100 m. Les profils sur le névé diminuent aussi, sauf deux.

Il a aussi été constaté que les blocs servant de repère pour connaître le mouvement de la glace, ne donnent pas la rapidité exacte de celle-ci, parce que les blocs *glissent* dans une certaine mesure à la surface du glacier, en raison de la pente de celui-ci et par suite de l'échauffement. De 1895 à 1896 le glacier du Rhône s'est retiré de 19<sup>m</sup>5, en découvrant une surface de 4900 m<sup>2</sup>. En somme, le retrait de ce glacier était moins fort que les années précédentes, de même que l'ablation. Une caisse a été placée sur le glacier à l'altitude de 2650 m., pour déterminer la valeur de l'enneigement.

<sup>1</sup> F.-A. FOREL. Analogie de l'écoulement des glaciers et des fleuves d'eau. *Archives, Genève*, 1897, IV, 382, *C.-R. Soc. vaud. sc. nat.*, 2 juin 1897. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXXIII, 1897, 202-204.

<sup>2</sup> Rapport de la Commission des glaciers. *Actes soc. helv. sc. nat. Engelberg*, 1897, p. 124.

Nous signalons encore la note de M. L. DU PASQUIER<sup>1</sup> sur l'**avalanche de l'Altels** et les études entreprises soit par l'auteur, soit par MM. Heim et Forel. Nous avons déjà rendu compte de cet accident, dans la *Revue géologique* pour 1895 et 1896, en sorte que nous pouvons nous contenter de rappeler cette publication qui renferme une vue et d'excellentes phototypies des lieux de l'accident.

### *Actions et agents internes.*

#### TREMBLEMENTS DE TERRE.

Les comptes-rendus sur les **tremblements de terre** en 1895 et 1896 ont été rédigés par les soins de M. le Dr J. FRÜH<sup>2</sup>. Les sismes se répartissent comme suit :

1895. *Janvier* 13, à 5 h. 15 m. 20 s. pm. Sisme sur le bord sud de la Forêt-Noire (Schaffhouse, Unterhallau, Schleithem, Aarau, Leibstatt, Rheinfelden, Pratteln, Augst). Intensité V.

*Mars* 25, 3 h. 23 m. am. Sisme local. Clarens, Montreux.

*Avril* 2, 2 h. am. Secousse à Chexbres, sur Vevey.

*Avril* 14, 11 h. 15 m. pm. Secousse à Frauenfeld, se rattachant au grand sisme de Laibach (11 h. 16-17 m. pm.).

*Avril* 20. Secousse sentie à Morges et Evian, 8 h. 40-45 m. pm.

*Juillet* 11, 2 h. 53 m. am. Secousse locale sentie au hameau de la Forêt, près Bex.

*Août* 7, 8 h. 50 m. pm. Secousses senties à Glaris, Ennenda, Haldenstein, Braggio (8 h. 47 m.), Soglio (8 h. 45 m.), Bellinzona, Locarno, Lugano, Luino ; paraît s'être étendu sur une grande partie de la plaine lombarde (Milan, Venise, Ferrare) et même au delà de l'Apennin (Gêne, Spezia, Pise, Sienne). C'était donc un *sisme appenninico-alpin*.

*Août* 21. Tremblement valaisan par trois secousses : 1<sup>o</sup> 9 h. 15-16 m. am. (Mörrel, Brigue, Zermatt, Zinal, val d'Anniviers-Bex, Gressoney.) 2<sup>o</sup> 0 h. 57 m.-1 h. pm. Reckingen, Brigue, Zermatt, Zinal, Sierre. 3<sup>o</sup> 1 h. à 1 h. 05 m. pm. Grächen, Zinal.

Ce sisme offre une répartition de l'intensité en 3 zones :

<sup>1</sup> LÉON DU PASQUIER L'avalanche de l'Altels. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, 1896, XXIV.

<sup>2</sup> Dr J. FRÜH. Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1895 ; id. 1896. *Annalen der schweiz. meteorolog. Centralanstalten*, 1895 à 1896.