

Minéraux et roches

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **3 (1892-1893)**

Heft 4

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-154551>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

DEUXIÈME PARTIE

MINÉRAUX ET ROCHES

GÉOLOGIE DYNAMIQUE, ETC.

MINÉRAUX. — M. Albert BRUN¹ a étudié les feldspaths de la protogine du Mont-Blanc et conclut d'observations sur leurs propriétés optiques que l'on ne peut distinguer le microcline de l'orthose dans des coupes non orientées. Il recommande la détermination sur des tranches de clivage.

A propos du minerai de fer oolithique de la Windgälle, M. SCHMIDT² a examiné de plus près la composition du minerai de fer silicaté vert, dit chamosite. La composition chimique en est approximativement : $(\text{Ca MgFe})\text{O} + \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 2 : 1$ et $\text{SiO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 1 : 1.5$. Ces

¹ A. Brun. Le microcline de la protogine du Mont-Blanc. *C. R. Soc. phys. et hist. nat.*, Genève, 18 février 1892. *Archives Sc. phys. et nat.*, XXVII, 356.

² C. Schmidt. *Loc. cit.*, 69.

proportions sont à peu près celles indiquées par Ram-melsberg pour le groupe des cronstedtites et thuringites. La chamosite s'en distingue cependant par l'absence de Fe_2O_3 et la forte teneur en Al_2O_3 . Dans l'oolithe de la Windgälle, la chamosite constitue les oolithes, entremêlée de magnétite. Elle est transparente, verdâtre, en apparence homogène. Mais ce sont en réalité des feuilletts qui suivent les contours de l'oolithe. Leurs propriétés optiques sont celles d'une chlorite négative.

M. DUPARC¹ a donné l'analyse des cristaux d'hyalophane provenant de la dolomie de la vallée de Binnen. Ils sont vitreux et même absolument transparents.

PÉTROGRAPHIE. — M. le professeur C. SCHMIDT² a exposé les moyens dont dispose maintenant le pétrographe pour reconnaître la composition et l'état des roches, surtout en ce qui touche à leurs transformations dues au métamorphisme.

Les pointements de roches cristallines, qui ont l'apparence de roches en place et affleurent au milieu du flysch des Préalpes, ont été examinées successivement par MM. Lory, Jaccard, Renevier et, récemment, par M. MICHEL-LÉVY³, qui a donné une description détaillée de ceux du Chablais et des Fénils (Alpes vaudoises). Ce sont : du granit pegmatoïde (protogine), de la serpentine, divers diabases, gabbros et porphyrites.

¹ L. Duparc. Cristaux d'hyalophane. *C. R. Soc. Sc. phys. et hist. nat. Archives Sc. phys. et nat.* XXVII, 1892, 595.

² C. Schmidt. La métamorphose des roches alpines. *C. R. Soc. helv. Sc. nat.*, Bâle, 1892, 51. *Arch. phys. et hist. nat.* XVIII. 450-452.

³ A. Michel-Lévy. Étude sur les pointements de roches cristallines qui apparaissent dans le flysch du Chablais, etc. *Bull. carte géol. France*, 1892, t. III, n° 27, II, 39-60. 1 pl.

Cinq affleurements ont été constatés jusqu'à présent dans le Chablais ; ils sont tous dans le voisinage de Tanninges, entre les Gets et Morzine :

1. *La Rosière* : affleurement de protogine, long de 1000^m, large de 20-30 et accompagné de porphyrite variolitique amygdaloïde et de brèche porphyritique, suivie de schiste rouge lie de vin.

2. *Aux Bonnes*, près de la Rosière : brèches à gabbros, porphyrites ophitiques et variolitiques, et plus haut un affleurement de serpentine, vert foncé, presque dépourvue de cristaux visibles.

3. Près de *La Mouille-Ronde* : brèches et peut-être affleurements en place de porphyrite ophitique et variolitique.

4. *Aux Attraits* : grand affleurement découvert par M. Jaccard, de granit et de microgranite blanc avec du gneiss granulitique (injecté de granulite). Autour de cet affleurement il y a de la brèche de porphyrite.

5. Près du chalet de *Tourne* : Un affleurement découvert par M. Lugeon, également près des Gets.

Quant au pointement de porphyrite variolitique *des Fénils*, près Château-d'OEx (Alpes vaudoises), M. Michel-Lévy en discute longuement la situation. En résumé, il arrive à la conclusion qu'aucun de ces affleurements ne peut être envisagé comme bloc exotique. Ce sont des roches en place ; la présence de brèches porphyritiques le prouve.

La brèche porphyritique est accompagnée de schistes rouges et verts qui ressemblent à certains schistes situés entre le trias et le houiller. M. Michel-Lévy y voit un motif pour attribuer à ces roches éruptives un âge bien plus ancien que celui du flysch ; elles seraient au moins antérieures au trias, bien que la présence, dans le flysch des hautes Alpes, du grès de Tavayannaz, qui est en partie un tuf diabasique, indique des éruptions de roches basiques à l'époque éocène.

L'analyse microscopique et chimique de ces diverses roches a permis de distinguer les espèces suivantes :

Diabases (épidiorites) et gabbros à hornblende.

Porphyrites pyroxéniques et amphiboliques à structure ophitique en variétés nombreuses.

Porphyrites variolitiques et arborisées.

C'est à ce groupe qu'appartient la variolite des Fénils. La partie centrale de l'affleurement est une porphyrite compacte arborisée, gris verdâtre violacée; à côté est une zone à variolites rosées (2^{mm}) sur fond violacé. Les deux variétés s'enchevêtrent dans la partie périphérique de l'affleurement. M. Michel Lévy suppose que cette zone périphérique est une brèche variolitique qui précéderait les schistes rouges et verts, contenant eux aussi des nodules de variolites.

Une roche éruptive variolitique des environs de Davos s'est montrée identique à celle des Fénils.

La *protogine* de la Rosière est un granit pegmatoïde blanc, pauvre en mica et anorthose. Biotite transformée en chlorite.

Aux Attrails, il y a plusieurs variétés: granit pegmatoïde, vraies granulites à grain fin et variétés rubanées.

L'âge précis de l'apparition de ces roches éruptives ne peut pas être fixé avec certitude. La présence de la *protogine* rendrait difficile une classification dans l'éocène ou dans le crétacique. D'un autre côté, la variolite de Davos serait au moins triasique, sinon antérieure.

D'après l'auteur, la majeure partie des ophites des Pyrénées appartient au trias; au mont Genève, les serpentines, gabbros et porphyrites sont dans les schistes lustrés, tout près de la limite du trias et groupés comme ceux des Gets; ce serait une indication pour reculer l'époque de ces affleurements dans le flysch¹.

M. RITTENER² a consacré au bloc de porphyrite des Fénils une notice dans laquelle il donne une description de ce gisement avec une vue de sa situation et un profil;

¹ Voir plus loin les conclusions de M. Heim sur les roches éruptives des Grisons et des Alpes glaronnaises.

² T. Rittener. Les pointements cristallins dans la zone du flysch. *Bull. Soc. vaud Sc. nat.* 1892. XXVIII. 180-199. 2 pl.

il réimprime à la suite la notice de M. Michel-Lévy que nous venons d'analyser. M. Rittener regarde le schiste rouge et vert de l'affleurement des Fénils comme triasique d'où résulterait que la roche éruptive serait antérieure à son dépôt.

M. P. LORY ¹ a présenté des observations sur le rôle des émissions granulitiques dans le massif du Pelvoux.

Après avoir rappelé l'origine granulitique de la protogine, établie par les travaux de son père Ch. Lory, il constate que la granulite et ses variétés (protogine) présentent partout de fréquents affleurements; elles forment dans les schistes amphiboliques et les micaschistes des filons transversaux et des nappes interstratifiées. Les schistes injectés et métamorphisés par elle jouent un rôle important dans la constitution de ce massif.

Les observations sur la protogine du Mont-Blanc par MM. DUPARC et MRAZEC ² tendent à démontrer que cette roche n'est pas un vrai granit mais un granit granulitique. Nous nous bornons à signaler ce mémoire paru dans les *Archives*.

Les actions dynamiques que cette roche a subies se trahissent par la disposition en bancs et des froissements submicroscopiques.

Les auteurs décrivent aussi un phénomène de contact entre la protogine et les schistes qui la bordent, où la protogine devient particulièrement granulitique, rappelant les roches filoniennes granulitiques qui la traversent.

Toutes ces observations ont été réunies par M. MRA-

¹ P. Lory. *Soc. de statist. de l'Isère*. 1^{er} déc. 1892.

² L. Duparc et L. Mrazec. Recherches sur la protogine du Mont-Blanc. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*. 1892. XXVII. 659-677. 1 pl. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*, ibid. 354 et 594.

ZEC ¹ sous forme d'un mémoire traitant à la fois de la position géologique de la protogine du Mont-Blanc et de ses caractères pétrographiques et chimiques. L'auteur expose la théorie de M. Michel-Lévy sur la nature éruptive de la protogine du massif du Mont-Blanc. Puis il donne la diagnose de 12 types de protogine, suivie de leur analyse chimique et il décrit la protogine à béryl.

Le contact avec les schistes n'est pas toujours franc; le quartz granulitique indiquerait un refroidissement plus rapide; l'auteur constate en outre les phénomènes d'injections dont a déjà parlé M. Michel-Lévy. Les inclusions basiques sont aussi expliquées comme des fragments de roches étrangères. Il y en a qui sont grenus, recouverts d'une enveloppe micacée au contact de la protogine, et contenant souvent de grands cristaux d'orthose et de quartz. Lorsqu'ils abondent, la protogine contient alors en plus grande proportion un mica noir. La protogine granitoïde renferme surtout ce type, tandis que dans la protogine pegmatoïde les fragments forment des lambeaux verdâtres, des traînées, reliant plusieurs morceaux, le tout sans concordance avec la stratification de la roche.

Les roches filoniennes sont décrites sous le nom de granulite (voir plus haut), de pegmatite et de microgranulite. L'auteur insiste sur la différence qu'il y a entre la protogine et le vrai granit et sur la manière dont la protogine aurait pénétré dans les schistes en les injectant; d'où résultent des schistes « protoginisés » et « granulitisés; » et même une véritable « assimilation »

¹ L. Mrazec. La protogine du Mont-Blanc et les roches éruptives qui l'accompagnent. Thèse de pétrographie. Genève, Imprimerie F. Taponnier. 1892. 91 p. 8°, 8 pl.

du schiste dont l'auteur voit encore des traces dans la protogine de « rebrassement. » Quant à l'apparition de la protogine, M. Michel-Lévy la croit postcambrienne et précambrienne, ce que l'auteur admet également.

Un post-scriptum enfin explique, en réponse à M. Grubenmann, ce qu'est le quartz granulitique de la protogine; c'est un type spécial et non du quartz saccharoïde dû à la compression des grands cristaux.

MM. DUPARC et RITTER ¹ ont étudié les granits qui apparaissent dans les micaschistes et les schistes carbonifères dans le massif de Beaufort, prolongement S-W. du massif du Mont-Blanc. Ce granit offre plusieurs variétés renfermant 63-66 % de Si O₂. Un granit amphibolique n'en contient que 58 %. Les schistes de contact sont plus ou moins « granulitisés » et il y a des types de passage entre les schistes et le granit. Ils y ont aussi constaté la présence d'une protogine; quant au porphyre que A. Favre a signalé, ils le nomment microgranulite.

M. Alb. BRUN ² a publié une note sur une roche à péridot observée dans la vallée d'Arolla; il étudie les minéraux contenus dans cette roche et ses variétés. Il décrit ainsi : 1. Un gabbro anorthique à olivine, gabbro noir. 2. Un gabbro blanc. 3. Une serpentine. L'auteur constate qu'au sein du massif gneissique acide des Alpes valaisannes se trouvent des roches éruptives très basiques.

Les roches cristallines éruptives de la région décrite par M. HEIM ³ se subdivisent comme suit, selon l'époque de leur apparition :

¹ Duparc et Ritter. Le granit du massif de Beaufort. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève* 1892. *Archives* 1892. XXVIII. 498.

² A. Brun. Roche à péridote d'Arolla et ses dérivés. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*, 1892, XXVII. 299-307. 1 pl.

³ *Loc. cit.*, 495.

1. *Roches éruptives des massifs cristallins*, antérieures au carbonifère :

Protogine, granits amphiboliques, Puntaiglas-granit, Cristallina-granit, syénites, aplites et eurites, porphyres felsitiques, diorites, amphibolites, gabbros et roches à olivine.

Elles ont été passives dans la dislocation et ont subi elles-mêmes l'effet de la compression.

2. *Roches éruptives de l'époque carbonifère et postpaléozoïques*.

Porphyre de la Windgälle, mélaphyres, spilites, etc., du verrucano, du Kärfpf et du col de Panix; lits et filons accompagnés de brèches et de conglomérats mélaphyriques. Leur formation est contemporaine de celle du verrucano. La taspinite de la vallée de Schams paraît être aussi plus ancienne que le trias.

3. *Roches éruptives mésozoïques* (ou peut-être tertiaires) :

Gabbros, diabases, variolites, serpentine, diorites, schistes verts (diabases et tufs diabasiques) dans les schistes grisons.

4. *Roches éruptives tertiaires* :

Diabases, porphyrites diabasiques et gabbros dans le voisinage d'Iberg. Grès de Tavayannaz (diabase et tuf diabasique). On est tenté involontairement de chercher dans les roches éruptives des schistes grisons, le lieu d'origine des matériaux qui ont fourni le grès de Tavayannaz.

Il y a en tout environ 25 espèces de roches éruptives, observées dans plus de 80 localités, montrant que les éruptions ont été très répandues dans les époques anciennes et ont diminué ensuite pour cesser entièrement à la fin de l'époque éocène.

Les roches de la région des Hautes-Alpes de la feuille XIV décrite par M. Heim ont été étudiées au point de vue pétrographique par M. C. SCHMIDT¹. Les résultats forment un supplément très riche du volume de M. Heim, mais que nous ne pouvons analyser en détail ici. Nous devons nous borner à indiquer les roches qui font l'objet de ces recherches.

Lochseitenkalk, presque de même composition que le Hochgebirgskalk.

¹ *Loc. cit.* Anhang v. Dr C. Schmidt. 77 p., 1 pl.

Mélaphyres du Kärpfstock; dans les groupes brun violet, amygdaloïde, schistoïde avec serpentine (Weiselbergites de Rosenbusch).

ROCHES DU MASSIF DE L'AAR. Les roches de la zone nord sont des *roches séricitiques*. Biotite-séricite-gneiss, séricite-chlorite-gneiss, séricite-gneiss et séricite-schistes portant tous l'empreinte du dynamométamorphisme, à tel point qu'il n'est pas toujours possible de dire s'ils résultent d'une roche massive ou d'un sédiment.

Les *amphibolites* de la zone du Lötschenthal-Maderanerthal-Sandalp.

Porphyre du Tödi : Roche voisine du porphyre de la Windgälle mais avec un facies granitoïde.

Zone du *gneiss granitoïde*. M. Schmidt définit la protogine : granit dynamométamorphe des massifs alpins, divisé en bancs d'environ 1 m, offrant parfois une structure gneissique et contenant un certain nombre de minéraux de génération subséquente.

La *hornblende-protogine* est réellement un granit à biotite et hornblende, avec orthose et plagioclase.

Le granit de Puntaiglas se place ici, bien qu'il diffère par sa richesse en quartz et les grands feldspaths qui lui donnent une structure porphyroïde. La zone *synclinale de Tavetsch-Urseren* renferme essentiellement des schistes séricitiques avec intercalation d'amphibolites et diorites à grain fin. Les amphibolites et diorites de cette région sont probablement des roches éruptives. La diorite et le schiste amphibolique de Puntaiglas sont des hornblende-gabbros. Les roches éruptives de la Ruseinbrücke offrent plusieurs types de diorites, de même qu'une roche de la gorge de Medel. Les schistes carbonifères de *Curaglia* offrent des schistes séricitiques calcarifères, des schistes à otrélite composés principalement de paragonite, lardés d'aiguilles de rutilé, avec peu de zoïsite, calcite et tourmaline.

ROCHES DU MASSIF DU ST-GOTHARD. Le granit-gneiss du val Medels est une protogine à grands cristaux de feldspath, analogue à la protogine du massif de l'Aar. Le granit de Cristallina est un biotite-granit fortement métamorphosé. La diorite du val Unfiern est une diorite quartzifère.

Dans les gneiss de la partie orientale du massif du St-Gothard, il faut distinguer le gneiss de Sella et le gneiss de Gamsboden qui renferment deux micas. Le gneiss de Fibbia par contre est plutôt un granit dynamométamorphosé.

Il est douteux que les amphibolites de cette région qui forment des bancs et des lentilles soient des roches éruptives métamorphiques.

Dans les schistes séricitiques de l'arête Medel-Gaglianera-Cavel se trouvent des roches schisteuses quartzifères qui sont des quartz-porphyres métamorphiques.

ROCHES DU MASSIF DE L'ADULA. *Le gneiss de l'Adula* est un gneiss écailleux ou plaqueté, combiné parfois avec de l'orthose (Revue pour 1886 p. 18).

Dans ces gneiss se trouvent des schistes à muscovite, à grenats déformés.

Nous devons à M. GRUBENMANN¹ une étude pétrographique importante sur le noyau granitique de la partie orientale du massif du St-Gothard. Il y a distingué dans sa partie orientale trois espèces de roches granitiques, la protogine, le granit de Cristallina et une diorite.

La protogine appelée par de Fritsch granit-gneiss, pour la distinguer des vrais granits de la partie occidentale, a cependant une vraie structure granitique assez voisine de celle des granits de la Grimsel.

Disposée en bancs, elle offre diverses autres modifications dues à la compression. Le contact de la protogine avec les schistes et gneiss qui la bordent est accompagné d'un véritable enchevêtrement des deux terrains et d'altérations remarquables.

Cette zone, qui n'a que 500 mètres de largeur, se réduit même par places à l'apparence d'un filon qui rappelle la disposition du granit de la Fibbia (Revue pour 1890, 54).

Elle entoure le granit de Cristallina et ressemble plus au granit de la Fibbia qu'à celui des Schöllenen et de la Grimsel.

Son origine est évidemment due à la compression comme le prouvent les passages fréquents à des variétés schisteuses et gneissoïdes. L'analyse microscopique révèle nettement cette action dynamique visible surtout dans le quartz.

M. Grubenmann, d'accord avec M. Schmidt, n'admet pas que cette roche renferme un quartz particulier, le quartz « granulitique » (Duparc) qui distinguerait la protogine des vrais granits.

Dans la protogine schisteuse toutes les modifications dues à la compression sont encore plus prononcées.

Le *granit de Cristallina* concordant avec la protogine, offre

¹ U. Grubenmann. Ueber Gesteine des granitischen Kerns im östlichen Teil des Gotthardmassivs. *Mitt. der Thurg. Naturf. Gesellsch. Frauenfeld*. 1892, 22 p. in-8°.

des variétés très nombreuses de structure et d'aspect qui toutes sont le résultat d'un métamorphisme mécanique plus ou moins prononcé; (variété massive, SiO_2 67 %, Al_2O_3 17, 20 %).

Ce granit est accompagné sur une certaine longueur d'une *roche dioritique* qui offre également une tendance à la schistosité dynamique. On l'observe très bien dans le val Unfirn, dans le haut du val Cristallina (variété massive, SiO_2 60 %, Al_2O_3 18, 87 %).

L'auteur rappelle en terminant que ces roches forment dans leur disposition un éventail légèrement incliné au S. Il n'a pu découvrir aucun indice qui permettrait de les considérer comme produites par une éruption. Les dislocations seules ont pu les amener dans la position qu'elles occupent maintenant, et leur rôle a été entièrement passif.

Ces roches, très différentes dans leur composition, sont des types distincts, résultant de séparations successives du magma intratellurique. Il n'y a pas de passage à leur contact, mais le mica biotite est le même dans les trois et rempli de réseaux de sagénite.

M. le prof. BALTZER¹ regarde le gneiss de Fibbia (massif du St-Gothard) comme un ancien granit transformé par dynamométamorphisme. Cette roche forme au milieu du massif cristallin un ellipsoïde dans l'intérieur duquel sont les points : Fibbia, Valetta, Hospice et Prosa. La texture de la roche varie beaucoup, mais il y a des places où elle contient des cristaux de feldspath écrasés (glandulaires) et parfois aussi à peine déformés.

Le premier fascicule du mémoire de M. MILCH² sur le verrucano contient une étude sur les roches éruptives qui accompagnent ce terrain. Déjà Studer et Escher ont

¹ A. Baltzer. Ueber mechanische Gesteinveränderungen. *Mittheil. Naturf. Gesellsch. Berne*. 1891. XVIII.

² *Loc. cit.*

mentionné des terrains éruptifs dans les Alpes glaronnaises et les ont cités sous le nom de spilite porphyroïde. Plus récemment, M. Schmidt a constaté que la vraie place de ces roches était dans la famille des mélaphyres.

M. Milch distingue trois groupes de roches :

1. Des Weiselbergites à olivine, offrant trois principales variétés qui se trouvent au Gandstock.

2. Des navites (labradorporphyrites à olivine) sur un sommet du Gandstock et sur le versant nord.

3. Les tholéites à olivine, gris verdâtre, dont le magma se compose de grandes lamelles maclées (0,5 mm.) de feldspath, disposées sans ordre, mêlées de chlorite, fer oxydé, titanite, etc.

M. Milch a étudié les galets de porphyres quartzifères trouvés dans les poudingues du verrucano ; les uns sont à magma holocristallin et offrent diverses subdivisions ; les autres à magma microfelsitique vitreux.

Ces roches ont subi des effets dynamiques remarquables dans le poudingue même.

Mais l'auteur a découvert aussi des affleurements de porphyre en place dans les Freiberge, à la Schwirrenwand et en amont de Mettmen. Le porphyre quartzifère est interstratifié en concordance avec le verrucano ; il est en dessous des mélaphyres et plus ancien que ceux-ci, ce qui paraît confirmé encore par la distribution des galets de ces deux roches dans les poudingues. Bien que cette roche ait l'aspect d'un gneiss, le caractère porphyrique peut facilement se reconnaître.

Dans la région du pli sud, entre Tavanasa et Ruiz, sur la route d'Oberalp, les porphyres quartzifères forment deux zones ayant subi un métamorphisme très profond qui leur donne l'apparence d'un schiste cristallin.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES. — Les schistes des Grisons (Bündnerschiefer, schistes gris, schistes lustrés, etc.) font

l'objet d'un important chapitre du mémoire de M. HEIM¹. Nulle part ces schistes ne sont mieux développés que dans la partie nord des Grisons, entre l'Adula, le Rhin et le Prättigau. L'état actuel de ce terrain est le résultat d'un métamorphisme régional qui a agi sur une série de formations d'âges divers, surtout jurassiques et liasiques. Cette formation n'est donc pas un terrain unique, mais un ensemble dont les éléments n'ont de commun que leur état métamorphique, et entre autres la schistosité.

Ce sont des phyllades calcaires foncés, dont les bancs sont entrecoupés de nombreuses fissures remplies de quartz ou de spath calcaire. Ces schistes sont interrompus soit par des lits calcaires parfois cristallins (brèches à échinodermes), soit par des grès schisteux ou même des quartzites. Les couches les plus remarquables sont les schistes verts dans lesquels l'étude microscopique reconnaît des roches éruptives devenues schisteuses par la pression. On y trouve des roches amygdaloïdes basiques et des spilites. On connaît même un lit de serpentine, issue d'une diabase. Il y a aussi dans cette région des cornieules et des dolomies cellulaires.

Une grande partie des schistes grisons a subi une métamorphose encore plus profonde qui a formé une variété immense de roches micacées et schisteuses.

On peut y distinguer :

1. Le groupe des *phyllades micacés*, très plissés avec zoïsite, des grenats et de l'amphibole.

Les *schistes à nodules* (Knotenschiefer), schistes noirs miroitants riches en minéraux. L'intérieur des nodules lenticulaires est de la zoïsite. On y trouve au val Camadra et au sud du Lago Rético des Bélemnites bien reconnaissables.

¹ Heim. *Text zu Blatt XIV* etc. *loc. cit.* 251-344. (*Revue pour* 1891 p. 44.)

3. *Cornéennes* (Hornfels) à grenats et zoïsite. Roche noire, compacte, dure et sonore; contient aussi des restes de *Bélemnites*.

4. *Quartzite* à actinote et *gneiss* à *albite*, résultant évidemment de la métamorphose d'un grès; presque identique avec le gneiss de Sella (St-Gothard).

5. *Marbres*, *cipolins*, etc., avec *Bélemnites* et *Gryphées*.

L'âge des schistes grisons est clairement indiqué par leur superposition au trias. Ils sont probablement liasiques. On les trouve au-dessus des calcaires dolomitiques du trias, superposés au verrucano. M. Heim en a poursuivi l'étude par le Nufenen, dans le Valais, au val Ferret et dans l'Allée Blanche.

L'âge le plus reculé que l'on pourrait leur attribuer est celui du trias. Il est possible en effet que cette formation ait commencé à l'ouest par ce terrain, que son plus grand développement tombe dans le lias et qu'elle ait continué dans le dogger.

MM. Gümbel et Diener ont contesté l'âge des schistes grisons et en font du paléozoïque, mais les couches fossilifères qui y sont intercalées ne permettent pas d'accepter ce point de vue.

M. SCHMIDT¹ a fait une étude pétrographique détaillée de ce terrain; nous ne pouvons en donner qu'un faible aperçu. Il distingue dans les schistes gris et noirs :

Phyllades calcarifères, grises grenues.

Schistes noirs à feldspath chloritoïdes.

Marbres micacés, avec micas et pyrite.

Calcaires schisteux et brèche à Échinodermes.

Schiste noir à clintonite.

Phyllades à zoïsite et phyllades à grenats.

Cornéennes à grenats et zoïsite.

Schistes micacés sans graphitoïde. a) sans quartz, b) avec quartz, c) avec staurolite. Quartzites.

L'analyse chimique de ces roches montre une variété très

¹ *Loc. cit.*

grande dans la composition élémentaire. Les schistes verts occupent une position subordonnée au milieu des schistes gris. L'auteur a constaté dans les roches provenant du Piz Curver: a) un gabbro, dont les diverses variétés permettent de suivre le passage au schiste vert; b) des diabases à structure ophitique; c) des variolites. Il y a passage à de ces roches aux schistes verts.

Les sédiments jurassiques de Bonaduz (oxfordien, callovien et dogger) sont intercalés au milieu des schistes grisons et identiques à ceux du versant N. du massif de l'Aar.

Dans leur ensemble les schistes grisons sont, pour M. Schmidt comme pour M. Heim, une formation liasique et jurassique qui devient de plus en plus métamorphique en s'avancant vers l'ouest. Son caractère uniforme est l'expression du métamorphisme régional. Celui-ci y a fait naître une quantité de minéraux qui auparavant n'existaient pas dans la roche; ce sont: biotite, muscovite, margarite, paragonite, clintonite, chloritoïde, actinote, zoïsite, épidote, grenat, disthène, staurolite, orthose, plagioclase, rutile, tourmaline, magnétite.

Il est cependant possible d'attribuer au métamorphisme de contact une partie de ces produits, puisque les schistes grisons sont traversés par un si grand nombre d'intrusions de diabases.

En dernier lieu, M. Schmidt a examiné la roche cristalline appelée taspinite par M. Heim et qui apparaît dans le calcaire de la vallée de Schams. Il ne peut décider s'il s'agit là d'une véritable roche cristalline clastique ou d'un granit comprimé. Quant au gneiss de la Rofna que Studer avait déjà qualifié de porphyre gneissique, c'est bien un porphyre, plus spécialement un micro-granit ou granit-porphyre que le métamorphisme a transformé en gneiss, et schiste séricitique.

M. A. BRUN¹ a étudié un gabbro erratique trouvé à Peney.

Le même auteur² a examiné la composition d'un schiste à otrélite trouvé erratique à Pregny près Genève.

M. v. GUMBEL³ a étudié l'origine géologique de la source thermale du col du Brenner (1330^m ; altitude du col 1362^m).

Les phyllades du voisinage ressemblent aux schistes grisons et les analyses confirment cette analogie.

Les schistes verts qui se rencontrent dans le schiste gris ressemblent à des schistes chloriteux. Ils contiennent en outre des cristaux de tourmaline, de zircon et de rutile. Ailleurs ils sont remplis d'épidote.

A l'occasion de ces recherches, l'auteur a étudié les intercalations lenticulaires de quartz et de calcaires qui se trouvent répandues dans les schistes gris, parfois jusque dans les plus petits feuillets. Il a examiné, comme terme de comparaison, quelques échantillons de schistes lustrés et de calcaire phylladiques recueillis par M. Kilian dans les Alpes de Savoie. Il ne croit pas que la structure cristalline de ces roches soit le résultat du métamorphisme dynamique. La structure cristalline des dolomies et calcaires a dû se produire en même temps que la formation des minéraux micacés et non postérieurement.

M. T. G. BONNEY⁴ a examiné la roche qui contient

¹ C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève. 2. VI. 1892. *Archives*. XXVIII. 157.

² Ibid. 157.

³ V. Gumbel. Geologische Bemerkungen über die warme Quelle des Brennerbades und ihre Umgebung. *Sitzungsber. der math. physik. Cl. d. k. bayer. Acad. d. Wissensch.* 1892. XXII. I. 139-187. 8°.

⁴ T. G. Bonney. On the so called „Gneiss“ of carboniferous age at Guttannen. *Quarterly Journal of geol. Soc. London.* 1892. XLVIII. 3^{me} fasc. 390-399. 8°.

le soi-disant tronc de calamite trouvé dans un bloc dans le voisinage du village de Guttannen (Haslithal) (*Revue* pour 1886, 54) ainsi que les terrains cristallins formant cette partie des Alpes bernoises. Ces roches carbonifères métamorphiques du massif de l'Aar ne sont pas de vrais gneiss, mais des roches clastiques, formées d'un agglomérat encore reconnaissable de débris de roches cristallines, transformé de nouveau par la pression. Il en est particulièrement ainsi du gneiss séricitique de Guttannen. M. Bonney voudrait limiter les termes de schistes cristallins et de gneiss aux roches primitivement sédimentaires qui sont devenues cristallines en place, par suite du métamorphisme, et si complètement transformées par une recristallisation de leurs composants que leur état primitif ne peut plus être reconnu. Tant que l'état primitivement clastique peut être discerné dans une roche, on ne devrait pas l'appeler gneiss.

LITHOGENÈSE. — M. l'abbé BOURGEAT ¹ a constaté que les sphérolithes ferrugineux qui accompagnent certaines roches du terrain jurassique contiennent, comme les oolithes calcaires, souvent des restes d'organismes de bryozoaires ou polypiers. Cette observation a été faite sur des oolithes ferrugineuses du bajocien de nombreuses localités du Jura, ainsi que dans l'oolithe ferrugineuse du callovien et dans la limonite du valangien; ce fait se retrouve chez nombre d'autres roches.

ALGUES LITHOGENES. — M. ROTHPLETZ ² a critiqué le

¹ M. Bourgeat. Observations sur la structure de quelques dépôts ferrugineux des terrains secondaires. *C. R. Acad. sc. Paris*. 1890. 17 mai.

² Rothpletz. Fossile Kalkalgen aus der Familie der Cordiaceen und der Corallinen. *Zeitsch. d. D. geol. Ges.* 1891. XLIII.

mémoire de M. FRUH (*Revue* pour 1890, 39) sur les algues calcaires fossiles de la Suisse.

Cet auteur¹ a répondu en justifiant sa classification de ces organismes.

GÉOLOGIE AGRICOLE. — M. AURIOL et H. W. DE BLONAY² ont analysé une série d'échantillons de terres du canton de Genève; nous signalons ce travail comme pouvant servir à la géologie agricole.

M. CHUARD³ a fait des recherches sur la répartition des phosphates dans les diverses roches du canton de Vaud et sur le rôle que cet acide pourrait jouer dans la production de la fertilité du sol arable.

¹ J. Fröh. Lettre à M. C. A. Tenne. Ueber fossile Kalkalgen. *loc. cit.* 1891. XLIII. 971-973.

² M. Auriol et H. W. De Blonay. Analyses des différentes terres du canton de Genève. *Arch. sc. phys. et nat. Genève.* 1892. XXVII. 308-312.

³ E. Chuard. Contribution à la géologie agricole du canton de Vaud. *C. R. Soc. vaud. sc. nat.* 2 nov. 1892. *Arch. sc. phys. et nat.* XXVIII, 616.

DEUXIÈME PARTIE

(Suite.)

DISLOCATIONS. — M. BERTRAND ¹ a décrit le massif d'Allauch qui fait partie de la zone des recouvrements provençaux. Il se place entre le massif de la Ste-Beaume et celui de l'Étoile. Nous signalons cette publication qui apporte une nouvelle démonstration de phénomènes bizarres que M. Bertrand a reconnus dans cette région.

La Société géologique de France a visité en septembre 1891 la région si remarquable des recouvrements provençaux. M. Marcel BERTRAND ² a rendu compte de ces

¹ M. Bertrand. Le massif d'Allauch. *Bull. serv. Carte géol. France*. 1892. II. n° 24. 53 p. 8°. 27 fig. 2 pl.

² M. Bertrand. Compte rendu des excursions dans la région des plis provençaux. *Bull. Soc. géol. de France*. 1892. XIX, 1051-1162. 2 pl. et 19 fig. 8°.

excursions qui ont eu lieu sous sa direction. (*Revue* pour 1891, 48; 1889, 34). L'existence de ces gigantesques recouvrements a été confirmée par les observations faites dans des galeries et des puits.

L'auteur rapporte à un plissement postérieur au cheminement horizontal les ondulations que l'on observe dans la nappe de recouvrement même et qu'il avait attribuées au tassement du substratum de cette nappe.

Les exemples de recouvrement définis avec tant de clarté par M. Bertrand pour la Provence ont attiré l'attention sur ces phénomènes dans d'autres régions. Non seulement on en a découvert au pied des Pyrénées, dans les Appalaches, puis sur le versant N. des Alpes suisses, mais M. KILIAN¹ vient d'en signaler aussi dans les Basses-Alpes aux environs de Gréoulx. Ce principe du charriage des plis se fera jour et, pour peu qu'il soit bien compris, il fournira l'explication de bien des énigmes que recèlent nos Alpes.

M. KILIAN² a décrit et représenté en phototypie deux exemples, non moins difficiles à s'expliquer, de plis couchés dans les Alpes de la Savoie, partie occidentale de la zone du Briançonnais. L'un d'eux est un synclinal de lias au-dessus duquel vient un anticlinal très érodé de trias. Il se voit dans l'arête de la grande Moënda (massif de Varbuche).

M. PAQUIER³ a constaté la position discordante d'un

¹ Kilian. Sur l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Gréoulx (Basses-Alpes). *C. R. Acad. Sc. Paris*. 5 déc. 1892.

² Kilian. Sur l'allure tourmentée des plis isoclinaux dans les montagnes de la Savoie. *Bull. Soc. géol. France*. 1892. XIX. 1152-1160. 8°.

³ V. Paquier. Contributions, etc. *loc. cit.* 28.

lambeau houiller sur les schistes cristallins au sommet de la Grande Lance de Domène (Isère); ce fait confirme des observations faites sur d'autres points.

ÉROSIONS. ÉBOULEMENTS.—M. DUPARC¹ explique autrement que M. Forel, l'origine des ravins sous-lacustres du Rhône et du Rhin à leur embouchure dans les lacs. Il ne croit pas qu'ils soient le résultat de l'écoulement des eaux limoneuses, plus denses que l'eau du lac, à la surface du cône de déjection immergé. Ils doivent être le résultat de l'ancienne fissure ou cassure qui a créé la vallée et au fond de laquelle l'eau a commencé à couler².

M. HEIM³ a aussi décrit les phénomènes d'érosion et les dépôts diluviens et récents des vallées de la feuille XIV de la carte géologique de la Suisse. Nous ne pouvons que signaler ici quelques faits :

Les sondages du lac des Quatre-Cantons ont prouvé que la forme primitive de la vallée n'est pas une crevasse, c'est une ancienne vallée d'érosion ; on y a reconnu des moraines et des cônes de déjection sous-lacustres ; le comblement graduel est attesté par la forme horizontale des grands fonds. L'auteur signale les modifications survenues dans le cours du Rhin (*Revue* pour 1889, 11 et 1890, 50). Il décrit aussi l'éboulement préglaciaire ou interglaciaire de Flims, la plus volumineuse chute de montagne connue jusqu'à présent (*Revue* pour 1883, 73, 1890, 47). Les blocs erratiques de la dernière glacia-

¹ L. Duparc. Origine du ravin sous-lacustre du Rhône. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*. 4 févr. 1892. *Arch. sc. phys. et nat. Genève*. 1892, XXVII, 350-53.

² Dans ce cas il aurait aussi dû y avoir une « cassure » à l'embouchure de l'ancien Rhône, où existe également un ravin sous-lacustre.

³ Heim. Text zu Blatt XIV. p. 409-495.

tion et même de la moraine de fond recouvrent l'immense nappe de débris qui s'avance dans la vallée du Rhin ; celle-ci a dû être momentanément transformée en lac, comme le montrent les terrasses d'érosion qui bordent la vallée en amont du barrage.

Un autre éboulement très considérable près Tamins et Auts est postglaciaire. La gorge de la Via Mala est préglaciaire ; on trouve des traces de la présence des glaciers jusqu'au niveau de la route.

L'auteur expose ensuite pourquoi la plupart des grandes vallées alpestres, qui sont toutes des vallées d'érosion, offrent sur leur cours inférieur, soit des lacs, soit des remplissages d'alluvion considérables. (Voir plus loin).

M. BALTZER¹ a commencé des observations sur l'action des glaciers, en profitant de la phase actuelle de progression. Il a fait percer des trous de profondeur connue dans le calcaire devant le glacier de Grindelwald. Celui-ci va envahir cette région et à la prochaine période de recul, on verra de combien il aura érodé son lit. La configuration actuelle du front du glacier jusqu'à la moraine de 1860 a été relevée avec précision à l'échelle de 1 : 2000. L'oscillation annuelle de l'extrémité du glacier permettra de faire dès maintenant quelques observations.

D'après M. SCHARDT,² une zone de terrain à l'est du village d'Épesses, sur la côte de Lavaux, est depuis des siècles en voie de glissement vers le lac. Ce glissement ressemble à une coulée qui se meut lentement sur le talus, mais il n'est en moyenne que quelques centimètres à peine par année.

¹ A. Baltzer. Action érosive du glacier. *C. R. Soc. helv. sc. nat. Bâle* 1892. 62. *Archives, Genève*, XXVIII. 464-468.

² C. R. Soc. vaud. sc. nat. Mai 1892. *Arch. sc. phys. et. nat. Genève* XXVIII. 282-283.

Le sommet de la zone en mouvement est à la cote 595^m, au pied d'un escarpement ; la hauteur verticale en est de 220^m, la largeur 100-150^m et la longueur 750^m ce qui donne un talus moyen de 29 ‰. Des chemins et la route cantonale ont été déplacés ; les murs des vignes ont été bouleversés. Au bord du lac, la pointe de la coulée forme un petit promontoire, protégé par les grands blocs que les vagues n'ont pas pu enlever.

On procède actuellement à des travaux pour arrêter le mouvement.

LACS. ÉBOULEMENTS SOUS-LACUSTRES. — M. SCHARDT¹ a étudié les causes de l'effondrement du quai du Trait de Baye, à Montreux, qui s'est enfoncé sur une longueur de 72 m. et sur une largeur d'environ 30 m.

Ce quai était bâti sur le bord du cône de déjection du torrent de la Baye de Montreux ; le mur protecteur était juste au sommet du talus du lac, la beine tout entière avait été remblayée. L'accident a eu lieu par le glissement en bloc du sommet de ce talus (mont). C'est donc un véritable éboulement sous-lacustre qui a entraîné environ 27000 m³ de terrain. Le rapport de M. Schardt renferme encore des renseignements sur des accidents analogues qui ont eu lieu antérieurement sur le bord du lac Léman.

Dans un autre mémoire sur ce sujet² l'auteur a émis des considérations sur la morphologie des rives lacustres, résultant d'une part de l'érosion des côtes, d'autre part des atterrissements opérés par les cours d'eau.

¹ H. Schardt. Étude géologique et technique sur l'effondrement du quai du Trait de Baye, à Montreux. *Bull. Soc. vaud. ing. et archit.* 1892, nos 5, 6, 7 et 8, 16 p. 4°, 4 Pl.

² H. Schardt. Notice sur l'effondrement, etc. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.* 1892, XXVIII, 35 p., 3 pl.

Une carte de la rive du Léman entre Chillon et Vevey indique les importants remblais artificiels qui font disparaître non seulement la grève, mais aussi la beine.

M. Schardt a montré que la nomenclature adoptée par M. Forel s'applique non seulement aux rives d'érosion, mais aussi aux rives d'alluvions, bord des deltas et des cônes de déjection, avec cette différence que la beine y est beaucoup plus étroite.

L'auteur examine les influences qui entrent en jeu pendant l'accroissement d'un cône de déjection torrentiel, en prenant comme exemple celui de la Baye de Montreux, et il expose la situation qu'occupait au bord de ce dernier le quai effondré.

Un cône de déjection est formé dans la partie visible par des graviers de tout volume. La masse immergée est beaucoup plus considérable et ne peut s'accroître que par des éboulements successifs du mont, par lesquels les graviers arrivent le long du talus jusque dans les grandes profondeurs. Mais à partir de 20 m. il se dépose une couche d'alluvion fine, presque impalpable, à l'état de vase grise. Il faut en conclure que les éboulements de graviers venant du sommet du mont doivent donner lieu, à partir d'une certaine profondeur, à des alternances très enchevêtrées de graviers et de limon lacustre. C'est cette disposition que montrent en effet la plupart des dépôts de poulingue tertiaires.

L'origine des grands lacs qui occupent, sur les deux versants des Alpes, les vallées d'érosion, à leur point de sortie de la chaîne, a été l'objet d'une conférence de M. le professeur HEIM¹. Leur formation est inexplicable, si l'on

¹ A. Heim. Origine des grands lacs alpins. *C. R. Soc. helv. Sc. nat.* 1892, Bâle, 46. *Arch. Sc., Genève*, XXVIII, 449.

admet que leurs bassins ont été creusés dans leur situation actuelle. Les vallées d'érosion ne peuvent avoir qu'une pente unique et il ne peut se produire de lac sur leur parcours que par des barrages. Le fond de plusieurs des grands lacs alpins est au-dessous du niveau de la mer.

Pour expliquer leur existence, il faut admettre un affaissement en bloc de la chaîne des Alpes, lequel aurait créé la contre-pente retenant les eaux de ces lacs. Le plongement inverse, vers les Alpes, des terrasses d'érosion interglaciaires sur le bord du lac de Zurich place cet affaissement entre la première et la seconde extension des glaciers.

M. l'ingénieur RITTER¹ a publié une notice sur l'origine des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat qui ont formé autrefois un lac unique, contenant plusieurs îles. M. Ritter explique le creusement de ce bassin à l'aide de grands courants. Si d'une part il a été en partie comblé, les lacs actuels auraient, d'après M. Ritter, considérablement augmenté en largeur surtout sur la rive S.-E.

M. FOREL² vient de publier le premier volume d'un important ouvrage sur le lac Léman qui contiendra tout ce qui touche aux conditions géographiques, géologiques, hydrographiques, biologiques et économiques de ce bassin. Dans ce premier volume, l'auteur décrit en détail la configuration extérieure et sous-lacustre de ce bassin ; il envisage ensuite les phénomènes d'érosion et d'atterrissement qui s'opèrent sur ses côtes

¹ G. Ritter. Notice sur la formation des lacs du Jura et sur quelques phénomènes d'érosion des rives de ces lacs. *Bull. Soc. Sc. nat. de Neuchâtel*. XVII, 1890, 23 p., 2 pl.

² F.-A. Forel. Le Léman. Monographie limnologique. *Lausanne* 1892. F. Rouge, éditeur. I.

et qui en déterminent la forme. Tantôt le lac gagne sur la terre (côtes d'érosion), tantôt c'est la terre qui avance (côtes d'alluvion). La configuration des rives d'un lac permet de reconnaître si ses eaux sont en hausse ou en baisse. Les côtes d'érosion présentent un profil typique qui se compose de 1° La grève; 2° la grève inondable, exondée seulement aux basses eaux; 3° la beïne, ou blanc-fond, toujours recouverte par l'eau; 4° le mont et le talus sous-lacustre.

Autour des côtes d'alluvion, la configuration est la même, sauf que la grève est plus étroite, tandis que la beïne manquerait. La grève inondée toucherait directement au mont.

La vallée d'érosion primitive du lac Léman devait avoir eu des flancs rocheux non encore masqués par les dépôts erratiques, les éboulis et les alluvions fluvio-lacustres. M. Forel les décrit sous le nom de « murailles du bassin du Léman; » il insiste sur le fait que la vallée du lac Léman est creusée dans les terrains les plus divers. Dans la partie supérieure c'est une cluse composée. La partie moyenne est longitudinale entre les Alpes et le plateau; la partie terminale occupe le synclinal même entre les Alpes et le Jura.

L'auteur décrit ensuite le revêtement quaternaire des murailles du Léman, depuis l'alluvion ancienne et les dépôts erratiques jusqu'aux alluvions actuelles (voir plus loin). Les terrasses ou berges d'érosion prouvent qu'autrefois le lac Léman avait un niveau plus élevé.

L'auteur classe les lacs en lacs orographiques, lacs d'érosion et lacs de barrages. La plupart appartiennent à deux de ces types ou aux trois ensemble; ce sont des lacs mixtes. Le lac Léman, en particulier, est de ce nom-

bre et c'est même un lac très compliqué. (*Revue pour 1889 et 1891.*)

M. Forel suit le développement du lac Léman à travers tous les âges, montrant d'abord le Rhône accomplissant son œuvre d'érosion, puis la formation de la contre-pente, explicable uniquement par le tassement de la chaîne des Alpes, enfin le comblement successif par les alluvions du Rhône qui se poursuit encore de nos jours. Il n'est pas possible de se rendre compte exactement de la progression de ce comblement, faute de données historiques et d'observations exactes sur le charriage du Rhône.

SONDAGES SOUS-LACUSTRES. — La connaissance de la configuration topographique des bassins lacustres est d'une grande importance pour la géologie. Le bureau topographique fédéral, a fait lever en détail le relief du fond des lacs suisses. M. LOCHMANN,¹ directeur du bureau topographique, a fait à ce sujet une communication montrant comment les sondages, faits d'abord par l'initiative privée et au moyen d'appareils assez primitifs, se sont de plus en plus perfectionnés.

Les cartes de tous les lacs de la Suisse sont achevées, à l'exception d'un bon nombre de lacs de montagne.

Des opérations de même nature ont été faites sur les lacs de la région limitrophe de la France sous la direction de M. DELEBECQUE². La collaboration de cet habile ingénieur a permis d'achever la carte sous-lacustre du

¹ J. Lochmann, colonel, chef du bureau topographique fédéral. Note sur les sondages des lacs suisses. *C. R. du V^me Congrès intern. des sciences géographiques*, Berne, 1891. 511-516.

² A. Delebecque, ing^r des ponts et chaussées. Cartes topographiques des lacs de Savoie. *C. R. du V^me Congrès intern. des sc. géogr.* Berne, 1891. 521-523.

lac Léman au 1 : 25000. Nous lui devons aussi un superbe atlas des lacs de la Savoie¹ et des départements de l'Ain et du Doubs. On peut espérer que sous peu nous verrons aussi les cartes des nombreux lacs du département du Jura. L'atlas contient des cartes de : lac Léman; lacs d'Annecy, du Bourget, d'Aiguebelette en Savoie; lac de Nantua, lac Genin, lac de Sylans dans l'Ain; lac des Brenets, lac St-Point, lac de Remoray, lac de Malpas dans le Doubs; lac Paladru dans l'Isère.

MM. DELEBECQUE et DUPARC² ont publié des analyses des vases du fond et des eaux de plusieurs lacs, en particulier du lac Paladru (Isère), du lac d'Aiguebelette (Savoie), des lacs de Nantua et de Sylans (Ain), ils ont fait une série d'observations tendant à expliquer la sédimentation et l'influence sur cette dernière des phénomènes atmosphériques et de la vie organique.

Les mêmes auteurs³ ont aussi examiné la composition des eaux et des vases des lacs de Bourget (Savoie), de Chalain (Jura) et de Laffray (Isère).

Les principaux lacs du Bugey ont été explorés au même point de vue par MM. DELEBECQUE et E. RITTER⁴ en procédant aux sondages topographiques et aux mesures de la température, de la transparence et de la coloration de l'eau.

¹ Le même. Atlas des lacs français publié par le Ministère des travaux publics de France. 1892. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*. 1892. *Archives sc. phys. et nat.* XXVIII. 164. *C. R. Acad. sc. Paris*. 20 juin 1892.

² A. Delebecque et L. Duparc. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*. 17 mars 1892. *Arch. sc. phys. et nat.* 1892. XXVII. 569-574. *C. R. Acad. sc. Paris*. 25, IV., 92.

³ *Ibid.* 3 nov. 1892. *Arch.* XXVIII. 502-504.

⁴ Delebecque et E. Ritter. *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève*. 7 avril 1892. *Ibid.* p. 577-580.

TREMBLEMENTS DE TERRE. — M. le Dr FRÜH¹ a rendu compte des tremblements en Suisse de 1889-1891. L'auteur passe en revue les nombreuses observations locales, faites par des observateurs plus ou moins capables. Il regrette l'absence en Suisse de stations sismométriques avec de bons appareils enregistreurs. Ses observations se résument à peu près comme suit :

1888. 40 secousses se répartissant sur 33 jours. Elles représentent cinq ébranlements distincts.

1. Région de la Plessur (Grisons), 2 janvier.
2. » de la molasse du NE. de la Suisse, 15 février.
3. Haute-Engadine I, 3 juin.
4. Haute-Thurgovie (local), 18 juin.
5. Haute-Engadine II, 5 août.

1889. Extrêmement calme pour l'Europe centrale, mais non pour l'Italie qui a eu des ébranlements presque chaque mois. En Suisse on n'a ressenti que 7 secousses, occasionnées par l'ébranlement du 7 janvier ressenti en Bade, Wurtemberg et Suisse N. E. Puis en avril les tremblements locaux du Simmenthal.

1890. Il y a davantage d'oscillations en Wurtemberg et Bavière. Ébranlements locaux dans le Jura. Calme relatif dans l'Italie du N. En Suisse 25 secousses sur 17 jours; Haute-Engadine 17 et 29 avril.

1891. Pauvre en mouvements dans l'Allemagne du Sud; riche en Italie, où les oscillations ont été presque continues. On n'a observé en Suisse que 25 secousses représentant 8 tremblements de terre distincts.

1. Suisse orientale et Vorarlberg, 9 janvier.
2. Piémont et Suisse occidentale, 20 janvier.
3. Suisse orientale, 23 janvier.
4. Vallée de la Broie (local), 4 mars.
5. Tessin au N. du M^t Cenere, 17 avril.
6. Véronais et Vicentin, 7 juin.
7. Simplon, 20 décembre.
8. Valteline (transversal) 22 décembre.

¹ Dr J. Fröh. Die Erdbeben der Schweiz in den Jahren 1888-91. *Ann. d. Schweiz. meteor. Centralanst. Zürich*, 1891. 31. p. 1 carte.

L'auteur fait ensuite une comparaison de la répartition des tremblements de terre par mois, par saison et par heure de la journée, en se servant des observations de 12 ans (1880-1891). Le maximum tombe en novembre, le minimum en octobre.

Il y a eu pendant 12 ans sept grands tremblements de terre, ayant atteint surtout les régions suivantes : Le 20 juillet 1881, Alpes occidentales; le 10 déc. 1883, Basse-Savoie; le 24 janv. 1884, Grand-duché de Bade; du 23-29 nov. 1885, Alpes occidentales; 27 août 1886, Morée; 23 fév. 1887, Ligurie; 7 juin 1891, Vérone-Vicentin. Ils ont tous été ressentis en Suisse.

En somme, il n'a jamais été possible de déterminer l'épicentre sans forcer les choses. Il semble que souvent l'ébranlement ne part pas d'un centre, mais naît simultanément dans une certaine étendue de l'aire sismique. Suivant la direction des chaînes de montagnes, on distingue des mouvements transversaux et longitudinaux. Certaines régions sont des zones d'ébranlement habituelles. L'intensité est le plus souvent inversement proportionnelle au nombre des secousses, ce qui semble indiquer que l'ébranlement est en somme dû à un mouvement d'un bloc de l'écorce terrestre, plutôt qu'à la propagation d'un coup initial. La cause prédominante sont les mouvements tectoniques et ce n'est que localement qu'il y a lieu de l'attribuer à des affaissements ou des tassements de terrains (effondrements de cavités, etc.).

L'année 1892 a été pauvre en tremblements de terre. On a cité deux fortes secousses le 6 janvier à 5 h. 15 m. dans la région de Vérone, et sur la rive N. du lac Léman dans la nuit du 30-31 décembre, vers minuit.

Les observations sismologiques en Suisse ont été sou-

mises par M. DE MONTESSUS DE BALLORE ¹ à une statistique comparée. Le nombre des observations n'est pas toujours en raison de la fréquence ou de l'importance des mouvements; il y a beaucoup de causes d'erreur, L'auteur parvient cependant à fixer cinq régions qui se dessinent nettement par la fréquence des ébranlements sismiques. Ce sont: 1° Environs de Bex; 2° Côte nord du lac Léman; 3° Haut Rhône; 4° Berne et Neuchâtel; 5° Grisons. Viège et le Simmenthal forment encore deux centres d'ébranlement anormaux, tandis que les cinq grandes régions seraient bien des zones d'ébranlement tectonique.

Le 5 juin 1892 un tremblement de terre a été ressenti dans les environs du lac de Garda. M. M. BARATTA ² a rendu compte de l'extension du mouvement sismique qui a été senti dans une zone elliptique, transversale à la plus grande longueur du lac.

M. BETTONI ³ et M. GOIRAN ⁴ ont aussi recueilli des observations sur ce mouvement sismique.

OSCILLATIONS DU SOL. — On croit avoir observé à plusieurs reprises des variations d'altitude dans diverses régions du Jura occidental, particulièrement dans le voisinage du village de Doucier. M. L.-A. GIRARDOT ⁵ à Lons-

¹ F. de Montessus de Ballore. La Suisse sismique. *Arch. Sc. phys. et nat.* XXVIII. 1892. 31-39, 1 pl.

² M. Baratta. Il terremoto della riviera bresciano-veronese del lago di Garda. *Annali dell' Ufficio. Centr. met e geol. Italia.* XVII. 1892. IV.

³ P. Bettoni. Il terremoto del 5 gennaio 1892 del lago di Garda. *Boll. mens. del l'osserv. di Moncalieri.* 1892. XII. 60-62.

⁴ Goiran. XII. p. 42, 58, 62.

⁵ L. A. Girardot. Note sur l'étude des mouvements lents du sol dans le Jura. *Bull. géogr. hist. et descript.* 1890. n° 3. *Lons-le-Saunier.*

le-Saunier avait déjà recueilli ces vagues données et, comme il n'est pas possible de les nier, la Société d'émulation du Jura fait procéder à une série de nivellements, qui, répétés d'année en année, permettront de confirmer ou de démentir ces données. Les observations faites depuis quatre ans ne sont pas encore concluantes, vu que les écarts ne dépassent pas la marge des erreurs d'observation, dues aux défauts des instruments, au vent et à la réfraction de l'air.

TROISIÈME PARTIE

TERRAINS

TERRAINS PALÉOZOÏQUES

CARBONIFÈRE. — M. MILCH¹ à Breslau a commencé la publication d'une monographie du verrucano et des roches qui accompagnent cette formation dans les Alpes orientales de la Suisse, spécialement de la région du double pli glaronnais. Le premier fascicule de cet important mémoire contient un résumé bibliographique complet, indiquant plus de 100 publications depuis les recherches de Saussure (1779) sur le poudingue de Valorsine.

L. de Buch a été l'un des premiers à reconnaître ce terrain, qu'il désigna sous le nom de *Grauwacke*. Plus

¹ Dr L. Milch. Beiträge zur Kenntniss des Verrucano. *Leipzig, Veit et Comp.* 1892. I partie, 145 p.