

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 12 (1912-1913)
Heft: 3

Artikel: IIme partie, Géophysique
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-157274>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.01.2026

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

ou bien lorsque le magma était près de se consolider et ne pouvait donner lieu à des actions pneumatolytiques.

Les modifications polymorphes de SiO_2 se comportent de la façon suivante :

1° Le passage de la forme α du quartz dans la forme β paraît se faire d'une façon constante à environ 580° .

2° Le passage du quartz à la tridymite ou à la cristoballite ne se prête pas à des déterminations précises de température; d'une part le quartz peut subsister jusqu'à des températures de 1050° , d'autre part la tridymite et la cristoballite peuvent cristalliser déjà au-dessous de 900° .

L'étude des gîtes métallifères permet de constater que plusieurs modifications de la même substance peuvent cristalliser en même temps dans des solutions aqueuses, ainsi la tridymite et la cristoballite, le rutile, l'anatase et la brookite, etc. Il existe du reste une certaine analogie, quant aux conditions de développement et de stabilité, entre le quartz et le rutile, la tridymite et la brookite, la cristoballite et l'anatase. Pour apprécier l'apparition de telle ou telle modification d'une substance dans la nature, il semble qu'il faille en général attribuer plus d'importance aux limites de possibilité de cette modification et aux diverses influences physiques et chimiques qu'elle a pu subir, que simplement à ses limites de stabilité. Or les limites de possibilité d'une modification sont d'autant plus différentes des limites de stabilité, que cette modification diffère d'avantage, physiquement et chimiquement, d'une autre modification de la même substance. Inversément, si deux modifications diffèrent très peu l'une de l'autre, les conditions du passage de l'une à l'autre seront très étroites et se prêteront particulièrement bien à des évaluations de température.

II^{me} PARTIE — GÉOPHYSIQUE

Orographie et Hydrographie.

M. M. LUGEON et M^{me} E. JÉRÉMINE (34) ont établi une sorte de statistique des bassins fermés des Alpes suisses.

La première partie de ce travail, qui concerne les Préalpes, a été effectué par M^{me} Jérémie, en se servant essentiellement des cartes de l'atlas Siegfried. L'auteur y reconnaît d'emblée que la somme des bassins fermés qu'elle a pu ainsi reconnaître ne représente que le minimum des territoires à écoulement souterrain, ceux-ci comprenant en outre de multiples

entonnoirs ou petits bassins trop peu importants pour être révélés par les cartes au 1 : 25 000. La délimitation des bassins a été faite en y incorporant tout le territoire compris entre les lignes de plus grande pente aboutissant au centre de plus grande dépression. Soit la distinction, soit la délimitation des bassins ont été, comme de juste, beaucoup moins précises sur les cartes au 1 : 50 000 que sur les feuilles au 1 : 25 000.

Il m'est impossible d'énumérer ici tous les bassins fermés des Préalpes romandes qu'a décrits M^{me} Jérémine, et je me contenterai de résumer les considérations générales que l'auteur dégage de son étude. Le premier fait qui frappe dans les observations faites c'est la fréquence beaucoup plus grande des bassins fermés dans le domaine des Préalpes médianes que dans ceux des Préalpes externes et internes, ce qui tient évidemment à la nature différente des roches prédominantes dans l'un et dans les autres cas.

L'origine des bassins fermés varie ; parmi les 84 cas étudiés il en est 15 qui ont été déterminés par des barrages morainiques, 2 qui sont dus à des accumulations d'éboulis ; les autres correspondent à des aires d'infiltration dans les masses calcaires diverses que comprennent les terrains préalpins. En totalisant les surfaces des bassins fermés dont les eaux se perdent dans les mêmes terrains, M^{me} Jérémine a mis en lumière l'importance toute particulière du rôle joué à ce point de vue par les calcaires crétaciques ; en effet 19 bassins, d'une superficie totale de 243 530 ares perdent leurs eaux à travers ces formations, au lieu que 9 bassins (28 610 ares) correspondent au Jurassique supérieur, 5 (25 870 ares) au Dogger, 3 (14 870 ares) au Lias supérieur, 6 (96 600 ares) au Lias inférieur et moyen, 15 (56 860 ares) au Trias, 3 (20 410 ares) aux brèches du Chablais et de la Hornfliuh, 9 (30 560 ares) au Flysch du Niesen. Ce fait est dû évidemment en première ligne à la grande étendue qu'occupent dans les Préalpes les calcaires crétaciques et suprajurassiques, mais il provient aussi de ce que ces calcaires ne contiennent que relativement peu de parties marneuses, dont les délitcs comblent et obstruent facilement les voies suivies par l'infiltration.

Quant à leurs caractères morphologiques les bassins fermés des Préalpes se répartissent de la façon suivante :

1^o Bassins creusés d'abord par des glaciers suspendus en forme de kar, puis souvent transformés par l'action hydro-chimique en de vraies dolines. Leur nombre est de 29.

2^o Poljes, ou dépressions karstiques allongées parallèlement

à la direction des couches avec une largeur relativement grande et des parois abruptes. Ces poljes n'ont qu'exceptionnellement leur fond couvert d'alluvions, ce qui s'explique par leur âge relativement jeune, les neiges ou les glaces qui les occupaient n'ayant disparu qu'à une époque récente.

3° Vallées aveugles, dont le cours d'eau se perd, au nombre de 3 seulement.

4° Dolines, répandues en grand nombre dans le territoire des Préalpes, mais dont 36 seulement atteignent des dimensions suffisantes pour se marquer sur les cartes. Elles sont fréquentes surtout sur le Trias, le Néocomien et le Flysch et se trouvent dans des positions très variées, sur des pentes, sur des cols, sur le bord de vallons, sur des crêtes ou des plateaux.

Quant à la répartition des bassins fermés suivant l'altitude, on constate que les surfaces couvertes par ces bassins sont particulièrement étendues entre 1300 et 1900 m., ce qui est du reste normal puisqu'une grande partie des Préalpes a sa surface à ces altitudes et que d'autre part les conditions réalisées soit près des lignes de faîte, soit près des vallées maîtresses sont peu favorables à l'extension des bassins fermés. Pourtant la formation de nombreux kars dans les régions élevées a influé sinon sur l'étendue, au moins sur le nombre des bassins fermés aux altitudes supérieures.

La deuxième partie du livre analysé ici est consacrée aux Hautes Alpes calcaires et a été élaborée par M. Lugeon.

L'auteur y décrit 126 bassins représentant une surface totale de 3 327 500 ares; sur ce nombre 9 bassins, d'une superficie totale de 702 710 ares sont déterminés par des éboulements, 6 bassins d'une superficie totale de 141 690 ares sont dus à des barrages morainiques; les 111 autres sont d'origine kartique. Parmi ces derniers la plupart perdent leurs eaux dans les puissants massifs calcaires homogènes du Malm (33) ou de l'Urgonien et du Crétacique supérieur (39); pour les autres les pertes se font à travers le Nummulitique (14), le Néocomien (11), le Trias (5), le Lias (4), le Valangien (3), le Permien (2) ou le Dogger (1). La fréquence et l'étendue des bassins fermés dépendant du Malm ou de l'Urgonien-Sénonien, s'explique d'abord par la grande extension que prennent ces formations en surface, ensuite par le fait qu'ayant résisté spécialement bien à l'érosion, ils ont été conservés en particulier dans les régions élevées; en effet une roche perméable suscite d'autant plus fréquemment des bassins fermés qu'elle affleure plus loin des grandes vallées.

Par leurs caractères morphologiques les bassins fermés des Hautes Alpes calcaires se répartissent entre les 4 mêmes catégories qui ont été distinguées pour ceux des Préalpes. 27 bassins peuvent être dérivés de cirques glaciaires ; les Poljes sont fréquents aussi et fort bien représentés par les bassins du Daubensee, du Dürrensee, du Brunig, du Sämbtisersee, de l'Ueschinenthälisee, du Seelisbergsee, du Fählensee, du Voralpsee, etc... ; les uns ont leur fond déjà colmaté par des alluvions, d'autres ont encore leur fond à nu. M. Lugeon admet que les poljes ont passé successivement par un stade de vallée normale, puis par un stade de vallée aveugle, dont le fond s'est creusé jusqu'à la rencontre d'un niveau imperméable et enfin par un stade d'alluvionnement. Il distingue du reste à côté des poljes simples, allongés ou cratériformes, des poljes complexes, dont certaines parties sont souvent d'origine glaciaire et dont le bassin du Daubensee est un bon exemple. Les vallées aveugles non transformées sont rares dans les Alpes calcaires, par contre les dolines s'y trouvent à profusion.

En ce qui concerne la répartition des bassins fermés en altitude dans les Hautes Alpes calcaires, on constate que la majorité des bassins est comprise entre 900 et 2000 m., mais on en trouve jusqu'à 600 et même 400 m. La présence de ces bassins aux basses altitudes doit s'expliquer soit par l'étendue des Hautes Alpes plus grande que celle des Préalpes, soit par la maturité morphologique moins avancée à laquelle sont arrivées les premières.

La troisième partie de cette étude hydrographique est consacrée aux Alpes valaisannes, tessinoises et grisonnes ; c'est de nouveau M. Lugeon qui s'est chargé de cette portion du travail. L'auteur a compté 11 bassins fermés dans les Alpes valaisannes, 7 dans les Alpes tessinoises, 30 dans les Alpes grisonnes. Sur ces 48 cas 17 ont été déterminés par des barrages morainiques, 4 par des éboulements ; des 27 autres, 13, soit la moitié à peu près, perdent leurs eaux dans les calcaires dolomitiques du Trias, 7 dans les calcaires liasiques, 6 dans les schistes lustrés des Grisons, 1 seul, celui du Flae-scherthal, dans le Malm. Le nombre très restreint des bassins d'origine karstique s'explique facilement par la prédominance des terrains cristallins dans cette région méridionale des Alpes, surtout dans le Valais et le Tessin, où l'on n'en trouve respectivement que 2 et 2, tous liés à des affleurements triasiques. Quant à leur forme ces bassins karstiques appartiennent essentiellement aux types des kars (11) et des do-

lines (14). Enfin si l'on répartit ces bassins d'après l'altitude de leur fond, on constate qu'en dehors des 4 petits bassins de Finges limités par un éboulement, ils se trouvent tous au-dessus de 1500 m. et que 39 d'entre eux se trouvent entre 2080 et 2800 m. Cette altitude plus considérable que dans les autres régions alpines s'explique par le fait que les conditions pétrographiques nécessaires à la formation des bassins ne sont réalisées que sur des étendues limitées.

Nous devons à l'institut géographique de l'Université de Fribourg une nouvelle publication de caractère à la fois topographique et géophysique ; je veux parler d'une étude faite par M. M. KONCZA (31) des **cirques de montagnes** d'une part dans le Tatra, de l'autre dans les Préalpes fribourgeoises.

L'auteur commence par définir les divers types de cirques qu'on rencontre près des lignes de failles ; il distingue :

1^o Le cirque fluvial caractérisé par l'analogie étroite de ses formes avec celles d'une vallée torrentielle.

2^o Le cirque glaciaire, dont le profil longitudinal est étagé, dont la section est élargie en U et dont toute la forme est indépendante du tracé des cours d'eau. Ces cirques sont isolés de la vallée.

3^o Le cirque ou la niche d'arrachement d'un éboulement.

4^o Le cirque de cratère.

5^o Le cirque d'avalanches.

L'étude détaillée de M. Koncza a porté spécialement sur les cirques glaciaires, creusés sur les versants de chaînes d'altitude moyenne par des glaciers latéraux, qui se sont développés pendant le retrait de la glaciation de Würm. L'auteur considère d'abord le cas des cirques creusés à peu près au niveau des glaciers principaux par des glaciers affluents, et qui ne portent pas de moraines ; il fait intervenir dans la formation de ces kars une érosion glaciaire, qui, très faible vers le haut à cause de la faible densité de la neige, doit s'accroître très rapidement vers le bas, à mesure que le névé devient plus compact, et qui peut dans certains cas avoir creusé une cuvette au seuil rocheux. M. Koncza voit également ici un signe d'érosion torrentielle sous-glaciaire dans les bosses ou échines, qui saillent fréquemment sur le fond de ces sortes de cirques.

En opposition avec ce type de cirque glaciaire il y a celui dans le creusement duquel sont intervenus des glaciers locaux, alimentés par des champs de neige peu étendus, à un moment où les grandes vallées étaient totalement ou en grande partie

abandonnées par les glaciers principaux. Ces cirques comportent des dépôts morainiques plus ou moins abondants; ils ont dû être d'abord occupés par des glaciers épais, liés aux glaciers principaux, et fonctionner comme « Ursprungskar », puis ils sont devenus de simples cirques de limites des neiges et ont subi les modifications de forme correspondantes, soit un barrage vers l'aval par des moraines frontales, un entassement plus ou moins considérable d'éboulis sur leurs versants, etc.... Dans ce type de cirque on remarque encore comme caractères habituels : 1^o l'abondance de la moraine de fond, 2^o l'absence d'échine et en général de tout indice d'une érosion torrentielle sous-glaciaire importante, 3^o la présence d'une ou de plusieurs canelures circulaires, qui se sont formées au niveau de la surface du glacier, par suite d'une désagrégation particulièrement intense des roches.

Si l'on suit les phases qu'ont traversées les cirques glaciaires on arrive à les définir comme suit : 1^o érosion préglaciaire d'une vallée torrentielle, 2^o occupation de cette vallée par un glacier plus ou moins confondu avec la calotte glaciaire générale et formation d'un Ursprungskar, qui s'encaisse de plus en plus par érosion glaciaire ; 3^o transformation de cet Ursprungskar en cirque de limite des neiges par le retrait progressif des névés ; 4^o remplacement du glacier de kar par un cône de neige ; 5^o mise à nu définitive du fond du cirque.

M. Koncza discute, sans trouver du reste une explication qui le satisfasse, la question de la genèse des cirques en escaliers, puis il termine par quelques considérations sur la localisation des cirques de limite des neiges.

Ajoutons que le texte de M. Koncza est fort heureusement complété par des cartes à grande échelle de plusieurs cirques entre autres de ceux de Kaiseregg, de la Chambre aux Chamois et de Brequettaz dans les préalpes fribourgeoises.

Actions des Cours d'eau.

M. L. HORWITZ (29) a entrepris une étude des **cônes de déjections dans la vallée du Rhône** depuis le glacier du Rhône jusqu'au Léman.

Dans un premier chapitre il considère la vallée dans sa partie supérieure jusqu'à l'embouchure de la Saltine, qu'il divise en quatre tronçons successifs. Dans le premier tronçon, qui s'étend vers l'aval jusqu'à Münster, la vallée s'élargit bientôt, son fond est plat sur environ 0,7 km. de largeur, et sa pente est faible. Ici le premier phénomène remarquable

consiste dans la fréquence des cônes de déjections (51 sur une longueur de 9,5 km.) et en particulier des cônes secondaires, qui correspondent à des cours d'eau actuellement insignifiants et qui ont pour la plupart cessé de s'accroître. Ce fait semble indiquer un stade encore juvénile de l'accumulation, dans lequel le réseau hydrographique a été d'abord simple et réparti entre de nombreux cours d'eau, puis s'est modifié par des captures successives. L'on constate en outre une fréquence plus grande des cônes sur le versant S, un fait général dans toute la vallée du Rhône, qui s'explique par l'affaiblissement du ruissellement sur les pentes exposées au midi et subissant de ce fait une plus forte évaporation.

Dans un second tronçon, qui commence un peu en amont de Münster et s'étend jusqu'à Niederwald, les caractères changent, la pente de la vallée est plus forte et le travail d'encaissement du Rhône s'y poursuit de l'aval, où se trouve un seuil rocheux, vers l'amont ; le nombre des cônes de déjections est ici notablement moins grand (29 sur une longueur de 8,4 km.), tandis que leurs dimensions sont en général beaucoup plus considérables, ce qui fait qu'ils forment la plus grande partie du fond de la vallée. Ce qui frappe en première ligne sur le versant droit de ce tronçon c'est la présence, à côté des cônes de déjections des torrents encore actifs, de vastes cônes qui s'amorcent dans d'anciennes vallées sans eau partant de cirques très profonds et abrupts, nettement suspendus au-dessus de la vallée principale ; ces cônes se distinguent par leur forte inclinaison et une remarquable régularité ; ils sont tous éteints. Tous les cônes du versant droit sont tronqués du côté du Rhône par un talus d'érosion, dont la hauteur augmente vers l'aval jusqu'à atteindre 30 m. près de Niederwald. Sur le versant gauche on constate des cônes de déjections d'importance variable, mais presque tous encore en phase d'activité ; ils sont tronqués par le Rhône et des cônes plus petits emboîtés dans les cônes principaux s'y sont développés. Ce phénomène des cônes emboîtés se rencontre du reste sur les deux versants et est en relation avec un système de terrasses.

Entre Niederwald et Teisch la pente de la vallée augmente encore, en même temps que sa section se rétrécit, de telle sorte que d'une façon générale ce tronçon prend la forme d'une gorge, dans laquelle le travail d'encaissement du Rhône se poursuit activement. Les cônes de déjections y sont peu nombreux et en général petits ; ils sont pour la plupart complexes et étagés ; on en trouve aussi deux ou trois d'éteints.

Le dernier tronçon de la vallée supérieure du Rhône s'étend de Teisch à Brigue ; sa section reste en général étroite mais sa pente est moins forte que dans le tronçon précédent ; le Rhône continue à s'y encaisser, au moins dans la partie amont, ce qui provoque, ici comme plus haut, la formation de cônes tronqués et emboîtés ; vers le bas ce tronçon se termine par les grands cônes de la Saltine et du Kelchbach.

En résumé cette partie haute de la vallée du Rhône, abandonnée tardivement par le glacier, a été formée d'abord de bassins séparés par des verrous ; les bassins ont été comblés par l'alluvionnement, les verrous ont été entamés par l'érosion régressive, qui se propageant vers l'amont, a finalement entamé à nouveau les alluvions, en particulier dans le second tronçon. Des quatre tronçons le plus élevé est ainsi seul caractérisé par un alluvionnement constant, qui ensevelit peu à peu les cônes de déjections ; partout ailleurs la forme complexe et emboîtée des cônes en relation avec des systèmes de terrasses dénote un travail d'affouillement continu jusqu'à l'époque actuelle.

Dans son chapitre second, M. Horwitz traite de la vallée du Rhône entre Brigue et Martigny, qu'il divise en trois tronçons : un supérieur et un inférieur à faible pente et un moyen, s'étendant de l'Illgraben à la Liène, dont la pente est exagérée par le grand cône de l'Illgraben et par le vaste éboulement de Sierre. Ici tout le fond de la vallée est tapissé d'une épaisse couche d'alluvions qui, d'une façon générale est encore en voie d'exhaussement. Le nombre des cônes dans cette partie de la vallée, quoiqu'atteignant 140, est relativement plus petit que dans la partie supérieure ; leur répartition est beaucoup plus régulière ; contrairement à ce qui se passe plus en amont ils ne présentent qu'exceptionnellement des formes emboîtées et accusent en revanche pour la plupart un accroissement rapide par superposition de nouveaux cônes sur les grands cônes anciens. Le nombre des cônes est constamment beaucoup plus grand (83) sur le versant gauche que sur le versant droit (56), ce qui doit tenir soit à la nature des roches, soit à leur plongement, soit à des conditions d'orientation. L'on remarque aussi que la pente moyenne des cônes est beaucoup plus forte sur le versant gauche ($12^{\circ} 18'$) que sur le versant droit ($7^{\circ} 6'$), ce qui s'explique par le moindre débit des torrents là où leur réseau est plus restreint et aussi là où les précipitations atmosphériques tombent en moindre quantité. Il est du reste impossible de suivre ici l'auteur dans les descriptions qu'il donne de chaque cône successivement ;

signalons simplement le fait qu'il a fait ressortir d'une façon intéressante le rôle des influences locales, en particulier celui de l'éboulement de Sierre qui, en modifiant le cours du Rhône, a été la cause de la formation de cônes relativement élevés, dans lesquels se sont enfouis ensuite des cônes emboîtés, et celui du cône de l'Illgraben qui s'accroît avec tant de rapidité que le Rhône forme des rapides en le traversant. M. Horwitz décrit aussi un type spécial de cône, qu'il appelle « cône de dévaloir », parce qu'en effet son bassin de réception se réduit à un court ravin à pente rapide, tandis que son volume est considérable ; la genèse de ces cônes est due à une combinaison de simples chutes de pierres ou de glissements de terrain, avec des entraînements et des charriages torrentiels.

À propos de la partie inférieure de la vallée du Rhône, entre Martigny et le Léman, M. Horwitz fait remarquer que la pente moyenne du Rhône en aval de Saint-Maurice devient de nouveau supérieure à ce qu'elle était plus en amont. D'autre part on voit reparaître sur les cônes de déjections de ce tronçon le phénomène des emboîtements, qui prend du reste ici une forme un peu spéciale en relation avec les grandes dimensions des cônes. Ce phénomène apparaît déjà sur le cône de l'Avançon de Bex soit sous forme de terrasses dans la partie moyenne du cône, soit sous forme de dépressions longitudinales dans sa partie inférieure ; on le constate de nouveau dans le cône de la Gryonne, qui est aussi ondulé longitudinalement et dont les bandes élevées se terminent vers la plaine par des escarpements, et on le trouve encore dans le cône de la Grande Eau. Sur le versant gauche de la vallée l'emboîtement pur et simple apparaît très nettement sur les cônes du Bois Noir et de Mauvoisin, en amont de Saint-Maurice, où la périphérie est d'autre part bien marquée par un escarpement ; en aval de la gorge de Saint-Maurice on retrouve les ondulations longitudinales de la surface sur le cône de la Vièze ; ailleurs on peut voir des restes de terrasses correspondant à un niveau de 405 m. La fréquence de l'emboîtement des cônes de déjections dans la plupart des cas examinés dans ce tronçon de vallée fait l'objet d'une étude spéciale de la part de M. Horwitz, qui examine diverses explications et qui finit par admettre une relation entre l'emboîtement, qui représente en somme des reprises de l'érosion, et la descente du niveau du Léman d'abord de 20 m., puis de nouveau d'environ 10 m.

Dans un résumé final M. Horwitz établit les faits suivants :

1^o la très grande majorité des cônes de déjections observés dans la vallée du Rhône sont actuellement encore en phase d'accroissement, mais, suivant que le niveau du tronçon correspondant de la vallée s'élève ou s'abaisse, cet accroissement se traduit par des cônes « superposés » ou « emboîtés ». 2^o Le nombre des cônes est constamment plus grand sur le versant gauche que sur le versant droit, ce qui paraît être dû à la perméabilité plus grande des roches sur le versant droit. 3^o On peut diviser les cônes d'après leur inclinaison en quatre catégories : a) cônes plats correspondant aux plus grands affluents, avec une pente $< 2^\circ$, b) cônes à inclinaison moyenne (2° - 10°), correspondant aux affluents permanents, c) cônes à inclinaison forte, $> 10^\circ$ alimentés en général par des torrents temporaires ou complètement éteints, d) grands cônes de dévaloirs, à forte pente. En moyenne l'inclinaison des cônes est plus forte sur le versant gauche que sur le versant droit, ce qui vient du fait que sur le versant gauche les eaux affluentes sont réparties entre un nombre notablement supérieur de cours d'eau.

Le travail de M. Horwitz se termine par une série de tableaux indiquant pour chaque tronçon la pente des cônes sur les deux versants opposés.

Sa lecture en est facilitée par l'adjonction de plusieurs cartes tirées de l'atlas Siegfried.

J'ai signalé dans la Revue pour 1910 une étude des sables du Rhône faite par MM. E. Chuard et R. Mellet ; à propos de la publication de ce travail M. M. LUGEON (33) a rappelé que la présence abondante de magnétite dans ces sables en aval de Martigny, signalée par MM. Chuard et Mellet, avait été reconnue déjà en 1862. Il a exposé en outre l'opinion que l'origine de cette magnétite doit être cherchée plutôt dans les prasinites et les serpentines si abondantes dans les Alpes valaisannes, que dans les gisements de magnétite très peu étendus du Mont Chemin. MM. E. CHUARD et R. MELLET ont répondu à ces observations dans une brève notice (22).

Il suffit de citer ici le court rapport, dans lequel M. F. ZSCHOKKE (51) a rendu compte de quelques observations hydrologiques, de nature très diverse, faites pendant la période 1910-1911 dans différents lacs et plusieurs cours d'eau variés de Suisse.

Lacs.

M. H. SCHARDT (47) a profité de la baisse extraordinaire des eaux qui s'est produite dans le bassin supérieur du Doubs pendant l'été 1906, pour faire une série d'observations

sur le lac des Brenets. Il a noté d'abord les diverses phases de la décrue et de la crue très brusque qui a suivi, puis il a décrit le fond du bassin du lac avec l'épaisse couche de vase qui le tapisse et dans laquelle le Doubs s'était rapidement creusé un canal d'écoulement.

Un important chapitre de cette notice est consacré aux sources sous-lacustres, qui surgissent d'entonnoirs creusés dans la vase, et qui, pour la plupart, tarissent après que les eaux du lac se sont abaissées au-dessous de leur point d'émergence, en même temps que leurs entonnoirs sont plus ou moins remplis par de la vase glissée de leurs abords.

Lorsque les eaux du lac des Brenets s'abaissent au-dessous du niveau de 750,42 m., c'est-à-dire d'environ 3 m. au-dessous du niveau moyen, l'écoulement se fait entièrement par voie souterraine, soit au travers de l'éboulement qui barre le lac, soit aussi par des conduits traversant la roche en place, et toute la partie inférieure du bassin lacustre doit être considérée comme très peu étanche. Les sources alimentées par ces infiltrations ont été reconnues exactement au moyen de colorations à la fluorescéine; elles s'échelonnent depuis le Saut du Doubs jusqu'au défilé d'Entreroches, elles sont notablement plus abondantes sur la rive française, où affleure la roche en place, et doivent sortir en partie dans le lit même du Doubs. Du reste les relations directes de la plupart de ces sources avec les infiltrations du lac des Brenets ressortent déjà clairement de leurs variations de températures étendues et de leur teneur en matières organiques; mais il est certain aussi que le débit total des sources visibles est notablement inférieur à la quantité des fuites du lac et qu'une portion importante de ces fuites doit revenir au Doubs dans son lit même.

Sources et Infiltrations.

MM. E. CHUARD et R. MELLET (23) ont publié récemment les résultats d'une analyse faite déjà en 1905 des eaux d'une source jaillissant au kilomètre 6,744 du tunnel du Simplon avec un débit de 1 litre-minute et une température de 40°. Ces eaux sont surtout caractérisées par leur richesse en sodium, qui s'y trouve à l'état de Na Cl, de Na NO₂, de Na₂ SO₄, de Na₂ Si O₃ et surtout de Na HCO₃; les bicarbonates de calcium et de magnésium y sont très peu abondants; le fer et l'alumine ne s'y trouvent qu'à l'état de traces. Les matières organiques, qui y sont dissoutes, comprennent une partie facilement destructible par la calcination et une partie au contraire qui résiste à celle-ci.

M. Jos. LUTERBACHER (35) a examiné au point de vue de leur émanation radioactive les sources de Stock et de Schwarzbünnli au Gurnigel et y a constaté une faible radioactivité.

M. H. SCHARDT (49) a eu l'occasion de faire une série d'observations sur la source de la Ronde, à la Chaux-de-Fonds, et surtout sur une ancienne galerie naturelle, par laquelle les eaux de la Chaux-de-Fonds s'échappaient dans des conduits souterrains, mais qui s'était obstruée par suite de son utilisation comme débouché pour les égouts de la localité. M. Schardt a cherché à retrouver les points de ressurgence des eaux disparaissant dans cette galerie, mais n'est arrivé à aucun résultat positif.

M. E. FLEURY (24) a reconnu et brièvement décrit une doline qui s'ouvre dans le marais de Fornet, dont elle reçoit les eaux; ce marais est situé près de La Joux dans les Franches Montagnes du Jura bernois.

Désagrégation atmosphérique.

M. W. SALOMON (43) a décrit dans une courte notice des fragments de calcaire à spongiaires liasique, qu'il a trouvés en grande quantité dans la moraine du San-Salvatore près de Lugano. Ces débris sont décalcifiés, par conséquent poreux, délimités par des faces planes se coupant irrégulièrement; ils font penser aux « faceted pebbles » des Indes.

Dans une seconde publication M. W. SALOMON (44) a montré que ces mêmes fragments, également décalcifiés, se retrouvent au Monte Bolgia, où ils proviennent directement de la désagrégation du Lias. Or ici les débris décalcifiés présentent seuls des faces planes, ce qui permet de supposer que les fragments semblables existant au Salvatore ont dû être décalcifiés déjà avant leur transport. Quant à l'époque à laquelle s'est faite cette décalcification, il paraît logique de la placer dans une période interglaciaire chaude et humide, qui a dû être très longue, vu l'abondance des matériaux qui ont été décalcifiés et désagrégés pendant sa durée.

M. CH. TARNUZZER (50) a consacré quelques pages à la description des irrégularités variées, qui naissent sur les surfaces inclinées formées de matériaux détritiques, tels qu'éboulis ou moraines. Le fait est particulièrement frappant sur les pentes d'éboulis; il est dû en première ligne aux mouvements différentiels très fréquents et de petite envergure, qui se manifestent dans les masses détritiques sous l'influence de

la pesanteur et des eaux d'imprégnation d'une part, d'autre part des inégalités existant d'un point à l'autre des éboulis, du fait soit de la nature des matériaux, soit de la présence ou de l'absence de certaines plantes, dont les racines agissent comme élément de cohésion.

Les formes de surface créées par ces mouvements différentiels dépendent soit de la nature des masses détritiques, soit de la pente; elles peuvent prendre tantôt un caractère polygonal et irrégulier, lorsque la pente est faible et que les matériaux sont relativement cohérents, ou bien elles s'allongent dans le sens de la pente, de façon à prendre un caractère fluidal, lorsque la pente est forte et que la cohésion est faible.

Se basant sur les travaux récents de MM. Nordenskjöld, Anderson, Wyville-Thomson, etc..., M. Tarnuzzer a établi une comparaison entre le développement de ces formes dans les Alpes et les régions polaires.

Glaciers.

Le rapport annuel général sur les **variations des glaciers** a été rédigé pour l'année 1909 par MM. E. BRÜCKNER et E. MURET (20). Il montre pour cette période un retrait presque général dans les Alpes suisses, autrichiennes, italiennes et françaises; les exceptions à cette règle s'expliquent par des circonstances locales. L'enneigement par contre a été progressif dans plusieurs massifs. Dans les Pyrénées non seulement l'enneigement mais les glaciers ont marqué une progression.

Ce rapport fournit encore des renseignements sur les glaciers de Scandinavie, du Caucase, de Sibérie et des Etats-Unis d'Amérique.

Le rapport correspondant consacré à l'année 1910 a été établi par MM. CH. RABOT et E. MURET (42); d'après les documents qu'il contient nous constatons que, si le retrait a continué à prédominer fortement dans l'ensemble des glaciers alpins jusqu'en 1910, il semble pourtant se ralentir et devenir moins absolument général; une série de glaciers sont restés stationnaires ou même ont fait une légère poussée en avant; l'enneigement a été en général progressif.

Quelques documents ont été encore réunis sur les glaciers de Scandinavie, de l'Afrique tropicale et des Etats-Unis d'Amérique.

C'est M. ALB. HEIM (28) qui, à la suite de la mort de

M. E. Hagenbach-Bischoff, a rédigé le rapport pour 1910-11 de la commission suisse des glaciers. Dans ce document sont collationnées les observations faites sur les variations et la marche du **glacier du Rhône**. Or en 1910 ce glacier a notablement accru son épaisseur, sans du reste qu'une augmentation se soit manifestée ni dans sa largeur ni dans sa longueur. La vitesse de marche de la glace a été encore inférieure entre 1909 et 1910, à ce qu'elle avait été auparavant, et l'augmentation d'épaisseur paraît être due uniquement à une diminution de l'ablation.

Le rapport de M. Heim annonce la publication prochaine d'un volume contenant toutes les données réunies jusqu'ici sur le glacier du Rhône.

Dans le rapport spécial consacré aux variations des glaciers suisses en 1909-10 rédigé par MM. F.-A. FOREL, E. MURET et P.-L. MERCANTON (25), le premier chapitre est consacré à une critique de la notion du cycle de Brückner. M. Forel y reconnaît le fait des variations climatiques de longue durée, mais il constate que la durée de ces variations est moins régulière que M. Brückner ne l'a supposé, oscillant entre 15 et plus de 50 ans, ensuite et surtout que, en ce qui concerne du moins les précipitations atmosphériques, ces variations ne se correspondent pas non seulement sur l'ensemble du globe, ni sur l'ensemble de l'hémisphère N, mais même sur toute l'étendue de l'Europe.

Dans un second chapitre M. Mercanton expose les résultats des observations poursuivies dans les différentes régions des Alpes suisses sur les variations de l'enngagement. Celui-ci a été nettement et généralement progressif en 1910, d'abord par suite d'une augmentation des précipitations hivernales, ensuite et surtout à cause de l'insuffisance de la chaleur estivale.

Quant aux glaciers leurs variations pour 1910 ont été consignées par MM. Muret et Forel; elles sont du reste toujours dans le même sens que pour les années précédentes, c'est-à-dire qu'elles marquent une décrue presque générale. On constate cependant une tendance à une reprise de crue qui s'affirme de plus en plus; sur 54 glaciers 2 seulement, ceux de Sex-Rouge et de Grindelwald inférieur ont progressé d'une façon certaine, mais sur 7 glaciers, répartis dans différentes régions de Suisse, on a pu observer des signes de crue probable, et dans 9 cas la crue a été admise comme douteuse. Il est à remarquer que les glaciers en crue se trouvent tous au N des grandes vallées longitudinales du Rhône et du Rhin.

Dans une note spéciale M. P.-L. MERCANTON (36) a insisté sur le caractère progressif très marqué de l'enneigement en 1910 en se basant plus particulièrement sur des observations faites dans les massifs du Mont-Blanc, de la Jungfrau et du Grand-Saint-Bernard. Le même auteur (37) a eu l'occasion de constater en 1911, dans différentes régions des Alpes, la formation de jeunes rimaies, situées à quelques centaines de mètres en amont des rimaies antérieures, et qui doivent être dues à la surcharge exercée par les résidus neigeux très abondants des années 1909 et 1910. Enfin M. P.-L. MERCANTON (38) a imaginé un appareil pour la mesure de l'enneigement qu'il se propose de placer sur le plateau du Trient (massif du Mont-Blanc). Il s'agit du reste simplement d'une tige graduée supportée par un croisillon et susceptible d'être prolongée. Grâce à ce moyen M. Mercanton se propose de relever à la fois le gain annuel du névé et les mouvements de celui-ci.

Dans son étude du massif de la Dent Blanche, M. Argand avait signalé le fait que le **glacier inférieur d'Arolla**, alimenté jusqu'à une époque encore récente par trois glaciers confluents, celui du Mont Collon au centre, celui du Tsa de Tsan à droite et celui du Vuibey à gauche, n'était plus alimenté actuellement que par le glacier principal, les deux affluents latéraux de droite et de gauche n'arrivant plus jusqu'à lui. Cette réduction des glaciers affluents devait avoir pour conséquence de transformer les deux zones marginales du glacier inférieur en des sortes de masses mortes.

Ce cas intéressant au point de vue de l'écoulement du glacier inférieur a été soigneusement étudié en 1908 et 1909 par M. P.-L. MERCANTON (39), qui a d'abord constaté que la disjonction du corps principal du glacier d'Arolla et des masses affluentes n'est pas aussi absolue que l'avait cru M. Argand ; un pédoncule de glace relie encore le glacier du Tsa de Tsan à celui d'Arolla et le glacier du Vuibey est en contact avec celui-ci par une large surface. L'auteur a étudié ensuite les amas morainiques considérables qui couvrent les deux bords du glacier d'Arolla, qui comprennent à gauche comme à droite au moins deux traînées, et qui sont dus manifestement à des apports des glaciers latéraux.

Pour apprécier exactement l'écoulement du glacier dans ses différentes parties, M. Mercanton a établi six lignes de repères, dont deux sur les deux glaciers affluents du Tsa de Tsan et du Vuibey, une à la jonction des glaciers du Mont Collon

et du Tsa de Tsan et trois sur le glacier inférieur, puis il a fixé par un travail de triangulation la position initiale de ses repères et leur position après un intervalle d'à peu près une année. Les résultats obtenus ont été les suivants : Les repères placés sur le bas du glacier du Tsa de Tsan n'ont marqué aucun déplacement longitudinal appréciable ; par contre ceux placés sur le glacier du Vuibey sont nettement descendus vers le glacier d'Arolla. Les repères placés à la jonction des glaciers du Tsa de Tsan et du Mont Collon se sont déplacés avec une vitesse croissant rapidement de la rive vers le milieu du glacier principal. On doit donc admettre que le glacier du Tsa de Tsan n'exerce plus aucune poussée sur les masses en aval, tandis que celui du Vuibey est encore capable d'une action effective dans ce sens. Les trois lignes de repères inférieures ont marqué un écoulement normal dans la partie moyenne et gauche du glacier d'Arolla, tandis que dans la partie droite les déplacements ont été très faibles et irréguliers, ce qui cadre bien avec l'idée d'une langue morte, entraînée seulement par le mouvement de la masse voisine.

M. Mercanton fournit aussi quelques renseignements sur les valeurs de l'ablation.

Eboulements et glissements.

M. H. SCHARDT (46) a donné une brève description des glissements de terrain qui se sont produits en janvier 1910 sur le coteau de Bougy (La Côte, Vaud). Le terrain mis en mouvement est formé par un placage morainique reposant sur une surface très irrégulière de molasse ; il a été ramolli et décollé par les eaux circulant à sa base. Quoique le déplacement d'ensemble ait été très peu considérable, 10 m. en horizontale et 5 m. en verticale, la masse qui a été mise en mouvement a été par places disloquée d'une façon très intense et curieuse.

M. H. SCHARDT (48) a fourni d'autre part quelques renseignements sur un petit éboulement qui est survenu le 11 février 1909 au-dessus de Neuveville, au pied du Jura. Là c'est une plaque de Portlandien moyen, épaisse de 4 m., qui a glissé sur son soubassement très incliné et est venue se briser, 50 m. plus bas, sur un palier de Portlandien supérieur.

Enfin, il suffit de citer ici une nouvelle notice consacrée par M. F. LEUTHARDT (32) aux glissements de terrain qui se sont produits en juillet 1909 et en janvier 1910 sur le versant W du Murenberg, dans la vallée de la Frenke (Jura balois).

Cette notice est à peu près la réédition d'une publication antérieure analysée dans la Revue pour 1910.

Séismes.

M. J. FRÜH (27) a donné un aperçu de l'activité de la commission séismologique suisse depuis l'année 1879, pendant laquelle elle fut constituée, jusqu'en 1909, et des principaux résultats acquis par cette activité.

Les observations faites pendant cette durée de trente années permettent d'abord de constater une exagération de la séisme en hiver, une diminution en été, le nombre moyen des secousses ressenties en une année étant de 33 pour le territoire de la Suisse.

Sur les 231 séismes, décomposés en 998 secousses, qui ont été constatés en Suisse pendant ces trente années, 195 étaient des séismes locaux, 36 seulement correspondaient à des épicentres situés en dehors du territoire suisse.

Quant à leur essence, les séismes enregistrés sont en grande majorité d'origine tectonique, ce qui explique leur fréquence dans certaines régions ; les territoires particulièrement instables sont : 1^o l'Engadine et la Valteline ; 2^o la vallée du Rhin entre Coire et Bregenz ; 3^o le Bas Valais et la région de confluence des Alpes et du Jura ; 4^o le pied du Jura vaudois et neuchâtelois ; 5^o les environs de Bâle.

M. Früh termine son exposé en fournissant des indications sur les diverses installations séismographiques existant en Suisse et plus particulièrement sur la station séismographique nouvellement créée à Zurich et il émet quelques vœux sur le développement à donner encore à ce genre d'études dans notre pays.

En outre, M. J. FRÜH (26) a rendu compte, dans le rapport pour 1910-1911 de la commission séismologique suisse, de l'installation du **nouvel observatoire séismographique de Zurich**.

De son côté, M. A. DE QUERVAIN (40) a donné une brève description des instruments séismographiques qui viennent d'être installés dans cet observatoire.

C'est encore à M. A. DE QUERVAIN (41) que nous devons le rapport sur les séismes ressentis en Suisse pendant l'année 1910. Dans cette publication l'auteur commence par rappeler au public l'importance qu'il y a dans toute observation de séisme à noter de la façon la plus précise possible le moment exact de l'ébranlement, et il insiste sur la nécessité que les

documents réunis sur un séisme puissent faire le plus rapidement possible l'objet d'une étude complète.

Après ces quelques remarques, M. de Quervain rend compte des tremblements de terre qui ont affecté notre pays pendant l'année 1910, et qui ont été constatés au nombre 44. Sur ce nombre, 10 séismes se sont produits en janvier et 11 en décembre ; la région des Grisons a été de nouveau ébranlée souvent, soit 9 fois ; mais la séismité semble avoir été encore plus forte dans la région de Bâle où 10 secousses ont été signalées ; les environs de Neuchâtel ont été ébranlés 6 fois, dont 4 fois en décembre ; 6 tremblements de terre également ont été ressentis dans le Valais, 5 dans les environs de Zurich et 4 dans le bassin supérieur du Léman.

Si la plupart de ces séismes ont été de faible intensité et n'ont eu qu'une aire d'extension très limitée, 5 d'entre eux ont pris beaucoup plus d'importance et méritent une mention spéciale. Ce sont :

1^o Le séisme qui, le 26 mai à 7 h. 12 m. du matin, a affecté tout le nord de la Suisse et le sud de la Forêt-Noire, et dont l'aire épicentrale s'est trouvée dans la région de Delémont et Laufon. A Delémont, l'ébranlement a atteint l'intensité 7-8 de l'échelle Rossi-Forel, à Bâle l'intensité 5-6, à Zurich encore l'intensité 3. La secousse semble avoir pris dans le Jura et à Bâle surtout, la forme de chocs verticaux répétés à de courts intervalles.

2^o Le séisme du 6 juillet à 3 h. 8 m. du matin, qui a affecté spécialement le bassin inférieur du lac de Zurich, mais dont l'aire d'ébranlement s'est étendue au N jusqu'à Pfungen, au S jusqu'à Cham et Einsiedeln.

3^o Le séisme du 13 juillet à 9 h. 34 m. du matin, dont l'épicentre se trouvait dans le Tyrol septentrional, mais qui a été ressenti faiblement dans le N-E de la Suisse jusqu'à Zurich.

4^o Le séisme du 7 décembre à 7 h. 51 m. du soir, dont l'épicentre a été dans le S du grand-duché de Baden, mais qui a été ressenti à Bâle.

5^o Le séisme du 14 décembre à 6 h. 40 m. du soir, dans la vallée du Rhin entre Felsberg et Mayenfels, dans la vallée de la Tamina, le Schanfigg et le Praettigau, et qui a atteint l'intensité 4.

Volcanisme.

Dans de précédentes revues j'ai plusieurs fois mentionné les beaux travaux de M. A. BRUN sur le volcanisme, spécialement sur l'exhalaison volcanique. L'an dernier, en parti-

culier, j'ai analysé en détail le volume remarquable consacré à ce sujet. Qu'il me suffise donc de citer ici une conférence, dans laquelle M. Brun (21) a exposé sommairement ses idées sur ce sujet. Je puis me contenter aussi de signaler une publication de moi-même (45), qui n'est qu'un compte rendu du volume consacré, en 1910, par M. Brun, à l'étude de l'exhalaison volcanique.

Géothermie.

MM. J. KÖENIGSBERGER et M. MÜHLBERG (30) ont repris dans une publication récente la question de la détermination du degré géothermique. Ils commencent dans cette notice par donner quelques renseignements pratiques sur les moyens à employer pour obtenir des mesures de température exactes en profondeur ; puis ils communiquent les résultats qu'ils ont obtenus à la suite d'observations faites par M. Mühlberg à Borneo et au Mexique, par M. Koenigsberger à Ensisheim et Rädersheim en Alsace et à Pont-à-Mousson et Martincourt dans le département de Meurthe-et-Moselle. A ce propos les auteurs font ressortir l'influence qu'exercent sur le degré géothermique soit la proximité relative de magmas intrusifs non encore refroidis, soit la présence dans le sol de pétroles, dont la genèse est en général liée à la proximité des roches intrusives.

Les auteurs discutent ensuite l'influence que peut avoir la radioactivité des roches sur le degré géothermique et arrivent à la conclusion que cette action ne peut être qu'insignifiante. Puis ils collationnent un grand nombre d'observations faites par des auteurs divers et dans des régions très différentes et établissent d'après cet ensemble de faits les considérations suivantes :

1° Dans les pays de plaine, dont les roches n'ont pas subi de transformation chimique, et dont la température en profondeur n'est influencée ni par d'abondantes infiltrations, ni par des magmas intrusifs récents, la valeur du degré géothermique s'écarte peu de la valeur moyenne de 34 m.

2° Le refroidissement du sol sous l'influence de grandes masses d'eau, en particulier de la mer, peut se calculer. Le degré géothermique augmente alors à proximité de la surface et de la mer, mais cette influence diminue à mesure que la distance à la mer augmente.

3° Les variations du degré géothermique sous les vallées ou sous les chaînes de montagnes se font d'une façon régulière et facile à calculer par une formule simple.

4° Dans les régions qui ont été affectées à une époque récente par des phénomènes éruptifs et qui subissent encore

leur influence, le degré géothermique est, comme de juste, d'autant plus raccourci que les influences volcaniques sont plus sensibles.

5^o Les variations dans la conductibilité des roches n'influent pas dans la pratique d'une façon très importante sur les variations du degré géothermique, sauf dans certaines régions de mines, parce que les roches communes ont des conductibilités peu différentes de l'une à l'autre et que les formations géologiques à conductibilité anormalement grande ou petite sont toujours localisées. Par contre la conductibilité dans les roches stratifiées ou surtout schisteuses est notablement plus grande parallèlement au plan de stratification ou de schistosité que perpendiculairement à celui-ci. D'autre part la présence de l'eau dans les roches peut augmenter leur conductibilité de jusqu'à 10 %, sans compter l'influence que peuvent exercer les mouvements de l'eau.

6^o Les mesures géothermiques peuvent être complètement faussées dans certains cas par l'action de la ventilation ou, d'autre part, par la chaleur que dégagent certaines formations pendant leur hydratation ou leur oxydation. Cette dernière influence se manifeste dans certains gîtes métallifères, dans les couches à charbon et probablement aussi dans les couches pétrolifères, mais, dans ce dernier cas, la réduction constante et très notable du degré géothermique résulte de causes complexes : interventions volcaniques, mouvements ascensionnels des huiles minérales, etc....

Toutes ces considérations sont développées et précisées par MM. Koenigsberger et Mühlberg d'une façon fort intéressante et fondées sur de très nombreux exemples. En terminant les auteurs montrent le parti qu'on pourra tirer, pour la recherche du pétrole en particulier, mais aussi dans certains cas pour la recherche d'autres matières précieuses, de la réduction anormale du degré géothermique.

III^{me} PARTIE — TECTONIQUE. DESCRIPTIONS RÉGIONALES

Généralités.

En tête de la partie tectonique de cette revue, j'ai à citer quelques publications d'ordre général, intéressant plus ou moins la géologie suisse dans son ensemble et ne rentrant dans aucun des chapitres suivants, consacrés à la géologie spéciale des diverses régions de notre pays. Je voudrais si-