

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 6 (1899-1900)

Heft: 3

Artikel: 1re partie, Tectonique : descriptions géologiques et orographiques, dislocations

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155577>

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: 20.01.2026

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

Die Veränderungen der Tierwelt in der Schweiz seit Anwesenheit des Menschen. 1875. (p. 289-376.)

Ueber die Art des Fortschrittes in den organischen Geschöpfen.
Eröffnungsrede bei der 59. Jahresversammlung der Schweiz-naturf. Gesellschaft in Basel. 1876. (p. 377-400.)

Le second volume (456 pages) contient :

Vom Meer bis nach den Alpen. (Description de la tectonique de l'orographie et de l'aspect du continent européen le long d'un profil allant de l'Angleterre jusqu'en Sicile.) *Conférences publiques tenues à Berne, en 1854.* (p. 1-192.)

Die Bevölkerung der Alpen. *Jahrb. S. A. C.* 1864. (p. 193-234.)

Ein Blick in die Geschichte der Gletscherstudien in der Schweiz. *Jahrb. S. A. C.* 1880-1881. (p. 235-258.)

Die Bretagne. Schilderungen aus Natur und Volk. 1883. (p. 259-346.)

Notes nécrologiques sur L. Agassiz, Ch. Darwin, P. Merian, Bernhard Studer. (p. 347-440.)

Liste complète des publications de Rutimeyer (441-455.)

La XXVII livraison des *Matériaux pour la carte géologique suisse* renferme la notice biographique de **L. du Pasquier**, par M. DE TRIBOLET que nous avons déjà mentionnée (*Revue* pour 1896).

I^{re} PARTIE -- TECTONIQUE

Descriptions géologiques et orographiques. **Dislocations.**

Carte géologique de la Suisse.

GÉNÉRALITÉS.

M. HEIM¹ a comparé la géologie du **Caucase** avec la structure de la **chaîne des Alpes**. Contrairement aux Alpes, le Caucase n'offre pas de talus extérieurs inclinés et escarpés. Il s'élève graduellement, insensiblement. Son aspect est de ce chef peu imposant, à moins qu'on ne se trouve à une grande distance du pied de la chaîne. Les vallées taillées dans ses

¹ ALB. HEIM, Querprofil durch den Central-Kaukasus, längs der crusinischen Heerstrasse, verglichen mit den Alpen. *Vierteljahrsschr. d. Naturf. Gesellsch. Zürich*, XLIII, 1898, p. 25-45, 1 pl.

flancs diffèrent essentiellement des vallées alpines. Leur pente est uniforme, il n'y a pas succession de chutes, de gorges et de fonds plats ; donc les cascades font défaut, de même les lacs marginaux dans les vallées ; les lacs élevés sont rares. Quelques détails sont semblables, mais les grands traits diffèrent. De plus, les conditions de la végétation qui jouent le plus grand rôle dans la production de l'aspect paysagiste, sont très différentes. Les forêts, en particulier, n'existent que dans les régions extérieures.

La *composition pétrographique* et *stratigraphique* de la chaîne recèle d'autres contrastes. Les massifs cristallins formés de gneiss et roches cristallophylliennes font défaut. Il y a par contre des sédiments paléozoïques en grande épaisseur, surtout du côté sud. Le Trias manque. Le Jurassique diffère également comme faciès de celui des Alpes, et le Crétacique ne joue qu'un rôle peu important. Ce n'est que la formation sarmatique qui rappelle quelque peu le faciès de la mollasse.

Quant aux roches éruptives, elles se groupent autour d'un seul massif central de granite qui est parcouru de nombreuses roches filonieuses, telles que diabases, diorites, porphyrites, qui traversent également les sédiments paléozoïques du versant sud. Ce qui manque surtout aux Alpes, ce sont les roches éruptives récentes, laves andésitiques et tufs volcaniques qui se sont déposées dans le Caucase sur les terrains secondaires et sont en partie même plus récentes que les moraines et l'érosion des vallées. Sous ce rapport le Caucase rappelle les Cordillères de l'Amérique du sud.

La *tectonique du Caucase* est celle d'une chaîne de plissement simple. Tandis que les roches cristallines apparaissent dans les Alpes en forme de plusieurs chapelets de noyaux ou grands plis profonds, le Caucase n'offre qu'un seul massif central. Les sédiments ne sont que peu bouleversés et ne présentent pas de succession de plis souvent entassés les uns au-dessus des autres. C'est une structure plus tranquille ; tout y est simple, depuis le noyau cristallin jusqu'à la bordure sédimentaire qui n'offre qu'une seule succession de terrains. Ce n'est que sur le versant sud que les couches sont renversées et plongent contre la chaîne. C'est sur ce bord aussi que le Jurassique chevauche sur le Tertiaire en oblitérant le Crétacique.

Il n'y a pas de discordance entre les sédiments depuis le Jurassique et même le Paléozoïque, jusqu'au Tertiaire. En cela le Caucase diffère sensiblement des Alpes. La phase de dislo-

cation est donc entièrement néo-tertiaire, soit pliocène. Les éruptions andestitiques ne se sont produites qu'ensuite.

Le seul terrain discordant sont les conglomérats diluviens ou pliocènes de Bodomo qui reposent sur le Tertiaire soulevé.

Au point de vue de l'âge du dernier soulèvement, les Alpes et le Caucase sont contemporains, mais dans les Alpes il y a eu des zones de dislocations plus anciennes.

Pendant que les Alpes une fois plissées et soulevées se sont affaissées et ont donné lieu à la formation des lacs marginaux, le Caucase a vu naître une activité volcanique intense, qui a peut-être été la cause de son non-affaissement.

Alpes.

ALPES CALCAIRES

Alpes de Savoie. — Nous devons à M. ETIENNE RITTER¹ une note qui éclaircit la situation tectonique des chaînes comprises entre la vallée du Giffre et les Dents-du-Midi avec les Tours Salières. Ce travail est la continuation des recherches que le même auteur a déjà publié sur les plis des deux flancs de la vallée de l'Arve (voir *Revue pour 1897*). Il en ressort que les plis compris entre les vallées de l'Arve et du Giffre d'une part et ceux de l'autre côté de cette dernière vallée, se relient avec une harmonie parfaite à ceux de la rive gauche de la vallée de l'Arve. Comme ceux-ci, ils devaient avoir comme amorce des plis dans le Trias et le Lias, situés sur le flanc du massif cristallin. Mais tandis que pour les lacets ou plis existant des deux côtés de la vallée de l'Arve ces amorces existent encore et ont permis à M. Ritter d'en retrouver les équivalents dans les terrains plus récents plus au N, il n'en est pas de même dans la région du Giffre. Ici, les replis des terrains anciens, les noyaux des lacets jurassiques et crétaïques n'existent plus ou ne sont que vaguement indiqués. C'est en suivant point par point les plis d'une vallée à l'autre que M. Ritter a pu établir avec précision leur correspondance, qu'il a mise en évidence par une succession de profils transversaux.

On sait que des six plis, constatés dans le Trias et le Lias du mont Joly-Prarion, il y en a deux qui se confondent. Des quatre plis qui restent, il y en a un, le pli inférieur, qui dis-

¹ ETIENNE RITTER, Le massif du Haut-Giffre, *Bull. carte géol. France*, N° 61, X. 1898-99, 22 p., 8 fig., 3 pl.

paraît par lamination avant d'atteindre la vallée de l'Arve. Un autre s'enfonce sous le thalweg sur la rive droite de cette vallée et ne se montre plus que dans le fond du cirque du Fer-à-cheval de Sixt. Il ne reste plus que les deux supérieurs, qui sont bien indiqués dans le massif de Platé. Mais au NE de la vallée du Giffre, on ne voit que le plus inférieur des deux ; le plus supérieur, indiqué encore au sommet du mont Taneverge, manque ordinairement, enlevé qu'il est par l'érosion. C'est le pli inférieur, le plus constant, qui constitue les Avaudruz, la voûte culbutée des Dents-Blanches et enfin la voûte couchée de la Dent-du-Midi (Néocomien) et des Tours Salières (Jurassique). En même temps, le synclinal tertiaire qui sépare ce pli inférieur de celui qui existe au-dessous, s'invagine beaucoup vers le sud pour prendre le développement énorme qui fait que le massif des Tours Salières et des Dents-du-Midi paraît reposer entièrement sur le Tertiaire.

L'extension horizontale de la série des plis reste la même en tenant compte de la partie enlevée par l'érosion. Le pli de Bossetan est la charnière du pli inférieur des Dents-du-Midi, celui de Barmaz est peut-être la réapparition de celui de Cluses.

Le fait le plus remarquable est celui d'un abaissement des axes de tous les plis sur le parcours du massif de Platé, tandis que de part et d'autre de cette ligne ils vont en s'élevant au SW et au NE.

Préalpes romandes. — M. SCHARDT¹ a publié un travail d'ensemble sur la région des Préalpes, les Klippes et les problèmes qui se rattachent à l'explication de ces régions exotiques. Ce travail donne d'abord un résumé succinct du problème et de la solution proposée par l'auteur, qui place la position primitive de la région des Préalpes et de la nappe anciennement continue des Klippes dans la zone centrale et méridionale des Alpes. Cette nappe ayant glissé vers le nord dès la fin de l'époque nummulitique a alimenté de ses débris la masse du Flysch et son démantèlement pendant les érosions et les dislocations miocènes a alimenté les dépôts détritiques miocènes (poudingues à roches exotiques et à sédiment austroalpins).

¹ H. SCHARDT, Les régions exotiques du versant N des Alpes suisses, leurs relations avec l'origine des blocs et brèches exotiques et la formation du Flysch. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, Lausanne, t. XXXIV, 1898, 105, p. 1 pl. avec profils et carte.

Le second chapitre est un aperçu historique qui montre l'évolution qu'a subi le problème déjà posé par Studer et les tentatives faites pour en donner une solution.

Nous ne pourrions donner ici qu'un résumé imparfait de ce mémoire, c'est pourquoi nous renvoyons à l'original.

Dans le troisième chapitre l'auteur expose comment, au cours de ses recherches, il est arrivé à concevoir l'explication qu'il défend aujourd'hui.

Cette explication se résume dans la loi des Préalpes (et des Klippes) : *Partout où l'on trouve dans les Préalpes le substratum du Trias, du Permien ou du Carbonifère, il est formé par un terrain plus récent, ordinairement du Tertiaire (Flysch) ; autrement dit : Sous le terrain le plus ancien des Préalpes et des Klippes on retrouve toujours le terrain constitutif le plus récent, soit le Tertiaire.*

L'auteur en déduit les postulats suivants :

1. *Toute la région des Préalpes romandes (Stockhorn et Chablais), repose, par son terrain le plus ancien, partout sur le Tertiaire.*

2. *La Brèche du Chablais et les lambeaux de la Brèche de la Hornfliuh reposent également, par leur assise la plus ancienne, sur le Flysch ou le Crétacique des Préalpes.*

3. *Les Klippes jurassiques et triasiques des Alpes d'Unterwald, de Schwytz et des Alpes d'Annecy, reposent de même partout sur le Flysch, par leur sédiment le plus ancien.*

Ces postulats nécessitent l'hypothèse du charriage lointain d'une nappe ayant compris l'ensemble des Préalpes et des Klippes à laquelle s'est superposé une seconde nappe, comprenant la région de la Brèche du Chablais et de la Hornfliuh.

La quatrième partie de ce mémoire résume les arguments qu'on peut tirer de l'état actuel de nos connaissances sur la stratigraphie et la tectonique des Préalpes et des Klippes. L'auteur répond aux diverses objections et attaques qui ont été faites à l'explication donnée.

Nous renvoyons pour tout cela à l'original¹.

L'auteur conclut que malgré la complication extrême de

¹ Voir des exposés plus condensés de cette étude :

H. SCHARDT, Les Préalpes romandes (zone du Stockhorn-Chablais). Un problème de géologie alpine. Leçon d'ouverture du cours de géologie. *Bull. soc. neuch. de géographie*, XI, 1899, 28 p., 1 pl.

H. SCHARDT, Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizer Alpen. Vortrag gehalten an der Jahresversamml. der Schw. naturf. Gesellschf., 1897. *Eclogæ geol. helv.*, V, p. 233-253, 1 pl.

l'enchaînement des problèmes que recèle la géologie du versant N des Alpes, leur solution réside dans la constatation d'un phénomène des plus grandioses et des plus simples en même temps. Aujourd'hui la démonstration est déjà bien avancée, mais il reste encore beaucoup à faire. Il fait appel au concours de tous, car c'est un des plus beaux problèmes qu'il ait été donné à l'homme de scruter.

Le **massif des Cornettes-de-Bise** (Chablais valaisan) offre sur son sommet un synclinal déjeté de couches rouges crétaciques, dont l'ouverture est tournée du côté NW. Or il y a des affleurements de couches rouges aussi sur le flanc SE de l'arête, ce que M. SCHARDT¹ avait attribué jusqu'ici à des décrochements. Or il résulte de nouvelles recherches que c'est en réalité un retroussement de la charnière du synclinal crétacique qui en est la cause. Ce retroussement offre donc la disposition d'un *faux anticlinal*.

M. R. DE GIRARD² a publié ses observations et réflexions, faites à l'occasion d'une excursion géologique qui a suivi le Congrès scientifique international catholique de Fribourg, en 1897. Cette excursion suivait le bord des **Préalpes fribourgeoises** et avait pour objectif principal le « champ d'effondrement » de Bulle,

Dans le premier paragraphe l'auteur relate les observations qu'il est possible de faire pendant le trajet en chemin de fer de Fribourg à Bulle. Il y parle de dépôts erratiques, de la formation de la mollasse et de l'origine de la dépression de la vallée de la Thièle, qui serait probablement due à un effondrement. Il est question ensuite de l'origine des matériaux dits exotiques, des poudingues de la mollasse, des influences qui ont déterminé le cours des rivières, de la Sarine surtout, enfin des accidents qui font jaillir des sources minérales telles que celles d'Eaubonne, d'Henniez, d'Yverdon, de Bretièges, etc. Des fractures parcourant la mollasse ne seraient peut-être pas étrangères à leur formation.

La traversée de Romont à Bulle donne à l'auteur l'occasion de disserter sur l'Aquitainien et la formation oligocène, sur les gîtes de charbon de l'Aquitainien supérieur et la possibilité d'y découvrir même de l'asphalte.

La région de Bulle, où la vallée de la Sarine ouvre si mer-

¹ C.-R. Soc. vaud. sc. nat., p. 16, II, 1898. Archives Genève, 1898, V, p. 488.

² R. DE GIRARD, Les Alpes fribourgeoises, *Revue des questions scientifiques*, Louvain, janvier 1898.

veilleusement une tranchée à travers les plis du bord des Préalpes, est un endroit unique pour étudier la situation des plis de cette région alpine. M. de Girard expose les diverses hypothèses et théories qui ont été imaginées pour expliquer la situation et les problèmes presque énigmatiques qui s'y rattachent. Il donne un aperçu de la structure générale de cette région aux plis si réguliers le long de son bord N, suivis de chevauchement dans la chaîne des Gastlose et du Rocher de la Raye.

S'occupant plus spécialement de la région comprise entre Bulle et Gruyère, M. de Girard la considère comme une région d'effondrement interrompant les chaînes des Préalpes. Il la compare au Ries et au cirque de Steinheim, dans le Jura Souabe. Il considère les affleurements jurassiques qui apparaissent dans cette région comme des « Horsts » restés debout au milieu d'une région d'affaissement formée de terrains plus récents (Flysch).

A propos du cours de la Sarine, M. de Girard pense que les seuils ou « verrons » que franchit cette rivière à Broc, Corbières, Thusy et même à Fribourg, ont surgi à travers le cours de la Sarine pendant le travail de l'érosion de celle-ci. Cela expliquerait les régions de divagation qui se trouvent en amont de ces passages.

Klippes. — M. TOBLER¹ a donné quelques renseignements nouveaux sur la stratigraphie des Klippes des environs du lac des Quatre-Cantons.

Les terrains reconnus sont les suivants :

L'étage Hettangien au Stanserhorn. (Alp Holzwang) ;

Le Lias inférieur, brèche échinodermique siliceuse avec petits fragments de Dolomie ;

Le calcaire à *Arietites* et *Gryphæa* n'a pas encore été constaté. Les assises considérées par Stutz comme représentant ce niveau, sont en réalité du Dogger ;

Les couches à *Lyt. tripartitum* du sommet du Stanserhorn, avaient été prises par Stutz pour les couches à *Psiloceras planorbis*.

Ce même niveau à *Lyt. tripartitum* a aussi été trouvé sur d'autres points.

La région des Klippes a également fourni des restes de la brèche de la Hornfliuh, soit dans le canton de Schwytz, soit au Zwischen-Mythen.

¹ C.-R. Soc. helv. sc. nat., Berne, 1898, p. 95. Archives Genève, V, p. 481 et Eclogæ geol. helv., t. V, p. 476.

Il résulte de ces premières constatations que la région des Klippes offre absolument la même succession d'assises et les mêmes faciès que les Préalpes du Stockhorn, en corroboration de l'hypothèse que les Klippes sont les restes d'une ancienne continuation orientale de cette dernière région. Il résulte en outre de la discussion qui a suivi la communication de M. Tobler à la Société helvétique des sciences naturelles que le terme *faciès des klippes* (Klippenfacies) sera employé dorénavant pour désigner les terrains à faciès méditerranéen qui caractérisent les Préalpes romandes (du Stockhorn et du Chablais) ainsi que les Klippes au NE et au SW de cette région. Ce terme absolument précis éliminera les expressions équivoques de Stockhorn-faciès, faciès des Préalpes, faciès du Chablais et surtout la dénomination abstraite de « faciès vindélicien. »

Alpes glaronnaises et de Saint-Gall. — M. A. ROTHPLETZ¹ nous offre une étude sur la **tectonique des Alpes glaronnaises**. L'auteur part de l'opinion que la solution du problème géotectonique de cette région, telle qu'elle a été proposée par M. Heim, n'est pas la vraie et que l'éénigme que recèle cette région, remarquable entre toutes, attend encore sa solution. L'ouvrage est divisé en deux sections, stratigraphie et tectonique.

Après un aperçu orographique sur ce groupe montagneux que les profonds sillons du Rhin, de la Seez et de la Linth entourent comme un gigantesque fossé, l'auteur fait l'énumération des terrains qui composent ce massif élevé.

Ce sont les gneiss (Sernifite gneissoïde), Verrucano ou Sernifite, Trias (Arkose, Rötidolomit, Quartenschiefer), Rhétien, Lias, Dogger, Malm, Valangien, Hauterivien, Barrémien, Aptien, Gault, Cénomanien, Sénonien, Eocène (Flysch inf. à Nummulites), Oligocène (Flysch sup.), Mollasse.

Ces terrains sont décrits et caractérisés au point de vue stratigraphique et paléontologique (voir la partie stratigraphique de cette Revue).

La partie la plus importante de ce mémoire est naturellement consacrée à la tectonique et à l'étude des dislocations. Il ne nous est pas possible de suivre l'auteur dans l'analyse détaillée des divers groupes qu'il parcourt successivement. Cette description est illustrée par les nombreux dessins, vues, coupes locales, esquisses de cartes tectoniques, contenues

¹ A. ROTHPLETZ. Das geotectonische Problem der Glarner Alpen. Iena, Verlag v. G. Fischer, 251 p. 8° et Atlas 1°, 10 pl. 1 carte.

dans l'atlas accompagnant ce mémoire. L'auteur distingue les groupes suivants dont nous donnons la caractéristique essentielle.

1^o Le **massif du Wiggis** avec le Deyen constitue une triple superposition de terrains éocènes, crétaciques et jurassiques, dont chaque série constitue une unité tectonique. Les plans de superposition peu inclinés plongent au N et forment une large cuvette dont les contours sont indépendants de ceux des complexes des couches superposées.

Le complexe inférieur est peu visible, sa structure ne peut être nettement définie. Le complexe moyen offre la forme d'une cuvette dont le bord N est replié en forme de V droit. La nappe supérieure enfin offre trois synclinaux.

Ces trois nappes superposées sont le résultat de recouvrements (Ueberschiebungen). L'auteur conteste la possibilité d'admettre des plis couchés, avec flanc médian étiré, ainsi que l'avait fait Burckhardt. Les plans de contact sont des plans de chevauchement, ce qui est attesté par les phénomènes de friction, dont les terrains mis en contact portent les traces.

2^o Le **massif du Glärnisch** dont nous avons déjà eu à nous occuper dans la Revue pour 1897, se compose de quatre masses de recouvrement superposées. La profonde entaille du Klöenthal ne permet pas de saisir les relations réciproques pouvant exister entre les écailles de recouvrement du Wiggis d'une part et du Glärnisch d'autre part. Le massif du Glärnisch se compose ainsi des étages tectoniques suivants :

1. La fondation est formée d'Oligocène recouvrant sans doute toute la série normale plus ancienne.

2. Le socle, haut de 30-200 m. est formé d'une superposition normale de Rötidolomit, Dogger, Malm, Néocomien, Aptien et Eocène (les deux premiers manquent parfois). Un fait significatif est la répétition de l'Eocène alternativement avec du Jurassique ou du Crétacique, ce qui ne peut s'expliquer que par des plis horizontaux ou par des écailles de recouvrement. La superposition discordante des couches du socle sur les terrains de la *fondation* ne peut résulter que d'un glissement horizontal.

3. Le premier étage ayant 300-600 m. se compose de Sernifite, Rötidolomit, Dogger, et Malm, en succession normale, sans replis. La série n'est pas toujours aussi complète. Soit la Sernifite à la base, soit le Malm du sommet peuvent faire défaut. Les déformations de la roche au contact avec

le socle attestent le mouvement horizontal qui a poussé cette masse sur celle du socle.

4. Le deuxième étage, soit la quatrième série d'assises, couronne le massif. On y compte Sernifite (peu), Lias, Dogger, Malm, et surtout du Crétacique, en superposition normale. Vers le S, le 1^{er} étage s'amincit et finit en coin, en sorte qu'au Luchsingertobel le 2^e étage vient reposer sur le socle.

Ces étages résultent apparemment de véritables *nappes superposées* qui n'offrent plus, grâce à l'érosion, la disposition originelle en écailles.

A cela s'ajoute encore une série de failles verticales qui entrecoupent les nappes superposées en créant plusieurs gradins dans la partie occidentale.

Le groupe du **Faulen** et de l'**Oststock**, au S du Glärnisch, est édifié par la troisième nappe de recouvrement, pour autant qu'elle est visible. Mais l'Ortstock au S est formé par un synclinal couché de Jurassique avec noyau de couches de Berrias, dont la charnière est un peu plus haute que l'ouverture.

M. Rothpletz conteste catégoriquement la présence d'un repli à flanc médian étiré au contact de l'Eocène sur le bord S du groupe, sur la ligne du Klausenpass. La situation de ce contact est examinée en détail et représentée par des profils et des croquis.

5. La chaîne des **Clarides**, enfin, dont l'étude détaillée reste encore à faire, se montre formée par plusieurs synclinaux superposés et ouverts du côté N. Des failles presque verticales les entrecoupent et compliquent la situation.

Dans leur ensemble ces régions, formant les montagnes à l'est de la Linth, sont dans une connexion tectonique évidente par la présence de quatre nappes de terrains. Un premier plan de recouvrement sépare les terrains de la base d'une première nappe de recouvrement, la *nappe glaronnaise* épaisse de 300 m. qui est inclinée vers le N et qui est souvent repliée. Mais sur celle-ci se superpose une seconde nappe plus épaisse (800 m.) c'est la *nappe du Schild*. La 3^{me} nappe, la plus puissante, est la *nappe uranaise* épaisse de 1500 m. par places, qui est parcourue de plis dirigés WE ou ENE-WSW avec déjettement vers le N.

La quatrième nappe, enfin, est limitée au sommet du Glärnisch et constitue un synclinal couché ouvert du côté N. Mais ce lambeau, isolé aujourd'hui, dépend d'une nappe de recouvrement occupant les montagnes de Schwytz, qui se

superpose à la nappe uranaise. M. Rothpletz la nomme nappe de recouvrement schwytzoise.

Les plans de superposition ne sont ni unis, ni parallèles entre eux ; ils sont ondulés et affectent des contours absolument indépendants. Des failles, décrochement locaux, etc., ont disloqué subséquemment, autant les nappes superposées que les terrains fondamentaux. Une de ces failles les traverse toutes ; c'est la faille du côté gauche de la vallée de la Linth, dont le rejet est à la fois vertical (300 m.) et horizontal (1000 m.).

6. Les **montagnes de la chaîne du Rhin antérieur** (Vorder-rheinthalkette) forment les groupes du Hausstock, du Vorab, du Segnes, du Ringelspitz, de Brigels, etc.

Ici encore, M. Rothpletz distingue deux nappes superposées. La nappe supérieure ne renferme cependant ni crétacique, ni tertiaire, mais elle est plissée et ses plis sont déjetés vers le N. Le plan de superposition est absolument uni sans aucune relation avec les contours des plis ; son plongement principal est faiblement S.

Les deux nappes sont en outre entrecoupées de failles orientées W-E. Deux de ces ressauts délimitent la vallée du Rhin antérieur et sont probablement en relation génétique avec cette dépression.

7. Les **alpes glaronnaises septentrionales** sont décrites en détail dans un important chapitre, dans lequel l'auteur s'étend sur les groupes du Magreu, du Foostock, du Mürt-schenstock, du Schild et du Kärpf. Le résumé de la tectonique de toute cette région est qu'il y a aussi superposition de plusieurs nappes de recouvrement. Au Schild on en compte 4, dont l'une, la 3^{me} est la nappe du Schild proprement dite.

Au Kärpf il a deux nappes superposées, séparées par un plan de contact incliné de 8° au N-NW.

La nappe inférieure est la continuation des plis couchés de la chaîne du Rhin antérieur. Ici c'est un synclinal culbuté, dont le flanc supérieur forme la section Kärpf. La nappe supérieure n'est autre chose que la nappe glaronnaise proprement dite ; elle est formée essentiellement de Sernifite. Dans la nappe inférieure l'orientation des plis est W-E et dans la nappe supérieure N-S.

A propos du Foostock, M. Rothpletz se rallie à l'idée de M. Bertrand d'une jonction entre les couches de Sernifite, superposées au Tertiaire du Foostock, et celles du Sauren et du Trinserhorn, dans la chaîne du Rhin antérieur.

8. La région des **Alpes de Saint-Gall** ne comprend que la chaîne des Kurfirsten et l'Alvier.

Ici on retrouve de nouveau des masses de recouvrement superposées. Il y a une masse basale formée de plis droits, sur celle-ci se place la masse des Kurfirsten peu plissée au NW, mais avec de nombreuses failles, et au SE, avec des plis déjetés au NE. Enfin la masse de recouvrement de l'Alvier, également avec des plis renversés. La première surface de recouvrement est ondulée et forme une cuvette peu enfoncée, la seconde s'incline vers l'E.

Il résulte en résumé de cette nouvelle étude faite à un point de vue nouveau que l'ensemble de la tectonique des diverses sections des Alpes glaronnaises et de Saint-Gall offre un caractère commun ; c'est la superposition de plusieurs nappes de recouvrement au-dessus d'une masse basale.

1. La **masse basale** a des plis orientés NE-SW auxquels prennent part tous les terrains jusqu'à l'Oligocène. Les plis sont culbutés vers le NW, leur position est souvent renversée (la charnière des anticlinaux est plus bas que le pied).

2. La première nappe de recouvrement est la **nappe glaronnaise** (gneiss à Eocène). Les plis de cette nappe décrivent un arc allant du SW au NE et dont l'orientation est d'abord SW-NE puis W-E.

M. Rothpletz se prononce catégoriquement contre l'existence de deux plis dans cette nappe (pli nord et pli sud) en imitant ainsi M. Bertrand, mais il est opposé au mouvement S-N admis par celui-ci.

3. Sur la nappe glaronnaise repose la **nappe du Schild** qui est inclinée vers le N.

4. La troisième nappe est encore superposée à celle du Schild.

Les montagnes de Schwytz et d'Uri ont la même masse basale que les Alpes glaronnaises ; les deux nappes inférieures de recouvrement qui s'y trouvent sont la continuation de celles de Glaris et du Schild.

Par contre la nappe d'Uri, formant quatre plis orientés W-E, repose soit sur la masse du Schild (au N), soit sur celle de Glaris (au S), soit directement sur le terrain basal (encore plus au S). Le plan de recouvrement plonge en sens inverse au S et au N et se trouve légèrement relevé dans le milieu, au Glärnisch.

La nappe de recouvrement de Schwytz manque généralement dans les Alpes glaronnaises, sauf au sommet du Glärnisch.

Les relations entre les Alpes de Saint-Gall et celles de Glaris sont difficiles à fixer. Il est possible que la relation soit la suivante :

Nappe de l'Alvier	= nappe de Schwytz.
Nappe des Kurfirsten	= » uranaise.
Nappe basale	= » du Schild.

La nappe glaronnaise serait ici cachée à une grande profondeur.

ou bien :

Nappe de l'Álvier	= prolongement de la nappe du Schild
Nappe des Kurfirsten	= bord N de la nappe glaronnaise.
Masse basale	= masse basale.

Cette dernière relation paraît la plus probable, mais on peut aussi considérer la nappe de l'Alvier comme indépendante de celle du Schild. L'auteur se demande enfin comment, par quels mouvements, ces différentes nappes ont pu ainsi se superposer, quels sont leurs gisements primitifs. Se basant sur les relations des faciès, sur l'allure des plis existant dans ces diverses nappes, il pense que leurs mouvements et leur superposition sont le résultat des phénomènes ayant agi successivement.

La montagne basale a été recouverte d'abord de l'Est par la nappe glaronnaise, dont la nappe du Schild, très locale d'ailleurs, ne serait qu'une écaille frontale. Puis sont venus successivement du NW le recouvrement uranais et schwytzois. Enfin le recouvrement de l'Alvier ne serait qu'une poussée subséquente du recouvrement glaronnais venu de l'Est.

Simultanément avec le mouvement qui a superposé les nappes de recouvrement, ou plus tard, il s'est produit des failles qui peuvent se diviser en failles anciennes et failles plus récentes.

Après quelques considérations sur les relations de l'orographie et de la tectonique l'auteur termine ses études en répétant que ces recouvrements ne sont pas des plis exagérés, des plis-failles, car il n'y a nulle part les flancs médians étirés et laminés. Le point de départ de ces dislocations sont des ruptures, des déchirures de l'écorce terrestre. La même force qui a provoqué les ruptures a aussi causé les recouvrements sur nombre de kilomètres de largeur. Les ruptures primitives sont bien loin du plan de superposition. L'uniformité de celui-ci est le résultat de l'effet rabotant de la nappe

glissant sur son soubassement. Les inégalités considérables de celui-ci ont provoqué la formation d'effondrements, d'affaissements, de failles et des imbrications multiples de la nappe recouvrante. Souvent même il s'est formé des plis renversés et culbutés qui cependant ne sont pas en relation causale directe avec les recouvrements.

Le groupe montagneux de l'**Alvier** qui est délimité par les lignes Sargans-Wallenstadt-Schlewitzer Niedere et Voralpsee-Grabs-Sargans, forme la partie orientale de la chaîne des Kurfirsten. Nous devons à M. A. LUDWIG¹ une description de cette région. L'auteur donne d'abord l'énumération sommaires des terrains, qui sont les suivants, abstraction faite des formations pliocènes :

Flysch.

Nummulitique manque.

Calcaire de Seewen et Schistes de Seewen (Sénonien et Cénomanien).

Gault, épais de 70 cm., sables verts avec rognons calcaires, schistes verts et grès durs verts. Aptien?

Rhodanien et Urgonien (Schrattenkalk).

Néocomien (Hauterivien).

Valangien.

Malm (Hochgebirgskalk sup., schistes de Balfries, Hochgebirgskalk inf. et Schiltkalk).

Dogger (oolite ferrugineuse, brèche échinodermique, grès ferrugineux à *Am. Murchisonæ*, Schistes à *Am. opalinus*.)

Lias (schisteux dans la partie sup.; dans la partie inf. calcaire siliceux).

L'auteur consacre la plus grande partie de son travail aux descriptions tectoniques et orographiques. La région entre la Schlewitzer Niedere et Faulfirst offre quatre principaux plis que l'auteur appelle :

Glatthalde (voûte normale).

Sichelkammfalte (pli déjeté ou couché).

Gemsbergfalte (pli peu déjeté).

Faulfirstfalte (pli déjeté).

Le pli de la Sichelfalte est un des plus remarquables; les contournements des couches sont visibles de loin; l'auteur en donne une photographie très démonstrative.

¹ A. LUDWIG. Die Alviergruppe. *Berichte der St. gallischen naturf. Gesellsch.* 1895-1896, p. 294-363. Voir aussi : LE MÈME. In der Churfürsten-Alvierkette. *Ibid.* 1893-1894, p. 1-41.

Il décrit ensuite, à l'aide de croquis, les allures des divers plis et indique les terrains qui les composent. Leur ossature est formée par l'Urgonien et le Néocomien, les noyaux synclinaux sont du Gault et du Sénonien. Dans la région entre les Gärtliköpfen et la Gauschler, les dislocations par plissement sont moins intenses, les sommets sont sculptés dans des couches de Néocomien plongeant uniformément au NE.

L'auteur consacre encore quelque pages au Jurassique entre le Gonzen et Lōsis et indique les corrections que, selon ses relevés, il y aurait à faire à la carte géologique de cette région (Feuille IX au 1 : 100 000).

ALPES CRISTALLINES ET ZONE CENTRALE

Massif du Mont-Blanc. MM. DUPARC et MRAZEC¹ ont publié une monographie complète sur le **massif du Mont-Blanc** et les **phénomènes d'injections et de métamorphisme** exercés par la protogine. Ils ont en outre donné un résumé² de cette publication qui expose d'une manière claire et succincte les résultats de leurs recherches. *La Revue géologique* a, à mainte reprise, parlé des notes publiées au fur et à mesure de l'avancement de leurs études. La présente publication renferme l'ensemble de toutes ces recherches poursuivies depuis nombre d'années.

Partant du fait — définitivement admis maintenant — que la protogine est une roche éruptive granitique, les auteurs ont reconnu que dans ce massif il existe en réalité toute une variété de roches appartenant à trois types : Le *type granoïde*, le *type pegmatoïde*, le *type gneissique*, qui alternent souvent d'une manière régulière et offrent une extension parallèlement au grand axe du massif amygdaloïde granitique.

Il y a en outre dans le massif granitique des intercalations schisteuses, bien distinctes par leur composition chimique des trois variétés granitiques. Elles se rapprochent d'une manière frappante des roches formant les flanquements latéraux du noyau massif. Dans ces intercalations se montrent des minéraux qui manquent autant dans la protogine que dans les flanquements schisteux normaux, sauf dans des cas exceptionnels. Il s'agit en particulier de cristaux de magnétite entourés d'un manteau de sphène.

¹ DUPARC et MRAZEC. Recherches géologiques et pétrographiques sur le massif du Mont-Blanc. *Mém. Soc. phys. et d'hist. nat. Genève.* XXXIII. 227 p. 4°. 24 pl.

² DUPARC et MRAZEC. Sur les phénomènes d'injection et de métamorphisme exercés par la protogine et les roches granitiques en général. *Archives, Genève.* 1898, V, p. 450-469.

Un autre fait remarquable est le passage insensible de ces intercalations schisteuses à la protogine elle-même par l'interposition de variétés schisteuses et gneissiques.

A part ces relations entre protogine et schiste, il y a à relever la présence d'inclusions ou d'enclaves fragmentaires de schiste à l'intérieur de la roche éruptive. Les enclaves sont fortement modifiées, lorsqu'elles sont au milieu de la protogine granitique; mais elles sont peu altérées et abondantes dans les zones schisteuses et pegmatoïdes du massif.

Des apophyses filonniennes, partant de la protogine, pénètrent dans le manteau schisteux, dont les roches deviennent plus feldspathiques ou plus quartzeuses, attestant une altération métamorphique exercée par le phénomène d'injection.

Ce sont là les opinions des auteurs qu'ils opposent à l'avis de l'école, dite « dynamométamorphique », pour laquelle les alternances schisteuses et massives, les zones aplitiques, ne seraient que des variations dans l'effet dynamique dû à la compression, tandis que les inclusions et enclaves dans la roche massive seraient des ségrégations basiques.

Les auteurs sont convaincus de l'effet manifeste de la compression et sont disposés à faire une large part au métamorphisme dynamique pour expliquer certains phénomènes et certains détails de la structure des roches étudiées. Mais cette action est incapable d'expliquer tout. Elle laisse sans réponse la question de savoir pourquoi du sommet du massif vers les parties les plus profondes et internes, on passe à des variétés de plus en plus massives du granite, alors que c'est l'inverse qui devrait avoir lieu; et pourquoi les intercalations schisteuses dans le granite sont invariablement accompagnées d'une différence de composition chimique avec réduction de la richesse en silice, à moins du 50% de celle du magma granitique de la protogine.

Il n'est pas possible d'expliquer comme ségrégations basiques des intercalations ayant les dimensions des zones schisteuses interrompant la protogine. On pourrait tout au plus les considérer comme des lames de la couverture schisteuse entraînées dans la protogine par l'effet mécanique des dislocations. Mais alors on devrait trouver un contact franc entre la protogine et ces enclaves, alors qu'au contraire on constate presque invariablement un passage insensible.

Ces enclaves et intercalations ne sont ni des zones d'écrasement du granite (leur différence de composition s'y oppose), ni des lames entraînées mécaniquement par dislocation, mais

bien des fragments de la couverture cristallophyllienne¹, empâtés dans le magma éruptif au moment de sa pénétration dans l'écorce terrestre.

D'autre part, l'étude des allures et des contacts des innombrables filons aplitiques et granulitiques montre jusqu'à l'évidence le mode de la pénétration magmatique et la faible part qui revient au dynamométamorphisme dans la production de ce mélange de roches à structure et composition variées.

L'injection magmatique doit dater de l'époque où les premières dislocations se produisirent dans les schistes cristallins. Le magma granitique s'est élevé sous les voussures qui se dessinaient, en restant en contact permanent avec la nappe schisteuse. Ce magma était accompagné d'agents minéralisateurs et de dissolvants, ainsi le prouvent les minéraux borés et fluorés et les inclusions liquides de quelques minéraux constitutifs du granite.

Le long du contact avec le manteau schisteux, il a dû se produire une assimilation de la matière de celui-ci, d'où une modification de la composition du magma granitique et le passage insensible à celui du schiste. Des masses assez considérables de celui-ci, restent cependant sous forme d'inclusions ou d'enclaves.

Outre la résorption des terrains de l'écorce terrestre, il y a eu en même temps pénétration du magma granitique dans d'innombrables fissures, ou lit par lit. Ces fissures isolaient de nouveaux segments qui furent englobés dans ce magma et ainsi de suite. *Il a donc dû se produire une réaction réciproque entre les terrains préexistants et le magma granitique*, à quoi il faut ajouter encore les mouvements de celui-ci qui a eu pour résultat de faire produire des traînées dans ce magma plus ou moins différencié. C'est ce qu'on peut voir en bien des endroits avec une netteté excluant le moindre doute.

Cette réaction entre le magma et le terrain encaissant a eu pour résultat que dans le voisinage du contact la roche granitique a subi des modifications endomorphes allant en diminuant avec la distance dans les parties plus profondes.

Le massif du Mont-Blanc s'expliquerait aussi comme un grand pli en dôme, dont l'érosion a décapé la couverture cris-

¹ Nous employons de préférence le terme terrains cristallophylliens ou schistes cristallins pour désigner les terrains de l'écorce terrestre préexistants et dans lesquels le magma granitique a pénétré. Les auteurs en désignant ces terrains par « terrains cristallins » laissent subsister un équivoque que nous voudrions éviter ici.

tallophyllienne, en mettant à découvert le noyau granitique intact. Ailleurs cette ablation n'a pas encore eu lieu et l'on n'a alors à découvert que des variétés de roches cristallophylliennes granitisées par le contact. Une succession de larges zones schisteuses cristallines s'explique par autant de synclinaux, entre lesquels surgissent des noyaux anticlinaux intrusifs. Si l'érosion enlève toute l'épaisseur du terrain jusqu'au-dessous des synclinaux, cette hétérogénéité disparaîtra et l'on n'aura qu'un seul culot ou massif granitique.

Les auteurs sont d'avis que le terme *protogine* doit disparaître, ne désignant que des variétés du granite appartenant au faciès de contact. Si certains massifs alpins paraissent formés exclusivement de protogine, c'est que l'érosion n'a pas encore décapé le noyau granitique proprement dit.

Le caractère dynamométamorphe plus prononcé des intercalations gneissiques et pegmatoïdes s'explique naturellement par la résistance moindre de ces roches. Un autre résultat de la pénétration du magma granitique dans l'écorce terrestre a été l'*injection télémilionienne* au profit d'innombrables fissures ayant accompagné la dislocation du sol et l'intrusion du magma granitique. Par ce phénomène l'agent métamorphique a été porté au loin à l'intérieur des roches ambiantes. Cet influence se trahit par l'apparition de quartz et de feldspath, d'où résulte une sorte de *granulisation* ou de *grani-tisation* et la roche affecte une forme gneissique spéciale.

Cette pénétration est *diffuse*, ressemblant à une sorte d'*imprégnation générale*, ou bien elle est *lenticulaire*. Il est même possible de supposer l'existence dans la profondeur d'un massif ou d'un fort filon granitique, en constatant dans une roche la présence, autrement inexplicable, de quartz et de feldspath. L'effet de cette injection est particulièrement manifeste, lorsque les granulites traversent les amphibolites, en faisant naître une roche amphibolique si riche en quartz qu'elle ne correspond à aucun type eruptif, mais qui s'explique tout naturellement par l'injection d'un magma granitique dans une amphibolite! Les eclogites, par contre, vu leur tenacité, n'ont guère été modifiés.

Les auteurs se sont efforcés de faire aussi dans ce domaine la part du dynamométamorphisme, en séparant les phénomènes attribuables au métamorphisme par contact et par injection de ceux que peut avoir produit plus tard la compression. Mais jamais cette dernière action ne pourra expliquer les divers faciès du granite et faire découler de celui-ci les roches schisteuses cristallines qui l'entourent ou l'interrompent.

M. PEARCE¹ a commencé la publication d'une série d'études sur le versant SE du massif du Mont-Blanc. Un aperçu général sur ce massif forme l'introduction de cette étude. L'auteur fait ressortir ses particularités, avec ses arêtes étroites, ses monolithes granitiques en forme d'aiguilles et de colonnes, dominant les vastes champs de neige qui alimentent les fleuves de glace descendant sur les deux versants de ce massif amygdaloïde. Les glaciers du versant S sont cependant bien moins étendus que ceux du versant N.

C'est la présence sur le versant S de ce massif de nombreux filons de roches porphyriques, qui en constitue une des particularités des plus frappantes. Ce sont ces roches qui forment donc l'objet le plus important de cette étude, avec les variétés de protogine et les sédiments qui s'y superposent.

La protogine de ce versant du Mont-Blanc offre deux types essentiels, comme cela a déjà été constaté antérieurement par MM. Duparc et Mrazec : 1^o Le type granitoïde massif ; 2^o le type gneissique.

A l'extrême occidentale la protogine est directement recouverte par un manteau de schistes cristallins qu'elle perce en boutonnière plus à l'est; sur le versant sud, elle entre en contact avec le Lias de la vallée de Courmayeur. Ce n'est que dans le Val-Ferret suisse que l'on voit s'interposer entre le granite et les sédiments cette zone remarquable de porphyres filoniens.

Entre les deux types granitoïde et gneissique de la protogine, il y a une infinité de variétés intermédiaires. La variété pegmatoïde est une des plus remarquables.

Ces variétés qui sont fréquentes sur le versant N et souvent nettement cantonnées dans des régions bien délimitées, sont au contraire moins observables du côté S. Ici, la protogine d'un grain généralement plus fin et plus granitoïde que du côté N, a aussi une composition plus uniforme. C'est un nouveau contraste avec le versant N du massif, où la protogine granitoïde est moins fréquente que les autres variétés. La structure microscopique et la composition chimique sont d'une uniformité remarquable, à quoi s'ajoute une série innombrable de filons d'aplite pénétrant le granite lui-même.

L'auteur décrit les caractères pétrographiques des diverses roches de ce versant du massif, en suivant une série de coupes que nous mentionnerons en résumé.

La coupe de la vallée de la Drance à la Pointe d'Orny, en

¹ FRANCIS PEARCE. Recherches sur le versant SE du massif du Mont-Blanc. *Archives Genève*. 1898, VI, p. 56-89, 134-159, 257-275, 320-339.

passant par les gorges du Durnant, offre un complexe de schistes cristallins qui se chargent bientôt de quartz et d'éléments feldspathiques dûs au voisinage de la protogine ; bientôt se montre même un schiste nettement protoginisé.

Dans le vallon supérieur du Durnant au Six-Orcques, la protogine fortement schisteuse est une roche verdâtre, riche en éléments micacés, entre les feuillets desquels se développent des cristaux d'orthose orientés parallèlement. De la Guraz aux Rochers d'Arpette la protogine devient de plus en plus massive et granitoïde en passant par la variété pegmatoïde. Cette roche granitique est cependant d'un grain plus réduit que celle du granite du massif du Trient. Nombreuses enclaves schisteuses.

La coupe de *Champex à Orny* par l'arête de la Braya est intéressante par les innombrables filons aplitiques qui entrecoupent la protogine. Celle-ci est d'abord presque également riche en quartz et feldspath. Plus loin à l'approche de la Pointe d'Orny le feldspath prédomine et la roche devient plus pegmatoïde ; en même temps le grain devient plus grossier.

Une coupe passant par le *Châtelet à la grande Fourche*, part de la zone des porphyres, traverse la région des filons d'aplite, en tout point semblable à celle de l'arête de Braya, pour aboutir au Portalet à un granite amphibolique à feldspath légèrement rosé. Aux Aiguilles dorées enfin se montre de nouveau le granite pegmatoïde avec grands cristaux d'orthose. Une variété gneissique verdâtre existe à la Fenêtre de Saleinaz et une roche pegmatoïde avec orthoses de 7-8 cm., dans les parois à droite et à gauche du col.

Entre *Planereuse et Chardonnet*, il y a d'abord la protogine granitique typique du versant S et ensuite une zone de filons aplitiques, puis des variétés schisteuses et pegmatoïdes.

D'autres coupes prises plus à l'ouest offrent une succession absolument semblable des terrains.

L'auteur donne ensuite une description détaillée des caractères pétrographiques de la protogine. Il y distingue les minéraux suivants :

Minéraux principaux : Mica noir, amphibole, plagioclase, orthose, microcline, anorthose, quartz.

Minéraux accessoires : Magnétite, zircon, allanite, apatite, beryl.

Minéraux secondaires : Epidote, chlorite, leucoxène, séricite, calcite.

Le type granitoïde de la protogine forme, comme déjà dit,

la zone S du massif. C'est un vrai granite à mica vert foncé, en lamelles déchiquetées avec inclusions de zircone et d'apatite ; l'orthose prédomine généralement sur les autres feldspaths. Le microcline est peu abondant ; l'anorthose manque généralement.

Le *type schisteux* est intercalé entre les zones pegmatoïdes, ou forme les salbandes du massif. La roche est verte par la chloritisation du mica biotite foncé qui forme des traînées parallèles. Tout accuse ici de fortes actions dynamiques.

Le *type pegmatoïde* offre le grain le plus grossier. Il est massif, guère schisteux ; les éléments cristallisés sont disposés sans ordre ; le mica est moins abondant.

Ce sont les variétés pegmatoïdes et schisteuses de la protogine qui offrent le plus d'enclaves fragmentaires.

L'auteur fait suivre une succession nombreuse de diagnoses d'échantillons, dont dix-huit du type granitoïde et neuf du type schisteux et pegmatoïde. Il donne enfin une série intéressante d'analyses, montrant que c'est le type granitoïde qui est le plus acide. Cette différence résulterait, selon l'auteur, de la résorption des roches de la couverture par le magma granitique, résorption qui aurait été plus forte du côté N que du côté S.

Le granite du Mont-Blanc est plus acide que les roches analogues du massif des Aiguilles-Rouges et moins acide que les granites des Alpes bernoises et du Pelvoux.

Dans un second chapitre M. Pearce examine la situation et la nature pétrographique des porphyres filoniens, qui coupent la zone marginale schisteuse SE du massif, entre le Catogne et le col du Grepillon. Le contact entre cette zone et la protogine est généralement très net. Elle passe du Clou, sur le flanc du Catogne, par le vallon de Champex, au sommet de la Braya et de là, par la combe d'Orny et le bas du vallon de Saleinaz, jusqu'à l'arête du Grepillon. On n'en retrouve la continuation que sur le versant S de la montagne de la Saxe.

Les divers profils suivis par l'auteur, sur les mêmes tracés environ que les profils de la protogine indiquée plus haut, montrent que les filons de porphyre traversent les schistes micacés et des amphibolites. Les schistes ont souvent un aspect hornfelsique (cornéen).

Les aplites (granulites) se rencontrent également dans cette zone au milieu des filons de porphyre et des intercalations schisteuses. Leur alignement semble parallèle ; il est cependant admissible, sans qu'on puisse le soutenir, que les

intrusions porphyriques soient postérieures à celles de la granulite (aplite). L'abondance d'un mica foncé donne aux porphyres souvent une couleur grise ou vert foncé.

Le contact de la protogine avec les schistes à porphyres est franc ; il se fait par l'intermédiaire de schistes verts, séricitiques ou cornéens. Souvent ce contact paraît avoir été une zone de compression intense, car le porphyre est extrêmement laminé.

Le contact du côté de la couverture sédimentaire est également très net et formé par des conglomérats de porphyre, avec aplite, granite, etc., sur lequel vient le Trias (calcaire dolomitique et quartzite), le Lias ou le Dogger. Ces sédiments reposent indistinctement sur les porphyres ou sur le granite. L'auteur affirme qu'aucune des roches filonniennes ne passe dans les sédiments en question ; de même qu'il n'y a jamais passage entre la protogine et les porphyres, et que jamais aucun filon de porphyre n'a été observé dans la protogine.

Bien que séparées du massif du Mont-Blanc par la dépression de Courmayeur, les montagnes de la Saxe et du Mont Chétif en font bien partie. Elles forment la continuation de la zone des schistes à filons porphyriques.

Les caractères pétrographiques de ces *porphyres filonniens* ont déjà été décrits antérieurement par l'auteur (voir *Revue géol.* pour 1897, p. 391). Il n'y a donc pas lieu d'y revenir ici.

Les *granulites (aplites)* qui accompagnent les filons de la zone des porphyres, ont ordinairement une texture sacharoïde, blanche, quelquefois grise, par suite de l'abondance d'un mica noir ; le grain varie avec l'épaisseur des filons.

Les minéraux constitutifs sont :

Magnétite, apatite, zircone, allanite, biotite, plagioclases acides (albite-oligoclase), orthose, microcline, quartz.

L'étude pétrographique porte sur 13 échantillons.

L'examen des *schistes séricitiques* qui interrompent les filons de porphyre a conduit à une conclusion assez inattendue, c'est que ces roches ont une composition chimique presque identique à celle des porphyres. L'examen microscopique a également permis de constater que les schistes séricitiques à aspect cornéen doivent être considérés comme des produits du métamorphisme dynamique des porphyres. Il n'en est pas de même des micaschistes à mica foncé qui sont parfois très granulitisés et riches en quartz, tandis que d'autres fois le mica devient si abondant que la roche prend franchement l'aspect d'une minette laminée.

Les *amphibolites* qui forment un élément assez constant et intéressant de cette zone, se composent d'amphibole verte, de magnétite, biotite, orthose et microcline, avec séricite, chlorite, épidoze et zoïsite secondaires.

L'étude des *roches sédimentaires* de cette région n'est en somme qu'accessoire; l'auteur en parle cependant pour être complet. En effet, ces formations sont intéressantes à plusieurs points de vue. Nulle part les filons porphyriques ou aplitiques n'y pénètrent. Il a été possible de distinguer : le Carbonifère, le Permien, l'*Infralias*, représentés par des grès (grès singuliers de Saussure) et des conglomérats formés de galets de porphyre, granulite (aplite), protogine, schiste protoginisé, composants qui se trouvent également dans les grès singuliers. Le Lias inférieur est plutôt calcaire et le Lias supérieur schisteux. A l'Amône on trouve, dans le voisinage immédiat des conglomérats, les assises fossilifères citées déjà par Alph. Favre et par Greppin, accusant l'âge bathonien de l'assise en question.

Tous ces terrains sédimentaires sont plaqués parallèlement sur la surface des porphyres et de la protogine avec plongement SE. Un point important est donc la constatation de formations détritiques post-carbonifères (*infraliasiques*) formées au détriment du massif cristallin. Celui-ci avait donc déjà un certain relief à cette époque pour donner lieu à des dépôts côtiers.

ALPES GRISONNES

M. TARNUZZER¹ a décrit les dépôts détritiques de la région de Parpan-Churwalden, qui recouvrent presque partout les schistes grisons du sous-sol.

On n'avait pas essayé jusqu'ici de séparer ces dépôts selon leur origine. L'auteur a essayé de distinguer les amas erratiques glaciaires, des dépôts détritiques dûs à des éboulements. Il décrit la structure du Rothhorn de Parpan, qui affecte nettement la disposition en éventail, ainsi que celle des arêtes qui encadrent la dépression de Parpan-Churwalden.

Les dépôts détritiques encombrant cette dépression, que suivait jadis le Rhin d'Oberhalbstein, sont, soit glaciaires, soit dus à des éboulements. Une petite carte en montre bien la répartition. Il résulte de cette étude :

¹ Dr CH. TARNUZZER, Die erratischen Schuttmassen der Landschaft Churwalden-Parpan, etc. *Kantonsschulprogramm, Chur, 1897-1898.*

1. Qu'à l'époque glaciaire un glacier passait du S au N, par la dépression du Haidbach, dans celle de la Rabiusa jusqu'au Rhin. Ce glacier a amené des blocs de granit du Julier et de l'Albula, des conglomérats du Verrucano, des porphyres de Bellaluna, des gneiss du Fluela, des schistes verts et des diorites de l'Oberhalbstein.

Du côté du Stätzerhorn il est tombé quatre éboulements sur les masses glaciaires.

Après le retrait du grand glacier, il a existé pendant quelque temps encore un glacier de Sanapans-Lenzerheide, qui a déposé une moraine avec gneiss, schistes amphiboliques, calcaires triasiques et Verrucano. Des chutes d'éboulement venus du Culmet, du Lenzerhorn (Crons) et l'érosion du torrent de l'Ova de Sanapans ont quelque peu oblitéré la forme de ces dépôts.

Deux éboulements pliocènes sont tombés du Foilcotschen et du Rothorn de Parpan ; ils ont couvert la surface de débris de gneiss et de schistes amphiboliques. D'autre part, le Schängels a produit un éboulement qui a précipité des roches calcaires triasiques, qui se sont cependant mélangées avec les dépôts morainiques du glacier local mentionné. Le talus du Stätzerhorn a formé à son tour des masses d'éboulement de schistes lustrés.

Le Weisshorn de Parpan a fourni un éboulement préhistorique très volumineux de calcaire et de dolomites.

La cause de ces chutes successives ou simultanées d'éboulement post-glaciaires est attribuable à la disparition des glaciers qui retenaient encore en place certaines masses rocheuses prêtes à tomber.

Dans cette même notice M. TARNUZZER consacre une petite note au **conglomérat cristallin de la chaîne du Schwarzhorn de Parpan**. Cette brèche offre de l'analogie avec celle du Falknis (voir *Revue pour 1894*).

La brèche se compose de débris de calcaire, dolomite, schistes, débris de micaschistes, de granite verdâtre (Albula, Julier), débris de quartz, de roches dioritiques, de gneiss, etc. La proportion des divers composants varie d'un lieu à l'autre.

La formation bréchiforme se continue donc du Weisshorn de Parpan jusqu'au Tschiertschen.

L'auteur reparle des roches qu'il a constatées dans la brèche du Falknis et discute, sans cependant pouvoir s'y rallier lui-même, l'hypothèse de M. Steinmann qui attribue

les brèches à une chaîne disparue recouverte par le Flysch des Grisons.

M. VAUGHAN JENNINGS¹ a décrit brièvement la vallée de Davos au point de vue des influences qui ont motivé son orographie actuelle. Ce n'est pas une vallée proprement dite, mais plutôt une région presque horizontale, où se trouve le partage d'eau entre la Landquart et le Rhin postérieur (Lareterbach et Landwasser).

Cette dépression se divise en trois sections: 1. *Le plan central* avec le lac, le Landwasser supérieur et ses tributaires; 2. *Le versant N*, descendant du côté de la Landquart; 3. *Le versant S*, arrosé par le Landwasser et le Sertigbach.

Le plan central va de la tête du lac jusqu'à l'aval de Davos-Platz. Il est formé entièrement de terrains superficiels. Ce n'est qu'au-dessous de Frauenkirch, vers Glaris, qu'on retrouve du terrain rocheux *in situ* sur le thalweg de la vallée. De même du côté N ce n'est que vers Klosters que le terrain solide réapparaît sur le fond de la vallée. Le col de Davos coïncide donc avec un remplissage considérable de terrains détritiques, qui sont compris entre deux élévations, celle de Wolfgang au N et celle de Wildboden au S, entre lesquels s'étend la plaine centrale. Ces deux élévations sont probablement morainiques. Celle de Wolfgang a dévié le cours du Fluelabach et du Dischnabach vers le S et a barré le lac de Davos. L'amas détritique de Wildboden entre Clavadel et Frauenkirch constitue un second barrage. Le lac de Davos a dû s'étendre jadis jusqu'à Clavadel, en couvrant l'espace compris entre les deux moraines. L'érosion d'une gorge dans le barrage inférieur, près de Frauenkirch, a produit l'abaissement définitif de son niveau jusqu'au lac actuel.

Jura.

M. ROLLIER² nous donne cette année un nouveau volume sur le **Jura bernois** (feuille VII), dans lequel il empiète aussi sur les régions voisines, en particulier sur le Jura vaudois et neuchâtelois. La tectonique forme l'objet de la seconde

¹ VAUGHAN JENNINGS, The Structure of the Davos Valley. *Quart. Journ. geol. Soc.*, 1898, p. 279-289.

² L. ROLLIER. Deuxième supplément à la Descr. géol. de la partie jurassique de la feuille VII de la carte géol. suisse au 1: 100 000. *Mat. carte géol. suisse N-S. VIII.* 206 p. 40, 64 fig. 2 cartes et 5 pl.

partie de ce mémoire ayant trait plus spécialement à la région septentrionale du Jura bernois.

Il donne d'abord une nomenclature des **plis** (ou chaînes). Comme précédemment, il distingue une zone de *chaînes internes* ou des *Grandes voussures*, comprenant tous les plis dès le bord E du Jura jusqu'aux Franches-Montagnes. Il y distingue 37 plis qui se succèdent transversalement et se substituent dans le sens longitudinal. La région du *Clos du Doubs* au *Plateau de Maîche* forme une région intermédiaire, de même que la région de la *Hohe Winde*, dont les plis offrent des chevauchements remarquables. La zone des *chaînes extérieures du Jura* borde la région tabulaire du Jura.

M. Rollier a reconnu des **Discordances tertiaires** très nettes. Dans nombre de localités du Jura bernois et argovien, le tertiaire, bien que transgressif, n'offre pas de discordance angulaire visible. Il a pu reconnaître et figurer ce genre d'accident à Bressaucourt, entre le Tongrien et le Rauracien, de même que dans le val de Délémont, où l'on observe en outre une discordance entre le Délémontien et le Tongrien et entre ce dernier et le Tortonien (Oeningien). Les dépôts tertiaires sont manifestement dans une certaine relation avec l'altitude des plis, puisque au centre du Jura il y a un abaissement dans l'altitude des dépôts tertiaires indiquant une zone d'affaissement transversale aux plis, par où le bassin tertiaire helvétique communiquait avec le bassin de Mayence. M. Rollier a reconnu en outre une série de dislocations autres que des plis et des dénivellations ; ce sont des **failles**, des **chevauchements** et des **lambeaux de recouvrement** ; à cela il faut ajouter les **roches brisées**, dues au glissement lent des crêts. Enfin les **failles transversales**, avec ou sans décrochement horizontal.

M. Rollier n'est pas d'accord avec M. Mühlberg, qui voit dans les lambeaux de Jurassique des environs de Reigoldswyl des klippes par chevauchement, se rattachant au pli exagéré du Passwang. Il verrait dans ces lambeaux de simples paquets de terrains détachés d'un flanc de voûte déjeté¹, ou parfois chevauché ; une fois détaché, ce serait le simple glissement sur un plan incliné qui aurait transporté ces lambeaux dans leur position actuelle. Il reconnaît cependant que les lambeaux par glissement et les lambeaux par chevauchement sont liés par des passages, sans qu'il soit toujours possible

¹ Donc analogues au lambeau de Malm entre Buttes et Fleurier (voir *Excursion Soc. géol. suisse, 1899. Eclogæ VI, no 2.*

de distinguer lequel des deux phénomènes a présidé à leur formation; quelquefois les deux peuvent y avoir concouru ensemble. Quant aux accidents transversaux, failles simples et décrochements, M. Rollier en énumère toute une série. Il attribue leur formation à un tassemement quelconque dans la série des plis qui se sont accumulés sur le bord oriental du détroit mollassique, ou sur les môles de la Forêt-Noire et des Vosges.

MM. BAUMBERGER ET MOULIN¹ ont publié une monographie géologique et stratigraphique du **Néocomien des environs de Valangin**. Ce travail fait d'abord l'historique de nos connaissances sur le Néocomien des environs de Neuchâtel et de Valangin. Une introduction tectonique fait ressortir d'abord le fait du déjettement du pli de Chaumont vers le NW, dans le voisinage de l'entrée supérieure de la cluse du Seyer. Ce renversement est fort bien visible sur tout le versant NW de la voûte du Chaumont jusqu'à Savagnier. Les bancs constituant la voûte portent partout des traces d'une dislocation énergique. Une conséquence accessoire du déjettement du flanc NW du Chaumont est le glissement du haut en bas du Hauterivien supérieur et de la marne de Hauterive sur le Valangien, dans la combe du Cernia au NE de Valangin. Ce glissement du haut en bas a produit un repli aigu et déjeté du Hauterivien supérieur, qui au surplus est brisé, alors que le Valangien n'a évidemment pas participé à cette dislocation. Ce repli passe du côté de Fenin à un simple pli en fauteuil qui disparaît probablement à son tour. De l'autre côté de la Cluse, il n'y a rien de semblable dans le revêtement Néocomien.

M. SCHARDT² a signalé divers **accidents tectoniques du Jura**.

1. Rappelant la découverte de MM. Du Pasquier et Moulin, il constate que les deux flancs du Val-de-Ruz sont renversés, bien que, même dans des publications très récentes, ce vallon figure comme un synclinal évasé à flancs normaux.

2. La faille qui borde le Val de Travers sur son versant SE n'est pas verticale, mais c'est un pli-faille par lequel le Kimmeridgien se superpose au Miocène. Son rejet ne paraît pas être inférieur à 600 m., s'il n'est pas plus considérable. Cette faille est analogue à celle qui borde la vallée de la Valserine entre la Vattay près Mijoux et Chezery.

¹ E. BAUMBERGER et H. MOULIN. La série néocomienne à Valangin. *Bull. soc. neuch. sc. nat.*, 1898, XXVI, p. 150-210, 6 fig.. 2 pl.

² C. R. Soc. sc. de Neuch., 4 février 1898. *Arch. Genève*, V, 481.

3. Le synclinal de Vallorbe, qui passait comme celui du Val-de-Ruz pour un synclinal évasé, offre de même sur ses deux flancs des renversements et plis-failles manifestes. Près de la carrière de chaux hydraulique, à la combe d'Egraz, le bathonien horizontal se voit dans le voisinage immédiat du jurassique supérieur renversé. De même, sur le versant opposé, le Néocomien est par places en position renversée et le Portlandien vient presque en contact avec l'Urgonien, par suite d'un pli-faille.

GISEMENT ANORMAL DE CÉNOMANIEN.

M. SCHARDT¹ a découvert dans la marnière de Cressier un gisement de calcaire cénomanien dans une situation fort étrange. Contrairement au gisement bien connu de Château Jean-Jaquet près de Cressier, où le Cénomanien repose avec une épaisseur considérable (30 m. environ), sur le Hauterivien supérieur, ce nouveau gisement ne représente qu'un ou deux pointements, appartenant à un lambeau *intercalé dans la marne de Hauterive* et accompagné d'une lame de calcaire limoniteux du Valangien supérieur. La marne hauterivienne forme le toit et le mur de cette intercalation anormale. Les surfaces de contact sont marquées par des *miroirs de glissement* manifestes. Il paraît donc certain que ce Cénomanien a *glissé*, d'une situation plus élevée, dans une excavation érodée dans la marne hauterivienne, en entraînant une lame de calcaire valangien supérieur. Sa situation est donc analogue à celle des *poches hauteriviennes* dans le Valangien des environs de Douanne et de Bièvre, sauf la différence des terrains qui sont en jeu.

Cela n'exclut cependant pas la possibilité d'une sédimentation transgressive du Cénomanien sur les étages du Néocomien. Ce curieux gisement étant destiné à disparaître au cours de l'exploitation de la marne hauterivienne, la notice qui en décrit les détails en perpétuera au moins le souvenir.

M. F. MÜHLBERG² a constaté au Lägern et dans d'autres parties du Jura des phénomènes de recouvrement, ayant conduit à la formation de véritables klippes.

¹ H. SCHARDT. Sur un lambeau de calcaire Cénomanien dans le Néocomien de Cressier. *Bull. soc. neuch. sc. nat.* 1898, XXVI, p. 241-250, 5 fig.
— *C. R.* Séance du 6 mai 1898.

² *C. R. Soc. helv. sc. nat., Berne*, 1898, p. 95., *Archives Genève*. VI, p. 482-484. *Eclogæ geol. helv.*, V, p. 477-479.

Le Lägern est loin de former un anticinal régulier et symétrique, ainsi qu'il a été souvent figuré. Ce pli n'est pas symétrique ; le flanc sud du pli chevauche manifestement sur le flanc N. Des lambeaux du flanc S chevauché ou des paquets arrachés du flanc N ont été poussés par dessus des terrains plus récents. Ce phénomène se poursuit du Lägern jusqu' dans le voisinage de Porrentruy.

POCHES HAUTERIVIENNES DU JURA BERNOIS

M. ROLLIER¹ nous donne dans l'un des chapitres de son nouveau mémoire une description détaillée des **poches hauteriviennes** du bord du lac de Biel. Il décrit par le menu celles de la carrière du Rusel, telles qu'elles se sont présentées au cours de l'exploitation, dès 1888 ; de même que celle entre Gottstatt et le Rusel et celle de Alfermée. En récapitulant les accidents tectoniques qui accompagnent ce phénomène, M. Rollier remarque :

1^o Que les brèches de calcaire valangien parlent certainement pour un remplissage plus ou moins violent par l'eau, et non en faveur d'un glissement, puisqu'il y a surtout des fragments de Valangien inférieur.

2. Un placage de limonite, appliqué contre la paroi de l'une des poches du Rusel (vu en 1891), ne peut pas s'expliquer mécaniquement.

3. Les miroirs de failles et les brèches de friction se trouvent aussi en dehors des poches et ne sont pas nécessairement contemporains à la formation des poches, mais ultérieurs.

4. Les poches avec ouverture contre le bas ne peuvent pas avoir été remplies pendant le plissement du Jura (La Baume, route de Diesse). La distribution géographique des poches paraît avoir aux yeux de M. Rollier une signification spéciale. Elles ne se rencontrent, dit-il, que dans la zone littorale, où existe la marne hauterivienne jaune, au lieu de la marne bleue. Il rappelle qu'au N de Saint-Imier, sur le chemin du Stand et sur un autre point voisin, de même que lors de la construction du collège de Villeret, pendant la percée du tunnel des Crosettes, et près de la gare de la Chaux-de-Fonds, on a trouvé de la marne hauterivienne sur le Valangien ou le Portlandien ou dans des poches creusées dans ces terrains.

¹ L. ROLLIER. Deuxième supplément, etc., loc. cit., p. 63-73. (*Revue*, p. 209.)

Ces remplissages, comblant des poches, tuyaux, cheminées, grottes, galeries, lentilles lui paraissent devoir être rapportées à des intrusions sédimentaires anormales, dans des vides préexistants par dissolution de la roche ambiante.

La question d'âge doit être réservée ; cependant, l'auteur ajoute que ce remplissage par les matériaux inclus remonte au moins au temps du sidérolithe.

L'auteur rappelle en outre que lors du plissement du Jura la mollasse venait d'être déposée sur toute l'étendue du Jura bernois et neuchâtelois. Il voit une analogie entre la forme des poches hauteriviennes et celle des poches ou remplissages sidérolitiques et de sables vitrifiables (Huppererde), en sorte que ces deux formations ne lui paraissent pas entièrement indépendantes. Il en découle pour lui la conclusion que si ces deux sortes d'excavations (poches hauteriviennes et sidérolitiques) sont indépendants comme âge, ils sont du moins probablement d'origine commune.

M. SCHALCH¹ a décrit une excursion géologique dans le Hegau. Cette excursion a rencontré près de la tuilerie d'Anselfingen les dépôts saumâtres, avec *Congeria clavæformis*, malheureusement aujourd'hui recouverts, et la mollasse marine avec dents de requin. L'excursion a traversé ensuite le Hohenhöwen, bordé à son pied de conglomérat jurassique (sans débris alpins, d'âge oeningien, qui repose sur des bancs marins à *Ostrea giengensis*, et sur du calcaire grossier à *Turritella*. Ces marnes rouges, souvent remaniées dans le poudingue, s'intercalent entre celui-ci et la mollasse marine. Les marnes à gypse, jadis exploitées, sont superposées au poudingue. Leur âge oeningien est aussi prouvé par les calcaires d'eau douce à *Helix insignis* et *geniculata*, qui les accompagnent.

C'est sur ces formations qu'est entassée la butte basaltique, avec ses amoncellements de tuf.

MASSIF DE LA FORÊT-NOIRE

Le « **Klotz** » d'Istein est un massif calcaire en forme de plateau, ayant environ 350 m. d'altitude (112 m. au-dessus du Rhin). Il a pour trait particulier une paroi abrupte qui borde le cours du Rhin. Il a de ce côté l'aspect d'un gros bloc (klotz). Une dépression, le Engethal, coupe cette table

¹ SCHALCH. Bericht über die Exkursion nach dem Hegau am 16. April 1898. Bericht der Versammlung des Oberrheinischen geol. Vereins. Tuttlingen.

calcaire en deux segments. M. HUG¹ a soumis cette région à une étude stratigraphique et tectonique. Les résultats de cette dernière sont les suivants :

La table calcaire est inclinée légèrement vers le SE et des failles parallèles la découpent en bandes orientées du NE au SW.

Entre les deux promontoires du Hardberg et du Klotz proprement dit se trouve une véritable *zone d'affaissement* (Graben), attestant une dénivellation verticale d'au moins 50 m. Cet affaissement se continue au NE jusque dans le Engethal, qu'elle eroise au NW de Wintersweiler. La zone affaissée est à son tour entrecoupée par plusieurs dislocations, en particulier par une faille transversale.

Plusieurs des failles sont nettement à découvert et même accompagnées de brèches de friction. Ces dislocations sont post-oligocènes. (Voir les résultats stratigraphiques dans la troisième partie de cette revue.)

DISLOCATIONS

M. ROLLIER² consacre aux *surfaces polies et striées par dislocation* une note dans laquelle il fait ressortir l'intérêt qu'il y aurait à faire une étude d'ensemble de ce phénomène. Il croit avoir constaté que ces surfaces sont, en général obliques à la direction des plis du Jura et dirigées horizontalement du SE au NW.

2^e PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

Minéralogie.

M. BAUMHAUER³ a étudié le **Rutile de la vallée de Binn**. On sait que des trois modifications polymorphes de l'oxyde titannique, l'anatase, le rutile et la brookite, les deux premières se rencontrent dans des fissures du gneiss et des micaschistes calcaires de la vallée de Binn.

¹ Dr OTTO HUG. Beiträge zur Stratigraphie und Tectonik des Isteiner Klotzes. *Mitt. der grossh. bad. geol. Landesanstalt*, III, 3, 1897, p. 381-469, 6 fig. 2 pl.

² L. ROLLIER. Notes sur les surfaces de glissement par dislocation. *Eclogæ geol. helv.*, V, 1898, 224, *Bull. soc. neuch. sc. nat.*, 1898.

³ Dr BAUMHAUER. Ueber den Rutil des Binnenthal. *C.-R. du IV Congr. scientif. Cathol. Fribourg (Suisse)*. 1897.