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

Artikel: 1re partie, Descriptions géologiques et orographiques, dislocations
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-155254

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: 14.09.2025

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

et à Vienne, un stage comme professeur à l'école réale supérieure de Presbourg et, comme adjoint, au musée impérial de Vienne, Kenngott fut appelé en 1856 comme professeur de minéralogie à l'école polytechnique et à l'université de Zurich. Il a occupé cette charge jusqu'à la fin de 1893, soit pendant 37 ans.

Homme simple et actif, précis et dévoué, Kenngott a su se faire apprécier de tous. Il s'est acquis un grand mérite par ses publications, portant sur la cristallographie, la minéralogie en général, ainsi que la pétrographie. Son livre *Die Minerale der Schweiz* est surtout très apprécié.

Dans le cours de son activité, de 1842 jusqu'à 1893, Kenngott a publié pas moins de 200 notices diverses et une douzaine d'ouvrages indépendants.

Nous rappelons encore la note nécrologique qu'a publiée sur le regretté **Du Pasquier** M. Albr. Penck[1] à Vienne, l'un des collaborateurs du système glaciaire des Alpes.

Ire PARTIE — TECTONIQUE

Descriptions géologiques et orographiques. Dislocations.

Carte géologique de la Suisse.

GÉNÉRALITÉS.

Le rapport annuel de la COMMISSION GÉOLOGIQUE[2] sur les progrès de la **carte géologique de la Suisse** rappelle d'abord la mort du regretté Léon Du Pasquier, membre de cette commission, et du pasteur G. Ischer, un des plus consciencieux de ses collaborateurs. A côté de ces événements bien tristes se place par contre le jubilé de M. Fr. Lang, qui a fêté, entourés d'anciens élèves et amis, remplis de vénération pour lui, le 50me anniversaire de son entrée dans l'enseignement et

[1] A. PENCK et L. DU PASQUIER. *Geograph. Zeitschrift von A. Hettner, Vienne*, 1897, t. III. 343.

[2] *Eclogæ géol. helv.* V. 265. *C.-R. Soc. helv. sc. nat. Engelberg*. 1897. p. 98.

le 25me anniversaire de sa qualité de membre de la Commission géologique.

Dans la répartition des travaux géologique en cours d'exécution, nous relevons les points suivants :

Le texte pour les levés de M. Ischer n'ayant jamais paru, le cadre de ce travail comprenant une partie des Hautes-Alpes (de l'Altels au Sanetsch) et des Préalpes (de la Sarine au lac de Thoune) a été conçu dans ce sens : que la région des Hautes-Alpes sera décrite par M. Lugeon, tandis que M. Schardt, auparavant chargé avec M. Ischer du texte sur la région entière, s'en tiendra aux Préalpes, en étendant toutefois ses nouvelles recherches à toute la région des Préalpes, comprise entre le lac Léman-Rhône et lac de Thoune, en vue de raccorder d'une manière uniforme les levés sur les feuilles XII, XIII et XVII qui sont l'œuvre de cinq géologues différents.

D'autre part, M. A. Tobler entreprendra une étude nouvelle sur les klippes d'Unterwalden jusqu'à la région des Mythen.

La mort de Du Pasquier laisse inachevé le grand travail qui lui avait été confié, sur le phénomène glaciaire de la Suisse, œuvre déjà commencée par Alphonse Favre. Vu la difficulté, l'impossibilité momentanée même, de trouver quelqu'un qui soit en mesure d'affronter cette entreprise si importante, les matériaux recueillis jusqu'ici seront conservées pour être utilisés éventuellement pour des monographies régionales sur le terrain glaciaire.

M. C. Schmidt[1] a donné une courte explication de la **carte géologique de la Suisse** au 1 : 500 000. Il y indique la caractéristique des divers terrains et justifie la classification adoptée pour les terrains cristallins, classification qui évidemment n'est pas faite pour satisfaire tout le monde, étant donné l'incertitude qui règne encore sur la nature vraie de ces terrains.

M. J. Früh[2] a donné des instructions pour faire des **observations intéressant la géologie** dans le domaine des feuilles IX et IV de l'atlas Dufour.

Il constate que le succès d'un levé géologique dépend : a) de la précision et de l'échelle de la carte; b) des affleurements

[1] Die neue geologische Uebersichtskarte der Schweiz. 1 : 500 000. *C.-R. Congr. géol. int. Zurich.* 352-360.

[2] J. Früh, Anleitung zu geologischen Beobachtungen, zur Kontrolle von Aufschlüssen, etc. *Jahrbuch. St. Gall. naturf. Gesellsch.* 1897.

visibles des terrains; c) de l'état de la science. Ces facteurs étant les uns et les autres variables, sujets à perfection, il faut donc reviser les levés. — Cette revision ne devrait pas être périodique mais continue, en raison des variations continues des influences qui font naître de nouveaux affleurements. Ce sont les autorités, ingénieurs, conducteurs de travaux, inspecteurs de routes et de chemins de fer, qui devraient veiller à ce que les découvertes, faites au cours des entreprises les plus variées, fussent conservées pour la science. M. Früh relève entre autres les points suivants :

1. L'autorité compétente devrait faire contrôler les découvertes qui pourraient se faire pendant l'importante entreprise de la correction du Rhin.
2. Dérivation des cours d'eau.
3. Position des dépôts de tuf.
4. Glissements et éboulements.
5. Observations sur la nature des dépôts glaciaires et leur provenance, disposition, forme et composition des moraines, leur faciès, polis glaciaires et la direction des stries. Terrasses fluvioglaciaires et dépôts connexes, avec les restes organiques pouvant s'y trouver.
6. La mollasse exige non seulement une étude stratigraphique, basée sur les restes organiques qu'elle renferme, mais la nature et la provenance des galets composant ses poudingues est aussi d'un grand intérêt. Il y a là encore beaucoup à travailler.
7. Le groupe du *Fähnern* devrait être étudié dans son ensemble au point de vue des dislocations et de la stratigraphie de l'Eocène.

L'auteur indique les sources bibliographiques où l'on peut puiser des renseignements sur les objets d'étude proposés et montre les points, où des recherches nouvelles seraient utiles.

Le compte rendu du **Congrès géologique international de Zurich**[1] (1894), a enfin paru, peu de temps avant le dernier Congrès de 1897. Nous enregistrons cet événement, en nous contentant toutefois de ne mentionner parmi les travaux que contient ce grand volume que ceux qui ont trait à la géologie de la Suisse. Quant aux comptes rendus des excursions, il

[1] Congrès géologique international, *Compte rendu de la sixième session en Suisse. Août 1897. Zurich.* Lausanne, avril 1897 (cité en abrégé à la suite : *C. R. Congr. géol. int. Zurich*).

n'en sera fait mention qu'en tant qu'ils ont apporté des vues nouvelles sur la géologie de la région parcourue.

Le chronographe géologique de M. le prof. RENEVIER, ayant été distribué à la fin de 1896, a déjà pu être mentionné dans la *Revue géologique* pour 1896.

M. LEO WEHRLI[1] a écrit, à propos de divers monuments de Zurich, un article populaire, dans lequel il relate l'origine et la nature des matériaux qui ont servi à leur construction. Il saisit cette occasion pour nouer à cette étude toute une dissertation sur la classification pétrographique des roches, sur la nature des roches sédimentaires et la provenance géographique des matériaux utilisés dans les arts et dans l'industrie; il recherche finalement les relations entre le développement d'une ville (il s'agit de Zurich) et la nature des matériaux ayant servi à son édification. Aux matériaux locaux, mollasse et erratique, ayant servi jadis presque exclusivement, se sont ajoutés aussi, avec le développement des voies de communication, des matériaux fort variés provenant de loin.

Alpes.

TECTONIQUE GÉNÉRALE.

Les excursions géologiques faites à travers les Alpes, lors du Congrès géologique de Zurich, en 1894, ont eu à lutter pendant la première semaine contre le mauvais temps.

L'excursion de M. HEIM[2] a été particulièrement entravée, en raison des hautes altitudes qu'elle devait traverser de **Saint-Gall à Lugano.**

L'excursion dirigée de **Rothkreuz** à **Lugano** par M. SCHMIDT[3] a pu s'accomplir dans la plupart de ses étapes, en modifiant leur ordre. Après le Congrès, M. Schmidt a fait suivre encore une excursion supplémentaire dans la **Brianza,** dont il donne un programme spécial avec compte-rendu d'excursion.

Le compte-rendu de l'excursion de M. BALTZER[4] de **Stans-**

[1] LEO WEHRLI. Was um in Zurich die Steine erzählen. *Die Schweiz.* 1897.

[2] *C.-R. Congr. géol. Zurich.* 441-445.

[3] *C.-R. Congr. géol. Zurich.* 446-458. Brianza. 503-518. (Voir encore Alpes méridionales.

[4] *C.-R. Congr. géol. Zurich.* 454-472.

stad par le **Pilate**, le **Brünig** et le **Grimsel** à **Lugano**, est suivi d'une description spéciale, de M. E. Fraas, sur les constatations faites dans les environs d'Innertkirchen. Il en résulte que la découverte de terrains triasiques que M. Golliez prétend avoir faite là, repose sur une illusion des plus incompréhensibles. M. Baltzer ajoute d'ailleurs ses protestations énergiques contre les interprétations de M. Golliez, lesquelles ne se basent d'ailleurs sur aucune étude détaillée et consciencieuse des faits.

Malgré le temps défavorable, l'excursion géologique à travers les **Préalpes fribourgeoises** et **vaudoises**, la **Dent du Midi** et le **Simplon** à Lugano, dirigée par M. Schardt[1], a pu se faire en introduissnt quelques variantes dans le programme. Le compte rendu donne le croquis d'une klippe de recouvrement, formée de Dogger et de Malm, sur le Flysch, au pied N du Moléson, avec brèche de dislocation; puis la disposition réelle de la faille de la Sallaz au pied S de cette montagne. La position du bloc exotique de porphyrite dans le Flysch du Griesbachthal (Fenils) est reconnu positivement comme le produit d'une dislocation; constatation est faite de la présence de schiste et de nodules rouges, résultant de la *trituration* et de la *compression de la porphyrite*. Enfin, dans la vallée de la Grande-Eau sur Aigle, on constate une petite faille dans le Rhétien, au contact discordant de ce terrain avec le Malm renversé. Cela démontre qu'il y a eu glissement entre les deux terrains, sans exclure toutefois la possibilité d'une discordance angulaire primitive.

M. Raveneau[2] a donné une description purement *pittoresque* du **voyage circulaire au travers des Alpes** conduit par MM. Renevier et Golliez.

Alpes occidentales

Bordure sédimentaire N du Mont-Blanc. — Nous avons à enregistrer un important mémoire de M. Etienne Ritter[3] sur les **plis de terrains sédimentaires formant la bordure SW du massif du Mont-Blanc**.

[1] *C.-R. Congr. géol. Zurich.* 473-489.
[2] *C.-R. Congr. géol. Zurich.* 490-502.
[3] Etienne Ritter. La bordure sud-ouest du Mont-Blanc. Les plis couchés du Mont Joly et de ses attaches. *Bull. serv. carte géol.* France 1897. IX. 232 p., 6 pl.

Ce mémoire, quoique ne concernant pas le territoire suisse, mérite d'être mentionné ici, à cause du jour tout nouveau qu'il jette sur les relations tectoniques de cette région. Cette région, devenue classique par les travaux d'Alphonse Favre, a été étudiée à nouveau depuis une dizaine d'années, d'abord par le regretté Maillard, puis par M. Michel Lévy, enfin par M. Haug qui a revisé certaines parties des levés géologiques de Maillard. Il était réservé à M. Ritter de saisir les vraies relations tectoniques qui caractérisent les terrains plissés sur le bord du grand massif cristallin.

Le mémoire de M. Ritter consacre un premier chapitre aux roches cristallines, granites, protogines, granulites, pégmatites, microgranulites, porphyres petrosiliceux, orthophyres, porphyrites, etc., dont il donne des diagnoses et des analyses, de même que d'une série de gneiss, amphibolites, éclogites, schistes micacés chloriteux et talqueux, ces derniers appartenant probablement à l'Archéique. A celui-ci succède un ensemble de schistes que l'auteur appelle schistes cristallins supérieurs; ils sont probablement paléozoïques anté-houillers, fortement injectés et granulitisés.

L'auteur décrit ensuite les terrains sédimentaires, soit : le Houiller, le Permien (peu développé), le Trias, l'Infralias (grès singulier), le Lias (localement avec faciès bréchiforme, accompagné de schistes lustrés), le Dogger, le Malm, le Crétacique (Berriasien, Valangien, Hauterivien, Urgonien), suivi du Nummulitique et du Flysch. Ces terrains ont déjà été décrits, soit par Maillard, soit par M. Haug, et nous en avons rendu compte dans cette Revue. Cependant M. Ritter a étudié avec bien plus de détails les terrains cristallins et paléozoïques, ainsi que le Trias et le Lias. Ses observations augmentent sensiblement nos connaissances sur ces terrains, accompagnées qu'elles sont de diagnoses microscopiques.

Mais ce sont les **constatations tectoniques** qui forment le plus grand intérêt du travail de M. Ritter ; elles sont exposées dans la troisième partie de son ouvrage. Après avoir étudié le parcours du synclinal de Chamonix, sa jonction avec celui de Courmayeur et l'enfoncement du massif cristallin du Mont-Blanc sous une couverture sédimentaire, l'auteur revient au Mont-Joly, dont il a établi le raccordement avec les plis du Prarion, qui est lui-même un prolongement des plis des Aiguilles-Rouges. (Voir *Revue géol.* pour 1896.)

Constatant qu'au Mont-Joly existent des plis couchés du Lias et du Trias, entassés les uns au-dessus des autres, bordés plus au sud de plis plutôt droits, M. Ritter a remarqué que

ces plis se poursuivaient au SW avec des allures semblables pour former soit les plis couchés, le plateau du Calvaire; soit les plis droits, le col Joly et les Enclaves.

Le flanc normal du pli inférieur des plis couchés, formant le Mont-Joly, s'étend en forme de nappe presque horizontale au-dessus du terrain cristallin redressé, comme pour aller rejoindre la série sédimentaire de la Pointe d'Areu (Pointe Percée). Au signal de Bisane, on voit un lambeau de Trias séparé de ce flanc normal par une lame de Lias. Ce ne peut être qu'un noyau anticlinal, prolongement du premier anticlinal de la série du Mont-Joly. D'autres lambeaux du même genre conduisent d'ailleurs plus clairement encore vers le pied de l'arête d'Areu, où du reste la situation n'est pas absolument telle qu'on l'avait figurée jadis. Ce n'est pas une crête isoclinale simple avec série normale des terrains, mais elle offre des plis superposés qui semblent précisément s'amorcer aux plis couchés du Mont-Joly, distants cependant de plus de 15 kilomètres.

D'autre part, le plateau du Calvaire qui offre une triple superposition de plis couchés, s'enfonce visiblement du côté de la vallée de l'Arve, pour former le soubassement inférieur de la plaque jurassique et crétacique de Platé. Il en résulte donc avec une grande probabilité, sinon certitude, que les plis triasiques et liasiques du Mont-Joly appartiennent au même système de plis que les plis crétaciques, situés plus au nord, auxquels il se relient par le Jurassique qui vient former sur la rive de la vallée de l'Arve les plis d'Arpenaz. Nul doute dès lors que l'équivalent d'une partie des plis qu'on observe au Mont-Joly se retrouve dans les plis crétaciques plus au N; les uns représentent l'équivalent triasique et jurassique des autres qui sont crétaciques. Leur distance horizontale résulte de ce que l'extrême allongement des plis fait que les courbures des divers terrains sont à des distances horizontales infiniment plus grandes que l'épaisseur normale des couches. Ainsi le pli anticlinal supérieur d'Arpenaz est le correspondant du pli VI du Mont-Joly, l'inférieur correspondant au pli V. Il y a plusieurs kilomètres de distance entre ces charnières anticlinales appartenant pourtant aux *mêmes plis*.

A propos de ces deux plis, M. Ritter a incontestablement démontré l'*exactitude des observations de Maillard* qui admettait là deux plis superposés, et avait tracé, sur la carte géologique, les contours dans cette hypothèse. M. Haug a plus tard expliqué ces deux lacets comme une apparence, due à l'existence d'une grande faille courant parallèlement à la vallée

l'Arve et correspondant à l'affaissement d'une longue bande de terrain. Or, d'après M. Ritter, cette faille n'existe pas du tout! De plus, il paraît bien évident, comme le pensait Maillard, que le pli des Faucilles du Chantet est le même que celui d'Arpenaz.

Les profils de M. Ritter montrent avec beaucoup de clarté les relations supposées pour la partie située sur la rive gauche de l'Arve ; ces relations deviennent évidentes, si l'on suit la jonction des plis sans discontinuité sur la rive droite.

Une seule complication trouble la clarté de cette démonstration; c'est le décrochement du Prarion qui a produit le dédoublement des couches du Néocomien à l'arête du Varen, sur le bord du désert de Platé.

Nous constatons que cet énorme déversement de plis *représente, sous forme d'une succession de boucles, ce que le grand pli glaronnais est en un seul lacet.* La largeur du terrain couvert est presque la même. Comme là, le bord septentrional du pli le plus avancé (la prétendue racine du pli nord de Glaris) plonge, avec sa charnière en bas, vers une zone de Flysch où se trouvent les klippes des Annes et du Mont de Sulens[1].

Devant cette zone s'élève l'anticlinal droit des Vergys-Cluses, qui s'enfonce plus au NE sous le Flysch, de même que tous les autres plis formant la bordure N du synclinal Serral-Reposoir. Ces plis passent probablement sous la masse de recouvrement du Chablais. Le travail de M. Ritter montre que des plis, en apparence indépendants, séparés par des distances considérables, peuvent appartenir au même accident. Là, au N, apparaissent les charnières anticlinales dans les terrains crétaciques, dont les noyaux jurassiques et triasiques sont relégués à plusieurs kilomètres plus au S[2].

[1] Cette coïncidence du plongement vers le N de la « tête » de l'anticlinal à faciès helvétique précédant le synclinal de Flysch qui recèle les klippes à faciès méditerranéen, se retrouve aussi au NE du lac de Thoune, où les anticlinaux couchés, qui forment la chaîne du Brisen et du Gummen, plongent également vers le N, toujours vers le synclinal des klippes; ce même accident se retrouve dans le prolongement de cette arête à l'est du lac des Quatre-Cantons. On comprend dès lors facilement comment la nappe des klippes et des Préalpes a pu glisser facilement par-dessus ces têtes d'anticlinaux culbutés, et surtout *comment ces plis couchés, en se développant, ont contribué à transporter vers le N* la nappe méditerranéenne qui leur a été superposée en un moment donné.

Derrière le bord des Préalpes aussi, les anticlinaux plongent généralement vers le N. H. SCHARDT.

[2] C'est exactement ce que représentent les plis des Dents du Midi, privés de leurs noyaux jurassiques, qui se retrouvent au S du col de Susanfe, dans

Alpes calcaires N.

Klippes et zones du Chablais-Stockhorn. MM. Haug et Lugeon[1] ont rendu compte de leurs études sur la Klippe de Sulens, située dans la vallée de Serraval-Reposoir (Savoie). Cette montagne, composée, comme on sait, de sédiments triasiques à faciès méditerranéen, repose sur le Flysch d'un synclinal à faciès helvétique, en formant un système d'écailles, disposées en éventail composé, imbriqué. C'est le contraste entre les terrains des Préalpes du Chablais-Stockhorn et la région voisine des Hautes-Alpes, qui se répète ici comme dans chaque klippe. Primitivement (1895) les auteurs étaient en désaccord sur l'origine de cette étrange superposition, en ce sens que M. Haug croyait à un *pli en champignon ayant surgi sur place par surrection*, suivie de déversement et imbrication symétrique autour d'un centre, tandis que M. Lugeon considérait ce massif comme un lambeau de recouvrement, sans racine en profondeur. Aujourd'hui les auteurs paraissent plutôt d'accord pour ce dernier point de vue.

Il est donc surprenant que dans une note plus récente M. Haug[2] revienne à sa précédente manière de voir et combatte l'**hypothèse du charriage des Préalpes et des klippes**. Il fait à l'hypothèse du charriage une série d'objections, les mêmes que nous connaissons déjà[3] sans apporter d'arguments nouveaux à l'hypothèse d'un anticlinal préalpin exagéré et imbriqué sur ses bords.

L'auteur donne d'abord un exposé de l'hypothèse qui considère l'ensemble des Préalpes comme une nappe de charriage, venue d'une région centrale des Alpes pour s'échouer sur le bord de la chaîne, à cheval sur les plis externes des Alpes et les dépôts tertiaires du plateau suisse. Il rappelle la supposition exprimée par M. Bertrand de l'existence de recouvrements aussi à l'ouest de la région du grand pli glaronnais et expose les points de vue qui ont guidé M. Schardt dans la

les plis en apparence indépendants des Tours Salières. C'est ce qu'on démontrera peut-être un jour pour les plis du Pilate également privés de noyaux jurassiques. H. S.

[1] E. Haug et M. Lugeon. Note préliminaire sur la géologie de la montagne de Sulens et de son soubassement. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie* 1897. 15 p.

[2] E. Haug. Le problème des Préalpes. *Revue générale des sciences. Paris.* Numéro du 15 sept. 1897.

[3] Voir *Revue géologique* pour 1894.

constitution de l'hypothèse exprimée en 1893 et qui s'applique non seulement aux Préalpes, de part et d'autre du Rhône, mais aussi aux klippes, dès la vallée de Serraval, jusqu'au bord du Rhin. Il montre comment M. Lugeon, d'abord opposé à l'hypothèse du charriage et partisan des plis en champignon, s'est rallié finalement à la manière de voir de M. Schardt[1] bien que dans son ouvrage[2] il ne se prononce pas catégoriquement dans ce sens.

M. Haug reconnaît les avantages de l'hypothèse de M. Schardt, dont la simplicité grandiose devrait s'imposer à chacun. Il préfère cependant sa précédente explication admettant que les Préalpes, comme aussi la zone des klippes, occupent un géosynclinal à faciès vaseux qui se poursuivrait d'ailleurs selon l'auteur, depuis les Basses-Alpes jusque dans la Suisse orientale.

Dans les Préalpes, ce géosynclinal serait en outre accidenté par un géanticlinal (les couches à Mytilus). Il admet la succession suivante de faciès, observables transversalement aux plis des Préalpes, alors que parallèlement à ces plis, les faciès restent sensiblement les mêmes[3] :

1. Une zone extérieure à faciès vaseux, faisant suite à la zone jurassique.
2. Une zone littorale externe (couches à Mytilus, calc. à entroques du Lias).
3. Une zone axiale dépourvue de Lias et de Dogger, le Malm repose sur le Trias.
4. Une zone littorale interne (calc. à Gryphées, calc. a entroques).
5. Une zone interne à faciès vaseux, suivie près des Hautes-Alpes d'une nouvelle zone à caractères littoraux.

M. Haug attribue une grande importance à la structure symétrique en *éventail imbriqué* qu'il croit entrevoir de part et d'autre du synclinal médian Rodomont-Biot. Cette structure est selon M. Haug, non seulement symétrique dans le sens transversal à l'axe d'allongement des Préalpes, mais il croit

[1] C'est donc à tort que M. Haug parle de l'hypothèse de MM. Schardt et Lugeon. Voir ma récente note sur les régions exotiques du versant N des Alpes suisses, *Bull. soc. vaud. sc. nat.* XXXIII. p. 110, dont il sera rendu compte dans la *Revue géologique* pour 1898.

[2] La région de la Brèche du Chablais, voir *Revue géol.* pour 1896.

[3] M. Haug ne distingue pas la zone des Voirons-Gurnigel, qui renferme aussi des terrains secondaires. Les zones 4, 5 et 6 ne sont d'ailleurs nullement continues et forment des séries de lambeaux reposant sur le Flysch, ou intercalés dans celui-ci ! H. Sch.

voir aussi des déversements dans le sens longitudinal sur les bords de la vallée du Rhône, lesquels, en se raccordant aux déversements symétriques de l'éventail imbriqué, constitueraient de véritables *plis fermés à déversement périphérique*, soit des plis en « champignon. » M. Haug en conclut que la « Loi des Préalpes » de M. Schardt perd par ce fait tout caractère démonstratif.

En examinant l'argument que M. Schardt tire de la présence de la mollasse rouge (Oligocène moyen) sous les deux bords des Préalpes, à Treveneusaz et au pied du Grammont, pour soutenir que les Préalpes en entier reposent sur le tertiaire, M. Haug pense au contraire que cette mollasse rouge a été déposée dans un fjord ayant occupé la vallée du Rhône et qui se serait élargi dans la direction du val d'Illiez-Morgins[1]. Le renversement du massif de Treveneusaz ne se serait produit que bien plus tard.

La Brèche de la Hornfluh et celle du Chablais n'ont pour M. Haug aucun caractère étranger et se seraient formées sur place, nourries par une terre émergée située au NW. En fin de compte, M. Haug ne se laisse pas convaincre par les arguments avancés par M. Schardt et que M. Lugeon, le collaborateur de M. Haug, a fini par adopter; il conclut à l'insuffisance de la démonstration qui se heurterait, selon lui, a des impossibilités stratigraphiques. La théorie d'un géanticlinal, développé en éventail composé imbriqué, rend, d'après M. Haug, *parfaitement compte des particularités stratigraphiques et tectoniques de cette région*[2].

Le problème des klippes n'est mentionné qu'en passant; quant à la formation du Flysch et la provenance des blocs exotiques, qui sont des problèmes intimément liés à celui des Préalpes, M. Haug n'en fait pas même mention et pourtant il est difficile de proposer une solution pour l'un de ces problèmes sans s'occuper des autres.

M. H. Schardt[3] a donné, à la séance principale de la Soc.

[1] C'était ma première supposition en 1886. H. Sch.

[2] Nous ne saurions vraiment pas comment appliquer aux klippes d'Unterwalden et de Schwytz la solution proposée par M. Haug, — à supposer que la démonstration en puisse être donnée pour les Préalpes, ce qui ne nous paraît pas probable. La loi des Préalpes qui s'applique d'ailleurs aussi aux klippes, est restée jusqu'à aujourd'hui sans exception ! H. S.

[3] *C.-R. Soc. helv. sc. nat. Session d'Engelberg.* 1897. *Archives sc. phys. et nat. Genève.* IV. 467-472. Die exotischen Gebiete, Klippen und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen. Vortrag gehalten an der Hauptsitzung der Schw. naturf. Gesellsch. in Engelberg. *Eclogæ geol. helv.* V. 233-250. 1 planche.

helv. des sc. nat. à Engelberg, une conférence résumant l'état actuel de nos connaissances sur le problème de l'**origine des régions exotiques et des klippes du versant N des Alpes** et leurs **relations avec les blocs et brèches exotiques du Flysch.** Il établit d'abord la situation étrange de cette partie des Alpes occidentales suisses, sa proéminence de 10 à 20 kilomètres au delà de l'alignement normal du bord des Alpes. Par leur faciès étrange, rappelant un état intermédiaire entre le faciès austro-alpin et le faciès provençal (méditerranéen), les chaînes du Stockhorn et du Chablais contrastent nettement avec leur continuation apparente au NE du lac de Thoune et au SW de l'Arve. Elles forment une interruption dans la bordure calcaire à faciès helvétique. Celle-ci n'est pas entièrement interrompue. Les plis plus intérieurs des Alpes d'Unterwald se soudent par le Morgenberghorn avec ceux de la chaîne du Wildstrubel-Diablerets et se relient par la Dent du Midi-Dent Blanche aux Alpes d'Annecy.

Le contraste stratigraphique, comme le contraste tectonique, fait de la région du Stockhorn et du Chablais, un monde géologique à part, qui ne se lie par aucune de ses assises avec les régions à faciès helvétique qui l'entourent de trois côtés. Aucun passage, aucune transition des faciès ne s'observe sur la zone limitrophe!

L'auteur examine ensuite d'autres problèmes qui se rattachent à cette énigme. Les brèches à matériaux exotiques du Flysch, les blocs exotiques et les klippes.

Les brèches du Flysch sont caractérisées par l'abondance de blocs de roches cristallines, associés à des roches sédimentaires. Si ces dernières peuvent être rattachées à des débris provenant des Préalpes, il n'en est pas de même des premières, dont on ne connaît aucun affleurement sur le bord N des Alpes. En constatant en outre que la structure des brèches du Flysch et l'association de roches cristallines extrêmement dures et de schistes liasiques très tendres parlent contre un transport lointain, et indiqueraient plutôt des éboulements sous-marins, vu la stratification des brèches alternativement avec des schistes à fucoïdes, on se trouve en présence d'un dilemme *en apparence* inextricable!

La situation se complique encore si l'on examine le Flysch au NE du lac de Thoune, dans la région à faciès helvétique, où tout ce qui compose les matériaux des brèches du Flysch est exotique. C'est pour expliquer cette énigme que Bernhard Studer avait proposé l'hypothèse d'une *chaîne marginale*, ayant existé sur le bord N des Alpes (la chaîne vindélicienne de

Gümbel) et qui aurait disparu, en s'affaissant, puis aurait été recouverte par des plis déversés de l'intérieur des Alpes, après avoir alimenté de ses débris la formation du Flysch et probablement aussi la sédimentation des conglomérats miocènes. Si cette explication paraît admissible pour la région du Stockhorn et du Chablais, elle ne l'est plus, si l'on veut l'appliquer aux régions situées au NE du lac de Thoune et au SW de l'Arve, où le contact entre les sédiments mésozoïques et tertiaires est, sur le bord des Alpes, absolument normal, sans aucun indice de la chaîne hypothétique. Dans ces régions on trouve, en outre, les klippes ou îlots à faciès du Stockhorn gisant sur le Flysch dans des synclinaux, entourés de toutes parts de terrains à faciès helvétique. A moins d'admettre des dislocations difficilement imaginables, comme le font MM. Haug, Quereau, Steinmann et Schmidt, l'hypothèse de la chaîne marginale vindélicienne devient impossible pour cette région, ainsi que pour celle des Alpes d'Annecy au SW du cours de l'Arve.

Tout fait croire, au contraire, que l'origine de ces klippes et des débris de roches exotiques, constituant une grande partie des sédiments du Flysch, *se rattachent au même phénomène*. En effet, les klippes représentent évidemment les reste d'une nappe continue à faciès du Stockhorn ayant existé, en position anormale, *au-dessus du Flysch couvrant des sédiments mésozoïques à faciès helvétique*. Ce devait être une nappe de recouvrement, se rattachant sans contredit à la masse du Stockhorn, dont elle n'était qu'un prolongement. La tectonique des klippes est d'ailleurs, jusque dans les moindres détails, la répétition exacte de celle de la région du Stockhorn-Chablais. *Partout les terrains mésozoïques*, à commencer par le sédiment le plus ancien (ordinairement du Trias), *reposent sur le Flysch ou le Crétacique* (loi des Préalpes et des klippes.)

La disparition de l'ancienne nappe de recouvrement continue, au NE du lac de Thoune et au SE de l'Arve, où son ancienne existence est attestée par les klippes de la vallée du Reposoir-Serraval, est certainement attribuable en partie aux érosions miocènes, ce qui donne l'explication d'une autre énigme : l'abondance des roches à faciès austroalpin dans les poudingues miocènes du plateau suisse et la faible proportion de roches à faciès helvétique.

L'identité de la tectonique et des faciès de la grande région du Stockhorn et du Chablais, avec ceux des klippes prises isolément d'une part, et, d'autre part, l'évidence de la super-

position anormale des klippes sur le Flysch, impose la conclusion que la masse entière de la région du Stockhorn-Chablais repose aussi anormalement sur le Flysch. Ce fait est exprimé par la Loi des Préalpes formulée par M. Schardt déjà en 1895. (Voir *Revue géol.* pour 1895).

Il est impossible de voir dans cette région, pas plus que dans les klippes, des éléments normaux faisant partie de la bordure N des Alpes. Leur faciès particulier ne peut s'expliquer par des variations de profondeur dans la mer jurassique et crétacique au lieu même où ces terrains se trouvent aujourd'hui. La présence des couches à *Mytilus* sur le bord SE d'un faciès ammonitifère d'eau profonde s'y oppose.

La présence de la brèche de la Hornfluh et du Chablais s'oppose également à cette hypothèse. Ce dernier sédiment jurassique répète d'ailleurs par rapport aux Alpes du Stockhorn et du Chablais, la situation des klippes de Schwytz et d'Unterwalden par rapport au faciès helvétique; ce sont, comme celles-ci, des lambeaux et des nappes de recouvrement *ayant appartenu à une deuxième nappe de recouvrement superposée à celle du Stockhorn-Chablais.*

L'origine de la nappe principale de la région du Stockhorn-Chablais et de ses prolongements anciens au NE et au SW, de même que de la nappe de la brèche jurassique, ne peut être cherchée ailleurs qu'au S, dans un région centrale des Alpes, comprenant la zone dite du Briançonnais (Lory) et les régions des schistes lustrés, peut-être même des régions situées encore plus au S. Cette nappe a dû se détacher là au début de l'ère tertiaire après la sédimentation du terrain nummulitique (Parisien) ; elle s'est déplacée lentement vers le N, pour arriver seulement au début de l'époque pliocène dans sa position actuelle, après avoir subi encore des plissements et des compressions subséquentes.

Ce voyage a dû être très lent, provoqué par le plissement profond des terrains cristallins (formation des lacets dans les gneiss primitifs, analogues à ceux du massif du Simplon), plissement qui a nécessairement progressé du centre des Alpes vers le bord en créant un talus non pas continu, mais local qui s'est déplacé du centre des Alpes vers le bord. Les débris des dolomies du Trias, formant ensuite la cornieule, le gypse triasique et le Flysch furent les agents facilitant le mouvement. Le front avançant dans la mer du Flysch, y subit des éboulements continuels nourrissant de leurs débris les amas de brèche du Flysch. Des paquets de roches cristallines poussés depuis le centre des Alpes devant la nappe de char-

riage furent les premiers à être absorbés par la sédimentation du Flysch, de là aussi le caractère local de ces brèches dites « exotiques. »

Comme on le voit, c'est bien *de loin* que sont venus les matériaux des brèches exotiques du Flysch, mais leur introduction dans la mer du Flysch a eu lieu *sur place*. Cela explique sans peine le dilemme exprimé plus haut du caractère exotique lointain des matériaux et de l'absence de traces de charriage aquatique ou glaciaire, et de la présence persistante du caractère d'éboulement!

La conservation de la masse du Stockhorn-Chablais s'explique aisément. Probablement plus épaisse que ses continuations au NE de l'Aar et au SW de l'Arve, et ayant été poussée plus en avant, elle a produit un affaissement de son soubassement, accentué encore par la présence, sur la nappe principale, de la seconde nappe de recouvrement, celle de la brèche de la Hornfluh et du Chablais. Cet affaissement est attesté par le plongement, sur le bord du lac de Thoune, des plis des Alpes d'Unterwald *sous* la nappe de recouvrement, c'est-à-dire vers le SW, tandis que les plis des Alpes d'Annecy plongent sur le bord de la vallée de l'Arve vers le NE, sous la nappe du Chablais. Cet affaissement qui s'est continué jusqu'à la fin de l'époque pliocène, s'est étendu jusqu'au pied du Jura et y a donné lieu à la formation des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat. Ce même affaissement a créé la grande profondeur du Léman, en étendant ce bassin jusqu'à Genève, créant ainsi le petit lac qui est un lac jurassien.

Alpes bernoises et glaronnaises. Nous avons à signaler aussi une notice de M. Marcel Bertrand[1] en collaboration avec M. Golliez, relative à la **situation des plis mésozoïques du versant N du massif de l'Aar.** M. Golliez ayant abandonné son hypothèse concernant l'âge triasique des calcaires de Grindelwald et de l'Eiger (soit du Hochgebirgskalk), a fini par mieux apprécier ce qui a été constaté par ceux qui ont fait les travaux fondamentaux dans cette région, travaux qui subsistent dans toute leur intégrité, malgré les explications tectoniques divergentes que donnent les auteurs de cet opuscule.

Se rattachant aux idées émises par M. Bertrand de l'unité du pli glaronnais et de la continuité de cet accident à travers

[1] MM. Bertrand et H. Golliez. Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. *Bull. soc. géol. France.* 1897. XXV. 568-595.

la Suisse occidentale, les auteurs rétablissent la zone de terrain éocène (Flysch et Nummulitique), qui suit le pied N de la chaîne de la Jungfrau et de l'Eiger par la Scheidegg, et va se rallier par le Joch et le Surenen à la grande masse éocène qui supporte le pli couché de Glaris [1].

Pour quiconque admet, avec MM. Bertrand et Suess, le pli glaronnais simple, il va de soi qu'il ne peut plus être question de voir des plis normaux dans les montagnes situées entre cette zone tertiaire et le prolongement de celle du Riemenstalderthal. C'est la même masse tertiaire qui apparaît sur ces deux lignes, en passant *au-dessous* du massif calcaire de l'Axenberg, de l'Urirothstock et du Hohenstollen, qui feraient partie d'un pli couché, dont la tête plonge vers le N et dont la racine serait à rechercher bien haut sur le flanc du massif cristallin. De ce chef, et en appliquant ce principe, les plis du Faulhorn seraient également entassés sur une assiette de Flysch.

Mais il y a mieux : le Flysch du Riemenstalderthal ne forme qu'un faux anticlinal de la nappe du Flysch qui supporte la zone de l'Axenberg-Urirothstock, donc la série de plis crétaciques situés au NW de cette ligne est également assise sur du Flysch; car le Flysch de la zone Habkern-Schwytz-Iberg doit communiquer *souterrainement* avec celui d'Elm-Altdorf-Surenen-Scheidegg [2].

[1] M. Golliez avait nié l'existence de cette zone tertiaire, parce qu'elle était contraire à son hypothèse.

[2] J'avais déjà admis ce point de vue, en écrivant, en 1891, le travail de concours pour le prix Schläfli (*C.-R. Soc. helv. sc. nat. Fribourg* 1891) en considérant ces plis comme le prolongement du grand pli glaronnais *simple*. « Es ist also annehmbar, dass zwischen Leissigen und Engelberg diese beiden Flyschzonen (Niesen-Habkern-Sarnen u. Schächenthal-Surenen-Scheidegg) mit einander in Verbindung stehen, aber von den überstürtzten Sedimentmassen des Gebietes Urirothstock-Faulhorn vollständig verdeckt sind. » Je comprenais même dans ce recouvrement, non seulement la chaîne du Brisen-Gummen, mais aussi la zone Sigriswylergrat-Pilate. Ailleurs, à propos du grand pli glaronnais, j'écrivais alors, en 1891 : « Die breite Flyschmulde von Linththal-Ragaz bildete so zu sagen die Brücke in Form einer Schiefenebene, auf welcher die inneren Sedimentmassen an den Alpenrand hinaus glitten, wo sie sich zu bandförmigen Falten auf einander häuften.... » Tout cela, je l'avais déduit de l'étude de la *carte géologique suisse* au 1 : 100 000 et des travaux de Heim, Kaufmann, Baltzer, etc.

La carte géologique de la Suisse est, malgré ses défauts et ses désaccords locaux, inhérents à une œuvre collective, en général extrêmement exacte; son étude rendue très facile par l'heureux choix des teintes, permet à ceux qui savent lire une carte géologique, de trouver abondante matière à théories. Pour ne montrer que quelques exemples que m'ont suggéré les études pleines d'attraits que j'en ai faites, je citerai la probabilité que non

Les auteurs donnent plusieurs croquis locaux de la région comprise entre Grindelwald et le col du Joch, qui montrent que les plis de cette région se laissent expliquer comme des plis culbutés, ayant la charnière anticlinale en bas et le noyau en haut, appliqué contre le massif cristallin.

Il semble donc bien que la zone de Flysch de Grindelwald-Scheidegg-Joch est (comme je l'admettais en 1891), une *charnière synclinale*, ou la *queue d'un synclinal*, tandis que l'*ouverture de ce synclinal* est la large bande Habkeren-Sarnen. Leszones étroites de Flysch, intermédiaires, Grafenort-Isleten, Sisikon et Tellsplatte, ne sont que de faux anticlinaux. Les auteurs donnent une coupe hypothétique d'ensemble du lac des Quatre-Cantons par le Brisen et l'Urirothstock qui offre une disposition rappelant d'une manière frappante le pli culbuté des Dents-du-Midi-Tours Salières !

M. Mœsch[1] a fait un exposé sur la géologie des environs d'Engelberg et sur la région que devait traverser l'Excursion projetée, après la session de la Société helvétique des seiences naturelles et de la Société géologique suisse. Cette excursion a malheureusement été empêchée par le mauvais temps persistant.

Après avoir brisé plusieurs lances avec M. Heim, à propos du double pli glaronnais et des schistes lustrés des Grisons, M. Rothpletz[2] ouvre la lutte avec M. Baltzer au sujet de la **structure du Glärnisch** qui ne lui paraît absolument pas

seulement les *massifs du Faulhorn* et de l'*Urirothstock-Brisen* me paraissent faire partie de ce grand pli couché, qui n'est autre chose que le grand pli glaronnais (ainsi que je l'écrivais en 1891), mais aussi le Glärnisch avec le Silberen en font nécessairement partie. Je suis en outre intimément convaincu qu'on parviendra un jour à démontrer que tous les plis crétaciques, *situés entre la zone de Flysch Sarnen-Brunnen-Iberg-Wildhaus-Gams* et la bande de *Riemenstalden-Deyen-Stäfeli* (Leistkam) en *font également partie* et que les chaînes du *Klingen*, de l'*Ochsenkopf*, du *Wiggis* et de *Neuenalp*, ainsi que l'arête des *Kurfisten*, forment le *front de ce pli, culbuté et enfoncé dans le Flysch*. J'en ai eu l'impression dès longtemps, mais le travail détaillé de M. Burckhardt m'a fait hésiter, car *tous ses synclinaux de Flysch, entourant le massif du Wiggis, devraient être de faux anticlinaux ou la simple percée de l'assiette de Flysch*, à l'exception de celui de Wäggithal-Oberurnen qui est l'embouchure normale du synclinal couché. Il faudrait de nouvelles études de détail pour la démonstration de tout cela. H. Schardt.

[1] C. Mœsch. *C.-R. Soc. helv. sc. nat. Engelberg.* 1897. *Archives Genève.* IV. 473, et Programme d'excursion *Eclogæ geol. helv.* V.

[2] A. Rothpletz, Ueber den geologischen Bau des Glärnisch. *Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch.*, 1897, 17 p., 1 pl.

claire. Au lieu de baser ses objections sur des considérations théoriques, ainsi que cela eut lieu de la part de Stapf, Vacek, Diener, etc., M. Rothpletz a voulu en avoir le cœur net et a entrepris un travail de revision sur le terrain.

M. Baltzer avait reconnu dans le Néocomien du sommet du Glärnisch au moins trois plis complets, superposés en position presque horizontale, offrant de toutes parts leurs tranches, le socle de la montagne étant formé de Jurassique, ayant la forme d'une voûte couchée vers le Sud et faisant conséquemment partie du lacet nord du double pli glaronnais. Or s'il est admissible de contester la relation des diverses séries de couches superposées en ordre alternativement normal et renversé, ainsi que la vraie existence du lacet nord du pli glaronnais, il ne paraîtrait guère admissible de mettre en doute les séries stratigraphiques observées et dûment reconnues par leurs fossiles. C'est néanmoins ce qu'a fait M. Rothpletz, ensuite d'études sur le terrain, dit-il.

M. Rothpletz ne retrouvre aucun de ces replis, aucun de ces dédoublements de couches indiqués par M. Baltzer; le seul endroit où une répétition d'assises lui donne l'occasion d'indiquer un repli couché est sur un point où M. Baltzer n'en figure pas (au Steinthälistock)! Ailleurs, au Bächistock, la seule répétion du Hauterivien et de l'Urgonien est due à un chevauchement, des plus manifestes pour M. Rothpletz; il en voit la trace tout autour de la montagne. Quant au socle de la montagne, où M. Baltzer avait admis l'existence d'un pli unique, offrant une série normale d'assises, allant du Verrucano au Malm, M. Rothppletz trouve trois lames ou écailles chevauchées, reposant en structure imbriquée les unes sur les autres, séparées par des *plans de glissement;* la plus inférieure formée de Verrucano, reposerait sur du Flycsh. Il est difficile de s'expliquer de telles divergences dans l'observation des faits.

Après cette démonstration M. Rothpletz revient au Steinigerbach et au Luchsingertobel pour constater que tout n'y est pas absolument conforme à ses vues de 1893 (voir *Revue géol.* pour 1894). Il reconnaît que le parcours de la faille annoncée alors, n'est pas absolument celui qu'il avait cru voir; il reconnaît en effet que le calcaire pris pour du Jurassique, renferme des Nummulites, ce qui ne prouverait cependant pas que tous les calcaires à aspect jurassique soient aussi éocènes. Il affirme en outre que les calcaires que M. Heim a rangés dans le Flysch renferment, les uns, des *Requienia* et d'autres, des *Exogyra Couloni.*

Somme toute, on voit que l'accord est loin d'être parfait, car la comparaison des profils de MM. Baltzer et Rothpletz offre des divergences bien difficiles à concilier.

M. PIPEROFF [1] a fait une étude détaillée du **Calanda**. L'étude stratigraphique n'a pas été le but spécial de ce travail, mais surtout la connaissance tectonique et les relations de cette montagne avec le grand pli glaronnais. Les terrains constitutifs de ce massif sont : Verrucano, Rötidolomit (Trias), Lias, Dogger, Malm (Oxfordien, Calc. de Schilt et de Quinten, Tithonique), Néocomien (Valangien et Hauterivien), Urgonien, Gault, Couches de Seewen (Cénomanien, Turonien, Sénonien), Eocène (Nummulitique et Flysch).

Tandis que M. Heim avait admis que les masses calcaires du Calanda étaient le correspondant du flanc moyen normal du lacet sud du double pli glaronnais, l'auteur du présent mémoire a constaté que cette arête calcaire offrait trois séries de couches, deux séries normales et une série renversée entre deux. Constatant que de part et d'autre de la gorge de la Tamina, les couches superposées au cristallin appartiennent à une série normale et que les deux séries suivantes se trouvent plus haut, il devient évident que cette arête est formée par un pli déjeté au NW, ainsi que le montrent clairement ses profils au 1 : 100 000, et la carte géologique au 1 : 50 000.

La conclusion tectonique la plus importante est que le pli couché du Calanda est *justement l'amorce du pli sud du double pli glaronnais :* sur cet emplacement, ce pli, tout en s'abaissant, perd énormément de son amplitude et s'enfonce finalement. M. Piperoff pense que le Verrucano que M. Heim admettait encore sous la vallée du Rhin jusque dans le voisinage de Coire, n'y existe pas et que cette vallée *n'est pas une vallée anticlinale, mais bien une vallée synclinale !*

L'auteur croit avoir démontré ainsi que ce pli est bien le lacet sud du double pli glaronnais et non un pli local du flanc moyen du grand pli, et *pense avoir prouvé par cela l'impossibilité d'interpréter le double pli comme un pli simple* [2].

[1] CHR. PIPEROFF. Geologie des Calanda, *Mat. Carte Geol. Suisse.* NS., VII, 1897, 66 p. in-4°, 1 pl.

[2] Il me semble au contraire, d'après l'examen de la carte géologique de M. Piperoff et des travaux de M. Heim que la première interprétation de M. Heim est bien la vraie. Le Verrucano qui affleure pour la dernière fois à Tamins, doit bien se prolonger dans la direction de Coire sous la vallée du

ALPES CRISTALLINES ET ZONE CENTRALE

M. GRÆFF[1] a publié une note sur le **contact des sédiments sur le versant S du massif du Mont-Blanc**. Une notice plus étendue sur cet objet ayant déjà paru il y a quelques années, nous renvoyons au compte-rendu que nous en avons donné. (Voir *Rev. géol.* pour 1894.)

ALPES ORIENTALES ET MÉRIDIONALES

Alpes grisonnes.

M. STEINMANN[2] a continué ses études **sur l'âge des schistes grisons** (Bündnerschiefer), et publie une suite à sa précédente notice (*Rev. géol.* pour 1895) se rapportant aux schistes grisons certainement éocènes (Flysch). Cette seconde partie de son travail a essentiellement trait à ce groupe de la masse des schistes grisons qui doit être interprété comme étant d'**âge mésozoïque**.

Le groupe monotone des schistes grisons éocènes est surmonté de tous côtés de terrains également schisteux, mais d'une variété bien plus grande, comme composition pétrographique, et offrant en outre une tectonique extrêmement compliquée. On trouve ces terrains au pied du Rhæticon, dans les montagnes calcaires de la Plessur, de l'Oberhalbstein et du Splügen. A ces terrains schisteux et calcaires s'associent des roches éruptives ophiolitiques (serpentine, gabbro, spilite, diabase, variolite, etc.) des gneiss, des micaschistes, etc. *Ces terrains alternent les uns avec les autres comme si des lambeaux de petites dimensions appartenant à toutes ces roches, se fussent imbriqués de mille manières et sans régularité.* M. Steinmann croit reconnaître dans ces lambeaux, superposés en bonne partie au Flysch, une analogie frappante avec les klippes d'Iberg.

Rhin. Les calcaires du Calanda appartiennent *bien évidemment* au flanc normal inférieur du pli et le repli décrit par M. Piperoff est *un accident local*. La racine du flanc supérieur normal du grand pli doit se trouver au S de Coire! H. SCH.

[1] F. GRÆFF. Ueber eigentümliche Contactverhältnisse, etc. *C.-R. Congrès géol. Zurich*, p. 262-265.

[2] G. STEINMANN, Geologische Beobachtungen in den Alpen. I. Das Alter der Bündnerschiefer. (Fortsetzung und Schluss.) *Berichte Naturf. Gesellsch. Freiburg i. Br.*, 1897, X. 21-98, 1 pl.

Il a essayé de tracer les limitées entre les schistes tertiaires et la nappe mésozoïque, dont il appelle la ligne de contact, zone de rupture (Aufbruchszone) ou zone des klippes grisonnes. *C'est le long de cette ligne que se trouvent ordinairement échelonnés, en forme de chapelets, les lambeaux des roches éruptives mentionnées.* Il donne même de cette relation une petite carte dans laquelle la limite de la ligne de contact est esquissée. Il est regrettable toutefois que l'auteur ne donne pas la largeur de la zone mésozoïque, c'est-à-dire son contact avec la zone cristalline qui suit au S.

L'auteur énumère les terrains suivants[1] :

Crétacique. D'après Tarnuzzer il faudrait ranger ici la brèche du Falknis et des calcaires rappelant l'Urgonien, ce que M. Steinmann conteste. Brèches rouges à silex contenant des radiolaires. (Cénomanien ?)

Jurassique. Schistes de l'Algäu. Schistes manganifères; brèches polygéniques.

Trias ayant le faciès austroalpin-méditerranéen très prononcé et offrant localement la série austroalpine complète ; vers l'W la composition varie graduellement.

Paléozoïque. Verrucano, schiste de Casanna.

Roches éruptives et schistes verts dérivant des précédentes (gabbros, diabases, etc.), que M. Steinmann considère comme franchement *post-crétaciques !*

L'auteur s'occupe ensuite de la tectonique générale de cette région, et constate que *toutes les Alpes mésozoïques des Grisons se relient par leur faciès aux Alpes orientales.* Il y reconnaît nettement la structure chevauchée par écailles (Schollen), superposées au tertiaire, contrastant si nettement avec les grands plis déjetés et couchés des Alpes glaronnaises. Par cela les Alpes calcaires des Grisons se lient nettement à la masse également chevauchée du Rhæticon.

M. Steinmann discute ensuite une série de détails tectoniques, spécialement du bord de la masse dite chevauchée, reposant sur le Flysch du Prätigau, du Schanfigg et de l'Oberhalbstein. Cette limite est sinueuse, en raison des sillons d'érosion mettant à découvert tous les terrains mésozoïques chevauchés. Le Flysch se prolonge souvent ainsi très loin en arrière du front de la masse chevauchée, tandis que des prolongements de celle-ci occupent les arêtes entre deux vallées. Il constate, en outre, ce que Studer avait déjà relevé, qu'au milieu du Flysch tertiaire apparaissent des masses de

[1] Voir pour les détails la partie stratigraphique de cette *Revue*.

terrains mésozoïques isolées qui ne peuvent pas être attribuées à des plis ayant percé le Flysch, ce sont des *lambeaux de recouvrement*.

Le bord du chevauchement est marqué par l'apparition de roches éruptives ophiolitiques, qui ne s'avancent pas cependant au delà de cette limite, *ni au sud à l'intérieur de la zone des roches mésozoïques*.

Il résulte de ces constatations que cette zone de chevauchement et de recouvrement se lie étroitement à celle des Alpes orientales, reconnue déjà par Richthofen il y a quarante ans pour le Rhæticon, et par Gümbel pour la partie bavaroise.

M. Steinmann croit que le terrain pris par Theobald et par Richthofen pour du Flysch, et qui contourne le Rhæticon jusqu'au passage de Plasseggen, est liasique (Allgäuschiefer).

Le caractère de toute cette zone de dislocation la rapproche à s'y méprendre de la région des klippes de Schwytz, mais tout y est plus métamorphique ! Comme là, la ligne de contact est accompagnée de blocs et lambeaux cristallins que l'on retrouve sur toute la longueur, dès le val Safien jusqu'au Julier et sur la ligne de la Plessur, de même qu'autour du Rhæticon. Les apparitions de schistes grisons dans l'Engadine offrent la même situation. La roche appelée *taspinite* par M. Heim ne formerait, d'après M. Steinmann, qu'une lentille arrivée dans sa situation actuelle par le même phénomène ; ce serait, ainsi que d'autres exemples du même genre, de grands blocs exotiques, accompagnés de produits non équivoques du phénomène de friction. L'auteur constate en outre une transgressivité progressive du Flysch sur les terrains plus anciens dans la direction du SE ce qui expliquerait le contact direct de ce terrain avec le Néocomien au pied du Falknis et avec le Malm près de Reichenau ; enfin avec le Lias et le Trias près d'Ilanz.

L'auteur se résume enfin dans la conclusion suivante que nous traduisons textuellement :

« Les plis des Kurfirsten plongent au Falknis vers l'E, le double pli glaronnais plonge au bord du Rhin vers l'E et le SE, sous une couverture de Flysch oligocène, dont le substratum ne se voit que sur son bord W. Cette région de Flysch est recouverte à l'E, au N et au S par les *montagnes calcaires grisonnes* et le *Rhæticon*, qui chevauchent sur ce terrain, avec développement de klippes le long du bord du contact. Le sens du chevauchement, ainsi que le plongement

et la direction des couches sont indépendants de la direction générale des lignes de dislocation dans les Alpes et semblent bien plutôt en rapport avec la ligne primitive du contact du faciès helvétique et austroalpin. »

Le coup d'œil rétrospectif, que jette ensuite l'auteur, nous apprend encore que la tectonique des Alpes grisonnes au S et à l'E du Rhin n'a pas été bien comprise jusqu'ici. Cela est certainement vrai et selon nous il y a là encore matière à travail pour plusieurs générations de géologues ; les observations de M. Steinmann sont un avertissement, mais ne donnent certes pas toute la solution, puisqu'il ne se prononce pas même sur le genre de mouvement tectonique qui doit avoir agi; s'il y a eu plis dans le sens des *plis couchés*, avec flanc moyen étiré (Heim, Bertrand) ou recouvrement dans le sens d'un *charriage* (Schardt). Enfin l'auteur dit :

« Au contact du faciès austroalpin (vindélicien !) [1] et du faciès helvétique s'est produit un recouvrement (Ueberschiebung) de cette dernière région par la pemière, sans accord avec la direction de la chaîne, en suivant seulement la ligne de contact des deux faciès, soit la limite des mers à l'époque mésozoïque. Le contact entre les deux faciès est actuellement caché par le recouvrement. » M. Steinmann se rapproche ainsi singulièrement des idées de M. Haug.

M. Steinmann ne doute pas que la juste appréciation de cette règle, et son application à la région des klippes et du Stockhorn-Chablais, dont il n'a pu méconnaître la similitude avec son objet d'étude, montrera l'impossibilité du mouvement tectonique S-N, admis par Schardt ; cette hypothèse ne lui paraît mériter aucune attention [2].

[1] Ce mot est appliqué ici aux Alpes grisonnes ! pour quelle raison ??

[2] M. Steinmann paraît ignorer que la plupart des roches du Stockhorn et du Chablais ont été *reconnues* dans la zone du Briançonnais, soit par MM. Kilian, Termier et autres. soit par moi. Il fait donc bien peu de cas de l'explication que j'ai donnée. J'aime à croire, au contraire, que si M. Steinmann allait chercher dans la zone du Briançonnais et même plus au sud, *il y trouverait*, lui, non seulement toutes les roches déjà citées par moi, mais encore le *Néocomien* à *céphalopodes* et les *couches rouges !* Je suis persuadé que cela n'échappera pas à celui qui a trouvé les « couches rouges » dans le Rhæticon et dans l'Engadine et a su les distinguer des schistes d'Algäu. Il est surprenant en outre que M. Steinmann puisse relater ces faits et constater la similitude du phénomène des klippes grisonnes avec celui des klippes de Schwytz et d'Unterwald, en maintenant son idée qui est aussi celle de M. Quereau, de leur provenance par mouvement N-S, d'un massif maintenant caché sous le tertiaire, puis de vouloir imposer ce mouvement aux Préalpes et aux klippes de la zone du Stockhorn et du Chablais. *La région d'origine des klippes du versant N des Alpes est*

M. BALL[1] a étudié au point de vue pétrographique et géologique un certain nombre de gisements de **roches serpentineuses des Grisons** dans la région de Davos. Il atteste, qu'entre Klosters et Davos, existe une masse serpentineuse, ayant près de 6 kilomètres de longueur ; des masses plus réduites se trouvent dans les environs. Des veines et apophyses de serpentine pénètrent dans le schiste qui borde la roche éruptive au N. L'auteur en conclut que ce sont là des intrusions *indubitables*. Il y a, en outre, des granites formant intrusion dans le schiste et dans la serpentine. Plus au N sont des calcaires dolomitiques. Au S et à l'E apparaissent des roches gneissiques ; ailleurs, entre diverses masses serpentineuses, apparaissent des conglomérats du Verrucano, des schistes et localement encore des roches éruptives d'autre nature.

La serpentine offre par son gisement un intérêt particulier. Malheureusement, le contact avec son substratum, même avec son entourage, n'est pas partout nettement visible. Ce n'est qu'au N que le contact avec le schiste paraît attester sûrement sa nature intrusive. Un terrain calcaire rouge forme des traînées à l'intérieur même de la grande masse serpentineuse qui constitue le Schwarzhorn. Ce serait, selon l'auteur, du calcaire dolomitique ou des schistes calcaires modifiés ; mais il ne dit pas comment et dans quelle proportion. Cependant, il y a aussi des intercalations de calcaire qui ne sont pas rouges;

justement la zone décrite par M. Steinmann ! Nous avons là une racine, ou du moins des témoins intermédiaires du grand charriage, dont les klippes de Schwytz et d'Unterwalden et les blocs exotiques du Toggenburg sont des avant-coureurs. Ces derniers ont été portés plus au Nord sur le dos du grand plis couché glaronnais qui, en culbutant sur son front Nord, a jeté ces débris, déjà disjoints par l'érosion miocène, presque sur le bord du plateau suisse et dans le grand synclinal Habkern-Sarnen-Iberg. M. Steinmann a justement démontré, pour la zone des schistes grisons, ce que j'ai déjà affirmé pour les zones du Briançonnais et des schistes lustrés des Alpes occidentales, qui en sont l'équivalent tectonique et stratigraphique ! Comment, après cela, venir nous dire que ma démonstration de la provenance des nappes et lambeaux du Chablais et du Stockhorn, ne dépasse pas la valeur d'une simple fantaisie? (Ehe nicht der Nachweis erbracht ist... Il s'agit de la présence de couches rouges dans le Briançonnais, etc.... komnt die Erörterung über diese Frage kaum über das Niveau einer geistreichen Unterhaltung heraus). — Il me paraît évident, au contraire, que ce qui est bon pour les Alpes occidentales, relativement à la zone des klippes et du Stockhorn, est nécessairement aussi juste pour les Alpes orientales. M. Steinmann en a, lui-même, apporté la preuve ! H. SCHARDT.

[1] John Ball. The serpentine and associated rocks of Davos. *Dissertation*. Zurich 1897.

mais gris et l'auteur pense que ce sont des fragments, ayant été entraînés par le magma de la serpentine. D'autre part l'auteur admet que l'on pourrait aussi faire intervenir des effets mécaniques pour expliquer ces contacts, mais il ne pense pas que ce soit nécessaire, bien que l'irrégularité du contact avec le schiste oblige d'admettre certaines influences de ce genre. — L'étude pétrographique et chimique donne pour résultat que la serpentine est une lherzolite altérée (serpentinisée)[1]. Lesschistes sont partout extrêmement contournés et l'auteur est bien embarrassé à leur attribuer un âge quelconque. — L'altération de quelques-uns lui paraît parler en faveur de leur âge paléozoïque; mais il accepte finalement l'opinion régnante de les nommer « Bündnerschiefer » en les considérant comme *jurassiques*. Il y a un type de schiste argileux et un type de schiste calcaire, dont il a fait l'étude microscopique. Le contact des schistes avec la serpentine porte, d'après l'auteur, les traces les plus évidentes de métamorphisme de contact. Le magma serpentineux aurait pénétré dans le schiste par les strates et fissures, d'où leurs enchevêtrements au contact. Le poids spécifique du schiste est augmenté, il y a formation de mica blanc et de quartz dans la pâte de la roche qui est devenue elle-même semi-cristalline.

Le schiste calcaire est encore plus modifié, car il est transformé en calcaire cristallin coloré par de l'oxyde de fer ; il y a aussi des silicates. L'auteur définit un de ces calcaires métamorphiques, avec de l'amphibole, comme *ophicalcite*.

En comparant ses résultats avec les observations de Lacroix sur les roches de contact avec les Lherzolites, M. Ball s'étonne cependant de voir le métamorphisme de contact si peu accusé et surtout de trouver dans ses exemples un nombre si petit de minéraux résultant de ce métamorphisme. Les raisons lui paraissent peu claires ; il pense que la comparaison avec les serpentins du Silser See et de Stalvedro que Bonney considère aussi comme intrusives, apportera peut-être plus de lumière dans ce problème.

A l'W de la Todtalp s'élève la masse dolomitique de la Weissfluh, que Theobald a rangée dans le Hauptdolomit ; c'est bien un calcaire magnésien. Un autre calcaire, gris foncé, formant le côté SE du Grünhorn, paraît appartenir plutôt au Muschellkalk. Quant au Verrucano, plusieurs gisements sont décrits, soit dans le voisinage du calcaire gris et du gneiss, soit au contact de la serpentine.

[1] Voir partie pétrographique de cette *Revue*.

Les roches gneissiques, apparaissant au S de la serpentine, doivent être considérées comme des granites et des diorites quartzifères micacés fortement altérés par le métamorphisme dynamique ; leurs composants ont en outre subis une forte décomposition chimique postérieure.

Dans les gneiss se trouve, en outre, une roche aplitique passant localement à la pégmatite et contenant de la tourmaline.

Il cite aussi une roche gabbroïde pouvant être un gabbro à enstatite.

L'**Alta Brianza** a été, à l'occasion du Congrès géologique de Zurich, le but d'une excursion supplémentaire dirigée par M. SCHMIDT[1] qui donne une description stratigraphique et tectonique de cette région. Elle comprend la partie des Alpes calcaires sud, enserrée entre les deux bras du lac de Côme. Le massif de Grigna en est une continuation sur la rive E du Lago di Lecco.

M. Schmidt y a constaté le *Trias alpin* supérieur, soit le Raiblien, représenté par du gypse et la dolomie principale avec *Avicula exilis*, *Megalodon Guembeli*, *Turbo Taramellii*, etc., puis le *Rhétien*, le *Lias inférieur* en calcaire plaquetés, calcaires silicieux souvent interrompus de lits de silex. Le *Lias supérieur*, le *Dogger* et le *Malm* avec le *Crétacique inférieur*, sont des sédiments d'eau profonde. On les trouve toujours réunis ; les dénominations *Calcare ammonitico rosso*, *Rosso* ad *Aptychiet* et *Majolica* leur ont été appliquées.

L'*Ammonitico rosso* correspond au *Toarcien* avec l'*Aalénien*. Les schistes rouges à *Aptychus* et silex comprennent toute la série du Bajocien au Kimméridgien. Plus haut, la teinte rouge disparaît et le blanc prédomine; c'est la *Majolica* ou *Biancone* (Malm supérieur et Néocomien). Plus haut encore se montrent de nouveau des schistes rouges, la *Scaglia* (« couches rouges » ?). La tectonique de cette région montre des plis assez réguliers dans la partie nord, formés par le Trias et le Rhétien, sur lequel vient se superposer le Lias inférieur en grande épaisseur. Deux chevauchements considérables font que, d'une part, le Trias vient butter contre le Lias inférieur et que ce dernier vient se superposer anormalement sur le Crétacique, formant le flanc d'une voûte très régulière, dont le noyau est du Lias inférieur (Castel Marte). Ce pli est le dernier qui précède la plaine lombarde. Son flanc sud est ordinairement normal, suppor-

[1] *C.-R., Congrès géol., Zurich,* p. 503-518, 1 pl.

tant l'Ammonitico rosso, le Crétacique et le Tertiaire. Au Monte-Barro et près Civate, les couches sont déjetées vers le sud. Les très remarquables chevauchements constatés par M. Schmidt attestent donc un mouvement tectonique ayant agi dans la direction *N-S*.

Jura.

M. M. Musy [1] a rendu compte de l'**excursion géologique dans le Jura central** sous la direction de M. Jaccard. L'itinéraire a été parcouru conformément au programme, sans découvertes nouvelles à noter.

De même le compte-rendu de l'excursion conduite par M. Schmidt [2], dans le **Jura bâlois et argovien**, ne signale pas d'observations nouvelles ou de modifications de vue. Une excursion spéciale à Badenweiler et Kandern a été organisée *ex tempore* vu le temps disponible et M. Schmidt en donne la description.

M. Mühlberg [3] a donné une description complète des cinq jours d'excursion à travers le **Jura argovien** qui s'est accomplie conformément au programme. Il donne une coupe des couches comprises entre le niveau à *Am. transversarius* et le Bathonien près de Herznach, et signale le *Rhétien* sous forme d'un *bonebed* près de Bölchen.

Le **Voyage circulaire dans le Jura** a été décrit par M. L. du Pasquier [4], qui a complété le programme en donnant, par une petite carte et des profils, un supplément de détails sur la région du Val-de-Travers.

Plateau miocène et morainique.

M. Heim [5] a présenté au Congrès de Zurich un résumé de l'**histoire géologique des environs de Zurich**. L'auteur rappelle d'abord le souvenir de ceux qui ont jeté les bases de nos connaissances sur la géologie de Zurich, de cette ville morai-

[1] *C.-R. Congrès géol. Zurich*, p. 397-399.
[2] *C.-R. Congrès géol. Zurich*, p. 400-405.
[3] *C.-R. Congrès géol. Zurich.*, p. 406-420.
[4] *C.-R. Congrès géol. Zurich.*, p. 421-437.
[5] A. Heim. Die Geologie der Ungebung von Zürich. *C.-R. Congrès géol. Zurich*, p. 182-197.

nique par excellence. Ce sont : Arnold Escher de la Linth, précurseur et maître de M. Heim ; l'autre, Alex. Wettstein, son élève trop tôt enlevé à la science. Zurich offre un paysage d'érosion taillé dans la mollasse, partiellement affaissée et recouverte de moraines. Son histoire se résume très simplement :

Epoque miocène. Mollasse d'eau douce supérieure, vastes deltas.

Pliocène. Plissement de la mollasse ; commencement de l'érosion.

Ire glaciation. Moraine profonde ancienne Deckenschotter.

Ire époque interglaciaire. a) Forte érosion par la Sihl et la Linth du Deckenschotter et de la mollasse. *b*) Tassement des Alpes ; formation du lac de Zurich.

IIe glaciation. Moraines supérieures et formation de la haute terrasse.

IIIe glaciation. Moraines frontales sur le plateau suisse ; remplissage partiel du lac de Zurich. Moraines frontales marquant le retrait progressif du glacier de la Linth. Refoulement de la Sihl.

Postglaciaire et actuel. Continuation de l'érosion dans la vallée récente de la Sihl. Dégagement de l'Albis, refoulement et dérivation de la Limmat par les graviers de la Sihl.

Massif vosgien. Forêt-Noire.

Constatant que l'**évolution des accidents terrestres** a été une œuvre de longue haleine et que malgré cela certains traits se sont maintenus d'une manière permanente, pendant tous ces changements, M. de Lapparent[1] a fait l'application de cette loi à la **région des Vosges** et de la **Forêt-Noire**. Cette région a certainement été exondée à l'époque dinantienne (Carbonif. inf.); plissée ensuite et disloquée pendant les éruptions permiennes, pour être partiellement émergée à l'époque werfénienne. L'émersion s'accentue de plus en plus pendant la période triasique, surtout à l'époque du Rhétien, qui fait défaut sur le versant SE de la Forêt-Noire, de même que dans le N du Wurtemberg.

La faible épaisseur du faciès et la variabilité des assises du Lias et du Jurassique en Alsace accusent la difficulté que rencontrait la mer du golfe souabe à passer dans la

[1] A. de Lapparent. Sur l'histoire géologique des Vosges. *C.-R. Acad. de Paris.* 4 janvier 1897, p. 51.

dépression rhénane. De plus, en Lorraine, le faciès de ces terrains est absolument différent. M. de Lapparent en conclut qu'il devait y avoir, pendant cette période, une barrière infranchissable à l'Est de la Lorraine. Ce ne pouvait être que le Massif vosgien-Forêt-Noire. En tout cas, conclut l'auteur, le Jura blanc n'a jamais recouvert ce massif qui fut exondé en entier dès le Bathonien supérieur.

Dislocations, généralités.

Une démonstration populaire des **phénomènes de dislocation** a été composée par M. Æppli [1], montrant au moyen d'exemples faciles à observer les différentes formes de ruptures, plissements, plis-failles, laminations, renversements, etc., caractérisant soit le plateau et le Jura, soit les Alpes.

Le volume du Congrès contient une note de M. A. Rothpletz [2], concernant la formation des **chevauchements et recouvrements** (Ueberschiebungen). Nous avons déjà rendu compte de l'importante publication de l'auteur, « Geotectonische Probleme, » dont cette note donne un résumé de la partie concernant les chevauchements. L'auteur demande que des études minutieuses soient faites dans les régions où existent des chevauchements, pour bien connaître leur situation et leur mode de formation. Cependant il conteste à priori qu'un pli puisse devenir un recouvrement par lamination et étirement du flanc moyen.

2e PARTIE. — **MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE**

Minéralogie.

MM. Duparc et Pearce [3] ont consacré à la publication de M. Michel Lévy, sur la **détermination des Feldspaths** en lames minces, une note contenant en outre des considérations originales.

[1] Aug. Æppli. Aus der Geschichte der Erde. IV. Ueber Gebirgsbildung. *Schweiz. Pädagog. Zeitschrift.* VII. 1897.

[2] Die Ueberschiebungen und ihre Methodische Erforschung. *C.-R. Congrès géol. Zurich*, p. 252-259.

[3] Duparc et Pearce. Note sur quelques applications des sections en zones pour la détermination des feldspaths. *Archives, Genève*, III, 1897, p. 155-162.