Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae

Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft

Band: 5 (1897-1898)

Heft: 2

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1895

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1895.

N° XXVI

Par H. SCHARDT, professeur (Veytaux près Montreux),

et

L. DU PASQUIER, professeur (Neuchâtel).

AVANT-PROPOS

Avec cette 26me année de la « Revue géologique Suisse » la rédaction et le mode de parution de cette publication subissent un changement profond. Dès l'automne 1894 M. Ernest Favre s'est décidé à se retirer de la rédaction et M. Schardt ne pouvant pas continuer à s'occuper seul de la rédaction, tenait à partager ce travail avec un autre collaborateur. D'autre part, la direction des « Archives des Sciences physiques et naturelles » ayant souvent fait des objections contre le volume parfois un peu trop considérable de la Revue géologique, MM. Favre et Schardt ont décidé de proposer à la Société géologique suisse de publier désormais la Revue géologique suisse d'une manière indépendante, en la développant dans la mesure du possible.

Le comité de cette Société chargea une commission composée de MM. E. Renevier, L. Du Pasquier et H. Schardt, d'examiner la question, puis, ayant accepté l'offre, confia à MM. Schardt et Du Pasquier la rédaction de la Revue en leur laissant toute liberté de se répartir le travail.

La forme de rédaction suivie jusqu'ici par les collaborateurs précédents sera maintenue dans le principe; toutefois une partie spéciale pour la minéralogie et la pétrographie et une autre pour la paléontologie ont été jugées nécessaires, ce qui porte le nombre des divisions de la Revue à cinq.

C'est ainsi que la Revue géologique fondée en 1869 par M. Ernest Favre et publiée par lui seul jusqu'en 1886 et depuis lors en collaboration avec M. H. Schardt, passe des « Archives

des Sciences physiques et naturelles », où elle a paru jusqu'à présent, dans les « Eclogæ geologicæ Helvetiæ, » dont elle formera une partie fondamentale.

Sous le titre: *Les Progrès de la Géologie en Suisse*, les auteurs de la Revue géologique feront paraître dans les *Archives*, un résumé courant, remplaçant l'ancienne Revue devenue trop volumineuse pour une publication périodique d'un caractère scientifique général.

Pour faciliter leur tâche, les auteurs prient tous les savants qui publient des ouvrages relatifs à la géologie de la Suisse de bien vouloir leur en adresser un exemplaire, ainsi que des tirages à part des travaux paraissant dans des périodiques, bulletins, annales, etc.[1].

NÉCROLOGIE GÉOLOGIQUE

Nous rappelons ici la notice biographique dédié par M. C. Schmidt[2] à la mémoire de **Ulrich Stutz**, (1826-1894). La Revue a déjà rappelé les travaux les plus importants de ce savant.

M. C. Schmidt[3] a publié une biographie du professeur **L. Rutimeyer** (1825-1895), qui, quoique zoologiste dans ses fonctions officielles, a pris toujours une part très active aux progrès de la géologie dans notre pays, et a contribué de la manière la plus brillante à la connaissance de la faune fossile des vertébrés quaternaires et tertiaires. Ses premières publications furent géologiques (1848-1850) et ont trait au terrain nummulitique des Alpes bernoises, puis ce sont les stations lacustres (dès 1860) qui occupent longtemps le savant et infatigable chercheur, de même que les restes fossiles du terrain miocène. L'érosion, l'origine des vallées et des lacs alpins, lui a fourni matière pour un travail important; en dernier lieu il s'est occupé de la faune trouvée dans les crevasses sidérolitiques d'Egerkingen.

[1] La revue géologique était sous presse, lorsque la mort est venue surprendre M. Léon Du Pasquier le 1er avril 1897. La Revue pour 1897 relatera l'activité scientifique de ce jeune géologue qui disparaît au début d'une carrière brillamment inaugurée à Neuchâtel, en laissant d'unanimes regrets. — La Revue géologique perd en lui un collaborateur actif qui, hélas, n'a pu consacrer son intelligence à cette publication que pendant bien peu de temps.

[2] C. Schmidt. Ulrich Stutz. *Verhandl. Schw. naturf. Gesellsch.* 1895.

[3] C. Schmidt. Ludwig Rutimeyer, *Verh. Schweiz naturf. Gesellsch.* 1895. 44 pages.

1re PARTIE. — TECTONIQUE

par H. SCHARDT

Descriptions géologiques et orographiques, Dislocations.

Tectonique générale.

Nous rappelons ici la notice de M. SACCO[1] sur **L'orogénétique de l'Europe,** dans laquelle l'auteur montre au moyen d'une carte schématique les relations supposées entre les différentes chaînes de montagne et les massifs de l'Europe, en distinguant les dislocations calédoniennes, hercyniennes, alpines et apennines.

Le rôle joué par les massifs anciens dans l'alignement des plis en ressort clairement, surtout en ce qui concerne les plissements alpins.

M. SACCO[2] a également essayé de délimiter exactement le **contact entre les plis alpins et ceux de l'Apennin** et arrive à la conclusion que l'axe principal du plissement de l'Apennin septentrional ne se rencontre pas avec la chaîne des Alpes maritimes, mais qu'il plonge dans la plaine de Tortone et d'Alexandrie pour reparaître plus loin dans les collines de Turin. Il n'y a donc, en somme, aucune connexion directe entre les deux chaînes. Par contre les chaînes de la Ligurie méridionale sont bien le prolongement du système alpin.

Alpes.

CARTES GÉOLOGIQUES

Le service de la carte géologique détaillée de la France a publié les deux feuilles des Alpes, comprenant le **Chablais** et le **Faucigny,** soit les Feuilles **Thonon** (150) et **Annecy** (160 bis)

[1] SACCO. Schema orogenetico dell' Europa. *Cosmos di guido Cora.* XII. 1895. 8 p. 1 carte.

[2] SACCO. Les rapports géotectoniques entre les Alpes et les Apennins. *Bull. Soc. belge de Géol., pal. et hydral.* IX. 1895. 33-49. 1 pl.

et dont les levers géologiques sont dus à MM. Renevier, Lugeon, Michel Lévy, Bertrand, Maillard et Haug.

Ces deux feuilles qui empiètent par d'assez grandes surfaces sur le territoire Suisse (Val d'Illiers, chaîne du Grammont), marquent d'importants progrès dans la classification des terrains de ces régions et surtout dans la tectonique, pour autant qu'on en peut juger d'après des cartes.

Le point essentiel est la classification de la brèche du Chablais dans le jurassique et le lias, ainsi que cela avait déjà été annoncé dans des communications préliminaires (voir Revue géol. pour 1893 et 1894).

Nous aurons à revenir sur ces questions dans la Revue pour 1896, lorsque nous analyserons l'ouvrage de M. Lugeon sur la région de la Brèche du Chablais.

Profil Transversal

Nous devons à M. Zeller[1] un **profil complet à travers les Alpes** centrales de la Suisse, depuis la chaîne du Weissenstein (Jura) à travers le plateau bernois jusqu'à Cazzone dans la plaine Lombarde, soit en ligne droite dans la direction de Soleure à Milan. L'échelle du profil est de $^1/_{100\,000}$. L'auteur s'est efforcé de relever aussi exactement que possible la disposition des terrains, en recherchant leurs relations tectoniques, tâche relativement facile dans la zone calcaire N., mais bien plus difficile dans la région cristalline, où la parallélisation des terrains est souvent impossible. Des terrains de même âge, ou du même niveau ne se ressemblent souvent pas du tout, à cause de la variabilité de l'intensité du métamorphisme.

Tandis que la partie N du profil montre avec clarté les replis des sédiments, aussi dans la profondeur, la partie centrale, la plus importante en largeur, ne donne guère d'indications sur la continuation des terrains en profondeur; le figuré de la tectonique se borne à une faible épaisseur. En cela l'auteur imite le procédé suivi par M. Rothpletz dans son grand profil des Alpes orientales.

Sauf le Weissenstein (d'après Lang), la Schrattenfluh (d'après Kaufmann), le massif de l'Aar (d'après Baltzer), tout le profil a été construit d'après des levers originaux de l'au-

[1] R. Zeller. Ein geologisches Profil durch die Centralalpen. *Inaugural Dissertation. Bern* 1895. 68 p. 28 fig. 1 profil.

teur, jusque dans la région de Lugano, ou le profil a été construit d'après Harada, Taramelli, Schmidt et Steinmann.

Dans le texte l'auteur fait ressortir le caractère de chaque section de ce profil.

La *chaîne de la Schrattenfluh* au N du synclinal de Habkeren, n'est qu'une voûte déjetée au N, dont le flanc moyen fait ordinairement défaut; il a été écrasé, ou a disparu, selon Burkhardt, par l'érosion miocène. L'arête de cette chaîne est formée de néocomien ou de calcaire urgonien; ce dernier a subi nombre de dislocations et a parfois glissé sur le néocomien. L'arête du *Rothorn de Brienz* et du *Brienzergrat* est encore bien plus compliquée; des replis multiples, se succédant du sommet jusqu'au pied de la chaîne, effacent presque la tectonique d'ensemble de celle-ci; elle est formée par les couches de Berrias, par du néocomien et des couches de Wang, disposés comme une grande voûte. Un synclinal la sépare de la chaîne suivante, celle du Faulhorn qui s'élève de l'autre côté du lac de Brienz.

A son début près d'Interlaken, le Brienzergrat forme un pli déversé vers le N; dans la direction E, ce pli se décompose en une multitude de plissements secondaires, pendant que l'urgonien disparaît et que les couches de Wang prennent sa place.

La région des plis jurassiques, située entre le lac de Brienz et les Hautes Alpes bernoises comprend le *groupe du Faulhorn* formé de nombreux replis assez analogues à ceux du néocomien du Brienzergrat, mais qui atteignent ici le jurassique. L'auteur a consacré à ce groupe de montagnes un article spécial qui sera analysé plus loin. Les plis sont partout déversés vers le nord.

Le *massif de l'Aar* est passé entièrement sous silence.

Quant au *massif du Saint-Gothard*, il se compose de gneiss et roches cristallo-phylliennes plongeant dans leur ensemble, presque partout, rapidement au SES, ou qui ont une position voisine de la verticale. A la première zone de gneiss et schiste cristallins succède la masse principale du massif, formée de gneiss œillés avec zones de gneiss schisteux, résultant apparamment des premiers par compression; vers le sud le plongement se rapproche de la verticale. Ces gneiss œillés ne sont autre chose que le gneiss ordinaire du Saint-Gothard (Gneiss A de Baltzer, Gamsbodengneiss de Fritsch, Sellagneiss de Stapf). Le contact avec les schistes lustrés, sur le flanc S du massif est remarquable; l'auteur, croit avoir observé des indices d'une zone d'affaissement.

Cette *zone des schistes lustrés* est traversée par le profil entre le Nufenen et Brigue, au Blindenhorn, où elle mesure 5 kilomètres de largeur. Un important chapitre leur est consacré et l'auteur y distingue trois bandes de terrains qui se séparent nettement par leurs caractères pétrographiques : *Schistes certainement jurassiques*, de couleur noire, et phyllades à zoïsite; une *zone moyenne* de *micaschistes calcarifères*, prenant à la surface une couleur rouge; celle-ci passe à la troisième zone de *gneiss* et *micaschistes* avec intercalation de dolomie. Le profil n'a pas permis de fixer l'âge précis de ces terrains qui semblent former une zone d'affaissement entre deux failles, car aussi sur le bord sud, au contact des gneiss de l'Ofenhorn, se montrent des indices paraissant attester l'existence d'une faille. La succession de trois assises différentes parlerait contre l'idée d'un synclinal.

La *masse des gneiss du Binnenthal* et du *Monte-Leone*, (gneiss de l'Ofenhorn) présenterait, d'après le profil, la disposition d'un synclinal très ouvert, buttant par un plan de fracture contre la zone des schistes lustrés au nord, et reposant au sud normalement sur les schistes de Devero. La roche prédominante, dans le bas du massif, est un gneiss œillé , plus haut apparaissent des micachistes foncés. Au contact avec les schistes de Devero, il y a des gneiss à grain plus fin et souvent granatifères. Quant à une corrélation d'âge ou une relation tectonique entre les schistes de Devero et les schistes lustrés du Blindenhorn, l'auteur ne se prononce pas, il n'ose rien supposer quant à la continuité du gneiss de l'Ofenhorn en profondeur.

Le *gneiss d'Antigorio* est représenté comme formant une voûte régulière, supportant sur le flanc nord les schistes de Devero; ces derniers sont séparés en deux bandes par le gneiss de Lebendun qui est, comme les schistes de Devero, presque horizontal ou plonge faiblement au nord. Au Monte Giove, le gneiss de Lebendun atteint une énorme épaisseur, alors qu'ailleurs il ne mesure que 250 m.

L'auteur relève l'inconséquence de M. Traverso (v. *Revue géol.* pour 1894) qui réunit sous le nom « Gneiss scistoso » le gneiss de Lebendun, la partie supérieure du schiste de Devero et le gneiss du Monte-Leone —Ofenhorn; quant au «calcescisto gneissico, » de Traverso,c'est la bande inférieure du schiste de Devero.

M. Zeller ne fait pas mention du *micaschiste séricitique granatifère inférieur*, qui se montre au-dessous du gneiss

d'Antigorio, le profil passant à côté de l'affleurement de Crodo-Premia.

Sur le versant sud de la voûte du gneiss d'Antigorio, le schiste Devero ne forme qu'une seule masse, le gneiss de Lebendun manque tout à fait.

La *masse gneissique du Tessin* forme en réalité une succession de bandes interrompues par des zones d'amphibolites. Le *gneiss inférieur* du Tessin repose ici d'abord sur les schistes de Devero, ayant à sa base une zone de schistes amphiboliques. Les schistes se redressent ensuite et après la zone amphibolitique de l'alpe d'Oglia, ils se penchent au sud pour s'appuyer contre la grande zone amphibolitique d'Ivrée.

Cette grande *masse amphibolitique* qui se poursuit de Locarno jusqu'à Ivrée, comprend des terrains fort variés. M. Zeller décrit en détail la zone traversée par son profil ; cet enchevêtrement de diorites, roches à pyroxène et olivine, schistes, etc. Elle se présente comme un assemblage de roches à amphibole, pyroxène, olivine, en partie schisteuses, en partie massives. Il y a aussi des diorites, des amphibolites feldspathiques et des roches à hyperstène, des péridotites, serpentines, etc., qui forment des lits ou filons entre les variétés premièrement mentionnées.

Les diorites sont nettement tranchées des amphibolites massives et s'enchevêtrent avec elles. Au nord cette zone se sépare franchement des gneiss du Tessin, tandis qu'au sud, il y a de nombreuses alternances avec la masse gneissique de Strona ; même il y a des filons de granit.

Il y a lieu de supposer que cette zone n'est ni une voûte, comme le pensait Gerlach, ni une zone d'affaissement, comme le prétend Diener, mais qu'elle représente plutôt au *massif central*, se composant essentiellement de roches amphiboliques. A part cette différence, la structure rappelle beaucoup celle du massif du Mont-Blanc, surtout sous le rapport de l'enchevêtrement des roches erruptives avec les schistes, sur le bord sud.

La *région des lacs* se compose d'abord du *gneiss de Strona* (Gerlach), suivi du *gneiss d'Orta*, entre lesquels s'intercalent à l'ouest les *massifs granitiques de Baveno*. Le plongement si variable des gneiss et des schistes dans toute cette région fait supposer qu'on a affaire à des plis très resserrés.

Le bord sud des Alpes est formé par la *région éruptive de Lugano*, entrecoupée de plusieurs failles importantes, surtout celle de Valdomino. Il y a là, sur les gneiss, des nappes

de roches d'épanchement de nature diverse et d'âge varié. Les fissures d'affaissement et les failles sont postérieures à leur éruption et sont la conséquence de l'affaissement de la dépression lombarde.

Dans un **supplément** à son **Profil à travers les Alpes centrales,** M. ZELLER[1] fait quelques rectifications résultant de nouvelles recherches faites en partie avec M. C. Schmidt. Il montre surtout que les *deux lignes de fracture* qu'il avait cru reconnaître de part et d'autre de la *zone des schistes lustrés* (Nufenen-Brigue) dans le sens d'un affaissement de celle-ci (Grabenversenkung) ne sont qu'une apparence, due à des renversements locaux des strates fortement redressées. Ces dernières, ayant manqué de pied par suite de l'érosion, de grands complexes de schistes ont glissé le long du contact avec des gneiss, ce qui pouvait faire croire à un affaissement de la masse entière des schistes. Cette nouvelle interprétation est tout à fait en accord avec la forme de synclinal tout simplement écrasé que ces schistes affectent au NE. et au SW.

Il ajoute certaines indications au sujet de la *zone amphibolitique* d'Ivrée, pour répondre à diverses remarques de M. Porro, dont le mémoire vient de paraître (voir *Revue* pour 1896).

ALPES CALCAIRES N.

M. HAUG[2] qui a entrepris avec M. Lugeon l'étude de la *Vallée de Serraval et du Reposoir*, où se trouvent les remarquables **Klippes des Almes et de la montagne de Sulens,** arrive à la conclusion que dans quelle direction qu'on fasse passer un profil à travers la montagne de Sulens, on obtient la structure d'un éventail imbriqué. En se basant sur des apparences stratigraphiques, l'auteur considère ces lambeaux comme des *masses plissées et imbriquées, ayant surgi de la profondeur*, à l'endroit même où elles gisent, par suite de l'*exagération du refoulement allant vers un point central*, le pied des lambeaux en question. Dans l'idée de l'auteur, ce serait donc bien des *plis en champignon*, et peut-être l'étranglement pourrait même avoir privé les terrains ainsi surélevés de toute communication avec la profondeur! Ces klippes ne seraient donc, ni des horsts, ni des lambeaux de recouvrement.

[1] R. ZELLER. Nachträge zu meinem geologischen Auerprofil durch die Centralalpen. *Mittheilungen Naturf. Gesellsch.* Bern 1895.

[2] E. HAUG. Sur le synclinal de Serraval et la montagne de Sulens. *C.-R. Soc. géol. France.* N° 3, 1895. 4 Févr. XXVI-XXIX.

Un important mémoire de M. E. HAUG[1] sur les **Hautes-Alpes calcaires de la Savoie**, traite aussi de la connexion des chaînes de cette région avec les Alpes suisses ; à ce titre nous analysons ici les chapitres relatifs à la zone limitrophe.

L'auteur, ayant eu à reviser les levers et observations géologiques du regretté Maillard, est arrivé à un certain nombre de conclusions nouvelles ou différentes, complétant le travail de ce dernier.

Cette région comprend les groupes de montagnes suivants : Les Bauges, le Genevois, le massif du Platé et des Grands-Vents, le massif du Haut-Giffre et de la Dent-du-Midi. Dans l'introduction, l'auteur donne un *aperçu historique* des travaux relatifs à la tectonique de cette région, et surtout du débat sur son contact avec les Préalpes de la région du Chablais.

Une liste bibliographique de 1774 à 1894 précède le texte proprement dit, qui commence par l'énumération et la description des terrains. L'auteur distingue :

TERRAINS ANTÉRIEURS AU TRIAS. Schistes cristallins, schistes archéens et houillers.

TRIAS. Composé de bas en haut de *quartzites* (grès bigarré), *calcaires dolomitiques* et *cornieules* avec *gypse* (Muschelkalk) et schistes rouges (Keuper).

JURASSIQUE. *Rhétien* à *Avicula contorta ; lias*, *dogger* (bajocien et bathonien indistincts); *malm* formé de schistes oxfordiens et d'un massif calcaire représentant le reste du groupe.

CRÉTACIQUE. *Valangien* schisteux noir ; *hauterivien* marno-schisteux soit à faciès jurassien, soit à faciès rhodanien ; *urgonien* et *rhodanien* (calcaire compact). *Aptien*, sous forme de grès verdâtres ou manquant souvent. *Gault* sous forme de grès vert presque toujours accompagné de *sénonien* calcaire. Le *cénomanien* paraît faire défaut.

EOCÈNE. Calcaire à *Nummulites perforata ;* schistes priaboniens ; *Flysch ; grès de Taveyannaz.*

L'auteur poursuit les plis des hautes chaînes de la Savoie, en les rattachant aux plis de la *Dent-du-Midi*. Cet énorme pli couché, reposant sur une succession d'autres plis, tous couchés également, quoique avec moins d'envergure, se résoud vers l'est en une série de plis, se succédant horizontalement sur une bien plus grande largeur.

Le pli couché de la Dent-du-Midi n'a pas, selon M. Haug, pour continuation le pli de la cascade d'Arpenaz comme le

[1] E. HAUG. Etude sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de Savoie *Bull. carte géol. France.* N° 47, t. VII, 1895. 92 p., 6 pl.

croyait Maillard, mais il en est séparé par le synclinal des Avoudruz.

Le pli de la Dent-de-Morcles, correspondant à celui de la Dent-du-Midi, offrirait vers l'est la même transformation que la Dent-du-Midi vers l'ouest : aux plis *entassés* se substituent peu à peu des plis presque droits *placés les uns à côté des autres*.

Sur la limite franco-suisse les plis visibles dans le faisceau des hautes chaînes sont, de l'intérieur vers l'extérieur de la zone :

1. Anticlinal couché du versant sud et de la colline de Chante-Merle (Samoëns).
2. Petit anticlinal sous les chalets de Foillis.
3. Grand anticlinal double du Tuet, Dents-Blanches, Dent-du-Midi.
4. Voûte de Bostan.
5. Groupe d'anticlinaux d'En-Barmaz et Champéry.
6. Anticlinal de Colombey.
7. Anticlinal de Muraz.

Ces deux derniers ne réapparaissent pas sur le versant opposé de la vallée du Rhône ; ils plongent sous les Préalpes.

L'auteur montre ensuite comment les replis entassés dans la région de la Dent-du-Midi et de la Dent-de-Morcles se modifient vers l'ouest, en se reliant aux plis de Savoie, problème qui n'est pas toujours facile à résoudre, surtout étant donné qu'un certain nombre d'accidents transversaux, décrochements, etc., compliquent la structure des plis vers l'ouest et rendent ce raccordement des plis souvent incertain.

Après avoir envisagé les rapports entre les plis alpins et ceux du Jura, M. Haug cherche à fixer les relations existant entre les terrains et plis des Hautes-Alpes et la *zone cristalline la plus rapprochée*, celle du *Mont-Blanc*. Ce massif ne forme pas une seule zone cristalline, mais constitue, comme on sait, un faisceau de plis (massif de Belledonne, massif des Aiguilles rouges et massif du Mont-Blanc proprement dit). Les massifs de l'Aar et du St-Gothard ne forment pas, selon M. Haug, la continuation d'aucun de ces trois éléments de la première zone alpine, mais rentreraient dans la zone du Briançonnais. Il y distingue des plis prétriasiques hercyniens qui formeraient avec les plissements alpins un angle de 35° environ.

La continuation de la zone du Mont-Blanc, du côté de la Suisse, se fait avec un abaissement graduel de ce massif, qui disparait sous le manteau sédimentaire du bord externe de la

zone du Briançonnais, laquelle a pour continuation de l'autre côté de la vallée du Rhône, la partie interne des hautes chaînes calcaires. Il en résulte que tous les plis calcaires du bord nord-ouest des Alpes, y compris les massifs des Aiguilles rouges et du Mont-Blanc, sont des faisceaux successifs d'une grande zone unique que l'on poursuit depuis les Alpes maritimes jusqu'au col de Cheville, dans les Alpes vaudoises.

Quant aux relations entre les Hautes-Alpes calcaires de cette zone et la *région des Préalpes* à faciès Chablaisien (Stockhorn), M. Haug reconnaît l'indépendance réciproque de ces deux régions au point de vue de leur composition stratigraphique et tectonique, mais il ne se prononce pas en faveur d'aucune des hypothèses émises pour expliquer cette étrange opposition entre deux régions si rapprochées; il croit fermement à la situation « en place » de la zone du Chablais.

La direction différente des axes des plissements de ces deux régions offre un nouveau contraste et M. Haug est conduit à admettre deux systèmes de plissements conjugués d'âge différent (pré et postsénoniens) se coupant presque à angle droit, comme cela a déjà été constaté sur d'autres points.

La formation des lambeaux exotiques des Almes et de Sulens serait en partie attribuable à des dislocations successives.

M. Haug[1] expose à propos des **hautes chaînes calcaires de la Suisse** deux observations nouvelles, 1° le *relayement successif* des zones tectoniques; 2° la *disposition en éventail* de quelques-unes de ces zones tectoniques.

M. Haug relève le fait, reconnu aussi par M. Schardt, que les hautes chaînes calcaires du mont Gond et des Diablerets constituent le prolongement de la bande secondaire du versant SE du Mont-Blanc; ce sont donc les plis externes de la zone du Briançonnais qui viennent relayer la zone des hautes chaînes calcaires de la Savoie, après l'enfoncement du massif du Mont-Blanc, et qui viennent former en s'épanouissant la totalité des hautes chaînes calcaires suisses.

M. Haug constate encore que cet épanouissement se développe surtout au NE *du lac de Thoune* et il montre que l'anticlinal du Brienzergrat est la continuation légèrement décrochée vers le NW du grand anticlinal couché du Morgenberghorn; l'anticlinal du Justithal correspond à l'anticlinal

[1] Emile Haug. Sur les hautes chaînes calcaires de la Suisse. *Compte-rendu des séances de la Soc. géolog. de France.* N° 13. 24 juin 1895. CXI-CXIV.

du Gerihorn et de la Standfluh. Le lac de Thoune n'est pas seulement creusé sur le parcours d'un décrochement, mais il y a encore abaissement de l'axe des plis vers le SW.

Aussi entre le lac de Thoune et le Rhin ce sont des plis de plus en plus intérieurs qui viennent relayer les plis extérieurs, lesquels s'éteignent ou s'enfonçent. Souvent les plis se groupent en faisceaux tectoniques indépendants (Pilate, Sentis). M. Haug ne partage pas l'idée du *recouvrement* émise par M. Schardt pour expliquer la situation étrange des Préalpes entre l'Arve et le lac de Thoune ; il maintient son hypothèse de l'imbrication des plis de cette région de part et d'autre d'un axe médian.

Se basant sur les levers de M. Ischer, consignés sur la feuille XVII de l'atlas géologique Suisse, M. Haug, croit pouvoir envisager le *groupe du Wildstrubel* comme une masse tabulaire déversée vers le nord, vers l'ouest et vers le sud, et accompagnée de chevauchements dans les mêmes directions.

En parlant du chevauchement du *Riemenstaldenthal*, que M. Heim a poursuivi jusque sur le versant sud des Churfirsten, M. Haug constate que la calotte supérieure de néocomien de la Neuenalp sur Mollis, n'est qu'un lambeau de recouvrement découpé dans cette même écaille. Cette écaille lui paraît très nettement venue du nord par un mouvement dirigé au sud. Ce fait rend aussi très probable l'existence du « pli nord, » dans le double pli glaronnais, mise en doute par M. Bertrand.

M. Lugeon[1] a opposé à l'hypothèse de **l'origine des Préalpes de la zone du Chablais**, dans le sens d'un recouvrement venu du sud, une série d'objections, tirées, soit de ses propres études et observations, soit de celles de divers géologues français. Admettant avec M. Kilian que le néocomien des Voirons-Pléiades forme un pli déjeté simple, ayant racine en profondeur, il pense qu'il en doit être de même des plis plus intérieurs dont le néocomien offre le même faciès. Il admet aussi l'existence d'un *faciès intermédiaire* entre le néocomien des Préalpes et celui des Hautes-Alpes, ce qui suppose la continuité entre les deux. La largeur entre la zone du Dauphiné et celle du Briançon lui semble insuffisante. pour avoir été l'emplacement primitif de la zone du Chablais. En outre le permien et le carbonifère n'existeraient pas au sud avec le faciès constaté dans les Préalpes.

Au point de vue tectonique M. Lugeon attribue une impor-

[1] M. Lugeon. Sur l'origine des Préalpes et réplique de M. Schardt. *Bull. Soc. Vaud. Sc. nat.* 15 mai 1895 et *Archives Genève* XXXIV. 87.

tance capitale à la présence, sur le bord intérieur des Préalpes, de *plis déversés vers le sud*, soit contre les Hautes-Alpes. Cela lui paraît démontrer péremptoirement que la nappe des Préalpes a dû venir du nord. Il se rallie ainsi entièrement à l'hypothèse de M. Quereau, faisant renaître la chaîne vindélicienne de Gumhel, soit la chaîne bordière des Alpes de Studer. (Geologie der Schweiz 1853, II, 387, etc).

M. Lugeon admet que primitivement la *succession horizontale des faciès* des *Préalpes* était la suivante: Dogger à Zoophycos, Dogger à Mytilus, couches terrestres, Brèche du Chablais (pro parte), Dogger à Zoophycos. A l'époque du plissement général, la partie du Dogger-brèchiforme constitua deux grands lambeaux de recouvrement, autour desquels les Préalpes se disposèrent en éventail et en même temps chevauchèrent sur les Hautes-Alpes.

Les Préalpes auraient ainsi la forme d'un éventail, composé de plusieurs parties totalement indépendantes, voilant complètement par leur imbrication la racine des massifs de brèche, qu'il faut chercher immédiatement en profondeur [1].

M. Schardt [2] maintient entièrement son **hypothèse du charriage en bloc, venu du sud, de la zone des Préalpes** et s'appuie surtout sur les faits suivants:

1° La zone du Briançon et des régions encore plus méridionales des Alpes renferme des terrains à faciès absolument analogues à ceux des Préalpes (trias, rhétien, lias, brèche liasique, dogger, couches à Mytilus, etc), tandis qu'on n'en connaît *aucune trace* au nord des Alpes. Il en est de même de toutes les roches cristallines remplissant les brèches du flysch des Préalpes.

2° La continuité entre les sédiments des Préalpes et ceux des Hautes Alpes (à faciès helvétique) n'existe sur aucun point; il y a toujours contact par recouvrement de la part des Préalpes.

3° L'étroitesse actuelle de la zone intermédiaire entre la zone du Dauphiné et celle du Briançon ne peut servir d'argument, vu l'énorme compression que cette région a subie.

4° Le déversement vers le sud des plis du bord interne des Préalpes est un phénomène de réaction produit *après* le recouvrement, la direction générale des plis indique nettement une poussée S.-N.

5° La disposition des plis des Hautes-Alpes, en forme de lacets toujours déversés vers le N., et qui contraste d'une

[1] Aujourd'hui M. Lugeon revient de sa manière de voir et épouse sans restriction l'hypothèse de M. Schardt. (Voir *Revue géol.* pour 1896).

[2] Ibid. p. 90.

manière si frappante avec la structure des Préalpes, est une autre preuve de ce mouvement énergique S.-N. Ces plis ont dû se produire sous une pression verticale énorme, lorsque la nappe des Préalpes existait et se déplaçait encore au-dessus.

6° Les Préalpes n'ont pas racine en profondeur. *Le substratum du trias, du permien ou du carbonifère des Préalpes est toujours un terrain plus récent* (tertiaire). C'est la loi des Préalpes.

Nous signalons un opuscule de M. H. Schardt[1] sur la **Géologie des environs des Avants, sur Montreux,** donnant, après l'énumération des terrains constitutifs de cette région un aperçu sur la tectonique et sur les causes des dislocations; il indique en outre plusieurs itinéraires géologiques.

Au nord du col de la Grande Scheidegg, séparé des Hautes-Alpes bernoises par le ravin du Reichenbach et la vallée de Grindelwald, s'élève le **groupe du Faulhorn,** sur lequel M. R. Zeller[2] a publié un article essentiellement tectonique, accompagné de croquis, d'un grand profil géologique et d'un panorama pris du Rothhorn de Brienz.

Dans son ensemble le groupe du Faulhorn ne forme qu'un avec celui de l'Oltschikopf, dont il est séparé par la gorge du Giessbach, qui coupe transversalement les plis constitutifs de la montagne, et offre une belle occasion de reconnaître la structure interne de celle-ci. Le Faulhorn se compose d'une succession de 5-6 anticlinaux d'envergure inégale, qui sont tous déjetés au N. et offrent conséquemment de ce côté la tranche des couches sous forme d'escarpements, se poursuivant sur de grandes longueurs et se succédant en gradins; tandis que du côté S. le dos des couches est peu incliné et forme de vastes talus herbeux.

Les terrains constitutifs, cités par l'auteur, sont:

Tertiaire. Schistes gris et noir *(flysch);* calcaires et grès *nummulitiques.*

Crétacique. Couches de Berrias.

Jurassique. *Malm.* Calcaire blanc titonique à la partie supérieure, au-dessous calcaire compact, formant la plupart des escarpements, puis l'oxfordien en partie schisteux riche en fossiles.

Dogger. Calcaires marneux, plus ou moins sableux, alternants avec des schistes argileux à *Zoophycos scoparius.*

Le *Lias* n'existe qu'en affleurements restreints.

[1] Notes géologiques in « Les Avants sur Montreux » par A. Ceresole. *Zurich* 1885. Orell Füssli et Cie, p. 57-65. 6 fig.

[2] Dr R. Zeller. *Geologische Skizzen der Faulhorngruppe, Jahrb.* S. A. C. XXX. 1895. 23. p. 10. fig. 2 pl.

Sur le versant nord du Faulhorn, il y a surtout du malm, formant toute la région entre le lac de Brienz et le Tschingel, ne laissant percer que deux bandes d'oxfordien et une de dogger. Le synclinal de l'Axalp surtout est remarquable par la présence d'un anticlinal secondaire dans son milieu, divisant ainsi en deux bandes presque égales son remplissage de schistes de Berrias.

La haute région du massif offre essentiellement du dogger replié sur lui-même en d'innombrables zigzags et bordé de part et d'autre d'oxfordien. Le col de la Scheidegg est entièrement dans ce dernier terrain sur lequel viennent reposer les schistes éocènes formant le soubassement de la paroi calcaire (malm) du Wetterhorn.

L'auteur montre, à l'aide de dix croquis locaux, les points les plus intéressants de la région, en décrivant celle-ci au point de vue de ses particularités géologiques, les relations entre la tectonique et le relief et le rôle de l'érosion dans la formation de celui-ci.

Dans une réplique de M. Rothpletz[1] à M. Heim au sujet de la **structure des Alpes glaronnaises,** l'auteur n'apporte pas de faits nouveaux dans la discussion et s'efforce de montrer que M. Heim adopte sa manière de voir sur un grand nombre de points. L'objet principal de la discussion est le Luchsinger Tobel, au sujet duquel aussi M. Baltzer s'est élevé contre les théories de M. Rothpletz, en contestant l'existence de la faille, qui a servi d'argument à ce dernier pour sa théorie de l'affaissement de la vallée de la Linth.

M. Rothpletz[2] s'est donné la tâche de fixer définitivement **l'âge des schistes lustrés des Grisons** (Bündnerschiefer) et a commencé une étude tectonique détaillée de la région des Alpes grisonnes entre le Rheinwaldthal et Ilanz. Dans cette région les schistes grisons reposent tantôt sur le trias (Ilanz), et pourraient être envisagés comme jurassiques, tantôt le trias les recouvre (Splügen) et ils seraient d'après cela paléozoïques. Si l'on ne veut pas admettre deux espèces de schistes lustrés, il faut considérer l'une ou l'autre de ces superpositions comme un chevauchement. M. Rothpletz nie l'un et l'autre de ces recouvrements et admet des schistes paléozoïques à Splügen et des schistes mésozoïques près Ilanz;

[1] A. Rothpletz. Eine Erläuterung zu den Angriffen Alb. Heims gegeben von dem Angriffenen. München 1895.

[2] A. Rothpletz. Ueber das Alter der Bündner Schiefer. *Zeitsch. der deutschen geolog. Gesellsch.* 1895. I 56 p. 9 fig. 1 carte. 1 pl.

ils formeraient deux bandes distinctes, se touchant par une surface de contact, dans laquelle il voit le plan de superposition des sédiments mésozoïques sur les schistes paléozoïques; une discordance très nette ferait ressortir encore davantage ce contact.

Dans six chapitres distincts, l'auteur étudie la tectonique et la superposition des schistes grisons dans les montagnes entre le Rhin antérieur et postérieur.

Le substratum des schistes grisons au sud est la formation gneissique, dans laquelle l'auteur distingue 3 zones; *gneiss ancien* (type d'Antigorio), *micaschistes* et *gneiss récent*, (type de l'Adula). Ce dernier supporte ici la formation des schistes lustrés; c'est lui aussi qui contient selon M. Rothpletz le *gneiss de Rofna*. La partie supérieure du gneiss récent serait représentée par des marbres, puis de nouveau des gneiss, et enfin des dolomies grises avec des marbres.

L'auteur conteste que cette formation dolomitique et calcaire soit triasique, comme l'admet M. Heim. Quant au *contact du côté N*, rien n'est plus clair, la superposition du schiste sur le « Röthidolomit » est tout à fait évidente.

Il faut distinguer encore, d'après l'auteur, les *massifs calcaires du Splügen*, qui forment le versant N de la vallée du Rhin postérieur et qui étaient considérés par Théobald comme malm (Hochgebirgskalk). Quelques fossiles incertains (*Chemnitzia*, traces de bivalves), font pencher l'auteur pour l'âge triasique.

Mais il y a encore un autre terrain absolument énigmatique, c'est un conglomérat grossier, dit *Taspinit* (Heim), qui existe *en lambeaux*, soit sur le calcaire du Splügen, soit aussi sur les schistes grisons. L'auteur en cite un fragment d'*Apiocrinus* et des *Belemnites*, d'après lesquels ce conglomérat serait liasique, discordant et transgressif sur le calcaire triasique et sur les schistes lustrés anciens.

Il distingue en outre deux plissements l'un celui des schistes anciens, dirigé S-N et le plissement des calcaires dirigé W-E, avec déversement au S sur le bord méridional.

Enfin les *vrais schistes mésozoïques*, avec *grès* et *conglomérats* (y compris le taspinite de la région du Splügen) sont franchement reconnus par lui comme mésozoïques; l'auteur en cite des fossiles indiquant l'âge liasique moyen et inférieur, et les nomme *schistes d'Allgäu*. Du côté des Alpes glaronnaises, il y aurait un plan de chevauchement séparant ces couches des terrains constitutifs de cette dernière région. M. Rothpletz conteste qu'il y ait aucune connexion directe entre les terrains sur les deux flancs de la vallée du Rhin

antérieur. A ce propos, il reprend toute la question de l'*éboulement du Flimserstein,* dont les débris jonchent, d'après M. Heim, la vallée du Rhin entre Ilanz et Coire, où ils portent le nom de Rosshügel ou Thomas et contiennent des blocs de plusieurs centaines de mètres de longueur et de hauteur.

L'auteur conteste que ces grandes masses soient des blocs éboulés ; il les considère comme des masses en place, continuant en profondeur et dont le crevassement et la désagrégation très avancée peuvent s'expliquer en bonne partie par l'action des glaciers. Il conteste que les blocs, qui sont du Dogger, proviennent du Flimserstein, vu que ce dernier ne contient, selon lui, pas de roches analogues et probablement pas même du Dogger[1].

Mentionnons encore l'opinion de M. STEINMANN[2] qui apporte une modification importante à la classification des **schistes grisons,** en faisant revivre l'opinion de Studer qui envisageait les schistes à *Fucoïdes* et *Helminthoïdes* du Prättigau comme du *véritable Flysch*, tandis que Théobald les avait teintés comme « Bündnerschiefer ». La nouvelle carte aux 500000 de Heim et Schmidt confond cette formation avec les schistes certainement jurassiques plus à l'ouest. Rappelons toutefois que la carte de Noë, parue en 1890, donne le Prättigau comme flysch éocène, ainsi que l'avait déjà fait Gümbel.

Le calcaire et le calcschiste du Stätzerhorn avec leurs restes de Crinoïdes appartiendraient à des lambeaux de recouvrement jurassiques, comme le gypse et les dolomies triasiques et sans doute aussi les autres formations à fossiles liasiques de cette région. L'auteur rend hommage à B. Studer qui écrivit déjà en 1851, en parlant des calcaires à Bélemnites entre Albin et Presanz, que « si les schistes à fucoïdes ne sont pas eux-mêmes jurassiques, le calcaire forme là un recouvrement (Ueberschiebung) de couches anciennes sur des terrains plus récents. » La présence de blocs exotiques dans ces schistes, sur leur bord surtout, augmente leur ressemblance avec le Flysch de la zone des klippes du bord nord des Alpes.

M. Steinmann admet même l'extension des schistes oligocènes à travers la Schyn, jusque dans la Via-Mala et l'Oberhalbstein (voir la partie statigraphique).

[1] Voir en outre sur ce travail la partie stratigraphique.

[2] G. STEINMANN. Geologische Beobachtungen in den Alpen I. Das Alter der Bündner Schiefer. *Berichte d. naturforsch. Gesellschaft.* Freiburg i. B. 1895. IX. 19 p. 1 fig.

Zone centrale

La **géologie des environs de Zermatt** a fait l'objet d'un exposé de M. le prof. C. Schmidt[1]. Les terrains constitutifs de cette région des Alpes valaisannes sont :

1. *Un gneiss œillé* à mica blanc (gneiss d'Arolla) qui forme la Dent-Blanche et le Weisshorn, ainsi que le sommet du Mont-Cervin.

2. *Phyllades calcaires*, calcaires cristallins, schistes argileux à grains de quartz, etc., avec des *dolomies*, *cornieules*, *quartzites* et *gypse*. Ces derniers se trouvent au sommet comme au bas de la série phyllitique qui est en outre accompagnée de roches éruptives basiques métamorphiques ; schistes verts, serpentines, gabbros.

3. *Gneiss du Mont-Rose*, supportant les couches de la série 2.

Considérés par Giordano et Diener comme constituant une série normale de l'Archéique, ces terrains sont interprétés par M. Schmidt de la même manière que l'avait déjà fait Gerlach. Les phyllades et schistes verts seraient mésozoïques (Trias sup. et Jurassique) formant un synclinal déjeté et resserré entre les deux anticlinaux de gneiss de la Dent-Blanche et du Mont-Rose. M. Schmidt fait surtout ressortir encore le contraste qui existe entre les massifs cristallins du versant nord des Alpes avec leurs anticlinaux en *éventails écrasés*, tandis que ceux du versant sud offrent des *voûtes* en forme de dômes, dont les pieds-droits sont souvent renversés. (Voir partie stratigraphique.)

La **géologie du massif du Simplon** a été résumée par M. le prof. C. Schmidt[2] et représentée par une série de profils géologiques.

La région proprement dite du Simplon est constituée par les terrains suivants :

1. *Sédiments mésozoïques*, toujours fortement métamorphosés, composés de dolomies, cornieules, gypse, etc. (Binnenthal, San-Bernardo, Brieg, etc.). Les dolomies acquièrent souvent l'aspect de marbres archéiques. Les gneiss sous-jacents sont souvent modifiés, comme attaqués par l'eau et prennent un aspect bréchiforme, sans que toutefois l'on puisse constater aucune discordance entre deux.

[1] C. Schmidt. Conférence sur la géologie des environs de Zermatt. *C. R. Soc. helv. Sc. nat. Zermatt* 1895. *Arch. Sc. phys. et nat.* XXXIV, 477-483, et *Eclogæ* IV, 361.

[2] C. Schmidt. Géologie de la région du Simplon. *C. R. Soc. helv. sc. nat. Zermatt.* 1895. *Arch. sc. phys. et nat.* XXXIV, 483-492, et *Eclogæ* IV, 367.

Les dolomies sont accompagnées de micasschistes gris-verdâtres qui correspondent peut-être aux Quartenschiefer des Alpes glaronnaises. Il y a en outre des micaschistes à biotite et à gros cristaux d'albite. Il faut savoir distinguer les *marbres archéiques*, les *marbres dolomitiques du Trias* et les *calcaires cristallins* intercalés dans les *schistes lustrés*.

Les schistes lustrés forment le large synclinal du Val-Bedretto et se continuent dans la région du Simplon en se bifurquant de part et d'autres de l'anticlinal gneissique de l'Ofenhorn. La zone allant par le Faulhorn, les Ritzenhörner et Ausserbinn, jusqu'à Mattalp près Termen, renferme nombre de stations fossilifères comme au Nufenen. M. Schmidt cite des Belemnites (*B.* cf. *acuarius*, *paxillosus*) et même une coupe d'Ammonite. Ces roches ne peuvent donc pas être archéiques comme le prétend Diener.

Les schistes noirs ou gris foncés de cette zone offrent souvent l'aspect de cornéennes à zoïsite et de phyllades à clintonite. Vers le Sud, ces roches sont remplacées par des cornéennes à grenats et par des phyllades calcaires.

Les schistes verts du Binnenthal et du Tunetschhorn appartiennent à ce complexe et probablement aussi la serpentine (résultant d'une Lherzolite) du Geisspfad qui repose sur la voûte gneissique de l'Ofenhorn.

Les « schistes du Devezo » appartiennent aussi à cette formation. Leurs cornéennes granatifères reposent de même sur les marbres triasiques.

Le fait le plus frappant reconnu déjà par Gerlach et confirmé par les recherches de Schmidt et Schardt, c'est que *ces mêmes cornéennes avec dolomies et gypse se retrouvent sous le gneiss d'Antigorio*, d'où l'obligation d'admettre des dislocations formidables, soit un chevauchement de 8-10 kilomètres de la part du gneiss d'Antigorio par-dessus les schistes mésozoïques, ainsi que le représentent les profils de MM. Schmidt et Schardt (voir *Livret-guide géol.*, pl. VIII, fig. 6, et X, fig. 5).

M. Schmidt insiste surtout sur le fait, avéré maintenant, que les schistes lustrés resserrés entre les divers massifs gneissiques appartiennent à la même formation, ce qui ressort surtout de la présence de zones dolomitiques et gypsifères du Trias. Ces schistes mésozoïques recouvrent le gneiss en concordance complète et forment avec ce dernier un seul et même système de plissements. Les discordances que M. Zeller a cru voir ne sont que des apparences ou des fautes d'interprétation. (Voir partie stratigraphique.)

M. C. SCHMIDT[1] a publié pour la Soc. géologique suisse le programme d'une **excursion à travers les Alpes lépontines et le massif du Simplon.** Cette excursion, qui devait partir de Zermatt et toucher l'hospice du Simplon, Alpe di Veglia, Varzo, Devero et Binn par le Geisspfad, n'a pas pu avoir lieu, faute de participants. Une liste bibliographique sur cette région fait suite au programme.

En résumant les résultats de son mémoire sur la **géologie de l'Ossola** (voir *Revue géol.* pour 1894) M. TRAVERSO[2] rappelle que la structure et la stratigraphie de cette région sont extrêmement simples, le gneiss inférieur granulitique, granatifère, supportant le gneiss granitoïde d'Antigorio, formerait une voûte ou calotte, sur laquelle viennent se mouler les gneiss supérieurs ; de part et d'autre de cette calotte sont des systèmes de plis secondaires compliqués dans les schistes nésozoiques.

Jura.

CARTES GÉOLOGIQUES.

Le service de la carte géologique détaillée de la France a fait paraître la feuille **Saint-Claude** (149) relevée géologiquement par M. l'abbé BOURGEAT, ainsi que la feuille **Thonon** (150) qui fait suite à la précédente du côté est et que nous avons déjà mentionnée à propos des Alpes. La première s'étend sur une petite partie du Jura suisse (à l'ouest de Saint-Cergues et dans la vallée des Dappes) et du plateau miocène près de Sattigny, mais la seconde comprend une importante partie du Jura et surtout une large bande du plateau suisse au N. du lac Léman. Ces régions suisses n'ont été teintées toutefois qu'en y rapportant les levers anciens des feuilles XVI et XVII de l'atlas géologique suisse (Jaccard).

Dans la partie limitrophe française, la carte de M. Bourgeat montre fort bien le déversement à l'W de l'anticlinal de la chaîne du Reculet et le contact anormal entre le Jurassique supérieur et le Miocène le long de la vallée de la Valserine, où existe un pli-faille d'une portée considérable, allant de Chezery jusqu'au delà du col de la Faucille. La revision de la feuille XVI de l'atlas Suisse, qui se poursuit actuellement, nous amènera à parler avec plus de détails de cette région, lorsque la deuxième édition de cette feuille aura paru.

[1] C. SCHMIDT. Programm für die Excursionen der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft von 8. bis 15. September 1895.

[2] S. TRAVERSO. Sur la géologie de l'Ossola. *C.-R. Acad. Sc. Paris*, 18 mars 1895.

JURA SEPTENTRIONAL

Le travail publié par M. GREPPIN[1] sur plusieurs **détails tectoniques de la chaîne du Passwang** signale le fait que le Kellenköpfli, la Hintere Egg, ainsi que la Vordere Egg ne sont pas formées de Malm, mais de Dogger; il y a là trois écailles superposées de Dogger, dont la situation dans la chaîne du Passwang n'était pas bien claire lors de la publication d'une première notice parue en 1892 (voir *Revue géol.* pour 1892). De nouvelles études montrent, que ni les premières interprétations de M. Greppin, ni celles de M. Mühlberg, n'ont assez précisé la complication de cette région. La triple superposition des mêmes assises du Dogger ne peut s'expliquer, selon M. Greppin, que par deux replis couchés et déversés au S, à flanc moyen étiré et oblitéré; à cela s'ajouteraient encore deux plis moins intenses du côté du nord. L'auteur donne, à côté du profil réel, des dessins schématiques, pour expliquer le mécanisme de ces dislocations étranges et inattendues dans la chaîne du Jura.

M. Greppin attribue tous ces chevauchements à des *plis préexistants* couchés; donc, chaque chevauchement aurait dû passer par la phase du pli-faille. Il s'oppose absolument à l'idée de M. Rothpletz de la formation de chevauchements, indépendamment de plis. — Ainsi dans les cluses de Mumliswyl et d'Œnsingen, où M. Mühlberg a aussi admis un chevauchement direct (voir *Revue*, p. 1891), M. Greppin fait intervenir un pli-faille, c'est-à-dire un pli couché à flanc moyen étiré et réduit, admettant que ce double repli du Dogger s'est formé sous une voûte de Malm et que, par la suite du refoulement, les deux plis du Dogger ont pénétré l'un dans l'autre, en se transformant d'abord en pli-faille, puis en chevauchement.

Aux travaux de MM. Mühlberg, Steinmann, etc., **sur les relations tectoniques entre la dépression rhénane et la région du Jura**, vient s'ajouter une nouvelle étude de M. A. TOBLER[2], qui embrasse un domaine plus restreint, compris entre le plateau de l'Elsgau et le plateau Bâle-Campagne-Dinkelberg. Une grande partie du mémoire de M. Tobler est consacrée à la description stratigraphique (voir partie stratigraphique),

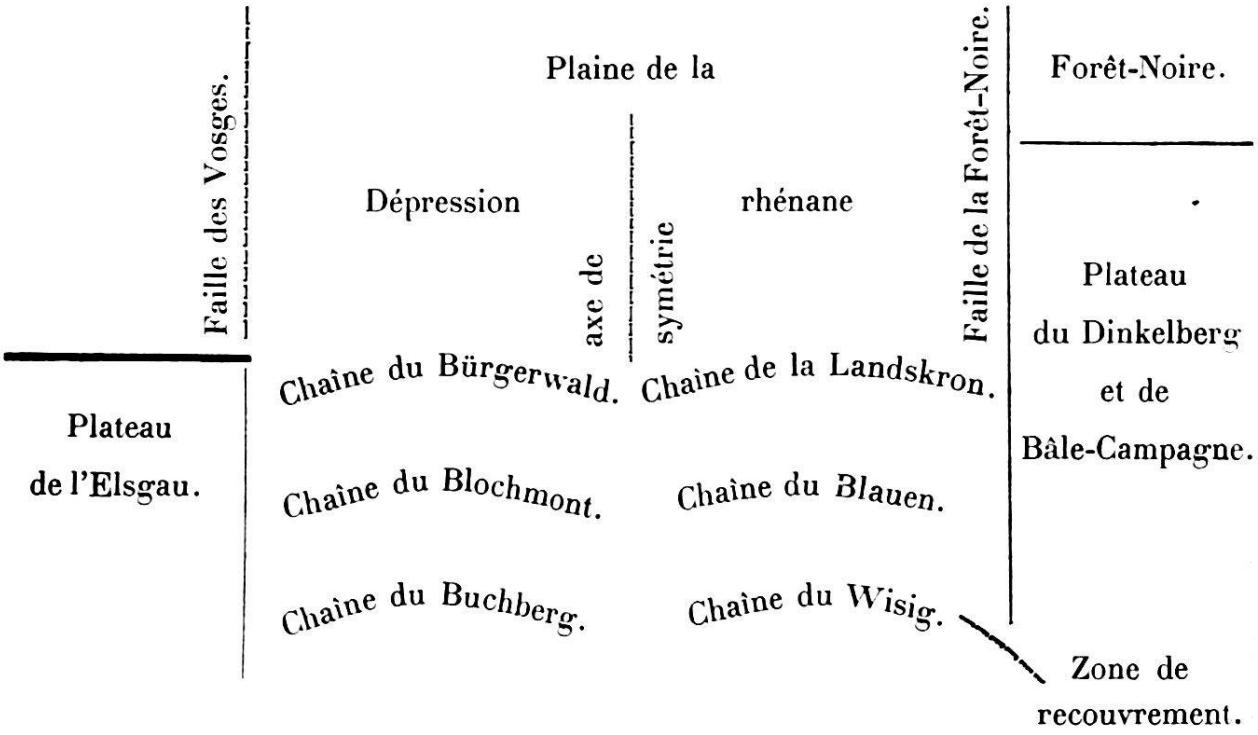
[1] E. GREPPIN. Ueber interessante Lagerungsverhältnisse in der Passwangkette *Verhandl. der Naturf. Gesellschaft. Basel.* 1895. XI, 174-182.

[2] AUG. TOBLER. Der Jura im Südosten der Oberrheinischen Tiefebene. *Verhandl. d. Naturf. Gesellsch. Basel.* 1895, XI, 283-367, 2 pl.

dans laquelle l'auteur décrit tous les terrains au-dessus de l'Opalinien, qui est l'assise la plus ancienne.

Le caractère tectonique le plus frappant de cette région est l'interruption du plateau jurassien entre la Birseck et la Larg. Entre ces deux points, le plateau jurassien qui suit le pied nord de la chaîne du Mont-Terrible, est remplacé par une série de petits chaînons décrivant deux courbures, convexes du côté de la plaine rhénane, de part et d'autre d'une ligne méridienne que l'auteur nomme *ligne* ou *axe de symétrie* de la plaine du Haut-Rhin. Les accidents tectoniques se répéteraient, selon l'auteur, d'une manière absolument symétrique de chaque côté de cette ligne, comme si l'un des côtés était l'image spéculaire de l'autre.

En effet, les chaînons du Bürgerwald et du Blochmont correspondent, par leurs allures, sensiblement à ceux de la Landskron et du Blauen de l'autre côté de cet axe. Même les deux lignes de dislocation qui limitent à l'ouest et à l'est ce segment plissé du plateau jurassien, ont quelque chose d'analogue, car le plateau de l'Elsgau rappelle la disposition du plateau bâlois et du Dinkelberg. Ces failles ne sont autre chose que le prolongement des failles bordières de l'affaissement rhénan. C'est aussi la présence de cette zone d'affaissement qui a causé la formation des plis mentionnés et d'un certain nombre d'autres au sud de la Birse, ainsi que le montre le schéma ci-contre :



En décrivant les détails tectoniques de la chaîne du Blauen et de son prolongement occidental, le Blochmont, M. Tobler s'efforce de démontrer l'indépendance de ce pli, en faisant remarquer que l'anticlinal du Blochmont existait déjà avant que le pli du Blauen fut entièrement développé ; donc les deux plis sont indépendants. Il est nonobstant évident que le Blochmont est l'équivalent tectonique du Blauen, sans être la continuation directe de cet anticlinal.

Il montre encore la présence de plusieurs failles transversales à la direction des grandes failles rhénanes. Les éléments tectoniques de cette intéressante région offrent un si grand grand nombre d'accidents locaux que l'auteur est embarrassé parfois de donner l'explication des causes de chacun d'eux.

Ainsi le plateau de Gempen, à l'est de la Birseck, offre trois séries de failles qui créent autant de gradins. Sur d'autres points encore, les failles sont nombreuses, ainsi que de faibles chevauchements.

En résumé, il résulte de cette étude tectonique, que la région des chaînons jurassiens, comprise entre les méridiens de Larg et de la Birseck, correspond à une partie du plateau jurassien entraîné dans l'affaissement rhénan. Ce segment fut limité par les prolongements des lignes d'affaissement bordant les Vosges et la Forêt-Noire. Son plissement résulte évidemment d'une poussée au vide qui n'a pas pu se manifester à l'est et à l'ouest de ces deux limites, où, par contre, le mouvement horizontal a donné lieu à des recouvrements.

Dislocations.

Pendant longtemps les **poches de marne d'Hauterive incluses dans le Valangien inférieur** du bord du lac de Bienne, entre Gléresse et Bienne (Jura bernois), sont restées un problème assez énigmatique et controversé. MM. Schardt et Baumberger[1] en ont fait une étude détaillée, d'où résulte que ces accidents sont exclusivement attribuables à des *phénomènes de glissement* avant accompagné les dislocations de cette région du Jura. Cette conclusion a déjà été annoncée dans la *Revue géologique* pour 1894.

Le mémoire détaillé qui vient de paraître contient les descriptions de chaque gisement.

[1] H. Schardt et E. Baumberger. Etudes sur l'origine des poches hauteriviennes dans le Valangien inférieur entre Gléresse et Bienne (Jura bernois). *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXXI, 247-288. 22 figures, 1895.

La série normale des terrains dans la région en question est la suivante :

Alluvions, éboulis, dépôts lacustres, etc.
Dépôts glaciaires et blocs erratiques.
Mollasse miocène, grès à feuilles, en position transgressive sur le néocomien.
Hauterivien supérieur, calcaire jaune roux spathique, en bancs réguliers, 10 mètres.
Hauterivien inférieur, marne d'Hauterive grise et jaune et calcaire marneux, 10 à 15 mètres. Nombreux fossiles.
Valangien supérieur, calcaire roux et calcaire limoniteux, 6 mètres.
Valangien inférieur, marbre bâtard ; calcaire blanc et gris jaunâtre, en bancs massifs, interrompus au milieu par des zones marneuses fossilifères, 35-40 mètres.
Purbeckien, brèches, marnes et marno-calcaires nymphéens. 10-15 mètres.
Portlandien, calcaires plaquetés et calcaires compacts.

C'est sur le flanc des plis regardant le bord du lac que les accidents en question se présentent habituellement ; un seul exemple se trouve sur le flanc d'un synclinal interne. La disposition des terrains jurassiques en forme d'épaulement ou de fauteuil, supportant des lambeaux ou des flanquements de néocomien, est une des causes principales de la formation des poches.

Trouver au milieu du Valangien inférieur des enclaves de marne d'Hauterive, entièrement entourées du calcaire compact (marbre bâtard), est certes un des accidents les plus étranges, d'autant plus que c'est sur 20 à 30 mètres de longueur qu'on les observe et leur extension invisible est probablement bien plus considérable. Dans la plupart des cas, la marne hauterivienne paraît comme *interstratifiée* parallèlement au Valangien.

Gilliéron en a fait mention pour la première fois, d'après Hisely, en 1869 ; il compare ces intercalations au sable et marnes sidérolitiques, connus dans la région sous le nom de Huppererde et attribue leur formation au même phénomène que ce dernier terrain, soit lévigation et remplissage subséquent.

En 1870, J.-B. Greppin crut pouvoir attribuer ces accidents à des glissements de lambeaux du Valangien inférieur pardessus l'Hauterivien, grâce à la forte pente du flanc du Jura.

Cela semblait être le dernier mot, car jusqu'en 1888 personne n'en fit plus mention. Cette année, la Société géolo-

gique visita plusieurs de ces enclaves, sous la conduite de M. Rollier. Ce géologue émit à cette occasion une hypothèse nouvelle, supposant les excavations dans le roc valangien formées par érosion sous-marine pendant la sédimentation du Valangien supérieur, et ensuite la marne d'Hauterive déposée normalement dans ces excavations.

M. Schardt, au contraire, expliqua alors ces accidents par de simples glissements en bloc de lambeaux de marne d'Hauterive et de Valangien supérieur dans des crevasses ouvertes pendant le soulèvement du Jura.

Enfin (1893) M. Rollier revient de sa première explication pour se rallier à celle de Gilliéron, en cherchant un lien entre le phénomène sidérolitique et les enclaves hauteriviennes. L'un et l'autre seraient le résultat de la lévigation du néocomien par des eaux souterraines, en partie peut-être thermales.

Peu après, M. Baumberger, frappé par la présence de blocs valangiens de dimensions variées au milieu des poches hauteriviennes, crut à un remplissage par en haut, par l'action de l'eau, remplissage qui devait avoir eu lieu antérieurement à l'époque cénomanienne, vu l'absence de roches plus récentes que le néocomien.

Les recherches faites ensuite par MM. Baumberger et Schardt ont conduit à la confirmation pleine et entière de l'hypothèse donnée antérieurement par ce dernier. Il fut aisé de constater que la marne d'Hauterive forme des enclaves entièrement isolées, entourées de toutes parts par le Valangien inférieur. Ce ne peut donc pas être de la marne d'Hauterive recouverte par un glissement de calcaire valangien comme le pensait J.-B. Greppin. Pourtant la marne n'est nullement léviguée, ni les débris du calcaire, ni les fossiles ne portent aucune trace du charriage par l'eau ; on n'y voit aucune trace de triage ou de stratification comme cela se voit dans le remplissage des crevasses sidérolitiques. En un mot, la marne d'Hauterive de ces enclaves a un aspect absolument normal, comme si elle avait été déposée à la place qu'elle occupe. Cette constatation justifierait, à première vue, l'hypothèse première de M. Rollier. Mais cette explication ne se tient pas debout, vu que la marne d'Hauterive est accompagnée de blocs parfaitement consolidés de *calcaire roux* et de *limonite du Valangien supérieur*, terrain qui n'aurait pas encore pu exister lors du creusement des cavernes. En outre, dans leur *gisement ordinaire*, ni le Valangien supérieur, ni l'Hauterivien *ne sont en discordance* sur le Valangien inférieur ; la marne d'Hauterive, en particulier, est toujours séparée du marbre

bâtard par une épaisseur notable de calcaire roux et ferrugineux, le tout absolument concordant.

L'absence de débris du Hauterivien supérieur et des terrains plus récents ou plus anciens que le Valangien parle également contre l'introduction par charriage.

Une autre hypothèse, émise par M. Renevier, est que ces intercalations étranges pourraient être des colonies de la sédimentation et de la faune hauteriviennes ayant précédé la sédimentation normale de ce terrain. Mais cela ne se peut pas, par suite de la présence des blocs du valangien supérieur, terrain qui ne pouvait pas encore exister lors de l'établissement des colonies hauteriviennes supposées. La faible extension des enclaves et leur faune purement hauterivienne, identique à celle de la marne d'Hauterive existant en nappe continue au-dessus du Valangien supérieur, ne permet pas d'y voir autre chose que des lambeaux détachés. L'étude minutieuse, faite par M. Baumberger, des diverses assises du Valangien inférieur[1] ne lui a pas permis d'y trouver le moindre mélange de fossiles hauteriviens. De même les fossiles valangiens trouvés dans les poches, ne sont jamais contenus dans la marne, mais proviennent de blocs du calcaire valangien inférieur ou supérieur. Tout parle en faveur d'une introduction mécanique par glissement, ayant accompagné la dislocation du Jura. Les faits suivants parlent en faveur de cette manière de voir.

1. Le *contact des enclaves* hauteriviennes avec le calcaire valangien inférieur est toujours franc et formé par des surfaces polies, semblables aux miroirs de glissement.

2. Les *blocs calcaires* du Valangien inférieur qui sont nombreux dans la zone marginale des poches, sont souvent aussi *polis* et *usés* à leur surface, comme s'ils avaient été déplacés, au milieu de la marne, sous l'action d'une forte compression.

3. La marne elle-même est souvent *feuilletée, presque schisteuse*, surtout au contact avec le calcaire valangien et dans les anfractuosités de celui-ci, qu'elle remplit ordinairement, comme si elle y avait été pressée avec force. La marne se prolonge ainsi parfois dans des fissures latérales et transversales sous forme d'apophyses, tandis que la masse principale de la plupart des poches occupe ordinairement l'espace entre deux lits de calcaire valangien ; elles paraissent donc comme des intercalations lenticulaires dans le Valangien inférieur.

4. Toute la masse de la marne est dans plusieurs poches parcourue de *plans de glissement* à stries parallèles, ainsi que de *plans de clivage*, formant deux systèmes parallèles s'entrecoupant

[1] Voir la partie stratigraphique (Valangien).

sous un angle aigu, ensorte que la marne d'Hauterive se brise naturellement en fragment rhomboëdriques.

5. La marne d'Hauterive des enclaves est accompagnée, sur deux points, de lambeaux importants de valangien supérieur, formant le bas des intercalations, tandis qu'en haut se trouve une zone de nodules du calcaire marneux, qui résulte évidemment du niveau calcareo-marneux du sommet de l'Hauterivien inférieur, réduit en fragments arrondis par le frottement.

6. Les blocs valangiens forment par place par leur abondance une véritable *brèche* et même plusieurs poches passent latéralement à une brèche calcaire très résistante finissant en forme de coin. Ces brèches ne sont rien d'autre que des brèches de dislocation.

Les poches de marne d'Hauterive ont été reconnues jusqu'à présent sur dix points, comprenant en tout quatorze poches, distinctes ou groupées, à proximité les unes des autres, entre Gléresse et Bienne.

Les auteurs donnent une description détaillée de chacune, avec figures, et citent les fossiles, soit hauteriviens, soit valangiens qui ont été recueillis dans chaque gisement.

Les localités où existent des poches hauteriviennes sont :

1. Le dépôt de bois près Gléresse, deux poches, entre Gléresse et la Baume.
2. La Baume, entre Gléresse et Douanne.
3. La route de Diesse au N. de Douanne.
4. La Cros à l'entrée du vallon du Gaicht.
5. Au SE. de la maison du Kapf, au N de Douanne.
6. Au bord de la route de Bienne, entre Vuntele et la carrière du Rusel.
7. La carrière du Rusel, 3 poches.
8. Au bord de la route, entre la carrière du Rusel et le passage à niveau de la voie ferrée.
9. La tranchée du chemin de fer au pied du Goldberg, entre Vigneule et Bienne.
10. Derrière la ferme de la propriété Verdan, au Pasquart, à Bienne, 2 poches.

Nous renvoyons au mémoire des auteurs pour le détail de chacune de ces poches. Il n'est pas à méconnaître que leur origine est nettement liée aux phénomènes de dislocation de cette partie du Jura.

Les poches de la Cros, du Kapf et du Goldberg semblent résulter d'un simple glissement de paquets de marne d'Hauterive et du Valangien (Goldberg), dans des crevasses formées sur le pied-droit du pli en genou que produit ici le flanc du

Jura. L'on voit nettement l'ouverture béante par laquelle la marne a glissé entre les bancs du marbre bâtard.

Les autres gisements sont plus compliqués. En effet, l'ouverture d'introduction du remplissage ne se voit pas. Il faut donc admettre que le mécanisme du remplissage s'est fait en deux mouvements. 1° La marne d'Hauterive et les débris de calcaire valangien ont glissé dans une crevasse produite près de la partie convexe du genou du calcaire valangien, comme pour les trois poches citées. Ensuite, le Valangien du flanc supérieur a glissé, à son tour, par-dessus le remplissage marneux, en fermant l'ouverture d'introduction, comme le ferait un couvercle à tiroir.

Il y a d'ailleurs un grand nombre de points sur la rive du lac de Bienne, entre Neuveville et Bienne, où l'on voit fort bien le glissement du haut en bas des bancs valangiens, plus ou moins parallèlement à la stratification, ainsi à la Hohe Fluh près Bipschal, et au Fluhweg près Daucher.

L'inclusion des enclaves hauteriviennes a encore été suivie de compressions, ce qui est attesté par les phénomènes de clivage, les miroirs, les plans de glissement qui les entrecoupent et qui les séparent de l'entourage valangien. Leur formation est donc antérieure à l'achèvement du plissement du Jura.

L'absence de l'étage urgonien sur le bord du lac de Bienne et la faible épaisseur de l'hauterivien supérieur ont dû singulièrement faciliter les glissements supposés.

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

par H. Schardt

Minéralogie.

D'après M. A. Brun[1], le **grenat mélanite** se trouve dans les **environs de Zermatt** en nombreux petits cristaux ou en masses mamelonnées, plus ou moins grosses, d'une couleur verte ou jaune de miel, engagés dans de l'asbeste. Les masses

[1] *C.-R. Soc. phys. et Sc. nat. Genève*, 6 juin 1896. Arch. sc. phys. et nat. XXXIV, 103.

sont tantôt lisses, tantôt rendues rugueuses par une multitude de facettes microscopiques du dodécaèdre rhomboïdal.

Les cristaux les plus petits sont les plus purs ; ils appartiennent au type topazolite de 48 pyramides. Les masses et les cristaux les moins purs ont une texture fibro-rayonnante, dont les fibrilles ont un allongement positif, donnant l'apparence d'un sphérolite à croix noire.

Les fibres sont souvent terminées par des facettes du dodécaèdre rhomboïdal et chaque fibre forme un cristal isolé. Les fibres ont en général une extinction oblique sur leur longueur.

Dans la mélanite jaune, le centre des sphérolites est formé par un grain de magnétite, et lorsqu'elle est vert pâle, c'est un fragment d'asbeste.

M. TARNUZZER [1] a étudié un nouveau gisement du **Minerai manganifère**, existant à l'altitude de 2500 mètres dans le Val Bercla, entre le Mazzerspitz et le point coté 3082, sur l'arête bordant le Val d'Avers (Grisons). Le gisement de ces minerais se trouve dans les schistes verts et panachés paléozoïques. Il y a essentiellement du polianite et un peu de pyrolusite et du psilomelane. Des schistes silicieux rouge cerise et des schistes à jaspe alternent avec les lits manganifères à éclat gris-acier semi-métallique. Il y a lieu de considérer ce gisement comme une formation sédimentaire.

Un autre gisement paraît exister près du Tamülpass (2417 m.) entre les vallons de Vals et de Safien.

M. le Dr J. FRÜH[2] a examiné les **débris de charbon** provenant de la station préhistorique du Schweizerbild, et conclut que les restes appartiennent en partie à du bois carbonisé, en partie à du charbon minéral, qui n'est ni houille, ni anthracite, mais du lignite à éclat résineux, provenant probablement du terrain miocène du voisinage, où existent divers gisements de ce combustible.

ORIGINE DU PÉTROLE ET DU BITUME.

La revue géologique s'est déjà occupée de plusieurs travaux de feu M. le prof. JACCARD[3] concernant les **gisements et l'origine de l'asphalte et du pétrole.** (Revue pour 1894.)

[1] Dr CHR. TARNUZZER. Neue Fundstellen von Manganerz in Graubünden. *Eclogæ geol. helv.* IV, 1895, 414-416.

[2] Dr J. FRÜH. Ueber Kohlenreste aus dem Schweizerbild. *Denkschr. d. Schw. naturf. Gesellsch.* XXXV 1895, 197-200.

[3] A. JACCARD. Le pétrole, l'asphalte et le bitume au point de vue géologique. *Bibliothèque scientifique internationale*, LXXXI. 1895, 292 p.

Un nouveau volume, donnant d'une manière plus complète encore le résultat des études du regretté géologue, vient de paraître dans la collection de la *Bibliothèque scientifique internationale.*

Après une introduction historique sur la découverte des bitumes et huiles minérales dans les diverses parties du monde et leurs relations avec la sédimentation, l'auteur examine la multitude d'hypothèses proposées pour expliquer l'origine de ces matières ; puis il les fait suivre d'un examen critique, en se prononçant lui-même catégoriquement en faveur de *l'origine sédimentaire* par *décomposition d'organismes*, d'animaux surtout, ainsi que l'avaient déjà fait Lesquereux, Fraas, etc. Il cite à l'appui de cette hypothèse le phénomène observé dans le lac des Brenets, où la décomposition des organismes (anodontes, etc.), dans le limon du fond, produit un très actif dégagement d'hydrogène carburé gazeux; il en déduit que la formation d'hydrocarbures liquides ou solides peut s'expliquer par le même phénomène. En tout cas, les calcaires et marnes bitumineuses (calcaires fétides, etc.), si fréquents dans les formations d'eau douce, saumâtres ou marines, trouvent ainsi une explication très plausible.

L'étude des gisements, exploités dans les diverses parties du monde, forme le chapitre le plus intéressant de ce livre. L'auteur s'étend tout spécialement sur les gisements suisses et limitrophes, soit d'asphalte solide ou visqueux, soit de naphte liquide.

Ces matières existent dans trois niveaux très distincts :

1. Dans le Bathonien où le bitume remplit des crevasses (Noiraigue), ou forme le remplissage des interstices d'une brèche de dislocation (Vallorbe).

2. Dans l'Urgonien, le bitume se trouve comme imprégnation d'un calcaire crayeux ou spatique très poreux (jusqu'à 15 %) : Val de Travers, Pyrimont, Lovagny, Forrens. — Parfois aussi dans ce même étage l'asphalte visqueux remplit des craquelures et des excavations sans communication avec l'extérieur (Mormont, Thoiry).

3. Dans la Molasse miocène inférieure (Aquitanien ou Oligocène supérieur). Ici c'est du pétrole fluide qui forme l'imprégnation des grès sableux tendres. M. Jaccard cite les localités de Dardagny, Chavornay et Orbe.

Les exploitations n'ont été fructueuses jusqu'ici que dans l'Urgonien crayeux du Val-de-Travers. L'exploitation de l'asphalte bathonien n'a pas été poursuivie.

L'auteur croit à l'avenir des gisements miocènes que l'on a tenté d'exploiter à plusieurs reprises. Le pétrole qui s'écoule des mollasses, à Dardagny (Genève) et à Chavornay, Orbe et Mathod, lui paraît un motif sérieux pour encourager des recherches ultérieures. Bien que les sondages et tentatives d'exploitations assez profondes faites à Dardagny n'aient pas donné de résultat satisfaisant, et, *malgré la différence d'âge et de facies*, l'auteur compare nos gisements suisses à ceux de Pechelbronn en Alsace et pense que des sondages profonds pourraient faire jaillir le pétrole, comme à Pechelbronn. Trois profils transversaux à la vallée de l'Orbe figurent d'innombrables nappes de sables pétrolifères, que l'auteur suppose intercalées dans la Mollasse rouge.

En résumant les résultats de son étude et après avoir envisagé l'avenir des exploitations de pétrole et de bitume, M. Jaccard se prononce catégoriquement *contre l'origine minérale* ou éruptive du pétrole et du bitume, en admettant toutefois le déplacement de ces matières, à travers les roches perméables, à des distances souvent très éloignées de leur gisement primitif.

Pétrographie.

Roches sédimentaires.

Le **grès de Taveyannaz**, qui se trouve toujours nettement interstratifié dans le Flysch (voir la partie stratigraphique), a fait l'objet d'une étude pétrographique de la part de MM. Duparc et Ritter[1]. Cette formation présente deux faciès, un type gréseux qui est en prédominance et un type conglomérique plus rare. Au point de vue microscopique, les grès de Taveyannaz sont manifestement aussi des conglomérats à éléments extrêmement petits, mais qui sont pour la plupart des individus pétrographiques distincts, c'est-à-dire des fragments de roches. Ils ne se composent que rarement d'individus minéralogiques exclusifs.

Qu'il soit à l'état de conglomérat à gros éléments, ou à l'état de grès fin, le grès de Taveyannaz est toujours formé de débris roulés, autant du moins que les contours des éléments, parfois très fins, sont nettement visibles ; car parfois

[1] Duparc et Ritter. Le grès de Taveyannaz et ses rapports stratigraphiques. *Arch. sc. phys. et nat. Genève* 1895. XXXIV, p. 435-452 et 530-560.

leur pénétration réciproque ne permet pas de distinguer leurs limites de séparation.

Les auteurs ont pu distinguer les débris de deux catégories de roches :

I. Des *roches éruptives basiques modernes* :

1. *Andésites*, dont il y a six types à distinguer. Ils sont tous à deux temps de consolidation. Les minéraux du premier temps sont des hornblendes zonaires, du mica noir, de l'augite incolore et de la magnétite, avec du feldspath andésine ou labrador-andésine.

Le second temps a produit des microlites de feldspath andésine, de magnétite, d'augite, avec un minéral chloriteux. Il y a souvent, en plus ou moins grande abondance, de la pâte amorphe.

2. *Labradorites*, moins répandues que les andésites et aussi moins variées. Elles sont aussi à deux temps. Le premier produit des cristaux d'augite, de labrador et de magnétite ; quelques plages de chlorite secondaire (brouillards). Le second temps offre des microlites de labrador, des grains de magnétite, et de la matière vitreuse.

Un type particulier ne permet presque pas de distinguer les éléments des deux temps.

Dans toutes ces roches, la structure fluviale est nettement accusée ; les divers type se lient les uns aux autres par un grand nombre de variétés.

Il est remarquable de constater l'absence de roches à olivine, de même que celle du quartz libre et de l'orthose. Il n'y a pas non plus de fragments trachitiques.

II. Les *roches éruptives anciennes* acides et roches cristallines sont beaucoup moins abondantes que les précédentes, évidemment, parce que les débris granitiques ne sont pas faciles à distinguer, lorsqu'ils sont de petite dimension, puis parce que les roches basiques sont manifestement en prédominance dans le grès de Taveyannaz. On a pu reconnaître toutefois du granit, contenant du quartz à extinction onduleuse, et des pégmatites à feldspath et quartz, en association graphique.

Il s'y rencontre aussi des micaschistes et un amphibolite.

III. Les auteurs signalent une *roche gréseuse*, verdâtre qui se rencontre en gros galets. C'est un mélange de quartz, de magnétite et de feldspath, le tout en petits grains noyés dans une masse argilo-chloriteuse prépondérante.

IV. Un certain nombre de *minéraux*, résultant évidemment des roches mentionnées, ont été rencontrés *isolément* dans le grès de Taveyannaz. Ce sont : magnétite, augite, hornblende, mica noir, mica blanc, labrador, andésine, oligoclase, orthose, microcline, quartz, calcite, chlorite.

Les auteurs donnent le résultat de leurs recherches microscopiques et les propriétés optiques et cristallographiques de ces divers minéraux.

Le feldspath est représenté par des plagioclases basiques, des plagioclases acides et des feldspaths potassiques.

Ces deux derniers proviennent sans nul doute de roches granitiques. Il y a de l'oligoclase, de l'orthose à structure microperthitique et du microcline. Ils sont tous propres aux grès transitoires entre le Flysch et le grès de Taveyannaz et toujours accompagnés de quartz granitoïde.

Quant à la chlorite, qui est extrêmement répandue, soit en nids, soit en rosettes, elle se rattache à la délessite et provient de la décomposition de la hornblende et de l'augite.

Les auteurs divisent les divers échantillons recueillis en quatre types : Le type conglomérique, le type gréseux à éléments basiques, qui est le plus répandu, le type gréseux à aspect quartzitique, riche en quartz et feldspath d'origine granitique, enfin les grès du Flysch.

A la suite d'une description détaillée de nombreuses coupes microscopiques, provenant soit des Alpes suisses, soit de Savoie, les auteurs formulent les conclusions suivantes :

Les grès de Taveyannaz ne sont pas des tufs d'une diabase quartzifère comme le pense M. Schmidt. Ils ne se rattachent pas davantage aux roches éruptives basiques trouvées en formes de blocs exotiques dans le Flysch. Ces dernières paraissent bien antérieures au tertiaire.

Il n'y a que deux alternatives à considérer : Ou bien le grès de Taveyannaz a été produit par des volcans situés à proximité de ces dépôts, qui en sont les tufs. Ou bien ce sont des courants marins qui ont amené ces débris d'une région volcanique lointaine, à travers le chenal dans lequel le Flysch s'est déposé accompagné des faciès du grès de Taveyannaz.

Diverses considérations, l'uniformité de la composition, et le mélange extrême avec le Flysch, ainsi que l'absence complète de traces de centres éruptifs dans le voisinage, militent en faveur de la dernière alternative et les auteurs indiquent le Vicentin comme offrant des éruptions andésitiques qui pourraient bien être le point de départ des matériaux du grès de Taveyannaz.

Les éruptions de cette région ayant offert un caractère particulièrement basique à l'époque de la formation du Flysch, le mélange certain avec des éléments d'origine granitique est en rapport avec le transport lointain. Ils en rapprochent l'hypothèse qui consiste à faire venir de la région Lugano-Pedrazzo les blocs exotiques de granit, etc., trouvés dans le Flysch, et voient dans cette coïncidence une confirmation de leur supposition relative au grès de Taveyannaz.

Dans un résumé de ces mêmes études, les auteurs[1] font encore ressortir que le **grès de Taveyannaz** est plutôt un conglomérat qu'un grès à éléments minéralogiques ; ils distinguent les divers types de roches constatés dans ces sédiments et se prononcent enfin bien franchement pour l'hypothèse de l'éruption volcanique pendant l'époque du Flysch.

La **Station préhistorique de Schweizerbild** a fourni un certain nombre de débris de roches. Celles-ci ont été examinées par M. Gutzwiller[2], qui a pu reconnaître les roches suivantes :

Gneiss de Rofna,
Verrucano vert de la vallée du Rhin antérieur,
Gneiss de l'Adula,
Schistes lustrés,
Schistes séricitiques,
Gneiss granitique du Julier (Oberhalbstein),
Granites de l'Albula et du Julier.
Verrucano rouge.
Amphibolite eclogitique, avec beaucoup d'épidote (provenant du massif de l'Adula).
Quartzites jaunâtres.

Ces roches, généralement bien conservées, proviennent du terrain glaciaire du voisinage, qui date de la dernière glaciation, de même que les graviers qui supportent les couches de culture ; contrairement à l'opinion de M. Steinmann, ces dernières seraient donc exclusivement post-glaciaires. (Voir partie stratigraphique.)

Roches cristallines.

Les études pétrographiques de MM. Duparc et Mrazec[3] sur le **massif du Mont-Blanc,** ont relevé les faits nouveaux qui suivent :

[1] Duparc et Ritter. Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec le flysch. *C.-R. Acad. des sciences Paris.* 8 avril 1895.

[2] Dr A. Gutzwiller. Die erratischen Gesteine der præhistorischen Niederlassung zum Schweizerbild. *Denksch. der Schweiz. Naturf. Gesellsch.* 1895. XXXV, 183-194.

[3] Duparc et Mrazec. Nouvelles recherches sur le massif du Mont-Blanc. *Arch. Sc. phys. et nat. Genève.* 1895, XXXIV. 312-327.

1. L'existence sur le *versant sud* du Mont-Blanc d'une zone, concordante en apparence, de *terrain houiller*, détritique fortement dynamo-métamorphosé. Ce sont des roches à élément feldspathique roulés, avec peu de quartz. Le feldspath est de l'orthose, plus rarement de l'albite. Ces éléments sont réunis par une masse schisteuse primitivement détritique, mais transformée par recristallisation, ou une association de paillettes de séricite et de grains de quartz ; à quoi s'ajoute du zircon, du sphène, un peu d'illmenite et quelques grains de mica brun altéré. Aussi la structure du schiste houiller paraît au microscope sensiblement modifiée par la recristallisation.

2. Un schiste satiné, qui sépare les pyramides calcaires de l'Allée Blanche, est formé de petits grains détritiques de quartz, d'orthose, d'oligoclase, entourés d'une auréole de quartz grenu recristallisé, au détriment duquel ces grains semblent se nourrir. Ces roches rappellent certains schistes verts permiens et sont probablement de cet âge.

3. Le *Mont-Chétif* et la *Montagne-de-la-Saxe*, qui sont la continuation l'un de l'autre, montrent une structure en anticlinal à *noyau éruptif*, formé de granit et de micro-granulites (granit-porphyre). Le premier a une forte ressemblance avec la protogine du Mont-Blanc. Les micro-granulites contiennent de grands cristaux bipyramidés de quartz, souvent corrodés; les grands cristaux de feldspath sont souvent décomposés en quartz et séricite. La pâte à grain fin est formée essentiellement de quartz et de séricite.

4. Les *schistes liasiques* du *Val Vény*, de *l'Allée-Blanche* et du *Val Ferret* sont composés d'une association intime, fortement schisteuse, de grains de calcite avec quelques petits galets de quartz, d'orthose et de plagioclase, peu de muscovite et rarement des débris de tourmaline. Il y a des traînées d'une poussière opaque brune, formée par de l'illménite, de nombreuses aiguilles de rutile et des matières charbonneuses.

Dans diverses roches d'aspect gréseux l'élément calcaire prédomine.

5. La *partie SE du massif du Mont-Blanc*, portant les sommets voisins des glaciers du Triolet, du Pré-de-Bar et du Mont-Dolent, est formée d'une *protogine* d'un aspect un peu différent de celles du versant N. Le grain est plus fin, sans développement excessif des feldspaths ; le quartz dépasse à peine la dimension des autres individus. Cette prolongine renferme un mica particulier et manque de quartz granulitique. C'est un vrai granit, dont on trouve le type au Mont-Roux.

Au microscope, on reconnaît une biotite vert foncé, en pe-

tites lamelles, et des inclusions d'apatite, de sphène, de magnétite, de l'hématite et de l'allanite. L'oligoclase est assez abondante et l'orthose se trouve en grandes plages. Le quartz est exclusivement sous forme granulitique. Il y a un peu de calcite et d'épidote secondaires.

Ce *massif de granit* est traversé par de nombreux *filons de granulite*, visibles dans la paroi dominant le Val Ferret ; ils appartiennent à un type presque à deux temps, que les auteurs ont déjà décrit antérieurement. Grands cristaux d'orthose et de quartz, entourés d'un magna cristallin granulitique.

A gauche du glacier du Pré-de-Bar se rencontre une *microgranulite* à deux temps. La première consolidation est représentée par un mica vert chloritisé avec sphène, magnétite, apatite et zircone.

6. Le *manteau cristallin* du massif du Mont-Blanc sur son *versant nord*, au-dessous des Grands-Mulets, est formé de roches, décrites tour à tour comme gneiss ou comme micaschistes. Le profil allant des rochers des Mottets par la Fiala et le Montanvert à l'Angle, jusqu'au contact de la protogine, a été étudié par les auteurs à l'aide de préparations microscopiques, afin de constater la vraie nature des roches qui le composent.

Le schiste *simulant l'aspect du gneiss*, qui se trouve à la base des Mottets, renferme des glandules d'orthose, de microcline, peu d'oligoclase, noyés dans une masse à structure parallèle, formée de quartz et de mica blanc. C'est donc un gneiss glanduleux que les auteurs considèrent comme un produit d'injections, feuillet par feuillet, avec large cristallisation feldspathique, sans que la nature de la roche primitive puisse être discernée. L'analyse donne à cette roche $SiO_1 = 68,60\,\%$ et $Al_2O_3 = 14,78\,\%$. De nombreux filons de granulite apparaissent au-dessous et dans leur voisinage. Les auteurs reconnaissent que le micaschiste est complètement granutilisé par imprégnation, et l'analyse donne à la roche $SiO_2 = 70,30\,\%$ et $Al_2O_3 = 16,09\,\%$, ce qui correspond presque à l'acidité d'une granulite.

Au-dessous de cette zone à filons de granulite le terrain redevient schisteux tout en restant gneissique, la teneur en SiO_2 tombe à $65,10\,\%$. Jusqu'à la Filier, les roches schisteuses sont plus ou moins injectées et granulitisées, et à l'approche du contact avec la protogine, l'injection devient générale et uniforme, en donnant aux roches cet aspect gneissique particulier. C'est cette circonstance qui a fait diviser les roches cristallophylliennes du Mont-Blanc en une zone interne de

gneiss et une zone externe de micaschiste; en réalité ce sont les *mêmes types de roches* qui se retrouvent dans toute l'épaisseur. Seulement, près du contact, la *granulitisation* est plus profonde.

Les auteurs distinguent *trois types* d'injection : par *imprégnation*, par *injection feuillet par feuillet*, et par *injection lenticulaire*. Dans ce dernier, ce sont souvent des lentilles de 3-12 centimètres de long qui simulent des gneiss œillés. Ces lentilles sont de la granulite pure, composée d'orthose et d'anorthose abondants, oligoclase, et microcline rares, quartz et apatite, le tout réuni par du quartz en grains polyédriques plus petits avec un peu de chlorite.

A l'Angle, près du contact, il y a de nombreux bancs de *leptynite*, roche très acide ($Si\ O_2$ 74,25 % $Al_2\ O_3$ 17,50 %) et remarquable par sa teneur en soude (5,70 %).

Les observations faites le long de ce profil, attestent que *tout le manteau cristallophyllien du Mont-Blanc, dès le contact avec la protogine jusqu'à la vallée de Chamonix, est granulitisé* : les différents faciès résultent des injections plus ou moins complètes. C'est au contact même que l'injection est la plus complète. Chaque filon important provoque à son contact avec les roches schisteuses encaissantes une injection exagérée, imitant celle du contact avec la protogine. Il n'est pas possible de reconnaître dans ce complexe le faciès primitif de la roche schisteuse, ni d'y distinguer des niveaux différents.

Sur d'autres points les auteurs ont reconnu encore des roches appartenant à des types particuliers. Ainsi au *Mauvais-Pas*, ils citent des *schistes verdâtres*, formés d'une association feutrée de chlorite vert-pâle en paillettes et de séricite, avec une multitude de grains de sphène, de magnétite et d'hématite, le tout réuni par de petits grains de quartz. Cette roche est beaucoup plus basique ($Si\ O_2$ 50,28 %, $F_2\ O_3$ 16,01 %, $Al_2\ O_3$ 19,22 %).

Un second profil allant de la *Cascade de Blaitière*, jusqu'à la protogine, offre également des roches appartenant à des types analogues, que le microscope fait reconnaître comme *schistes granulitiques* ($Si\ O_2$ 68 % et $Al_2\ O_3$ 16 %), *schistes glandulaires* ($Si\ O_2$ 55 %, $Al_2\ O_3$ 19 %, $Fe_2\ O_3$ 11 %), etc., qui prennent dans le voisinage des filons de granulite une acidité exagérée ($Si\ O_2$ 69 %). L'étude des diverses variétés de roches conduit aux mêmes conclusions.

Il est cité encore une *roche schisteuse en bancs minces*, qui contraste par sa faible granulitisation avec son entourage.

Elle est formée exclusivement de biotite verte, d'épidote et de quartz. Son contact avec la protogine est franc (SiO_2 59,30%, Al_2O_3 19,20%, Fe_2O_3 8,10%).

7. Sous le *glacier du Pendant* existe une *zone de contact très bien visible* et au *col des Grands-Mulets* se voit, dans la protogine, une enclave ou synclinal de *schistes*. Ce sont des micaschistes injectés, très irrégulièrement et toujours davantage sur leur bord, où l'injection feldspathique est encore manifeste, tandis qu'au centre on ne trouve plus que l'injection quartzeuse. Ce schiste est formé de biotite chloritisée avec de la zoïsite séricite, associée à du quartz flou ; il est entrecoupé de lentilles de quartz granulitique.

8. A l'*extérieur de la zone des micaschistes injectés* du versant N du Mont-Blanc existe, à l'extrémité NW, un revêtement de *schistes chloriteux* et de *cornes vertes*. Les schistes chloriteux sont également injectés. Ils sont constitués par de la chlorite, de la séricite, du mica noir, des feldspaths et du quartz. La séricite se groupe ordinairement avec la chlorite en touffes radiées. Les schistes cornés ont un aspect pétrosilicieux de couleur jaune grisâtre ; ils sont formés par un agrégat extrêmement fin de quartz, associé à des matières amorphes et de la magnétite.

Les *amphibolites du glacier de Trélatête* sont aussi traversées par des filons de granulites, et les inclusions amphibolitiques des granulites sont extrêmement intéressantes par la formation de trois zones concentriques, invoquant l'action modificatoire du contact avec la granulite. La zone extérieure foncée est formée par des prismes d'amphibole vert-noirâtre. La seconde est vert-clair et offre des cristaux d'actinote à structure radiée. La troisième centrale paraît grisâtre à l'œil nu. Elle manque d'ailleurs parfois. Elle contient des cristaux d'amphibolite noire, gisant au milieu de paillettes de talc, en compagnie de grandes lamelles de mica brun.

Quelques schistes chloriteux (Mont-Tendre) ont sous le microscope une structure manifestement détritique. Ces terrains représentent en tout cas la partie supérieure de la formation schisteuse.

M. R. Schæfer[1] a publié une étude géologique et pétrographique sur les **gabbros métamorphiques de la vallée de Saas**. C'est pour la première fois qu'une étude systématique de cet objet a été tentée et elle ne devait pas être extrêmement

[1] Raimund W. Schæfer. Ueber die metamorphen Gabbrogesteine des Allalingebietes im Wallis. *Inaugural dissertation*. Tschermaks *Mineralog. u. petrograph. Mittheil.* 1895, XV, 48 p., 3 fig., 1 carte.

facile, vu que les affleurements de ces roches sont situés dans une des régions des plus difficilement accessibles du Haut-Valais, entourés de grands glaciers à une altitude variant entre 3300 et 4000 mètres. Mais les affleurements se sont montrés si peu étendus et formés de roches si métamorphosées, qu'il a fallu avoir recours aux matériaux recueillis le long des moraines des glaciers qui descendent du massif.

Le gabbro, *visible en place*, n'occupe à l'Allalingrat qu'un espace fort petit, moins de deux kilomètres, sur une hauteur d'environ 600 mètres. Il forme l'escarpement sur le versant de Saas, au-dessous de l'Allalinhorn, 4034 m., qui s'élève sur l'arête séparant cette vallée de celle de Zermatt.

Le gabbro est accompagné d'un contingent de roches plus ou moins métamorphiques qui se rattachent évidemment à la même origine, comme les gabbros du Matterhorn, du Mont-Collon, les serpentines et schistes verts du Riffelhorn, la serpentine du Petit-Cervin et du passage du Saint-Théodule, ainsi que les serpentines de Stalden, du Monte-Moro et du Col d'Ollen.

L'auteur s'est attaché surtout à l'étude des gabbros provenant de l'arête de l'Allalin, qui se présentent comme un noyau au milieu d'une enveloppe de schistes amphiboliques et serpentineux, d'origine éruptive, et qui sont entourés à leur tour de gneiss et de micaschistes avec intercalations calcaires. Les *gabbros proprement dits* ne se trouvent que dans la moraine du glacier d'Allalin, descendant de la partie centrale du massif.

Malheureusement presque toutes les roches sont profondément transformées dans leur structure, comme dans leur composition chimique; une seule variété, un gabbro à olivine, à grain grossier, fait exception, c'est la seule roche normale de la région ; mais elle passe à des formes nombreuses de transformations et modifications, dont le résultat final est une roche grossière de saussurite, smaragdite et talc, qui est le plus répandu des gabbros à saussurite de la région. D'autres sont riches en amphibole et saussurite, passant au gabbro normal ; un troisième type est surtout formé de saussurite et talc et résulte d'un gabbro à olivine, pauvre en diallage (Forellenstein).

Le glacier du Schwarzenberg amène de même les matériaux du Weisshorn et du Strahlhorn, et le glacier de Fée dépose des moraines formées des débris provenant de l'arête postérieure d'Allalin, de l'arête verte et de l'Egginerhorn, du Mittaghorn et du Mischabel.

L'auteur décrit en détail les gisements des roches étudiées, l'Allalingrat et l'Allalinhorn, le Mittaghorn et l'Egginerhorn, enfin le Matterhorn.

Dans les définitions pétrographiques, il distingue en première ligne deux types de roches gabbroïdes, celles à structure grenue et celles à structure fibreuse ou fibro-ondulée (flaserig), qui offrent toutefois d'innombrables passages.

A. Roches a structure grenue :

Gabbro normal, grossièrement grenu, quoique variable, à structure fluidale, à olivine, diallage brun-noir, et plagioclase (labradorite) en proportion variable; l'olivine est peu décomposée, ordinairement entourée d'auréoles fibro-rayonnantes d'amphiboles, au contact de la labradorite, mais jamais du côté du diallage.

Ce gabbro ne renferme pas d'apatite, sauf quelques pyrites, il est exempt de minerais.

Le *gabbro saussuritisé*, se place à côté du précédent par son grain et sa structure, mais il en diffère complètement par le remplacement de la labradorite par la saussurite. Il y a en outre de l'amphibole verte, qui occupe la forme cristalline du diallage, soit à l'état d'actinote, soit comme smaragdite d'un beau vert. Un mélange de talc, actinote et grenat, contenant des restes d'olivine, se trouve sous forme de masses arrondies. Ce mélange résulte certainement d'une transformation de l'olivine.

Il y a en outre les variétés suivantes :

a) Roche à saussurite, smaragdite, talc, trémolite et grenats.

b) Roche à saussurite, biotite, smaragdite, talc, actinote et grenat.

c) Roche comme *b*, mais sans smaragdite.

d) Roches à saussurite et amphibole, sans le mélange de talc, amphibole et grenat.

e) Roches pauvres en saussurite, souvent associées à la variété contenant ce minéral en abondance et représentant des traînées plus basiques.

f) Roche grossièrement grenue à saussurite et diallage, entremêlés de grains de rutile, grenat et pyrite. Le grenat est souvent extrêmement abondant, même à l'intérieur du diallage.

Roches à amphibole glaucophanoïde, éclogite, pro parte.

a) Roche composée d'amphibole et feldspath, de l'Allalingrat postérieur; l'amphibole est très semblable à la glaucophane. Rutile, titanite, épidote, grenat et pyrite.

b) Roche à amphibole et épidote.

c) Eclogite à amphibole bleu-noir, pyroxène vert-clair, grenat brun-rouge et rutile, localement pyrite et magnétite.

B. Roches a structure fibro-ondulée : Ne se trouvant jamais à l'état frais et intact, la décomposition saussuritique est partout complète. Dans les types de passage, le feldspath s'est montré être un albite mêlé de zoïsite, l'amphibole verte n'a pas la forme du diallage et constitue des masses lenticulaires dans la saussurite. Mica paragonite. Les variétés tout à fait fibreuses et schisteuses représentent des amphibolites à zoïsite, composés d'un mélange de zoïsite, albite, lentilles d'actinote et clinochlore. Localement ces roches contiennent de l'ottrelite ; alors le feldspath et les composants verts diminuent et la zoïsite augmente.

Les *schistes verts* ne peuvent pas nettement se séparer des roches gabbroïdes fibreuses et schisteuses. Ils sont caractérisés par la présence de lentilles blanches, de zoïsite, feldspath et épidote, comprises dans un mélange d'amphibole et de clinochlore. L'épidote, la zoïsite, l'amphibole et le clinochlore sont idiomorphes par rapport au feldspath.

Des roches analogues ont été trouvées à l'Egginerhorn, au sommet de l'Allalinhorn, au Mittaghorn. Au Strahlhorn, elles contiennent en abondance du grenat, de même qu'au Hinterallalinhorn.

Un schiste vert de Gletscheralp est très riche en prismes et grains d'apatite.

Au Mischabeljoch existe un schiste vert, riche en amphibole et contenant une biotite.

Le schiste chloriteux à l'extrémité du Riffelhorn, contient des cristaux idiomorphes de trémolite, magnétite et dolomie, disséminés dans la masse fondamentale chloritique.

Les *serpentines à humite* se montrent au Rhymphischhorn, au Fluchthorn, au Grünergrat, à la Langefluh et au Hinterallalingrat. Tantôt massives, tantôt schisteuses, ces roches passent de mille manières à l'éclogite et aux schistes chloriteux, talqueux et actinolitiques. Il n'a pas été possible d'y trouver de l'olivine intact. Il y beaucoup de pyrite, de la magnétite, parfois du diallage. Mais le fait le plus caractéristique est la présence de deux minéraux monoclines de la famille de l'humite, qui se présentent sous forme d'agglomérations irrégulières allant du brun-rouge au jaune-clair ; ou bien ce sont des cristaux prismatiques.

Dans un coup d'œil rétrospectif, l'auteur attribue au dyna-

mométamorphisme la transformation profonde de toutes ces roches, de leur saussuritisation d'une part et de leur schistosité périphérique d'autre part. Les serpentines à humite proviennent probablement de roches à péridot.

L'auteur s'occupe en dernier lieu de divers *types de roches gabbroïdes du Matterhorn*. Un *véritable gabbro* se trouve entre 3300 et 3600 mètres, sous forme d'une lentille sur la face W de la pyramide. C'est une roche grossièrement grenue, composée de plagioclase, et diallage. Le premier ordinairement saussuritisé. Le gabbro est entrecoupé de filons acides euritiques d'aspect aplitique et formé de feldspath et quartz à grain fin.

Le *gabbro à olivine* du Matterhorn est à grain fin et manque de filons acides; il contient des minéraux blancs et foncés (olivine, pyroxène noir et feldspath blanc).

Au sommet existe un banc de *roche verte*, en partie massive, en partie schisteuse, dont le fond est une amphibole actinolitique, clinochlore, puis zoïsite, peu de plagioclase et quelques paillettes de mica et talc; ce serait un *amphibolite à plagioclase et clinochlore*.

3e PARTIE. — GÉOLOGIE DYNAMIQUE

par Léon du Pasquier.

Actions et agents externes.

Sédimentation. — Erosion et Corrosion. — Sources. — Lacs. — Glaciers.

Sédimentation.

Les singulières **buttes** ou « **Thomas** » de la vallée du Rhin, entre Coire et Reichenau, sont considérées par les uns comme des pointements de roche en place, fortement désintégrés à la surface, par d'autres, comme des restes d'anciens éboulements.

M. Tarnuzzer[1] en a fait le sujet d'une étude. Ces buttes s'élevant, nettement délimitées, du fond de la vallée, atteignent quelquefois 75 mètres de hauteur. Dans les coupes

[1] Die Thomalandschaft von Chur, Ems und Reichenau (*Der freie Rhätier* 1894. Nos 288-294).

profondes, M. Tarnuzzer a vu presque toujours, sous un épais manteau de détritus, la roche en place, constituée en général par les calcaires du Calanda. Quelques Thomas ne présentent, à vrai dire, que des débris.

M. Tarnuzzer voit dans la conservation des Thomas un argument contre la théorie de l'**érosion glaciaire**.

Tout en admettant la réalité du grand éboulement de Flims, M. Tarnuzzer en restreint donc considérablement le contour, tel qu'il a été indiqué par M. Heim. Il est, en outre, d'avis que les roches affleurant dans la gorge de Versam sont bien en place.

Telle est aussi l'opinion de M. Rothpletz [1] qui, dans son travail sur l'âge des schistes grisons, parle du Versamer Tobel et de certains Thomas.

Erosion.

M. Emile Chaix [2] revient sur la question des **lapiès**, dans un travail sur **la topographie du désert de Platé**, accompagné d'une carte au 1 : 5000 et de 15 planches photographiques.

Après une introduction relative à la situation et à la nature du terrain, l'auteur décrit ses procédés de levé, ainsi que la topographie du Désert, vaste surface, en général urgonienne ou de calcaire nummulitique, coupée de nombreux accidents, qu'il range sous différents chefs. Ce sont des *gradins*, des *crevasses* profondes, des *ciselures* superficielles, divisées elles-mêmes en rigoles, plateaux cannelés, briques, trottoirs, dalles, tabourets, bourrelets et enfin des puits. Ces dénominations sont, par elles-mêmes, suffisamment claires.

Quant à l'origine de toutes ces formes, M. Chaix est de ceux pour lesquels elle est multiple. La *corrosion* des eaux météoriques lui paraît jouer un rôle prépondérant dans la formations des ciselures superficielles, surtout des rigoles, cannelures, bourrelets. Les tabourets isolés indiquant quelque autre cause en plus, M. Chaix pense à des *synclases*, des sortes de joints de retrait, existant dans les sédiments à l'état plus ou moins latent et prédéterminant la direction de certains accidents.

Les crevasses lui paraissent déterminées, en général, par des *cassures de torsion*. Les puits enfin pourraient quelquefois être d'anciens *moulins*, souvent des formes de corrosion dues à l'*action de la neige* stagnante.

[1] Loc. cit. Ueber das Alter der Bündnerschiefer.
[2] *Le Globe* T. XXXIV, 1895, aussi à part, Genève, 44 p. 4°, 16 pl.

M. Früh[1] a décrit un remarquable effet d'**érosion** des eaux thermales de Baden (Argovie) sur un calcaire marneux. La surface de la roche ressemble à s'y méprendre à un poli éolien dont elle présente l'éclat onctueux. Ce poli est bien dû à un effet mécanique et non à un encroûtement. Il présente quelques petites dépressions, pas de stries.

M. Tarnuzzer[2] s'est occupé des **moulins glaciaires** ou **marmites de géants** du col de Maloja. La première partie de son travail est consacrée à une description de ces marmites et de leur genèse.

Notons que parmi les dites marmites, — actuellement déblayées et reliées par des chemins, grâce à l'initiative de M. le Dr Steffens et à M. Walther du Kurhaus Maloja, — il s'en trouve une de 11 mètres de profondeur et de 6 mètres de diamètre.

M. Tarnuzzer[3] a en outre repris l'idée de M. Heim sur la genèse de la topographie actuelle et sur le **déplacement des cours d'eau** de la Haute-Engadine.

L'Ordlegna, le torrent d'Albigna et celui de Marozzo coulaient autrefois à l'Inn, dont ils formaient les sources. Les terrasses supérieures du val Forno correspondent encore à celles de la vallée supérieure de l'Inn.

La pente plus rapide de la Mera, du val Bregalia, lui a permis de pousser activement son érosion régressive, elle a coupé les trois torrents susmentionnés de leurs cours primitifs et les a captés.

Tout cela est postglaciaire et s'est effectué sans le secours des grandes dislocations qu'on serait de prime abord tenté d'admettre.

De son côté M. Tobler[4] relève aussi le fait que dans la portion du Jura qu'il a étudiée les **vallées d'érosion** ne sont pas déterminées par les cassures profondes.

Dans une note sur le Jura [5] M. Rollier se prononce en faveur de cours d'eau antécédents ayant façonné les **cluses du Jura** pendant que se produisait le plissement.

M. Du Pasquier[6] a cité d'autres déplacements de cours d'eau, moins considérables, dans le Val-de-Travers. Eux

[1] Ueber eine dem Windschliff gleichende Wirkung. *Neues Jahrb. f. Min. etc.* 1895. II, p 255-256.

[2] Die Gletschermühlen auf Maloja. Jahrb. naturf. Gesellsch. Graubündens, 1895.

[3] Die Gletschermühlen etc., loc. cit. p. 42-53.

[4] Der Jura im Südosten der oberrh. Tiefebene; loc. cit.

[5] Ueber den Jura zw. Doubs etc.

[6] Le glaciaire du Val-de-Travers. Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel 1894.

aussi sont post-glaciaires. Le principal, celui de l'Areuse a été produit par un éboulement issu du Creux-du-Van, qui a repoussé l'Areuse vers le flanc opposé de la vallée (Endroit), la forçant à se creuser un nouveau chenal en grande partie dans la roche en place.

Sources.

L'ancien thalweg de l'Areuse, obstrué par les moraines et par l'éboulement du Creux-du-Van, paraît laisser encore filtrer les eaux de la nappe profonde du vallon de Noiraigue, qui viennent former des sources au Champ-du Moulin.

Dans la vallée du lac de Joux, M. SCHARDT[1] a reconnu que le gault donne lieu à un horizon aquifère.

Lacs.

La question de la **genèse de certains lacs** a été traitée par M. DELEBECQUE[2]. Dans le lac du Bourget, il voit un produit de l'affaissement alpin subséquent au Deckenschotter, comme dans la formation du lac de Zurich admise par MM. Heim et Aeppli.

M. Delebecque, reprenant une idée émise par M. Penck, pense que l'origine de plusieurs lacs du Jura[2] doit être cherchée dans l'existence d'une fissure, servant autrefois de passage au cours d'eau, mais obstruée dans la suite.

Pour quelques lacs, comme celui des Brenets, un écoulement souterrain incomplet peut continuer à exister.

Cette idée d'obstruction de fissures a été émise, il y a bon nombre d'années déjà, par M. Baltzer, à propos du lac d'Ober-Blegi.

M. F. L. PERROT[3] a rappelé l'histoire de l'ancien **lac de Chedde**, situé au-dessus de la route de Saint-Gervais à Servoz. Vu par H. B. de Saussure, puis par Jaquet-Droz en 1819 il a été détruit en 1837 par un éboulement.

Nous ne pouvons passer sous silence le second volume du « *Léman* » de M. F-A. FOREL[4], quoique les matières qui y sont traitées sortent du cadre de cette revue.

[1] Nouveaux gisements de Cénomanien et de Gault dans la Vallée de Joux *Archives Genève, C. R. Soc. helv. Sc. nat. Zermatt.* 1895, p. 91-92.
[2] *Archiv. Sc. phys. et nat.* 3e Pér. XXXIV. 1895 p. 584-585.
[3] *Archiv. Sc. phys. et nat.* 3e Pér. XXXIII. 1895. p. 394-395.
[4] F.-A. FOREL. Le Léman. Monographie limnologique. *Lausanne*, 1895.

Glaciers.

Les **formes superficielles des glaciers** sont pour M. SIEGER[1] le produit de deux facteurs, le mouvement d'écoulement et l'ablation. Grâce à la masse poreuse, crevassée, de la glace, l'écoulement des eaux s'y fait souvent comme dans les causses; il en résulte des puits, des galeries, des effondrements, etc., rappelant les formes superficielles du Karst comme par exemple les célèbres entonnoirs du glacier du Gorner.

M. F-A. FOREL[2] continue ses recherches sur les **variations périodiques des glaciers**. Son quinzième Rapport annuel a paru cette année. Il en ressort qu'en 1894 un très petit nombre de glaciers se sont mis en crue; un nombre plus considérable, qui étaient en phase de crue, ont commencé à diminuer; la grande majorité a persisté dans la décrue.

Tant dans ce rapport que dans un travail subséquent, M. FOREL[3] a résumé l'état de nos connaissances relatives aux variations des glaciers des Alpes suisses et formulé quelques-uns des problèmes qui se posent actuellement.

Quant aux variations connues pendant le XIXe siècle, M. Forel les résume comme suit:

Crues.	Maxima.	Décrues.	Minima.
1811-1818	1818-1825	1818-1830-1840	?
1830-1850-1870	1850-**1856**-1870	1850 et 1870- ?	?
1875-1893	1893 (partiel)	1893- ?	?

Quoique les variations des glaciers soient individuelles, elles sont dominées par de grandes lois générales; elles présentent, dans l'ensemble des Alpes, une certaine simultanéité. La période à laquelle elle sont soumises, est renfermée dans les limites de 30 et 50 ans.

En 1895 a été terminé le tunnel de décharge du lac de Märjelen. D'après des renseignements dus à M. EPPER du

[1] Formes superficielles des glaciers et de névés analogues à celles du Karst. *Geograph. Zeitschv.* 1895. compt. rend. Trav. Soc. helv. Sc. nat. Zermatt 1895, p. 92-94. *Archiv. Sc. phys. et nat.* 3e Per. XXXIV. 1895, p. 494-495.

[2] Les variations périodiques des glaciers des Alpes, *Jahrb. Schw. Alpen Club.* 1895. XXX.

[3] Les variations périodiques des glaciers, *Archiv. Sc. phys. et nat.* 3e Pér. XXXIV, 1895. P. 209-229).

bureau hydrométrique, M. FOREL [1] nous apprend que le niveau des eaux du lac est désormais de 11,2 mètres plus bas qu'auparavant. Le volume n'excédera plus 4 millions de mètres cubes, (au lieu de 10 300 000 m³).

L'avalanche qui s'est produite le 11 septembre 1895 au glacier de l'Altels a donné lieu à un grand nombre de publications, dont nous ne mentionnons que les principales, celles qui sont écrites dans un but scientifique, pour autant toutefois que nous en avons eu connaissance.

La commission des glaciers de la Société helvétique des sciences naturelles a chargé M. HEIM [2] de l'élaboration d'un compte-rendu de la **catastrophe de l'Altels**. Ce travail a pu être publié, grâce au concours financier de la Confédération et de la Société des Sciences naturelles de Zürich.

Les observations, faites au moment de l'avalanche, se réduisent à peu près à la perception du bruit. De Kandersteg, on constata aussi un nuage s'élevant derrière le Gellihorn et un peu de pluie.

On sait que l'avalanche fut produite par la rupture de la partie inférieure d'un glacier de versant, occupant le sommet de la pyramide de l'Altels : le glacier de l'Altels. Du côté de la Spitalmatte, le versant de la montagne est constitué par les surfaces des couches jurassiques, inclinées au NW d'une trentaine de degrés. C'est le long de ce plan incliné qu'a glissé la masse de glace, entraînant sur son passage quantité de débris pierreux.

La rupture a grossièrement la forme d'un arc de cercle, de près de 500 m. de corde ; elle n'était pas déterminée par des crevasses préexistantes. Le volume de la masse éboulée est de 4 $^1/_2$ millions de mètres cubes environ.

La trajectoire de l'avanche a 2400 mètres de tour et plus de un million de mètres carrés de superficie, les résistances y sont très petites.

M. Heim calcule à 120 mètres environ la vitesse de la masse arrivant au bas de pente.

L'aspect du champ de dépôt du cône de l'avalanche est celui d'un courant de débris qui a déferlé contre la paroi opposée de la vallée et est retombée en arrière, donnant lieu à une coulée de retour.

Tout autour de ce champ, existe une zone jonchée de menus débris.

[1] *Archiv. Sc. phys et nat* 4e. Pér. I, 1896. p. 580.

[2] Die Gletscherlawine an der Altels. *Neujarsblatt der Naturf. Ges.* in Zürich, 1896. 63 p. 4o, 3 pl.

C'est dans cette zone extérieure que nous trouvons les effets dévastateurs du *souffle* ou vent de l'avalanche, les forêts déracinées ou rasées, les chalets emportés de la Spitalmatte, etc.

La structure de la masse de glace triturée, du cône de l'avalanche, est celle d'un conglomérat d'écoulement (Strömungsconglomerat) comme dit M. Heim. La teneur en débris pierreux qu'on est tenté d'exagérer ne dépasse guère 1 à 2 %.

Le cône de l'avalanche occupe une surface d'environ 1 million de mètres carrés, et sa région extérieure, grêlée de pierres, environ 1,9 million.

Nous ne suivrons pas M. Heim dans sa détermination du travail mécanique produit par ce phénomène (6300 millions de kg., dont 3150 millions disponibles au pied) l'esprit étant incapable de se faire une idée de chiffres pareils sans de nombreux termes de comparaison.

M. Heim étudie ensuite les renseignements que nous possédons sur la catastrophe analogue de 1782, qui paraît avoir été toute semblable à celle de 1895.

Quant aux *causes*, les recherches de M. Forel ont montré que l'avalanche de 1782 s'était produite après une série de semaines exceptionnellement chaudes. La même chose a été constatée cette année. M. Heim pense donc que, grâce à cette influence, la géoisotherme de 0° a pu s'élever quelque peu. La partie inférieure du glacier aura de ce fait été dégelée de dessus son fond. Le calcul montre que, dans ce cas, la cohésion de la glace ne pouvait maintenir seule cette partie inférieure qui dès lors devait s'ébouler.

Comme il est probable que cette catastrophe se renouvellera au bout d'une série indéterminée d'années, M. Heim recherche les moyens de la prévenir ou de la rendre inoffensive. Il préfère ces derniers, les moyens préventifs entraînant à des dépenses trop considérables.

Disons encore pour terminer que le travail de M. Heim est illustré, d'une carte et de dessins de l'auteur ainsi que d'une série de vues phototypiques.

M. Forel[1] a décrit aussi l'éboulement du glacier de l'Altels et rapproché cet événement d'un grand nombre d'autres catastrophes de glaciers. Ces catastrophes sont en général périodiques, le même phénomène se répétant sur le même point.

[1] L'éboulement du glacier de l'Altels. *Archiv. Sc. phys. et nat. Genève*, 3e Pér. XXXIV, 1895, p. 513-543.

On peut distinguer :

1° Des éboulements secs.

2° Des ruptures par suite d'accumulation d'eau dans le glacier.

3° Des dérivations de l'eau d'écoulement.

4° Des ruptures de lacs temporaires produits par barrage glaciaire.

Les causes de l'avalanche de l'Altels doivent être cherchées dans la longue série de jours très chauds, que nous avons eue en août et septembre. M. Forel établit la similitude, sous ce rapport, des années 1782 et 1895.

M. Brückner [1] a aussi donné un compte-rendu de l'avalanche de l'Altels, que nous n'avons pas eu entre les mains.

Citons encore une note de M. Ch. Sarasin [2] sur cet objet et deux autres de M. Du Pasquier [3].

Dans la seconde de ces dernières, l'auteur, qui a cherché à reconstituer l'histoire des variations du glacier, aux fins d'arriver à déterminer d'une manière plus précise les causes de la rupture, constate, de 1881 à 1893, un allongement notable et assez continu du glacier. Ce fait est étonnant car pendant ce laps de temps la plupart des glaciers du voisinage paraissent avoir constamment décru et M. Du Pasquier, lui-même, croit pouvoir admettre une diminution de l'enneigement des régions supérieures de l'Altels et du Balmhorn. Il en résulterait que cet allongement du glacier est dû à un phénomène d'étirement plastique, — peut-être la première manifestation de la rupture imminente qui se préparait de longue main, pendant les derniers étés, en général trop chauds.

M. Forel [4] a dès lors proposé divers moyens de correction propres à prévenir le retour de la catastrophe de 1895. Ces moyens consisteraient soit à empêcher le glissement par la création de résistances, soit à prévenir la crue du glacier par une tranchée provoquant une rupture artificielle toutes les fois qu'il dépasserait certaines limites.

En fait de publications étrangères sur ce sujet citons un article de Miss M. Ogilvie « The Gemmi disrater [5] » orné

[1] *Himmel und Erde*, VII, 1895.

[2] *Archiv. Sc. phys. et nat*, 3e Pér, XXXIV, 1895, p. 575-577.

[3] *Archiv. Sc. phys. et nat.* 4e Pér. I, 1896, p. 184-187 et *Archiv. Sc. phys. et nat.* 4e Per. I, 1896 p. 391.

[4] *Archiv. Sc. phys. et nat.* 4e Pér. 1896, p. 176-178.

[5] *Nature*, vol. LII, 1895, p. 573.

de bonnes reproductions photographiques; un autre de M. C. S. Du Riche Preller [1] « The ice-avalanche on the Gemmi Pass » (les dimensions antérieures admises pour le glacier ne sont pas exactes) et un troisième de M. E. A Martel [2].

Actions et agents internes.

Les **tremblements de terre** qui ont eu lieu en Suisse en 1894 ont été comme de coutume étudiés par M. J. Früh [3], qui en enregistre seize.

1. 30 janvier, 5.20 s. Secousse à Aigle, Ollon, Gryon, Bex.
2. » 5.55 s. Secousse à Bex.

Ces deux secousses représentent un premier séisme transversal de la vallée inférieure du Rhône.

3. 1er février, 1.50 m. } Même région.
4. » 2,05-2.15 m. } 2e séisme transversal
5. » 11-12 m. } de la vallée du Rhône.
6. 6 février, 5.45 m. Coire-Klosters-Davos-Engadine Domleschg, Bregalia : Séisme grison.
7. 8 février, 5.38 m. Lausanne.
8. 15 février, 5 m. Bex-Ollon.
9. 3 juillet, 9.45 s. Bière.
10. 4 septembre, 10.27 s. Schaffhouse.
11. 1er octobre, Ardez.
12. 21 octobre, Coire.
13. 27 novembre, 6.10-6.12 m. Tessin-Hte-Engadine-Bregalia. Prolongement d'un séisme lombard.
14. 30 novembre, 2.40-45 m. Coire-Schalfig-Filisur-Alveneu. Séisme du bassin de la Plessur.
15. 12 décembre, Remus (Bsse-Engadine).
16. 14 décembre, Concise.

M. Früh donne en outre un résumé de quelques séismes intéressants de l'année, qui ne se sont pas fait sentir chez nous.

[1] *Engineering*, 10 oct. 1895.
[2] *La Nature*, No 1170. 2 nov. 1895.
[3] J. Früh, Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1894, *Annalen der Schw. meteor. Centralanst.* Jahrg. 1894.

4e PARTIE. — STRATIGRAPHIE

par LÉON DU PASQUIER.

Archéique et Paléozoïque.

MM. DUPARC et RITTER ont étudié le **Carbonifère** et les **quartzites du Trias** au NW du massif du **Mont-Blanc**[1].

Cette « étude pétrographique » qui ressortit à un autre chapitre de cette revue conduit cependant à quelques résultats stratigraphiques, que nous ne pouvons passer sous silence ici.

Le houiller forme, du Valais au Pelvoux, plusieurs traînées en général synclinales, parfois anticlinales. Il repose en discordance sur les schistes cristallins et est recouvert, en discordance également, par le Trias. Ces discordances sont fréquemment masquées.

On peut distinguer dans le houiller des conglomérats, des grés, des schistes, les premiers en forment plutôt la base.

Une étude des galets constituant les conglomérats révèle la présence de granites divers, de roches cristallophylliennes et détritiques, provenant des anticlinaux entre lesquels se trouve localisé le Carbonifère. Il en résulte que ces anticlinaux existaient, émergés, au moment de la formation des conglomérats. De plus, les roches cornéennes du revêtement cristallin de ces anticlinaux étant considérées comme synchroniques aux cornes précambriennes du plateau central, le *paléozoïque ancien manque, le massif ayant été émergé* à ce moment.

Les grès présentant des fragments de quartz à extinction onduleuse, dans des couches qui n'ont pas subi de dynamométamorphisme, les auteurs pensent que ces quartz sont empruntés à des terrains ayant déjà subi de fortes dislocations, ce qui confirmerait les vues ci-dessus.

Le Carbonifère de cette région serait donc bien comme le pensait Heer formé dans des lacs. Ces lacs occupaient les synclinaux d'une chaîne calédonienne. (Voir partie tectonique.)

[1] Les formations du Carbonifère et les quartzites du Trias dans la région NW de la première zone alpine. Etude pétrographique. *Mém. Soc. phys. et hist. nat. Genève*. T. XXXII 1re part. N° 4. Genève 1894, 35 p.

MM. Duparc et Mrazec[1] mentionnent la présence de grès quartzo-sériciteux et de schistes ardoisiers noirs siliceux, en synclinaux pincés, sur plusieurs points de la zone centrale du massif du Mont-Blanc. Ce sont sans doute des formations *carbonifères*.

M. C. Schmidt[2], dans une conférence à la Section de géologie de la Société helvétique des sciences naturelles réunie à Zermatt, a décrit la géologie de la région de Zermatt. (Voir partie tectonique.)

Les terrains qui y affleurent sont de bas en haut :

1° un gneiss œillé (dit d'Arolla) ;

2° des phyllades calcaires avec calcaires cristallins, schistes argileux, dolomies et cornieules, etc., en relations avec des roches d'origine éruptive (schistes verts, etc.) ;

3° des gneiss reposant en concordance sur les éléments les plus anciens du complexe précédent.

Tandis que pour Giordano et pour Diener toute cette série représente l'Archéique, M. Schmidt pense ne pouvoir laisser à l'Achéique que les gneiss d'Arolla; le complexe 2 étant à son avis mésozoïque.

M. Schmidt relève la différence qui existe entre le massif du Gothard, avec ses gneiss et schistes recouverts en discordance par les sédiments mésozoïques de la zone centrale, et les gneiss située plus au sud, dont le manteau sédimentaire est concordant.

Il est disposé à considérer ces massifs extérieurs, bordant la zone centrale des gneiss (Gothard, Aar, Mont-Blanc, etc.), comme les restes des chaînes varisciques.

Schistes lustrés.

C'est au Mésozoïque (Trias supérieur à Jurassique inférieur) que les attribue M. Schmidt[3]. Les nombreuses découvertes de *Belemnites*, *Cardinia*, etc., dans la zone des **schistes lustrés de Zermatt** sont indubitables et se multiplient ; quelques-unes

[1] Nouvelles recherches sur le massif du Mont-Blanc. *Archiv. des sc. phys. et nat.* 1895. 3e Pér. T. XXXIV, p. 413-436.

[2] Géologie de Zermatt. *Compte rendu des travaux de la Soc. helv. sc. nat. Archiv. Sc. phys. et nat.* 1895. 3e Pré. T. XXXIV p. 477-483. *Eclogae geol. helv.* IV. p. 361-367.

[3] Loc. cit., et *Geologie de la région du Simplon. Compte-rendu trav. Soc. helv. sc. nat. Zermat. Archiv. sc. phys. et nat.* 1895. 3e Pér. T. XXXIV. p. 483-491. *Eclog. geol. helv.* IV, p. 367-375.

ont été faites dans des roches déjà très cristallines et qu'on ne serait, de prime abord, pas tenté de rapporter aux terrains liasiques. Ce sont des schistes à zoïsite qui, plus au sud passent aux roches cornéennes granatifères. Les dolomies, cornieules, gypse, représentant un horizon si constant du Trias de nos Alpes, existent en général à la base des schistes lustrés.

Ces sédiments mésozoïques sont concordants aux gneiss de la zone centrale, ces derniers présentent parfois sous les schistes un aspect érodé.

La région qui nous occupe aurait été recouverte par une mer peu profonde aux ères triasique et jurassique, elle aurait été émergée déjà au Crétacique mais n'aurait subi de grands plissements qu'aux temps tertiaires ; les massifs extérieurs ayant, comme nous l'avons vu, été plissés déjà à l'époque du Permien.

Autres sont les conclusions de M. Rothpletz [1] qui, a étudié la zone des **schistes lustrés, entre Splügen et Ilanz**.

Après avoir cité les opinions des auteurs antérieurs à lui, M. Rothpletz décrit le résultat de ses trois semaines de recherches.

Il voit d'abord dans le sud, la base des Bündnerschiefer constituée par des gneiss (Adulagneiss) et des schistes cristallins, « sans doute archéiques. »

Il conteste ensuite la superposition des Bündnerschiefer à la dolomie de Röthi, tant à Splügen qu'à Vals.

Les calcaires et dolomies indiqués par M. Heim comme Röthidolomit seraient dans la région sud d'âges divers, archéiques ou paléozoïques. Ainsi rien ne s'opposerait à un âge paléozoïque des Bündnerschiefer de cette région.

Passant ensuite à l'étude de la base dans le nord, à Ilanz et dans la vallée du Rhin antérieur, M. Rothpletz la trouve formée de Verrucano et de Röthidolomit, sans qu'il soit possible d'admettre, à l'instar de M. Diener, un recouvrement de terrains plus récents par de plus anciens, une écaille.

Les Bündnerschiefer du Mundaun (bordure S de la vallée du Rhin antérieur) seraient donc bien mésozoïques.

D'après M. Rothpletz cependant, le Verrucano et la dolomie de Röthi s'amincirait graduellement vers le sud, jusqu'à disparaître dans la région de Vals-Splügen. Ils ne reparaîtraient que de l'autre côté de la zone centrale, en Valteline.

[1] Ueber das Alter der Bündnerschiefer, *Zeitschr. der deutsch. Geol. Ges.* Bd. XLVII. 1895 Hft 1, p. 1-56.

Cette lacune correspondrait à une émersion paléozoïque de la zone centrale.

Une troisième partie est consacrée aux montagnes calcaires du Splügen, ces chapeaux calcaires couronnant au nord de Splügen les schistes lustrés. Tous ceux qui ont parcouru la région auront sans doute été frappés de l'apparence triasique et de la structure relativement simple de ces chapeaux calcaires, superposés en discordance à la série profondément disloquée et métamorphosée des schistes. Trois jours ont suffi à M. Rothpletz pour reconnaître une division des calcaires rappelant pétrographiquement certaines couches du Trias des Alpes orientales : le Rhétien, les couches de Raibl et les calcaires d'Esino.

M. Rothpletz a trouvé, en fait de fossiles, des bivalves incertains, des *Lithodendron* et des *Chemnitzia*, de détermination spécifique impossible.

M. Rothpletz considère la nature triasique des chapeaux de Splügen comme hors de doute.

La surface érodée de ces calcaires est recouverte par des conglomérats, passant vers le haut à des calcaires à entroques qui renferment des bélemnites. Ces conglomérats reposent transgressivement sur d'autres formations encore ; d'après leurs débris fossiles ils peuvent représenter le Jurassique où le Crétacique.

L'auteur pense que ces chapeaux ne peuvent être considérés comme des restes d'écailles, des lambeaux de recouvrement, par la raison que la direction de leurs accidents tectoniques est E-W, tandis que les Bündnerschiefer sousjacents suivent la direction N-S.

Il s'ensuit nécessairement, pour M. Rothpletz que les Bündnerschiefer de la région de Splügen sont paléozoïques.

Ces schistes « paléozoïques » auxquels l'auteur voudrait limiter le terme de Bündnerschiefer font le sujet d'une quatrième partie du travail. M. Rothpletz passe d'un pied léger sur les affirmations de ceux qui disent y avoir trouvé des bélemnites et autres fossiles mésozoïques. Dans l'une des localités fossilifères on aura sans doute pris des plissottements de la roche pour des gryphées et des cardinies ; ailleurs, des sécrétions calcaires blanches auront été tenues pour des bélemnites ;... quant au Treisshorn, où M. Heim a trouvé des bélemnites, M. Rothpletz n'y est point allé, mais il est néanmoins d'avis que ces bélemnites proviennent d'un lambeau liasique qui recouvrait le sommet de la montagne ! !

M. Rothpletz pense encore être fondé à diviser les Bündnerschiefer « paléozoïques » en deux : les inférieurs gris, calcaires, les supérieurs noirs, argileux.

Viennent ensuite les schistes liasiques que M. Rothpletz met en parallèle des schistes de l'Algäu de Gümbel.

La direction du plissement de ces schistes est nettement alpine et fait ainsi contraste avec la direction presque N-S des schistes paléozoïques.

Entre le Piz Regina et Seranatschga, M. Rothpletz a trouvé au-dessus d'un banc de grès, qui paraît former un horizon inférieur de ces schistes :

Pentacrinus basaltiformis, Mill.
Terebratula punctata, Sow.
Rhynchonella sp.
Gryphæa cymbium, Lam.
Belemnites paxillosus, Schlot.

il s'agit donc là de Lias moyen, ou de la partie supérieure du du Lias inférieur.

Dans le grès lui-même au Piz Mundaun il a trouvé :

Pentacrinus angulatus, Opp. (non Qu.)
» *psilonoti*, Quenst.
Cardinia Listeri, Sow.
Astarte cf. *Gueuxi*, d'Orb.
» cf. *Erix*, d'Or.
Heberti, Terq. et Piet.
» cf. *thalassina*, Dum. (non Qu.)

c'est donc du Lias inférieur.

Pour M. Rothpletz ces schistes liasiques du Mundaun s'étendent du Rhin antérieur à une ligne, passant par Vanescha (Lugnetz) et se dirigeant de là vers Neukirch (Safiens). Ils ont non seulement une direction différente des schistes « paléozoïques » mais ils manquent des intercalations marmoréennes, dolomitiques, éruptives (schistes verts), si caractéristiques de ces derniers.

Cherchant ensuite les relations qui existent entre ces schistes liasiques et les Alpes glaronnaises, M. Rothpletz les considère comme chevauchant les assises glaronnaises de Dogger et de Malm, le long d'une dislocation qui aboutit à la vallée du Rhin. Contrairement à M. Heim, il admet que le Dogger et le Malm de la gorge de Versam sont bien en place.

Quant au plan de recouvrement, M. Rothepletz ne l'a pas vu...!

Voici du reste, en résumé presque textuel, les conclusions du travail que nous venons d'analyser.

1. On peut distinguer dans la zone des Bündnerschiefer trois séries d'éléments stratigraphiques :

a) des schistes paléozoïques superposés aux gneiss et schistes cristallins ;

b) des calcaires triasiques reposant en discordance sur les schistes paléozoïques ;

c) des schistes (schistes de l'Algäu) et des conglomérats liasiques transgressifs sur les précédents.

2. Les fossiles spécifiquement déterminables appartiennent tous au Lias.

3. Il existe une grande analogie pétrographique entre les schistes paléozoïques et les schistes liasiques, les premiers contiennent cependant des intercalations qui manquent à ceux-ci.

4. On devrait se borner à comprendre sous le nom de Bündnerschiefer les schistes paléozoïques.

5. La mer liasique pénétrait dans la zone par le NE. Son rivage S était constitué par les calcaires triasiques du Splügen ; le faciès littoral N n'existe plus.

6. Le système des plissements archéiques et paléozoïques a la direction N-S, les plissements postérieurs sont dirigés E-W.

Ces conclusions quelque peu contradictoires avec elles-mêmes ne cadrent absolument pas avec ce que nous dit M. Steinmann[1] sur le résultat d'une excursion à travers les **schistes lustrés à l'E du Rhin** (*Prœttigau-Schanfigg-Albula*).

Après avoir précisé le sens qu'il donne au terme de Bündneschiefer, dont il exclut les gypses, dolomies, cornieules, schistes verts, etc., M. Steinmann constate qu'une détermination d'âge de ces schistes peut se baser sur des faits de nature très différente. La présence des fossiles liasiques est incontestable, au moins dans les bordures ; d'autre part, les organismes du Flysch se rencontrent dans la région Prættigau-Schanfigg-Faulhorn ; enfin, sur bien des points, ces schistes sont recouverts par des formations mésozoïques, ou plus anciennes encore (gneiss), mais les fossiles anté-mésozoïques leur manquent.

Partant de l'idée que les *Chondrites intricatus*, *Targioni*, *affinis*, les *Helminthoïdes*, etc., constatés dans les schistes du Prættigau démontrent irrévocablement leur âge oligocène, M. Steinmann s'est proposé de délimiter au sud l'aire de ces schistes tertiaires, mais n'y a pas réussi. A vrai dire, à mesure qu'on avance vers le sud le faciès devient plus cristallin, les sécrétions calcaires filoniformes plus nombreuses ;

[1] Steinmann. Geologische Beobachtungen in den Alpen. I. Das Alter der Bündnerschiefer. *Berichte der naturf. Ges. Freiburg i. B.* IX. Hft. 3, p. 245-263. 1895.

mais toujours on rencontre les fucoïdes du Flysch plus ou moins bien reconnaissables. C'est en vain qu'il a cherché, dans la région de la Lenzer-Heide, la limite des fameuses phyllades calcaires de Diener. Non seulement ces phyllades de la Schyn-Via-Mala contiennent encore des fucoïdes, mais leur direction converge peu à peu avec celle des schistes à fucoïdes, réputés plus jeunes par certains auteurs.

Quant aux éléments plus anciens qui se trouvent superposés aux schistes, M. Steinmann les considère tous comme chevauchés, comme pincés ou coïncés, dans les replis des schistes.

Rapprochons de cette opinion du professeur de Fribourg, quelques notes de voyage publiées par M. Joh. Bœhm [1].

Ces notes ont trait au **flanc E de la Lenzer-Heide,** en particulier à l'E de Parpan ; l'auteur y signale à plusieurs reprises des alternances de schistes avec des dolomies et des couches triasiques, ainsi que leur recouvrement par le Trias. Le Trias lui-même est recouvert par le gneiss du Rothhorn de Parpan.

Ce n'est que pour mémoire que nous citons ici une note de M. J. W. Gregory [2] sur les **schistes lustrés du Mont-Jovet,** dans laquelle l'auteur combat l'opinion de M. M. Bertrand, qui soutient l'âge liasique de ces schistes. M. Gregory les tient pour pré-carbonifères; ils sont à l'état de galets dans les couches triasiques.

M. M. Bertrand [3] a dès lors répondu à M. Gregory, en donnant une carte de la région et a montré que les opinions de ce dernier étaient basées sur une étude trop superficielle, ne tenant pas compte des accidents tectoniques.

Ces notes qui sortent du cadre géographique de notre chronique, montrent que les mêmes discussions se produisent dans d'autres parties des Alpes et que là aussi ceux qui ont consacré le plus de temps à l'étude de ces schistes les rapportent au Lias.

Il est intéressant de constater combien peu nous avons avancé dans ce domaine depuis une cinquantaine d'années, quant aux résultats généraux du moins. Le paragraphe de Studer cité par M. Steinmann et par M. Bœhm pose déjà

[1] Ein Ausflug ins Plessurgebirge. *Zeitschr. der deut. Geol. Gesellshc.* 1895. XLVII. Hft. 3, p. 548-577.

[2] The « Schistes lustrés » of Mont-Jovet (Savoy) *Quart Journ. Geol. Soc.* 1896. LII. No 205. p. 1-11.

[3] *Bull. Soc. Geol. France.* T. 24. 1896, p. XLVI.

clairement les alternatives auxquelles s'arrêtent aujourd'hui nos confrères. Ce que nous avons gagné c'est une connaissance plus détaillée de la région et de ses localités fossilifères, c'est le seul chemin du succès, car, quant à la distinction pétrographique, tant prônée par MM. Vacek et Diener, des phyllades calcaires anciennes et des schistes postérieurs, les travaux de cette année n'en laissent pas subsister grand-chose.

Jurassique.

M. Schalch[1] rend compte de la découverte d'un nouvel affleurement du **Lias inférieur**, situé près de Beggingen (Schaffhouse). Cela porte à trois le nombre des affleurements du Lias inférieur dans la région Randen-Vuttach. Ici, comme dans les deux autres à Fuetzen et à Pfohren, le Rhétien paraît manquer.

L'auteur distingue à Beggingen douze couches, entre les marnes supérieures du Keuper, terme inférieur de la coupe, et les calcaires à

Gryphaea obliqua, Goldf.
et *Arietites raricostatus*, Ziet.

qui la couronnent. La 5e couche contient :

Psiloceras Johnstoni, Sow.

M. Aug. Tobler[2] a décrit les chaînes jurassiennes enclavées dans le plateau, immédiatement au sud de Bâle. Voici le résumé de la partie stratigraphique de ce mémoire.

Les terrains découverts dans les chaînes en question sont à partir du bas :

I. L'*Aalénien* et le *Bajocien* comprenant :

1. Les couches à *H. opalinum*, argiles et marnes foncées avec chailles et peu de fossiles (*Estheria Suessi*, Opp.).

2. Des marnes sableuses grises ou brunes, puis des calcaires spathiques. Cet horizon correspond aux couches à *H. Murchisonæ* et *S. Sowerbyi*, soit aux calcaires à entroques d'autres régions, et renferme :

Pecten discites, Schübl.
» *pumilus*, Lam.

rarement :

Ludwigia Murchisonæ, Sow. sp.

[1] F. Schalch. Ueber einen neuen Aufschluss in den unstersten Schichten des Lias bei Beggingen, Kton Schaffhausen. *Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst.* III Bd. 2 Hft. 1895, p. 255-285.

[2] A. Tobler. Der Jura im Südosten der oberrheinischen Tiefebene, *Verh. naturf. Ges. Basel*, 1895, Bd. XI, p. 285-369.

3. Une couche à coraux surmontée de marnes sableuses et oolithiques, la première renfermant entre autres, outre de nombreux polypiers :

Pecten textorius, Schlot.
» *Dewalquei*, Opp.
Rhynchonella quadriplicata, Ziet.

la seconde est très pauvre en fossiles. M. Tobler y a trouvé :

Belemnites giganteus, Schloth.

Le faciès coralligène des couches inférieures s'arrête au Jura-plateau de Gempen où il fait place à un faciès ammonitique ferrugineux à :

Stephanoceras Humphriesi, Sow.
et *Terebratula perovalis*, Sow.

qui s'étend vers l'E sur l'Argovie.

Le faciès coralligène s'étend vers le sud-ouest sur le Jura bernois septentrional, puis sur le Jura français, où il est bien connu sous le nom de *calcaires à polypiers*, et se prolonge encore jusque dans le Jura neuchâtelois, ceci contrairement à l'opinion de M. Tobler, qui parle du Bajocien sans coraux du canton de Neuchâtel !. La limite du faciès coralligène bajocien coïncide souvent avec celle du Rauracien.

Ainsi on retrouve dans le Dogger inférieur du Jura bâlois la succession de marnes, calcaires à entroques et calcaires à polypiers, déjà reconnue ailleurs dans le même ordre.

II. Le *Bathonien* vient ensuite, comprenant, comme l'a déjà fait voir M. Greppin :

1. La grande oolithe, à *Ostrea acuminata*, grande masse calcaire orographiquement très importante.

2. La couche à *Terebratula maxillata*, coralligène dans l'ouest.

3. Le Bathonien supérieur composé de :

a) calcaire finement oolithique de teinte claire (Forest marble),

b) calcaires et marnes à grandes oolithes (marnes à discoïdées) avec *Parkinsonia Parkinsoni*, Sow. sp.,

c) marnes sableuses grises et jaunâtres à *Rhynchonella varians*, Schloth.

III. Le *Callovien* est représenté par la dalle nacrée, ou par des calcaires jaunes sableux à *M. macrocephalus*, avec de nombreuses ammonites et des oolithes ferrugineuses (fer sous-oxfordien). Là où la dalle nacrée existe, elle recouvre les couches à *M. macrocephalus* et est surmontée par l'Oxfordien.

IV. L'*Oxfordien* est, ici comme ailleurs, remarquable par le rôle orographique que lui fait jouer sa nature marneuse. On peut y distinguer :

a) les couches à *Oppelia Renggeri* avec fossiles pyriteux ;
b) les couches à *Rynchonella Thurmanni* sans chailles ;
c) le terrain à chailles.

V. Le *Rauracien* dont la partie inférieure, connue sous le nom de terrain à chailles silicieux, déjà très coralligène dans la région W, perd peu à peu ce caractère à mesure qu'on s'avance vers l'E.

Le Rauracien moyen et le supérieur ne sont pas séparés dans le nord et l'E de la région.

VI. Le *Séquanien* n'existe plus d'une manière quelque peu continue; il forme quelquefois la base des conglomérats tertiaires. Le niveau inférieur est constitué par des calcaires et des marnes à *Terebratula humeralis*. Le niveau supérieur est très analogue au Rauracien supérieur.

VII. Le *Ptérocerien* n'est plus représenté que tout à fait dans l'ouest.

VIII. Les couches *tertiaires* et *plistocènes*. Les conglomérats, sables marins, argiles à septaires de l'Oligocène, ainsi que les marnes à cyrènes, les calcaires d'eau douce et les conglomérats miocènes, sont encore affectés par les plissements.

M. Tobler indique quelques nouveaux gisements oligocènes et miocènes.

M. Tornquist[1], dans son mémoire sur les **Macrocephalites du terrain à chailles,** rappelle que Gressly distinguait dans l'Oxfordien du Jura:

Terrain à chailles.
Marnes oxfordiennes.

Il recherche l'extension du faciès du terrain à chailles et le trouve répandu de la vallée du Rhin, à travers la Franche-Comté et la vallée de la Saône, jusqu'à la vallée du Rhône près de Lyon ; il se réduit et disparaît dans le Jura franc-comtois et bernois.

D'accord avec M. Rollier, il donne comme faune ammonitique du terrain à chailles :

Phylloceras aff. *Zignodianum*, d'Orb.
» *Puschi*, d'Orb.
Lytoceras Adelæ, d'Orb.
Cardioceras cordatum, Sow.
» aff. *quadratoïdes*, Nik.
» *goliathum*, d'Orb.
Harpoceras delmontanum, Opp.

[1] Tornquist, Ueber Macrocephaliten im Terrain à Chailles. *Mém. Soc. pal. Suisse,* 1895. T. XXII. 27 p. 2 pl.

Oppelia occulata, Phill.
Macrocephalites helvetiæ, Tornq.
» *oxfordiensis*, Tornq.
» *opis*, Tornq.
Occotraustes lophotus, Opp.
» cf. *crenatus*, Brg.
Perisphinctes balabonovensis, Nik.
» nov. sp. aff. *balabonovensis*, Nik.
» *rota*, Waag.
» *Martelli*, Opp.
» *alpinus*, Siem.
» *subevolutus*, Waag.
Aspidoceras faustum, Byle.
Peltoceras Eugeni, d'Orb.
» *transversarium*, Qu.

M. Rollier [1] a donné un résumé succinct de ses recherches sur la **portion du Jura comprise dans la feuille VII** (Dufour), soit 1er supplément à la livraison VII des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.

Nous en extrayons les indications stratigraphiques suivantes :

L'Oxfordien (s. str.) se réduit considérablement du N au S.

Les calcaires à Scyphies (Spongitien) reposent partout sur la zone oxfordienne à *C. cordatum*. Au-dessus vient le corallien (Rauracien), passant latéralement aux calcaires hydrauliques de l'Argovien (couches de Geissberg).

Une autre formation coralligène, celle de Sainte-Vérène occupe le niveau séquanien (couches de Wangen) des chaînes plus intérieures.

Les calcaires à tortues de Soleure sont du Kimmeridgien supérieur (couches de Valfin, de Wettingen).

Le Portlandien n'existe que comme flanquement de la chaîne la plus interne.

Pour M. Koby [2] il ne peut être question d'assimiler le **Rauracien** à l'**Argovien**. Voici d'après lui quelques synonymes du Rauracien inférieur :

Calcaire corallien (Thurmann 1832).
Zone corallienne (Thurm. 1859).
Calcaires à scyphies supérieur (Gressly 1859).

[1] Ueber den Jura zwischen Doubs (Chaux-de-Fonds) Delsberg, See von Neuchâtel und Weissenstein. *Neues Jahrb. für Miner.* etc. 1895. II Bd. 204-208.

[2] Notice stratigraphique sur le Rauracien inférieur dans la partie septentrionale du Jura bernois ; 2e partie. *Mém. Soc. pal. Suisse.* XXI. 1894.

Terrain à chailles siliceux (J.-B. Greppin 1870).

Glypticien, couches à *Cidaris florigemma* (gros radioles), couches de Liesberg (Rollier).

Les limites d'extension du Rauracien inférieur sont plus lointaines que celles du Rauracien récifal proprement dit. M. Koby le retrouve aux Franches-Montagnes, au Châtelu, à Saint-Sulpice, et dans les cantons de Soleure et Bâle-Campagne.

Quant à ses limites stratigraphiques, il admet à la base, dans le N, la zone à *Pholadomya exaltata*. Dans le S, le Rauracien commencerait sur les couches du Geissberg à nombreux *Cidaris florigemma*.

M. Koby décrit ensuite avec détails les affleurements du Rauracien inférieur et donne leur faune, puis il passe à la question tant controversée du parallélisme.

M. Koby ne peut admettre le parallélisme avec l'Argovien, puisque les deux faunes contiennent, dit-il, à peine 5 % d'espèces communes. Pour lui, l'Argovien n'est que de l'Oxfordien et partout où, dans le Jura bernois, il a pu observer le contact du Rauracien et de l'Argovien, le Rauracien était au-dessus. A Seewen, par exemple, les « couches de Seewen » sont surmontées par ce que M. Koby appelle l'oolithe rauracienne et reposent sur les couches du Geissberg.

A la Wasserfalle, près Reigoldswyl, M. Koby a observé la même chose.

M. Rollier[1], de son côté, défend son interprétation des **faciès du Malm** et, reprenant les coupes citées par M. Koby, il cherche à démontrer le bien fondé de ses vues.

Les « couches de Seewen » ne reposeraient pas sur les couches du Geissberg, mais sur les marnes à sphérites de l'Oxfordien, les couches à *Hem. crenularis* sont sur les couches de Seewen, et non dessous.

Ce que M. Koby tient pour du Rauracien à la Wasserfalle est du Séquanien pour M. Rollier, et ainsi de suite.

La réduction de l'Oxfordien (s. str.) vers le sud est prouvée par le fait que les niveaux inférieurs à *Pelt. athleta* et à *C. Lamberti* disparaissent peu à peu vers le sud, tandis que le niveau supérieur à *C. cordatum* persiste seul.

Les faunes ammonitiques, sur lesquelles se base de préférence M. Rollier, distinguent parfaitement l'Argovien de l'Oxfordien.

[1] Défense des faciès du Malm. *Archiv. sc. phys. et nat.* 1895. 3e pér. XXXIV, p. 437-448, 544-562. *Eclog. geol. helv.* 384-413. 1895, IV.

Nous ne pouvons approfondir ici les détails locaux de cette polémique, bien difficile à suivre dans les écrits des deux parties. Il nous paraît difficile que l'accord ne puisse intervenir, quand on a affaire d'une part à une tectonique aussi peu compliquée que celle de plusieurs des localités entrant en ligne de compte, de l'autre à des terrains aussi fossilifères. Mais, ce qui est presque hors de doute, c'est qu'on ne se mettra d'accord que sur le terrain ; à ce point de vue une nouvelle excursion de la Société géologique dans le Jura bernois serait toute indiquée.

En attendant, nous pouvons constater une fois de plus par cette polémique, la manifestation de deux tendances opposées. D'une part, l'école des grandes lignes et de l'antique simplicité, qui ramène volontiers au même niveau les mêmes faciès ; d'autre part, l'école de l'analyse des détails, subdivisant davantage, et pour laquelle les faunes ne sont pas seulement déterminées par l'étage, mais par les conditions extérieures, soit le faciès.

Chacune de ces deux tendances a pour elle des arguments paléontologiques. Cette année même c'est M. DE LORIOL[1] qui, dans une monographie sur laquelle nous aurons à revenir ailleurs, déclare que : « rien, au point de vue paléontologique, ne vient confirmer le parallélisme que l'on a voulu établir entre le Rauracien et l'Argovien. »

Sera-ce le dernier mot de la paléontologie dans cette question? Nous en doutons. Si au lieu de considérer l'ensemble statistique d'une faune évidemment coralligène et qui, pour cette raison même, se rapproche nécessairement de celle des étages supérieurs de notre Jurassique, on étudie les formes de cette faune qui pourraient être des intrusions argoviennes ou les émigrants coralliens dans l'Argovien, on arrivera à des conclusions quelque peu différentes. Le tableau récapitulatif des espèces, donné par M. de Loriol, fournit déjà quelques indication précises sur ce point.

Nous ne pouvons quitter ce sujet sans protester contre la dénomination de « couches de Seewen » ; il serait assurément désirable que les mêmes termes ne désignassent pas tout autre chose, suivant qu'on est dans les Alpes ou dans le Jura.

[1] P. DE LORIOL. Etude sur les mollusques du Rauracien inférieur. *Mém. Soc. pal. Suisse.* 1894, XXI.

Crétacique.

M. Tobler [1] a basé sur les fossiles de la collection Stutz, actuellement au Musée de Bâle, une étude des couches de Berrias du lac des Quatre-Cantons, étude qu'il a poursuivie ensuite sur le terrain.

Stutz avait indiqué en 1879 (Neues Jahrb. für Mineralogie etc., 1879) la présence à Sisikon de couches à *Terebratula diphya*. Cette découverte fut dès lors mise en doute par M. Mösch.

En effet, il s'agit non pas de la *T. diphya* mais de la *T. diphyoïdes*, accompagnée de la faune caractéristique des couches de Berrias, que voici:

Cidaris alpina, Cott.
Terebratula Moutoni, d'Orb.
» (*Pygope*) *diphyoïdes*, d'Orb.
» *Euthymi*, Pict.
» (*Aulacothyris*) *hippopus*, Röm.
» (*Waldheimia*) *tamarindus*, Sow.
Rhynchonella contracta, d'Orb.
» *Malbosi*, Pict.
Hoplites Callisto, d'Orb.
» *occitanicus*, Pict,
» *rarefurcatus*, Pict., probable.
? *Ancyloceras Studeri*, Oost.
Aptychus Didayi, Coq.
» *Seranonis*, Coq.
Belemnites latus, Bl.
» *dilatatus*, Bl., probable.

La lacune qui existe dans le Jura entre les formations marines du Jurassique et du Crétacique est comblée, ici comme dans les hautes Alpes calcaires en général, par les couches de Berrias.

M. Schardt [2] a émis ses idées sur l'âge de la marne à bryozoaires.

Entre Sainte-Croix, Yverdon et le Marchairuz, la marne à bryozoaires constitue un horizon très constant superposé au

[1] Die Berriasschichten an der Axenstrasse, *Verh. naturf. Ges. Basel* 1895, Bd. XI 1, p. 183-197 et *Eclog. geol. helv.* IV, p. 251-266.

[2] L'âge de la marne à bryozoaires et la coupe du Néocomien du Collaz (Sainte-Croix). *Compte-rendu des trav. de la Soc. helv. sc. nat. à Zermatt*, 1895, 3e p. 94 à 98. — *Archv. sc. phys. et nat.* Pér. XXXIV, p. 495-499. — *Eclog. geol. hel.* IV, p. 379-383.

calcaire roux limoniteux du Valangien supérieur, sous-jacent aux marnes d'Hauterive.

Vers le col de Saint-Cergues cette marne fait place au calcaire *Alectryonia rectangularis*.

Suivant M. Schardt, la faune de ces marnes à bryozoaires serait tout à fait hauterivienne et semblable à celle des couches à *Olcostephanus Astieri* du Jura neuchâtelois, contrairement à l'opinion de feu A. Jaccard qui considérait cette marne à bryozoaires comme valangienne.

Ces trois faciès : à *Olcostephanus Astieri*, à *bryozoaires* et à *Alectryonia rectangularis*, seraient équivalents entre eux et hauteriviens.

M. Schardt donne la coupe détaillée du Néocomien du Colas.

M. SCHARDT [1] a signalé en outre quelques nouveaux gisements de *Gault* et de *Cénomanien* dans la Vallée de Joux.

Au N du « Carroz » on trouve le Gault avec vingt-cinq espèces albiennes et tout auprès le Cénomanien inférieur (Rotomagien) avec :

Inoceramus striatus, Mant.
Rhynchonella Grasi, d'Orb.

Au pied du Risoux, près des « Rousses d'amont », on trouve le Rhodanien, l'Aptien et le Gault.

Le Cénomanien se rencontre en outre au-dessus de « chez les Lecoultre » au S W du Brassus et, sur le versant opposé de la vallée, près de la ferme de « Pré Rodet ».

D'après M. ROLLIER [2], l'émersion purbeckienne du Jura a été suivie d'une transgression marine crétacique recouvrant tout le Jura jusqu'à la vallée de la Saône.

Tertiaire.

Dans cette même note de M. ROLLIER [2], nous trouvons aussi ses opinions sur la nature et l'**extention des couches tertiaires dans le Jura**.

L'*Eocène* y est caractérisé par un faciès terrestre : le sidérolitique.

[1] Nouveaux gisements de Cénomanien et de Gault dans la Vallée de Joux. *Compt.-rend. trav. Soc. helv. sc. nat. à Zermatt*, 1895, p. 90-92. *Arch. sc. phys. et nat.* 1895. 3e Pér. XXXIV, p. 492-493.
Eclog. geol. helv. IV, p. 375-377.
[2] *Loc. cit.* Ueber dem Jura zwischen Doubs, etc.

Au *Miocène*, la transgression marine est bien plus marquée dans le Jura qu'on ne l'avait supposé, et s'étend jusqu'aux Franches-Montagnes ; mais, après avoir admis la possibilité d'une communication entre les bassins helvétien et alsatique, M. Rollier en doute actuellement, quoique le bassins alsatique s'étendît certainement jusqu'au cœur du Jura bernois.

L'origine du **grès de Tavayannaz** a été l'objet de recherches de MM. Duparc et Ritter [1].

Après un coup d'œil sur l'extension du flysch dans les synclinaux des chaînes subalpines, suivi d'un résumé historique et bibliographique, les auteurs étudient d'abord la position stratigraphique de cette formation.

Dans la région de Taveyannaz, les grès surmontent en général le Nummulitique.

Les alternances de grès de Taveyannaz et de schistes du flysch sont nombreuses dans la région du Platé. Dans celle du synclinal du Reposoir, il arrive fréquemment que le grès forme la base des schistes. Le niveau des grès n'est donc pas bien défini.

L'extension du grès de Taveyannaz est plus grande qu'on ne le croit communément, car on n'a souvent tenu compte que du faciès classique moucheté du grès, tandis qu'il existe en outre un faciès de conglomérats à éléments roulés, et un faciès quartzitique assez répandu.

Nous n'avons pas à nous arrêter ici à la partie lithologique de ce mémoire; disons encore que l'examen microscopique révèle la nature de conglomérat du grès. Les éléments constituants sont : des roches éruptives relativement modernes neutres ou basiques à deux temps, des roches éruptives anciennes, des roches cristallines, des roches détritiques et sédimentaires et plus rarement des individus minéralogiques. (Voir partie petrographique).

MM. Duparc et Ritter se sont naturellement demandé d'où proviennent ces éléments, les roches éruptives en particulier.

L'idée de les faire dériver d'appareils volcaniques ayant existé à ce moment-là sur le bord extérieur des Alpes leur paraît devoir être rejetée par le fait que nous ne retrouvons

[1] Le grès de Taveyannaz et ses rapports avec les formations du flysch. *Archiv. sc. phys. et nat.*, 1895. 3e Pér. XXXIII, p. 435-452 et 530-560 et *Compte-rendu Acad. de Paris*, 8 avril 1895.

[2] *Compte-rendu des séances de la Soc. géol. de France.* 20 mai 1895.

nulle part les restes directs de ces volcans hypothétiques; les quelques roches éruptives préalpines étaient d'âge et de nature différents. Ils se trouvent donc ramenés à l'hypothèse d'Alph. Favre qui considérait les éléments éruptifs comme originaires du Vicentin, où des éruptions synchroniques au flysch ont amené au jour des roches qui ne manquent pas d'analogie avec celles des grès de Taveyannaz.

Relevons encore le fait que les grès de Taveyannaz contiennent par place des galets de Nummulitique et de crétacique, ce qui indique déjà l'existence de reliefs alpins.

Quant au *Néogène*, nous n'avons que peu de travaux à enregistrer.

M. Kissling[1] a rappelé à la mémoire de la Société des sciences naturelles de Berne la couche de **lignites du Frienisberg**.

Ces lignites ne sont plus actuellement en exploitation, mais M. Kissling a retrouvé dans les débris:

Planorbis laevis, Klein.
Pupa quadridenta, Klein.

qui conduisent à envisager les couches dont elles proviennent comme Miocène supérieur. Le gisement de lignites est sous-jacent à ces couches.

M. Schalch[2], décrit un gisement de couches saumâtres du Miocène supérieur (couches de Kirchberg) récemment découvert à Anselfingen près d'Engen dans le Hegau, c'est-à-dire en dehors de notre territoire, mais qui a quelque importance pour nous.

Cette découverte complète le trait d'union entre les dépôts mollassiques marins de la Suisse et ceux de la Souabe. En effet sur le Jurassique supérieur (Plattenkalke), on rencontre, abstraction faite du sidérolitique, 30 à 40 cm. de sables graveleux à

Lamna contortidens, Aq.
Sparodes mollassicus, Qu.

dont les éléments sont en partie locaux, en partie de provenance indéterminée, Schwarzwaldienne ou alpine, peut-être tous les deux.

Ces sables sont surmontés d'un dépôt contenant la faune des couches de Kirchberg (près Ulm).

[1] *Mitth. d. naturf. Ges Bern*, 1895, p. XVII.
[2] Ueber ein neues Vorkommen von Meeres- u. Brackwasser-Mollasse (Kirchberger Schichten) bei Anselfingen, unweit Engen im Hegau. *Mitt. Grossh. Bad. Geol. Landesanst.* III, Bd. 3 Hft. 2, 1895, p. 193-223.

Il paraît évident que sur ces couches reposait la Juranagelfluh qui se trouverait ainsi ramenée au Miocène supérieur. Ceci semble d'autant plus certain que l'intercalation gypseuse du Hohenhöven, située dans la Juranagelfluh, contient les mêmes fossiles que les calcaires d'eau douce à moules d'helix (équivalent des Helicitenmergel) surincombants.

M. Douxami[1] a étudié le **Néogène** du **synclinal de l'Auberson**, entre La Chaux et Noirvaux.

Le Tertiaire est transgressif sur le Cénomanien, le Gault et l'Urgonien.

Voici la coupe relevée par M. Douxami et l'interprétation qu'il en donne :

Sable gris à dents de Squales .	Helvétien (s. str.) 2e étage méditerranéen.
Grès à bryozoaires (avec *Ostrea crassissima*)	
Conglomérat de base	Burdigalien marin. 1er étage méditerranéen.
Marne et calcaire lacustre. . .	Burdigalien limnal.
Banc à *Melania Escheri* . . .	
Calcaire *Planorbis*, *Unio*, etc. .	
Marnes rouges bariolées . . .	Aquitanien.

Par places l'Aquitanien est bréchiforme, indiquant ainsi l'existence de reliefs jurassiens contemporains.

A la base des conglomérats attribués au Burdigalien supérieur, est une faune du 1er étage méditerranéen :

Pecten præscabriusculus, Font.
» *sub-Holgeri*, Font.
» *Tournali*, Font.

M. Douxami considère ensuite les quartzites alpins, disséminés à la surface du sol, comme les restes d'une nappe d'alluvions, qu'il synchronise avec les alluvions bressanes du Pliocène supérieur et le Deckenschotter.

Nous craignons que cette dernière opinion, assurément nouvelle et tentante au premier abord, ne se heurte à des difficultés insurmontables.

[1] Le Tertiaire des environs de Sainte-Croix (Jura vaudois). *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* 1895, t. XXXI, p. 289-394 et *Eclogæ geol. helv.* IV. N° 5 (janv. 1896, p. 417-422).

Glaciaire.

M. JAMES GEIKIE[1] tente une **classification stratigraphique des terrains glaciaires** de l'Europe, et propose la nouvelle nomenclature que voici, avec ses équivalents suisses:

ÉTAGES	CARACTÈRES	ÉQUIVALENTS EN SUISSE
Upper Turbarian	Glaciaire	Moraines « post-glaciaires » stadiaires de MM. Penk, Brückner et Du Pasquier, avec leurs dépôts interstadiaires.
Upper Forestian	Interglaciaire	
Lower Turbarian	Glaciaire	
Lower Forestian	Interglaciaire	
Mecklenburgian	Glaciaire	
Neudeckian	Interglaciaire	
Polandian	Glaciaire	Dernière grande extension glaciaire : Terrasses basses. Z (P., Br. et Du P.)
Helvetian	Interglaciaire	Lignites interglaciaires de la Glatt. Loess principal préalpin.
Saxonian	Glaciaire	Extension glaciaire maximale : Terrasses hautes. Y (P., Br. & Du P.)
Norfolkian	Interglaciaire	Inconnu en Suisse, Höttinger Breccie du Tirol.
Scanian	Glaciaire	Ancienne extension glaciaire : Deckenschotter. X (P., Br. & Du P.)

Ici aussi, il est regrettable que certains noms d'étages proposés par M. Geikie soient déjà employés en stratigraphie dans un sens tout différent (Saxonian, Helvetian, p. ex).

M. L. WERLI[2] a rendu compte de l'**excursion glaciaire** faite après le congrès géologique de 1894.

[1] Classification of European glacial Deposits, suivi de: T. C. CHAMBERLIN, Classification of american glacial Deposits. *The Journ. of Geol.* III, 1895, Apr-May.

[2] Glaciale Reminiscenzen vom intern. Geologencongress. (Sans date ni origine.)

M. Keilhack[1] a donné un résumé populaire de la **glaciation alpine** et des questions connexes: genèse des lacs, etc. Quelques-unes de ses descriptions locales complètent celles du « Système glaciaire des Alpes » de MM. Penck, Brückner et Du Pasquier.

M. Du Riche Preller[2] a entretenu la Société géologique de Londres des récents travaux des glacialistes suisses et et de ses vues propres sur **les dépôts fluvio-glaciaires et interglaciaires de la Suisse.**

Dans un mémoire antérieur M. Du Riche Preller avait déjà exposé la question des trois glaciations alpines, dont il place la première dans le Pliocène, pour les raisons indiquées précédemment par M. Du Pasquier. Les deux glaciations suivantes auraient eu lieu au Plistocène moyen et supérieur.

Les dépôts étudiés cette année par M. Du Riche Preller sont principalement les lignites de la Glatt, les graviers conglomérés de la vallée de la Lorze et les anciennes alluvions de la Kander et de la Simme.

Il ne croit pas comme Heer à une continuité des lignites dans la vallée de la Glatt, mais les considère plutôt comme des restes de marais tourbeux interglaciaires isolés les uns des autres.

Les conglomérats de la Lorze sont pour M. Du Riche Preller les équivalents du Deckenschotter.

Dans la région du lac de Thoune il pense retrouver les moraines des trois glaciations.

En somme, sauf sur ces points de détail, M. Du Riche Preller adopte les opinions des glaicialistes suisses.

M. L. du Pasquier[3] a étudié **le Val-de-Travers et ses dépôts glaciaires.**

Passons sur les deux premières parties contenant quelques renseignements généraux et la description d'une série de dépôts échelonnés tout le long de la vallée, pour arriver aux résultats :

Le Val-de-Travers, comme la plupart de nos vallées jurassiennes, a été en tout ou en partie occupé deux fois par les glaciers alpins. Lors de leur première extension les glaciers ont pénétré dans la vallée par en haut, par-dessus les cols

[1] Die Vergletscherung der Alpen. *Prometheus*, VI, 1895.

[2] On Fluvio-glacial and interglacial deposits in Switzerland, *Quart, Journ. Geol. Soc.* Vol. LI, 1895, p. 369-387.

[3] Le glaciaire du Val-de-Travers. *Bull. soc. sc. nat. Neuchâtel.* Vol. XXII, 1894, p. 1-32.

de la première chaîne du Jura. Plus tard ils n'atteignirent pas aussi haut et pénétrèrent dans le val par en bas, par les Gorges de l'Areuse.

A la suite du retrait des glaces, un grand lac de 80 mètres environ de profondeur se forma dans le Val-de-Travers, occasionné par un barrage morainique et surtout par un éboulement considérable qui eut lieu à ce moment-là dans la région du Creux-du-Van.

M. SCHARDT[1], décrit un dépôt **glaciaire**, situé dans le **vallon de la Marivue**, affluent gauche de la Sarine débouchant à Albeuve (Gruyère). Il ne s'agit pas là d'un dépôt glaciaire local, mais d'un dépôt latéral du glacier de la Sarine.

M. SCHARDT résume en outre le résultat de ses recherches sur les **Alluvions anciennes du bassin du Léman**[2].

Contrairement à M. Delebecque, qui considère les alluvions de Bougy, de la Drance, de Genève, comme du Deckenschotter (voir Rev. géol., 1894), M. Schardt les attribue provisoirement à une époque où le glacier du Rhône occupait le grand lac, c'est-à-dire à une de ses oscillations de la dernière glaciation.

Mentionnons encore, comme se rattachant plus ou moins directement à cette question, une note de M. DELEBECQUE[3] consacrée à certaines **alluvions glaciaires** du Grésivaudan, considérées par lui comme Deckenschotter.

M. FOREL[4] a étudié les **terrasses lacustres** du Boiron près Morges.

Dans la terrasse moyenne de 10 mètres il a trouvé une faune palustre identique à la faune analogue actuelle des lagunes littorales, se composant de :

Limnæa minuta, Drap.
» *peregra*, Mille.
» *palustris*, Drap.
Planorbis marginatus, Drap.
» *contortus*, L.
» *spirorbis*, L.
Bythinia tentaculata, L.
Valvata piscinalis, Mull. (*alpestris*, Braun).
Pisidium.

[1] *Compte-rendu des séances de la Soc. vaud. sc. nat.; Archiv. sc. phys. et nat.* 3e Pér. XXXIV, 1895, p. 93-99. *Bulletin Soc. vaud. Sc. nat.* 1895.
[2] *Arch. sc. phys. et nat., Genève* 3e Pér. XXXIII, 1895, p.
[3] Alluvions anciennes de Chambéry et de la vallée de l'Isère. *Bullet. Serv. Carte geol. de la France.* No 44, VII, 1895-96.
[4] *Archiv. sc. phys. et nat. Genève*, 3e Pér., XXXIV, 1895, p. 85.

Dans une gravière de cette même terrasse, on a trouvé un bloc erratique de près de $^1/_2$ m³. Une découverte analogue d'un bloc de 2 m³ dans les gravières de la terrasse de 10 mètres du Boiron de Nyon font penser à M. Forel que ces blocs auraient pu être amenés par des icebergs à un moment où le glacier du Rhône atteignait encore le Haut Lac.

M. Schardt[1] trouve la couche de la **terrasse du Boiron de Morges**, décrite par M. Forel, analogue, dans une certaine mesure, à la craie lacustre qu'il a décrite des environs de Nyon. (Voir *Revue géol.*, 1889, p. 89.)

La couche à faune limnale du Boiron est toutefois fortement entremêlée de coquilles terrestres *(Helix fulva, H. lucida, H. pulchella)* et plus limoneuse que la craie de Nyon, qui contient 95 % de $CaCo_3$.

Quant au bloc erratique, M. Schardt ne croit pas à son transport par des glaces flottantes. La terrasse de 10 m. est certainement post-glaciaire. Situé qu'il est dans la terrasse alluviale, en partie lacustre en partie torrentielle, il serait plus simple d'admettre que ce bloc, éboulé d'une moraine érodée par le torrent du Boiron, a tout simplement été déplacé par l'enlèvement successif des graviers de petite taille formant le lit du torrent. Il a pu ainsi se déplacer assez loin de son gisement primitif dans la moraine, sans s'user sensiblement.

Nous ne parlerons que pour mémoire d'une note de MM. Penck et Du Pasquier[2] sur une **coupe de Lœss**, manifestement intercalé entre les moraines des deux dernières grandes extensions glaciaires, la localité en question étant située hors du cadre géographique de la Revue. Les auteurs relèvent le fait que le Lœss est un dépôt de faciès continental, s'arrêtant là où commence la région à climat maritime méditerranéen.

Dans une leçon sur les glaciers et la période glaciaire, M. L. Du Pasquier[3] donne un aperçu du **développement de sa théorie glaciaire**.

Parlant des tendances actuelles de la science, il considère, comme probable, l'existence de petites époques glaciaires pos-

[1] *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1895, t. XXXI. Compte-rendu, séance du 3 juillet 1895.

[2] Sur le Lœss préalpin, son âge et sa distribution géographique. *Bull. Soc. sc. nat., Neuchâtel*, XXIII, 1895.

[3] Glaciers et période glaciaire. Leçon d'ouverture du cours de géologie, etc. VIII. *Bull. Soc. neuch. de géographie*, 1894-95, p. 239-255.

térieures aux trois époques de grande extension et correspondant à certaines moraines dites « stadiaires » ou « post-glaciaires » échelonnées le long des vallées alpines. Ainsi se trouverait comblé le grand hiatus qui paraissait exister en les grandes extensions glaciaires plistocènes et les oscillations actuelles des glaciers.

M. Mülberg [1], après avoir été l'un des premiers à distinguer les **dépôts glaciaires** en deux zônes d'âges différents, puis avoir combattu toute espèce de distinction d'âge dans ces dépôts, vient de publier le résumé tabulaire d'un travail en préparation, dans lequel il admet que l'Argovie a été soumise à *cinq* glaciations successives.

La première de ces glaciations serait réprésentée par des dépôts correspondant au Deckenschotter ancien de M. Gutzwiller, la seconde par le Deckenschotter proprement dit. Des moraines situées dans la région mollassique marquent les limites de la troisième.

La quatrième est l'époque d'extension maximale et la cinquième celle des grandes moraines terminales.

Une représentation graphique, des variations probables du glacier pendant les différentes époques, complète ce tableau, dont il est difficile de donner une idée très claire, en l'absence d'un texte explicatif complet.

Deux extraits de l'ouvrage, non encore paru, de M. Nuesch[1] sur le **Schweizersbild,** ont été distribués en 1895, nous les mentionnons ici pour mémoire, en nous réservant d'y revenir lors de la publication du volume complet. Ils sont dûs à MM. A. Gutzwiller et Früh.

M. Gutzwiller [2] a trouvé, dans les roches erratiques de cette station, des échantillons provenant de diverses parties des vallées du Rhin, antérieur et postérieur : Oberhalbstein, Avers, Septimer. (Voir partie pétrographique.) Ils appartiennent aux cailloutis de la dernière grande extension glaciaire. La station est donc d'âge post-glaciaire, comme l'ont déjà dit MM. Gutzwiller, Boule, Penck, Brückner et Du Pasquier. M. Gutzwiller donne une description générale des trois étages glaciaires de Schaffhouse et de leurs allures, et combat l'opinion de M. Steinmann, soit l'âge interglaciaire du gisement de Schweizersbild.

[1] Tabellarische Uebersicht der glacialen Bildungen im Aargau. *Mitth. Aarg. Naturf. Ges.*, *VII.* (Aarau, 1896.)

[2] Die erratischen Gesteine d. præhistor. Niederlassung zum Schweizerbild. *Denkschr. Schw. naturf. Ges.*, Bd. XXXV, p. 183-194.

A cette occasion, M. Gutzwiller revient de son opinion sur l'âge postglaciaire du tuf de Flurlingen, qu'il est maintenant disposé à regarder comme un dépôt tardif de l'époque interglaciaire.

M. Früh[1] a étudié les charbons retrouvés dans le même gisement et arrive à la conclusion qu'ils appartiennent probablement aux lignites miocènes fréquents dans la région. (Voir partie minéralogique.)

Ve PARTIE. — **PALÉONTOLOGIE**

PAR LÉON DU PASQUIER

Nous avons à enregistrer la publication du 21e volume des Mémoires de la Société paléontologique suisse (1894) qui débute par un travail de M. Tornquist[2] sur quelques **Macrocephalites du terrain à chailles.**

Les *Macrocephalites* fréquents dans l'Oxfordien des provinces jurassiques sud-indienne et éthiopienne n'étaient guère connus jusqu'à présent en Europe dans des niveaux aussi élevés.

M. Tornquist en décrit deux nouvelles espèces du terrain à chailles ; et les nomme :

Macrocephalites Helvetiæ.
» *oxfordiensis.*

Le premier provient de Fringeli, le second de Châtillon près Delémont. Ces *Macrocephalites* paraissent se rencontrer en Europe, là ou l'Oxfordien a le faciès de terrain à chailles ; nous avons parlé de l'extension de ce faciès dans la partie stratigraphique.

A ce propos, M. Tornquist a étudié les affinités des *Macrocephalites* avec d'autres groupes d'ammonites. Il les trouve en rapport très étroit avec les *Olcostephanus*. Les nouvelles découvertes font descendre les premières formes du genre *Olcostephanus* toujours plus bas, tandis que celle du genre *Macrocephalites* montent toujours plus haut dans la série des terrains, de telle façon que le hiatus qui les séparait est près

[3] Ueber die Kohleureste aus d. Schweizersbild. *Deutschr. Schw. naturf. Ges.*, Bd. XXXV, p. 191-200.

[2] Loc. cit. *Mém. Soc. pal. Suisse*, 1894.

d'être comblé. D'autre part, l'analogie de leurs caractères distinctifs principaux font admettre à M. Tornquist que les *Olcostephanus* descendent des *Macrocephalites*. La descendance, généralement admise pour *Olcostephanus*, de *Perisphinctes* reposerait sur des phénomènes de convergence.

M. Koby[1] continue ses patientes investigations sur les polypiers jurassiques, et publie cette année un second supplément à la monographie des polypiers jurassiques de la Suisse.

Ce travail est consacré à la description d'espèces nouvelles, provenant soit du Jura bernois, soit surtout du gisement de Gilley (Doubs), qu'il place dans l'étage rauracien.

Voici les espèces nouvelles décrites dans ce mémoire .

Phytogyra rauracina (de Rüchenz près Laufon), intitulée sur la planche : *P. rauraciensis*.
Rhypidogyra Jaccardi (Gilley).
Cymosmilia conferta (Gilley).
Convexastrea Jaccardi (Gilley).
Montlivaultia Rochensis (près Bressancourt).
Thecosmilia acaulis (Gilley).
Baryphillia Jaccardi (Gilley).
Dermoseris humilis (Liesberg).
Chorisastrea Richei (Cherzery).

M. P. de Loriol[2] nous donne une Etude sur les **mollusques du Rauracien inférieur** du Jura bernois, mollusques provenant en grande partie de la collection de M. Koby.

Les espèces nouvelles décrites sont :

Perisphinctes chavattensis (de Combe Chavatte).
Pseudomelania liesbergensis, d'après un moule intérieur (Fringeli, Liesberg, Combe Chavatte).
Turbo chavattensis (Combe Chavatte), figuré pl. II, 4 et non pl. I, 4 et 5.
Trochus Kobyi (Combe Chavatte).
Trochus (Monodonta) Andreæ (Combe Chavatte).
Pleurotomaria Kobyi, d'après un moule intérieur (Liesberg).
Pholadomya Kobyi, presque identique à *P. paucicosta* Ag. Combe Chavatte).
Lucina chavattensis (Combe Chavatte).
Corbula Kobyi (Combe Chavatte).
Prorockia Choffati, moule intérieur (Combe Chavatte).
Opis fringeliensis (Fringeli).
Myoconcha lata, moule intérieur (Liesberg).
Arca (Cucullæa) Pyrene, moule intérieur (La Croix).

[1] *Mém. Soc. pal. Suisse*, 1894, 20 p., 4 pl.
[2] *Mém. Soc. pal. Suisse*, 1894. Loc. cit.

Arca liesbergensis (Liesberg).
Nucula cepha, moule intérieur (Combe Chavatte).
Pecten episcopalis (Fringeli, Liesberg, Combe Chavatte).
Pecten chavattensis (Combe Chavatte).
Ostrea Kobyi ; peut-être *Placunopsis* (Fringeli).
Ostrea (Alectryonia) Pyrrha (Combe Chavatte)
Ostrea colossea (Combe Chavatte, chemin de Froidevaux).

Des tableaux synoptiques de polypiers, d'échinodermes et de mollusques, du Rauracien inférieur, terminent cette partie du travail consacrée à la description des espèces.

Puis viennent quelques remarques sur la faune du Rauracien inférieur. A noter : le petit nombre d'espèces (9 seulement) qui lui sont communes avec le Rauracien supérieur. Le fait que la plupart des espèces se continuent dans les étages supérieurs et la rareté des Ammonites et Pholadomyes ne sont pas pour nous surprendre.

Nous avons déjà cité l'opinion de M. de Loriol sur le parallélisme de l'Argovien et du Rauracien admis par M. Rollier. (Voir p. 139.)

Outre le volume de mémoires de la Société paléontologique, nous n'avons que peu de travaux paléontologiques spéciaux à enregistrer.

M. R. Keller [1], de Winterthour, continue ses études sur la **flore tertiaire du canton de Saint-Gall,** qui s'enrichit de 17 espèces, jusqu'ici inconnues dans la région, ou même tout à fait nouvelles. Ainsi un champignon parasite des feuilles de chêne, peupliers, etc. :

Linosporoidea populi. Keller.

Le nombre des plantes tertiaires de la région St-Gall-Appenzell se trouve porté à 114. Le travail de M. Keller est illustré de 11 planches.

M. F. Oppliger [2], à l'occasion de son étude sur un **banc de spongiaires** de Baden, rappelle que dans cette localité les éponges existent surtout dans les calcaires à scyphies des couches à *Hemic. crenularis*, dans les couches de Baden et dans les couches de Wettingen. Le banc en question provient des couches à *H. crenularis* et contient :

[1] Beiträge zur Tertiärflora des Kantons St-Gallen : *Bericht über die Thätigkeit der St-Gallischen naturivis. Ges.* 1893-94. (St-Gall, 1895) p. 305-330.

[2] Ein Schwammlager in den Kalkschichten von Baden. *Jaresb. üb. d. Aargau. Lehrerseminar Wettingen*, 18 p., 1 pl. Baden 1895.

Pachydeichisma lopas, Qu. sp. prédominante.
» *lamellosa*, Gldf. sp.
» *clathrata*, Gldf. sp.
Cypellia rugosa Gldf. sp., abondante.
Stauroderma Lochense, Qu. sp.
Porospongia impressa, Gldf. sp., rare.
Tremadictyon reticulatum, Gldf. sp.
» *obliquatus*, Qu.
Craticularia paradoxa, Mstr. sp., abondant.
» *texturata*, Gldf. sp.
Sporadopyle ramosus, Qu. sp., abondant.
Verrucocœlia gregaria, Qu. sp.
Pyrgochonia acetabulum, Gldf. sp., rare.
Platychonia vagans, Qu. sp.
Eudea colopora, Gldf. sp.
Ensiphonella Bronni, Mstr. sp.

Le banc étudié par M. Oppliger est localisé au Hundsbuck ; mais il cite encore diverses autres localités, où on en rencontre dans les couches à *H. crenularis*.

Dans les bancs des autres horizons à spongiaires on retrouve en général les mêmes formes, à l'exception de *Pachydeichisma lopas* qui est localisée dans les couches à *H. crenularis*. Le facies détermine la faune plus que le niveau.

M. Gottfried Glur[1] a traité de la **faune des habitations lacustres.** La première partie de ce mémoire est consacrée à la faune de la station de Font sur le lac de Neuchâtel. Dans les produits de l'exploitation de cette station, appartenant à l'âge de la pierre polie, M. Glur a trouvé :

Bos primigenius, Boj.
Bos taurus primigenius, Rütim.
Bos taurus trochoceros, H. v. M.
Bos taurus brachyceros, Rütim. et formes intermédiaires entre celui-ci et le *primigenius*.
Cervus elaphus, L.
Cervus capreolus, L.
Sus scrofa palustris, Rütim.
Sus scrofa ferus, L.
Ursus arctos, L.
Meles taxus, Pall.
Lutra vulgaris, Exl.
Mustela putorius, L.
Canis lupus, L.
Canis vulpes, L.
Castor fiber, L.
Pelicanus onocrotalus.

Ce dernier a été trouvé pour la première fois dans les habitations lacustres.

Une seconde partie du mémoire est consacrée aux **moutons** des stations lacustres suisses. La forme principale des

[1] Beiträge zur Fauna der Pfahlbauten. *Mitt. naturf. Ges. Bern*, 1894-1895, p. 1-56.

stations de l'âge de la pierre est *Ovis aries palustris* Rütim, dont les descendants existent aujourd'hui encore dans le le Malpserthal sur Dissentis.

On trouve encore deux autres races, l'une à cornes plus grandes, l'autre à cornes très rapprochées. La première se rencontre entre autres à Lüschez et à Font; la deuxième connue déjà de Wauwyl, a été retrouvée à Lüscherz. Plus tard, dans l'âge de la pierre polie, on paraît avoir cherché à obtenir une grande race.

La race de l'âge du bronze est toute différente et ne peut être considérée comme descendant de celles de l'âge de la pierre, elle se trouve à Möringen (lac de Bienne) et porte les marques d'une longue domestication.

Dans une troisième partie M. Glur étudie les **chèvres lacustres.** On trouve tant à Font qu'à Schaffis et Lüscherz (lac de Bienne), des restes de *Capra hircus L.*, qui ne correspondent pas à la race actuelle, quoique les différences ne soient pas très considérables.

Il semble que, comme pour le mouton, on ait cherché à obtenir de grandes formes.

Pour terminer, M. Glur s'élève contre l'opinion de certains historiens qui rapprochent trop de nous les temps lacutres.

L'immigration lacustre chassa du pays l'homme glaciaire avec ses rennes. Après un séjour, dont la grande longueur est attestée par l'épaisseur des couches de débris qu'ils produisirent, les lacustres de l'âge de la pierre disparurent devant les lacustres de l'âge du bronze, qui amenaient un plus grand nombre d'animaux domestiques de races différentes. Après l'âge du bronze vint celui du fer, entre autres la période dite de Hallstadt, avec ses caractères généralement répandus sur toute l'Europe. Cette période peut être rapprochée de la civilisation pelasgienne de Grèce, déjà sur son déclin, lors de l'invasion dorienne (An — 1104).

Ainsi, pense M. Glur, le temps des premières habitations lacustres est peut-être aussi éloigné de l'aurore de l'histoire, que celle-ci des temps actuels.

TABLES DE LA REVUE GÉOLOGIQUE

pour 1895.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

NÉCROLOGIE. — Ulrich Stutz, L. Rutimeyer 78

I. **Descriptions géologiques et orographiques. Dislocations** 79

TECTONIQUE GÉNÉRALE. Orogénétique de l'Europe. Contact entre les Alpes et l'Appenin 79

ALPES. Carte du Chablais et du Faucigny 79

Profil transversal des Alpes. 80

Alpes calcaires .V. Klippes des Alpes et du Salève ; Hautes Alpes calcaires de la Savoie. Hautes chaînes calcaires de la Suisse. Préalpes du Chablais. Charriages des Préalpes. Environs des Avants. Groupe du Faulhorn. Alpes glaronnaises. Zône des schistes grisons 84

Zone centrale. Environs de Zermatt. Massif du Simplon. Excursion à travers les Alpes lépontines. Val d'Ossola 94

JURA. Carte géologique française (feuilles Saint-Claude et Thonon) 96

Jura septentrional. Tectonique de la chaîne du Passewang. Relations tectoniques entre le Jura et la dépression rhénane 97

Poches hauteriviennes dans le valangien. 98

II. **Minéralogie et Pétrographie** 104

MINÉRALOGIE. Grenat mélanite de Zermatt. Minerai manganifère. Charbon de Schweizerbild. 104

Origine du pétrole et du bitume 105

PÉTROGRAPHIE. *Roches sédimentaires*. Grès de Tavayannaz. Origine des roches de Schweizerbild 107

Roches cristalines. Roches du Mont-Blanc. Gabbros de la vallée de Saas 110

III. **Géologie dynamique.**

ACTIONS ET AGENTS EXTERNES. *Sédimentation*. Buttes ou Thomas de la vallée du Rhin. 118

Erosion. Lapiés du désert de Platé. Erosion chimique. Marmites de géants et déplacements de cours d'eau dans la Haute Engadine. Vallées d'érosion et cluses du Jura. 119

Sources. Nappe souterraine du val de Travers. Sources de la vallée de Joux 121

Pages

Lacs. Lac du Bourget. Lac de Chedde. Léman 121

Glaciers. Formes superficielles. Variations périodiques. Lac de Mærjelen. Catastrophe de l'Altels 122

Actions et agents internes. Tremblements de terre 126

IV. **Stratigraphie.**

Archeique et paléozoique. Carbonifère et quartzite du Trias du Mont-Blanc. Gneiss de Zermatt. 127

Schistes lustrés. Zermatt. Entre Splügen et Ilanz. A l'Est du Rhin. Mont Jovet. 128

Jurassique. Lias inférieur de Beggingen. Jurassique des chaînes au SW de Bâle. Jurassique de la feuille VII. Rauracien et Argovien. Faciès du Malm 134

Crétacique. Couches de Berrias du lac des IV cantons. Marne à Bryozoaires du Jura. Gault et Cénomanien de la vallée de Joux. Transgression crétacique 140

Tertiaire. Extension du Tertiaire dans le Jura et transgression miocène. 141

Eocène. Grès de Tavayannaz. 141

Néogène. Lignites de Frienisberg. Miocène saumâtre. (Couches de Kirchberg.) Tertiaire de l'Auberson. Graviers pliocènes 143

Glaciaire. Classification stratigraphique. Excursion glaciaire. Glaciation alpine. Fluvioglaciaire, glaciaire, interglaciaire. Glaciaire du Val de Travers. Glaciaire de la Marivue. Alluvions glaciaire du bassin du Léman 145

Terrasses lacustres. Couche crayeuse et bloc erratique du Boiron de Morges. 147

Lœss 148

Théorie glaciaire 148

Station préhistorique du Schweizerbild 149

V. **Paléontologie.**

Jurassique. Macrocéphalites du terrain à chailles. Rauracien inférieur. Banc à spongiaires de Baden 150

Tertiaire. Flore tertiaire de Saint-Gall 153

Faune lacustre 153

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

BAUMBERGER, voir Schardt. — BERTRAND. Schistes lustrés, 133. — BOURGEAT. Carte géologique, feuille Saint-Claude, 96. — BÖHM. Terrains de la Lenzer-Heide, 133. — BRÜCKNER. Altels, 125. — A. BRUN. Grenat mélanite, 104. — CHAIX. Lapies du Désert de Platé, 119. — DELEBECQUE. Lac du Bourget, 121. Lacs du Jura, 121. Alluvions anciennes, 147. — DOUXAMI. Tertiaire des environs de Sainte-Croix, 144. — DUPARC et MRAZEC. Massif du Mont-Blanc, 111. Carbonifère, 128. — DUPARC et RITTER. Grès de Tavayannaz, 107-110, 142. Carbonifère et Trias. 127. — DU PASQUIER. Déplacements de cours d'eau, 120. Nappe sourcière du Val de Travers, 121. Altels, 125. Glaciaire du Val de Travers, 146. — DU RICHE-PRELLER. Altels. 126. Fluvio-glaciaire, 146. — FOREL. Lac Léman, 121. Variation des glaciers, 122. Lac de Mærjelen, 122. Catastrophe de l'Altels, 124, 125. Terrasse lacustre, 147. — FRÜH. Charbon de Schweizerbild, 105, 150. Erosion chimique, 120. Tremblement de terre, 126. — GEIKIE. Classification du glaciaire, 145. — GLUR. Faune lacustre, 153. — GUTZWILLER. Erratiques de Schweizerbild, 110, 149. — GREGORY. Schistes lustrés, 133. — GREPPIN. Tectonique du Passwang, 97. — HAUG. Klippes des Almes et du Reposoir, 84. Hautes Alpes calcaires de la Savoie, 85. Hautes chaînes calcaires de la Suisse, 87. — HEIM. Catastrophe de l'Altels, 123. — JACCARD. Pétrole et asphalte, 105. — KEILHACK. Glaciation alpine, 146. — KELLER. Flore tertiaire de Saint-Gall, 152. — KISSLING. Lignites de Frienisberg, 143. — LUGEON. Origines des Préalpes du Chablais, 88. — LORIOL (P. de). Rauracien inférieur, 130, 151. — KOBY. Rauracien et Argovien, 137. — MARTEL. Altels, 126. — MRAZEC, voir Duparc. — MÜHLBERG. Classification du glaciaire, 149. — OGILVIE. Altels, 125. — OPPLIGER. Banc à Spongiaires, 152. — PERROT. Lac de Chedde, 121. — RENEVIER. Carte de Chablais et du Faucigny, 79. — RITTER, voir Duparc. — ROLLIER. Cluses du Jura, 120. Jurassique sur la feuille VII, 137. Faciès du Malm, 138. Purbeckien, 141. Tertiaire du Jura, 141. — ROTHPLETZ. Alpes glaronnaises, 91. Schistes grisons, 91, 129. — SACCO. Orogénétique de l'Europe, Alpes et Apennin, 79. — SARASIN. Altels, 125. — SCHÆFER. Gabbros de la vallée de Saas, 114. — SCHALCH. Lias inférieur de Beggingen, 134. Miocène d'Anselfingen, 143. — SCHARDT. Hypothèse du charriage des Préalpes, 89. Géologie des environs des Avants, 90. Age de la marne à Bryozoaires, 140. Céno-

manien et Gault de la vallée de Joux. 141. Glaciaire de la Marivue, 147. Alluvions anciennes, 147. Terrasses lacustres, 148. — SCHARDT et BAUMBERGER. Poches hauteriviennes, 99. — C. SCHMIDT. Nécrologie d'Ulr. Stutz et de L. Rütimeyer, 78. Environs de Zermatt, Simplon, 94. Excursion dans les Alpes lépontines, 95, 128. Schistes lustrés, 128. — SIEGER. Formes superficielles des glaciers, 122. — STEINMANN. Schistes grisons, 93, 132. — TARNUZZER. Minerai manganifère. 105. Thomas de la vallée du Rhin, 118. Moulins glaciaires, 120. — TOBLER. Tectonique du Jura au S de la plaine rhénane, 97. Vallées d'érosion, 120. Jurassique, 134. Berrias, 140. — TORNQUIST. Macrocéphalites, 138, 150. — WEHRLI. Excursion glaciaire, 145. — ZELLER. Profil transversal des Alpes, 80. Supplément au profil, etc., 84. Groupe du Faulhorn, 90.