

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 5 (1897-1898)
Heft: 2

Artikel: 1re partie, Descriptions géologiques et orographiques, dislocations
Autor: Schardt, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155231>

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: 10.02.2026

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

1^{re} PARTIE. — TECTONIQUE

par H. SCHARDT

**Descriptions géologiques et orographiques,
Dislocations.***Tectonique générale.*

Nous rappelons ici la notice de M. SACCO¹ 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. SACCO² 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. ZELLER¹ 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 $\frac{1}{100\,000}$. 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 Schratzenfluh (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, où 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 apparemment 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 calcari-fères*, 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 granatiformes. 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 granatiforme 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 amphibolitiques. 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 Ivree, 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 amphibolitiques. A part cette différence, la structure rappelle beaucoup celle du massif du Mont-Blanc, surtout sous le rapport de l'enchevêtrement des roches éruptives 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. ZELLER¹ 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. HAUG² 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. HAUG¹ 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 levés 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* marnoschisteux 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 *cénomani* 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 pré-triasiques 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 disparaît 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. HAUG¹ expose à propos des **hautes chaînes calcaires de la Suisse** deux observations nouvelles, 1^o le *relayement successif* des zones tectoniques; 2^o 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 Brienergrat 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^o 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'enfoncent. 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. LUGEON¹ 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-bréchiforme 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 profondeur¹.

M. SCHARDT² 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^o 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^o 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^o 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^o 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^o 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 énergétique 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 opusculé de M. H. Schardt¹ 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. ZELLER² 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. ROTHPLETZ¹ 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. ROTHPLETZ² 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 Angrifffenen. München 1893.

² A. ROTHPLETZ. Ueber das Alter der Bündner Schiefer. *Zeitsch. der deutschen geolog. Gesellsch.* 1893. 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 Dogger¹.

Mentionnons encore l'opinion de M. STEINMANN² 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 500 000 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 klippen 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 stratigraphique).

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. 49 p. 1 fig.

ZONE CENTRALE

La **géologie des environs de Zermatt** a fait l'objet d'un exposé de M. le prof. C. SCHMIDT¹. 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. SCHMIDT² 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. (Binenthal, 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 zoïsité 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 Devezio » 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. SCHMIDT¹ 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. TRAVERSO² 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 nésozoïques.

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. GREPPIN¹ 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 écaillés 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. TOBLER², 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),

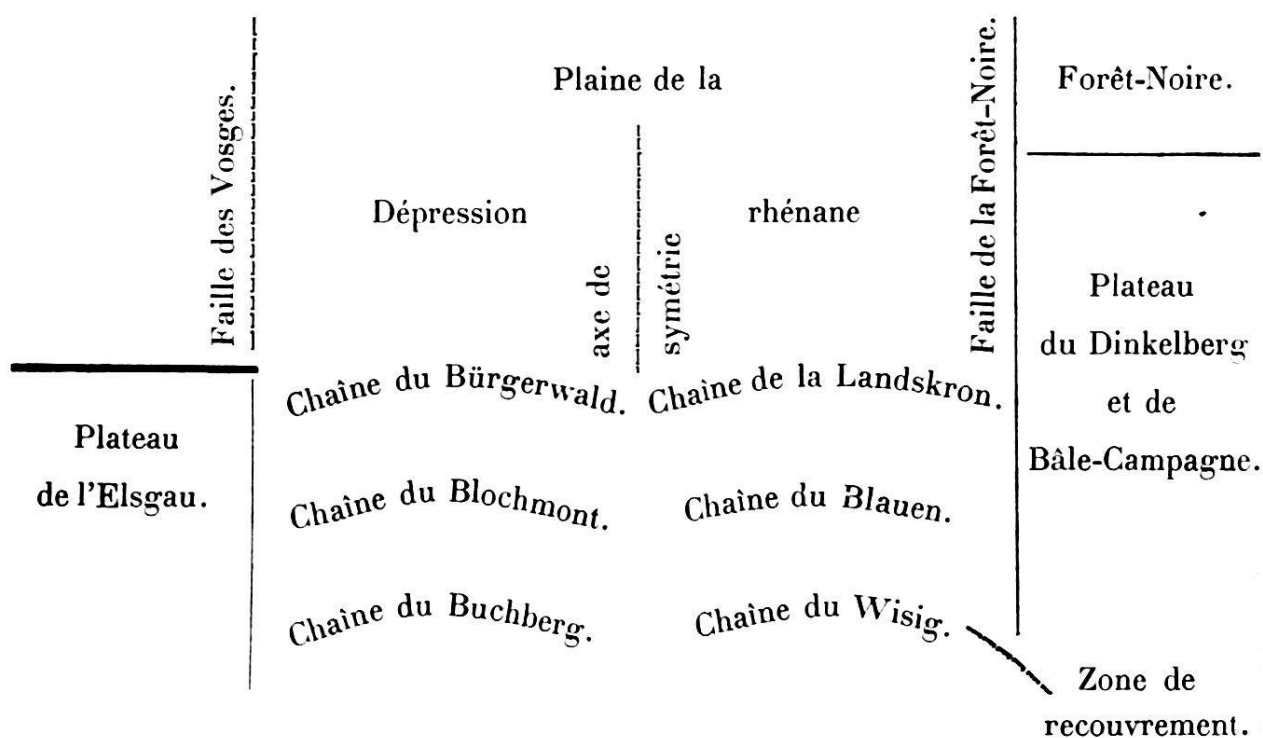
¹ E. GREPPIN. Ueber interessante Lagerungsverhältnisse in der Passwangkette *Verhandl. der Naturf. Gesellschaft. Basel.* 1895. XI, 174-182.

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 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 BAUMBERGER¹ en ont fait une étude détaillée, d'où résulte que ces accidents sont exclusivement attribuables à des *phénomènes de glissement* ayant 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 par-dessus 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 cénomaniennne, 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 inférieur¹ 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 rhomboédriques.

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 calcaireo-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.

2^e PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

par H. SCHARDT

Minéralogie.

D'après M. A. BRUN¹, 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, 403.