

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 7 (1901-1903)
Heft: 6

Artikel: Ire partie, Tectonique
Autor: Schardt, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155939>

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: 22.02.2026

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1901.

Nº XXXII

par H. SCHARDT et Ch. SARASIN.

Nécrologies.

Nous avons à signaler la mort de M. de Mojsisovics, géologue autrichien de grand mérite, dont les travaux sur les Alpes autrichiennes et notamment sur les Alpes grisonnes orientales et méridionales nous intéressent tout spécialement. M. de Mojsisovics s'est acquis un mérite particulier par ses travaux sur le Trias des Alpes orientales.

Un géologue, dont la mort suscitera le regret unanime des géologues suisses, M. Edmond v. Fellenberg (1838-1902), s'est consacré spécialement à l'exploration du massif de l'Aar entre le Lötschenpass et la Grimsel jusqu'à la vallée du Rhône. De nombreux travaux traitant les minéraux de la Suisse sont dus à sa plume. Nous aurons, par la suite, à signaler des articles biographiques sur la vie et les travaux de cet excellent et aimable collègue.

I^{re} PARTIE -- TECTONIQUE

Par H. SCHARDT.

Généralités. Descriptions géologiques, tectoniques et orographiques.

Manuel de géologie. — Nous enregistrons ici la publication d'un manuel élémentaire de minéralogie et de géologie pour les écoles moyennes de la Suisse. L'auteur, M. le Dr H. FREY¹, s'est efforcé de doter nos écoles d'un ouvrage aussi complet

¹ Dr H. FREY. Mineralogie u. Geologie für Schweizerische Mittelschulen. Leipzig, A. Freitag, 1901. 230 p. 260 fig.

que possible, sans être surchargé, mis entièrement à la hauteur de la science actuelle. Sa première partie contient des données sur la cristallographie, les propriétés physiques et chimiques des minéraux, une description des principaux minéraux et des tables pour leur détermination. Suit un chapitre sur la pétrographie, donnant, à la suite du mode de formation et du gisement des roches essentielles, leur composition et leur structure, tant des roches cristallines et cristallophylliennes que des roches sédimentaires.

La partie géologique proprement dite s'étend sur les volcans, l'érosion, la sédimentation et leurs agents, la tectonique et donne un résumé de stratigraphie, suivi d'un coup d'œil sur le monde organique et ses modifications pendant les époques géologiques, les fossiles caractéristiques des étages géologiques et les séries philogénétiques de quelques types animaux.

Cet ouvrage remplit certainement une lacune depuis longtemps sentie et rendra d'excellents services.

Théories géologiques. — Un opuscule qui fera peut-être hausser les épaules à plus d'un, mais qui présente cependant un certain intérêt et quelque originalité, est celui de M. HERMITE¹, intitulé *Essai d'une explication par les causes actuelles de la partie théorique de la géologie*. On conçoit de prime abord que le mot théorie de la géologie se résume pour l'auteur dans la conception de l'origine du globe terrestre, sa nature interne, les phénomènes qui en découlent et les mouvements de l'écorce terrestre. Il prévoit la nécessité de faire intervenir dans l'explication des phénomènes géologiques l'équivalence mécanique de la chaleur. Il est regrettable, dit-il, que De la Bèche, qui a publié, en 1838, un ouvrage sur la partie théorique de la géologie, n'ait pas connu le principe de l'équivalent mécanique de la chaleur.

L'auteur fait une objection à la théorie de Newton sur l'aplatissement de la terre, en trouvant plus admissible que la terre primitive doit se transformer en un disque très aplati sous l'influence d'une rotation continue.

Les mouvements orogéniques qu'Elie de Beaumont attribuait à la contraction due au refroidissement du globe, ne sont pas dûs à cette cause, parce que, dit M. Hermite, la chaleur émise par la solidification est égale à celle perdue par le refroidissement ! S'inspirant d'une note de M. Bertrand², il affirme que la chaleur souterraine est produite par

¹ Neuchâtel, Attinger frères, 1901. (M. Hermite est décédé en 1902.)

² C. R. Ac. sc. Paris, 5, II, 1900.

l'affaissement des bassins marins. Ces affaissements, se faisant périodiquement, engendrent beaucoup de chaleur, qui se communique à l'eau des océans et produit une forte évaporation et des pluies abondantes sur les continents qui en sont refroidis d'autant, d'où la forte activité détritique constatée à chaque oscillation orogénique.

Il parle ensuite du phénomène paléothermal, — mis en relation avec la cohésion plus grande alors qu'aujourd'hui, — qui a peu à peu conduit à l'époque glaciaire. Si, aujourd'hui, les glaces polaires ne sont pas plus étendues, c'est parce que tous les courants marins chauds se rencontrent là.

Dans un appendice, il parle de questions à élucider, de l'atmosphère, de l'équilibre des mers et de la figure de la terre, le volume des glaces quaternaires, les terrasses parallèles, les mouvements du sol et les volcans.

Alpes.

ALPES CALCAIRES OCCIDENTALES.

Préalpes et klippes. — En 1901, la Société géologique de France a parcouru, lors de son excursion annuelle, les Alpes du Chablais sous la direction de M. LUGEON¹. Le principe du recouvrement des Préalpes, émis par l'écrivain de ces lignes en 1893, accepté en 1895 par M. Lugeon et appliqué par lui aux Alpes du Chablais, devait subir l'épreuve du feu. Il y avait parmi les excursionnistes MM. Kilian, de Lapparent, E. Haug, C. Schmidt, G. Steinmann, etc., ces deux derniers adversaires du charriage venu du S, bien que l'admettant venu du N, tandis que M. Haug soutenait l'hypothèse d'un éventail composé imbriqué, ayant surgi sur place par compression de plis groupés autour d'un synclinal médian.

La discussion a été nourrie, ainsi que le prouvent les débats au cours des excursions et des séances journalières pendant les huit jours d'excursion, dont quatre sur la partie suisse des Alpes du Chablais.

Nous ne suivrons pas ici le compte rendu des excursions dans tous ses détails, nous ne relèverons que les résultats constatés et les objections principales présentées au cours des débats.

Le trajet entre Meillerie et Bouveret permit de consta-

¹ Réunion extraordinaire à Lausanne et dans le Chablais. *Compte rendu des séances*, 1901, p. 83-112, et *Bull. soc. géol. France*, NS., t. I, 1902, p. 677-722.

ter la superposition réelle du bord N des Préalpes par sa base triasique sur la Mollasse rouge ou le Flysch, ce dernier étant supposé renversé. A cette occasion, on a exprimé l'idée que la Mollasse rouge devait être désignée sous le nom de *Flysch rouge*. Puis suivent les anticlinaux penchés, avec écrasement du flanc N, du Grammont, de Vouvry et d'Utane, et près de Monthey les plis couchés autochtones d'Urgonien et de Néocomien sous la Molasse rouge. M. Haug pense que cette Mollasse rouge, au lieu de joindre celle du Bouveret *par-dessous* les Préalpes, comme le veut la théorie du recouvrement, devait plutôt passer *par-dessus* cette région, sans perdre son caractère d'identité de part et d'autre ; la distance qui sépare les deux points où elle s'enfonce sous les Préalpes est suffisante pour admettre là la racine d'un éventail composé ! M. Steinmann fait aussi une observation analogue.

La suite des excursions, partant de Champéry dans le val d'Illiez, conduit dans la région des klippes laminées de Savonnaz, de Culet et de Ripaille, suivies d'une série de petits lambeaux ou klippes triasiques et liasiques dépendant de la zone interne des Préalpes et d'autres des Préalpes médianes, ici presque entièrement laminées.

Le passage entre le massif de Tréveneuzaz et la zone de brèche d'Onnaz (bord interne des Préalpes), montre la superposition de la Brèche du Chablais (montagne d'Onnaz) sur le Flysch avec une lame de schiste à *Posidonomya* dans ce dernier, qui repose à son tour sur la série normale de Crétacique, de Malm et de Trias du massif de Tréveneuzaz. La direction d'un pli-faille, qui atteint ce dernier sous le massif de la Brèche et dont la direction est parallèle aux autres plis, est contraire à l'idée que Tréveneuzaz présenterait un déversement vers la vallée du Rhône.

Dans la discussion qui a suivi à Thonon, divers géologues émettent leur opinion sur les constatations faites. M. Kilian compare les phénomènes de recouvrement des Préalpes à ceux du Briançonnais, où les recouvrements exotiques précédemment admis par M. Termier se transformèrent en plis étirés, dont les racines existent. La découverte d'une « racine » des Préalpes dans le massif du Wildstrubel parlerait contre un charriage lointain.

M. Haug, se basant sur cette même découverte et l'existence d'un faciès schisteux du Néocomien, proclame l'« effondrement » des arguments stratigraphiques concernant le contraste entre le faciès préalpin et le faciès helvétique. Les

arguments tectoniques n'ont pas plus de valeur, tout ce qui est connu jusqu'à ce jour peut se concilier avec son explication tendant à représenter la structure des Préalpes par un « éventail composé imbriqué. » Il affirme en tout cas que l'origine transalpine des Préalpes est aujourd'hui condamnée, bien que la dite racine ne concerne que la bande interne des Préalpes et non la grande masse de celles-ci. Toutefois, il n'hésiterait pas à abandonner sa manière de voir, si d'autres découvertes venaient à être faites, mais, en attendant, les faits constatés jusqu'ici ne permettent pas de trancher la question dans un sens ou dans l'autre.

Les quatre derniers jours ont été consacrés à l'étude de la Brèche du Chablais et aux Préalpes de Savoie dans lesquelles sont entaillés les divers embranchements de la vallée de la Drance. On voit le contour, simulant le front d'un pli couché, qui marque le bord N de la masse de Brèche, la nature particulière de cette formation, tantôt brèchoïde, tantôt calcaire à faciès échinodermique, même coralligène, en tout cas d'eau peu profonde littorale.

Les gisements de roches éruptives en forme de blocs et lambeaux isolés englobés dans le Flysch, ont pu être visités partiellement, de même que le gisement houiller de Tanninges.

Dans un mémoire plus étendu servant d'argumentation plus complète de l'hypothèse du charriage des Préalpes, M. Lugeon donnera un travail d'ensemble sur la relation entre les Préalpes et les plis des Hautes-Alpes en Savoie et en Suisse (voir *Revue géol.* pour 1902).

L'étude stratigraphique des terrains mésozoïques de la **Chaîne du Niremont**, en vue d'une monographie paléontologique des fossiles néocomiens de cette région, a amené M. SARASIN¹ à la constatation que les lames de Barrémien, Hauterivien, Valangien supérieur, de Berrias (Valangien inférieur) et de Jurassique intercalées dans le Flysch, ne sont pas des replis à proprement parler, mais bien des écailles superposées les unes au-dessus des autres et séparées par des surfaces de glissement.

Entre le Flysch et le Crétacique inférieur, il n'y a aucune formation pouvant être attribuée au Gault ou à l'Aptien.

¹ CH. SARASIN et SCHÖNDELAYER. Etude monographique des Ammonites du Crétacique inférieur de Châtel-Saint-Denis. *Mém. soc. pal. suisse*, 1901, t. XXVII. *Archives Genève*, t. XII, p. 650.

M. KEIDEL¹ a étudié la géologie du groupe de la Hornfliuh et des Spielgerten, sur les deux flancs avoisinant la vallée de la Simme. Il y a reconnu la série des roches caractéristiques à la zone sud des chaînes calcaires des Préalpes. *Trias*, formé de gypse, calcaire dolomitique et cornieules, suivi de calcaire à crinoides rose attribué au *Lias*², *Dogger* à *Mytilus* et calcaire sableux, supportant le *Malm*. Cette série, qui constitue le groupe proprement dit des Spielgerten, contraste avec celle du Kumigalm et de la Hornfliuh, qui présente sur le *Trias* la formation de la Brèche de la Hornfliuh (= br. du Chablais), qui est accompagnée de schistes calcaires.

Dans la région des Spielgerten, le Crétacique est représenté seulement par les « couches rouges » qui surmontent directement le *Malm*. M. Keidel affirme que les couches rouges recouvrent aussi la formation de la brèche de la Hornfliuh !

Quant au Flysch, l'auteur constate que Ischer, trompé par l'absence d'éléments bréchoides qui caractérisent le Flysch du Niesen, a indiqué ces schistes marneux, micacés, tantôt comme *Lias*, tantôt comme Crétacique. Il est signalé la présence de blocs de diabase (porphyrite) sur le versant E de la vallée de la Petite Simme, au S de Zweisimmen.

Après cette orientation stratigraphique, l'auteur examine la tectonique de cette région. Il en donne deux profils transversaux allant du contact anormal S du *Trias* sur le Flysch jusqu'à la vallée de la Simme au N. Il constate, outre la superposition anormale du *Trias* de toute la région, la structure en écailles aussi dans les divers complexes de sédiments qui constituent les Spielgerten et le groupe de la Hornfliuh; cette forme de dislocation prédomine plus que les plissements. Sur le bord S du groupe des Spielgerten, on voit alterner le calcaire dolomitique et la cornieule, ce qui atteste la structure imbriquée.

La Brèche de la Hornfliuh alterne avec le Flysch, pour la même raison. Mais il y a, en outre, plusieurs accidents transversaux, tels que décrochements à rejet plus ou moins important. On en voit sur la paroi des Spielgerten, sur l'arête du Seehorn et du Frohmattgrat, où la paroi est comme hachurée d'alternances de *Malm* et de couches rouges. L'arête

¹ H. KEIDEL. Ein Beitrag zur Kenntniss der Lagerungsverhältnisse in den Freiburger Alpen. *Berichte naturf. Ges. Freiburg i. B.*, 1902, t. XIII, 23-39.

² Cette « brèche à crinoides » n'est autre chose qu'un calcaire dolomitique spathique formant des intercalations dans les calcaires dolomitiques du *Trias* ! (H. Sch.)

des massifs calcaires des Spielgerten au bord de la vallée de la Simme serait aussi dûe, selon l'auteur, à un accident transversal. Ces décrochements (*Blätter*) sont considérés comme étant en relation avec la formation des écailles. Il conclut catégoriquement que la force qui a poussé ces écailles les unes sur les autres, *doit avoir agi du NW au SE.*

L'auteur admet, en parlant de l'origine du Flysch, que la mer du Flysch peut parfaitement avoir été interrompue par des zones d'îlots de roches cristallines qui, après avoir fourni au Flysch ses roches cristallines, seraient devenues les amorces pour les chevauchements ayant conduit à la structure imbriquée. En considérant que la zone des Playades-Niremont recèle d'après M. Sarasin, aussi une structure imbriquée, il en déduit que cette zone extérieure des Préalpes pourrait bien représenter un équivalent à la région imbriquée interne des Spielgerten-Hornfuh, en marquant une *seconde ligne de chevauchement*, bordant la Mollasse, comme l'autre borde la zone du Flysch du Niesen. Les chaînes calcaires entre deux constitueraient donc bien un éventail imbriqué composé, comme l'admet Haug !

M. LUGEON¹ annonce qu'il a découvert dans la région du Wildstrubel des lambeaux et des plaques de recouvrement dépendant d'un pli ayant racine dans la vallée du Rhône, qui, d'autre part, se continue jusqu'aux écailles jurassiques de la zone dite des cols, dans la région des Préalpes. Ce serait, selon lui, une *racine des Préalpes suisses*.

MM. LUGEON et RÖESSINGER² ont fait connaître les premiers résultats de leurs recherches sur la géologie de la Haute Vallée de Lauenen, au contact des Préalpes et des Hautes-Alpes calcaires.

Ils y distinguent quatre zones d'après les terrains qui la constituent.

1. *Zone de la Brèche à Echinodermes.* Enchevêtement de Flysch et de calcaire jurassique (Dogger ou Lias), associé à du Trias ; marnes bariolées, cornieule, calcaire dolomítique et gypse.

2. *Zone des schistes à Posidonomyes.* Association de Flysch et de schiste du Lias supérieur, avec Lias inférieur ou Dogger et Trias.

¹ M. LUGEON. Sur la découverte d'une racine des Préalpes suisses. *C. R. Acad. sc. Paris*, 17 janv. 1901.

² M. LUGEON et G. RÖESSINGER. Géologie de la Haute Vallée de Lauenen. *Archives Genève*, t. XI, p. 74-78. *C. R. soc. vaud. sc. nat.*, 3, VII, 1900.

3. *Zone des marnes oxfordiennes.* Association de Flysch, calcaire du Malm, marnes oxfordiennes à fossiles pyriteux et Trias.

4. *Socle des Hautes-Alpes calcaires,* à faciès helvétique, avec Nummulitique, Urgonien, Néocomien.

Le Flysch est partout formé d'une association de schistes, grès, brèches à éléments sédimentaires et cristallins.

Au point de vue tectonique, la caractéristique de cette région peut, malgré le dédale apparent des terrains, se résumer comme suit : ce sont des successions de lames mésozoïques imbriquées, nettement mises en contact par des surfaces de glissement et qui s'appuient, les unes sur les autres, souvent en répétition et séparées par du Flysch.

Les écailles s'appuient, zone par zone, dans l'ordre énuméré, sur les plis des Hautes-Alpes, en se mouvant autour de ceux-ci et s'introduisant même dans les synclinaux à faciès helvétique. En outre, les allures des plis Hautes-alpins réagissent sur la disposition des écailles des Préalpes.

Les auteurs rappellent que les terrains mésozoïques, intercalés dans le Flysch de la zone des cols, se retrouvent, avec les mêmes faciès dans la zone extérieure bordant le bassin miocène.

A un point de vue général, la tectonique de la région de Lauenen consiste dans la formation d'écailles multiples, sans charnières visibles, avec écrasement fréquent de ces écailles, se traduisant par le laminage des terrains tendres et la fragmentation des bancs durs, amenant la formation des klippes jusqu'à celle de brèches de dislocation.

Les auteurs envisagent les hypothèses que l'on peut édifier pour expliquer cette situation singulière. On pourrait y voir des terrains en place chevauchant contre et sur le bord des Hautes-Alpes, ou bien des lames de charriage entraînées par la marche en avant des Préalpes médianes et écrasées entre celles-ci et les Hautes-Alpes, ou bien encore comme des plis indépendants venus du S. Cette dernière explication leur paraît être la plus satisfaisante.

Un résumé de cette étude a été présenté par M. RÖESSINGER¹ à la Société vaudoise des sciences naturelles (3, VII, 1901). L'auteur prépare un travail plus détaillé sur cette contrée.

¹ Archives Genève, 1901, XII, p. 554.

Blocs exotiques. — M. G. RÖESSINGER¹ a signalé des **blocs de roches cristallines exotiques** dans le massif de la Hornfliuh, au-dessus de Gessenay. M. A. BONARD, qui en a fait l'analyse pétrographique, désigne cette roche comme ophite ou gabbro hypoabyssal. Dans un note, publiée en commun, ces deux savants décrivent d'abord le gisement qui est situé sur le flanc E de la Hornfliuh, à l'endroit nommé Wittern. Un fragment d'une autre ophite, identique à celle de Wittern, a été trouvé près de Weissenfliuh sur Gstaad.

Le Flysch qui encaisse les pointements de Wittern a fourni un échantillon qui est nettement hétérogène et correspond à un poudingue. Un autre échantillon est un grès à ciment calcaire.

La roche éruptive elle-même, soit celle de Wittern, soit celle de Weissenfliuh, est une ophite ou gabbro hypoabyssal à grain moyen. La couleur verte est due à l'abondance de la chlorite. Le feldspath est probablement de l'albite ayant remplacé un feldspath plus basique. La chlorite résulte d'un pyroxène. Il y a des traces de microcline, de biotite, de sphène, du fer titané et de l'apatite.

L'absence de toute métamorphose de contact et la fréquence de l'effet du laminage permettent d'affirmer que cette roche a été entraînée par voie mécanique dans le Flysch.

M. SCHARDT² a signalé une série de **blocs exotiques dans le massif de la Hornfliuh** qui viennent augmenter notablement les exemples cités par M. Röessinger. C'est sur l'arête de Flysch qui s'élève de Zweisimmen jusqu'au Rinderberg que se trouvent ces gisements. Il y en a d'abord toute une série de pointements visibles sur le sentier et à côté de celui-ci, près de Im Fang, à la cote moyenne de 1200 m. Les affleurements se poursuivent sur 500 m. environ et sont si rapprochés que l'on pourrait les attribuer à une seule masse ou lame pointant au milieu du Flysch. Entre Eggenweid et Rinderberg, dans la forêt, il y a encore deux rochers visibles de loin, formés par la même roche, qui est une roche basique verdâtre (porphyrite). Ici, le contact avec le Flysch est très net. C'est un enchevêtrement dynamique, sans aucun métamorphisme

¹ GEORGES RÖESSINGER et ARTHUR BONARD. Les blocs cristallins de la Hornfliuh. *C. R. soc. vaud. sc. nat. Archives Genève*, 1901, XII, 541. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, t. XXXVII, 1901, 471-478. 1 pl.

² H. SCHARDT. Les blocs exotiques du massif de la Hornfliuh. *Elogæ geol. helv.*, VII, 1901, p. 196-198. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, t. XXXVIII, p. 49-52.

de contact. Un amoncellement de blocs se voit encore près de l'arête, non loin des chalets du Rinderberg.

Enfin, sur le flanc E de la même arête, au-dessus de Moosbach, près du pont de Blankenburg, il y a deux lames lenticulaires de roches vertes encaissées dans le Flysch. Ici, de même, sans aucun métamorphisme de contact.

Il s'agit évidemment de lambeaux ayant existé sous la nappe de la brèche jurassique de la Hornfliuh, qui repose elle-même sur un socle de Lias fossilifère et de calcaire triasique, blocs qui furent entraînés dans leur situation actuelle lors du charriage de la nappe de brèche.

Brèches du Flysch. — M. BONNEY¹ a comparé les brèches du Flysch des Alpes suisses à certaines brèches d'origine encore énigmatique, tels que le Rothliegende, les brèches du Devon et du Thuringerwald, où des matériaux anguleux ou subanguleux sont interstratifiés à des lits à éléments plus fins. Ce sont des dépôts côtiers bordant des terres fermes et se terminant au large en forme de coin. On les a attribués à des éboulements plutôt qu'à des torrents de montagne. D'autres ont fait intervenir des glaciers ou des glaces flottantes, sans pouvoir trancher la question définitivement. Il rappelle aussi les brèches de Gibraltar, des îles Falkland, de Perse et d'autres parties de l'Asie centrale, etc.

De telles brèches, — le Rothliegende et les brèches triasiques, — peuvent être considérées comme témoignant d'un climat continental.

L'explication des brèches du Flysch se heurte contre le dilemme, ou bien le climat à l'époque de leur formation était le même qu'aujourd'hui et il y avait là un vaste district élevé de terre ferme, dont aucun reste n'est plus visible dans le voisinage des brèches, ou bien elles proviennent d'une chaîne pas moins élevée que les Alpes actuelles, mais qui a disparu sans même qu'on en puisse fixer l'emplacement. Mais dans ce dernier cas aussi on doit conclure que la température de cette époque n'était en tout cas pas inférieure à la présente.

ALPES CALCAIRES ORIENTALES.

L'origine de la vallée du Rhin et de ses embranchements a été traitée par M. ROTHPLETZ². Nous avons mentionné déjà

¹ T.-A. BONNEY. On the Relation of certain Breccias to the physical Geographie of their age. *Proc. geol. Soc. London*, 1901-1902, N° 754, p. 48.

² A. ROTHPLETZ. Ueber die Entstehung des Rheinthal oberhalb des Bodensees. *Ver. f. Geschichte des Bodensees*, etc., fasc. 29. 1901.

son opinion d'après laquelle l'origine de la vallée du Rhin serait due à des effondrements (Graben). Une bande d'affaissement aurait déterminé l'emplacement de la vallée du Rhin antérieur et une faille verticale courant le long du tronçon S-N de la vallée, jusqu'au lac de Constance, aurait provoqué le tracé du cours du Rhin à partir du coude, près de Coire. Le rejet de cette faille correspondrait à un affaissement considérable de la lèvre E. Enfin la vallée de la Sees serait tracée par une faille longitudinale avec affaissement du flanc S. Les fissures de la vallée du Rhin semblent s'être produites les premières; c'est la formation de la faille du lac de Wallenstadt qui a motivé l'écoulement momentané de l'eau par la dépression Wallenstadt-vallée de la Linth. Les cônes de déjection torrentiels barrent cette vallée et rejettent le Rhin dans son ancien cours. Des affaissements dans la partie N des Alpes transformèrent la vallée du Rhin et son ancien embranchement, la vallée de la Linth, en un vaste lac en forme d'Y, comprenant la vallée de la Linth, le lac Bodan et la vallée du Rhin jusqu'à Coire. La division de ce grand lac en plusieurs bassins séparés (Zurich, Walen, Bodan), puis le comblement de la vallée du Rhin de Coire à Bregenz, sont l'effet de l'alluvionnement qui tend, aujourd'hui encore, à réduire de plus en plus le domaine des eaux lacustres.

A la suite de son mémoire sur la géotectonique des Alpes glaronnaises, M. ROTHPLETZ¹ vient de publier un nouveau travail sur la zone limitrophe entre les Alpes occidentales et orientales, siège des grands couverments du Rhäticon. Dans l'introduction, l'auteur compare les régions alpines, dont la tectonique compliquée n'a pas encore été éclaircie à ces sommets toujours entourés de brouillards, d'où la vue est bornée et obscurcie. Le but de cette recherche est d'essayer de dissiper ce brouillard et de faire jaillir la lumière. Il remarque que de telles régions embrouillardées suivent précisément les limites politiques des pays; telles la région limitrophe entre la France et l'Italie et celle du contact entre les Alpes bavaroises, autrichiennes, suisses et italiennes! Il rappelle l'important enfoncement de la vallée du Rhin encaissée entre les Alpes occidentales et orientales si différentes par leurs faciès

¹ A. ROTHPLETZ. Geologische Alpenforschungen. I. Das Grenzgebiet zwischen den Ost- u. Westalpen u. die rhätische Ueberschiebung. *München. J. Lindauer'sche Buchhandlung*, 1900, 174 p., 69 fig., 5 pl.

Id. Der Rhäticon u. die grosse rhätische Ueberschiebung. *Zeitsch. d. deutsch. Geol. Gesellsch.*, 1899, 86-94.

et leur tectonique. Dans ces régions où la lumière fait besoin les questions surgissent à chaque pas. Où sont les racines des grands recouvrements? La classification du Trias de cette région est à refaire, et tant que cela n'est pas le cas, on ne saurait débrouiller les complications tectoniques!

Certaines grandes lignes peuvent cependant être établies dès maintenant, c'est ce que M. Rothpletz essaie de faire.

Dans la première partie, il décrit la série stratigraphique qu'il classe comme suit : FORMATION DU GNEISS, avec micaschistes et schistes amphiboliques. Certains de ces terrains ont été assimilés par Theobald aux schistes de Casanna.

PERMIEN. Sernifite, Röthidolomit, Quartenschiefer. (M. Rothpletz considère ces deux dernières formations comme étant inférieures au grès bigarré ou Werfenien.)

TRIAS. a) *Rhaeticon*. Grès bigarré, cornieule et dolomite, Muschelkalk (Conchylien, formé d'alternances de calcaires à crinoides et de calcaire plaqué), couches de Partnach, c. de l'Arlberg, c. de Raibl, Dolomite principale, c. de Kœssen, calc. du Dachstein.

b) *Grisons NE*. Grès bigarré, Muschelkalk, Dolomite, couches de Kœssen.

LIAIS. Faciès schisteux de l'Algäu, faciès d'Adnet (calcaires rouges) et faciès des schistes grisons avec conglomérats polygéniques (Falknis). Quant à ce dernier faciès, il faut rappeler que l'accord est loin d'être conclu; car, suivant les géologues, les schistes grisons sont tertiaires, jurassiques ou paléozoïques. M. Rothpletz admet les trois possibilités en même temps, suivant la région. C'est donc un des problèmes encore obscurs.

MALM et DOGGER. Le Malm paraît représenté par le faciès tithonique.

TERTIAIRES. Schistes du Flysch avec intercalations de

ROCHES ÉRUPTIVES. Serpentines et basaltes (connus dans la littérature sous le nom de spilites, diorites, diabases, etc.).

L'auteur examine et discute ensuite la situation tectonique de la région. Il ne nous est naturellement pas possible de rendre ici point par point ses descriptions si détaillées, illustrées, en outre, par de nombreux croquis et profils. Il en ressort que dans le Rhæticon il y a sur toute la longueur, entre Vaduz et Klosters, superposition anormale du Trias sur le Tertiaire (Flysch). De même aussi sur le versant N. La

carte tectonique fait ressortir le fait d'une manière frappante; les profils géologiques combinent les détails que la carte, plutôt schématique, ne peut pas donner. Le Rhäticon proprement dit, qui s'avance comme un promontoire entre la vallée de Montafon et le Prättigau, présente comme plus ancienne formation le grès bigarré, suivi du Muschelkalk, des couches de l'Arlberg et de Raibl, du Hauptdolomit et du Rhétien. Le sommet du Scesaplana offre même un peu de Lias. Toutes ces formations en superposition normale présentent, au-dessous de la couche la plus ancienne, du Flysch à fucoides visible jusque près de Klosters. Mais les accidents locaux sont sans nombre. D'abord le plan de superposition anormale ou plan de charriage (Ueberschiebungsfläche) est incliné. Il s'enfonce d'une manière générale de l'W vers l'E. La masse en recouvrement est repliée d'une manière intense par place. Des failles l'entrecoupent et la morcellent en fragments dénivélés. Deux de ces failles sont orientées W-E et vont en convergant dans la direction de Bludenz (vallée de Montafon). Elles commencent au-dessus de Vaduz et de Malbun, au bord de la vallée du Rhin, et divisent la plaque du Rhäticon en trois bandes affaissées du côté N. Le Falknis lui-même paraît appartenir à un fragment en surélévation, délimité par deux failles, qui se prolongent jusque près du Seehorn sur Schruns. Outre ces fissures, il y a des plis-failles qui provoquent la formation d'écailles.

Le contact anormal par recouvrement ne s'arrête pas à Klosters; il se dirige de là au SW jusqu'à la Lenzerheide pour prendre ensuite une direction W-E, dessinant des sinuosités profondes sur l'emplacement des vallées d'érosion, jusqu'au lac de Silvaplana, d'où il se continue encore le long du pied SW du massif de la Bernina. Ainsi l'arête du Lenzerhorn, qui sépare le Prättigau et la dépression de Churwalden-Lenz de la vallée de Davos, forme le front d'une plaque de recouvrement prolongeant celle du Rhäticon, mais infiniment plus disloquée, entrecoupée non seulement de failles, mais aussi d'innombrables plis écrasés isoclinaux, plis-failles et écailles. Plus au NE, les massifs de l'Albula et de la Bernina participent au recouvrement! La seule différence d'avec la plaque du Rhäticon est que le Flysch qui forme le substratum de celle-ci, est remplacé par les schistes grisons liasiques à partir de la région de Klosters jusqu'au Schwarzhorn. Dans la vallée de Davos seulement et le long de la Lenzerheide, le Flysch du substratum se retrouve, mais il est aussitôt remplacé plus à l'E par les schistes grisons paléozoïques.

Les schistes du Flysch du substratum paraissent remplir des synclinaux dans les schistes grisons liasiques et avec ces derniers dans les schistes grisons paléozoïques. Au milieu de ceux-ci surgissent des pointements de gneiss, ce qui attesterait la présence d'anticlinaux.

M. Rothpletz consacre encore un chapitre spécial au Calanda, qu'il considère comme faisant partie non pas du grand pli glaronais, mais du substratum basal de celui-ci. Un profil partant de Haldenstein, au bord de la vallée du Rhin, jusqu'à Vilters, au bord de l'autre branche du coude du Rhin, accuse la présence de pas moins de six anticlinaux, jurassiques au SE et crétaciques au NW, séparés par autant de synclinaux, tant crétaciques que tertiaires.

Quant au Fläscherberg, M. Rothpletz le considère bien comme la continuation de la zone des Churfirsten, qui fait partie de la nappe glaronnaise; il conteste, par contre, son ancienne connexion avec le Calanda, qui appartient à la masse basale de cette nappe.

En résumé, l'auteur constate que les montagnes basales du Rhäticon étaient parcourues par une limite de faciès courant de l'E à l'W en séparant le faciès helvétique du côté N (avec Nummulitique et Crétacique) du faciès australpin au S, où le Flysch repose sur le Tithonique et le Lias et celui-ci sur le Trias, assez différent de celui du faciès helvétique. Au sud de cette ligne, il a dû y avoir retrait de la mer dès le dépôt du Lias jusqu'au moment où la mer tithonique est revenue envahir la terre ferme. La mer s'est retirée de nouveau pendant toute la période crétacique, jusqu'à l'époque de la formation du Flysch. Ces mouvements ont dû produire des discordances que l'on retrouve réellement. La présence de dépôts polygéniques dans le Lias prouve même l'existence, déjà pendant cette époque, de terres fermes avec affleurements granitiques, tandis qu'au N (faciès helvétique) la sédimentation a été continue. L'émergence définitive coïncide avec le plissement alpin; les plis sont orientés essentiellement du SW au NE.

La masse supérieure du Rhäticon gisait autrefois à au moins 30 km. à l'E de sa place actuelle. Son arrivée dans sa position actuelle s'est accomplie le long d'un plan de glissement. Le Flysch se retrouve aussi dans cette région supérieure, mais en masses très réduites et en discordance sur le Tithonique, le Lias, le Trias et le Permien. Le Tithonique ne se trouve que dans le Rhäticon méridional et dans l'Engadine. Fait singulier, le Lias et le Tithonique semblent s'exclure mu-

tuellement. Dans le Rhæticon septentrional, le Trias repose partout en discordance sur les couches plus anciennes ; toutefois, les schistes paléozoïques y font défaut et ne se présentent que plus au S. Le N était donc émergé pendant cette époque ; ce n'est qu'à l'époque permienne que la mer y est revenue (Sernifite). Le S du Rhæticon, où le Trias fait défaut, peut être considéré comme ayant été un prolongement de la terre ferme triasique des Alpes orientales, ou un promontoire de la terre ferme helvétique. La transgression du Rhétien est en relation avec les déplacements du rivage le long de cette zone émergée. Le plan de recouvrement est en général peu accidenté ; il coupe les plis du substratum, comme ceux de la plaque de recouvrement, d'où l'on peut conclure que le recouvrement s'est produit après le plissement. D'ailleurs, on ne constate que rarement des zones de froissement, où les terrains sont broyés et triturés. Cela tient en partie à la présence de dépôts d'éboulis qui ne laissent que rarement le contact à découvert. Le mouvement du charriage doit s'être produit de l'E vers l'W et non en sens contraire.

Les failles appartiennent à plusieurs catégories. Les plus anciennes doivent être celles qui n'affectent que la masse basale ou la masse recouvrante ; d'autres ont dû se produire pendant le mouvement ; ce sont soit des failles verticales, soit surtout des chevauchements ayant créé des écailles. Une troisième sorte de failles est postérieure au recouvrement ; celles-ci peuvent affecter à la fois la masse recouvrante et la masse basale. Les grandes failles longitudinales W-E du Rhaeticon en font partie, de même que plusieurs failles transversales. La formation de certains lacs est en relation avec celles-ci.

L'auteur attribue les lambeaux et masses éruptives qui accompagnent le recouvrement rhétique à des éruptions ayant eu lieu sur place et voit même une certaine relation entre la présence de ces roches et la fréquence des sources thermales dans les Grisons. Il pose la question de la contemporanéité de ces effusions avec le recouvrement du dégagement de chaleur accompagnant cette formidable dislocation, etc., sans pouvoir prononcer un jugement.

Les relations entre le recouvrement du Rhæticon et la masse de charriage glaronnais ressortent de la carte orographique. La nappe glaronnais s'enfonce visiblement sous la nappe du Rhæticon. La masse basale de celui-ci appartient donc à la nappe glaronnais ; c'est celle-ci qui supporte la nappe rhétique, comme la nappe glaronnais est supportée par sa propre masse basale. La relation de part et d'autre

est parfaitement analogue. La valeur du recouvrement glaronnais étant de 40 km., chaque point de la nappe rhétique, dont le rejet est de 30 km., s'est donc déplacé de l'E à l'W de 70 km.!

M. Rothpletz conclut que l'âge de ces recouvrements doit être postérieur au plissement alpin, bien qu'on ne puisse pas fixer exactement l'époque de l'ère tertiaire (oligocène, mio-cène ?) qui a vu se produire ces dislocations.

Il revient enfin à parler des failles de la vallée du Rhin et celles de la vallée du lac de Wallenstadt, qui sont en relation avec la genèse de ces dépressions.

Quant à la limite entre les Alpes occidentales et orientales, il semble, d'après cette démonstration, que ce n'est pas la limite occidentale de la nappe du Rhäticon qui devra être considérée comme telle, puisque la masse basale qui appartient aux Alpes occidentales continue certainement au-dessous. Ici les deux régions alpines se superposent, au lieu de se juxtaposer! Il conviendrait plutôt de choisir pour cela la vallée du Rhin, le sillon d'érosion le plus profond, puisque c'est l'érosion qui a causé le modelé des Alpes et que la subdivision rigoureusement géologique des Alpes se heurte encore à bien d'autres difficultés.

Nous avons vu paraître plusieurs *guides géologiques* concernant des régions alpines limitrophes à la Suisse.

Citons d'abord le guide dans la **région du Rhäticon**, avec ses recouvrements, par A. ROTHPLETZ¹. Ce petit volume, dit l'auteur, est écrit pour l'ami des Alpes qui, sans être spécialiste, veut, en les parcourant, se renseigner sur l'architecture de ces belles montagnes. Il est destiné à renseigner celui-ci sur la nature des terrains et de leur superposition, sur le trajet d'un certain nombre d'itinéraires répartis sur dix-huit excursions. A ce titre, ce livre n'est pas un aperçu ou un coup d'œil sur la géologie de la région qu'il concerne; toutefois, après avoir étudié une certaine route décrite, l'amateur géologue pourra facilement s'orienter aussi là et y trouvera d'autant plus de satisfaction. Ainsi ces lacunes apparentes seront comblées.

L'auteur cite les principales publications relatives à la région qui comprend le Vorarlberg occidental et une partie des

¹ A. ROTHPLETZ. Das Gebiet der zwei grossen rhätischen Ueberschiebungen zwischen dem Bodensee u. dem Engadin. *Sammlung geologischer Führer*, X, Berlin, Gebr. Bornträger. 1902. 16°. 256 p., 81 fig.

Alpes grisonnes et glaronnaises. L'introduction contient des indications sur les roches, tant sédimentaires que cristallines, et leurs formes métamorphiques, la série des formations sédimentaires et un aperçu sur les principes de tectonique, ainsi que sur les formes particulières des dislocations que l'on rencontre dans les Alpes.

Les itinéraires des diverses excursions qui suivent énumèrent la succession des terrains, leurs contacts et mode de dislocation. Ils traversent d'abord le Vorarlberg, montrant les formations tertiaires miocènes, puis le Flysch, suivi des roches crétaciques et jurassiques à faciès helvétique de la partie basale du bord alpin. Le Flysch recouvrant ces couches plissées et faillées supporte à son tour des masses repliées à faciès austro-alpin, qui forment des écailles ou masses de recouvrement, alternant avec du Flysch et souvent morcelées par des failles. L'auteur distingue dans ces écailles celle de l'Allgäu et celle du Lechthal, qui viennent aboutir au bord de la vallée du Rhin. Plus au S se montre une troisième masse de recouvrement qui dépend du massif de la Silvretta et par laquelle le granit et les schistes cristallins de ce massif viennent se superposer au Flysch et au Lias. C'est l'amorce de la plaque de recouvrement rhétique.

Une série d'excursions traversent la partie centrale des Grisons, où d'innombrables témoins de plis couchés et d'écailles de recouvrement se succèdent jusqu'au contact du massif de la Bernina ; là les terrains cristallins sont, comme au Silvretta, en recouvrement sur les schistes grisons (paléozoïque, d'après l'auteur). Le massif du Julier, de même, présenterait une superposition anormale de ses granites sur les schistes grisons plissés.

Enfin, une dernière série de jours est consacrée aux Alpes glaronnaises, sur lesquelles l'auteur a déjà fait connaître ses vues (voir *Revue géol.* pour 1898), et il jette en dernier lieu un coup d'œil sur l'origine et l'ancienne extension du lac de Constance.

De nombreuses figures, très nettes, ajoutent énormément à la clarté du texte. Ce volume rendra donc certainement d'utiles services, non seulement aux amateurs, mais aussi aux spécialistes. On aurait cependant vu avec plaisir dans ce volume une carte d'ensemble du champ d'excursion : simple carte hydrographique avec les lignes tectoniques indiquant en même temps les itinéraires décrits.

La région limitrophe entre le faciès helvétique et le faciès austro-alpin, le long du versant S du Rhäticon, est décrite

avec beaucoup de détails dans un mémoire de M. LORENZ¹. C'est le complément que l'auteur nous annonçait déjà dans sa monographie du Fläscherberg, dont nous avons déjà rendu compte (*Rev.*, p. 1900). Il s'agit de la zone intermédiaire entre le Rhæticon proprement dit (la plaque de recouvrement triasique) et le faciès helvétique, dont le Fläscherberg est un des derniers témoins.

Les terrains constituant cette région sont :

I. Le FLYSCH, qui s'étend sur une grande surface le long du socle de la montagne.

II. Le CRÉTACIQUE supérieur (= couches rouges à foraminifères = Scaglia) avec *Globigerina Linæi*, dans lequel l'auteur a découvert, en outre, des Inocerames et des Bélemnites (*B. mucronata* ?). Dans cette région, les couches de Seewen du faciès helvétique font défaut.

III. Le NÉOCOMIEN supérieur, formation bréchiforme et sableuse (Tristelbreccie), avec *Orbitolina lenticularis* et les mêmes fucoides que le Flysch.

IV. JURASSIQUE. Brèche polygénique du Falknis et calcaires gris (Tithonique).

V. TRIAS. Très développé dans la grande masse du Rhæticon qui reste en dehors des limites de cette étude.

Remarquant que les faciès de cette région intermédiaire ne concordent ni avec le faciès helvétique, ni avec celui du Rhæticon proprement dit, l'auteur l'appelle « faciès vindelicien. »

La tectonique de cette région est extrêmement compliquée. Comparant les profils de M. Lorenz avec ceux de M. Rothpletz, on constate des différences d'interprétation considérables, puisque ce dernier considère la brèche du Falknis comme Lias et les « couches rouges » comme Tithonique. La brèche de Tristel, avec les schistes à fucoides, sont naturellement rangés par M. Rothpletz dans le Flysch. De ce chef, les résultats des recherches tectoniques sont absolument différentes. D'ailleurs, M. Rothpletz s'est surtout occupé des grandes lignes du recouvrement rhétique, dont M. Lorenz ne dessine que le bord. Le champ d'étude de ce dernier fait exclusivement partie de ce que M. Rothpletz a appelé la *masse basale du Rhæticon* et dans laquelle il ne figure que du Flysch et du Lias, avec des allures assez uniformes.

¹ TH. LORENZ. Geologische Studien im Grenzgebiete zwischen helvetischer- u. ostalpiner Facies. II. Südlicher Rhæticon. *Ber. naturf. Ges.*, Freiburg i. B., XII, 1901, p. 34-95. 19 fig. et 9 pl., dont une carte géol.

Les profils, tant transversaux que longitudinaux, que M. Lorenz a tracés, montrent que cette zone intermédiaire entre les plis helvétiques (plis glaronnais) et la plaque du Rhæticon sont, au contraire, le siège d'énergiques dislocations, ayant conduit à la formation d'écailles, lambeaux de recouvrement, klippes, etc. C'est une véritable *structure imbriquée* des éléments stratigraphiques résistants, avec plissements et froissements intenses des parties tendres marneuses ou schisteuses. Le Trias n'est que peu représenté. Ce sont les étages supérieurs du Mésozoïque (Tithonique, Crétacique inférieur et supérieur) et le Flysch qui constituent cette zone « prérhétique. » Le Tithonique repose presque toujours, en contact anormal, sur le Flysch (klippes normales); ailleurs, il en est séparé par des couches rouges crétaciques (klippes renversées), en forme de tête d'anticlinal ou de lambeau du flanc renversé d'un pli.

Le mémoire de M. Lorenz est certainement un appoint important à nos connaissances sur cette région si compliquée. Il semble ouvrir un monde nouveau dans cette partie de nos Alpes¹.

Le guide à travers les **Alpes du Tirol** et du **Voralberg** que nous devons à M. BLAAS² ne comprend pas moins de six fascicules, dont le premier donne une vue d'ensemble sur cette vaste région alpine qui s'étend du Pinzgau à l'E et du lac de Garda au S, jusqu'à la frontière suisse. Les quatre autres sont consacrés aux divers grands groupes : 2^e Alpes bavaroises et Vorarlberg, 3^e Tirol septentrional, 4^e Tirol moyen, 5^e Tirol méridional; enfin, un 6^e fascicule renferme la liste bibliographique complète sur cette région et la table des matières. Les croquis, profils et cartes locales, au lieu d'être intercalés dans le texte, forment un 7^e fascicule. Ils sont au nombre de 216, plus 2 cartes géologiques, dont une en couleurs.

Cette publication importante sera certainement vivement appréciée par tous ceux qui s'intéressent à la géologie des

¹ Comparée aux Alpes occidentales suisses, cette « zone prérhétique » est moins par son faciès que surtout par sa tectonique, absolument l'homologue de la première zone des Préalpes du Stockhorn (z. du Niremont-Gurnigel, notamment Montsalvens-Biffé), tandis que le Rhæticon proprement dit représente tectoniquement la masse des chaînes calcaires de la nappe de recouvrement préalpine, ainsi que nous l'avons déjà exprimé en 1893. Les différences de faciès s'expliquent aisément par la distance. H. Sch.

² J. BLAAS. *Geologischer Führer durch die Tiroler- u. Vorarlberger-Alpen*, 7 fascic., 983 p. 16°, 216 fig., 2 cartes. Innsbruck. Wagnersche Universitätsbuchh., 1902.

Alpes. La partie relative au Vorarlberg (fasc. 2), qui seul est limitrophe à la Suisse, fait partiellement double emploi avec le guide de M. Rothpletz. Toutefois, le mode différent de description donne à chaque ouvrage sa valeur spéciale. Les données tectoniques, profils et croquis sont d'ailleurs empruntées, pour cette partie, aux travaux de M. Rothpletz.

La carte géologique en couleurs qui accompagne ce guide sera pour tous d'une grande utilité, grâce à son échelle de 1 : 500 000.

On saisit avec facilité le phénomène remarquable du recouvrement des terrains à faciès des Alpes orientales par-dessus les chaînes à faciès helvétique. Celles-ci, — prolongement des plis glaronnais, — s'enfoncent de plus en plus vers l'E et se terminent au bord de la vallée de l'Ille, près d'Oberstdorf, en s'enfonçant sous le Flysch. Le recouvrement du Rhäticon sur le Flysch en ressort aussi avec une évidence frappante, de même que plus au S la superposition du Jurassique, du Trias, du Permien et même du Cristallin sur ce même Flysch.

ALPES CALCAIRES MÉRIDIONALES.

Une importante monographie géologique sur la région du lac d'Iseo est le produit des recherches de M. BALTZER¹. Ce mémoire apporte autant de faits nouveaux au point de vue tectonique qu'au point de vue stratigraphique et par rapport à l'ancienne extension des glaciers dans cette région. Bien que située en dehors du territoire suisse, nous tenons à mentionner ce mémoire, qui constitue un document important pour la géologie du versant S des Alpes.

La vallée de l'Oglio et le bassin du Lago d'Iseo qui se trouve, à son embouchure, dans la plaine lombarde, sont entaillés presque transversalement aux lignes tectoniques. Celles-ci marquent des zones de plissement, soit des plis anticlinaux ou isoclinaux, soit des plis-failles ayant conduit à de véritables chevauchements ou recouvrements. Leur direction va du SW-NE ou WSW-ESE.

L'auteur distingue quatre zones anticlinales, dont la plus méridionale est déjetée vers le S et offre une structure isoclinale. C'est en amont du lac, à l'E du val Camonica, entre

¹ A. BALTZER. Geologie der Umgebung des Iseosees. *Geol. u. palaeont. Abhandlungen* (E. Koken), N. F., t. V, fasc. 2, 1901, 48 p. 4°, 5 pl, 1 carte geol., et *C. R. Soc. helv. sc. nat.*, Aarau, 1901, p. 168. *Archives*, XIII, 138. *Eclogæ*, t. VII, 137, 146.

Mortera et Dosso Pesona, que se montre le recouvrement par lequel le gneiss séricitique, supportant du Trias, est venu se superposer à un anticinal de Permien et de Trias. Ce recouvrement indique nettement un mouvement NE-SW d'une amplitude de 7 km. au moins.

Outre le plissement principal, M. Baltzer a observé aussi des rides transversales.

Le lac d'Iseo lui-même est franchement dû à l'érosion fluviale. C'est une vallée d'érosion, qui s'est remplie d'eau après l'affaissement en bloc d'une certaine région marginale des Alpes. Cela est prouvé par la configuration du bassin rocheux et par la présence de terrasses à inclinaison contraire, comme MM. Heim et Äppli en ont fait la constatation au bord du lac de Zurich.

L'auteur apporte d'innombrables observations sur l'occupation glaciaire de cette vallée; il figure la répartition des dépôts qui sont attribués à trois oscillations glaciaires, avec leurs moraines, dépôts fluvioglaciaires, terrasses et sédiments interglaciaires.

Le figuré des moraines terminales de la dernière et avant-dernière glaciation est particulièrement instructif par l'alignement en amphithéâtre des cordons morainiques. Ces moraines terminales n'entourent pas l'extrémité aval du lac, de laquelle sort l'émissaire, mais c'est sur le bord S de la courbure du lac, entre Clusanne et Iseo, que le glacier a débordé en dehors du sillon occupé aujourd'hui par le lac.

M. A. v. BISTRAM¹ a procédé à des relevés géologiques entre les lacs de Lugano et de Côme, notamment dans le val Solda. Ces recherches, bien que ne représentant encore qu'une ébauche de la tectonique de cette région, montrent cependant bien des divergences avec ce que renferme la feuille XXIV de la carte géologique de la Suisse. Il y a constaté la présence du Rhétien (calc. dolomitique), du Lias inférieur (calc. à (*Schlot. angulata*)), très riche en Foraminifères.

M. v. Bistram a constaté que sur le versant W des montagnes de Boglia et de Bré se trouvait un accident tectonique, une faille, qui commence au bord W du lac de Lugano, un peu à l'E de Castagnola, et se poursuit par Ruvigliano et Cuneggia, jusqu'aux prolongements W des Denti della Vecchia, toujours sur territoire suisse, avec une orientation sensiblement N-S.

¹ A. v. BISTRAM. Ueber geologische Aufnahmen zwischen Luganer- und Comer-See. *Centralb. f. Min.*, etc., 1901, No 24.

Nous devons à M. A. TORNQUIST¹ un guide géologique de la **région des lacs nord-italiens**. L'auteur donne au géologue qui voudrait parcourir cette région une série de bons conseils sur la manière de s'équiper et de se préparer aux explorations *sur le terrain*. Il a choisi comme point de départ la ville de Lugano, sur la ligne du Gothard, pour aboutir au Vicentin et à Venise. Supposant que la plupart des excursionnistes viendraient du N, l'auteur donne au début un aperçu sur le profil géologique des Alpes centrales que traverse le voyageur entre Lucerne et Lugano; puis, avant d'aborder le sujet spécial de cet itinéraire, il donne un aperçu sur les Alpes calcaires italiennes qui se terminent sur le bord E du Lac Majeur, dont le bord W est formé de schistes cristallins. Cette région s'élargit vers l'E, jusqu'au lac Iseo, où s'amorce une conversion vers le NE. Ici commencent les Alpes calcaires vénitiennes, tandis que la section précédente s'appellera Alpes calcaires lombardes. Il donne ensuite la description stratigraphique des terrains constitutifs de cette région, comprenant toute la série depuis les schistes cristallins jusqu'au diluvien et un groupe important de roches volcaniques d'âges variés.

Un aperçu sur la tectonique des Alpes calcaires S forme la dernière partie de cette introduction. On y distingue deux sortes de dislocations: des plis normaux ou déjetés, des plis couchés, et des plis-failles, ayant souvent conduit à des chevauchements et recouvrements. Ces derniers accidents attestent toujours un effort dirigé du N au S. La différence de direction justifie la séparation des Alpes calcaires lombardes et vénitiennes; mais leur limite ne correspond pas ici à la ligne tectonique qui sépare les Alpes orientales et occidentales. Les Alpes calcaires S appartiennent entièrement aux Alpes orientales.

Les lacs italiens occupant la sortie des vallées par lesquelles l'excursionniste pénètre au sein des montagnes, l'auteur leur voe un chapitre spécial, indiquant leur profondeur, leur genèse et leur relation avec les dépôts morainiques placés à leur extrémité aval.

L'itinéraire proprement dit est divisé en cinq chapitres, groupant les régions naturelles autour d'un ou plusieurs points de départ favorables pour l'exploration.

1. Les environs de Lugano et du lac de Come compren-

¹ A. TORNQUIST. Geologischer Führer durch Ober-Italien. I. Das Gebirge der oberitalienischen Seen. Berlin, Gebr. Bornträger. 1902. 302 p. 46°, 30 fig., profils et cartes.

nent cinq excursions, de un à trois jours, qui permettent de voir à fond la structure de cette région avec la superposition des porphyrites et porphyres sur les schistes cristallins repliés, puis de la série triasique, jurassique et crétacique qui succède aux porphyres. Plusieurs tracés offrent d'admirables profils facilement accessibles.

2. Le groupe compris entre le lac de Lugano et le lac d'Iseo peut être vu en six excursions de un ou deux jours et offre les mêmes séries que le groupe précédent, mais avec un développement plus important.

3. Les environs du lac d'Iseo offrent les remarquables dislocations décrites récemment par M. Baltzer et d'autre part d'intéressantes coupes stratigraphiques et des gisements glaciaires.

4. Les environs du lac de Garda comportent trois excursions de un à deux jours. Sédiments du Trias, Jurassique, Crétacique, Tertiaire. Amphithéâtres morainiques, roches éruptives.

5. Les Alpes vicentines; huit excursions d'un demi jour à un jour. Trias austro-alpin en beaux profils; Jurassique, Crétacique et Tertiaire. Nappes effusives de basalte.

Des index alphabétiques des matières et des lieux terminent cette publication, qui réunit en un ensemble nos connaissances sur cette région, épargnées jusqu'ici dans un grand nombre de recueils et d'ouvrages.

ALPES CRISTALLINES.

M. DUPARC a publié, avec la collaboration de MM. MRAZEC et PEARCE¹, une carte géologique du massif du mont Blanc à l'échelle de 1 : 50 000 (topographie de la carte Barbey), qui montre avec une grande clarté la répartition des divers terrains constituant le massif cristallin entre Martigny et le col du Bonhomme, ainsi que des zones sédimentaires qui l'encaissent au NW et au SE.

Jura.

Tectonique du Jura. Nous devons à M. FOURNIER² une importante étude sur la tectonique du Jura franc-comtois, limi-

¹ Carte géologique du massif du mont Blanc, par L. Duparc, L. Mrazec et F. Pearce, servant de complément à l'ouvrage publié par MM. Duparc et Mrazec (1898). Edité par le Comptoir minéralog. et géol. suisse, Genève.

² FOURNIER. Etude sur la tectonique du Jura franc-comtois. *Bull. Soc. géol. France*, 1901, p. 97-112.

trophe au Jura suisse. Il constate que le Jura franc-comtois peut se diviser en six zones :

1. *Celle de la haute chaîne*, constituée par une épaisse masse de Jurassique supérieur dans laquelle s'enchâssent des chapelets de *brachysynclinaux* amygdaloïdes, dont le noyau est occupé par de l'Infracrétacé (Néocomien).
2. La *zone des grands plateaux*, formée de Jurassique moyen et supérieur, avec failles d'importance variable.
3. La *zone plissée du vignoble*, avec chapelets de brachyan-ticliniaux, séparés par des bandes synclinale faillées.
4. La *zone occidentale des plateaux*, limitant au NW la vallée moyenne du Doubs, depuis Montbéliard.
5. La *zone des avant-monts du Jura* et le pointement amygdaloïde ancien de la Serre.
6. La *zone des bassins d'effondrement* des vallées de l'Ognon et de la Saône.

L'auteur montre ensuite, par des exemples nombreux, les caractères propres de chacune de ces régions. Nous nous arrêterons ici plus spécialement aux zones 1 et 2, qui seules sont limitrophes à la Suisse ou s'y retrouvent avec des caractères identiques. La haute chaîne du Jura, avec ses brachyan-ticliniaux et brachysynclinaux, se retrouve avec les mêmes caractères sur territoire suisse. Le renversement des pieds droits des anticliniaux conduit souvent à ces synclinaux et anticliniaux à flancs renversés, disposés en éventail. Il cite tout spécialement la vallée du lac de Saint-Point comme superbe exemple d'un synclinal à flancs renversés, et le vallon de Rondefontaine, par où passe la voie ferrée de Vallorbes à Pontarlier. Ici les flancs du synclinal néocomien sont renversés de part et d'autre jusqu'à l'horizontale et viennent simuler le flanc renversé d'un pli couché entamé par l'érosion. La suite du vallon montre cependant qu'on n'a pas quitté l'ouverture du synclinal, qui, plus loin, s'évase et forme le brachysynclinal de Métabief-Longeville. La même chaîne brachyanticlinale ne présente pas continuellement le même caractère, car les brachyanticliniaux, comme les brachysynclinaux, se succèdent en chapelets séparés par des ensellements que choisissent ordinairement les cours d'eau pour traverser les anticliniaux. C'est dans les brachysynclinaux que se trouvent les nombreux lacs et tourbières du Jura ; souvent leur fond est recouvert de dépôts glaciaires importants.

Tandis que la région 2, celle des grands plateaux, offre des

couches presque horizontales, souvent faillées, celle du vignoble est à la fois plissée et accidentée de failles assez importantes.

M. F. BÉGUIN¹ a décrit les allures du **chaînon de Chatoillon** au NE de Saint-Blaise (Neuchâtel), dont le flanc NW est compliqué d'un **pli-faille** remarquable.

On constate en première ligne que le pli de Chatoillon est asymétrique. Ses deux flancs sont à plongement inégal ; les couches du versant NW sont en général voisines de la verticale, tandis que celles du flanc SE ont un plongement qui n'est guère supérieur à 40°. La position verticale du flanc NW ne devient visible qu'à une certaine distance de la naissance du pli. Celui-ci se greffe sur le flanc SE de la chaîne de Chaumont et se dessine d'abord à Saint-Blaise même par un simple bombement des couches de l'Urgonien sur lesquelles est construit le haut du village. Bientôt on voit surgir la pierre jaune (Hauterivien supérieur), puis la marne hauerivienne indiquée par un palier très net bordant le flanc SE du chaînon en s'appuyant sur le Valangien. Celui-ci s'entrouvre à son tour et laisse percer le Purbeckien et le Portlandien. Ce dernier forme le sommet du chaînon encadré d'un palier purbeckien très bien accusé. C'est au point du surgissement presque subit du Portlandien que naît le pli-faille. Celui-ci met en contact, près de la Golette, le Portlandien moyen et le Valangien inférieur renversé. Le plan de glissement, plongeant à l'ESE de 45°, est directement visible, chose assez rare dans une région où les terrains détritiques superficiels et la couche végétale cachent presque constamment le sous-sol. Cet accident, dont le rejet stratigraphique est de 50 m. environ et le rejet vertical de 35 m., paraît s'éteindre plus au NE; du moins il n'est plus observable déjà près du Maley; le déjettement du pli se maintient cependant jusqu'au delà du village d'Enges.

La longueur sur laquelle existe certainement le pli-faille coïncide avec un écrasement très manifeste du synclinal; car, de l'autre côté du vallon de la Golette, on voit l'Urgonien supérieur plongeant au SE, distant de 25-30 m. à peine de la ligne de fracture.

L'auteur a étendu son étude sur le prolongement NE de ce pli et constaté qu'avec l'élévation il s'élargit tandis que son

¹ F. BÉGUIN. Un pli-faille à Chatoillon. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVIII, 1900, p. 206-214. 3 pl. *C. R. Soc. neuch. Archives Genève*, 1901, t. XI, 523.

flanc SE est formé de couches de moins en moins inclinées ; puis, aboutissant par le Rochoyer à la plaine de Diesse, il converge brusquement au S presque à angle droit pour se souder à la chaîne du lac, qui se poursuit parallèlement à la dépression du lac de Biel.

Il résulte des études de MM. SCHARDT et DUBOIS¹ sur le Crétacique moyen du synclinal du Val de Travers-Rochefort, que dans les **gorges de l'Areuse**, ce synclinal est constamment compliqué par un pli-faille qui suit son bord SE. Ce pli-faille est encore fort net près de la colline qui supporte les ruines du château de Rochefort. Sur le bord opposé du synclinal la situation est généralement normale, mais l'étude du gisement albian du Baliset sur Rochefort a montré que là un pli-faille, ayant joué en sens contraire, a précisément porté le Séquanien de l'anticlinal de la Tourne (Solmont) par-dessus le Néocomien du flanc NW du synclinal, au point même où le pli-faille de Rochefort paraît s'éteindre. Il semblerait qu'il y ait là une relation par substitution entre les deux plis-failles qui suivent les bords opposés du même syncinal.

M. SCHARDT² a décrit un **décrochement existant sur le flanc de Chaumont**, à environ 1 km. au NE de Neuchâtel. Cet accident est marqué par le ravin de Monruz, qui commence sous Fontaine-André et débouche au bord du lac, au pied de la colline du Mail. Il y a discontinuité franche des terrains de part et d'autre de la rupture. A Fontaine-André, le Portlandien de la lèvre SW vient se placer en présence du Valangien inférieur ; plus bas, on trouve en contact le Purbeckien et le Hauterivien inférieur ; le Valangien inférieur et le Hauterivien supérieur ; la marne hauterivienne et l'Urgonien inférieur. Enfin, le Hauterivien supérieur de la colline du Mail est en regard de l'Urgonien supérieur et du Tertiaire existant sur la grève du lac.

Le rejet horizontal est d'environ 500 m. L'auteur indique les raisons pour lesquelles il penche à admettre un décrochement horizontal plutôt qu'une faille à rejet vertical, qui aurait pu produire le même résultat apparent, puisque les terrains sont inclinés. Cette distinction n'est pas aisée à faire, lorsqu'il s'agit de couches inclinées uniformément et que le

¹ H. SCHARDT et AUG. DUBOIS. Le Crétacique moyen du val de Travers-Rochefort. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXVIII, 1900, 129, et *C. R. Soc. neuch. sc. nat. Archives*, XI, 517.

² H. SCHARDT. Un décrochement sur le flanc du Jura entre Fontaine-André et Monruz. *Mélanges géologiques*, fasc. I, art. 2. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, t. XXXVIII, 1900, 196-214. *Archives*, XI, 1901, p. 125.

ressaut de la faille est arasé. Et, d'autre part, chaque décrochement horizontal qui se produit sur des couches inclinées donne lieu à un rejet vertical apparent. S'il s'agissait d'une faille à rejet vertical, le rejet horizontal (dans ce cas apparent) des couches ne serait pas le même partout, le plongement n'étant pas uniforme. Mais ce rejet horizontal est presque partout le même. Il y a donc probabilité qu'il s'agit bien d'un décrochement horizontal, quoique jusqu'ici le sens du mouvement n'ait pas encore pu être constaté par l'observation des stries de glissement. Cette observation pourra peut-être se faire un jour dans le petit couloir qui suit le parcours de la faille, à l'E de Fontaine-André, où quelques mètres seulement séparent les deux parois, dont l'une est du Portlandien supérieur et l'autre du Valangien inférieur.

M. le professeur MÜHLBERG¹ a entretenu la Société géologique suisse du programme des excursions de cette société à travers le **Jura bâlois et argovien**. Il a rendu compte ensuite de ces excursions, qui ont eu lieu du 6 au 10 août 1901. Le programme, ainsi que le compte rendu, ayant paru in extenso dans les *Eclogæ*, nous devons nous borner ici à une simple mention, constatant que le fait du recouvrement du Jura tabulaire, au N de la chaîne du Hauenstein-Schafmatt, par la zone du Jura plissé, est aujourd'hui un fait acquis et incontestable, grâce aux recherches et démonstrations de M. Mühlberg. Sur le bord N de la chaîne du Hauenstein, il y a même complication par la formation d'une série d'écailles (sur le tracé du tunnel du Hauenstein il y en a jusqu'à sept) n'atteignant que le Muschelkalk. Plus au N on voit, pincés entre le Trias et le Tertiaire, des lambeaux de Dogger appartenant au flanc renversé du pli primitif.

C'est avec la même lucidité qu'ont été démontrées les singulières dislocations de la chaîne de la Lägern, décrochement au N de Baden dans le flanc N du pli, lambeaux de recouvrement à proximité et près d'Ober-Ehrendingen, où le pli-faille ayant fait chevaucher le flanc N du Lägern sur le Tertiaire, se voit avec une évidence admirable.

Nous nous contentons ici de signaler la notice populaire de M. AUG. DUBOIS² sur la géologie des gorges de l'Areuse

¹ F. MÜHLBERG. *C. R. Soc. helv. sc. nat.*, Aarau, 1901, 165, et *Archives sc. phys. et nat. Genève*, oct.-nov. 1901. *Eclogæ geol. Helv.*, VII, 1902, 153-196.

² AUG. DUBOIS. Les gorges de l'Areuse et le Creux du Van. Ouvrage publié par la Société des sentiers des Gorges de l'Areuse. Attinger frères, Neuchâtel, 1901, chap. III : Géologie, p. 183-210.

(accompagnée d'une carte géologique et d'une planche de profils), sans en donner une analyse détaillée, une publication plus complète constituant une sorte de monographie de cette région, hier encore presque inconnue, paraîtra dans le courant de cette année.

M. v. HUENE¹ a consacré un article à l'étude de la situation orographique aux environs du coude du Rhin près de Bâle. Il examine d'abord la configuration topographique et hydrographique de la région. On est frappé par le fait que les deux principaux affluents du Rhin, l'Ergolz au S et la Wiese au N, ont une configuration presque symétrique. Tandis que l'Ergolz contournée au S ne reçoit des affluents que du côté du S, la Wiese, avec un alignement analogue, ne tire ses affluents que du côté du N.

L'alignement des cours d'eau a été déterminé, longtemps avant le creusement des vallées que nous voyons aujourd'hui; d'abord par les plissements dans le Jura d'une part, par les failles qui bordent le massif de la Forêt Noire et surtout par le grand affaissement de la dépression rhénane, entre la Forêt Noire et les Vosges. L'absence de cours d'eau superficiels notables dans la région du Dinkelberg et d'Andelhausen s'explique par le drainage qu'opère la Wiese.

La situation des sources de la région est toujours liée au parcours des failles. Ainsi la configuration des montagnes, le parcours des vallées, les sorties des eaux souterraines sont liés à la nature des terrains et à leur tectonique.

Gisements anormaux. — M. SCHARDT² a décrit un nouvel exemple de remplissage hauterivien dans le Valangien, près des Fahys sur Neuchâtel. Il s'agit d'un couloir ou tranchée à parois verticales, creusée dans le Valangien inférieur ayant le type du marbre bâtarde, roche bien litée, compacte, de couleur blanche ou jaunâtre. Largeur : environ 20 m.; profondeur inconnue. Le remplissage consiste, dans la partie inférieure et antérieure, en un gros paquet de marne hauterivienne grise avec fossiles de cet étage. La marne est visiblement laminée, les fossiles souvent écrasés. La partie supérieure est formée par un blocage de fragments de tout volume de calcaire Valangien inférieur, de Valangien supé-

¹ S. v. HUENE. Eine orographische Studie am Knie des Rheines. *Geogr. Zeitschr.*, VII, Leipzig, 1901, 140-148.

² H. SCHARDT. Une poche hauterivienne dans le Valangien aux Fahys, près Neuchâtel. Mélanges géologiques I, art. 2. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, XXVIII, 184-196. *C. R. Soc. neuch. sc. nat. Archives*, XI, 1901, 524.

rieur et même de Hauterivien supérieur, le tout pèle-mêle, souvent lité dans de la marne grise que l'on prendrait volontiers pour de la marne hauterivienne triturée. Cependant, l'action d'eaux souterraines est souvent si nettement visible que cette marne argileuse est, en partie du moins, attribuable au résidu de la dissolution par des eaux souterraines. Néanmoins, les parois de la tranchée, ainsi que la surface de nombre des blocs, offrent des stries de glissement très nettes, dirigées généralement dans le sens de la pente. Dans la marne hauterivienne, ces stries se voient également avec la même direction.

La genèse de ce gisement anormal n'est pas difficile à établir. La couverture hauterivienne s'étendait autrefois assez haut sur le flanc de Chaumont, dont les couches forment une succession d'ondulations en fauteuil, où alternent des plongements de 15-20° et de 40-60°. C'est au pied d'un des gradins à forte inclinaison des couches que gît ce remplissage de blocage et de marne. Que le couloir qui le contient soit dû à l'érosion ou soit lui-même le produit d'un glissement, il n'est pas douteux que son remplissage est dû au glissement d'une masse de terrain valangien et hauterivien, qui, isolée par l'érosion, a manqué de pied. Ce phénomène est nettement préglaciaire.

MM. BOURQUIN et ROLLIER¹ ont fait une série d'observations sur un **gisement anormal de Néocomien**, mis à découvert par les travaux de terrassement qui se font à la gare de la Chaux-de-Fonds. Les auteurs constatent que la colline du Temple qui se prolonge le long du bord SE de l'esplanade de la gare a une structure encore fort problématique. Elle est formée de calcaire Valangien inférieur, ce qui est attesté par la trouvaille des fossiles les plus caractéristiques : *Natica levianthan*, Pict. et Camp.; *Pterocera Jaccardi*, Pict. et C.; *Natica Favrina*, Pict. et C. La roche est en contact avec la Mollasse marine sur laquelle elle paraît renversée. Au contact, il y a des trous de perforation de pholades. Le Valangien lui-même est fortement fissuré, de la marne hauterivienne jaune y pénètre en suivant des fissures de dislocation. Ils citent une série de fossiles caractéristiques, tels que : *Exogyra Couloni*, Defr.; *Alectryonia rectangularis*, Roem.; *Panopaea neocomiensis*, Ag.; *Cyprina Deshayesi*, de Lor.;

¹ EUG. BOURQUIN et L. ROLLIER. Notices sur les gisements anormaux des tranchées de la gare de la Chaux-de-Fonds. *Bull. Soc. neuch. sc. nat.*, XXVIII, 1900, p. 80-85. *C. R. Archives Genève*, 1901, XI, p. 525.

Terebrat. acuta, Qu.; *Rhynch. multiformis*, Roem.; *Toxaster complanatus*, Ag.

Les auteurs voient dans ce gisement une analogie avec les poches hauteriviennes des bords du lac de Bienne et du val de Saint-Imier, mais constatent toutefois qu'à la Chaux-de-Fonds le Valangien englobant est singulièrement disloqué, passant à l'état de véritable brèche, dont les éléments sont couverts de stries de glissement. L'empâtement des fragments dans une masse marneuse ressemble à une véritable injection qui pourrait être ultérieure au remplissage des poches.

Il y a, en outre, dans la même situation que la marne hauterivienne, des traînées et poches de Purbeckien, aussi attesté par des fossiles (*Planorbis Loryi*, Coq.; *Valvata Sabaudiensis*, Maill.).

Les auteurs admettent entre le Valangien et le Purbeckien des dislocations ayant détruit les relations normales entre les deux terrains et produit la pénétration des calcaires par bandes et par nids avec formation de brèches, sans que leurs lits marneux se soient éloignés d'eux. La marne néocomienne qui pénètre dans les fissures aurait subi, antérieurement à la dislocation, le phénomène d'introduction. Les brèches et les surfaces de glissement sont postérieures, soit le résultat de la dislocation.

Ils concluent que le dépôt de la mollasse a été précédé d'érosions dans la série infracrétaïque déjà plus ou moins disloquée et altérée par des pénétrations diverses. Le plissement du Jura produisit ensuite le déjettement ou renversement de tous les terrains avec les désordres de leurs lambeaux, la formation des brèches et le brouillement constaté sur plusieurs points.

Cette même question a été étudiée par M. Schardt¹, qui compare la situation du blocage de la gare de la Chaux-de-Fonds à celui de la colline des Crêtes au-dessus des Brenets, qui se compose d'un blocage de Portlandien supérieur d'une structure tout à fait semblable et reposant sur le Tertiaire, de même que le lambeau de Malm entre Fleurier et Buttes.

Plateau miocène.

Une coupe rendue visible par le percement de la tranchée et du tunnel à travers la colline mollassique de Marin, au N

¹ C. R. Soc. neuch. sc. nat. Archives Genève, t. XII, p. 78.

² C. R. Soc. neuch. sc. nat. Archives Genève, XII, 1901, 185.

de Neuchâtel, a permis à M. SCHARDT² de constater que les bancs tertiaires plongeant vers le SE sont traversés de deux failles, dont le rejet est contraire. La partie intermédiaire paraît surélevée.

M. LUGEON¹ a montré à la Société géologique de France, dans le ravin de la Paudèze, un **contact anormal** de la Mollasse à Néritines (Aquitainien) et de la Mollasse burdigaliennes dans le sens d'un chevauchement ayant poussé l'Aquitainien sur le Burdigalien dans la direction SE-NW. L'Aquitainien appartient à la zone de la Mollasse plissée, le Burdigalien à la zone de la Mollasse horizontale.

M. J. WEBER² a publié une **carte géologique** des environs du lac de Pfäffikon, compris sur la feuille 213 de l'atlas Siegfried 1 : 25 000. Cette carte, faite avec beaucoup de soin, figure non seulement les terrains constitutifs, mollasse, moraines, moraines de fond, drumlins, mais aussi les principaux blocs erratiques dont la nature est indiquée par des monogrammes, les exploitations, sources, et même les affleurements, où, sous la couche arable, le sous-sol est à découvert.

Le texte descriptif décrit la Mollasse, le Diluvien, comprenant les graviers des alluvions anciennes, la moraine de fond, formant de vastes surfaces, ici et là parsemée de drumlins, puis les dépôts d'alluvion. Il ressort de cette étude que la vallée occupée aujourd'hui par le lac de Pfäffikon devait avoir primitivement une pente uniforme du SE au NW. Aujourd'hui, grâce à des barrages morainiques, la dépression s'est remplie d'eau et l'écoulement se fait du côté S, vers le lac de Greifensee. Toutefois, l'auteur ne pense pas que les trois cordons morainiques soient les seules causes de la genèse de ce lac. Il doit y avoir eu d'autres influences, soit érosion glaciaire, sinon affaissement d'un tronçon de la vallée primitive.

¹ Réunion extraord. *Bull. Soc. géol. France, C. R.*, p. 87, N° I, 687.

² JULIUS WEBER. Beiträge zur Geologie der Umgebung des Pfäffiker-Sees. *Mitteil. naturw. Ges. Winterthur*, III. 1901. 35 p.