

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 7 (1901-1903)
Heft: 1

Rubrik: Revue géologique suisse pour l'année 1900

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: 21.02.2026

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

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

Revue géologique suisse pour l'année 1900.

Nº XXXI

par H. SCHARDT et CH. SARASIN.

I^{re} PARTIE -- TECTONIQUE

Par H. SCHARDT.

Descriptions géologiques et orographiques.

Alpes.

Origine des Alpes. — M. ROTHPLETZ¹ a publié une conférence sur l'**origine des Alpes** dans laquelle il énumère les dislocations si variées qui ont contribué à donner aux montagnes leur structure interne et leurs altitudes ; plis, plis exagérés, plis-failles, recouvrements et ruptures avec et sans rejet, sont autant de facteurs qui ont participé à la génèse de cette haute chaîne. L'auteur s'est souvent basé sur des exemples puisés dans les Alpes suisses, en particulier dans les Alpes glaronnaises et le Rhéticon qui recèlent de si beaux exemples de plis en recouvrement et de charriages de nappes sédimentaires.

Tectonique des Alpes. — M. A. TORNQUIST² a consacré à la **tectonique des Alpes**, des Alpes suisses en particulier, un article destiné à rendre compte des vues nouvelles qui se sont fait jour ces années dernières. Il montre la situation étrange de nappes de charriage du Chablais et du Stockhorn au devant des plis couchés des Hautes-Alpes calcaires. Il pense qu'il n'est pas logique, au point de vue orographique, de comprendre cette zone dans la bordure normale des Alpes

¹ Dr ROTHPLETZ. Die Entstehung der Alpen. *Bayr. Industrie und Gewerbebl.* 1899.

² Dr A. TORNQUIST. Die modernen Anschauungen über den Gebirgsbau Europas. Der Aufbau des Alpengebirges. *Die Umschau, Berlin.* 1900. IV, N° 29, 403.

calcaires, parce qu'elle ne constitue pas un élément intercalé dans les diverses zones parallèles des Alpes, mais une masse superposée à une autre région. Il y aurait donc lieu de lui réservier le nom de *zone des klippes* : puisque, en effet, elle se prolonge au NE du lac de Thoune par la série des témoins ou *klippes*, dont le Roggenstock, si admirablement illustré par Quereau, est un des plus beaux exemples.

La conception des grands plis couchés des Hautes Alpes s'est aussi modifiée. La théorie du double pli glaronnais tend de plus en plus à être remplacée par l'idée d'un pli unique, auquel M. Rothpletz substitue le principe d'un recouvrement par glissement. Nous avons rendu compte (Revue pour 1898) de la structure que cet auteur attribue aux Alpes glaronnaises. M. Tornquist examine ensuite la limite entre les Alpes occidentales et orientales, délimitation encore discutée, et que l'on aime faire passer par la vallée du Rhin au N de Coire et le long de la zone amphibolitique d'Ivrée. Le contraste entre ces deux régions réside surtout dans les fréquences, dans les Alpes orientales, des recouvrements par charriage et les dislocations par failles, tandis que les plis couchés prédominent dans les Alpes occidentales.

La partie S des Alpes orientales, la région de la Grigna et de la Brianza offrent par contre une structure imbriquée très prononcée.

ALPES CALCAIRES.

Préalpes et klippes. — Les klippes des Alpes d'Unterwald se divisent en deux groupes : le groupe du Chleven, du Stan-serhorn et du Buochserhorn, situé sur la rive droite de l'Aa de Sarnen, et le groupe comprenant le **Giswylsterstock**, le **Roth-spitz** et divers autres lambeaux, qui occupe le haut de cette vallée près des sources de la petite Emme. M. HUGI¹ a fait de ce dernier groupe de klippes l'objet d'une étude de détail.

Un chapitre général sur la répartition des klippes, leur nature, leur origine, d'après l'opinion de divers géologues, forme l'introduction à ce travail. Il constate finalement que dans la région de Giswyl les klippes ne sont plus formées de simples lambeaux isolés comme à l'E, mais elles montrent une tendance à former un ensemble qui rapproche leur structure de la nappe plissée du Stockhorn. Une description géographique traite surtout des voies d'accès dans cette région

¹ Dr EMILE HUGI. Die Klippenregion von Giswyl. *Denksch. schw. naturf. Gesellsch.* XXXVI, 2. 1900. 75 p. 4°. 6 pl.

et des altitudes qu'atteignent ces lambeaux. La plus grande hauteur est celle du Stock (2070 m.) dans la Grande Rossfluh. Juste à côté se trouve le Mändli (2068 m.). Le Giswylerstock lui-même forme une arête orientée du SW au NE dont le sommet le plus élevé, la Schafnase, a 2014 m. Le Jänzimatberg (1846 m.), le Rothspitz (1704 m.) avec la petite arête au S font aussi partie des klippes.

Il résulte de la description des terrains que ces klippes, comme tous les lambeaux de ce genre, tranchent nettement par leur faciès de leur entourage. Toutes les montagnes des chaînes normales qui forment leur soubassement et leur entourage appartiennent au faciès helvétique. L'auteur en donne une description détaillée se servant, à côté de ses propres observations, des descriptions que nous possédons de Kaufmann, Mœsch, etc., qu'il complète et rectifie. Nous n'aurons pas à revenir ici sur ces formations qui sont suffisamment connues.

Quant aux terrains constitutifs des klippes, ils furent désignés jadis sommairement sous le nom de *couches d'Iberg* et associés au Crétacique supérieur, tandis que les lambeaux de « couches rouges » avec le gypse qui les accompagne furent associées sous le nom de *Leimernschichten* au Flysch. L'auteur est parvenu à y distinguer les terrains suivants :

TRIAS a) *Cornieule*, peu répandu en place, mais partout disséminée en forme de blocs et amas.

b) *Gypse*. C'est la roche la plus répandue accompagnée de marnes et argiles. Il est généralement pur et offre, lorsqu'il se présente en grandes surfaces, les formes caractéristiques des entonnoirs d'effondrement.

Plusieurs sources sulfureuses et salines amères (avec sulfate de magnésie) prennent leur minéralisation dans le Trias.

c) *Conchylien* avec *Retzia trigonella*. C'est la roche qui fut, avec les suivantes, surtout qualifiée de *Ibergschichten*. Ses caractères se rapportent bien aux descriptions de Kaufman et de Stutz. Connue seulement de Fontana-Alp en blocs.

d) *Calcaires à Diplopores* avec *Diplopora annulata*. Roche qui se rencontre seulement en blocs isolés sur la Möhrli-Alp et sur l'Alpboglen-Alp.

Il semble peu douteux que ces blocs proviennent des rochers de la Rossfluh (le Muschelkalk) ou du Giswylerstock (le calc. à Diplopores), bien que l'auteur figure tout le massif avec la couleur du

2. *Hauptdolomit*, dont les débris forment presque tous

les talus d'éboulement qui entourent cette sauvage masse rocheuse. Ses caractères sont absolument ceux du Hauptdolomit du Roggenstock (Schwytz).

JURASSIQUE. Le *Lias* est inconnu. Le *Dogger* forme deux lambeaux au Jänzimattberg et à la Möhrlialp. Il y présente deux faciès, l'un ammonitifère (*Steph. Humphiesi*, *Son. Sowerbyi*, *Phyll. tetricum*) avec *Zoophycos scoparius*. L'autre faciès est un calcaire compact foncé.

Le *Callovien* existe au Rothspitz, tandis que le Bathonien y paraît manquer.

Malm. N'existe qu'au Rothspitz et a sa prolongation N; c'est un calcaire clair avec rognons de silex à radiolaires. Il y est renversé et repose sur le

CRÉTACIQUE représenté par le *Néocomien*, calcaire en couches minces avec rognons de silex et *Aptychus*, et les *couches rouges* et *grises* crétaciques en grande épaisseur avec un développement absolument typique attesté par les foraminifères.

L'auteur se tourne ensuite vers la *tectonique des klippes* et de leur soubassement.

Les klippes de Giswyl diffèrent de celles d'Iberg, malgré l'analogie des roches, par la netteté des replis qu'offrent les assises triasiques et par la rareté des affleurements du soubassement tertiaire et crétacique, si admirablement visible aux environs d'Iberg.

Il ressort des profils de M. Hugi que les klippes qu'il a étudiées doivent reposer entièrement sur le tertiaire (Flysch) recouvrant le crétacique des plis à faciès helvétique ; ce sont donc des lambeaux de charriage (Deckschollen, Ueberschiebungsschollen).

La masse dolomitique du Giswylerstock est séparée de celle de la Rossfluh par la dépression de la Furgge, où affleure de la cornieule. A la Rossfluh les couches sont repliées en forme de fauille ou de  ouvert du côté S, où s'élève le Mänli qui est isoclinal et formé par le prolongement de la branche inférieure de l'. Le Giswylerstock présente des couches faiblement repliées en forme d'auge allongée du SW au NE. Au Jänzimattberg et au Rothspitz la tectonique est moins claire. A la première de ces localités les couches sont normales. C'est du Dogger reposant sur le Gypse et celui-ci sur de la cornieule. Mais au Rothspitz, où il y a renversement des couches, sa situation se complique encore par un

second lambeau des mêmes terrains en position normale. Le Malm semble reposer sur le Gypse.

Rothspitz, Jänzimattberg et Giswylerstock sont, d'après leurs terrains, trois groupes de klippes bien distinctes. Le Rothspitz correspond à la chaîne du Stockhorn, ainsi que le Jänzimattberg, tandis que le Giswylerstock a comme analogue les masses triasiques des chaînes de la zone interne des Préalpes (Rubli-Gummifluh); mais les couches à *Mytilus* et le Malm y font défaut.

L'énorme extension des éboulis ne permet malheureusement pas de se rendre compte bien clairement de la situation des klippes par rapport au soubassement helvétique. On voit partout, sauf au Rothspitz, du Gypse et de la cornieule s'intercaler entre le Flysch et les klippes. Sous le Flysch apparaissent les couches de Wang. Entre le Giswylerstock et le Jänzimattberg le Flysch forme un anticlinal flanqué de part et d'autre de cornieule sur laquelle s'élèvent les klippes.

Il n'y a pas de doute pour l'auteur que ces klippes sont le résultat d'un charriage (Ueberschiebung). Quant à l'origine de la nappe, dont les klippes ne sont que des débris, il croit pouvoir déduire de la forme des replis à la Rossfluh et d'autres indices que la poussée a dû venir du N. Il se prononce donc catégoriquement pour l'hypothèse de Steinmann et Quereau (Die Ueberschiebung der Giswylerklippen muss vom vindelizischen Gebirge her stattgefunden haben).

Les détails de la situation actuelle résulteraient de deux poussées après érosion partielle de la première nappe de recouvrement. Cette seconde poussée serait venue du NW.

Il donne à l'appui de sa manière de voir et du mécanisme du recouvrement, quatre profils schématiques interprétant les diverses phases de ces mouvements successifs.

Nous avons rendu compte (*Revue géol.*, pour 1899) des attaques de M. Emile Haug contre l'hypothèse du charriage lointain des **Préalpes et des klippes** (régions et lambeaux exotiques) du versant N des Alpes suisses, telle qu'elle a été formulée par M. Schardt. CE DERNIER¹, à son tour, vient de faire paraître un mémoire défensif. Passant sous silence les attaques personnelles de M. Haug, il examine successivement les objections opposées à sa manière de voir. Les objections stratigraphiques, autant que celles tirées de la situation tecto-

¹ H. SCHARDT. Encore les régions exotiques. Réplique aux attaques de M. Emile Haug. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXXVI, 1900. 147-169.

nique ne sont nullement contraires à l'hypothèse du charriage lointain.

La comparaison des faciès de part et d'autre de la ligne de contact, entre les Préalpes et les klippes d'une part et les Hautes-Alpes d'autre part, montre un contraste absolu, tandis qu'au contraire la région des Préalpes offre sur son bord *nord* des faciès se rapprochant de ceux qu'on trouve sur le bord *sud* des Hautes-Alpes, donc justement du côté opposé de leur ligne de contact. C'est le cas pour le Trias, le Lias, le Jurassique et surtout pour le Crétacique. En ramenant dans sa position primitive la région des Préalpes et des klippes, les terrains à faciès homologues seront en contact direct, alors qu'aujourd'hui ils sont précisément en opposition. L'auteur constate que plusieurs des arguments de M. Haug sont basés sur des erreurs et des confusions et que d'autres parlent justement en faveur de l'hypothèse qu'il cherche à réfuter. La recherche de l'origine des Préalpes et des klippes, c'est-à-dire du gisement primitif de cette nappe charriée, ne saurait se résoudre à coup de plume ! Il faudra des recherches longues et patientes soit pour infirmer soit pour confirmer cette hypothèse.

Les objections opposées par M. Haug aux arguments tectoniques sont essentiellement l'absence d'une charnière frontale et d'un flanc moyen laminé. M. Schardt fait observer que la présence de ces éléments propres aux plis couchés lui aurait paru contraire à un charriage lointain. La nappe des Préalpes a, en un moment donné, chevauché sur la région à faciès helvétique, dont les terrains se sont ensuite plissés en formes de lacets de plis couchés. C'est sur le dos de ces plis couchés dont l'un se distingue par sa grande envergure que la nappe des Préalpes a été transportée du S vers le N, pour être jetée enfin dans le synclinal tertiaire qui précède le bord du pli couché. C'est pour cela, que, soit les grandes masses exotiques préalpines, soit les klippes se trouvent toujours devant un grand pli couché sur du Flysch qui s'introduit dans un synclinal couché dont la charnière est plus élevée que l'ouverture, de même que la racine de l'anticlinal est plus élevé que sa tête. La formation des plis couchés et culbutés est donc dans une étroite relation avec le transport des nappes et lambeaux exotiques.

M. Schardt oppose à M. Haug deux propositions qu'il faudrait controuver pour réfuter la théorie du charriage.

1^o Sur aucun point de la zone limitrophe entre la région des Préalpes (et des klippes), et les Alpes à faciès helvétique,

il n'y a possibilité de constater le passage par continuité des couches entre une assise quelconque des Préalpes ou des klippes et un terrain du même âge des Hautes-Alpes.

2^o Les Préalpes du Stockhorn et du Chablais reposent entièrement, comme les klippes, sur un substratum tertiaire!

L'auteur renonce à combattre l'hypothèse que lui oppose M. Haug de la structure en *éventail imbriqué composé*, par laquelle ce dernier voudrait expliquer l'étrange situation des Préalpes. En attendant que M. Haug produise au moins des profils figurant d'une manière intelligible sa manière de voir, M. Schardt soutient que la disposition en éventail avec un synclinal médian du Flysch est une apparence due à l'écrasement de la nappe charriée entre les amas de Flysch qui la bordent du côté plateau tertiaire et du côté du bord des Hautes-Alpes.

L'auteur constate en terminant que si M. Haug croit avoir réfuté l'ensemble de sa théorie, il est *absolument sûr* qu'aucune de ses objections n'en a diminué l'évidence.

Alpes françaises. — M. LUGEON¹ a formulé une série de conclusions à la suite d'une étude géologique de la **région des Bauges**, continuation SW des chaînes calcaires de la Savoie.

Il constate que la poussée tangentielle produit des effets plus puissants en profondeur qu'à la surface ; que les ondulations synclinales transversales sont situées sur des angles rentrants des plis et qu'il n'y a pas de décrochements transversaux sur le parcours de la dépression du Cheran et d'Annecy-Faverges.

Alpes bernoises. — Le projet du chemin de fer à travers le **Lötschberg et le Wildstrubel** est accompagné d'une étude géologique préliminaire par MM. von FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT². Ce mémoire relate d'abord les caractères topographiques et géologiques de la région comprise entre le Wildstrubel et le massif de l'Aar. Le trait le plus saillant réside dans la surélévation des terrains secondaires à l'approche du massif cristallin de l'Aar, qui partage bientôt la nappe sédimentaire en deux zones inégales dont l'une, la moins importante, suit la vallée du Rhône jusqu'à l'entrée de la vallée de Baltschieder, tandis que la plus grande masse

¹ *Soc. vaud. sc. nat.* Séance du 7 mars 1900. Archives IX, 483.

² Dr EDM. V. FELLENBERG, Dr E. KISSLING, u. Prof. H. SCHARDT. Lötschberg u. Wildstrubeltunnel. Geologische Expertise. *Bern. K.-J. Wyss.* 1900, 32 p. 4 pl.

des sédiments est refoulée vers le Nord et semble finalement comme culbutée au pied N du massif cristallin.

A part les alluvions, éboulis et moraines qui acquièrent sur le fond et les flancs des vallées une grande importance, on constate dans cette région les terrains constitutifs suivants :

Tertiaire. Flysch schisteux, grès nummulitique, calcaire à Nummulites et calcaire à Lithothamnies.

Crétacique. Grès du Gault, calcaires et schistes de l'Aptien. Urgonien : massif calcaire de 80-150 m. d'épaisseur. Hauterivien et Valangien : Calcaires gris ou bruns siliceux, marnocalcaires foncés et schistes, 250-300 m.

Jurassique. Malm : Calcaire massif, reposant sur des schistes et calcaires foncés de l'Oxfordien et du Dogger. Le Lias est schisteux dans sa partie supérieure, tandis que plus bas, il est formé par une brèche calcaire remplie de *Belemnites*, passant du côté de Louèche à un grès quartzitique gris, vert ou rougeâtre.

Trias : Schistes rouges et verts. (Quartenschiefer.) Dolomite jaune et cornieule (Rötidolomit) Arkose passant souvent à un conglomérat, généralement confondue avec le Verrucano.

Carbonifères : Schistes noirs avec graphite intercalés aux schistes cristallins dans le Lötschenthal.

Terrains cristallins : Schistes cristallins, gneiss, schistes chloriteux, amphibolites, et schistes amphiboliques, serpentine et pierre ollaire forment en alternances innombrables la partie N du massif cristallin et offrent souvent des filons aplitique et de porphyre granitique, même de véritables filons de granite, précurseurs du massif de protogine qui perce plus à l'Est.

La partie N du massif est formée par le granite de Gasteren, le seul vrai granite connu *in situ* dans les Alpes bernoises ; son bord sud, au contact avec les schistes cristallins, est caractérisé par d'innombrables filons de porphyre granitique.

Le trait caractéristique de la tectonique du versant N du Lötschberg est que le grand pli couché qui forme le massif du Wildstrubel dévie vers le NE le long du col de la Gemmi. La zone de Flysch et de Nummulitique qui suit cette dépression depuis Nusey et Merdesson sur Miège par Trubeln jusqu'à Kandersteg, n'est autre chose que la sortie de la charnière du synclinal sur lequel repose le grand pli couché et culbuté. L'ouverture de ce synclinal se trouve le long du

pied N de la chaîne entre Iffigen, Siebenbrunnen et Frutigen. Tandis qu'au Wildstrubel ce pli couché simule un dome formé de deux nappes normales reliées par un flanc moyen renversé, cette situation se modifie entièrement à travers la dépression de la Gemmi, à l'Est de laquelle s'élève le massif cristallin, si bien qu'à Kandersteg la triple nappe sédimentaire est comme affaissée sur le bord de la chaîne, le flanc moyen et le flanc sud sont repliés en zig-zag et ressemblent à un soufflet placé debout.

Il est intéressant de constater, que, contrairement aux levés géologiques de la carte 1 : 100 000, le Néocomien s'élève très haut sur le flanc du Balmhorn et de l'Altels et constitue encore le sommet du petit Doldenhorn, tandis que le Fisistock, marqué comme jurassique, est exclusivement formé de grès éocène et de Néocomien. Au point de vue de la perforation, le tunnel du Lötschberg, tracé court, présente trois sections du N au S.

1. Sédiments du Tertiaire au Trias 3,8 km.
2. Granite de Gasteren, 5,6 km.
3. Schistes cristallins, 3,5-3,8. km.

Le tracé bas, est sensiblement plus long ; il comportera 4 sections, parce que l'entrée N, sous la plaine de Kandersteg, aura à traverser le remplissage morainique et d'éboulis de l'ancienne vallée d'érosion.

Le tunnel du Wildstrubel aurait à traverser entre Oberried (Lenk) et la vallée du Rhône sur Sierre exclusivement des sédiments, tertiaire, crétaciques et jurassiques peu inclinés.

M. LUGEON¹ a rendu compte des premiers résultats de ses études sur le **Massif du Wildstrubel et du Wildhorn**. Il y a constaté les terrains constitutifs suivants : Trias, avec quartzite, gypse, cornieules, schistes bigarrés et le Rhétien. Lias, schistes lustrés avec bancs de calcaires et de brèche. Dogger, Oxfordien, Malm, puis le Crétacique inférieur surmonté des couches de Seewen et des couches de Wang, enfin le Nummulitique et le Flysch.

La tectonique de cette région offre une série de plis qui sont très serrés dans la vallée du Rhône ; l'un d'eux s'étend en forme de nappe sur les autres. Tout un assortiment de complications s'ajoute à cette disposition : Ce sont des failles coupant tantôt des plis dans leur plan axial, ou coupant et

¹ C.-R. *Soc. helv. sc. nat. Thesis*, 1900. *Archives X*, p. 463-465.
Eclogæ VI, p. 497-500.

hachant, à l'instar des champs d'un damier, les nappes peu inclinées de l'Urgonien surtout. Il y a aussi des cassures de grande envergure traversant toute la région obliquement à l'alignement des plis. Fait remarquable, c'est la partie située du côté intérieur qui est presque toujours abaissée. Ces failles sont postérieures aux plissements.

Alpes glaronnaises. — Les couches qui constituent le pied SE du **Glärnisch** ont été interprétées très différemment par les divers auteurs qui ont décrit cette montagne. Tandis que M. Baltzer était tenté de ranger dans le Malm le calcaire qui supporte le calcaire nummulitique à la paroi de l'Ofen et du Gilbi, M. Heim y voyait plutôt une variété calcaire de l'Eocène. C'est M. Rothpletz qui a distingué pour la première fois dans ces couches basales du Glärnisch du Trias et du Jurassique, et a conséquemment considéré comme crétaciques les couches intermédiaires.

M. BLUMER¹ a réussi à relever plusieurs profils dans cette région, en particulier à la Gilbi, au Riedberg et au Stöckli, au dessus de Matt, dans lesquels on voit positivement la succession de Trias (Rötidolomit), Valangien, Hauterivien, Urgonien, Albien et les couches de Seewen qui supportent le Nummulitique, sur lequel reposent du Lias, du Trias et de la Sernifite (Permien).

M. TH. LORENZ² a soumis le **Fläscherberg**, près Mayenfeld, à une étude de détail, tendant à élucider la question de la limite entre les Alpes à faciès helvétique et la région à faciès austroalpin. Dans ce but cette montagne isolée paraissait en même temps un point de départ tout indiqué pour arriver à une solution de la question des klippes qui se rattache si intimément à celle du contact des faciès.

L'auteur décrit les caractères stratigraphiques généraux et spéciaux des terrains constitutifs, dans lesquels on peut distinguer un faciès occidental et un faciès oriental qui se rattachent tous deux au faciès helvétique (voir 4^e partie de cette *Revue*). La limite entre les deux faciès passe par la dépression de Luciensteig.

Il décrit une série de fossiles provenant des diverses couches et en discute le caractère paléontologique. La partie tecto-

¹ S. BLUMER. Eine geologische Beobachtung am Südostfuss des Glärnisch. *Eclogæ geol. helv.* VI, 1900, p. 348-350.

² Dr LORENZ. Monographie des Fläscherberges. *Mat. Cart. géol. suisse.* N. Serie X, 1900, 4°, 63 p. 1 carte et 4 pl.

nique débute par une description détaillée des nombreux replis et chevauchements, d'où résultent de véritables écailles. Souvent la direction des couches décrit une conversion complète.

Dans son ensemble le Fläscherberg forme un prolongement de cette zone de plis qui se dirige du lac de Wallenstadt jusqu'à l'Alvier. La masse principale du côté NW forme un synclinal largement ouvert et rempli de Néocomien et de couches de Bérrias. Ce synclinal n'est pas simple ; il présente dans son milieu un anticlinal étroit, indiqué par un noyau de couches de Bérrias. A l'angle NW, le long du Rhin, le Néocomien repose normalement sur les couches de Bérrias, le Malm et le Dogger. Du côté SE se trouve, reposant sur le synclinal, un anticlinal renversé de Malm avec noyau étiré de Dogger, accusant un déjettement vers le NW. Cet anticlinal est coupé en deux segments par une faille dirigée du NE au SW. Le lambeau NE est coupé encore par deux failles, dirigées du NW au SE. La partie sud est elle-même encore une fois repliée par un simple bombement ; mais ensuite elle offre plusieurs écailles avec poussée SE. Près de Fläsch, une faille de moindre importance pourrait s'expliquer comme résultant d'un affaissement en suite de sousminage par l'érosion.

Bien que la direction des couches de l'arête du Fläscherberg passe du SE vers le NW, à une direction plutôt N-NE, leur alignement est en général NE-SW avec un plongement au NE. Mais les plis et écailles qui existent au S du Fläscherberg accusent une direction exactement transversale à ce plongement, soit SW-NE. L'auteur en conclut que la masse du Fläscherberg est le résultat de deux plissements successifs, l'un ayant produit d'abord le pli avec direction NW-SE, l'autre ceux avec direction NE-SW, c'est-à-dire le pli du Dogger au SE et les écailles qui lui succèdent.

La situation du Fläscherberg sur la rive droite du Rhin n'est nullement aussi isolée qu'elle en a l'air. L'auteur voit des relations intimes avec l'arête des Churfirsten d'une part, et celle du Calanda d'autre part. Ces relations paraissent d'ailleurs évidentes, autant au point de vue du faciès des terrains qu'au point de vue tectonique.

Les couches du Fläscherberg s'infléchissent à l'extrémité NW dans la direction de l'Alvier, tandis qu'au S, malgré l'interruption près de Landquart, leur relation avec les assises calcaires du Calanda ne laisse guère de doutes. A l'ouest du Calanda la direction du plissement est SW

(c'est le pli S du double pli glaronnais) ; au Calanda cette direction tourne au NE, pour passer au NW au Fläscherberg et virer à E-W au Churfirsten et redevenir SW dans le Klönthal, tous plis déjetés de la périphérie vers le centre du contour décrit. Il devient donc évident, aux yeux de l'auteur, que nous avons affaire à un véritable *pli circulaire avec déjettement concentrique*. Les illustrations qu'il donne de cette hypothèse sont certainement séduisantes. Une seule difficulté subsiste, l'absence de tout affleurement mésozoïque entre Mayenfeld et Landquart ; l'auteur la tourne habilement, en supposant là le pli caché sous le Flysch. (Les schistes grissons de la région de la Landquart étant considérés comme appartenant au Flysch.) Le plissement arqué serait primaire et le plissement avec direction SW-NE, soit le vrai plissement alpin général, aurait suivi. C'est ce dernier qui a produit les plis transversaux du Fläscherberg, tandis que le plissement longitudinal de cette montagne appartient au pli arqué. Ce dernier serait attribué, d'après l'auteur, à l'enfoncement du massif de l'Aar, ce qui aurait sollicité une poussée concentrique.

Voilà une nouvelle théorie du grand pli glaronnais. Ce n'est plus un double pli avec renversement vers le NW et le SE, mais c'est, d'après M. Lorenz, un pli arqué qu'il baptise *Glarner Bogenfalte*. Il prononce même le mot de « Rundbogenfalte » — pli circulaire — car, selon son hypothèse d'enfoncement du massif central, ce n'est pas seulement un pli en fer à cheval, mais un pli en « cercle fermé » qui doit se former.

L'auteur examine en suite les diverses autres explications de certaines dislocations des Alpes glaronnaises qui ont été présentées jusqu'ici, en particulier de la faille supposée sur le parcours de la vallée de la Seez. Il n'admet pas de faille, mais seulement un pli faille.

Il constate dans un paragraphe historique sur le double plissement que ce phénomène est aussi repandu ailleurs. Nous savons que Burkhardt a interprété d'après ce principe la tectonique des Alpes au N du Klöenthal.

ALPES MÉRIDIONALES.

Alpes du Piémont. — Nous signalons ici, quoique concernant une région située bien en dehors de nos frontières, le récent mémoire de M. FRANCHI¹ sur l'âge de la zone des

¹ S. FRANCHI. Sull' età mesozoica della zona delle pietre verdi nelle Alpi occidentali. *Bull. R. Comit. geol. Ital.* 1898. 236 p. 1 carte géol. et 3 pl.

« pietre verdi » dans les Alpes occidentales entre Suza et Valgrana. C'est un complexe de terrains cristallophylliens, formé de schistes calcaires, calcschistes sableux avec Belemnites et Arietites, lentilles de brèches avec marbre plaquetés, micaschistes, micachistes à sismondine et gastaldite contenant des lentilles de serpentine, de schiste serpentineux, d'euphotides, de diabases, de porphyrites, tous plus ou moins métamorphosés, associés de prasinite, amphibolites, calcschistes et calcaires avec nodules spathique, calcaires dolomitiques avec crinoïdes, *Pleurotomaria solitaria*, Gyroporelles, calcaires cristallins, cornieules et gypse, quartzite passant au micaschiste.

L'ensemble de cette formation a été successivement considéré comme prépaléozoïque, paléozoïque ou mésozoïque. L'auteur arrive par suite de la découverte de fossiles à le classer définitivement dans la série mésozoïque. Elle représente un faciès cristallin du Trias et du Lias. Il la compare aux schistes lustrés des Alpes françaises et aux schistes grissons des Alpes suisses, avec lesquels elle a plus d'une analogie, soit par la présence de fossiles, soit par les intercalations de roches éruptives vertes. Elle se superpose d'ailleurs en bien des endroits au Permo-carbonifère et doit avoir comme équivalent le Trias et le Lias à faciès normal.

Jura.

Carte géologique de la Suisse. — MM. RENEVIER et SCHARDT¹ ont rédigé une note explicative de la feuille XI de la carte géologique suisse parue en 1894 en seconde édition, revisée par A. Jaccard. Cette notice donne un aperçu orographique et une brève description des terrains de chacune des grandes sections que comprend cette feuille, la région de la mollasse au SE et le Jura au NW.

Jura septentrional. — Nous devons à M. F. v. HUENE² une étude géologique très complète sur les environs de Liestal, accompagnée d'une carte géologique (feuille 30 de l'atlas Siegfried au 1 : 25 000.)

Cette région se trouve au N de la grande zone de chevauchement et de recouvrement dans l'angle SW du Jura tabulaire. Elle est caractérisée par une profusion de failles pour

¹ *Eclogae geol. helv.* VI. 1900. p. 351-368.

² Dr E. von HUENE. Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafel Jura. *Verhandl. naturf. Gesellsch. Basel.* XII. 1900 p. 295-372. 2 pl.

la plupart orientées presque parallèlement aux plis du Jura du SW au NE. Les cassures transversales sont relativement rares. Le pays est ainsi découpé en une série de bandes étroites souvent de moins de 500 m. de largeur et offrant des ressauts tantôt du côté NW, tantôt du côté SE. Plusieurs vallées sont précisément creusées sur le parcours de failles ou de bandes affaissées. La vallée principale de la région, celle de l'Ergolz, est par contre transversale.

Il n'est pas possible ici de suivre l'auteur dans l'énumération et la constatation des dislocations si nombreuses qu'il a pu relever.

A un point de vue général, les failles ont alternativement produit des horsts et des fossés, quelques-unes sont compliquées de plis en anticlinaux et en synclinaux, qui ont le même alignement SW—NE, comme les failles principales. Dans leur ensemble les couches plongent au SE.

Les failles longitudinales sont au nombre d'une douzaine, avec autant de cassures accessoires tant longitudinales qu'obliques ou transversales.

Ce champ de fractures, dont font partie les environs de Liestal, se trouve dans l'angle SW du Jura tabulaire. Il forme au sud du Rhin, entre Bâle et Säkingen, jusqu'aux chaînes du Jura plissé, un quadrilatère dans lequel les failles suivent une direction sensiblement diagonale. Elles forment un faisceau assez large qui se détache à l'ouest des chaînes du Blauen du Wisig et du Steinegg et au sud de celle du Hauenstein sur laquelle elles se greffent presque normalement à l'axe des plis, tandis que les plis à l'ouest semblent se résoudre longitudinalement en pénétrant dans la zone de fracture. Ces cassures, couvrant au SW une largeur de plus de 15 kilomètres, vont en convergeant dans la direction de Säkingen, mais un petit nombre seulement se prolonge jusqu'à ce point, où elles se soudent à la grande cassure qui va de Säkingen par Hausen jusqu'à Kandern. Le bord occidental du champ de fracture est démarqué par le prolongement de la grande fracture rhénane qui passe à l'ouest du Dinkelberg. On voit que cette région faillée est placée exactement au sud du massif du Dinkelberg qui constitue un des gradins de la Forêt-Noire.

L'auteur conclut que si l'on considère que les plis du côté de l'ouest tendant à s'aplanir et que du côté nord, nous sommes en présence de grandes failles, dont le rejet tend à diminuer, tandis qu'au Sud se trouvent les plis exagérés en plis-failles entre le Passwang et le Wiesenbergs, il est facile

de comprendre qu'une telle région sollicitée par des forces si variées devait se disloquer d'une manière exceptionnelle. Au NE on constate le résultat de la tension produite par le mouvement vertical de la faille du Säkingen-Hausen (rejet 800 m.) qui a donné naissance en se ramifiant aux failles plus petites qui pénètrent dans le Jura tabulaire. A l'Ouest, les plis du Blauen, etc., s'aplanissent et se confondent avec la zone faillée. On voit même parfois des plis anticlinaux ayant le faîte affaissé en forme de fossé. L'aplatissement des plis du côté W a dû produire une traction superficielle longitudinale, d'où la formation de certaines failles transversales ou obliques.

L'auteur a constaté en outre que dans les zones affaissées, les plans de glissement vont en convergeant en profondeur. Ces bandes affaissées ont donc la forme de coins, attestant qu'il y a eu effectivement affaissement de la partie enfoncée et non soulèvement des horsts intermédiaires.

Les fractures et failles sont souvent accompagnées de retroussements ; ou bien après formation de la faille, la poussée tangentielle a agi de nouveau en plissant les segments disjoints.

Certaines failles sont recouvertes transgressivement par le conglomérat tertiaire jurassien ; elles seraient donc antérieures à cette formation. L'affaissement rhénan étant d'âge oligocène et le Jura septentrional ayant été terre ferme à cette époque, la formation de ruptures antérieures au Miocène supérieur s'explique sans peine. Le dernier plissement du Jura est post-miocène ; il a coïncidé avec le recouvrement sur le bord sud du Jura tabulaire et le plissement des segments faillés de celui-ci.

Randen et Jura souabe. — Les excursions de la Société géologique du Haut-Rhin ont eu lieu en 1900 dans la région du **Jura au S de la Forêt-Noire**, entre Donaueschingen et le Randen. M. F. SCHALCH¹ qui en avait la direction en a donné un compte-rendu très complet. Les résultats ont surtout un intérêt stratigraphique, nous y reviendrons dans la 4^{me} partie. Au point de vue tectonique cette région a une structure extrêmement simple. On y distingue le Trias, dès le Muschelkalk, le Lias, le Dogger et le Malm, tous souvent très fossilières et couverts localement de dépôts miocènes (Mollasse marine helvétique et calcaire à *Helix oenningien*). Les

¹ Dr F. SCHALCH. *Ber. über die 33 Vers. des Oberrh. geolog. Vereins in Donaueschingen. Excursionen 19 u. 21-22 April 1900.* 23 p. 1 pl.

couches sont généralement horizontales ou peu inclinées avec plongement S, coupées seulement de distance en distance de failles, avec rejet sensiblement vertical (voir 4^{me} partie pour les données stratigraphiques sur cette région).

Nous devons à M. J. WEBER² une description de la géologie du Höhgau (Hegau). Le Höhgau est nettement caractérisé comme une zone d'affaissement. Les centres d'éruption se trouvent soit dans son intérieur, soit sur les bords. Quelques éruptions sont même en dehors de la région affaissée proprement dite. On connaît les deux zones éruptives principales, l'une phonolitique et l'autre basaltique, qui s'alignent suivant deux tracés parallèles allant du N au S.

Ce travail, accompagné d'une carte géologique au 1 : 50 000, construite en partie d'après les levés de Schalch et Fraas, constitue un excellent résumé de la géologie de cette intéressante région et un guide pour celui qui voudra la parcourir.

L'auteur énumère les points d'éruption tant basaltiques que phonolitiques et décrit les roches qui les composent et les minéraux constitutifs de celles-ci.

Il est intéressant de constater que le gisement de gypse au pied du cône de Hohenhöwen est bien du Miocène supérieur ainsi que le prouvent les études de Schalch, d'après la présence d'un faunule de mollusques et de restes de vertébrés. Le gypse est très impur et forme plutôt des veines et des filons au milieu de la marne tertiaire ; c'est donc plutôt une marne gypsifère intercalée dans le poudingue miocène supérieur. L'âge des éruptions est certainement postérieur à cette formation, donc pliocène ancien ou miocène tout à fait récent, en tout cas préglaciaire.

Les *tufs basaltiques* reposent en général sur le poudingue miocène à matériaux jurassiens ; ils ont une extension horizontale bien plus grande que le basalte et offrent une stratification souvent inclinée.

Les inclusions non éruptives sont attribuées à deux origines différentes. Les unes proviennent de la profondeur et ont été arrachées des terrains traversés par la cheminée éruptive. Les autres surtout d'origine tertiaire (poudingue) sont le résultat d'un mélange postérieur à l'éruption à la surface même du terrain.

Les *tufs phonolitiques* ont une extension encore plus grande. A la base se voit un mélange intime avec les matériaux pro-

¹ Dr JULIUS WEBER. Ueber die Geologie des Hegau. *Mittheil. naturf. Gesellsch. Winterthur.* II, 1899, 43 p.

venant du Tertiaire qui supporte les tufs; ce sont parfois de véritables couches de passage qui semblent indiquer une contemporanéité au moins partielle des éruptions avec les dépôts Miocènes supérieurs. Cela paraît ressortir en particulier de la présence de coquilles terrestres dans certains tufs phonolitiques, en particulier d'une espèce de *Helix* déterminée comme *Helix sylvana*, bien que d'une manière non définitive.

L'auteur consacre encore un chapitre aux effets de l'invasion glaciaire et admet, d'après Penck, trois glaciations avec leurs moraines et leurs graviers fluvioglaciaires. Plusieurs cours d'eau ont subi à la suite d'obstructions morainiques ou glaciaires des dérivations temporaires ou définitives.

Enfin, il relate les recherches qui ont conduit à la constatation que la grande source de l'Aach est bien en relation avec des pertes du Danube entre Immendingen et Möhringen.

2^e PARTIE. — MINÉRALOGIE ET PÉTROGRAPHIE

par H. SCHARDT.

Minéralogie.

Minéraux. — La présence de **Brookite** (TiO_2) dans un schiste cristallin du Bristenstock a été constatée par MM. PEARCE et FORNARO¹. Ce minéral, en cristaux aplatis de 2-3 cm., sur 2 mm. d'épaisseur, est d'une couleur rouge brun. Les cristaux sont associés à du quartz, de l'albite et de l'adulaire. Malgré leurs petites dimensions, il a été possible de faire d'excellentes mesures cristallographiques.

M. BODMER-BEDER² a eu l'occasion d'étudier un groupe de **cristaux de quartz** du Val Somvix, dans les Grisons, qui doivent avoir subi une **déformation mécanique** par dislocation. Ils étaient contenus dans une fissure d'environ 7 cm. de large, remplie d'argile ferrugineuse et de brèche quartzeuse. L'examen microscopique a permis de constater que la pression a agi successivement dans deux directions. Elle a produit une sorte de clivage occulte indiqué par des vides, par des inclusions liquides et par des fissures disposés en séries. Ce sont

¹ Note sur la Brookite du Bristenstock. *Eclogae géol. helv.* VI, 1900, p. 501.

² BODMER-BEDER. Durch Gebirgsdruck gebogene Quarzkristalle. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.* 1900, p. 81-94. 4 fig.

les surfaces du rhomboèdre qui ont surtout fonctionné comme plans de glissement. La forme des vides et des inclusions atteste un état *d'agrégation plastique* au moment de la déformation. Il n'y a extérieurement aucune sorte de cassure visible. Les fissures qui se sont formées ont été cicatrisées ensuite par du quartz privé d'inclusions, en sorte que la « déformation sans cassure » n'est que relative.

M. HEIM¹ a constaté à Rothenbrunnen, dans une fente thermale, dans les schistes grisons, de la **calcite** concrétionnée et de l'**aragonite** bleu-verdâtre, en cristaux superbes.

M. SCHMIDT² a étudié les **minéraux du Trias** du flanc droit de la vallée de Baltschieder (Valais). Entre Raaft et Rothe-kuh les terrains reposent en discordance sur des gneiss fortement inclinés. Mais au Steinbruchgraben, la base de ces sédiments est intercalée en forme de coin dans des gneiss avec lesquels ils sont concordants. Leur épaisseur est d'environ 35 m. et ils peuvent se poursuivre sur près de 500 m. Ce sont des calcaires bréchoïdes dolomitiques gris, en partie quartzeux, riches en traînées de séricite. Il y a à la base, en alternance avec la roche dolomitique grise, des cornieules et des schistes chloriteux remplis de pyrite cubique. Plus haut, vers le point 1991 m., la situation est plus nette, mais le contact avec le gneiss n'est pas très tranché à cause des sécrétions de quartz, autant dans le gneiss que dans le calcaire, et de la richesse de ce dernier en mica. Les fissures du calcaire dolomitique renferment de nombreux cristaux de dolomite, calcite, fluorite, célestine, quartz, barytine, adulaire, anatase, blende, galène et tétraèdrite.

Ce sont les cristaux de dolomite qui sont surtout remarquables par leur fréquence et leurs formes parfaites, puis ceux de célestine. La barytine est plus rare, de même que l'adulaire et l'anatase. Cette dernière est entourée d'adulaire et de quartz. Les minéraux métallifères sont particulièrement fréquents dans le voisinage du quartz. L'auteur donne de nombreux détails cristallographiques de ces minéraux et attribue leur formation aux influences dynamométamorphiques qui ont transformé le calcaire dolomitique, en le recristallisant et en l'injectant de quartz. Ce gisement est comparable

¹ C. R. Soc. helv. sc. nat. Thesis. 1900. Archives X, p. 401. Eclogae geol. VI, p. 493.

² C. SCHMIDT. Mineralien aus dem Triasdolomit des Baltschiederthals. N. Jahrb. für Min. Geol. u. Pal. 1900. I, p. 16-21.

à ceux du Binnenthal et de Campo-lungo qui se trouvent également dans une dolomite d'âge triasique.

M. HUGI¹ a trouvé dans les dépôts détritiques, à la limite du Flysch et des couches de Wang, sur les pâturages de Jänzimatt et Fontana-alp (Klippes de Giswyl) des concrétions sphéroïdales de baryte. Il rappelle que M. BALZER² a décrit des formations analogues de Riedernalp (Oberland bernois). Elles sont sphériques, ovoïdes, quelquefois glandulaires, ayant 2-15 cm. de diamètre. Extérieurement, il y a quelquefois une couche corticale de 1-2 mm. d'épaisseur, elle est plus tendre ($H=1,5$) que l'intérieur ($H=3-3,5$) qui a un poids spécifique de 3,8-3,9.

Quelquefois il y a une couche extérieure à structure fibro-rayonnante qui se compose de cristaux prismatiques en majorité et d'autres cristaux à clivage rhomboïdal avec un remplissage sombre. Elle paraît composée de sulfate de baryte et de calcite.

Une couche plus profonde est formée par une masse homogène noire, qui a une structure cristalline enchevêtrée avec un remplissage foncé. Elle se compose aussi de baryte et de calcite; le reste serait de l'argile, indiqué par SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . A l'intérieur des concrétions se trouve un noyau à ramifications rayonnantes en forme d'étoile; c'est évidemment une sécrétion ayant rempli des fissures de contraction. La composition est aussi formée de calcite et de baryte. Rien ne permet d'élucider pour le moment dans quelles conditions ces concrétions se sont formées.

M. J. ERB³ a constaté la présence de la fuchsite dans un marbre intercalé aux schistes des Grisons entre Buccarishuna et Luscharia (Grisons). Ce mineraï forme des traînées vert foncé dans le marbre. La fuchsite forme des écailles ayant au plus 1 mm. sans délimitation cristallographique. Les paillettes sont souvent courbées et cassées par la pression que la roche a subie.

La couleur est franchement vert emeraude. a = bleu-vertâtre, b = vert-jaunâtre, c = vert-bleuâtre. LE = 60-63°. L'analyse qualificative a permis de constater la présence de

¹ E. HUGI. Klippenregion von Giswyl, *loc. cit.*, p. 31.

² A. BALZER. Notiz über ein Mineralvorkommen im Berneroberland. *Mitteil. Naturf. Ges. Bern.* 1897.

³ J. ERB. Ein vorhommen von Fuchsit (Chromglimmer) in den Schweizer Alpen. *Vierteljahrsschr. naturf. Gesellsch. Zurich.* 1898, t. 43, 270-378.

chrome. C'est la première fois que la fuchsite a été constatée *in loco* dans une roche des Alpes suisses.

Météorites. — M. EDM. v. FELLENBERG² a relaté l'histoire et la découverte d'une météorite près de Rafrütti, 1027 m., dans le ravin occidental du Mumpbach sur Langnau (canton de Berne). La découverte date de 1886, où dans un terrain en défriche on mit au jour, à une profondeur de 30 cm., un fragment d'une grande masse de fer de forme sphéroïdale, pesant 18 kg. 200. Le terrain appartient à une nappe glissante et le gisement ne correspond donc probablement pas à l'endroit où la météorite s'est enfoncée dans le sol. Cet objet fut considéré pendant longtemps comme un fragment d'un *projectile d'artillerie*, datant de la guerre du Sonderbund.

L'extérieur est brunâtre couvert de petites excavations ; l'intérieur offre une couleur gris-blanc métallique. C'est bien une météorite, ainsi que le prouve déjà sa composition, dans laquelle une analyse qualitative a fait reconnaître, outre le fer qui en forme la majeure partie, une assez forte proportion de nikel, puis du cobalt, du phosphore et un peu de soufre.

La date de la chute doit remonter au mois d'octobre 1856, au dire de divers habitants de la région qui affirment en outre avoir eu connaissance d'une explosion qui se serait produite dans l'atmosphère dans la direction du Napf. L'auteur nous promet une étude plus complète sur cette intéressante trouvaille.

GITES MÉTALLIFÈRES

M. HEIM³ a démontré que le *mineraï de fer du Gonzen* sur Sargans ne gît nullement dans le Dogger (Blegi-oolith) comme on l'a cru jusqu'ici, mais appartient au Malm moyen (Séquanien) (voir 4^e partie de cette *Revue*).

C'est de l'hématite compacte mêlée d'une proportion variable de Magnétite et de parties manganésifères. La teneur en fer est de 50-60 % et n'offre pas de trace de structure oolithique. Il est donc très différent des autres minéraux de fer des Alpes glaronnaises.

Il contient en outre comme formation accessoire : Baryte,

² Der Meteorit von Rafrütti. Vorläufige Mitteilung. *Centralblatt für Min. Geol. u. Pal.* 1900, u. Separatabdruck aus dem *Bund*, № 220. 10 août 1900.

³ A. HEIM. Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter u. seine Lagerung. *Vierteljahrssch. Naturf. Gesellsch. Zurich.* XLV. 1900, p. 183-198. 1 pl.

fer, oligiste, fluorite, chlorite, minerais et manganèse, soit hausmanite, rhodochrosite et wiserite (rhodochroïte).

Localement il y a 90 % de magnétite compacte; ailleurs c'est l'hématite compacte qui prédomine, souvent aussi le calcaire est fortement mélangé au mineraï de fer. L'épaisseur de la couche peut atteindre 1 $\frac{1}{2}$ m.

Au point de vue tectonique, le Gonzen forme un pli renversé vers l'ouest. Le fer a été constaté soit dans le flanc supérieur normal, soit dans le flanc moyen renversé, entre les altitudes de 1250 et 1450 m. Le sommet du Gonzen coïncide avec le faîte de l'anticlinal. Localement il y a chevauchement du flanc normal sur le flanc renversé, le long de la ligne de faîte de l'anticlinal.

La surface du gîte métallifère peut être estimée à 400 000-500 000 m², soit environ 1 500 000 tonnes de mineraï.

MM. TARNUZZER, NUSSBERGER et LORENZ¹ ont été chargés par le gouvernement des Grisons de rédiger une notice sur les **gisements métallifères du canton des Grisons**.

Cet opuscule est précédé d'une introduction historique de M. Lorenz. Les gisements métallifères grisons ont fait l'objet de nombreuses tentatives d'exploitation et leur étude au point de vue technique et géologique est fort avancée, ainsi que le prouve une liste bibliographique de 22 publications.

Le présent rapport constate que ces gisements se trouvent pour la plupart dans le *Trias moyen et supérieur*, ainsi que dans les *schistes grisons* (schistes lustrés) qui sont en grande partie liasiques. Il s'agit surtout de minerais de fer, de plomb et de manganèse, puis de zinc et d'argent. Le cuivre n'est que peu représenté. Une seule mine offre de l'or. La perspective de la reprise de leur exploitation se base surtout sur la construction de lignes de chemins de fer et la création de forces motrices hydrauliques.

Voici la liste des principaux gisements décrits :

1. La mine d'or, dite Goldene-Sonne au *Calanda* est située à 1312 m. et présente l'or natif dans des filons de quartz et de calcite traversant le Jurassique moyen. L'or se rencontre là parfois en petits octaèdres, mais le plus souvent en paillettes ou enduits. La proportion de l'or dans le mineraï extrait est de 16,6 gr. par tonne. Il faut remarquer encore que la pyrite qui accompagne le filon ne contient point d'or,

¹ Notice sur quelques gisements métallifères du canton des Grisons. Coire. Imprimerie Fiebig, 1900. p. 47. 3 pl.

alors que dans d'autres gisements c'est précisément la pyrite qui est aurifère.

2. *Val Sourda*, entre Bonaduz et Versam (Rhin sup.). C'est un gisement de fer dans le Jurassique moyen, situé à 900 m. d'altitude. Le schiste brun-rouge est fortement imprégné d'hématite.

Le *Val Puntaiglas*, sur Truns, a encore fourni du minerai de fer magnétique.

3. Sur l'*Alpe Schmoras*, 2726 m., dans le val Nandro (Oberhalbstein), c'est dans les schistes des Grisons et dans les calcaires triasiques que se trouve du minerai de fer hématite et du fer oligiste spéculaire.

4. *Alpe Tisch*, 1860 m. (vallée de l'Albula), filons de fer oligiste spéculaire dans du calcaire triasique. Ces mêmes calcaires renferment aussi du fahlerz et de la chalcopyrite. Sur l'autre versant de la montagne, au Val Platzbi, on a exploité jadis de la sidérose dans des conglomérats quartzeux du Verrucano.

5. Gisements de galène argentifère et de calamine au *Piz Madelein* et du *Val Scarl* (Engadine). Les anciens travaux s'étendent sur une grande partie de la montagne dans le Muschelkalk alpin (Virglorien) et dans la cornieule supérieure du Hauptdolomit, depuis 1900 m. jusqu'à 2100 m. au vallon sauvage appelé Val del Poch.

La gangue de ces minéraux associés de limonite est de la barytine ; les filons sont nombreux et assez réguliers et ont donné lieu jadis à une exploitation des plus actives, ainsi le prouve l'extension des travaux souterrains et les vastes ruines des bâtiments métallurgiques. Le but était surtout l'extraction de l'argent.

6. Minéraux manganésifère du *Val d'Err* (Oberhalbstein). C'est de la pyrolusite et du psilomélane qui se retrouvent soit au Val d'Err, soit à l'Alpe digl Platz. Le gisement de l'Alpe d'Err est à 2617 m. ; il se trouve dans les schistes avec rognons de silex.

7. Gisements de psilomélane de Falotta au-dessus de *Roffna*, dans des schistes verts et rouge-cerise avec rognons de silex (schistes à jaspes), altitude 2160 m. Ces gisements sont probablement en connexion avec les précédents.

8. Galène et blende du *Silberberg* sur le versant gauche de la vallée de la *Landwasser de Davos*. Ces gisements sont

dans le Muschelkalk alpin et dans les calcaires inférieures du Trias, à l'altitude de 1680 m.

9. Galène argentifère et Fahlerz de l'*Alpe Taspin* sur Zillis (Schams). C'est dans la roche bréchiforme, dite Taspinite, considérée par les uns comme une brèche sédimentaire, par d'autres comme un Gneis ou un granite laminé. Altitude des gisements 2160 m. Les minerais sont accompagnés d'une gangue de barytine, peu de chalcopyrite et malachite.

La troisième partie de cette publication donne une série d'analyses dont voici les principaux résultats.

Minerais de fer: Val Sourda, teneur en fer métallique 18,45 %. — Alpe Schmorras, 24,17 %. — Alpe Tisch, 59,61 %. — Val Platzbi, 67,19 %. — Canicul (Val Ferrera), 44,45 % en moyenne.

Minerais de plomb et de zinc: Silberberg, Plomb 70-80 % ; zinc, 4-9 % ; argent, traces. — Alpe Taspin, plomb 33-38 % ; argent 0,21 % en moyenne.

Minerais de manganèse: Psilomélane de l'Alpe Digl Platz : Manganèse 55,55 % ; fer 1,20 %.

Fahlerz de l'Alpe d'Ursera: Cuivre 1-3,30 % ; argent 0,35-0,935 %.

M. HEIM¹ a étudié plusieurs gisements de **minerais des Grisons** (vallée d'Oberhalbstein et d'Avers).

1. *Siderose*, formant des lentilles ou nids dans un schiste porphyroïde. L'éparpillement des gisements en rend l'exploitation difficile.

2. L'*hématite* forme un schiste lustré ferrifère dans les calcaires triasiques marmorisés. Tous les gisements sont malheureusement peu riches.

3. *Minerai de manganèse* en lentilles aplatis, nids et coincements au milieu des schistes grisons. Un des plus riches est celui de Roffna (Oberhalbstein) ; malheureusement il ne saurait fournir un volume constant capable d'alimenter une industrie suivie.

Les **mines d'or d'Antrona** (Val d'Ossola), ont fait l'objet d'un rapport de M. SCHMIDT², constatant que ces exploita-

¹ *C. R. Soc. helv. sc. nat. Thusis. 1900. Archives X. p. 160-161. Eclogæ VI, 491-493.*

² C. SCHMIDT. Geologisches Gutachten über die Golderzgänge von Antrona. *Basel* 1899.

tions ont pour objet près de 15 filons de pyrite aurifère (20 grammes d'or par tonne) intercalés dans du Gneiss du type Gneiss du Tessin, avec un plongement W-SW de 40-60° et une direction S-SE—N-NW.

Le Gneiss est recouvert de schistes amphiboliques formant probablement un synclinal dirigé sensiblement N—S. Une couche de marbre s'intercale localement entre les amphibolites et le Gneiss.

Pétrographie.

Tufs volcaniques. — Les matériaux éjectifs détritiques des **volcans éteints du Höhgau** ont été étudiés par M. J. ERB¹. Les matériaux effusifs des volcans forment le plus souvent l'objet des études de prédilection des pétrographes, tandis que les tufs ont été passablement négligés. C'est pour combler cette lacune pour ce qui concerne la région volcanique du Höhgau que l'auteur a consacré plusieurs années de travail à l'étude des dépôts détritiques d'origine volcaniques qui accompagnent ces éruptions tertiaires, tant basaltiques que phono-lithiques.

En raison de la décomposition souvent très profonde et complète de ces roches si poreuses, l'étude des tufs volcaniques présente bien des difficultés.

La première partie est relative aux *tufs dépendant des effusions basaltiques*, au nombre de quatre : Hohenhöwen, Hohenstoffeln, Osterbühl et Höwenegg.

Ce sont tantôt des agglomérats de nodules basaltiques, de lapillis, avec des débris scoriacés, tantôt des agglomérats de cendres volcaniques. Outre les matériaux éjectifs volcaniques, il y a ça et là des blocs arrachés aux terrains traversés (granite, Jurassique, Tertiaire).

La stratification est parfois très nette, indiquant des éruptions successives. D'autres fois le tuf est entrecoupé de filons basaltiques.

L'âge de l'éruption est indiqué par les fragments de poudingue miocène à matériaux jurassiens et par l'existence au Höwenegg dans une couche de tuf à débris calcaires de mollusques terrestres du Tertiaire supérieur (*Clausilia antiqua*, *Hyalina crystallina*).

Les dépôts de tuf reposent souvent sur le poudingue mio-

¹ J. ERB. Die Vulkanischen Auswurfsmassen des Högaus. *Vierteljahrsschr. Naturf. Gesellsch. Zürich.* XLV, 1900. 59. p. 1 pl.

cène qui a également fourni la plupart des inclusions étrangères.

L'étude pétrographique a permis de reconnaître dans ces tufs les minéraux suivants : Magnétite souvent en beaux octaèdres, bien visibles, en deux générations, à l'intérieur des lapillis vitreux. Spinelles, indéterminables spécifiquement à l'intérieur des cristaux d'olivine, avec de la pérowskite. La présence de l'apatite est incertaine, puis la biotite, l'amphibole et l'olivine ; ce dernier minéral est souvent pseudo-morphosé en serpentine. Il y a de l'augite en cristaux isolés de 2-3 cm., mais le plus souvent en très petits cristaux, dans les lapillis vitreux. La mélilité est toujours décomposée par pseudomorphose et contient souvent des microlites d'augite. La néphéline, contient comme la mélilité souvent de l'augite et de la magnétite.

L'étude pétrographique porte autant sur les tufs que sur les lapillis et les bombes volcaniques des divers gisements. La composition chimique et minéralogique de ces dernières se rapproche beaucoup de celle du basalte lui-même. Dans les débris à structure poreuse et scoriacée la décomposition est beaucoup plus avancée. A l'exception de l'augite, de la magnétite et de la pérowskite, tous les minéraux sont pseudo-morphosés.

Il n'est pas possible de fixer l'âge relatif des minéraux les plus anciens qui sont la magnétite, la pérowskite et les spinelles. La biotite leur est postérieure ; ensuite vient l'olivine, suivie de la mélilité, de l'augite et de la néphéline. La cristallisation de la mélilité n'était pas encore achevée au moment de la déflagration et n'avait peut-être pas encore commencé. Quant à l'augite, elle doit avoir en partie préexisté dans le magma (les grands cristaux trouvés isolés) ; les petits cristaux ne se sont formés qu'après l'éjection. Il y a passage insensible entre les minéraux d'origine intratellurique et ceux datant de la phase éjective, parce que probablement la cristallisation a continué pendant l'ascension dans la cheminée pour s'achever pendant l'éruption, tandis que certains cristaux de formation intratellurique ont subi une active résorption magmatique, tels l'olivine, la mélilité, l'amphibole et la biotite qui ont même en partie entièrement disparu. La structure vitreuse ne se trouve que chez les petits lapillis, les bombes sont ordinairement holocrystallines.

La décomposition et la cimentation des matériaux de déflagration sont deux actes qui s'enchaînent. La mélilité, la néphéline et l'olivine se détruisent les premières. L'augite résiste

le plus longtemps avec la magnétite, les spinelles et la matière vitreuse. La décomposition amène la formation de carbonates, de limonite et d'opale. La calcite prédomine dans le ciment.

La seconde partie de l'étude de M. Erb traite des *tufs des effusions phonolitiques*. Leur extension horizontale est plus grande que celle des tufs basaltiques ; ils forment une véritable nappe autour des points d'éruption. Leur consistance est aussi plus grande, si bien qu'on peut en utiliser certaines variétés comme pierre de construction.

Leur disposition montre une stratification grossière, irrégulière indiquée par les variations dans le grain. Leur couleur se meut dans les teintes du gris. Des inclusions étrangères sont fréquentes. L'étude porte essentiellement sur les gisements du Hohentwiel, du Heilsberg, du Rosenegg, etc.

Les lapillis et les bombes ont permis d'y reconnaître les minéraux suivants : magnétite, pérowskite, pyrite, apatite, néphéline, mélilite, olivine, amphibole brune, augite, biotite brune ; plus rarement de la noséane, du quartz et du feldspath (orthose et plagioclase) ; ces derniers sont évidemment étrangers.

La structure est toujours holocristalline, les restes de matière vitreux, s'il y en a, sont toujours décomposés. Le même fait se reproduit chez les *bombes à augite et amphibole*, dont l'analogie de composition avec les bombes basaltiques est frappante.

On trouve aussi dans les tufs des fragments de phonolite identique à celle des coulées et qui ne sont conséquemment pas des bombes proprement dites.

Le ciment renferme toujours en prédominance de la calcite et quelquefois de l'opale.

La composition avec les basaltes conduit à établir le tableau suivant des composants (p. 31) :

La composition des bombes se rapproche davantage de celle du basalte à mélilite que de celle de la phonolite qui en est pourtant le berceau ; ce n'est que la présence d'augite et de biotite en grands cristaux qui constitue une différence. Les matériaux de déflagration pourraient donc être attribués à des éruptions différentes de celles des laves phonolitiques, en admettant une marche ascensionnelle plus rapide ayant précédé celle des phonolites. On pourrait de ce chef considérer les phonolites et les basaltes à mélilite comme résultant par différenciation d'un seul et même magna.

| Phonolites du Höhgau. | Petite bombes des Tufs phonolitiques. | Basalte à mélilite du Höhgau. |
|------------------------------|---|--|
| Magnétite | Magnétite | Magnétite |
| — | Perowskite (Spinell?) | Perowskite et Spinell |
| Mélanite | — | — |
| Noséane et Hanyn | ? | — |
| Leucite | — | — |
| Zircone | — | — |
| — | Mélilite | Mélilite |
| Apatite | Apatite | Apatite |
| Néphéline | Néphéline (rare) | Néphéline |
| — | Olivine (rare) | Olivine |
| Diopside | — | — |
| Augite-Aegirine | Augite-Aegirine | — |
| Aegirine | — | — |
| — | Augite basaltique | Augite basaltique |
| Amphibole (rare) | Amphibole | Amphibole (rare) |
| Biotite | Biotite | Biotite |
| Titanite | Titanite (seulement dans les nodules augitiques). | — |

Un grand intérêt réside dans la détermination des innombrables débris de roches cristallines énallogènes, en raison des indications qui en découlent sur la composition de l'épaisseur de l'écorce terrestre traversées par les cheminées éruptives.

Il a été constaté : Un fragment de syénite éléolitique, des granites à deux micas, granite à biotite et amphibole, aplites, syénites micacées, diorites, kersantites, gneiss à biotite et micaschistes, amphibolite grenue.

Toutes ces roches appartiennent au groupe de roches granito-dioritiques analogues à celles qui forment le massif de la Forêt-Noire. Elles présentent souvent les traces de l'effet de la compression qui caractérisent également les roches de ce massif. Elles offrent des traces de métamorphisme de contact analogues à ce qui se voit sur des roches en place au contact avec d'autres roches éruptives basiques.

Roches métamorphiques. — M. SAUER¹ a entrepris des études sur les Gneiss et leurs origines en vue d'élucider la question du Gneiss d'Innertkirchen. L'auteur fait précéder une série de considérations sur la présence de la structure cristalline chez des roches d'origine clastique d'âge archéique, de même aussi de la structure schisteuse chez des roches d'origine ignée. Il est possible de distinguer les gneiss en gneiss sédimentaires et en gneiss éruptifs, en éliminant natu-

rellement les roches sédimentaires auxquelles le métamorphisme de contact a pu imprimer une structure cristalline tout à fait semblable. Mais d'autre part, on ne peut pas mettre en doute que des sédiments qui se trouvent à une grande profondeur, soumis à la chaleur souterraine, en présence d'eau surchauffée, et sous une surcharge considérable doivent subir une recristallisation, une métamorphose statique, tout à fait semblable à celle du métamorphisme de contact. La structure cornéenne (*Hornfelsstruktur*) doit donc se rencontrer aussi là d'une manière plus ou moins analogue, bien que l'action fût moins violente, moins intense et plutôt calme, mais d'autant plus prolongée. La structure cornéenne des roches de contact est plutôt massive allant jusqu'à la vitrification, tandis que celle des roches de la seconde catégorie est plus grenue, schisteuse-onduleuse ou schisteuse-écailleuse. La présence d'alternances de quartzites, de calcaires, de matières charbonneuses est, chez les deux, aussi très significative.

Les *gneiss éruptifs* n'offrent précisément pas cette structure cornéenne, ni les intercalations citées ; leur structure est plutôt hypidiomorphe grenue et ils ont une composition plus uniforme passant souvent à des variété tout à fait granitoïdes. Mais il faut distinguer ici trois influences tout à fait indépendantes qui peuvent avoir produit la structure parallèle. Beaucoup de roches éruptives à structure gneisoïde ont eu une structure parallèle primaire (structure fluidale) ; d'autres l'ont acquise par une compression à l'état de consolidation incomplète (protoclase) produisant aussi une sorte de structure fluidale, d'autres enfin ont subi un écrasement après solidification complète (cataclase).

Avec ces données et les moyens de les reconnaître la classification des *gneiss alpins* se fera bien plus sûrement que jusqu'ici.

Le *gneiss d'Innertkirchen* est une roche éruptive et nullement un sédiment ; cela ressort en particulier de la structure souvent granitoïde, même porphyroïde et de la présence d'*inclusions étrangères*. Même la cataclase très intense, accompagnant la structure schisteuse des *gneiss d'Innertkirchen*, n'a pas détruit ce caractère. Les inclusions sont soit du quartz, des fragments anguleux de schistes à biotite ou à grenats, de marbre et cornéennes à silicates de chaux (gre-

¹ Prof. Dr A. SAUER. Geologische Beobachtungen im Aarmassiv. *Sitzungsber. k. preuss. Akad. d. Wissensch. Berlin*. XXXIV. 5. Juli 1900. 43 p.

nats, augite, amphibole, scapolite, calcite, titanite, avec quartz et plagioclase). Au col de Susten il y a même une roche à wollastonite avec idocrase, pyroxène brunâtre et grenat. Si la roche encaissante est peu modifiée par la compression, l'entraînement des fragments étrangers dans le magma éruptif est hors de doute, comme par exemple près de Aussere Urweid. Dans le granite d'Innertkirchen, où la roche ambiante a subi une forte compression, de même aussi les inclusions, M. Baltzer voit dans ces inclusions le résultat d'un entraînement mécanique par dislocation, tandis que M. Sauer les considère comme des fragments englobés par le magma encore fluide et ensuite soumis à la compression.

M. L. DUPARC¹ a étudié plusieurs types de **schistes cristallins des Alpes**, en particulier les schistes de Casanna, dont plusieurs variétés sont caractérisées par la présence de chloritoïde en grands cristaux maclés.

Schistosité et déformation des roches. — M. HEIM² a étudié des phénomènes particuliers de **schistosité secondaire du gneiss** qui se fend en grandes plaques obliquement ou transversalement à la structure parallèle ordinaire. Ces plans de séparation correspondent à des zones d'écrasement et de lamination coupant les multiples replis du gneiss, toujours sur le même parcours par un écrasement manifeste du flanc moyen, d'où résultent des plans parallèles de moindre cohésion et la division du gneiss en plaques. Il en découle en outre que ces plans de séparation coïncident naturellement toujours avec les points où le plissement du gneiss subit un changement de courbure, où un contour convexe passe à un contour concave. Lorsque la pression est dirigée symétriquement par rapport aux ondulations du gneiss, alors il peut se former des plans de glissement sur chaque point, où un changement de courbure a lieu, sinon cela ne se produit qu'alternativement. Les replis se développent alors d'après le sens de la poussée en forme de plis déjetés ou couchés, avec flanc moyen laminé, amenant en petit à de véritables chevauchements.

Ces mêmes phénomènes se retrouvent aussi chez le **calcaire dolomitique** (Rötidolomit) et les schistes bariolés (Quartenschiefer) du Trias.

¹ *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève.* Séance du 15 mars 1900. *Archives*, IX, p. 486.

² A. HEIM. Gneissfältelungen in alpinem Centralmassiv. Ein Beitrag zur Kenntniß der Stauungsmetamorphose. *Vierteljahrssch Naturf. Ges. Zurich.* XLV. 1900, p. 205-220, 2 pl.

On constate en outre que l'intensité de la déformation mécanique de la structure n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de la transposition moléculaire. Des roches fortement déformées ne sont souvent que peu recristallisées. Cette transformation de la structure et des minéraux est indépendante de la roche, mais elle est liée à l'endroit où le phénomène se produit. Point très important à relever: la métamorphose par compression et lamination est une action indépendante de la métamorphose par recristallisation.

La simple déformation structurelle se produit, d'après d'innombrables exemples, surtout dans les régions où la masse rocheuse a subi un travail intérieur — écrasement, lamination, etc. La recristallisation est plus fréquente là où les roches ont supporté pendant longtemps une pression statique sans déformation, par exemple, à l'intérieur de noyaux syncliniaux. Alors le travail métamorphosant s'est traduit par une recristallisation. La roche prend une structure plus massive, alors que dans l'autre cas elle devient plutôt schisteuse !

Dans le cas de recristallisation par pression statique, il se produit des minéraux denses, saussurite, zoïsite, grenat, rutile, sillimanite, disthène, staurolite, etc.; dans l'autre ce sont des minéraux qui par leur forme facilitent le mouvement, tels que séricite, chlorite, talc, etc.

La pression statique peut agir aussi par suite de la simple surcharge croissante, donc la métamorphose par recristallisation ne doit pas se rencontrer exclusivement dans des contrées très disloquées.

L'influence des eaux souterraines, de l'eau de carrière, est évidente, puisque nombre des minéraux régénérés sont hydratés. Cependant M. Heim ne croit pas à la nécessité absolue de l'eau dans ces phénomènes; c'est cependant un agent facilitant les transformations moléculaires. La pression énorme qui existe dans les grandes profondeurs et qui doit produire la plasticité latente, peut aussi amener une recristallisation sans l'intervention de l'eau.

Un supplément à cette étude, dû à M. ALLENSPACH¹, décrit plusieurs tranches minces de dolomite et de schistes triasiques, dont il indique la composition minéralogique. Le schiste argileux micacé se compose surtout de mica incolore à verdâtre (muscovite); il y a en outre du quartz, comme sécrétion, formant des remplissages, du rutile et des oxydes de fer (héma-

¹ G. ALLENSPACH. Dünnschliffe von gefältelten Röthidolomit-Quartenschiefer am Piz Urlaun, *ibid.* p. 227-237.

tite, limonite) et de la pyrite. La roche présente d'innombrables petits replis. Le quartz présente souvent une extinction onduleuse, donc il s'est formé pendant la compression et en a subi l'influence.

Le calcaire dolomitique a une structure microscopique panidiomorphe grenue qui donne évidemment aux éléments de la roche une certaine mobilité. Dans les parties fortement laminées se montre une structure parallèle ; les grains cristallins s'allongent et s'aplatissent sans se briser — ils n'ont fait que changer de forme. Il y a en outre de l'hématite qui s'accumule surtout dans les parties laminées. Au contact des sécrétions de quartz il y a des cristaux de dolomite.

L'auteur a prêté une attention spéciale aux sécrétions de quartz qui remplissent les espaces entre les feuillets schisteux, surtout aux parties recourbées, tandis qu'il n'y a pas de quartz dans les zones de lamination. Ce quartz est composé d'éléments cristallins, dont l'allongement dans le sens de l'axe *c* est ordinairement dirigé dans le sens de la moindre pression. Ces cristaux sont aussi recourbés et cela d'une manière asymétrique des deux côtés d'un même repli. L'extinction onduleuse est fréquente. En conclusion l'auteur constate que le refoulement horizontal n'a été éteint que très lentement par les divers phénomènes, tant mécaniques que chimiques, influencés par la composition de la matière en jeu. Des fissures béantes ne pouvaient pas se former, elles furent comblées au fur et à mesure par des sécrétions.

L'origine des **schistes ardoisiers** a été définie par M. ALB. HEIM¹. Les argiles qui sont le point de départ des schistes, contiennent ordinairement SiO_2 45-75 %, Al_2O_3 12-25 % plus une proportion variable d'autres substances. Les argiles primitives se composent de débris de minéraux ; ce sont des roches détritiques dont les éléments n'adhèrent que par suite de leur petitesse. Le degré de transformation en roches schisteuses permet d'établir la série suivante : argiles, argiles schisteuses, schistes argileux micacés (phyllades), schistes micacés. La transformation se fait par rapprochement croissant des particules et par recristallisation, en suite de quoi le poids spécifique s'élève jusqu'à 2,95 ; en même temps la dureté devient aussi plus grande.

L'auteur met en évidence les circonstances qui peuvent donner aux roches une structure feuilletée.

¹ A. HEIM. Die Entstehung u. die Struktur der Tonschiefer. *Mitteil. Materialprüf. Anstalt. Zurich*, I. 3^e édition, 1899.

Ce sont :

I. *La stratification plaquetée* (fausse schistosité).

II. *Vraie schistosité*, a) *Schistosité primitive* par sédimentation de limons argileux riches en éléments écaillieux. b) *Schistosité par surcharge*, produite pendant la consolidation par l'épaisseur croissante des sédiments superposés. Elle est nécessairement parallèle à la stratification. c) *Schistosité par compression et par écrasement* (clivage). La direction est indépendante de la stratification ; elle peut traverser sans déviation des couches repliées (schistosité transversale). L'étirement linéaire produit une seconde fissilité (*longrain*) qui conduit parfois à la formation de prismes quadrangulaires. Il est évident qu'une roche avec *longrain* prononcé ne fournira pas de bons schistes ardoisiers. Deux pressions successives dans deux directions différentes auront le même résultat.

III. *Schistosités combinées*. Les diverses causes de la schistosité peuvent naturellement agir isolément ou se combiner. Dans ce dernier cas leur action peut *se superposer parallèlement*, alors on ne peut guère distinguer ce qui en revient à chacune dans la production de la schistosité. Ce seront les meilleurs schistes ardoisiers. Ou bien les deux schistosités sont *orientées différemment* ; dans ce cas, le produit n'est qu'une mauvaise ardoise, excepté le cas peut-être que la seconde action, bien plus intense que la première, a complètement effacé l'effet de celle-ci.

L'auteur cite des exemples à l'appui de chacune de ces catégories.

Mentionnons une étude de M. ROTHEPLETZ¹ qui décrit un phénomène très fréquent dans les roches de nos Alpes, la présence de veinules zigzagées traversant les calcaires et dont le parcours est marqué par une pellicule argileuse ou ferrugineuse. Il les nomme **sutures de compression** (*Drucksuturen*) et les attribue à la compression ayant produit sur un certain plan traversant une roche une dissolution de matière sous l'influence de l'eau de carrière. Le carbonate a été enlevé et s'est sécrété sur un point à pression moindre, tandis que la matière argileuse est restée sur place. La démonstration de ce phénomène est admirablement fournie lorsque les

¹ A. ROTHEPLETZ. Ueber eigenthümliche Deformation jurassischer Ammoniten durch Drucksuturen und deren Beziehungen zu den Styroliten. *Sitzungsber. Math. phys. Cl. Bayr. Akad. d. Wiss.* XXX. 1900. p. 3-32.

sutures de compression traversent un fossile ; alors on constate que la forme de celui-ci semble modifiée, non pas par étirement, comme cela est si fréquent dans des couches laminées, mais par *disparition* d'une partie du fossile dont la matière a été dissoute de part et d'autre de la suture. Les sutures de compression n'ont rien de commun avec les stylo-lites qui sont un phénomène purement mécanique, ayant atteint les roches avant leur consolidation complète, même dans les régions les moins disloquées. *Les sutures de compressions sont propres aux roches calcaires fortement bouleversées, donc comprimées.*

Composition du sol arable. — M. CHUARD¹ a fait une étude sur la composition du **sol des pâturages du Jura**. Il constate en particulier que ces terres arables se distinguent par l'absence souvent totale du carbonate de chaux dans la couche superficielle et la très forte proportion de matières organiques, en majeure partie non encore humifiées. Voici l'analyse d'un terreau du coteau de Bullet (flanc du Chasseron) :

| | |
|---------------------------------------|-------|
| Calcaire au calcimètre | zéro. |
| Matières organiques totales | 10.70 |
| » » solubles | 3.84 |
| Azote total | 0.840 |
| Chaux combinée | 2.490 |
| Magnésie. | 1.110 |
| Potasse | 0.063 |
| Acide phosphorique | 0.210 |

La proportion assez forte de chaux combinée montre que ces terres renferment l'humus à l'état normal, combiné à la chaux et non acide. De telles terres pourraient s'améliorer notablement en y ajoutant de la marne.

¹ *Bull. Soc. vaud. sc. nat.* XXXVI, 1900. *Proc. verb.* p. XXXIV.

3^e PARTIE. — GÉOLOGIE DYNAMIQUE.

par CH. SARASIN.

Actions et agents externes.

SÉDIMENTATION.

M. le professeur HEIM¹ a fait de 1897 à 1899 des expériences sur le dépôt de la vase dans le lac des Quatre-Cantons.

Il a déposé le 12 avril 1897 deux caisses métalliques sur le fond vaseux du lac, l'une un peu en amont du Grütli, à 200 mètres de profondeur, loin de toute embouchure de torrent, l'autre entre le delta de la Muotta et la moraine sous-lacustre qui se trouve en aval.

Ayant retiré ces caisses le 7 avril 1898, M. Heim constata dans la première un dépôt de 15 mm. d'épaisseur, qui se réduisit par dessication à 3,8 mm. Il s'est donc déposé en un an une quantité de vase correspondant à 1.91 gr. de vase humide, soit 0,95 gr. de vase sèche par centimètre carré. D'après ces chiffres et d'après la surface de la plaine du lac d'Uri, l'on peut admettre que la quantité de vase déposée pendant le même temps dans l'ensemble de ce bassin représente au moins 154 650 m³ de vase humide correspondant à environ 40 000 m³ de vase sèche.

La quantité de vase déposée pendant la même durée vers l'embouchure de la Muotta est beaucoup plus grande, mais elle est certainement anormale et a été considérablement exagérée par les travaux qui étaient effectués pendant l'été 1897 sur le cours de la Muotta, comme il est facile de s'en convaincre en comparant les premiers chiffres obtenus avec ceux de la période d'observation suivante. M. Heim a constaté ici entre le mois d'avril 1897 et le mois correspondant de 1898 le dépôt d'une couche de 8 cm. de vase compacte et nettement rubannée par la superposition de 6 à 8 zones de teintes un peu différentes ; cette couche s'est réduite par dissipation à une épaisseur de 28,6 mm. Il s'est donc déposé

¹ A. HEIM. Der Schlammabsatz am Grunde des Vierwaldstättersees. — Vierteljahrsschrift d. naturf. Ges. Zürich. Mai 1900, p. 165. — Voir aussi Bericht der Fluss-Commission über das Jahr 1899-1900, Verh. der Schweiz. naturf. Ges., 1901, p. 171.

dans le bassin de la Muotta 12,66 gr. de vase humide, soit 7,14 gr. de vase sèche par cm.².

Une seconde période d'observation s'étend du 7 avril 1898 au 12 septembre 1899 ; malheureusement la caisse placée en amont du Grütli ne put être retirée par suite de la rupture du cable. Quant à la deuxième caisse, après cette période d'observation beaucoup plus longue que la première, elle renfermait une couche de vase de 15 mm. environ d'épaisseur seulement et ce dépôt une fois desséché ne représente que 0,71 gr. par cm.².

M. FRÜH, qui a étudié ces vases au microscope, a constaté une très grande analogie entre celles du bassin de la Muotta et celle des environs du Grütli ; toutes deux sont formées en grande partie par des particules de 0,001 à 0,0075 mm. de diamètre ; les éléments de 0,015 mm. et plus sont déjà relativement rares et les plus gros atteignent à peine 0,1 mm. de diamètre. La vase contient des débris de plantes macérées et, en petite quantité, des coquilles vides de diatomées.

D'après M. GRUBENMANN, la composition minéralogique des deux vases est très semblable ; toutes deux sont formées en grande partie d'éléments argileux et calcaires ; le quartz s'y trouve en quantité plus faible et, comme éléments peu abondants, on y voit des prismes de tourmaline, des aiguilles de rutile et de petits grains de hornblende chloritisée et de biotite.

Les analyses quantitatives, faites par M. SCHUDEL, ont donné les résultats suivants :

| Lac d'Uri. | | Bassin de la Muotta. | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Comp. minéralogique. | Comp. chimique. | Comp. minéralogique. | Comp. chimique. |
| CaCO ₃ 28.44 | SiO ₂ 41.20 | CaCO ₃ 33.24 | SiO ₂ 39.16 |
| Pyrrothine 0.39 | Al ₂ O ₃ 11.32 | MgCO ₃ 0.40 | Al ₂ O ₃ 13.51 |
| H ₂ O 2.44 | TiO ₂ 1.28 | Pyrrhotine 0.34 | TiO ₂ 0.94 |
| Caolin 37.54 | Fe ₂ O ₃ 5.68 | H ₂ O 4.46 | Fe ₂ O ₃ 2.61 |
| Mica 6.28 | P ₂ O ₅ 0.31 | Caolin 36.99 | P ₂ O ₅ 0.29 |
| Quartz 23.63 | CaO 16.48 | Mica 5.62 | CaO 18.80 |
| Titanite 1.28 | MgO 1.90 | Quartz 24.30 | MgO 1.88 |
| | C.O ₂ 12.52 | Titanite 0.95 | CO ₂ 14.67 |
| | K ₂ O 2.42 | | K ₂ O 2.19 |
| | Na ₂ O 0.96 | | Na ₂ O 0.64 |
| | Cu 0.14 | | Cu 0.07 |
| | Fe 0.10 | | Fe 0.14 |
| | S 0.15 | | S 0.13 |
| | Perte au feu 5.54 | | Perte au feu 5.00 |
| 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

Cette étude comparative des deux vases est très intéressante par l'analogie très marquée qu'elle révèle entre elles quoique la Reuss et ses principaux affluents prennent leur source dans une région essentiellement cristalline, tandis que la Muotta coule dans une région formée par les calcaires et les marnes du Jurassique, du Crétacique et de l'Eocène.

EROSION ET CORROSION.

Il est intéressant de signaler dans ce chapitre un travail qui ne se rapporte pas spécialement à notre pays, mais présente un grand intérêt au point de vue de la géophysique des Hautes-Alpes en général.

M. RICHTER¹ a étudié en détail les **Kahrs** (kaars ou kars) et en général les phénomènes d'érosion dans les régions élevées.

Les Kahrs sont de vastes niches au fond plat et aux bords abrupts en forme de demi-cercle, s'ouvrant vers l'aval sur un talus à forte déclivité. Le fond en est poli et moutonné, souvent recouvert de moraines, parfois d'alluvions ; il peut présenter une contre-pente et former par suite le bassin d'un petit lac. Bon nombre de Kahrs sont occupés encore de nos jours par des glaciers ou des névés et ceux qui ne le sont plus, l'ont certainement été à une époque plus ancienne.

Comparant les Kahrs au phénomène analogue des **Botner** de Norvège, M. Richter attribue les uns et les autres à l'érosion glaciaire. Ils se trouvent en effet toujours à un niveau voisin de celui de la limite des neiges ; de plus leur section transversale en forme d'U à fond élargi doit être l'œuvre des glaciers, qui usent leurs parois et élargissent leur lit, bien plutôt que des cours d'eau qui travaillent surtout en profondeur. La cause première du phénomène a dû être une dépression étroite qui, une fois occupée par le glacier, a été progressivement élargie par le recul de ses bords sous l'action combinée des variations de température, de la désagrégation atmosphérique et de l'eau de fusion de la neige, tandis que le fond ne subissait qu'une faible érosion par usure.

A côté des Kahrs proprement dits, qui se trouvent toujours dans le voisinage des arêtes, M. Richter décrit les **Kahrs en gradins** (*Kahrtreppen*) qui sont fréquents dans les hautes

¹ Dr E. RICHTER. Geomorphologische Untersuchungen in den Hochalpen *Petermanns Mitth. Erg. Heft. 132*, 1900, 103 p., 6 pl.

vallées à profil inégal et qu'il attribue également à l'érosion glaciaire. Ce sont des paliers élargis en forme de cirque, au fond plat ou présentant même une contre-pente qui peut donner naissance à un lac. Plusieurs paliers semblables peuvent se succéder séparés les uns des autres par des gradins.

L'auteur conclut de ses observations que l'existence de Kahrs dans une région est la preuve certaine d'une glaciation. D'autre part les vallées occupées jadis par des glaciers se distinguent par leurs formes arrondies et par la présence fréquente de Kahrs en gradin. Quant à la section en forme d'U, si fréquente dans les hautes vallées alpines, elle est due sans aucun doute à l'érosion glaciaire et, d'après le niveau de ces vallées, souvent bien inférieur à celui de la grande glaciation, l'on peut admettre que leur profil caractéristique a été établi pendant la phase de recul des glaces.

Certaines régions à l'intérieur des Alpes sont caractérisées par leurs formes massives et peu découpées, qui attestent un arrêt très prolongé de l'érosion fluviale. Aussi est-il logique d'admettre que leur glaciation a commencé de très bonne heure et a persisté pendant les phases interglaciaires.

L'auteur termine en faisant ressortir le niveau relativement très élevé (1600-1800 m.) occupé par la limite des neiges éternelles pendant la période glaciaire dans les Alpes orientales.

M. SALOMON¹ a traité le même sujet des Kahrs et de l'érosion glaciaire. Il admet une érosion appréciable du lit des glaciers et cite comme facteur important de celle-ci la fusion constante de la glace sous les nombreuses pressions qu'elle subit dans ses frottements avec les roches encaissantes, et le regel de cette eau dans les fissures de ces dernières. Ces alternatives de dégel et de regel, bien plus fréquentes ici qu'à l'air libre, doivent produire une désagrégation rapide ; et cet effet sera particulièrement intense dans les parties du lit où la pente est faible et où les frottements sont par conséquent plus énergiques. Les glaciers doivent creuser dans les parties inclinées de leur cours, soit en largeur, soit en profondeur, et donnent naissance ainsi à de larges cuvettes, qui peuvent se succéder en des sortes de chapelets. La formation de ces cuvettes est forcément influencée par la dureté et la fissilité des roches.

¹ W. SALOMON. Können Gletscher im anstehenden Fels Kare, Seebecken und Thäler erodieren?. — *N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1900, tome II, p. 117-138, 2 pl.

L'auteur cite comme exemple le val d'Agio dans le groupe de l'Adamello, qui présente un chapelet de six cuvettes et replats rocheux en partie occupés par des lacs. La roche y présente, partout où elle est à découvert, des traces évidentes d'érosion glaciaire. D'autre part, les Kahrs et les lacs de Kahrs sont fréquents dans les Vosges et la Forêt Noire, dont la glaciation ne fait pas de doute, tandis qu'ils manquent dans toutes les régions qui n'ont pas été couvertes par les glaciers.

M. W.-M. DAVIS¹ traite un sujet analogue à propos des formes caractéristiques de la vallée du Tessin entre Biasca et Giornico. Ce qui frappe dans cette région, c'est le fait que les vallées latérales débouchent toutes dans la vallée principale à plusieurs centaines de pieds au-dessus du seuil de cette dernière. Or ce caractère ne se présente que dans des régions longtemps recouvertes par des glaciers et est certainement en relation avec des phénomènes glaciaires. A ce propos, l'auteur cherche à démontrer l'importance qu'a dû prendre dans certains cas l'érosion par les glaciers contre laquelle on n'a invoqué que des arguments peu convaincants.

Le premier effet de cette érosion spéciale doit être d'user les saillies formées par les flancs de la vallée, d'atténuer ainsi les sinuosités de celle-ci et par suite de l'élargir. Les vallées érodées d'une façon prolongée par de puissants glaciers se distingueront donc des vallées dues seulement à l'érosion fluviale par leur grande largeur, leur cours rectiligne sur de grandes longueurs et leur section transversale en U.

Ces caractères se retrouvent exactement dans la région de Biasca, et les flancs de la vallée conservent pendant plusieurs kilomètres une direction sensiblement parallèle, sans former aucune saillie appréciable.

La base de ces flancs est formée sur une hauteur de 400 à 600 m., par des pentes abruptes et rocheuses auxquelles succèdent au-dessus des inclinaisons notablement moins fortes, sans que, du reste, aucun changement appréciable dans la roche puisse motiver ce changement brusque de pente. Il semble que les parties abruptes de la base correspondent au creusement d'une vallée récente au fond d'une ancienne vallée largement ouverte ; et cette hypothèse est confirmée par le fait que le seuil des vallées latérales correspond comme niveau au sommet de ces pentes abruptes.

¹ W.-M. DAVIS. Glacial erosion in the Valley of the Ticino. — *Appalachia*, 1900, tome IX, p. 136.

Les vallées latérales sont largement ouvertes, puis vers leur extrémité inférieure, leur thalweg est coupé par une gorge étroite qui s'est creusée sans aucun doute pendant et après l'abaissement du seuil de la vallée principale. Du reste, les cours d'eau affluents débouchent encore dans la vallée du Tessin bien au-dessus du niveau de ce dernier et y descendent par une succession de cascades.

Ces faits ne paraissent pas pouvoir s'expliquer, comme Heim l'a fait pour des phénomènes analogues, en admettant un soulèvement d'ensemble de la région qui aurait redonné aux cours d'eau un regain d'activité, naturellement beaucoup plus sensible pour les cours d'eau principaux à fort débit, que pour leurs affluents beaucoup plus faibles. Il est impossible d'admettre en effet que la vallée principale, ait pu subir non seulement l'approfondissement, mais encore et surtout, l'élargissement considérable qu'elle a éprouvés, sans que pendant la longue durée nécessaire à ce travail, les cours d'eau affluents n'aient réussi à se conformer aux nouvelles conditions.

La seule explication possible consiste à faire intervenir l'érosion glaciaire dans le creusement de la partie inférieure aux pentes abruptes de la vallée. Cette érosion s'est continuée, ici comme dans toutes les vallées occupées par de grands glaciers, aussi longtemps en aval que la couche de glace a été suffisamment puissante ; puis elle a cessé plus ou moins brusquement. Cette limite inférieure de l'affouillement par le glacier doit se marquer dans le relief par une contre-pente et par suite par un bassin lacustre plus ou moins étendu et il paraît probable que beaucoup de lacs doivent leur origine à des phénomènes de cette nature.

L'auteur termine par une intéressante comparaison entre l'érosion fluviale et l'érosion glaciaire.

SOURCES.

Lors du captage des **sources de Vals**, on constata que la composition de l'eau varie avec la profondeur et que la proportion des matières dissoutes est plus forte vers la base de la nappe d'eau que vers la surface. C'est pourquoi M. NUSSBERGER¹ ayant fait deux prises d'eau, l'une dans la profondeur, l'autre près du niveau supérieur de l'eau, en fit l'ana-

¹ Dr G. NUSSBERGER. Die chemische Untersuchung der eisenhaltigen Gyps-quellen von Vals im Lugnez. — *Jahresb. der naturf. Ges. Graubündens* B. XLIII, p. 67.

lyse. Il put établir ainsi que seules les quantités de fer et d'acide carbonique varient et augmentent avec la profondeur, tandis que les autres matières en solution se trouvent aux différents niveaux en quantité constante.

Le même auteur¹ a entrepris l'étude de trois sources minérales qui sortent dans le val Sinestra, une vallée latérale qui débouche dans l'Engadine entre Sent et Remus. Ses analyses ont donné, pour 10000 parties d'eau, les résultats suivants :

| | Source Thomas | Source Jean | Source Ulrich |
|---------------------------|------------------|----------------|------------------|
| Chlorure de sodium..... | 3.2233 | 6.2322 | 11.4489 |
| Chlorure de lithium..... | 0.0266 | 0.1311 | 0.2362 |
| Bromure de sodium..... | 0.0174 | 0.0297 | 0.0486 |
| Iodure de sodium..... | 0.0010 | 0.0017 | 0.0032 |
| Borate de soude..... | 0.8658 | 1.0509 | 1.5300 |
| Arsenate de soude..... | 0.0179 | 0.0292 | 0.0766 |
| Phosphate de soude..... | traces | | 0.0020 |
| Silicate de soude | 0.1439 | 0.1196 | 0.2073 |
| Sulfate de soude..... | 1.2349 | 2.0217 | 3.3320 |
| Sulfate de potasse | 0.4044 | 0.7081 | 1.4190 |
| Carbonate de soude..... | 1.4568 | 3.4983 | 6.7538 |
| Carbonate d'ammoniaque .. | 0.0535 | 0.0811 | 0.1066 |
| Carbonate de chaux..... | 8.5257 | 8.8837 | 13.0885 |
| Carbonate de magnésie.... | 1.8101 | 2.2748 | 2.9945 |
| Carbonate de fer | 0.2135 | 0.2214 | 0.2034 |
| Carbonate de manganèse .. | 0.0071 | 0.0044 | 0.0088 |
| Alumine | 0.0033 | 0.0028 | 0.0032 |
| Total..... | 18.0052 | 25.2907 | 41.4626 |

Ces trois sources ont une composition chimique analogue et ne se distinguent que par la quantité totale de matières dissoutes. Elles sont caractérisées par leur forte teneur en acide borique et en acide arsénique et l'on peut les classer comme sources ferrugineuses, alcalino-muriatiques, riches en acide carbonique libre.

M. BOSSHARD² a fait l'analyse de la **sources de Chasellas** près de Campfer sur le versant S du Pitz Nair (Haute Engadine).

¹ Dr G. NUSSBERGER. Die chemische Untersuchung der Mineralquellen von Val Sinestra bei Sent. *Jahresb. der naturf. Ges. Graubündens*, B. XLIII, p. 69.

² Dr E. BOSSHARD. Chemische Analyse der Trinkquelle Chasellas. — *Jahresb. der naturf. Ges. Graubündens*, B. XLIII, p. 105.

L'eau sort avec un débit de 15 litres à la minute et une température de 6°5 centigrade. Elle contient pour 10 000 parties d'eau :

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Sulfate de potasse | 0.017 |
| Chlorure de sodium | 0.033 |
| Nitrate de soude | 0.101 |
| Nitrate d'ammoniaque | 0.011 |
| Sulfate de chaux | 0.309 |
| Chlorure de calcium | 0.115 |
| Carbonate de chaux | 0.725 |
| Carbonate de magnésie | 0.168 |
| Carbonate de fer | 0.029 |
| Chlorure de lithium | traces |
| Alumine | 0.012 |
| Silice | 0.057 |
| Substances organiques | <hr/> 0.031 |
| Total | 1.608 |
| Acide carbonique libre ou demi-lié | 2.172 |

COURS D'EAU.

M. l'ingénieur GREMAUD¹ a fait pendant les années 1898-1899 une série de prises d'eau dans la Sarine pour évaluer la quantité approximative de troubles entraînés par la rivière. Les teneurs en troubles, dosés à l'état de résidus secs, ont varié de 5 % après une forte pluie à 0.23 % après une série de beaux jours.

La chaux, la potasse et l'acide phosphorique ont été dosés dans ces résidus par MM. de Vevey et Evéquoz. La chaux représente approximativement le tiers du résidu total, la potasse y entre pour 0.5 à 1.5 % et l'acide phosphorique pour 0.1 à 0.3 %.

LACS.

M. E. SARASIN² a exposé au Congrès international de physique de Paris l'état actuel de la question des **oscillations pendulaires des lacs**, connues sous le nom de seiches, et a donné les principaux résultats de la série d'études faites sur

¹ GREMAUD. Les eaux troubles de la Sarine. — *Bull. soc. fribourg. des sc. nat.*, tome VIII, p. 38.

² F.-A. FOREL et ED. SARASIN. Les oscillations des lacs. — *C. R. du Congrès international de physique à Paris*, 1900.

les différents lacs suisses par M. Plantamour, M. F.-A. Forel et par lui-même.

Le même auteur¹ a effectué une longue série d'observations sur les seiches du lac des Quatre-Cantons. Ayant établi simultanément un limnographe à Stanstadt et un autre à Küssnacht, il a pu constater à l'aide de ces deux appareils des oscillations transversales très nettes. Celles-ci sont uninodales et ont une durée de 18 minutes. Exceptionnellement il se produit des binodales transversales d'une durée de 9,27 minutes.

GLACIERS.

MM. F.-A. FOREL, M. LUGEON et E. MURET² ont publié le rapport annuel sur les **variations des glaciers suisses** qu'ils font précéder de quelques considérations spéciales. Ils font ressortir tout d'abord le caractère arbitraire des limites fixées sur l'atlas Siegfried aux glaciers des Alpes, celles-ci étant basées sur les dimensions momentanées de chaque glacier au moment des leviers, qui ont été faits du reste à des époques très différentes suivant les régions. Ils proposent de donner dorénavant sur les cartes topographiques à chaque glacier son extension minimum, qu'il conserve après les plus fortes décrues, en marquant par un signe spécial (trait bleu pointillé) les limites qu'il atteint lors de ses plus grandes extensions.

Ils examinent ensuite l'origine de la **Kryokonite** ou limon très fin, qui forme sur la surface des glaciers et des névés des accumulations toujours très peu volumineuses. Ces dépôts sont dûs probablement les uns à des poussières entraînées par les avalanches de fond, les autres à un transport éolien favorisé par la sécheresse des régions élevées.

Les auteurs ont d'autre part relevé la position en 1899 des débris du célèbre **bloc de l'Hôtel des Neuchâtelois** sur le glacier de l'Aar. La position de ce bloc ayant été fixée en 1842 et en 1884, on peut facilement en déduire la vitesse moyenne d'écoulement de la partie du glacier qui le porte. Or une

¹ E. SARASIN. Oscillations du lac des Quatre-Cantons. — *C. R. des séances de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. Archives Genève*, tome X, p. 600. Décembre 1900.

² F.-A. FOREL, M. LUGEON et E. MURET. Les variations périodiques des glaciers des Alpes. 20^e rapport 1899. *Annuaire du S. A. C.* XXXV^e année, p. 203-221, 1900.

comparaison des chiffres recueillis par Agassiz, par M. Forel en 1884, et par MM. Forel et Lugeon en 1899 montre un ralentissement très net du glacier de l'Aar.

L'observation des glaciers des Alpes a porté pour l'année 1899, sur 73 glaciers et a donné les résultats suivants :

Dans les Alpes valaisannes, sur 30 glaciers observés, 22 sont en décrue certaine, 3 en décrue probable, 4 en crue probable et 1 seul en crue certaine.

Les glaciers en crue sont :

Le glacier de Dala (vallée de Louëche) ?

- » de Boveyre (vallée d'Entremont).
- » de Valsorey (vallée d'Entremont) ?
- » du Trient (vallée du Trient) ?
- » des Grands (vallée du Trient) ?

La décrue presque générale affecte aussi le massif du Mont-Blanc, et M. Lugeon a constaté d'autre part une diminution très importante des névés dans le massif du Wildstrubel.

Les glaciers des Alpes vaudoises sont presque tous en décrue; sur 7 qui ont été observés, deux seulement sont en crue probable: ceux du Scex Rouge et du Dard dans le territoire d'Ormont-dessus.

Dans le bassin de l'Aar seul le glacier de Gelten dans le territoire de Lauenen a marqué une crue probable. Dans le bassin de la Reuss, de nouveau un seul glacier, celui de Grassen dans le territoire d'Engelberg a marqué une crue probable. Dans le bassin du Rhin tous les glaciers observés sont en décrue ; enfin dans le bassin de l'Inn le glacier de Morteratsch, dans le territoire de Pontresina, a seul marqué une crue probable.

En résumé, sur les 73 glaciers observés, 1 seul est en crue certaine, 9 sont en crue probable, 19 sont en décrue probable et 44 en décrue certaine. On peut dire que la tendance à la décrue s'est encore accentuée pendant l'année 1899.

M. F.-A. FOREL¹, grâce aux innombrables observations qu'il a faites lui-même sur les **variations des glaciers** depuis un grand nombre d'années et à celles d'autres auteurs qu'il a recueillies, a pu établir les lois suivantes :

¹ F.-A. FOREL. Les variations périodiques des glaciers. *Actes de la Soc. helv. des sc. nat.*, 83^e session à Thusis, 1900, p. 51. — Voir aussi *Archives Genève*, tome X, p. 401. — Voir aussi *Eclogæ geol. helv.*, tome VI, p. 504.

1^o Les variations subies par les glaciers sont des changements de volume et non pas seulement de forme. Un glacier qui s'allonge, s'élargit et s'épaissit en même temps.

2^o Au milieu de l'irrégularité des variations glaciaires on observe parfois une certaine simultanéité d'allures. Il y a des phases générales de crue et de décrue.

3^o Pendant le dix-neuvième siècle les glaciers suisses ont présenté les allures suivantes :

| |
|---|
| De 1800 à 1811 . . . ? |
| 1811 à 1816-1822. crue. |
| 1818-1820 à 1826. grand maximum. |
| 1820-1830 . . . légère décrue. |
| 1830-1850 . . . mouvements contradictoires. |
| 1855 maximum. |
| 1856-1900 . . . décrue générale. |
| 1875-1892 . . . crue partielle de quelques glaciers suisses et savoyards. |
| 1890-1900 . . . crue partielle de quelques glautrichiens. |

4^o Il y a deux types de variations :

a) L'une de période annuelle, due à l'intensité de la fusion pendant l'été ;

b) L'autre, de période cyclique, durant à peu près un tiers de siècle, due à une poussée en avant du glacier, qui est provoquée elle-même par un excès d'alimentation. Il est du reste certains glaciers qui ne réagissent pas à chaque retour de période.

5^o Les phases de crue se développent successivement sur les différents glaciers, la neige tombée en excès dans les névés collecteurs ne pouvant pas arriver en même temps jusqu'au front des divers glaciers. Les phases de décrue commencent au contraire le plus souvent simultanément, l'amincissement de la couche de glace sous l'effet d'un été particulièrement chaud se produisant partout à la fois. Les phases de décrue peuvent pourtant se développer successivement, si elles sont dues non à un excès de chaleur, mais à une diminution des précipitations neigeuses.

6^o On peut observer une tendance des crues à se développer à peu près simultanément dans les glaciers d'un même groupe montagneux sans toutefois que ceux-ci perdent leur caractère individuel.

M. F.-A. FOREL¹ a démontré par ses dernières observations faites au glacier du Rhône, en collaboration avec MM. L. Held et H. Seiler que, à la cascade du glacier, la couche de glace mesure à peine 5 à 10 m., que l'érosion y est presque nulle et que le torrent sous-glaciaire s'y déplace avec une extrême facilité.

M. M. LUGEON² a obtenu une série de belles photographies du **grain du glacier** prises dans une grotte du glacier du Rhône, après avoir coloré sur une paroi de glace les fissures capillaires par du violet d'aniline suivant le procédé de M. Hagenbach-Bischoff.

M. le professeur E. HAGENBACH³ a fait, au Congrès international de physique à Paris, un rapport sur les glaciers, dans lequel il traite plus spécialement la question de la **structure de la glace**.

Tandis que celle-ci est compacte et transparente dans l'intérieur du glacier, elle se divise extérieurement par la fusion en grains de grandeur fort différente dont chacun est un cristal, comme on peut facilement s'en convaincre, soit par un examen optique, soit par l'observation des figures de fusion. Ces grains, rendus distincts par la fusion, deviennent de plus en plus gros dans les couches de plus en plus profondes de la glace et peuvent dépasser à la base la grosseur d'une noix. Ils sont orientés très diversement, ce qui prouve que leur orientation n'a rien à faire avec les pressions subies par la glace. Dans l'intérieur du glacier ils sont si solidement soudés les uns aux autres, qu'une cassure de la glace ne tient aucun compte de la surface des grains.

La température de la glace semble être partout sensiblement égale à son point de fusion dans les conditions spéciales de pression où elle se trouve.

M. F.-A. FOREL⁴ a étudié la **structure rubannée du glacier** et attribue l'origine des bandes blanches : 1^o A l'air contenu dans la neige ; 2^o A l'air qui pénètre entre les grains du gla-

¹ F.-A. FOREL. Eboulement du glacier du Rhône. — *Eclogæ geol. helv.*, tome VI, p. 505.

² Prof. M. LUGEON. Photographies de grains du glacier. — *Actes Soc. helv. des sc. nat.*, 83^e session à Thusis, 1900, p. 104. — Voir aussi *Arch. Genève*, tome X, et *Eclogæ geol. helv.*, tome VI.

³ E. HAGENBACH. La glace et les glaciers. — *C. R. du Congrès international de physique*, Paris 1900.

⁴ F.-A. FOREL. Structure rubannée du glacier. *Actes Soc. helv. des sc. nat.*, 83^e session, Thusis, p. 105.

cier lors de la désagrégation de la glace sous l'action de la chaleur sur les parois des crevasses et qui est ensuite enfermé par la fermeture de ces dernières ; 3^o A l'air emprisonné dans les brèches formées par les débris d'éboulement des aiguilles et pyramides de glaces.

Actions et agents internes.

GÉOTHERMIE.

MM. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT¹ ont traité dans leur rapport sur les tunnels projetés à travers le Lötschberg des conditions géothermiques dans lesquelles se trouveraient ceux-ci. Ils arrivent à la conclusion que les températures maximales seraient de 30° pour le tunnel le plus court, de 31° pour le tunnel le plus long à travers le Lötschberg et de 37° à 38° pour le tunnel à travers le Wildstrubel.

TREMLEMENTS DE TERRE.

Dans le rapport annuel de M. FRÜH² sur les phénomènes sismiques en Suisse pendant l'année 1898 nous trouvons signalés 25 séismes distincts répartis comme suit :

1. Le 24 janvier, à 10 h. av. m. une secousse assez forte, accompagnée de bruit souterrain, ressentie dans une région elliptique comprise entre Châtel-Saint-Denis, Vevey, Montreux, Château-d'Oex et Montbovon.
2. Le 16 février, un faible choc, à Saint-Gall.
3. Le 18 février, un tremblement bien marqué, ressenti suivant une zone étroite, large à peine de 2 km. et longue de 11 km., passant par Aawangen, Frauenfeld et Pfyn.
- 4, 5 et 6. Le 22 février à 11 h. 44 av. m., à 1 h. 45 apr. m. et à 2 h. 20 apr. m. 3 chocs successifs à Grandson et environs. De ces 3 secousses, la première est de beaucoup la plus importante, elle a été ressentie d'une façon générale entre Yverdon, Sainte-Croix et Grandson et son aire d'ébranlement s'est étendue jusqu'à Montreux, Morges, Vallorbes, Verrières, Val-de-Travers, Neuchâtel, Avenches, Payerne et Moudon. Elle a provoqué une violente agitation des eaux du lac de Neuchâtel.
7. Le 3 mars, une secousse locale à Grandson-Fiez.

¹ MM. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT. Lötschberg und Wildstrubel-Tunnel. Geologische Expertise. Bern 1900. Buchdruckerei R. J. Wyss.

² J. FRÜH. Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1898. — Annalen der Schweiz. meteor. Centralanstalt, 1898.

8. Le 8 mars, une secousse le long de la rive orientale du lac de Neuchâtel à Chevroux et Gletterens.

9. Le 11 mars, un seisme à Tschierschen, au-dessus de Coire.

10. Le 5 avril, une secousse à Zermatt.

11. Le 8 avril, un tremblement avec grondement souterrain à Grandson et Champagne.

12. Le 12 avril, un léger tremblement à Aubonne et Etoy.

13. Dans la nuit du 18 au 19 avril, nombreuses secousses faibles à Bullet, près Sainte-Croix.

14, 15 et 16. Le 22 avril, à 12 h. 5 av. m. et à 2 h. 20 av. m. et le 23 avril à 7 h. 5 av. m. 3 secousses dans la région de Grandson. La première, qui a été de beaucoup la plus importante, a une aire d'ébranlement s'étendant jusqu'à Travers, Sainte-Croix, Cossenay, Echallens, Yvonand, Concise, la seconde a été limitée à Yverdon, Grandson et Sainte-Croix ; la troisième à Grandson, Champagne et Fiez.

17. Le 6 mai à 2 h. 10 apr. m., un tremblement de terre qui a affecté la plus grande partie de la Suisse et les régions voisines de France, d'Allemagne et d'Italie.

18. Le même jour, à 10 h. du soir, un seisme ayant affecté la région de Thoune, du Beatenberg et les vallées de la Kander, de la Simme et de la haute Sarine.

19. Le 7 mai à 1 h. 15 av. m., une secousse à Zweisimmen.

20. Le 8 mai à 3 h. av. m., une secousse à Thoune et environs.

21. Le même jour à 5 h. 30 av. m., une secousse dans le Kienthal.

Ces cinq derniers sismes rentrent tous dans un même phénomène sismique. Le premier d'entre eux a une aire d'ébranlement considérable, il a été constaté sans l'intervention d'appareils spéciaux dans la région comprise entre Belfort, Mulhouse, Rappoldsweiler, Waldkirch, Badenweiler, Weizen, Schafthouse, Bregens, Coire, Bellinzone, Alpes valaisannes, Chambéry, Lyon, Macon et Dijon. La région de plus grande intensité peut être circonscrite comme suit : Genève, Bière, Lons-le-Saulnier, le Locle, Boudry, Uttigen, Beatenberg, Grindelwald, Brieg, Sierre, Aigle. La région d'ébranlement maximum correspond presque exactement avec l'aire d'ébranlement de la seconde secousse et comprend approximativement la région des Préalpes entre les lacs de

Genève et de Thoune. Il résulte des nombreux relevés d'heures recueillis, que le premier ébranlement a été ressenti suivant une ligne médiane Zurich-Genève de laquelle le mouvement s'est propagé soit vers le N-O, soit vers le S-E. Nous avons certainement affaire ici à un seisme d'ordre tectonique.

22. Le 14 juin, une secousse ressentie entre Rheineck, Saint-Gall, Brunnadern, Glaris, Ragatz et Frastens, dont l'ébranlement a été suffisamment fort entre Sargans et Vaduz pour lézarder des murs et faire tomber des cheminées.

23. Le 6 octobre, un tremblement de terre ressenti à Zurich, Winterthour et Schaffhouse en Suisse et d'autre part en Bavière et en Würtemberg jusqu'à la latitude d'Ulm.

24. Le 13 novembre une secousse limitée à peu près au canton de Glaris, mais assez violente pour décrocher de petits tableaux, arrêter des pendules et effrayer la population.

25. Le 16 décembre un léger seisme à Lugano.

Il est à remarquer que sur les 25 seismes enregistrés pendant l'année 1898, 20 se répartissent sur les mois de février à mai. D'autre part, la région de Grandson-Yverdon a été tout particulièrement affectée par les phénomènes sismiques. Enfin les 25 secousses se répartissent entre 10 tremblements de terre distincts :

1. Le 24 janvier, Veveyse et Sarine.
2. Le 18 février, Aawangen-Pfyn.
3. Le 22 février, tremblement de terre Vaud-Neuchâtel.
4. Le 3 mars, Grandson-Fiez.
5. Le 8 mars, rive orientale du lac de Neuchâtel.
6. Le 22 avril, tremblement de terre Vaud-Neuchâtel.
7. Le 6 mai, tremblement de terre alpin-jurassien.
8. Le 14 juin, Suisse occidentale et Vorarlberg.
9. Le 6 octobre Souabe-Suisse orientale.
10. Le 13 novembre, Glaris.

M. BüHRER¹ a fait le relevé des tremblements de terre ressentis dans le canton de Vaud pendant l'année 1899. Ceux-ci se réduisent du reste à deux. Le premier s'est produit le 13 septembre à 12 h. 20 du matin à Grandson et Champagne sous forme de choc vertical. Le second, ressenti le 7 novembre à 1 h. 10 après-midi dans les vallées du Rhône et de la Dranse, a pris la forme d'une faible tremblement.

¹ C. BüHRER. Tremblements de terre dans le canton de Vaud en 1899. — *C. R. des séances de la Soc. vaud. des sc. nat., Archives Genève*, tome X, p. 492.

4^e PARTIE. — STRATIGRAPHIE ET PALEONTOLOGIE.

par CH. SARASIN.

Schistes cristallins.

MM. de FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT¹ dans leur rapport sur le projet du **tunnel du Lötschberg** et du **Wildstrubel** traitent très brièvement des schistes cristallins de cette région déjà connue du reste par la monographie de la partie orientale du massif de l'Aar par M. de Fellenberg.

Les schistes se composent de gneiss, de schistes micacés, chloriteux ou amphiboliques, d'amphibolites, de serpentines, etc.... se succédant en innombrables alternances au-dessus du noyau granitique. Leur complexe est traversé par de nombreux filons de microgranulite et d'aplite.

Mésozoïque.

TRIAS.

Nous trouvons dans le même travail² une coupe du Trias de la **région du Lötschberg**. Le système présente de haut en bas la succession suivante :

c) Les schistes de Quarten, brillants, verdâtres ou rougeâtres, en général foncés.

b) La dolomie de la Röti typique, souvent transformée en cornieules.

a) Une arkose bigarrée, grise, rouge ou verte, passant parfois à un conglomérat, qui est généralement assimilée au verrucano et considérée comme permienne. Ses variations de couleurs correspondent à celle du granite de Gasteren sur lequel elle repose et au dépens duquel elle s'est formée.

M. LUGEON³ donne la coupe suivante du Trias, tel qu'il l'a observé dans la région comprise entre le **Sanetsch** et la **Kander**.

¹ DE FELLENBERG, KISSLING und SCHARDT. Lötschberg und Wildstrubel-Tunnel. Geologische Expertise. — Bern, Bruchdruckerei Wyss, 1900.

² Loc. cit., p. 41.

³ M. LUGEON. Première communication préliminaire sur la géologie de la région comprise entre le Sanetsch et la Kander. — *Eclogæ geol. helv.*, tome VI, p. 497.

- c) Quartenschiefer.
- b) Gypse associé à un calcaire dolomitique.
- a) Quartzites.

Le Rhétien a été découvert à Drône sur Sion.

M. TARNUZZER¹, dans son étude sur les richesses minérales du **canton des Grisons**, donne plusieurs coupe du Trias de cette région. Il relève comme suit la série triasique du val Fisch (vallée latérale de l'Albula) :

- d) Cornieule supérieure ou schistes de Lün, roche jaune ou brune, poreuse, riche en silice avec des inclusions nombreuses de brèche.
- c) Dolomie principale, très puissante, avec inclusions et filons de fer oligiste.
- b) Cornieule inférieure.
- a) Muschelkalk alpin, calcaire foncé, esquilleux, en plaquettes, devenant parfois très compact.

M. HUGI² est arrivé à des résultats fort intéressants sur la stratigraphie du **Trias des klippes de Giswyl**, qui était jusqu'ici très imparfaitement connu. Ce système présente la série suivante de bas en haut :

- a) La cornieule, qui représente ici la base du Trias, forme peu d'affleurements nets et se trouve le plus souvent à l'état de blocs épars. Elle présente tous les passages de la dolomie compacte à la cornieule cellulaire et même tufseuse ; parfois elle prend un aspect bréchiforme. On la voit affleurer à l'Alpboggenpass, sur le flanc N du Jänzimattberg, entre Sandboden et Klein-Schwand, au passage de la Furge et au Mändli.
- b) Le gypse est dans la règle associé à des argiles et des marnes brunes, rouges ou verdâtres. Il est souvent remarquablement pur et possède un grain fin. Les couches à gypse prennent une grande extension sur les flancs N-O du Jänzimattberg jusqu'au vallon de Glaubenbielen et affleurent en particulier, dans les ravins de Kratzeren et du Gipsbach. Vers ce dernier la couche de gypse atteint 10 m. d'épaisseur.

c) Le Muschelkalk, dont l'âge a pu être fixé dernièrement grâce à la découverte de *Retzia trigonella*, était considéré par Kaufmann comme supracrétacique, tandis que Stutz en faisait du Jurassique supérieur et Quereau du Hauptdolomit.

¹ M. TARNUZZER. Notice sur quelques gisements métallifères des Grisons.
— *Jahresb. der naturf. Ges. Graubündens*, 1900, tome XLIII, p. 1.

² Dr E. HUGI. Die Klippenregion von Giswyl. — *Nouveaux Mémoires de la Soc. helv. des sc. nat.*, 1900, vol. XXXVI.

| | | | |
|--------------|-----------|--|--------------------------------|
| Keuper | sup. | Marnes à Zancodon. | 10 m. |
| | moyen | Stubensandstein avec débris d'ossements. Marnes irrigées supérieures. Dürröhrlenstein. Rothe Wand. | 2 m. 6 m. 3.5 m. 4 m. |
| | | Grès à Equisetum (Schilfsandstein). | 10 m. |
| | inf. | Marnes irrigées avec gypse. | 40 m. |
| Letten-kohle | | Dolomie limite avec <i>Myoph. Goldfussi</i> . Grès et schistes argileux à <i>Estheria minuta</i> . Dolomie inférieure. | 6 m. |
| Muschelkalk | supérieur | Dolomie à <i>Trigonodus</i> avec <i>Myoph. Goldfussi</i> , <i>Gerv. costata</i> , <i>Trigonodus Sandbergeri</i> . | 20 m. |
| | | Calcaire à <i>Ceratites nodosus</i> . | 15 m. |
| | | Calcaire sup. à <i>Encrinus liliiformis</i> , avec <i>Myophoria ovata</i> , renfermant des banes oolithiques. | 3 m. 4.5 m. |
| | | Couche à <i>Pemphix Sueuri</i> . Calcaire inférieur à <i>Encr. liliiformis</i> avec <i>Cidaris grandaeva</i> et <i>Terebratula vulgaris</i> . | 16 m. |
| infrérieur | moyen | Calcaire cellulaire, Dolomie et marnes à silex. Gypse et Anhydrite. | 25 m. 25 m. |
| | | Marnes bitumineuses à <i>Myoph. orbicularis</i> (Wellen mergel). Couche à <i>Spirifer fragilis</i> . Couche à <i>Terebratula vulgaris</i> typique. Banc grumeleux (Wulstbank). Deckplatte. | 10 m. 3 m. |
| | | Couches à <i>Myoph. cardisoïdes</i> , <i>Lima lineata</i> et <i>Ceratites Buchi</i> . Banc à <i>Pseudomonotis</i> . Banc à <i>Gervillia socialis</i> et à Lingules. | 15 m. |
| | | Banc à galène avec <i>Ceratites Buchi</i> . Wellendolomit avec <i>Lima striata</i> et des Lingules. | 0.5 m. 12 m. |
| Grès bigarré | sup. | Röth. Grès en plaque à Equisetum. Couches à concrétions de jaspe. | 10 m. 10 m. |
| | moyen | Grès quartzeux de couleur claire. Conglomérat. | 15 m. 12 m. |
| | | Archéen. | ? |

C'est un calcaire plus ou moins dolomitique, rappelant beaucoup le calcaire d'Iberg auquel Kaufmann l'avait assimilé.

d) Le calcaire à diplopoles (Wettersteinkalk) a été trouvé sous forme de blocs épars à la Möhrlialp et dans les éboulis entre Sandboden et Alpboglen. Il existe très probablement sous la dolomie principale dont les éboulis l'ont recouvert. C'est un calcaire foncé, dolomitique et rempli de diplopoles, qui sont tantôt répandues indifféremment dans toute la roche, tantôt limitées à certaines couches. Ces algues appartiennent à la *Diplopore annulata* Schaffh. — La roche qui les renferme paraît être identique à la dolomie décrite par M. Lugeon, de Muraz (canton du Valais).

e) La dolomie principale est l'élément le plus important du Trias des klippes de Giswyll et forme entièrement le Giswylerstock. Sa structure est finement cristalline et sa couleur va du gris presque blanc au noir. La variété foncée renferme souvent de petits cristaux de gypse. A la Schafmatte et au Mändli la dolomie prend un aspect schisteux, qui est dû très probablement au laminage intense subi par cette partie de la klippe pendant le chevauchement.

M. F. SCHALCH¹ a établi une coupe très détaillée des formations triasiques dans les environs de Donaueschingen. Nous en extrayons le tableau précédent (p. 55).

JURASSIQUE.

MM. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT² donnent dans leur étude précitée un aperçu stratigraphique du Jurassique de la chaîne du Lötschberg, dont ils établissent comme suit la succession.

| | |
|--------|---|
| Malm | f) Hochgebirgskalk (100 à 120 m.) |
| | e) Calcaires en plaquettes ou schisteux de l'Oxfordien (50 à 100 m.) |
| Dogger | d) Calcaires spathiques, renfermant souvent des oolithes ferrugineuses, remplacée localement par des schistes foncés (100 à 150 m.) |
| | c) Schistes foncés du Lias supérieur. |
| Lias | b) Brèche composée de débris de quartz et de dolomie, riche en Belemnites, remplacée localement par des grès quartzitiques gris ou verdâtres. |
| | a) Calcaires schisteux, parfois bréchiformes (50-100 m.). |

¹ F. SCHALCH. Exkursion nach Hüfingen-Hausen vor Wald, 19. April. Ber. über die 33. Vers. d. oberrhein. geol. Vereins in Donaueschingen 1900.

² DE FELLENBERG, KISSLING und SCHARDT. Lötschberg u. Wildstrubel-Tunnel. Geol. Exp.

M. LUGEON¹ ne donne sur les formations jurassiques du **Wildstrubel-Wildhorn** qu'un aperçu fort sommaire. Le Lias y est représenté par des schistes lustrés avec bancs de calcaire et de brèche. Le Dogger, le Divesien, l'Oxfordien et le Malm ne présentent rien de particulier.

M. LORENZ² a donné une description complète des couches jurassiques du **Fläscherberg**, qui appartiennent au faciès helvétique.

Le Lias n'affleure nulle part dans la chaîne.

Le **Dogger** se présente sous deux types tout à fait différents. Vers le N, à la base de l'Ellhorn, au lieu dit Heidenschopf sur la rive gauche du Rhin l'on peut relever la série suivante :

e) Calcaire en bancs, gréseux, spathique et séricifique.

d) Calcaire gréseux, brunâtre, formant des bancs durs et bitumineux séparés par de minces lits schisteux. Certaines zones sont oolithiques, d'autres sont grossièrement gréseuses et passent même au conglomérat. La faune se compose de :

| | |
|-------------------------------------|------------------------------|
| Parkinsonia Parkinsoni Sow. | Natica sp. |
| Perisphinctes Martensi Oppel. | Astarte cfr. excavata Sow. |
| Lytoceras tripartitum Rasp. | Astarte Parkinsoni Quenst. |
| Belemnites cfr. calloviensis. Op. | Avicula Münsteri Bronn |
| Bel. cfr. Beyrichi Op. | Isocardia sp. ind. |
| Pleurotomaria circum sulcata d'Orb. | Cypricardia bathonica d'Orb. |
| Pleurotomaria sp. | Posidonomya Buchi Roemer. |
| Purpurina Bathis d'Orb. | Cornuspira elliptica. |

c) Grès calcaire siliceux, riche en mica, gris ou rougeâtre, massif ou schisteux de $2\frac{1}{2}$ m. de puissance; sans fossile.

b) Calcaire spathique noir en bancs. Epaisseur 4 m.

a) Grès siliceux noir ou rougeâtre, de 8 m. d'épaisseur, passant à sa partie supérieure à un grès calcaire en bancs alternant avec des schistes.

De cette série *a*, *b* et *c* paraissent représenter le Bajocien, tandis que *d* et *e* sont du Bathonien. Précédemment Mœsch avait désigné tout ce complexe comme Lias et en avait cité *Psiloceras planorbe*, Sow.; mais l'auteur n'ayant pu retrouver nulle part l'échantillon cité, croit pouvoir admettre une erreur de détermination.

¹ LUGEON. Géol. de la région entre le Sanetsch et la Kander.

² Dr TH. LORENZ. Monographie des Fläscherberges mit 13 Zinkographien, 1 geol. Karte 1 : 25 000 und 4 Tafeln, Profile, Ansichten und Petrefakten. — Mat. pour la carte géol. de la Suisse, 1900, 40^e livraison.

Le Dogger prend un tout autre facies plus au S à la Obere Platte et au Plattenstein. Il est formé en grande partie par un complexe à faciès changeant dont l'élément le plus important est un schiste calcaire, gréseux, gris, qui supporte en concordance les couches de Birmensdorf. Dans ce complexe certaines couches paraissent pouvoir être assimilées à des niveaux déterminés ; ainsi à la base se trouve un grès siliceux, riche en fer et en éléments argileux, qui présente absolument le faciès habituel des couches à *Ludwigia Murchisonae* dans les Alpes suisses. D'autre part sous les couches de Birmensdorf affleure près de la route Fläsch-Luciensteig un calcaire schisteux très oolithique qui paraît appartenir au Bathonien ou au Callovien. L'auteur donne de l'ensemble de cette formation une liste de fossiles qui se compose de Gastéropodes (grande abondance de Nérinées), de Lamellibranches et de Polypiers. Il y signale en outre la présence de nombreux débris de Belemnites du groupe des canaliculati, de tiges de Crinoïdes et de débris d'Echinides.

Sous ce complexe affleurent des marnes et des schistes noirs, riches en géodes de fer, absolument semblables aux schistes à *Lioceras opalinum* du Calanda, avec lesquels on est en droit de les paralléliser.

Le Jurassique supérieur du Flæscherberg peut se subdiviser comme suit :

c) Hochgebirgskalk dont les bancs sont très minces à la base, puis s'épaissent progressivement vers le haut. Ce calcaire est caractérisé par la présence de nombreuses concrétions siliceuses et de veines rouges ou blanchâtres qui traversent la roche en tous sens. Il renferme *Aptychus latus* Park., *Apt. punctatus* Voltz, *Belemnites hastatus* Blainv., *Bel. cfr. excentricus* Blainv.

b) Calcaire du Schilt, calcaire schisteux noir, devenant vert à l'air, qui renferme *Harpoceras cfr. arolicum* Op., *Aptychus lamellosus* et de nombreux débris de Belemnites du groupe des hastati. Ce niveau, considéré par MM. Tarnuzzer et de Mojsisovics comme du calcaire de Seewen, a été placé par Moesch dans l'Oxfordien et correspond aux couches de Birmensdorf.

a) Marnes schisteuses, jaunâtres, de puissance variable.

M. R. DE GIRARD¹ a publié un **tableau des terrains** de la région fribourgeoise, dans lequel il donne non seulement la succession des formations sédimentaires, mais aussi les phé-

¹ Prof. R. DE GIRARD. Tableau des terrains de la région fribourgeoise. — *Bulletin de la Soc. fribourgeoise des sc. nat.*, 1899, vol. I, fasc. 1.

nomènes de ridement, de transgression et de régression qui ont modifié constamment la géographie de la région des Préalpes pendant les temps secondaires et tertiaires.

La partie de ce tableau qui concerne le Jurassique peut être résumée comme suit :

| | Chaines Niremont-Berra, Moléson-Lyss (Ganterist) et Mortheys (Stockhorn). | Chaîne des Gastlosen. |
|--|---|---|
| Jurassique sup. ou Malm. Malm prop. dit. | Portlandien à <i>Ter. Catullo</i> (faciès tithonique vindelicien) 25-30 m. Séquanien à <i>Asp. acanthicum</i> et <i>Opp. tenuilobata</i> (calcaire à silex) 25-400 m. | Tithonique : Corallien de la Simmenfluh et de Gessenay avec Diceras et Nerinées. |
| Oxfordien. | Calcaire noduleux gris et rouge en banes minces. 6 à 25 m. Zone à <i>Pelt. bimammatum</i> rouge à la base, grise vers le haut. Zone à <i>Pelt. transversarium</i> . Calc. compact et marnes à ciment de Châtel-Saint-Denis. Zone à <i>Card. Lamberti</i> et <i>Card. cordatum</i> . 15 à 40 m. Calcaire analogue de la gorge de l'Evy (chaîne de Lyss). Gypse oxfordien? du Burgerwald. | Jurassique sup. Grand massif calcaire gris-clair, pauvre en fossiles, s'étendant du Portlandien à l'Oxfordien. |
| Dogger. | Chaîne Moléson-Lyss (Ganterist) et Mortheys (Stockhorn). Dogger normal d'eau profonde à Zoophycos. | Chaîne des Gastlosen. Dogger littoral à <i>Mytilus</i> , en partie saumâtre |
| Bathonien. | Callovien. — Zone à <i>Macr. macrocephalus</i> . -- Schistes à nodules. — Faciès plutôt méditerranéen. Bathonien Bathonien (?) | A. Niveau sup. à <i>Modiola</i> . B. Niveau à <i>Myes</i> et <i>Brachipodes</i> . C. Niveau à <i>Modiola</i> et <i>Hemicidaris</i> (calcaires schisteux). Schistes à charbon du rocher de la Raye. D. Niveau à fossiles triturés. — Schistes à <i>Polypiers</i> , Huitres et Astartes (schistes à charbon de la Klus). E. Niveau à matériaux de charriage (marnes, argiles, grès et conglomérats, charbon de Perte à Bovay). |
| Rajocien. | Marnes et calcaires sableux, bleuâtres; Calc. bitum. avec charbon à Paray. — Charbon. — Banc spathique à la chapelle de la Frasse. Zone à <i>Steph. Humphriesi</i> . Zone à <i>Ludw. Murchisonae</i> . Zone à <i>Lioc. opalinum</i> . Marnes et calcaires sableux avec <i>Am. tetricus</i> et <i>aalen-sis</i> . — Faciès méditerranéen. | |

| | | |
|--|---------------------|---|
| Jurassique inférieur. <small>(Manque dans la chaîne du Niremont.)</small> | Lias sup. | — Toarcien. — Calc. marneux et schisteux, foncé avec <i>Zoophycos scoparius</i> , <i>Posid. Bronni</i> , <i>Lyt. jurensis</i> , <i>Lyt. cornucopiae</i> , <i>Harp. bifrons</i> , <i>Harp. serpentinum</i> , etc. |
| | Lias inf. | — Cymbien. — Calc. spathique gris ou rouge à Entroques et Brachiopodes, et calc. gréseux à intercalations schisteuses avec <i>Lyt. fimbriatum</i> . — Sinemurien. — Calc. noir à Ariétites. |
| | Infracalias. | — Hettangien. — Calc. micacé, grésiforme, gris-foncé en bancs irréguliers à <i>Psiloc. planorbe</i> , <i>Plicatula hettangiensis</i> et <i>Ostrea sublamellosa</i> . |
| | Rhétien. | — Calc. noirs ou gris, parfois dolomitiques, en bancs minces, à <i>Ter. gregaria</i> , <i>Av. contorta</i> , <i>Pecten valoniensis</i> , etc..., et marnes schisteuses à <i>Cardium rhaeticum</i> . |

Dans la partie stratigraphique de la monographie de M. HUGI¹ sur les Klippes de Giswyl, nous trouvons sur le Jurassique du Giswylerstock et du Rothspitz les renseignements suivants :

Le **Lias** n'affleure nulle part dans les Klippes de Giswyl, contrairement aux assertions de Stutz, qui donne dans ses profils une série continue du Keuper au Dogger.

Le **Dogger** a une extension limitée et n'affleure qu'au Jänzimattberg et à la Möhrliegg. Il présente un faciès changeant dont l'auteur décrit trois types différents : 1^o sur le flanc SO du Jänzimattberg des calcaires foncés finement littés ; 2^o Sur le versant NO de la même montagne des schistes riches en silice et remplis de Radiolaires, dans lesquels s'intercalent des bancs calcaires noirs compacts, avec *Stephanoceras Freycineti* Bayle à la partie supérieure et *Phylloceras tetricum* à la base ; 3^o Sur le versant E de la même montagne et à la Möhrlialp un banc de 10 m. d'épaisseur de calcaire foncé, compact et dur avec *Steph. Freycineti*, *Harpoceras (Ludwigia) discites* (?) Waagen, surmonté au Jänzimattberg par une brèche échinodermique.

Il semble que l'Aalénien et le Bajocien soient seuls représentés dans le massif de Giswylerstock et que le Bathonien et le Callovien y fassent complètement défaut. Par contre, l'auteur a découvert au Rothspitz, sur le Tithonique renversé, un calcaire gris, grossièrement spathique, rappelant la Dalle nacrée du Jura avec *Pentacrinus pentagonalis* Goldf., *Millecrinus Gouilli* (?) d'Orb., *Terebratula calloviensis* d'Orb., *Hastitus subhastatus* Zieten, qui indiquent le Callovien.

¹ HUGI. Die Klippenregion v. Giswyl.

Le **Malm** manque complètement dans le massif du Giswylerstock ; au Rothspitz il n'est représenté que par sa partie supérieure, le Tithonique. Celui-ci prend sur le versant SE du Rothpitz une grande extension ; il est formé par un calcaire gris clair, finement cristallin ou compact et atteint une épaisseur de 50 m. environ. Il est caractérisé par d'abondantes chaînes de silex remplis de Radiolaires ; mais ne renferme pas d'autres fossiles.

M. A. HEIM¹ vient de corriger une erreur commise par Escher et par lui-même dans les leviers du flanc E du Glärnisch. Tandis qu'il avait admis précédemment l'existence d'une large bande de Flysch au-dessous du Verrucano, il a reconnu que le Permien repose en réalité sur une série continue s'étendant depuis la dolomie de la Röti jusqu'à l'Eocène. Cette série est normale mais intensément laminée.

M. A. HEIM² vient de faire une étude détaillée des couches à **mineraï de fer du Gonzen**. Les gisements de mineraï sont formés essentiellement d'Hématite et de Magnétite, associées à une proportion variable de Pyrite, de Quartz, de Calcite et de minérais divers de manganèse. Ils diffèrent donc absolument par leur nature des oolites ferrugineuses bathoniennes du Blegisee, qui se trouvent soit dans la chaîne du Sentis, soit dans les massifs du Tödi, des Windgällen et du Wetterhorn, et avec lesquels on les avait parallélisés jusqu'ici.

D'autre part, la couche à mineraï du Gonzen se trouve toujours intercalée dans le Hochgebirgskalk et occupe par conséquent un niveau très supérieur à celui des oolithes bathoniennes. Les fossiles recueillis dans le voisinage du mineraï appartiennent tous à l'Oxfordien ou au Séquanien ; ce sont : *Perisphinctes cfr. Dybowskii* Siemir, de l'Argovien inférieur de Pologne, *Per. cfr. mogosensis* Chof., de l'Argovien supérieur du Portugal, *Per. cfr. ardescicus* Font., du Séquanien de Crussol, *Per. cfr. unicomptus* Font. de la même formation et *Per. stenocyclus* Font. de la même formation.

Les déductions stratigraphiques, tirées de l'étude de ces quelques fossiles faite par M. Rollier, sont en désaccord absolu avec celles que Mœsch avait tirées de ses propres déterminations ; mais il est certain que les espèces citées par

¹ Prof. A. HEIM. Nachschrift über das anstehende Gestein am Ostfusse des Glärnisch. — *Mt. pour la carte géol. de la Suisse*, livraison IX, nouvelle suite, p. 204.

² A. HEIM. Ueber das Eisenerz am Gonzen, sein Alter und seine Lageung. — *Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. Zürich*, 1900.

Mœsch du mineraï du Gonzen n'y existent pas en réalité et que les déterminations de cet auteur sont basées en bonne partie sur des échantillons indéterminables.

La présence du mineraï de fer dans le Malm constitue un phénomène absolument local ; cette intercalation ferrugineuse prend la forme d'une lentille aplatie, dont la surface, développée, aurait 2 à 4 kilomètres carrés et dont l'épaisseur varie entre 1 et 2 m. La limite entre le calcaire et le mineraï est absolument franche et ce dernier présente une stratification très nette, ce qui exclut toute idée de secrétion postérieure à la sédimentation.

Jura. Généralités. — MM. RENEVIER et SCHARDT¹ ont publié une courte notice explicative de la Feuille XI, 2^e édition, de la carte géologique de la Suisse, de laquelle nous extrayons les renseignements suivants, sur les formations jurassiques du Jura vaudois et neuchâtelois et de la région de Pontalier et Lons-le-Saunier :

h) Purbeckien. Marnes grisâtres à Planorbes ou à Cyrènes se terminant à la base par la dolomie portlandienne.

g) Portlandien calc. compact gris clair à Natica Marconi et Nerinea trinodosa.

f) Ptérocerien (= Kimmeridgien) calc. grisâtre avec alternance de marnes contenant *Ceromya excentrica* et *Pteroceras Oceani*.

e) Astartien (= Séquanien) calc. gris clair ± compact, parfois oolithique avec alternances abondantes de marnes contenant *Terebratula subsella*, *Waldheimia humeralis*, etc....

d) Oxfordien comprenant l'Argovien, le Divésien ou marnes à *Cardioceras cordatum* et le Callovien formé d'oolithes ferrugineuses.

c) Bathonien composé de la Dalle nacrée et de marnes et calcaires gris-foncé à *Park. neuffensis*, *Perisph. arbustigerus*, *Rhynch. varians*, *Holectypus depressus*, etc....

b) Bajocien représenté dans le Jura vaudois par un calcaire à polypiers.

a) Lias qui n'affleure que dans la partie NE de la Feuille et dont le détail n'est pas donné.

¹ E. RENEVIER et H. SCHARDT. Notice explicative de la Feuille XI, 2^e édition de la carte géologique de la Suisse. — *Eclog. geol. helv.*, 1900, t. VI, p. 351.

Dogger du Jura. — M. MAX MÜHLBERG¹ a réuni dans une notice préliminaire ses principales observations stratigraphiques sur le **Jurassique moyen du Jura septentrional** depuis la région de Porrentruy jusqu'à l'extrémité de la chaîne du Lägern et la région de Zursach au bord du Rhin.

La base du Dogger est formée par 50 m. environ de marnes et argiles noires à *Lioc. opalinum* et *Lyt. torulosum* correspondant au brauner Jura α . Ce complexe renferme des plaques à *Pentacrinus wurtembergicus* des bancs calcaires et des mîches de calcaire marneux qui sont surtout fréquentes à la partie supérieure.

Les couches à *Ludwigia Murchisonae* qui suivent présentent un faciès très variable. Au Lägern et dans la partie orientale du Jura on rencontre un premier type, dont une bonne coupe est visible au S d'Ehrendingen. Ce sont des couches alternantes de calcaires marneux, de calcaires spathiques et oolithiques se succédant sur une épaisseur de 20 m. environ et contenant *Ludw. Murchisonae*, *Pecten pumilus*, *Pecten disciformis*, *Terebratula Eudesi*, *Cancellophycus scoparius*, etc.

Dans la région de Delémont le niveau à *Ludw. Murchisonae* paraît réduit à une couche de quelques décimètres seulement de calcaire marneux renfermant des oolithes ferrugineuses.

Enfin un troisième type de cette même zone se trouve à la Wasserfluh au N d'Aarau; il est formé de 10 m. de marnes noires comprises entre 2 bancs de calcaire marneux, oolithique et renfermant des cailloux roulés.

Les couches à *Sonninia Sowerbyi*, à l'inverse du niveau inférieur, subissent une réduction importante de l'O à l'E. Elle sont bien développées dans les environs de Delémont où elles se composent de marnes et de marno-calcaires dont l'auteur donne la coupe détaillée. *Sonninia Sowerbyi* ne se trouve qu'à la partie supérieure en compagnie de *Son. cfr. crassispinata* Buckm., *Son. subspinosa* Buckm., *Poecilomorphus cfr. cycloïdes* d'Orb., etc..., mais les fossiles qu'on trouve dans la partie inférieure de ce complexe sont les mêmes qui sont associés à *Son. Sowerbyi* dans d'autres régions. L'épaisseur totale de cette zone est de 15 à 16 m.

¹ M. MÜHLBERG. Vorläufige Mittheilung über die Stratigraphie des braunen Jura im nordschweizerischen Juragebirge. — *Eclog. geol. Helv.*, 1900, tome VI, p. 293.

La réduction des couches à *S. Sowerbyi* commence à partir du Jura argovien et s'accentue toujours vers l'E; ainsi au Lägern toute la zone est réduite à une épaisseur de 2^m75. Elle commence par un mince banc oolithique et se compose de marnes et de marno-calcaires un peu oolithiques à la base, très riches en fossiles. L'auteur donne un profil complet avec les fossiles recueillis dans chaque niveau. Les espèces les plus caractéristiques sont : *Son. Sowerbyi*, *Hammatoceras klimakomphalum* Vacek, *Ham. adricum* Waagen, *Harpoceras Desori* Moesch, *Belemnites triplicatus* Waagen, *Bel. Gingensis* Oppel, *Pholadomya reticulata* Ag., *Pleuromya tenuistria*, *Trigonia costata* Park., *Lima incisa* Waagen, *Ctenostreon proboscideum* Sow., *Pecten pumilus* Lam., *P. ambiguus* Goldf., *Terebratula infraoolithica* var. *Mühlbergi* Haas, *Rhynchonella Gingensis* Waagen, etc.

La réduction des couches à *Son. Sowerbyi* dans certaines parties du Jura s'explique par des émersions locales; ce niveau est en effet riche en cailloux roulés et repose d'autre part fréquemment sur des surfaces de couches perforées de trous de Phollades. C'est à une cause analogue qu'il faut attribuer la réduction très grande et l'absence parfois complète du niveau à *Harpoceras concavum*, signalé par les auteurs français entre les couches à Ludw. Murchisonae et celles à *Son. Sowerbyi*.

Au sommet de la zone à *Son. Sowerbyi* se trouve la « zone neutre » de Moesch, formée de marnes et de calcaires sableux très pauvres en fossiles. On y trouve à la base *Cancellophytus scoparius*, tandis qu'à la partie supérieure MM. Greppin et Lenthardt ont découvert près de Liestal *Sphaeroceras polymerum* Waagen et *Sph. Sauzei* d'Orb. Cette zone qui peut atteindre 30 m. d'épaisseur, se réduit au Lägern à 1 m.

Les couches à *Stephanoceras Humphriesi* ont une épaisseur variant de 1 à 7 m.; elles présentent deux faciès principaux: l'un se compose d'oolithes ferrugineuses, il est le plus répandu et renferme une faune abondante qui a été décrite par Moesch; l'autre est un faciès coralligène et ne se présente que localement au N de la Birse et en particulier sur le versant N du Blauen.

Ensuite viennent les couches à *Sphaeroceras Blagdeni* avec d'assez nombreux Lamellibranches : *Pinna Buchii* Koch et Dunther, *Modiola cuneata* Sow., *Avicula Münsteri* Bronn,

Avicula echinata Sow. L'épaisseur varie de 4 à 30 m., mais le caractère lithologique est remarquablement constant.

Le niveau à *Parkinsonia Parkinsoni* est représenté dans tout l'O du Jura septentrional par le Hauptrogenstein, qui monte jusqu'aux couches à *Rhynchonella varians*, tandis que vers l'È il s'amincit progressivement pour être remplacé finalement par des alternances de marnes et de marno-calcaires à P. *Parkinsoni*.

Dans le Jura bernois septentrional on distingue dans le Hauptrogenstein: 1^o à la base l'oolithe subcompacte de Thurmann avec *Clypeus Ploti* Klein (80 m.). 2^o Les marnes à *Ostrea acuminata* formées de marnes, de lumachelles, de calcaires oolithiques ou sableux avec *Homomya gibbosa* Ag., *Park. Parkinsoni* Sow., *Terebratula globata*, etc.... 3^o La grande oolithe de Thurmann, atteignant au S du Doubs 40 m. d'épaisseur et dont la masse calcaire est divisée en deux par les marnes de Movelier.

On retrouve à peu près la même série dans le Jura bâlois et c'est à partir de là que commence la réduction progressive du Hauptrogenstein; la partie supérieure de la grande oolithe et les couches de Movelier ne tardent pas à disparaître. Près de Frick (Argovie) l'auteur a relevé la coupe suivante qu'il donne dans tous ses détails :

- e) Calcaire marneux, sableux ou spathique à *Ostrea Knorri* (14 m.)
- d) Oolithe plus ou moins marneuse à *Clypeus Ploti* Kl. et *Echinobrissus Renggeri* (Hauptrogenstein supérieur) (13 à 17 m.).
- c) Calcaire plus ou moins oolithique avec bandes marneuses, à *Cidaris maeandrina* Ag., *Pecten Dewalquei* Opp., *Lima semicircularis* Goldf. et des Polypiers (2 m.).
- b) Oolithe grossière un peu marneuse avec *Ostrea acuminata* Sow., *O. gregaria* Sow., *Terebratula globata* Sow., *Clypeus Ploti* Kl. (4 à 5 m.)
- a) Marno-calcaire, passant à sa partie supérieure à une oolithe blanche, et renfermant *Ostrea acuminata*, *Homomya gibbosa* Ag., *Avicula echinata* Sow.

Les couches à *Ostrea Knorri* (e) sont caractéristiques pour le Jura argovien; les couches à *Cidaris maeandrina* (c) semblent correspondre au niveau supérieur de l'oolithe subcompacte. Quant aux couches à *Ostrea acuminata* (a), elles occupent ici un niveau nettement inférieur à celui des couches sem-

blables du Jura bernois ; en les suivant vers l'O, on les voit devenir de plus en plus calcaires et se confondre finalement avec le reste de l'oolithe subcompacte.

Dans la région de Klingnau et de Zurzach les couches à *Park. Parkinsoni* sont représentées par 38 m. à peu près de marno-calcaires renfermant à la base *Park. Parkinsoni*, *Park. neuffensis* Oppel, *Bel. giganteus* Schloth., et à leur partie supérieure *Oppelia aspidoïdes* Opp., *Ostrea Knorri*. — Dans la chaîne du Lägern ce niveau présente exactement le même faciès de marnes noires que M. Schalch a décrit du Wutachthal.

Les couches à *Rhynchonella varians*, qui sont représentées dans le Jura bernois par le « calcaire roux sableux » de Thurmann, prennent plus à l'E le faciès de marnes alternant avec des bancs calcaires. Leur faune, très riche, est bien connue ; on y trouve en particulier les ammonites caractéristiques de la « Great oolithe » d'Angleterre. Il est donc évident que le Hauptrogenstein du Jura, à l'exception peut-être de sa zone supérieure à *Park. ferruginea* et *Opp. aspidoïdes*, représente un niveau plus bas que la grande oolithe d'Angleterre.

Les couches à *Macr. macrocephalus* présentent leur développement normal dans le Jura bâlois et soleurois, où elles sont formées de 50 m. environ de marnes alternant avec des calcaires sableux et renfermant *Macr. macrocephalus* Schloth., *Sphraeroc. cf. microstoma* d'Orb., *Perisph. funatus* Oppel, etc.... Tandis que les marnes prédominent à la base, les calcaires gagnent progressivement en importance vers le haut, en même temps qu'ils deviennent plus spathiques, prenant le faciès de la Dalle nacrée. Vers l'O ces couches diminuent d'épaisseur et deviennent de plus en plus calcaires et spathiques. Dans le S et l'E du Jura argovien elles sont réduites à quelques mètres d'épaisseur et renferment des parties oolithiques ferrugineuses.

Les couches à *Reineckeia anceps* et *Peltoceras athleta* n'existent dans le Jura septentrional que sous forme sporadique et n'ont jamais que quelques centimètres d'épaisseur. L'auteur a réussi cependant à y reconnaître en deux points différents, dans la cluse d'Oensingen et près de Liesberg dans la vallée de la Birse, des niveaux paléontologiques bien distincts.

Quant aux couches à *Cardioceras Lamberti* et *Card. cor-*

datum, elles existent dans le Jura argovien mais y sont excessivement réduites.

Vers l'E et vers le S elles sont remplacées par un dépôt oolithique dans lequel sont mélangées des ammonites des zones à *R. anceps*, *Pelt. athleta*, *Card. Lamberti* et *Card. cordatum* et qui est sans aucun doute un produit de remaniement. Nous avons ici la preuve d'une émersion et d'une érosion qui expliquent suffisamment la réduction de tout le Callovien dans cette région. Cette émersion est confirmée d'autre part par les trous de Pholades abondants sur la surface des couches à *M. macrocephalus* et par la présence de nombreux cailloux roulés dans la couche à fossiles mélangés.

L'auteur termine par quelques considérations sur la structure et l'origine des oolithes. Il admet que le mouvement de l'eau est nécessaire à la formation de ces roches qui représentent donc des dépôts de faible profondeur. Les oolithes ferrugineuses paraissent être encore plus exclusivement littorales que les oolithes blanches ; il est à remarquer qu'elles reposent très souvent sur des surfaces corrodées et par conséquent antérieurement émergées ; c'est le cas de l'oolithe de Bayeux, comme aussi de plusieurs dépôts oolithiques du Jura.

M. MÜHLBERG¹ revient dans une petite note additionnelle sur le caractère littoral et d'eau peu profonde des dépôts medio-jurassiques dans la partie NE du Jura suisse et sur l'absence complète de ces dépôts vers le S. Ces faits lui semblent démontrer que la région au S du Jura oriental devait être émergée pendant l'époque callovienne et infra-oxfordienne.

M. KARL STRÜBIN² a décrit un beau profil à travers le Dogger inférieur, qui est visible dans le lit de l'Ergolz au pied de la colline de Hasenacker, près de Liestal. Ce profil, déjà étudié du reste par M. Greppin offre de bas en haut la succession suivante :

A. Zone à *Ludwigia Murchisonae*.

1. Calcaire gris-rougeâtre, spathique finement oolithique avec *Ludw. Murchisonae* Sow. et *Pecten pumilus* Lam. (1,5 m.)

¹ M. MÜHLBERG. Ergänzende Notiz zur vorläufigen Mittheilung über die Stratigraphie des braunen Jura im nordwestlichen Juragebirge. — *Elog. geol. helv.*, tome VI, p. 505-506.

² KARL STRÜBIN. Ein Aufschluss der Sowerbyi-Schichten im Baseler Tafeljura. — *Elog. geol. helv.*, 1900, tome VI, p. 332.

2. Calc. marneux gris-bleu, finement oolithique, avec *L. Murchisonae*, *Lioc. concavum* Sow., *Pecten pumilus* (0,12),
3. Calc. sableux, micacé et bien stratifié, brunâtre, avec *Pecten Gingensis* Quenst., *Avicula* sp., etc. (0.2 m.)
4. Calc. gris-bleu, sableux et micacé avec un fragment de *Ludwigia* sp. (0.25 m.)
5. Calc. sableux, jaune à la surface, sans fossile (0.15 m.)
6. Marne bleuâtre, micacée, sans fossile (0.15 m.).
7. Calc. gris-verdâtre, finement spathique, avec débris de Bivalves (0.8 m.).

B. Zone à *Sonninia Sowerbyi*.

8. Calc. marneux, à concrétions, devenant jaune à la surface (0.1 m.)
9. Marne micacée bleuâtre, avec cristaux de gypse, renfermant *Bel. Gingensis* Op., *Bel. praecursor* (?) Mayer et quelques Lamellibranches (1.8 m.).
10. Calc. oolithique, bleuâtre, avec concrétions, à *Hyperlioc. discoïdeum* Quenst., *Bel. Blainvillei* Voltz (0.15 m.).
11. Marne micacée, grise, renfermant à la base des bancs oolithiques avec *Gryphaea sublobata* Desh., *Pholad. reticulata* Ag., *Inoceramus polyptychus* Römer, *Pecten pumilus* Lam. *Bel. Blainvillei* Voltz, *Bel. Gingensis* Op. (3 m.)
12. Marno-calcaire oolithique, bleuâtre, à concrétions, avec *Bel. Blainvillei* Voltz, *Pecten lens* Sow. (0.18 m.)
13. Marne grise, à petites concrétions, *Inoceramus polyptychus* Röem. et *Sonninia jugifera* Waag. (7.5 m.)
14. Marnes noires à concrétions et oolithes ferrugineuses, renfermant *Cidaris Gingensis* Waag., *Rhabdocidaris horrida* Mer., *Pentacrinus bajociensis* d'Orb., *Pentacrinus cristagalli* Quenst., *Terebratula globulus* Waag. (0.20 m.)
15. Calc. spathique bleuâtre, grossièrement oolithique, à *Sonninia Sowerbyi*, *Pœciliomorphus Schlumbergeri* Haug, *Pleuromya elongata* Goldf., *Gresslya abducta* Phil., *Astarte excavata* Sow., *Protocardia striatula*, *Modiola scalata* Waag., *Anomia Gingensis* Quenst., *Lima proboscidea* Lam., *Lima semicircularis* Münster, *Lima pseudovalis* Waag., *Pecten pumilus* Lam., *Pecten Gingensis* Quenst., *Rhynchonella tenuispina* Waag., *Rhynch. parvula* Desh., *Terebratula Phillipsii* Mor. et Lyc., etc. (0.40 m.)
16. Marnes noires avec débris de Pecten, de Cidaris et de Bryozoaires et des dents de Squales. (0.50 m.)

17. Calc. spatique, brun à la surface avec *Pecten pumilus* (0.43 m.).

18. Calc. à Echinodermes, en plaquettes, gris, avec *Rhabdocidaris horrida*. (0.15 m.)

19. Marne bleue, micacée, avec cristaux de gypse renfermant *Bel. giganteus var. ellipticus* Miller. (4 m.)

C. Zone à *Sphaeroceras Sauzei*.

20. Calc. gris-bleuâtre, en bancs alternant avec de fines couches de marnes avec *Bel. giganteus var. ellipticus* Miller. (2.6 m.)

L'auteur termine par une courte description des deux variétés *trigonatus* Quenst. et *rudis* Quenst de *Sonninia Sowerbyi*.

M. von HUENE¹ donne dans son étude géologique des environs de Liestal une description très sommaire des couches du Dogger de cette région. Il a relevé dans les carrières d'Engelburg près de Bubendorf la succession suivante de haut en bas :

6. Couches à *Rhynch. varians*.

5. Marnes oolithiques à Discoïdées. (5 m.)

4. Couche à
Ter. maxillata. (3.9 m.) { f) Calc. dur, gris à Polypiers. (0.35 m.)
e) Marnes à *Ter. maxillata*. (0.90 m.)
d) Banc composé presque exclusivement de Polypiers (0.60 m.)
c) Oolithe brune et grise. (0.40 m.)
b) Marne à *Ter. maxillata*. (0.80 m.)
a) Calc. compact gris (0.85 m.).

3. Oolithe blanche. (10 m.)

2. Oolithe en couches dont les surfaces sont rugueuses et supportent des intercallations sableuses. (15 m.)

1. Calc. schisteux, foncé ou jaunâtre. (0.50 m.)

+ 12 m. de Hauptrogenstein.

Il faut remarquer l'absence dans ce profil de la couche oolithique qui sépare ailleurs la zone à *Ter. maxillata* de l'oolithe à Discoïdées. Cette couche qui atteint encore 9 m. à Mönchenstein a été assimilée à tort au Forest marble.

¹ Dr F. von HUENE. Geologische Beschreibung der Gegend von Liestal im Schweizer Tafeljura. — Verh. der naturf. Ges. Basel, B. XII, H. 3, p. 293.

M. GREPPIN¹ a terminé l'année dernière sa belle monographie paléontologique du **Bajocien supérieur des environs de Bâle**. Dans la partie de cette étude, qui vient de paraître, il décrit encore 64 espèces de Lamellibranches, Brachiopodes, Vers et Echinodermes qui se répartissent de la façon suivante entre les divers niveaux paléontologiques du Bajocien :

A. Zone à Lioceras concavum.

Ctenostreon pectiniforme Schloth.

B. Zone à Sonninia Sowerbyi.

| | |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Lima Annonii, Merian. | Alectryonia flabelloïdes, Lam. |
| » Schimperi, Branco. | Gryphaea sublobata, Desh. |
| » alticosta, Chap. et Dew. | Rhynchonella subtetraedra, Dav. |
| » Mülleri, Greppin. | » spinosa, Schlot. |
| Ctenostreon pectiniforme, Schlot. | Cidaris spinulosa, Roemer. |

C. Zone à Sphaeroceras Sauzei.

| | |
|--|--|
| Lima Mattheyi, Greppin. | Zeilleria subbucculenta, Chap. et Dew. |
| Ctenostreon pectiniforme, Schlot. | Aulacothyris carinata, Lam. |
| Alectryonia flabelloïdes, Lam. | Rhynchonella Pallas, Chap. et Dew. |
| » crenata, Goldf. | » subangulata, Dav. |
| Ostrea eduliformis, Schloth. | » subdecorata, Dav. |
| Terebratula globata var. Birdlipensis, Walker. | » spinosa, Schlot. |
| Heimia Mayeri, Choffat. | Rhabdocidaris horrida, Merian. |
| Collyrites ringens, Desm. | Collyrites Gillieroni, Desor. |

D. Zone à Stephanoceras Humphriesi.

| | |
|-----------------------------------|--|
| Lima semicircularis, Goldf. | Alectryonia asellus, Merian. |
| » Annonii, Merian. | » Knorri, Voltz. |
| » Schimperi, Branco. | » rastellaris, Goldf. |
| » impressa, Mor. et Lyc. | Ostrea eduliformis, Schlot. |
| » propinqua, Merian. | » obscura, Sow. |
| » concinna, Merian. | » calceola, Zieten. |
| » alticosta, Chap. et Dew. | » sandalina, Goldf. |
| » duplicata, Sow. | Terebratula perovalis, Sow. |
| Limea duplicata, Goldf. | » omalogastyr, Zieten. |
| Limatula helvetica, Op. | » würtembergica, Op. |
| Ctenostreon pectiniforme, Schlot. | » cf. decipiens, Desl. |
| Semipecten tuberculosus, Goldf. | » Philipsii, Mor. |
| Alectryonia flabelloïdes, Lam. | » Buckmanni var. buckmanniana, Walker. |
| » crenata, Goldf. | |

¹ ED. GREPPIN. Description de fossiles du Bajocien sup. des environs de Bâle. — *Mémoires de la Soc. pal. suisse*, Vol. XXVII, 3^e partie avec 7 pl. et 1 tableau stratigraphique.

| | |
|---|---|
| <i>Heimia Mayeri</i> , Choffat. | <i>Serpula grandis</i> , Goldf. |
| <i>Zeilleria cadomensis</i> , Desl. | » <i>flaccida</i> , Goldf. |
| » <i>subbucculenta</i> , Chap. et Dew. | » <i>socialis</i> , Goldf. |
| » <i>Waltoni</i> , Dav. | <i>Rhabdocidaris horrida</i> , Merian. |
| <i>Aulacothyris carinata</i> , Lam. | <i>Pseudodiadema pentagonum</i> , Wright. |
| <i>Rhynchonella quadriplicata</i> , Ziet. | <i>Hemipedina aspera</i> , Desor. |
| » <i>Pallas</i> , Chap. et Dew. | » <i>perforata</i> , Wright. |
| » <i>obsoleta</i> , Sow. | <i>Pedina inflata</i> , Desor. |
| » <i>acuteicosta</i> , Zieten. | <i>Collyrites ringens</i> , Desm. |
| » <i>spinosa</i> , Schlot. | » <i>Gillieroni</i> , Des. |
| <i>Acanthothyris Crossi</i> , Walker. | <i>Pentacrinus crista-galli</i> , Quenst. |
| <i>Serpula tetragona</i> , Sow. | » <i>bajociensis</i> , d'Orb. |
| » <i>convoluta</i> , Goldf. | <i>Crenaster prisca</i> , Goldf. |
| » <i>lumbricalis</i> , Schlot. | |

E. Zone à *Stephanoceras Blagdeni*.

| | |
|---------------------------------|---|
| <i>Lima Choffati</i> , Greppin. | <i>Ctenostreon pectiniforme</i> , Schlot. |
|---------------------------------|---|

M. Greppin donne en terminant la liste d'une série de fossiles qui ont été découverts par M. Strübin depuis la publication des deux premières parties de ce travail dans la zone à *Lioceras opalinum*. Nous ne citons ici que les Céphalopodes :

| | |
|--|--|
| <i>Lioceras opalinum</i> , Rein. | <i>Lytoceras torulosum</i> , Schübler. |
| <i>Grammoceras subundulatum</i> , Branco | » <i>dilucidum</i> , Op. |
| » cfr. <i>subserrodens</i> , Branco. | <i>Belemnites breviformis</i> , Voltz. |
| <i>Hammatoceras</i> cfr. <i>subinsigne</i> , | » <i>inornatus</i> , Phil. |
| Opp. | » <i>tricanaliculatus</i> , Zieten. |

Malm du Jura. M. ED. GREPPIN¹ a publié un aperçu critique des travaux de MM. J.-B. Greppin, Choffat et Rollier sur la question des **parallélismes du Jurassique supérieur** dans le Jura septentrional. Il se range à l'opinion de M. Rollier et admet en particulier le parallélisme de l'Argovien et du Rauracien. Il se base pour cela spécialement sur la région de Seewen et Büren, où l'on peut voir les couches de Geissberg et d'Effingen remplacées latéralement sur une très courte distance par les calcaires coralligènes. Le contraste de facies entre le N et le S du Jura septentrional peut s'expliquer en admettant que, à l'époque argovienne, le bord du massif alors émergé des Vosges et de la Forêt Noire était occupé par une zone de récif, tandis qu'au large de ce massif, vers

¹ ED. GREPPIN. Ueber den Parallelismus der Malmschisten im Jura Gebirge. — *Verh. der naturf. Ges.-Basel*, B. XII, H. 3, p. 402, avec 4 tableau.

le S, par suite d'un approfondissement rapide de la mer, se déposaient des formations pélagiques.

A cette notice est joint un tableau qui établit les parallélismes exacts entre l'Oxfordien, l'Argovien et le Séquanien du Jura bernois et les formations correspondantes du Jura argovien.

M. von HUENE¹ a fait une étude détaillée des divers affleurements de **Malm des environs de Liestal**.

Ces affleurements sont assez nombreux soit au N, soit au S de l'Ergolz, mais ils sont le plus souvent très peu étendus et ne montrent jamais qu'une petite partie de la série suprajurassique à la fois. Pourtant, en comparant ses nombreuses observations, l'auteur a pu établir une succession caractéristique pour l'ensemble de la région et que l'on peut subdiviser de bas en haut de la façon suivante :

1. Les couches à *Macrocephalites macrocephalus*.

2. Les argiles à *Quenstedticeras Lamberti* et *Peltoceras athleta*. Cette formation renferme à sa partie supérieure des chailles qui deviennent de plus en plus abondantes vers le haut. Il se fait ainsi un passage graduel des argiles aux couches suivantes.

3. Calcaire clair à *Cardioceras cordatum* Sow.

4. Les couches de Birmensdorf, qui présentent ici un faciès très constant, tout à fait analogue à celui qu'on trouve dans le Jura argovien, et qui renferment un grand nombre de fossiles :

Belemnites hastatus, Blainv.

Perisphinctes plicatilis, Sow.

» *colubrinus*, Rein.

» *virgulatus*, Quenst.

» *crotalinus*, Siem.

» *Schilli*, Opp.

» *Choffati*, de Riaz.

» *Martelli*, Opp.

Peltoceras transversarium, Quenst. *Zeilleria delemontana*, Op.

» *perarmatum*, Sow.

Aspidoceras Oegir, Op.

Oppelia arolica, Op.

» *semiplana*, Op.

» *lophota*, Op.

» *stenorhyncha*, Op.

» *Pichleri*, Op.

Oppelia cf. Gmelini, Op.

Isocardia lochensis, Quenst.

» *cordiformis*, Lang.

Opis virdunensis, Buv.

Hinnites velatus, Goldf.

Alectryonia rastellaris, Goldf.

Terebratula bisuffarinata, Ziet.

» *Stockari*, Moesch.

» *Rollieri*, Haas.

Megerlea pectunculus, Schloth.

Cidaris propinqua, Münster.

» *cervicalis*, Ag.

Collyrites ovalis, Cotteau.

Dysaster granulosus, Münster.

Asterias jurensis, Quenst.

» *impressae*, Quenst.

Balanocrinus subteres, Goldf.

¹ v. HUENE. Geol. Beschr. der Gegend von Liestal.

5. Les couches d'Effingen qui rappellent exactement les formations correspondantes du Jura argovien. La base de ce complexe est calcaire et renferme de nombreux échantillons de Perisphinctes de grande taille : *P. plicatilis*, Sow., *P. subrota*, Chof., *P. rhodanicus*, Dum. La partie supérieure est marneuse vers le N, plus calcaire vers le S, et renferme alors une grande abondance de Pholadomyes : *Pholadomya exaltata*, Ag., *Ph. paucicosta*, Roem., *Ph. canaliculata*, Roem.

6. Les couches de Geissberg qui augmentent progressivement d'épaisseur du NE vers le SO et qui possèdent une faune mélangée composée d'espèces du Jura occidental d'une part, du Jura oriental d'autre part :

| | |
|---|---|
| <i>Perisphinctes columbinus</i> , Rein. | <i>Pleuromya</i> cf. <i>varians</i> , Ag. |
| <i>Nerinea contorta</i> , Buv. | <i>Rhynchonella corallina</i> , Leym. |
| <i>Pseudomelania heddingtonensis</i> , Sow. | <i>Cidaris florigemma</i> , Phil. » <i>Blumenbachii</i> , Münster. |
| <i>Gryphaea dilatata</i> , Sow. | <i>Hemicidaris intermedia</i> , Forbes. |
| <i>Lima Drya</i> , P. de Lor. | <i>Pentacrinus amblyscalaris</i> , Thurm. » <i>pentagonalis</i> , Goldf. |
| <i>Pecten vitreus</i> , Roem. | |
| <i>Lucina valfinensis</i> , P. de Lor. | |

7. Calcaires blancs coralligènes qui tantôt débutent à la base par les marno-calcaires de Seewen, tantôt alternent avec eux, et qui peuvent être parallélisés avec les couches à *Hemicidaris crenularis*.

8. Oolithe blanche et calcaire saccaroïde à *Diceras eximium*, Bayle, et *Astarte minuta*, Roem., qui représente ici le Séquanien inf.

9. Calcaires brunâtres, clairs, à *Zeilleria humeralis*, Roem., *Rhynchonella corallina*, Leym., *Pecten vimineus*, Sow., *P. episcopalis*, P. de Lor.

M. DE LORIOL¹ vient de compléter son précédent travail sur les couches à *Creniceras Renggeri* du Jura bernois par une monographie des mêmes formations des environs de Lons-le-Saunier. La faune étudiée dans ce nouveau travail a été récoltée par M. Abel Girardot : elle comprend 103 espèces dont 61 Céphalopodes, 21 Gastéropodes, 18 Lammellibranches et 3 Brachiopodes. Sur ces 103 espèces, 69 ont déjà été décrites dans la monographie concernant le Jura bernois ; 34 au contraire n'ont pas été signalées jusqu'ici dans le Jura

¹ P. DE LORIOL. Etude sur les Mollusques et Brachiopodes de l'Oxfordien inf. ou zone à Am. Renggeri du Jura lédonien. — *Mémoires de la Soc. pal. suisse*, vol. XXVII, 1900, 143 p., 19 fig. i. texte et 6 pl.

bernois et parmi ces dernières 17 sont complètement nouvelles.

Ces 34 espèces sont les suivantes:

| | |
|---|---|
| <i>Belemnites hastatus</i> , Blainw. | <i>Perisph. montrivelensis</i> , sp. nov. |
| » <i>sauvanaeus</i> , d'Orb. | <i>Peltoceras athletulus</i> , Ch. Mayer. |
| » <i>Coquandi</i> , d'Orb. | <i>Alaria ? Mairei</i> , sp. nov. |
| » <i>pressulus</i> , Quenst. | » <i>Berlieri</i> , sp. nov. |
| <i>Phylloceras Zignodianum</i> , d'Orb. | <i>Cerithium Girardoti</i> , sp. nov. |
| » <i>transiens</i> , Pomp. | <i>Eligmoloxus ? Choffati</i> , sp. nov. |
| <i>Harpoceras trimarginatum</i> , Op. | <i>Natica billodensis</i> , sp. nov. |
| » <i>Eucharis</i> , d'Orb. | <i>Neritopsis Deslongchampsi</i> , Beau-doin. |
| <i>Hecticoceras Sveum</i> , Bonar. | <i>Littorina Meriani</i> , Goldf. |
| <i>Haploceras Erato</i> , d'Orb. | <i>Purpurina ? Mairei</i> , sp. nov. |
| <i>Oppelia Baylei</i> , Coq. | <i>Pleurotomaria ? andelotensis</i> sp. nov. |
| » <i>ledonica</i> , sp. nov. | <i>Lucina Berlieri</i> , sp. nov. |
| <i>Sphaerooceras Chapuisi</i> , Op. | <i>Astarte Girardoti</i> , sp. nov. |
| <i>Perisphinctes billodensis</i> , sp. nov. | <i>Arca Berlieri</i> , sp. nov. |
| » <i>Mairei</i> , sp. nov. | <i>Pecten subfibrosus</i> , d'Orb. |
| » <i>Bonjouri</i> , sp. nov. | <i>Ostrea unguis</i> , Merian. |
| » <i>ledonicus</i> , sp. nov. | |
| » <i>Girardoti</i> , sp. nov. | |

La faune des couches à *Cren. Renggeri* du Jura ledonien présente du reste la plus grande analogie avec celle du Jura bernois; il est à remarquer pourtant que certaines espèces d'ammonites, très fréquentes dans une des deux régions, sont rares dans l'autre; ainsi *Harpoceras Hersitia*, d'Orb., est rare dans les environs de Lons-le-Saunier, tandis qu'il abonde dans le Jura bernois; inversément, *Harpoceras rauracum*, Ch. Mayer, et *Perisphinctes Kobyi* sont beaucoup plus richement représentés dans le Jura lédonien que dans le Jura bernois.

La monographie paléontologique de M. de Loriol est suivie par une notice stratigraphique due à M. L.-A. GIRARDOT¹ et concernant les marnes à *Cren. Renggeri* dans le Jura ledonien, c'est-à-dire dans toute la région comprise à l'O des hautes chaînes, entre Salins au N, Saint-Amour et Saint-Julien au S.

Dans toute cette étendue les couches à *Cren. Renggeri*, qui constituent la base de l'Oxfordien, reposent sur la zone à *Pelt. athleta* qui renferme en grande abondance *Belemnites latesulcatus*, d'Orb., et *Aptychus berno-jurensis*, Th.

Prof. L.-A. GIRARDOT. Notice stratigraphique sur les marnes à Am. *Renggeri* du Jura Lédonien. — *Mém. de la Soc. pal. suisse*, vol. XXVII, 1900, 52 p.

Tandis que les marnes reposent ainsi sur un faciès constant elles supportent au contraire des séries diverses suivant les régions. Au N, dans les environs de Besançon et jusque près de Salins, elles sont recouvertes par les marnes et marno-calcaires à *Pholadomya exaltata* du type franc comtois, tandis que vers l'E et le SE elles supportent les couches de Birmensdorf du type argovien. Le tableau suivant montre du reste clairement le déplacement progressif de l'E à l'O de la limite entre les deux faciès franc-comtois et argovien :

| Nans sur Sainte-Anne. | Andelot en montagne. | Champagnole Mont Rivel. | Chatelneuf et la Billode. | Morez et Saint-Claude. |
|---|--|---|--|---|
| Couches à <i>Pholadomya</i> <i>exaltata</i> . 35 à 40 m. | Couches d'Effingen 96 m. Couches de Birmensdorf 4 m. 50 Couches à Phol. exaltata 13 m. | Couches du Geissberg 60 m. Couches d'Ef- fingen. 96 m. Couches de Birmensdorf 9 m. 40 Couches à Phol. exaltata 4 m. 50 | Couches du Geissberg 58 m. Couches d'Ef- fingen. 96 m. Couches de Birmensdorf. 13 m. | Couches du Geissberg } 210 m. Couches d'Effingen. |
| Marnes à Cren. Reng- geri 25 à 30 m. | Marnes à Cren. Reng- geri. 25 m. | Marnes à Cren. Reng- geri. 23 m. | Marnes à Cren. Reng- geri. 25 m. | Couches de Birmensdorf. 20 m. |

Les couches à *Creniceras Renggeri* forment un complexe très uniforme de 25 m. environ d'épaisseur, de marnes argileuses, dures, grises-noirâtres à l'intérieur, mais devenant plus claires à l'air. Ces marnes sont avant tout caractérisées par les innombrables fossiles pyriteux qu'elles renferment avec des concrétions de pyrite qui sont surtout fréquentes à la partie supérieure. On y trouve d'autre part des cristaux de gypse en grand nombre et atteignant parfois des dimensions importantes. La faune est composée en très grande partie de Mollusques et surtout d'ammonites ; les débris végétaux ne consistent qu'en des fragments de tiges indéterminables et en des graines de Cycadées, qui se trouvent à l'état de rareté dans les marnes à la Billode et à Châtillon, et appartiennent à deux espèces décrites par M. de Saporta *Cycadeospermum Berlieri* et *Cycadeospermum Choffati*.

L'un des gisements les meilleurs et les plus fossilifères des marnes à *Cr. Renggeri* se trouve à la Billode près de la gare de Vaudioux. Les marnes oxfordiennes qui reposent ici sur les couches marneuses et oolithiques du Callovien supérieur à *Peltoceras athleta*, *Belemnites latesulcatus*, d'Orb., et *Aptychus berno-jurensis*, Th., ont environ 25 m. d'épaisseur et supportent directement les couches de Birmensdorf à *Ochetoceras canaliculatum*, Buch., *Neumayria Bachi*, Op., *Aspidoceras Oegir*, Op., etc.... Elles se divisent en un niveau inférieur excessivement fossilifère et un niveau supérieur beaucoup moins riche, quoique renfermant encore un grand nombre de fossiles. *Cardioceras cordatum* est notamment plus fréquent au niveau supérieur qu'au niveau inférieur ; il en est de même de *Harpoceras rauracum* ; en outre on trouve dans les couches supérieures *Harpoceras trimarginatum* et *Harp. Eucharis* qui manquent plus bas. Par contre *Hecticoceras Bonarelli* devient très rare au niveau supérieur, les Phylloceras y sont réduits à une seule espèce, du reste peu fréquente : *Oekotraustes scaphitoïdes* y a presque disparu et les Peltoceras y sont très réduits.

M. Girardot, qui a recueilli à la Billode plus de 10 000 échantillons, y a reconnu la présence de 98 espèces distinctes dont il donne la liste complète. Les ammonites se répartissent entre 47 espèces et forment près du 84 % des échantillons trouvés.

Un autre affleurement important se trouve à la base du Mont-Rivel vers la gare de Champagnole. Ici les marnes à *Cr. Renggeri*, épaisses de 23 m. environ, passent à leur partie supérieure aux marnes à banc calcaréo-marneux à *Pholadomya exaltata*. A 4^m50 au-dessous de leur limite supérieure elles renferment un petit banc marno-calcaire qui se délite en débris irréguliers. Les couches à sphérites avec *Phol. exaltata* n'ont ici que 4^m50 d'épaisseur et supportent à leur tour les couches de Birmensdorf.

Ce gisement, dans lequel la partie moyenne et supérieure des marnes oxfordiennes est seule visible, est caractérisé par la très grande abondance des *Harpoceras* (*H. rauracum*, *H. Eucharis*, *H. trimarginatum*) des *Hecticoceras* et des *Oekotraustes* (*Oek. Kobyi*) et par la rareté relative des *Perisphinctes* et des *Peltoceras*. Dans la partie supérieure *Cardioceras cordatum* devient très abondant et en particulier la variété A de M. de Loriol.

Les marnes à *Cr. Renggeri* se montrent en différents points à l'E de Lemuy, Chapois et Andelot sous les couches à

Pholadomya exaltata, dont l'épaisseur est ici notablement plus grande qu'à Mont-Rivel.

La région de l'Eute fournit, elle aussi, divers affleurements, soit près de Mirebel, soit dans les environs de Châtillon. Près de cette dernière localité se trouve un gisement de marnes oxfordiennes particulièrement fossilifère, dans lequel existe, à quelques espèces près, la faune de la Billode. D'autre part, plusieurs gisements fossilifères des couches à *Creniceras Renggeri* se trouvent dans les environs de Lons-le-Saunier et enfin ces mêmes couches affleurent encore dans la partie méridionale du Jura lédonien, au S de la ligne Beaufort-Clairvaux.

En étudiant ainsi comparativement les nombreux gisements fossilifères des marnes à *Creniceras Renggeri* dans le Jura lédonien, M. Girardot a pu reconnaître dans ce complexe 3 niveaux paléontologiques qui se distinguent par des différences importantes dans la fréquence relative des espèces d'ammonites et par la présence de certaines formes qui sont propres à l'un d'eux spécialement.

A. Niveau inférieur, formant la base des marnes à la Billode et à Châtillon sur l'Ain. Ce niveau est très fossilifère, les *Quenstedticas* y sont relativement abondants, tandis que *Cardioceras cordatum* y est rare. *Hecticoceras Bonarelli* y est très fréquent, tandis que *Harpoceras rauracum* est très rare et que *Harp. Eucharis* et *Harp. trimarginatum* manquent complètement. Les espèces suivantes paraissent propres à ce niveau : *Kepplerites Petitclerci*, P. de Lor., *Oppelia Spixi*, Oppel, *Op. Langi*, P. de Lor., *Op. Mayeri*, P. de Lor.

B. Niveau moyen, qui n'affleure pas à la Billode et forme au Mont-Rivel la base de l'affleurement. Cette zone présente des caractères de passage entre les deux autres, tout en se rapprochant davantage du niveau supérieur. Les *Cardioceras cordatum* et les *Harpoceras rauracum* y deviennent déjà plus abondants, tandis que les *Hecticoceras* y ont subi une réduction sensible. *Peltoceras Choffati*, P. de Lor., et *Oppelia ? puellaris*, P. de Lor., n'ont été trouvées jusqu'ici qu'à ce niveau.

C. Niveau supérieur, caractérisé par la grande abondance des *Card. cordatum* et des *Harp. rauracum* par la présence de *Harp. trimarginatum* et *Harp. Eucharis* et par la rareté relative des *Hecticoceras*, des *Perisphinctes* et des *Peltoceras*.

Versant S-E de la Forêt Noire. — M. SCHALCH¹ a pu, grâce à des fouilles pratiquées près d'Ewattingen, sur la Wutach, établir un profil précis de la zone de contact du Keuper et du Lias inférieur de cette région. Il a constaté que l'Hettangien inférieur à *Psiloceras Johnstoni*, Sow., *Nautilus striatus*, Sow., *Lima punctata*, Sow., repose directement sur le Keuper supérieur. Le Rhétien fait donc ici complètement défaut, tandis que l'Hettangien et le Sinémurien sont bien développés et fossilifères. Cette constatation confirme du reste le fait observé déjà en divers autres points de l'absence du Rhétien sur le versant SE de la Forêt Noire, ainsi que dans le NE du Jura.

M. SCHALCH² donne d'autre part dans un récit d'excursions faites dans la **région de Donaueschingen** de nombreux renseignements stratigraphiques sur les formations jurassiques qui s'y présentent. C'est surtout près d'Achdorf sur la Wutach et au Eichberg près de Blumberg, que les couches jurassiques se prêtent bien à une étude. A Achdorf affleurent le Lias et le Dogger jusqu'aux argiles à *Park. Parkinsoni*; près de Blumberg l'on peut suivre la série du Dogger et du Malm depuis les couches à *Lytoceras jurense* jusqu'au niveau à *Peltoceras bimammatum*.

Le système jurassique présente dans la région de la Baar et du Randen, de haut en bas, la succession suivante :

Malm.

- e) Calc. en bancs à *Reineckeia mutabilis*.
- d) Couches à *Oppelia tenuilobata*. (20 m.)
- c) Calc. bien stratigraphiés à *Peltoceras bimammatum*. (90 m.)
- b) Argile à *Aulacothyris impressa* dans lesquels sont intercalés de nombreux bancs marneux et calcaires. On y distingue à la base deux bancs calcaires à Nullipores. (60 m.)
- a) Couches de Birmensdorf à *Peltoceras transversarium*. (0.2 m.)

¹ F. SCHALCH. Ueber einen neuen Aufschluss an der Keuper-Lias-Grenze bei Ewattingen an der Wutach. — *Mitth. der gross. badischen geol. Landesanstalt*, 1900, B. IV, H. 4.

² Dr F. SCHALCH. Exkursionen nach Hüfingen, Hausen vor Wald, Marbach an die Wutach, April 1900. — *Bericht über die 33. Versam. des oberrhein. geol. Vereins in Donaueschingen*, p. 43.

Dogger.

- l)* Marnes à *Cardioceras cordatum* très peu épaisses.
- k)* Couche oolithique à *Macr. macrocephalus*. (1,5 m.)
- j)* Calc. à *Rhynchonella varians*. (5,5 m.)
- i)* Argiles à *Ostrea Knorri*, *Oppelia fusca*, *Parkinsonia ferruginea*. (6,5 m.)
- h)* Couches à *Parkinsonia Parkinsoni*, formées d'argiles avec de petits bancs calcaires intercalés (47 m.)
- g)* Argiles avec bancs calcaires minces à *Park. subfurcata*. (2,5 m.)
- f)* Couches à *Stephanoceras Humphriesi*, calcaires à leur partie supérieure et renfermant *St. Humphriesi* et *St. Blagdeni*, marneux à la base et dans leur partie moyenne et renfermant *Belemnites giganteus* et *Rhabdodiscularis horrida*. (14 m.)
- e)* Calc. bleu à *Cancellophycus scoparius*.
- d)* Couches à *Sonninia Sowerbyi* formées en grande partie d'argiles avec à leur partie moyenne des bancs marnocalcaires fossilifères contenant *S. Sowerbyi* et *Ostrea sublobata* (18,5 m.)
- c)* Couches à *Ludwigia Murchisonae* comprenant 4 m. de calcaires marneux à *L. Murchisonae*, *Oxynoticeras stauense*, *Pecten pumilus* et au-dessous 14 m. d'argiles sans fossiles.
- b)* Couches argileuses à *Trigonia navis* limitées en haut et en bas par un mince banc calcaire. (9 m.)
- a)* Argiles à *Lioceras opalinum* et *Lytoceras torulosum*. (6,5 m.)

Lias.

- k)* Marnes à *Lytoceras jurense*. (2,5 m.)
- j)* Argiles à *Posidonomya Bronni* avec 3 bancs minces de calcaires bitumineux. (12 m.)
- i)* Zone à *Amaltheus spinatus*. (1,3 m.)
- h)* Zone à *Amaltheus margaritatus*. (5 m.)
- g)* Zone à *Dumortieria Jamesoni* et *Deroceras Davoei*. (3 m.)
- f)* Banc calcaire à *Grypheea obliqua*. (0,3 m.)
- e)* Argiles à *Arietites obtusus*. (20 m.)
- d)* Calcaire à *Arietites Bucklandi* et *Grypheea arcuata*. (5-6 m.)

- c) Banc à *Schlotheimia angulata*. (0,8 m.)
- b) Argile sans fosile (7,5 m.)
- a) Banc calcaire à *Psiloceras Johnstoni*. (0,5 m.)

CRÉTACIQUE.

MM. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT¹ ont décrit sommairement les principaux niveaux du Crétacique des environs de Kandersteg, qu'ils subdivisent comme suit :

- e) Gault formé de grès qui affleurent près du sommet du Wildstrubel.
- d) Argiles aptiennes associées au Gault.
- c) Calcaire blanc, gris ou foncé, compact et formant un seul banc de 80 à 150 m. d'épaisseur, représentant l'Urgonien (Schrattenkalk).
- b) Calcaires gris, foncés, gréseux avec lits marneux, représentant l'Hauterivien. (150-200 m.)
- a) Schistes et calcaires foncés de Berrias avec *Cidaris pretiosa*. L'épaisseur normale de cette couche ne peut être évaluée à cause des phénomènes d'étirement ou de plissement qu'elle a subis.

D'après M. LUGEON² la série infracrétaïque présente dans la région comprise entre le Sanetch et la Kander sensiblement les mêmes caractères que dans les Hautes Alpes vaudoises. Sous la Plaine Morte l'Urgonien passe latéralement vers le S à un faciès schisteux foncé, analogue à celui du Néocomien. L'Aptien, qui prend le faciès du calcaire à rudites, se confond avec l'Urgonien. L'Albien est très fossilifère sous la Plaine Morte; au-dessus repose le Sénonien, qui est formé par les calcaires de Seewen à *Ananchytes ovata* et par des schistes crayeux. Ces derniers supportent vers le S les masses noires des couches de Wang, dont le caractère transgressif est très net.

M. S. BLUMER³ a reconnu dans les pentes SE du Glärnisch, interprétées successivement de façons très différentes par MM. Baltzer, Heim et Rothpletz, l'existence de toute la série crétacique normale dont il donne la coupe qui suit :

¹ M. LUGEON. Géol. de la région entre le Sanetsch et la Kander.

² DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT. Lötschberg u. Wildstrubel-Tunnel. Geol. Exp.

³ S. BLUMER. Eine geologische Beobachtung am SO Fusse des Glärnisch. — Eclog. geol. helv., t. VI, p. 348.

4. Calc. de Seewen typique. (10 m.)
 3. Grès vert du Gault à *Turrilites Bergeri*, Brong., *Acanthoceras Milletianum*, d'Orb., *Hamites attenuatus*, Sow. (10 m.)
 2. Calcaire coralligène de l'Urgonien avec des intercalations marneuses à *Orbitulina lenticularis*, d'Orb., *Waldheimia tamarindus*, *Terebratula cf. Sella*, *Rhynchonella Gibbsi*, Sow. (60 m.)

1. Néocomien et Valangien qui se décomposent de la façon suivante :

- | | | |
|---|---|-------|
| e) Bancs à <i>Exogyra Couloni</i> silicifiées. d) Bancs schisteux à <i>Exogyra Couloni</i> non silicifiées. c) Grès vert sans fossile. b) Calcaire siliceux, gris-bleuâtre. a) Calcaire siliceux rugueux, devenant brun clair à la surface. | } | 80 m. |
|---|---|-------|

Ce complexe repose normalement sur le Jurassique supérieur et il existe en réalité ici toute la série normale depuis le Trias jusqu'à l'Eocène.

D'après M. LORENZ¹ la série crétacique débute au Flaescherberg par un complexe dans lequel alternent le faciès marnocalcaire à *Aptychus* et le faciès schisteux sans fossile. Ces deux faciès se superposent dans un ordre qui varie beaucoup suivant les points, en sorte qu'on peut les considérer avec certitude comme contemporains. L'ensemble de ces couches représente le Berriasien et dans les bancs calcaires on trouve :

| | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| Belemnites latus, Blainv. | Phyllocrinus cf. helveticus, Ooster. |
| » bipartitus, Bl. | » sp. ind. |
| » cf. semicanaliculatus, Dudl. | Nulliporites alpinus, Heer. |
| » pistilliformis Bl. | » hechigensis, Qu. |
| Aptychus Beyrichi, Oppel. | Chondrites intricatus, Heer. |
| » cf. punctatus, Voltz. | » cf. piliiformis, Fischer. |
| » imbricatus, H. von Meyer. | Fucoïdes, sp. ind. |
| » noricus, Winkler. | |

Sur ce Berriasien reposent des schistes calcaires, gréseux et riches en limonite, ne renfermant pas de fossiles, qui terminent la série sédimentaire au Flaescherberg et qui paraissent représenter le Néocomien. L'auteur n'a constaté nulle part la présence de l'Urgonien et du Gault, signalés par M. Moesch dans la région.

¹ LORENZ. Monogr. des Flaescherberges.

Le Crétacique du faciès helvétique joue un rôle excessivement important dans la formation des chaînes de la **région de Giswyl**, récemment étudiée par M. HUGI¹, qui les décrit en détail.

A. Les couches de Berrias prennent un grand développement sur les deux versants de la vallée de Lungern à l'E et à l'O de cette localité. Vers l'O elles sont formées par un calcaire compact, foncé, bleuâtre ; vers l'E, elles se composent de schistes noirs dans lesquels M. Kaufmann a découvert *Bel. fusiformis*, Rasp., *Am. cf. callisto*, *Apt. Seranonis*, *Ter. diphyoïdes*, etc.

B. Le **Néocomien** présente un faciès constant ; il se compose d'un calcaire foncé, compact, finement cristallin, riche en silice, fréquemment sillonné de veines de calcite. Il est très développé sur le flanc oriental de la vallée de Lungern et dans le vallon de Dundel. Il est difficile de préciser sa limite avec les couches de Berrias vu l'analogie de faciès des deux étages et l'absence de fossile dans le Néocomien. Un affleurement important des mêmes couches se trouve sur les pentes qui descendent de l'Arnifirst vers Mittlest Arni.

C. L'**Urgonien** affleure à Rudenz sur la ligne du Brunig ; il manque par contre partout dans les environs du Giswylerstock où il n'est connu que sous forme de blocs empâtés dans le Néocomien près de son contact avec le calcaire de Seewen au-dessus du hameau de Dundel.

D. L'**Aptien** est inconnu dans toute la région.

E. Le **Gault** affleure près de Rudenz où il se présente sous forme de calcaire vert foncé, très dur, grossièrement cristallin, très riche en quartz. Par contre il n'est pas connu avec certitude dans la région spécialement étudiée par M. Hugi, qui lui attribue seulement avec certaines réserves des grès verts qui forment de nombreux blocs au SE de Mittlest Arni. Les grès verts de l'arête qui relie le Mändli à Biet, décrits comme Gault par M. Kaufmann, sont très probablement du Flysch. Il faut, par contre, considérer comme vraisemblablement albiens des blocs de grès verts empâtés dans le Néocomien supérieur de Dundel avec d'autres blocs d'Urgonien.

F. Le **calcaire de Seewen** est un calcaire compact, à grain très fin, gris ou jaunâtre. Il affleure sur le Gault, près de

¹ HUGI. Die Klippenregion von Giswyl.

Rudenz ; à l'arête de Biet on le voit reposer directement sur le Néocomien ; il forme en outre des affleurements peu étendus au Mändli et dans le vallon d'Arni ; près de Mittlest Arni il présente localement une coloration rouge et renferme des débris d'*Inoceramus*. Enfin nous retrouvons le calcaire de Seewen au-dessus de Dundel entre le Néocomien et les couches de Wang. Ce niveau est le plus souvent très riche en Foraminifères (*Nonionina globulosa*, Kaufm., *Lagena sphaerica*, Kaufm., *Textularia globulosa*, Ehrenberg).

Le calcaire rouge qui s'intercale vers Mittlest Arni dans le calcaire de Seewen normal, n'est qu'une modification locale de celui-ci et ne peut être assimilé aux « couches rouges », comme le fait M. Schardt. Il s'en distingue du reste par sa structure beaucoup plus compacte et homogène et par sa faune de foraminifères très différente.

G. Près de Brosmatt, vers l'extrême orientale du Giswylerstock, l'on voit affleurer au milieu du Flysch des schistes marneux que l'auteur place sous le nom de « Seewermergel » dans le Turonien et qu'il considère comme une modification de la partie supérieure du calcaire de Seewen.

H. Les **couches de Wang** représentent le Sénonien ; elles prennent une très grande extension dans toute la région de Giswyl et sont formées par des calcaires foncés, riches en quartz et en glauconie et des schistes gris très peu résistants. Ces couches ont un caractère franchement transgressif.

A côté de cette série crétacique du faciès helvétique qui joue un rôle fondamental dans la formation des chaînes de la région de Giswyl, l'on trouve un tout autre type du même système dans l'intérieur des Klippes et en particulier au Rothspitz. Sur le versant NO de cette sommité affleurent, en effet, au-dessous des couches tithoniques renversées des formations incontestablement crétaciques. La partie supérieure du profil est formée par 10 m. d'un calcaire gris très compact à taches foncées, absolument semblable au Néocomien de la chaîne du Stockhorn et renfermant *Aptychus angulicostatus* et *Apt. Didayi*. Sous ce Néocomien, du faciès des Préalpes, affleurent des « couches rouges » typiques qui représentent ici le crétacique supérieur. Cette formation si caractéristique, composée de calcaires marneux, plus ou moins gréseux, rouges ou localement gris, est très riche en Foraminifères (*Nonionina globulosa*, Kaufm., *Lagena sphaerica*, Kaufm., *Oligostegina laevigata*, Kaufm., *Pulvinula tricarinata*, Quereau).

D'autres affleurements de couches rouges se trouvent à l'E de l'arête du Rotphitz où elles reposent normalement sur le tithonique et près des chalets des Ribihütten.

M. DE GIRARD¹ donne un tableau d'ensemble des formations crétaciques dans les Préalpes fribourgeoises. Nous le reproduisons ici en le simplifiant légèrement:

| | |
|--|---|
| Crétacique supérieur. (Sénonien-Gault.) (50-100 m.) | Couches rouges. — Calc. schisteux rouges, blancs ou gris-vertâtres, renfermant des Foraminifères et des <i>Inoceramus</i> . — L'on distingue 3 niveaux dans le synclinal gruéen : couches rouges supérieures, couches grises, couches rouges inférieures. |
| Crétacique inférieur. (Néocomien alpin.) (50-200 m.) | |
| Crétacique inférieur. (Néocomien alpin.) (50-200 m.) | Urgonien inf. et Hauterivien. — Calc. à Céphalopodes, plaquetés, à alternances schisteuses, dans lesquels on peut distinguer : a) le Berriasiens ; b) le calcaire à <i>Ostrea</i> ; c) les couches à <i>Bel. latus</i> ; d) le Néocomien bleu ; e) le calc. oolithique ; f) le calc. noir. |
| | Néocomien à silex avec Radiolaires. Valangien. — Marnes foncées à Crinoïdes et Ptéropodes du Dat. |

Jura. — Nous trouvons dans la notice explicative de MM. RENEVIER et SCHARDT² sur la deuxième édition de la Feuille XI des renseignements sommaires sur les formations crétaciques de la partie correspondante du Jura. L'on distingue de haut en bas les subdivisions suivantes :

1. Cénomanien, formant quelques lambeaux de calcaire crayeux contenant, près de Pontarlier, la faune de Rouen.
2. Gault: a) grès, jaunâtres ou verts à *Schoenbachia rostrata* et *Ostrea vesiculosa*, b) Argiles albiennes à fossiles pyriteux, c) Sables verdâtres.
3. Aptien : a) Grès durs de l'Aptien s.s. b) Marno-calcaire du Rhodanien à *Pteroceras Pelagi*, *Plicatula plana*, *Heteraster oblongus*, *Orbitolina lenticularis*.
4. Urgonien : a) Calcaire récifal à *Requienia ammonia*. b) calcaire littoral à *Goniopygus peltastus*.
5. Hauterivien : a) Pierre jaune de Neuchâtel. b) Marnes d'Hauterive.

¹ DE GIRARD. Tableaux des terrains de la région fribourgeoise.

² RENEVIER ET SCHARDT. Notice explicative etc....

6. Valangien : a) Calcaire roux à *Pygurus rostratus* et *Pteroceras Desori*. b) « Marbre bâtarde » calcaire compact, blanc ou gris bleuâtre à *Natica Leviathan* et *Toxaster granosus*.

Cénozoïque.

NUMMULITIQUE ET FLYSCH.

M. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT¹ donnent la description d'un grès nummulitique, très dur, coloré diversement en gris, jaune, vert ou rouge qui forme près de Kandersteg des parois importantes et qui paraît remplacer ici le Flysch et peut-être une partie du calcaire nummulitique. Celui-ci affleure près de Siebenbrunnen au-dessus de la Lenck. L'Eocène est représenté aussi localement, dans cette même région, par un calcaire à *Lithothamnium*, compact, gris clair et rempli de débris de fossiles, qui forme des parois de 20 à 30 m. à Stein, près de la Lenck, à Winteregg sur la Gemmi, etc....

M. LUGEON² a relevé dans les couches nummulitiques du massif du Wildstrubel les niveaux suivants : 1^o A la base les couches à *Nummulina perforata* et *N. complanata*; 2^o Les couches à *Cerithium Diaboli* avec bancs calcaires à *Nummulina striata* surtout abondants dans la partie supérieure de ce niveau; 3^o Des schistes sans fossile; 4^o Le Flysch qui est du reste très peu développé dans cette région.

M. R. DE GIRARD³ donne dans son tableau des terrains du canton de Fribourg la liste des divers faciès que prend dans cette région le Flysch. Il y fait rentrer, avec doute, les diabases des Fénils, les Corgneules et les Gypses intercalés dans le Flysch, la brèche de la Hornfluh.

M. HUGI⁴ a établi la succession du Tertiaire inférieur dans les environs des Klippes de Giswyl. Le Tertiaire débute ici par l'Eocène moyen, qui se décompose en un calcaire nummulitique à la base et les grès du Hohgant à la partie supérieure. Le premier est un calcaire foncé rempli de Nummulites, il affleure dans le vallon d'Arni et au-dessous de Unter-Fluhalp. Le grès du Hohgant est un grès siliceux, jaunâtre qui forme des affleurements étendus dans le ravin de Kräuteren.

¹ DE FELLENBERG, KISSLING ET SCHARDT. Lötschberg-Wildstrubel-Tunnel. Geol. Exp.

² M. LUGEON. Geol. de la région entre le Sanetsch et la Kander.

³ R. DE GIRARD. Tableau des terrains de la région fribourgeoise.

⁴ HUGI. Klippenregion von Giswyl.

L'Eocène supérieur est représenté par la base du Flysch, s. l. Il ne faut pas y faire rentrer les couches de Leimern qui sont très probablement d'âge jurassique. Le Flysch commence par des schistes gris ou noirs très disloqués (Wildflysch de Kaufmann). Le calcaire à *Lithothamnium* est plus répandu ; c'est un calcaire compact, généralement clair, formé essentiellement d'algues calcaires, qui affleure au-dessous de Unter-Fluhalp, dans le ravin de Kräuteren, près des chalets de Fontanen, etc....

La partie supérieure de l'Eocène paraît être représentée en grande partie par les schistes, grès et brèche du Flysch qui doivent comprendre aussi l'Oligocène inférieur. Ce complexe prend une grande extension entre Arnischwand et Fontanen et forme une ceinture presque continue autour de la Klippe triasique du Giswylerstock.

MOLLASSE.

M. DE GIRARD¹ réunit sous le nom de Miocène l'ensemble des formations mollassiques du canton de Fribourg dont il donne le tableau suivant:

| | | |
|-------------|-----------------|---|
| Helvétien . | faciès littoral | Grès coquillier à Tapes et à dents de Squales (grès de la Molière). |
| | | Grès à galets polygéniques à <i>Tapes vetula</i> entre Écuvillens et Boeningen. |
| | | Poudingues calc. ou polygéniques du Gibloux et du Guggisberg. |
| | | faciès d'eau profonde. Mollasse marine. |
| Langhien. — | | Mollasse d'eau douce inférieure à <i>Helix Ramondi</i> . |
| Aquitaniен | | Marnes à gypse. |
| | | Mollasse d'eau douce à charbon (zones du Flon et de la Mionnaz). |
| | | Grès de Ralligen (grès de Vaulruz). Mollasse rouge. |
| | | Poudingue subalpin à cailloux impressionnés, d'origine lointaine. |

MM. RENEVIER et SCHARDT² ont distingué dans la région du plateau mollassique comprise sur la Feuille XI de la carte géologique les niveaux suivants :

¹ R. DE GIRARD. Tableau des terrains de la région fribourgeoise.

² RENEVIER ET SCHARDT. Notice explicative etc....

f) Grès coquillier ou grès de la Molière avec *Tapes*, *Venus*, des dents de *Squales*, etc.... intercalé sous forme de bancs durs dans la Mollasse marine.

e) Mollasse marine.

d) Mollasse grise ou mollasse d'eau douce inférieure correspondant au Langhien et à une partie de l'Aquitaniens.

c) Mollasse d'eau douce inférieure avec bancs calcaires à *Helix Ramondi*, parfois imprégnée de naphthe comme aux environs d'Orbe, contenant ailleurs des veines de gypse.

b) Mollasse rouge à *Helix rugulosa*, *H. comatula*, etc..., développée surtout au pied du Jura suivant la ligne Arnex, Montcherand, la Sarraz.

a) Eocène lacustre à *Planorbis rotundus*, à Limnées et contenant des graines de *Chara helicteres*. Ce niveau qui correspond à l'Oligocène inférieur ou à l'Eocène supérieur, affleure sur les deux versants de la colline urgonienne d'Orbe.

Dans l'intérieur des chaînes du Jura le Tertiaire n'existe que sous forme de lambeaux au fond des vallées synclinale. L'Eocène prend la forme de calcaire lacustre à *Lymnea acuminata* et *L. longiscata*; le Langhien est représenté par la mollasse d'eau douce inférieure, marneuse avec intercalation de bancs calcaires à Limnées et Helix ; le Burdigalien et l'Helvétien sont formés par les grès grossiers et verdâtres de la Mollasse marine.

Dans les environs de Liestal, étudiés récemment par M. von HUENE¹, c'est la Nagelfluh jurassienne du Miocène supérieur qui constitue l'élément le plus important des formations tertiaires.

Ces conglomérats sont formés en grande partie par des cailloux de Hauptrogenstein et de Muschelkalk imparfaitement arrondis, auxquels se joignent en quantité beaucoup moindre des galets très bien roulés et décolorés intérieurement de grès bigarré. Ces derniers semblent avoir une origine lointaine et doivent très probablement provenir de la Forêt Noire.

Sous la Nagelfluh repose une brèche à coquillages, sans fossile déterminable, qui s'appuie en discordance sur les surfaces corrodées des formations jurassiennes.

Il existe en outre dans cette région des dépôts pisolithiques, dont les uns sont probablement prémiocènes, tandis que les autres, étroitement liés aux grandes failles longitudi-

¹ von HUENE. Geol. Beschr. der Gegend von Liestal.

nales d'âge miocène qui sillonnent la région, doivent être pliocènes ou pleistocènes. Enfin, l'auteur signale la présence près de Liestal d'un grès siliceux, formé de grains arrondis de quartz fixés par un ciment argileux et renfermant d'abondantes concrétions de jaspe. Cette formation, qui ne présente pas de stratification nette, repose tantôt sur les surfaces corrodées du Malm, tantôt dans l'ouverture d'une faille. Or, comme toutes les failles sont d'âge miocène, ces grès qui les remplissent ne peuvent être que miocènes ou post-miocènes.

MAMMIFÈRES FOSSILES.

Nous ne pouvons que citer ici très brièvement la très importante monographie de M. STEHLIN¹ sur l'évolution de la machoire chez les Suidés.

Dans ce travail, qui ne s'applique pas, cela va sans dire, seulement à la Suisse, l'auteur étudie successivement les variations des diverses parties de la machoire, chez les nombreuses espèces de Suidés tertiaires et quaternaires ; puis il complète son étude par un nombre considérable de renseignements osteologiques sur les développements variés du crâne et des membres. Il termine en cherchant à fixer les relations phyllogéniques qui existent entre les divers groupes de cette famille et en collationnant les renseignements que l'on possède actuellement sur la répartition géographique des Suidés aux différentes époques tertiaires et quaternaires.

PLIOCÈNE ET PLISTOCÈNE.

Graviers pliocènes. — M. RENEVIER² a signalé la découverte d'une belle molaire de mammouth dans les graviers pliocènes entre Bonenens et Dailly (canton de Vaud).

Généralités. — Dans son tableau des terrains du canton de Fribourg, M. DE GIRARD³ réunit sous le nom de Quaternaires : a) les alluvions et terrasses fluvio-glaciaires à *Elephas primigenius*. b) Le terrain erratique et les moraines. c) un limon rappelant le Lœss, mais sans sa faune de Gasteropodes caractéristiques. d) Les blocs erratiques. Il distingue d'autre part comme formations modernes : a) Terrasses alluviales

¹ Dr H.-C. STEHLIN. Ueber die Geschichte des Suiden-Gebisses.—*Mém. de la Soc. pal. suisse*, 1899-1900. T. XXVI et XXVII, 525 p., 10 pl. et 2 fig. avec texte.

² E. RENEVIER. Molaire de Mammouth. — *C. R. des séances de la Soc. vaud. des sc. nat. Archives Genève*, T. X, p. 493.

³ DE GIRARD. Tableau des terrains de la région fribourgeoise.

postglaciaires. *b)* Les argiles à briques. *c)* Les tourbières. *a)* Les cordons littoraux et dunes lacustres de la Basse Broye et du Grand Marais. *e)* Les cônes de déjection moderne. *f)* Les tufs à mollusques et végétaux terrestres. *g)* Les éboulis. *h)* Les alluvions et dépôts lacustres récents.

MM. DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT¹ ont décrit en quelques lignes les dépôts morainiques, les éboulements et les alluvions torrentielles des environs de Kandersteg.

Les formations pliocènes du plateau suisse ont été classées sur la Feuille XI, nouvelle édition, et dans la notice explicative de MM. RENEVIER et SCHARDT² comme suit : *a)* Dépôts glaciaires ou erratiques, stratifiés ou non, *b)* Tourbe, *c)* Dépôts récents, alluvions des rivières et des lacs.

Pour l'intérieur des chaînes jurassiennes, la carte distingue dans les dépôts glaciaires le quaternaire stratifié, qui comprend les alluvions anciennes, le glaciaire remanié et le glaciaire proprement dit ou erratique non remanié, sans séparer du reste les meraines d'origine alpine de celles d'origine jurassienne.

Glaciaire. — Les formations glaciaires prennent, comme l'a démontré M. HUGI³, un développement important dans la région de Giswyl, où l'on peut distinguer, d'une part, des moraines du glacier de l'Aar, d'autre part, des moraines provenant de glaciers locaux.

Dans les environs de Lungern, ainsi que le long du Mühlbach, au-dessus de Kleinthal, on peut voir sur de grandes étendues des argiles et des sables renfermant des blocs divers de dolomie, de calcaire et de granit, et qui ont été déposés par le glacier de l'Aar. A l'O du Giswylerstock, à Fontannen, au Mändli, à Jänzimatt, on trouve au contraire des dépôts glaciaires localisés, revêtant par endroit, très nettement, l'aspect de moraines frontales et ne renfermant nulle part d'éléments cristallins, qui sont dus sans doute à des phénomènes locaux.

M. LUGEON⁴ a découvert récemment **5 thalwegs anciens de l'Aar**, que cette rivière s'est creusés successivement à travers

¹ DE FELLENBERG, KISSLING et SCHARDT. Lötschberg-Wildstrubel-Tunnel. Geol. Exp.

² RENEVIER et SCHARDT. Notice explicative. Feuille XI.

³ HUGI. Klippes de Giswyl.

⁴ M. LUGEON. 5 thalwegs anciens de l'Aar. *C. R. de la réunion de la Soc. géol. suisse à Thusis. Eclogae*, T. VI, 1900.

le barrage calcaire de Kirchet près de Meiringen. Ces thalwegs sont plus ou moins comblés par des dépôts glaciaires.

M. GUTZWILLER¹ vient de reprendre en détail l'étude du **Tannenberg** qui forme au NO de Saint-Gall une chaîne de hauteur, dont les trois sommets arrondis, le Tannerwald (901 m.), le Tannenberg proprement dit (853 m.) et la Steinegg (911 m.), s'allignent à peu près du N au S.

Ces hauteurs sont constituées par des marnes, des grès et des poudigues de la mollasse d'eau douce supérieure, plongeant faiblement vers le NO, sur lesquels s'appuient le Deckenschotter et les alluvions plus récentes des deux dernières glaciations.

Le Deckenschotter affleure près d'Ettisberg au S de la Steinegg à 855 m. d'altitude et plus au NO, entre l'auberge de Hohentannen et les maisons de Grimm. Il existe, d'autre part, au-dessus du hameau de Thal au niveau de 850-860 m. une terrasse bien nette qui doit être formée également de Deckenschotter et il paraît probable que le Tannenberg a été primitivement recouvert par une nappe continue de ces alluvions anciennes. Celles-ci contrastent très nettement avec les formations plus récentes par leur richesse en éléments provenant de la mollasse et par l'absence presque absolue des roches si caractéristiques des Grisons.

Sur le Deckenschotter reposent dans les environs d'Ettisberg des formations morainiques, correspondant à l'avant-dernière glaciation ; ces dépôts, qui se trouvent à un niveau de 880 à 890 m., renferment, outre les blocs de Nagelfluh et de mollasse, des calcaires alpins et des blocs de Deckenschotter typique, mais pas de roches cristallines. Ils sont fortement décomposés à la surface sur une profondeur de 1 m. et demi.

La dernière glaciation a laissé une moraine de fond, qui recouvre la région du Tannenberg partout où le niveau ne s'élève pas au-dessus de 860 m. et qui se distingue des formations précédentes par sa richesse en débris de roches des Grisons : granit du Julier, schistes à sericite, Verrucano, etc...

L'on retrouve dans les environs de Bischoffszell les trois mêmes niveaux plistocènes qu'au Tannenberg, mais sous des aspects un peu différents. Les moraines de la dernière glaciation, qui recouvrent une région remarquablement plate, forment des collines considérées comme drumlins. Les dépôts

¹ A. GUTZWILLER. Aeltere diluviale Schotter in der Nähe von St. Gallen und von Bischoffszell. — *Eclog. geol. helv.*, 1900, t. VI, p. 371.

de l'avant-dernière glaciation, qui recouvrent le Bischoffsberg, prennent la forme d'alluvions fluviatiles (Hochterrassen-schotter); quant au Deckenschotter, qui forme au N de Bischoffszell le Hohenstein, il se trouve à un niveau remarquablement bas (600 m.) et présente la structure en delta typique avec des couches alternantes de sables et de graviers plongeant de 5° à 10° vers le N. L'auteur admet que la formation de ce delta a dû être intermédiaire entre la première et la deuxième glaciation.

M. A. BALTZER¹, après une excursion dans la région d'Aubonne et de Bière (canton de Vaud) est arrivé à une interprétation des formations quaternaires qui s'y trouvent très différente de celle exposée par M. Schardt dans la nouvelle édition de la Feuille XVI et la notice explicative qui y est jointe.

Dans les environs d'Aubonne, la moraine de fond inférieure du glacier du Rhône est essentiellement argileuse et renferme en grande abondance des éléments alpins. Elle forme la base d'un affleurement qui se trouve dans le creux d'Arney sous Saint-Livre et supporte en ce point des formations fluvio-glaciaires composées de sables, de graviers et d'argile et renfermant des cailloux de diverses roches cristallines, qui ne sont que très rarement striés. Ces alluvions forment les grandes terrasses de Lavigny et de Bière; les éléments jurassiens qui, près d'Aubonne, entrent pour moins d'un tiers dans leur composition, deviennent de plus en plus nombreux vers le NO et finissent par former entre Saubraz et Bière les $\frac{3}{4}$ du tout.

Ces formations fluvioglaciaires sont recouvertes localement par de la moraine de fond supérieure.

M. Baltzer ne peut se rallier à la théorie de la récurrence des glaciers jurassiens pendant le retrait du glacier du Rhône édifiée par M. Schardt et considère, en particulier, comme très exagérée l'importance donnée par celui-ci au glacier de l'Aubonne. Il n'a trouvé dans la région de Lavigny-Aubonne et Montherod aucune trace de moraine jurassienne et, même dans les environs de Gimel, au pied du Jura, les formations franchement morainiques contiennent presque partout une proportion plus forte d'éléments alpins que d'éléments jurassiens; ce sont donc des moraines latérales du glacier du Rhône et non des moraines jurassiennes.

¹ A. BALTZER. Beiträge zur Kenntniss des diluvialen Rhonegletschers. *Eclog. geol. helv.*, 1900, t. VI, p. 378.

Le seul cas, où M. Baltzer admette une progression manifeste d'un glacier jurassien jusque sur la plaine, est celui du glacier du Val de Travers.

Dans ce même travail l'auteur décrit un certain nombre de Drums, qu'il a pu observer dans les environs d'Arnex près d'Orbe ; ces curieuses formations prennent la forme de petites collines, allongées toutes suivant une direction SSO-NNE, parallèle à celle suivie par le glacier du Rhône. Elles sont constituées tantôt entièrement par de la moraine de fond, tantôt de mollasse recouverte de moraine, tantôt de mollasse nue.

Les Kames semblent être un phénomène assez rare le long du pied du Jura ; M. Baltzer en a pourtant observé de beaux exemples à Lavigny, près d'Aubonne, ainsi qu'au S de Boudry. Au-dessus de Montcherand, près d'Orbe, se développe une curieuse terrasse dont la surface est absolument unie vers la montagne, tandis que son bord est comme festonné par une série de petits synclinaux et anticlinaux qui s'accentuent progressivement de l'intérieur de la terrasse vers l'extérieur. Cette structure paraît devoir être attribuée à un plissement des dépôts fluvioglaciaires préexistants par la poussée du glacier. C'est à un phénomène analogue que M. Baltzer attribue d'autre part la formation de la colline de Chante-Merle, près de Bière, que M. Schardt avait considérée comme une moraine terminale d'un glacier du Marchairuz.

M. RENEVIER¹ a eu l'occasion d'étudier à Lausanne une belle surface de mollasse, nivelée et striée par l'ancien glacier du Rhône. Sur cette surface repose une marne glaciaire avec blocs disséminés provenant pour la plupart des grès mollassiques de Lavaux, en proportion beaucoup plus faible des calcaires divers des Alpes vaudoises, et en très petit nombre seulement des roches cristallines du Valais.

Deux belles surfaces de **roches polies**, mises au jour récemment, l'une à Cully, l'autre à Chillon, ont été signalées par M. E. DELESSERT².

M. E. BRUNHES³ a fait un exposé critique de la théorie d'Arrhénius sur les causes de la période glaciaire, d'après

¹ E. RENEVIER. Tranchée glaciaire sous la place Bel-Air, à Lausanne. — *Eclog. geol. helv.*, 1900, t. VI, p. 369.

² E. DELESSERT. Surface glaciaire. — *C. R. des séances de la Soc. vaud. des sc. nat. Arch. Genève*, t. X, p. 494.

³ J. BRUNHES. Une théorie sur les causes de la période glaciaire. — *Bull. Soc. fribourgeoise des sc. nat.*, t. VIII, p. 30.

laquelle l'abaissement général de la température pendant cette période aurait été dû à la présence dans l'atmosphère d'une quantité particulièrement faible d'acide carbonique. Ce gaz aurait en effet, d'après des expériences connues, la propriété d'absorber une quantité relativement grande de la chaleur terrestre, tandis qu'il laisserait passer la presque totalité de la chaleur solaire ; il contribuerait donc à diminuer le rayonnement de la terre et à maintenir à cette dernière une température d'autant plus élevée qu'il serait contenu en plus forte proportion dans l'atmosphère.

Le grand inconvénient de cette théorie consiste en ce qu'elle ne donne aucune explication de l'excès des précipitations atmosphériques. M. Brunhes rappelle à ce propos le rôle important joué par les poussières de l'atmosphère dans la production des phénomènes de condensation de la vapeur d'eau. Il fait remarquer, d'autre part, que la fin des temps tertiaires a été marquée par des phénomènes volcaniques puissants, qui ont dû être accompagnés de dégagements considérables d'acide carbonique ; il paraît donc peu probable que la pauvreté en acide carbonique de l'atmosphère admise par Arrhenius ait réellement existé au début des temps pliocènes.

Eboulements préhistoriques. — Nous devons à M. OBERHOLZER¹ une description monographique fort intéressante des grands **éboulements quaternaires des environs de Glaris**, qui nous fournit, d'une part, de nombreux renseignements sur le mécanisme des éboulements et qui contribue, d'autre part, à simplifier considérablement la tectonique de la région en démontrant que certains affleurements considérés jusqu'ici comme roche en place et dont la position était pour ainsi dire inexplicable, font partie en réalité d'un gigantesque éboulement.

La première grande masse éboulée, étudiée par l'auteur, forme le vaste barrage du Hochwald-Schwammhöhe qui a donné naissance au lac du Kloenthal. Dans cet ammoncellement de blocs et de débris, dont la surface très accidentée et irrégulière dans ses formes, révèle déjà l'origine, l'on doit distinguer deux éboulements superposés, descendus l'un des flancs N du Glärnisch, l'autre du versant SE du Deyenstock, et facilement distincts par les éléments qu'ils renferment.

¹ J. OBERHOLZER. Monographie einiger prähistorischer Bergstürze in den Glarner Alpen. 1 carte, 4 planches, 19 figures avec texte. — Beiträge z. geol. Karte der Schweiz. 39. Lieferung.

L'éboulement du Glärnisch forme en premier lieu les hauteurs de Hochwald où sont entassés, pêle-mèle des débris des différentes roches du Trias, du Jurassique et du Néocomien, dont la plupart n'atteignent pas 1 m³. Ces formations diverses présentent pourtant une certaine régularité dans leur distribution ; ainsi c'est l'Urgonien qui prédomine vers l'extrême N du Hochwald, tandis que le Hochgebirgskalk forme en grande partie la zone moyenne et que plus près du pied des parois du Glärnisch sont concentrés les divers faciès du Dogger, du Lias et du Trias, qui se répartissent en zones irrégulières.

Il faut considérer comme faisant partie du même éboulement la chaîne de collines, qui s'étend du Hochwald vers l'E jusque sur l'emplacement de Glaris. C'est le cas en particulier du Bergli, où affleure la série complète du Trias supérieur et du Jurassique, mais que l'on ne peut pourtant pas considérer comme formé par des roches en place, comme l'avait fait précédemment M. Baltzer, à cause de la forme très accidentée de sa surface, de l'entassement chaotique des différentes formations sur certains points et du désordre incohérent qui règne dans le plongement des couches, même là où elles paraissent former une série normale.

Des restes plus lointains encore de cet éboulement se retrouvent d'abord sur la rive droite de la Linth à l'E de Glaris, puis contre le contrefort SE de Wiggis au-dessus de Riederlen et enfin sur le fond de la vallée de la Linth jusqu'au N de Netstall.

Cette masse éboulée gigantesque a dû se détacher du flanc N du Glärnisch entre le Vorder et le Mittler Glärnisch, donnant naissance au vaste cirque de Gleiter. Une fois descendue dans la vallée de la Lötsch, elle s'est heurtée contre le versant opposé et a été rejetée vers l'E, dans la direction de Glaris. Ici, elle a rencontré un nouvel obstacle et s'est alors étalée soit vers le S, soit surtout vers le N, dans le sens de la pente de la vallée de la Linth. L'on peut évaluer la surface recouverte ainsi à 7.9 km². et la masse mise en mouvement à au moins 770 millions de m³. La pente moyenne de la surface est de 5°30'.

Cette surface est recouverte en divers points de formations morainiques bien caractérisées qui permettent de fixer pour cet éboulement un âge interglaciaire.

Sur cette masse venue du S s'est effondrée une autre, presque aussi considérable, venue cette fois du N. Le point de départ de cette dernière paraît être la niche de Blanken à

l'E du Deyenstock. Tandis qu'au Glärnisch l'éboulement avait été provoqué par une rupture des couches perpendiculairement à leur surface (*Felssturz*), il est dû ici à un glissement des couches crétaciques sur le Flysch (*Felsschlipf*). La masse éboulée, composée en grande partie d'Urgonien, auquel se mêlent en quantité beaucoup moindre des débris de Gault, de Crétacique supérieur, de Flysch et de calcaire nummulitaire, comprend d'abord le vaste cône de débris qui s'appuie contre le versant même de la montagne; puis elle forme de l'autre côté de la Löntsch les collines de Schwammhöhe et de Vorder Sackberg et s'étend de là vers l'E le long de la rivière jusque près de Riederer; on en retrouve en outre des lambeaux isolés dans les environs immédiats de Netstall. La limite entre les deux éboulements superposés est très clairement marquée soit par le contraste de leurs éléments constituants, soit par une zone de dépression qui est particulièrement visible entre le Hochwald et la Schwammhöhe.

L'auteur évalue la surface recouverte par ce nouvel éboulement à 6.4 km², et le volume de la masse en mouvement à au moins 600 millions de m³. La pente moyenne de la surface est de 6°15'.

Ce barrage énorme a naturellement été profondément modifié dans la suite par les cours d'eau et spécialement par la Löntsch qui s'y est creusé en aval du lac de Kloenthal sur une longueur de 2 à 3 kilomètres un chenal profond et a formé plus bas en se déplaçant constamment sur la surface de l'éboulement et en la remaniant un immense cône de débris à éléments imparfairement arrondis qui s'étend depuis Glaris jusqu'à Netstall.

Tandis que le premier éboulement peut être considéré comme interglaciaire, le second doit être postglaciaire car il n'est nulle part recouvert par des formations morainiques.

Au NE du Vorder Glärnisch se trouve une niche très marquée, qui sert actuellement de bassin de réception au torrent de la Wustrunse; de cette niche se sont détachés deux éboulements relativement peu volumineux. Le premier, préhistorique, s'est arrêté sur une terrasse formée par des couches crétaciques, et a donné naissance à la colline du Stöckli. Le second a eu lieu en 1594 et a donné lieu, entre Sack et Wyden, à un cône, dont Tschudi avait beaucoup exagéré l'importance.

Un éboulement considérable s'est produit sur le flanc E du Glärnisch, qui a donné naissance, à l'E du Mittler Glärnisch, à

une belle niche très visible depuis Schwändi et a recouvert toute la vallée de la Linth, depuis Schwanden jusqu'à Glaris. La chute s'est produite ici par la rupture des couches qui plongent vers la montagne (Felssturz).

Les éléments prédominants de la masse éboulée sont le Hochgebirgskalk et le calcaire de Tros. Les autres éléments tels que le Dogger, le Lias, le Trias, le Verrucano, le Flysch, le Nummulitique et le Néocomien, n'ont qu'une extension localisée. Du reste, les divers niveaux géologiques représentés ici sont en somme peu mêlés, ils se répartissent suivant des zones irrégulières et forment même parfois des couches continues sans fissuration intense.

La masse éboulée se compose de trois parties bien distinctes : 1^o Un vaste cône resté adossé aux flancs du Glärnisch dont la base s'étend de Schwanden jusque un peu au N de Mitlödi. 2^o Une chaîne de collines occupant la rive droite de la Linth et formée par l'amoncellement de la masse en mouvement contre le versant opposé de la vallée. 3^o Une accumulation considérable de débris sur la rive gauche de la rivière au S de Glaris et au N de Mitlödi, qui s'est écoulée jusque là après le choc de l'éboulement contre le versant E de la vallée et la réflexion de cette masse vers le NO. Il est clair que, après s'être heurtée contre un obstacle insurmontable, la masse en mouvement a dû s'étaler en éventail et que, influencée par la pente de la vallée, elle s'est dirigée en grande partie vers le N.

Le volume de cet éboulement a été déjà évalué par M. Heim à 800 millions de m³. et la surface recouverte est d'environ 10 km². Ce barrage a provoqué forcément un alluvionnement intense en amont, auquel ont pris part soit la Linth, soit la Sernft. M. Oberholzer admet du reste que l'éboulement a dû être suffisamment perméable pour laisser passer l'eau et agir simplement comme un filtre sans provoquer la formation d'un lac profond en amont. Ainsi le travail d'érosion à travers sa masse n'aurait commencé qu'après que le niveau des alluvions aurait atteint celui des parties les plus basses de l'éboulement. Il est intéressant de constater à ce propos que, des torrents qui descendant du Glärnisch sur l'éboulement, deux seulement, la Guppenrunse et la Hanslirunse, atteignent la Linth, tandis que tous les autres se perdent dans la masse poreuse.

L'éboulement a été recouvert par une quantité considérable d'alluvions et surtout de dépôts torrentiels; par contre il semble avoir subi une érosion relativement peu importante.

On le voit reposer en divers points sur une moraine de fond typique ; d'autre part, il est recouvert par des moraines plus récentes qui reposent aussi bien sur les alluvions en amont que sur l'éboulement lui-même. Il est même facile de reconnaître que les moraines supérieures se sont déposées non seulement après la fin de l'alluvionnement, mais encore après que la Linth avait recreusé son lit jusqu'à un niveau peu supérieur à son niveau actuel. L'éboulement du flanc oriental du Glärnisch appartient donc à la même phase interglaciaire que celui du Glärnisch septentrional, sans que l'on puisse du reste fixer leur âge relatif.

L'auteur se livre ici à une critique serrée de l'interprétation donnée par M. Rothpletz de cette partie de la vallée de la Linth, et démontre que ce dernier a considéré tantôt comme roches en place, tantôt comme formations morainiques des parties incontestables du grand éboulement interglaciaire.

Un dernier éboulement, étudié par M. Oberholzer, est celui qui comble le fond de la vallée de l'Obersee à l'O de Naefels. La cause première du phénomène est ici la rupture des couches urgoniennes, près du sommet de la Rautispitz ; le paquet d'urgonien recouvert localement de Gault et de calcaire de Seewen, une fois détaché, a glissé sur les couches sous-jacentes inclinées de 35° vers le N et le tout s'est abattu dans la vallée d'Obersee. Après s'être heurtée contre le flanc N de celle-ci, la masse en mouvement, suivant la pente, a pris la direction de l'E et est arrivée ainsi jusque dans la vallée de la Linth où elle s'est étalée en éventail sur l'emplacement de Naefels. En aval de l'Obersee la surface de l'éboulement se divise suivant les règles en un cône de débris peu considérable adossé au pied de la Rautispitz en une accumulation beaucoup plus volumineuse de blocs de toute taille, formant contre le flanc N de la vallée comme une vague à surface très accidentée.

Le lac d'Obersee est la conséquence toute naturelle de l'éboulement; quant au lac de Haslen, qui se trouve à 230 m. au-dessous, il paraît être dû à la chute dans la vallée d'une masse beaucoup moins importante que la première, descendue d'une niche bien caractérisée qui se trouve vers le N, au-dessous des chalets de Platten. Ce second éboulement a formé dans la vallée de l'Obersee le barrage de Brand puis il s'est écoulé, par dessus le premier, vers l'E, et a formé

un grand cône de débris fortement incliné contre les pentes qui dominent Naefels.

Ces deux lacs de barrage sont caractérisés par leur absence d'écoulement superficiel ; dans le lac supérieur on peut observer une série d'entonnoirs qui s'alignent le long du bord S et qui s'ouvrent en partie dans la masse éboulée, en partie dans l'Urgonien sous-jacent.

Ces deux éboulements superposés sont postglaciaires, car malgré l'abondance des formations morainiques dans leurs environs immédiats on ne trouve nulle part de moraines sur leur surface.

Préhistorique. — Nous avons déjà parlé dans la revue de l'année 1899 des nouvelles fouilles entreprises par M. NUESCH dans la **grotte préhistorique du Kesslerloch**, près Thayngen ; nous ne ferons donc que mentionner une nouvelle notice sur le même sujet parue en 1900¹. M. Nuesch a, d'autre part, reproduit sous une forme un peu différente les observations, que nous citions l'année dernière, sur les Pygmées de l'époque néolithique².

Dans une courte notice, le même auteur³ fait une description comparative des tombes néolithiques découvertes au Schweizersbild et au Dachsenbühl (canton de Schafhouse) et montre que dans ces deux localités les sépultures présentent des analogies frappantes, qui permettent de les considérer comme contemporaines. M. Nuesch insiste ensuite sur l'importance de la découverte faite au Kesslerloch de nombreux restes de Mammouth et en particulier de deux molaires d'individus adultes, qui se trouvaient soit mêlés à des objets travaillés de l'époque paléolithique, soit dans des foyers, dans lesquels les os étaient calcinés. Ce fait prouve avec certitude que les Troglodytes non seulement existaient en même temps que le Mammouth dans la région de Schafhouse, mais encore le chassaient et se nourrissaient de sa chair.

¹ Dr J. NUESCH. Neue Grabungen und Funde im Kesslerloch bei Thayngen (Schaffhausen). Anzeiger für Schweizerische Alterthumskunde, No 1, 1900.

² Dr J. NUESCH. Neuer Fund von Pygmäen aus der neolithischen Zeit. Ibidem.

³ Dr J. NUESCH. Die Prähistorischen Funde am Schweizersbild und im Kesslerloch. Verh. der Berliner anthrop. Gesell., 17 février 1900.

TABLES SPÉCIALES

DE LA

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

I. TABLE DES AUTEURS

- | | |
|--|--|
| ALLENSPACH. Microplissements dans les dolomies et les schistes, 34. | thermie, 50. Schistes cristallins, 53. |
| BALTZER. Dépôts plistocènes du glacier du Rhône, 91. | Trias, 53. Jurassique, 56. Crétacique, 80. Flysch, 85. Plistocène, 89. |
| BLUMER. Flanc SE du Glärnisch, 14. Crétacique, 80. | FRANCHI. Zone des pierre verdi, 16. |
| BODMER-BEDER. Quartz du val Sornvix, 21. | FRÜH. Tremblements de terre en 1898, 50. |
| BOSSHARD. Sources de Chasella, 44. | FOREL. Variations des glaciers, 47. |
| BRUNHES. Causes de la période glaciaire, 92. | Eboulement du glacier du Rhône, 49. Structure rubannée du glacier, 49. |
| BÜHRER. Tremblements de terre, 52. | FOREL, MURET et LUGEON. Variations des glaciers, 46. |
| CHUARD. Sol des pâturages du Jura, 37. | FOREL et SARASIN. Seiches, 45. |
| DAVIS. Erosion dans la vallée du Tessin, 42. | FORNARO voir PEARCE. |
| DELESSERT. Roches polies, 92. | GIRARD (R. DE). Jurassique dans le canton de Fribourg, 58. Crétacique, 84, Flysch, 85. Mollasse, 86, Plistocène, 88. |
| DUPARC. Schistes cristallins, 33. | GIRARDOT. Marnes à Creniceras Renggeri du Jura lédonien, 74. |
| ERB. Fuchsite des Grisons, 23. Tufts volcaniques du Höhgau, 28. | GREMAUD. Eaux de la Sarine, 45. |
| FELLENBERG (E. DE). Météorite de Raf-rütti, 24. | GREPPIN. Jurassique supérieur du Jura, 71. Fossiles du bajocien supérieur, 70. |
| FELLENBERG (E. DE), KISSLING, et SCHARDT. Tectonique du Lötschberg et du Wildstrubel, 11. Géo- | |

- GUTZWILLER.** Plistocène des environs de Saint-Gall, 90.
- HAGENBACH.** Glace des glaciers, 49.
- HEIM.** Calcite et aragonite de Rothenbrunnen, 22. Mineraï de fer du Gonzen, 24. Minérais des Grisons, 27. Schistosité secondaire dans le gneiss, 33. Schistes ardoisiers, 35. Dépôt de vase dans le lac des Quatre Cantons, 38. Versant E du Glärnisch, 61. Malm du Gonzen, 61.
- v. HUENE.** Tectonique des environs de Liestal, 17. Jurassique, 69 et 72. Tertiaire, 87.
- HUGI.** Tectonique des Klippes de Giswyl, 6. Concrétions de baryte, 23. Trias des Klippes de Giswyl, 54. Jurassique, 60. Crétacique, 82. Nummulitique et Flysch, 85. Plistocène, 89.
- KISSLING** voir **FELLENBERG**.
- LORENZ.** Tectonique du Fläscherberg, 14. Jurassique, 57. Crétacique, 81. Voir **TARNUZZER**.
- LORIOL (P. DE).** Faune de l'Oxfordien inférieur du Jura ledonien, 73.
- LUGEON.** Région des Bauges, 41. Tectonique du Wildstrubel-Wildhorn, 43. Grain du glacier, 49. Trias du Wildstrubel-Wildhorn, 53. Jurassique, 57. Crétacique, 80. Nummulitique et Flysch, 85. Thalwegs anciens de l'Aar, 89. Voir **FOREL**.
- MÜHLBERG,** M. Dogger du Jura septentrional, 63.
- MURET**, voir **FOREL**.
- NUESCH.** Fouilles du Kesslerloch, 98. Pygmées néolithiques, 98. Découvertes préhistoriques au Schweizersbild et au Kesslerloch, 98.
- NUSSBERGER.** Sources de Vals, 43. Sources du Val Sinestra, 44. Voir **TARNUZZER**.
- ÖBERHOLZER.** Eboulements préhistoriques de Glaris, 93.
- PEARCE ET FORNARO.** Brookite du Brisenstock, 21.
- RENEVIER.** Molaire de Mammouth, 88. Surface polie et striée à Lausanne, 92.
- RENEVIER et SCHARDT.** Notice explicative de la Feuille XI de la carte géologique, 17. Jurassique, 62. Crétacique, 84. Tertiaire, 86. Quaternaire, 89.
- RICHTER.** Erosion glaciaire, 40.
- ROTHPLETZ.** Origine des Alpes, 5. Déformations tectoniques d'ammonites, 36.
- SALOMON.** Erosion glaciaire, 41.
- SARASIN, E.** Seiches du lac des Quatre-Cantons, 46. Voir **FOREL**.
- SAUER.** Gneiss d'Inertkirchen, 31.
- SCHALCH.** Tectonique de la région SE. de la Forêt-Noire et du Jura septentrional, 19. Trias, 56. Jurassique, 78.
- SCHARDT.** Hypothèse du charriage des Préalpes, 9. Voir **FELLENBERG**, voir **RENEVIER**.
- SCHMIDT.** Minéraux dans le Trias du Baltschiederthal, 22. Mines d'or d'Antrona, 27.
- STEHLIN.** Evolution des Suidés, 88.
- STRÜBIN.** Bajocien du Jura bâlois, 67.
- TARNUZZER, NUSSBERGER ET LORENZ.** Gisements métallifères des Grisons, 25. Trias du Val Fisch, 54.
- TORNQUIST.** Tectonique des Alpes, 5.
- WEBER.** Géologie du Höhgau, 20.

II. TABLE DES MATIÈRES

| | Pages. |
|---|-----------|
| I. Tectonique. Descriptions géologiques et orographiques | 5 |
| ALPES. <i>Origine des Alpes</i>. | 5 |
| Tectonique des Alpes. | 5 |
| Préalpes et klippes. Giswilerstock. Rothspitz. Hypothèse du charriage | 6 |
| Alpes françaises. Bauges. | 11 |
| Alpes bernoises. Lötschberg. Wildstrubel. | 11 |
| Alpes glaronnaises. Glärnisch | 14 |
| Alpes du Piémont | 16 |
| JURA. Carte géologique de la Suisse. (Feuille XI.). | 17 |
| Jura septentrional | 17 |
| Randen et Jura souabe | 19 |
| II. Minéralogie et Pétrographie | 21 |
| MINÉRALOGIE. <i>Minéraux</i>. | 21 |
| Météorites. | 24 |
| Gîtes métallifères. Minerai du Gonzen. Gisements métallifères des Grisons | 24 |
| Mines d'or d'Antrona | 27 |
| PÉTROGRAPHIE. Tufs volcaniques | 28 |
| Roches métamorphiques. | 31 |
| Schistes cristallins des Alpes. Schistosité et déformation des roches. | 33 |
| Sol arable | 37 |
| III. Géologie dynamique. ACTIONS ET AGENTS EXTERNES | 38 |
| Sédimentation | 38 |
| Erosion et corrosion | 40 |
| Sources | 43 |
| Cours d'eau. Lacs | 45 |
| Glaciers | 46 |
| ACTIONS ET AGENTS INTERNES. <i>Géothermie. Tremblements de terre</i>. | 50 |
| IV. Stratigraphie et Paléontologie. SCHISTES CRISTALLINS | 53 |
| MÉSOZOÏQUE. <i>Trias</i> | 53 |
| Jurassique. Jurassique des Alpes calcaires. Wildstrubel. Fläscherberg. Alpes fribourgeoises. Klippes de Giswyl | 56 |
| Jurassique du Jura. Généralités | 62 |
| Dogger du Jura septentrional | 63 |
| Malm du Jura septentrional | 71 |
| Marnes à Creniceras Renggeri | 73 |
| Jurassique du Jura souabe et du versant SE de la Forêt-Noire | 78 |

| | Pages. |
|--|-----------|
| <i>Crétacique. Crétacique des Alpes calcaires. Wildstrubel. Glär-</i> | |
| <i>nisch. Fläscherberg. Klippes de Giswyl</i> | <i>80</i> |
| <i>Crétacique du Jura</i> | <i>84</i> |
| <i>CÉNOZOÏQUE. Nummulitique et Flysch</i> | <i>85</i> |
| <i>Mollasse. Mollasse du canton de Fribourg</i> | <i>86</i> |
| <i>Nagelfluh jurassienne</i> | <i>87</i> |
| <i>Mammifères fossiles</i> | <i>88</i> |
| <i>Pliocène et Plistocène. Généralités</i> | <i>88</i> |
| <i>Glaciaire. Drums. Kames. Polis glaciaires.</i> | <i>89</i> |
| <i>Causes de la période glaciaire</i> | <i>92</i> |
| <i>Eboulements préhistoriques</i> | <i>93</i> |
| <i>Préhistorique du Kesslerloch et du Schweizersbild. Pygmées néolithiques</i> | <i>98</i> |
