

Alpes

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **1 (1888-1890)**

Heft 4

PDF erstellt am: **23.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

sédimentation, de la fossilisation, des terrains, leur distinction et leur classification suivant leur âge, enfin les méthodes usitées pour représenter la structure géologique du sol, les cartes et profils géologiques, qui servent à mettre en évidence les accidents intérieurs, les dislocations et les dénivellations. Ce travail, lorsqu'il sera terminé, servira utilement à la vulgarisation de la science.

ALPES. — *Alpes occidentales*. Une intéressante note sur la géologie des Alpes italiennes occidentales, au sud du Mont-Blanc, est due à M. ZACCAGNA ¹, ingénieur. La carte géologique à petite échelle, qui accompagne cette étude, montre fort bien la distribution des terrains sur le versant italien des Alpes, entre la frontière française et la plaine du Pô; les limites au nord sont le Mont-Blanc et le Mont-Rose. Cinq profils transversaux, dont trois passent à travers les Alpes liguriennes, reproduisent avec netteté la structure de cette région. Le premier passe par le Mont-Blanc et la vallée d'Aoste, qui occupe un pli synclinal, renfermant du carbonifère, du trias et du jurassique. Les intercalations de schiste amphibolique, de quartzite et de marbre, dans le massif de gneiss de la Tour-Ronde, au sud du val d'Aoste, sont intéressantes à constater. Le second profil passe par le Mont-Viso, de Saint-Paul d'Ubaye (France) jusqu'à Rocca di Cavour, traversant des roches essentiellement cristallines. Du côté de Saint-Paul, l'éocène (macigno et schistes à fucoïdes) s'applique contre le jurassique, suivi de trias, et celui-ci repose sur les schistes cristallins avec de nombreuses intercalations de schiste

¹ D. Zaccagna, Sulla geologia delle Alpi Occidentali; *Bull. R. comit. geol. d'Italia*, XVIII, p. 346-416, 8°. Deux planches de profils et une carte.

amphibolique, de diabase et de serpentine; mais sur le versant italien, les terrains cristallins s'abaissent jusqu'à la plaine du Pô et s'enfoncent sous les terrains récents qui couvrent cette dépression. Le Mont-Viso, qui marque le point culminant de la région, est un massif formé de schiste amphibolique, d'euphotide et de serpentine schisteuse.

Les trois derniers profils montrent la structure tourmentée des Alpes maritimes liguriennes. Au sud, le massif éocène, bordant la Méditerranée, puis les replis de la chaîne elle-même, comprenant les assises du carbonifère et du trias, et qui se succèdent en ondulations répétées jusqu'à la plaine du Pô, faisant ressortir la transgression très frappante du tertiaire sur le trias bouleversé.

M. KILIAN¹ a fait une étude très complète de la montagne de Lure, chaînon qui s'élève à l'ouest de la Durance, parallèlement au cours du Jabron, au sud du massif de la Drôme, sur une longueur de 42 kilomètres. Le petit massif qui s'élève sur la rive gauche de la Durance en est en réalité la continuation; la gorge étroite de Sisteron n'est qu'une coupure transversale. Cette montagne est d'un haut intérêt pour la géologie, d'abord par sa série de terrains, très complète, allant du trias au miocène supérieur, et surtout par les nombreuses dislocations, failles, etc., qui la découpent. La chaîne de Lure offre dans son ensemble la disposition d'une voûte déjetée vers le nord, où elle est rendue abrupte par plusieurs gradins successifs, formés par les assises coupées à pic

¹ W. Kilian, Description géologique de la montagne de Lure (Basses-Alpes) avec 3 cartes et 8 planches. 458 p., 8°. Paris, 1889.

du néocomien et du jurassique; un pli-faille en suit, sur une certaine longueur, le pied nord, et passe très visiblement à un pli anticlinal, qui ailleurs disparaît à son tour, en sorte qu'à l'approche de la Durance, le pli anticlinal de Lure est séparé du pli anticlinal du nord (chaînon du roc de l'Aigle) par un simple synclinal. Cette zone étroite, comprise entre l'anticlinal du nord et celui de Lure, est donc très remarquable; car le pli-faille est remplacé tour à tour par une voûte distincte, par une double voûte, par deux failles parallèles, etc., accidents que l'auteur figure avec détails.

La région centrale du versant sud de la chaîne offre une structure très particulière; ce versant s'abaisse très doucement vers le bassin de Forcalquier, offrant une vaste surface ondulée, formée par les divers étages du néocomien, notamment du néocomien supérieur (urgonien et aptien). Cette région est traversée de nombreuses fractures parallèles, dont l'auteur donne une carte spéciale. Elles sont faciles à constater par l'existence au-dessus du néocomien supérieur, de lambeaux de gault et de grès vert qui permettent de distinguer les zones d'affaissement. Les profils de M. Kilian montrent jusqu'à 15 failles sur 12 kilomètres de longueur. A voir ces profils, on dirait des massifs cassés et bouleversés, comme les glaçons brisés pendant la débâcle.

La cluse de Sisteron, représentée par plusieurs phototypies, est un point aussi intéressant que pittoresque; les bancs verticaux du jurassique y forment le rocher de la Balme, dont les couches érodées montrent un profil naturel très net de cette extrémité de la montagne.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans ses descriptions non plus que dans l'intéressant exposé qu'il donne du

système de plissements des chaînes entre le Plateau central de France et les massifs alpins; mais nous attirons l'attention des géologues sur ce travail, qui expose d'une manière complète l'histoire géologique d'une petite région en la rattachant à celle du bassin inférieur du Rhône tout entier.

On peut distinguer deux systèmes de dislocations, l'un antérieur au miocène, auquel appartiennent les failles qui limitent le massif à l'est et au nord; l'autre, postérieur à cette époque comprenant entre autres le pli-faille qui a donné lieu à la chaîne elle-même, ainsi que le réseau de fractures du versant sud, lequel est dû sans doute à un effet de torsion.

Les terrains affleurant dans la chaîne de Lure sont les suivants :

QUATERNAIRE.

Éboulis, brèches et dépôts divers, alluvions modernes.

Terrain glaciaire.

Alluvions anciennes.

TERTIAIRE.

Miocène supérieur, conglomérats et marnes rougeâtres, *Planorbis Mantelli*, *Helix Moguntina*.

Helvétien, mollasse marine à *Lamna*, *Tapes*, *Pecten*, etc.

Aquitaniens (calc. de Beauce), *Helix Ramondi*; *Planorbis cornu*, *Limnea pachygaster*.

Tongrien, marnes grises à *Potamides Lamarki*.

Terrain éocène; conglomérat et argiles bariolées souvent gypsifères. *Limnea longiscata*.

CRÉTACÉ.

Cénomaniens. Calcaire grésomarneux glauconieux. *Am. rhotomagensis*, *varians*, *Holaster subglobosus*, etc.

Gault. Grès vert à *Am. Beudanti*, *inflatus*, *Inoceramus concentricus*, etc.

Aptien. Marnes à *Am. nisus*, *Am. furcatus* et *Bel. semicanaliculatus*.

Urgonien et *Rhodanien.* Calc. à *Ancyloc. Matheroni* et *Am. Deshayesi*, passant au sud au calc. à *Requienia ammonia*.

Néocomien. 1. Calc. à *Am. difficilis*.

2. Couches à *Crioc. Duvali* et *Bel. dilatatus*.

3. Couches à *Am. Jeannoti* et *Aptychus Didayi*.

4. Marnes à *Am. Roubaudi* et *neocomiensis*.

5. Calc. marneux à *Am. Boissieri*.

JURASSIQUE.

Tithonique. 1. Calc. et brèches à *Am. Geron* et couches à *Am. Calisto*, *Terebr. Janitor*.

2. Calc. massifs, calc. bréchoïdes et conglomérats à *Am. Loryi*, *Am. polyolcus*.

Oxfordien. Calcaire à *Am. polyplocus*, compact, régulièrement stratifié. *Am. Lothari*, *tortisulcatus*, *acanthicus*, etc.

Marno-calcaires devenant plus compacts vers le haut.

Calc. marneux à *Am. canaliculatus* et *Am. bimanmatus*.

Énorme épaisseur de marnes feuilletées. *Am. Lamberti*, etc.; dans un niveau supérieur, *Am. tortisulcatus*, *Am. cordatus*, *Am. perarmatus*, *Am. Henrici*, etc.

Callovien. Schistes noirs à *Posidonomya Dalmasi*.

Bathonien. Calcaires en bancs réguliers, *Cancellophycus scoparius*, *Am. Parkinsoni*, *Am. Garanti*, *Am. tripartitus*, etc.

Bajocien. Calcaires foncés bien stratifiés et marnes schisteuses gris noirâtres. *Posidonomya alpina*, *Am. Parkinsoni*, *Am. Humphriesianus*.

LIAS.

I. Schistes noirs et calcaires bleu noirâtres, *Am. radians*.

II. Calcaires et marnes schisteuses du lias moyen, *Am. margaritatus*.

III. Calcaires à *Gryphaea arcuata*, fétides et renfermant des rognons siliceux, *Am. bisulcatus*.

TRIAS.

Infralias, étage hettangien. Calcaires avec *Ostrea sublamellosa*, *Schlotheimia angulata*.

Argiles bariolées, associées à des cargneules, à des dolomies et à des gypses.

M. HOLLANDE ¹ a publié la suite de son mémoire sur les dislocations des montagnes de la Savoie. La première partie a trait aux phénomènes de sédimentation et de différences de facies dans les terrains qui constituent ces montagnes, et décrit spécialement comme exemple le massif des Beauges.

Au-dessus des masses cristallophylliennes (nommées ordinairement schistes cristallins), on rencontre d'habitude le trias (rarement le carbonifère), qui se compose de grès quartzites, calcaires magnésiens, dolomie, cargneule, schistes noirs, anhydrite et gypse. Plus haut, vient le rhétien, suivi du lias inférieur à *Gryphæa arcuata* et *Aegoceras planicosta*, et des schistes noirs (toarcien). Le dogger présente à sa base le bajocien à *Am. Murchisonæ* et *Sowerbyi*, et à sa partie supérieure des schistes à *Posidonomyes*, le callovien avec *Am. cordatus*, auxquels succèdent le calcaire foncé à *Am. transversarius* et des calcaires lithographiques de l'argovien, qui ouvrent la série du malm; l'étage séquanien suit avec le même aspect, puis le tithonique, représentant le niveau du kimmeridgien et qui se termine par un calcaire à Ammonites crétaées; suit l'infracrétacé à *Terebratula diphyoides*. Le crétacé offre les facies tranchés des étages valangien, hauterivien et urgonien, tels qu'on les rencontre dans le Jura. Ils sont suivis du gault, à l'état de sable vert ou de lumachelle jaunâtre, et du sénonien, auxquels succèdent divers niveaux du nummulitique (poudingue à *Num-*

¹ Hollande, Étude sur les dislocations des montagnes de la Savoie (suite). *Bull. Soc. hist. de Savoie*, 1888, p. 71-96, 1 tableau.

mulites perforata, schistes noirs à lignites et *Cyrena Villanova*, bartonien et niveau du calcaire à *Num. striata*). Sur quelques points, on trouve des dépôts ferrugineux oolithiques, analogues au sidérolithique, puis des poudingues à *Natica angustata*, enfin le flysch schisteux, avec empreintes de feuilles et restes de poissons; quelques lambeaux de grès et marnes aquitaniens avec *Helix Ramondi* l'accompagnent.

La seconde partie du mémoire de M. Hollande¹ renferme une série de descriptions locales donnant, d'une part, la succession des terrains dans les divers gisements étudiés, et d'autre part leur état de dislocation.

Ce qui ressort surtout de cette étude, ce sont les dislocations compliquées dans le voisinage des massifs cristallins, d'où résultent des contacts anormaux, des failles immenses, des glissements inexplicables, et, dans certains cas, des replis multiples, se succédant en superposition verticale. Trois planches de profils, parmi lesquels nous ne relevons que quelques faits, témoignent de la complication des dislocations dans la région étudiée.

Le pied du massif des Beauges, qui s'élève entre le cours de la Leisse et l'Isère, offre de nombreux exemples du contact des terrains sédimentaires avec les schistes cristallins formant le noyau du massif des Aiguilles-Rouges, situé à l'est des vallées de l'Isère et de l'Arly.

Comme cela a été constaté ailleurs, le contact est tantôt concordant, tantôt discordant avec la stratification des terrains cristallins, et de plus, dans l'intérieur du massif cristallin, on trouve, reposant sur la

¹ *Loc. cit.*, *ibid.*, p. 129-160, 3 planches.

tranche des bancs verticaux, des lambeaux de trias et de lias, en couches peu inclinées ou horizontales.

Le terrain sédimentaire le plus ancien est le terrain houiller, grès et schistes avec empreintes de fougères, surmontés parfois de poudingue (verrucano). Lorsque le carbonifère manque, c'est le trias qui forme le contact avec les terrains cristallophylliens. Il est formé de quartzites, de calcaires magnésiens, de cargneule et de marnes rouges; au-dessus, on trouve en montant toute la série jurassique et crétacée, jusqu'au sénonien, avec des lambeaux de mollasse marine et du sidérolithique. Nous résumerons cette série stratigraphique dans la seconde partie de cette *Revue*.

La vallée de l'Arly est encaissée sur la zone de contact des schistes cristallins et des terrains franchement sédimentaires. M. Hollande montre dans les deux premières planches les divers accidents qui accompagnent ces contacts le long de cette vallée, et plus au sud, dans celle de l'Isère.

Au pied de la pointe de la Sellive, on voit se succéder, à partir des schistes cristallins, vers l'ouest, du lias, de l'infranéocomien, suivi de jurassique supérieur, d'oxfordien et de dogger; ces couches forment un pli en C (voûte, non synclinale), ayant la convexité tournée du côté du massif cristallin, dont il est séparé par le lias. Sur l'autre versant de la pointe de Sellive, le noyau de dogger de cette voûte couchée butte, par un contact tout aussi étrange, contre une nouvelle masse de terrain crétacé.

Un profil allant de la vallée de Couz jusqu'à la vallée de l'Isère, par la partie S. du massif des Beauges, montre une succession des divers replis, tous troublés par des

failles, dont plusieurs sont peut-être de vraies failles de plissement, quoique l'auteur leur attribue un rejet vertical allant à une grande profondeur. La présence de replis en zigzags en triple superposition, tels que les offre la Rochetorse du massif des Beauges et ceux des nombreux plis-failles du plateau de Montagnole, et qui passent à de vrais chevauchements, semblent confirmer cette supposition. Quoi qu'il en soit, cette partie du mémoire de M. Hollande constitue une étude excellente de la structure du massif des Beauges, massif qui est la suite des chaînes calcaires des Vergys et de la Pointe-Percée et dont le prolongement lointain est la chaîne des Dents du Midi.

Une nouvelle suite à ce mémoire ¹ a plus spécialement trait aux environs immédiats de Chambéry et est accompagnée d'une carte géologique détaillée de la région au nord et sud de cette ville. Deux planches de profils font connaître la structure de la colline de Lémenc et du mont Saint-Michel. Les replis compliqués par des failles sont partout nombreux et les terrains jurassiques de ces localités offrent une série intéressante de niveaux fossilifères des plus riches.

Nous avons déjà mentionné (Rev. pour 1884 p. 169) l'intéressante découverte de M. TAVERNIER ² dans le voisinage de Taninges. Il s'agit d'affleurements de massifs de roches granitiques dans le milieu du flysch. Cet auteur vient de décrire ces gisements avec un peu plus de détails que ne l'avait fait M. Alph. Favre, et signale les observations faites sur ce point par MM. Lory et A. Jaccard.

¹ *Bull. Soc. Sc. nat. de Savoie*, 1888, p. 229-256.

² Tavernier, Roches cristallines dans le canton de Taninges. *Revue savoisienne*, juillet-août 1888, p. 225-235.

Aux sources d'un ruisseau descendant de la montagne de la Loy vers le Maderel, affluent du Giffre, se trouve un pointement de roches primaires et, vers le mas de la Rosière, existe un chaînon de roche granitique à 1400 m. Cet affleurement a 1200 m. de longueur, en y comprenant quelques faibles interruptions de continuité; sa largeur est de 20-30 m.

Dans cette même montagne, mais un peu plus haut, à l'origine d'un ravin, existe un grand affleurement d'une roche verte que MM. Fouqué et Michel Lévy ont déterminé comme une ophite andésitique et qui paraît en relation avec les serpentines signalées anciennement déjà dans la montagne de la Loy. MM. Lory et Jaccard disent avoir reconnu un vrai porphyre à grands cristaux d'orthose. Ainsi que l'avait déjà fait M. Alph. Favre, ils rangent le terrain qui entoure ces affleurements dans le tertiaire ancien, soit le flysch.

Plusieurs ravins se réunissent pour former le ruisseau de l'Arpettaz dans lequel existe encore un affleurement remarquable de roches verdâtres de la texture du porphyre et de la serpentine.

En résumé, les roches dominantes dans ces affleurements perçant au milieu du flysch sont: serpentine et stéatite, euphotide et hypersthène, amphibole et diorite, porphyre et ophite, granit et protogine. Cet assemblage de roches variées mériterait d'être l'objet d'une étude minéralogique spéciale.

Alpes centrales. En donnant un court aperçu de la chaîne des Dents du Midi, M. H. SCHARDT¹ insiste sur la

¹ *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, 178. *C. R. Soc. vaud. Sc. nat.*, 7 mars.

complète désagrégation du haut de l'arête, presque entièrement découpée dans le néocomien. Cette arête qui renferme une voûte couchée, n'offre plus, dans la partie culminante, que deux petits lambeaux de calcaire urgonien, à la Dent Jaune et à la Cime de l'Est (urgonien inférieur) correspondant à la bande continue qui suit le pied N.-O. de l'escarpement. Il est certain qu'autrefois cette arête était couronnée d'une seconde zone de terrain urgonien et peut-être aussi de nummulitique. Cela paraît très évident pour l'urgonien qui a fourni la moitié au moins des gros blocs fossilifères (*Requienia*, *Sphaerulites*, *Polypiers*, etc.) qui composent la moraine de Salanfe au pied du glacier du Plan Névé, sur le versant sud de l'arête. Cette moraine est la dernière moraine frontale du glacier et se trouve à 2000 ou 2500 m. d'altitude, au pied de la moraine actuelle. L'arête des Dents du Midi a donc subi un abaissement considérable depuis la fin de l'époque glaciaire.

M. EDM. DE FELLEBERG¹ a publié un aperçu géologique du champ d'excursion du Club alpin suisse pour la dernière période. Cette région embrasse le massif du Finsteraarhorn. Dans la partie occidentale des Alpes bernoises, la couverture des terrains sédimentaires est presque continue et forme des replis nombreux qui se succèdent par gradins sur le flanc des massifs ou forment dans le haut de la chaîne de vastes plateaux. Avec l'apparition des roches cristallines du massif central, l'aspect change totalement. Les formes massives des Alpes calcaires sont remplacées par des arêtes nombreuses et étroites, des-

¹ Dr Edm. v. Fellenberg, Geologische Uebersicht ueber das Excursionsgebiet, etc. *Jahrbuch S. A. C.*, XXII, 1887, 35 p., 8°.

quelles surgissent des pointes élancées. Ces formes persistent encore sur le versant nord, où les terrains sédimentaires existent sous forme de coins pénétrant profondément entre les roches cristallines. Le caractère extérieur, le relief et les détails des formes orographiques de cette région sont déterminés par la nature des roches. Les masses granitiques forment des croupes arrondies, les schistes cristallins des crêtes découpées et dentelées, la protogine s'élève sous forme de tours abruptes qui contrastent fortement avec les formes irrégulières des arêtes de schistes cristallins.

Partout le plongement des strates est extrêmement rapide, entre 45 et 80°; au nord, le plongement est dirigé au sud, au centre il est vertical et au sud les couches s'enfoncent vers le nord, de manière à compléter la structure en éventail qui est le caractère dominant de ce massif.

Nous avons déjà analysé (Revue pour 1887, p. 239) la classification des roches cristallines du massif en question. L'auteur distingue du centre vers les bords la succession suivante de roches :

1. Granit, vrai granit primitif massif.
2. Gneiss granitique à structure schisteuse.
3. Gneiss, dont il faut distinguer diverses variétés.
 - a. Gneiss gris de la zone nord.
 - b. Gneiss de la zone sud, se composant des facies suivants :
 1. Gneiss œillé (gneiss du Grimsel); 2. Gneiss séricitique et gneiss œillés à séricite.
4. Schistes cristallins, micaschistes, gneiss et schistes séricitiques (phyllades et schistes helvétiques, Casanna, pars).
5. Amphibolite et diorite, apparaissant au centre de la zone moyenne des schistes cristallins et dans les gneiss, surtout dans les gneiss œillés.
6. Verrucano, sernifite, conglomérat rouge permien sur lesquels repose, au Lötchenpass, le grès arkose.

7. Dolomie et cargneule avec les soi-disants schistes lustrés; n'apparaissant que sur le versant sud du massif.

8. Les sédiments de la formation jurassique et d'âge plus récent, se montrent le long du bord septentrional du massif et y forment les remarquables coins, et lambeaux pénétrant entre les replis du gneiss, dont M. Baltzer a donné une description détaillée.

Dans la dernière partie de cette notice, M. de Fellenberg décrit le rôle orographique de chacune de ces variétés de roches et expose en peu de mots l'extension de chaque zone et son importance dans la formation du relief et de la topographie.

L'important travail de M. le prof. BALTZER¹, sur la structure de la partie centrale du massif de l'Aar (massif du Finsteraarhorn) et d'une section de celui du Saint-Gothard, fait faire un nouveau progrès à la connaissance des chaînes centrales des Alpes et des massifs cristallins. Le territoire décrit est contenu dans la feuille XIII de l'atlas géologique suisse et fait suite à la région déjà décrite dans la livraison XX des *Matériaux*.

Le caractère le plus saillant de l'architecture de ce massif est l'effet exagéré du refoulement tangentiel. Le gneiss, et même le gneiss granitique ont été poussés par-dessus les sédiments calcaires mésozoïques. Ce massif, qui est déjeté au nord, occupe une position prédominante parmi les massifs cristallins; il s'étend sur une longueur de plus de 100 kilom., et atteint 15 à 22 kilom. de largeur. Les profondes vallées de l'Aar et de la Reuss le coupent en trois sections naturelles, et c'est

¹ Dr A. Baltzer, Das Aarmassiv (Mittlerer Theil) nebst einem Abschnitt des Gotthardmassivs, enthalten auf Blatt XIII. 1888. *Mat. p. la carte géol. de la Suisse*. Livr. XXIV. 4. 184 p., 4°, 11 planches et 34 grav. d. le texte. Voir *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 324.

à la section moyenne, resserrée entre la Reuss et l'Aar, que se rapporte le nouveau mémoire de M. Baltzer.

Dans toute la région, les formes orographiques extérieures sont essentiellement le résultat de l'érosion, mais elles dépendent aussi de la nature et de la disposition des terrains, de l'altitude, etc.

Certaines roches se reconnaissent de loin à leur relief orographique. Le granit, l'amphibolite, le calcaire alpin, affectent souvent la forme de ruines, de tours, etc. Mais la même roche prend des allures différentes, suivant sa disposition et son état de bouleversement. Cela est spécialement le cas pour les terrains stratifiés. M. de Fellenberg a déjà insisté sur la disposition en paliers ou tables inclinées (*Pultformen*) des chaînes calcaires, qui supportent de vastes plateaux bordés d'abrupts vertigineux, tels que les Diablerets, le Titlis, l'Uri-Rothstock, les Clarides, etc. L'érosion y découpe alors des arêtes tranchantes et des pointes élancées. On reconnaît facilement les Alpes calcaires à la structure des parois en corniches, contreforts, gradins, etc. La structure des massifs centraux donne lieu à des formes extérieures bien différentes. Ce sont des massifs compacts, des socles irréguliers, sur lesquels s'élèvent des arêtes tranchantes, profondément découpées et sans plateaux. L'inclinaison, souvent uniformément rapide, donne à ces arêtes un caractère constant, lors même que parfois des pointes isolées s'élèvent à de grandes hauteurs (Finsteraarhorn). Le granit présente encore des formes en coupole ou de croupes arrondies. Les schistes cristallins offrent des arêtes tranchantes, des pointes aiguës, tandis que le gneiss, plus résistant, forme des sommets plus ramassés et plus massifs.

Pour se faire une idée bien nette de toutes les formes orographiques, il suffit de passer par la vallée du Hasli et le Grimsel. Les formes orographiques des gneiss et des sédiments contrastent admirablement dans les hauts massifs de la Jungfrau, du Mönch et du Wetterhorn, dont l'énorme altitude est due à la superposition de ces deux terrains.

La description du massif de l'Aar proprement dit se rapporte spécialement à la partie centrale, formée de roches cristallines, dans lesquelles l'auteur distingue les zones suivantes :

1. LA ZONE DU GNEISS GRANITIQUE (granit-gneiss) se composant de deux roches :

a. *Le granit lité* (Bankgranit, Alpengranit, protogine) se divise en bancs de 1^m environ. Il se compose de feldspath orthose et plagioclase, de quartz, de mica à deux axes, noir verdâtre et quelquefois de muscovite. Son grain varie et amène à la distinction d'une série de variétés. Le granit lité joue un rôle prépondérant dans les Alpes occidentales, comme dans la partie nord et ouest des Alpes centrales, mais il manque dans les Alpes du Valais et des Grisons. Il se montre dans toute la longueur du massif de l'Aar, mais il caractérise plutôt au sud de la ligne médiane des roches cristallines.

b. *Le granit gneissique* et le *gneiss œillé*. Le premier est intermédiaire entre le granit lité et le vrai gneiss. Il est plus riche en mica que la protogine. Le gneiss œillé renferme deux micas, muscovite vert clair et biotite foncé. Ces trois variétés de roches alternent souvent. Le granit lité prédomine, le gneiss œillé est plutôt subordonné aux deux autres. La largeur de la zone atteint 14-16 kilomètres.

2. LES GNEISS DE LA ZONE SUD forment une bande large de $\frac{1}{2}$ à 1 kilomètre sur le versant sud de la partie moyenne du massif; elle se compose essentiellement de gneiss œillé et fibreux, avec gneiss séricitique et micacé, subordonné, accompagné de schistes, quartzites, schistes chloriteux, épidotifères et séricitiques.

3. LES GNEISS DE LA ZONE NORD occupent une largeur de 5 kilomètres sur 50 de longueur. Ils ont été désignés autrefois sous les noms de gneiss gris, gneiss helvétan, gneiss séricitique; des recher-

ches plus détaillées permettent de distinguer deux types principaux :

a. Gneiss à muscovite (séricitique).

b. Gneiss à biotite et séricite, quelquefois à structure grenue.

4. ZONE DES GNEISS SÉRICITIQUES, des phyllades avec schistes feldspathiques. Ces gneiss sont caractérisés par un mica gris vert, séricitique qui forme des plaques et des trainées. La décomposition est partout très prononcée, dans le feldspath comme dans le mica. La pierre ollaire apparaît comme roche accessoire dans cette zone.

5. ZONE DES SCHISTES AMPHIBOLIQUES. Ils sont accompagnés de gneiss et de quartzites et forment un horizon bien caractérisé et séparé de la zone granitique centrale par des gneiss. Ils se présentent sous forme de zone continue de 100-200 à 1000 mètres de largeur, ou bien sous l'apparence de lentilles allongées. Ce schiste est un mélange schisteux d'amphibole vert foncé et de feldspath gris ou blanc.

On conçoit facilement que cette distinction de zones de différente nature amène à des conclusions sur l'âge relatif des divers éléments d'un tel massif. Le granit, le granit gneissique et le gneiss œillé, forment la partie la plus ancienne du massif, autour de laquelle se moulent les zones plus récentes, comme le montre le tableau suivant :

1. Chaîne calcaire (malm).
2. Formations intermédiaires, dogger, lias, dolomie, verrucano, schistes noirs (carbonifère).
3. Zone des gneiss séricitiques, plus récents, phyllades, et schistes amphiboliques.

}	Phyllades séricitiques et gneiss avec schistes feldspathiques et pierre ollaire.
}	Schiste et gneiss amphiboliques, amphibolites.
4. Gneiss anciens au nord et au sud de la zone granitique.
5. Zone ancienne de gneiss granitique.

L'auteur admet l'existence dans le massif de l'Aar d'une série de replis qui expliquent en même temps les intercalations de calcaire dans le gneiss et les coins de

gneiss dans le calcaire, comme aussi les alternances de gneiss séricitique avec le gneiss ancien. Il a constaté l'existence de cinq replis en forme de voûte, séparés par autant de synclinales.

L'étude détaillée des phénomènes de dislocation, de contact, de plongement, a fait connaître un grand nombre de faits aussi remarquables que ceux qu'avaient révélés les recherches dans le massif de la Jungfrau.

Le massif du Gothard, y compris la vallée d'Urseren, forme la troisième partie de la description. La vallée d'Urseren est une synclinale dans laquelle on trouve les zones suivantes :

1. GNEISS SÉRICITIQUES et phyllades dans lesquels on distingue :
a. le gneiss d'Urseren qui est gris vert pâle, à grain fin et fibreux avec du mica argentin; *b. les phyllades séricitiques* qui sont à grain fin et même compacts, gris et verdâtres; *c. les mica-schistes* à mica brun clair ou muscovite.

2. CARGNEULE formant une zone souvent interrompue sur le versant gauche de la vallée; épaisseur 50^m.

3. CALCAIRES JURASSIQUES se poursuivant d'Andermatt vers la Furka, avec une épaisseur croissante; calcaires, cipolins et schistes noirs graphitiques. Ce sont tous des terrains sédimentaires plus ou moins métamorphiques.

Voici la comparaison entre les terrains du massif de l'Aar et de la vallée d'Urseren :

	<i>Massif de l'Aar :</i>	<i>Synclinal d'Urseren :</i>
Malm et dogger.	} Calcaire et marbre, oolite ferrugineuse (dogger); coins calcaires d'Innertkirchen.	} Calcaires compacts et schisteux, cipollin à Altekirche.
Lias.		
Carbonifère.	} Verrucano; schistes noirs.	} Schistes noirs graphitiques à la route d'Oberalp.

Précarbonifère.	} Gneiss et schistes séricitiques de la zone sud.	} Gneiss d'Urseren et schistes séricitiques.

Une petite partie du massif du Gothard est contenue sur la feuille XIII; on reconnaît les zones suivantes :

1. *Une zone de gneiss granitique* qui ne se distingue pas microscopiquement de celui du massif de l'Aar.

2. *Zone de gneiss du Gothard*, (A) gneiss à deux micas (muscovite blanc et biotite foncé) à structure œillée, par suite du groupement du mica autour de gros nodules de feldspath.

3. *Une seconde zone de gneiss* forme la variété B du gneiss du Gothard; le mica y est contenu en proportion plus considérable, tandis que le feldspath est moins abondant; cette roche, la plus commune dans le Gothard, renferme des intercalations de schistes amphiboliques, de pierre ollaire et de serpentine.

En recherchant les analogies entre les roches du massif du Gothard et celles du massif de l'Aar, il ne semble pas possible au premier abord de croire à une continuation souterraine entre leurs roches, tant les différences de facies sont grandes. On est tenté d'admettre que les gneiss du massif de l'Aar sont plus anciens et il faudrait que, par suite d'une faille, aidée d'une dénudation énorme, ils aient été portés à la hauteur de ceux du Gothard et dénudés de leur couverture de gneiss récents. Mais il n'est pas probable que cela soit le cas, puisque les gneiss et schistes séricitiques qui forment la couverture du massif de l'Aar, manquent dans celui du Gothard. Il est d'ailleurs possible de démontrer que les roches qui remplissent les divers plis synclinaux entre ces massifs, sont de même âge et offrent des types analogues. Il y a là des motifs puissants

pour penser que les massifs qui en sont séparés, sont aussi du même âge, et que leurs différences pétrographiques ne sont que des différences de facies; et, si l'on admet encore que, par suite du refoulement latéral considérable, les plis ont été souvent modifiés par l'écrasement du flanc déjeté, qui a produit des plis-failles, des chevauchements, etc., on s'explique facilement les irrégularités et les lacunes dans la succession des zones analogues. La grande pression et les degrés divers de métamorphisme mécanique ont pu produire les différents caractères pétrographiques d'une même zone. En tenant compte de l'analogie de structure et de composition chimique, comme aussi des allures générales des diverses zones, il y a possibilité d'établir entre les deux massifs le parallélisme suivant ¹ :

Massif de l'Aar :

Gneiss séricitique et schistes. ~~~~~
Schiste feldspathique du Hasli
et pierre ollaire ¹.

Schistes amphiboliques, amphibolites et gneiss.

Gneiss à biotite et séricitique; gneiss avec lentilles schisteuses.

Gneiss micacés du nord. Gneiss riche en micas d'Erstfelden. Gneiss du Wasenhorn. Gneiss du sud (pars).

Gneiss œillé à deux micas. ~~~~~
Granit gneissique (protogine).

Granit lité (granit protogine).

Granit en massifs filons.

Massif du Gothard :

Gneiss d'Urseren et schistes séricitiques du pli d'Urseren.

Gneiss du Gothard B. Gneiss micacé et séricitique avec schistes amphiboliques, pierre ollaire et serpentine.

Gneiss du Gothard A, à deux micas, riche en feldspath (Gneiss du Gamsboden, de Sella). Gneiss de la Fibbia.

Gneiss œillé, feldspathique et rubané de Rotondo à structure porphyroïde.

Granits de Cacciolalp et de Rotondo.

Filons granitiques.

¹ Les lignes ondulées indiquent les relations hypothétiques de facies.

Il n'est pas possible de résumer ici les observations détaillées sur ces massifs sans avoir sous les yeux les nombreux profils et croquis, qui sont indispensables pour leur intelligence. Nous renvoyons pour cela au livre de M. Baltzer.

L'auteur résume de la manière suivante les diverses phases de la formation du massif de l'Aar :

1. Formation de sédiments à structure alternativement gneissique et granitique (noyau), supportant les gneiss séricitiques, les schistes amphiboliques, etc. (enveloppe schisteuse).

2. Première dislocation et formation de fissures pendant l'action du refoulement sur cet ensemble de couches (avant le dépôt du verrucano) ; au bord occidental du massif le plus disloqué, surgissent des granits éruptifs qui pénètrent dans la couverture schisteuse, ainsi que dans les vides entre les schistes et le noyau, où ils forment des amas.

3. Plissement définitif postjurassique du massif, se prolongeant, avec intensité variable, jusque dans l'époque tertiaire. Les roches cristallines se replient à des profondeurs toujours plus grandes et se redressent. La couverture sédimentaire ne suit pas ces replis profonds, mais se plisse indépendamment, comme détachée du noyau, et se relève par places par-dessus les roches cristallines. Les modifications mécaniques et chimiques pendant ces dislocations ont dû être énormes et ne permettent d'émettre aucune conjecture sur la nature primitive des roches disloquées.

4. La dénudation, agissant simultanément avec la dislocation, a fait disparaître une épaisseur d'au moins 1000 mètres de terrain, et mis à nu, dans le massif plissé, les roches du noyau, surtout dans la partie centrale.

Le massif des Alpes tessinoises est séparé de celui du Saint-Gothard par une zone de roches sédimentaires de marbre, calcaire, dolomie, cargneule, gypse, anhydrite, schistes calcaréo-micacés, schistes à grenats noirs, et schistes gris ou vert noirâtre, contenant du disthène. Cette zone se voit déjà au col des Nufenen et du Gries, passe par le val Bedretto, par Airolo, et se continue par le val Canaria jusqu'au col du Luckmanier, avec un développement croissant en largeur (4 kilom.). M. le Dr GRUBENMANN¹ a examiné ces terrains dans leurs diverses zones dans le but de constater la portée qu'il faut attribuer aux phénomènes dynamo-métamorphiques qui paraissent avoir si souvent modifié l'aspect des roches sédimentaires dans l'intérieur des Alpes.

L'auteur distingue les zones suivantes :

1. ZONE INFÉRIEURE DE GYPSE, CARGNEULE et DOLOMIE. Elle se voit à l'entrée du val Canaria et forme plus loin l'abrupt du versant oriental de la vallée. Le gypse renferme les minéraux suivants : quartz, pyrite, mica, talc, tourmaline, disthène et de petits cristaux de zircon jaunâtre. Ce gypse (anhydrite) est entouré d'une mince enveloppe de cargneule caverneuse et de dolomie saccharoïde et micacée.

2. PREMIÈRE ZONE DE SCHISTES A DEUX MICAS (schistes à disthène). Épaisseur 2-4^m. C'est une roche qui passe du gris verdâtre au vert foncé, avec un éclat nacré sur les surfaces de clivage. Entre les lames les plus épaisses, on trouve des plaques lenticulaires et enchevêtrées de mica agrégé, qui déterminent ainsi une schistosité à surfaces ondulées. On constate en outre des lamelles gris bleuâtres de disthène, des veines de quartz, accompagnées de calcites blancs et ferrugineux. C'est dans ces veines surtout que l'on trouve des aiguilles de cyanite.

L'analyse microscopique, dans laquelle nous ne pouvons pas

¹ Dr U. Grubenmann, Ueber die Gesteine der Sedimentären Mulde von Airolo. *Mittheil. der Thurgauischen naturf. Gesellsch.*, 1888, fasc. VIII, p. 1-27.

suivre l'auteur, a fait découvrir que cette roche renferme deux micas, dont l'un à deux axes et l'autre à un axe, puis des aiguilles de rutile, de la tourmaline en cristaux microlithiques ou en prismes hémimorphes, du disthène en bandes à structure fibreuse, de la *zoïsite* bien moins fréquente que le disthène, et quelquefois des grains ou des cristaux de zircon et des amas de minerais donnant après dissolution la réaction du fer (magnétite); on observe encore des petits cristaux de pyrite.

L'analyse chimique a permis de reconnaître que l'un des micas, de couleur blanche, était un *mica calcaire* ou margarite (Perlglimmer) tandis que le mica foncé paraît être un *mica merocène*; l'analyse sommaire de la roche démontre que les deux micas sont dans le rapport de 20 : 9; ce dernier chiffre représentant le mica blanc margarite. Les schistes à disthène sont accompagnées de nombreuses alternances de schistes quartzitiques argilo-calcaires. La désagrégation donne à cette roche une teinte rosée ou de couleur rouille. L'apparition d'intercalations d'un quartzite ferrugineux brunâtre forme le passage au groupe suivant :

3. LE SCHISTE ARGILO-MICACÉ A GRENATS, commence par dix alternances avec le quartzite ferrugineux. Ils forment deux horizons; l'inférieur, épais de 1^m, est plus clairement teinté, avec taches couleur rouille, à éclat nacré; le niveau supérieur, épais de 4^m, a une couleur gris noir foncé avec un éclat plus faible. Entre les deux se trouve, sur dix mètres, du quartzite gris brun ferrugineux. On a trouvé dans ces schistes, au col de Nufenen et à Fontana, des *Bélemnites*, ce qui les a fait classer dans le terrain jurassique. L'analyse microscopique y a fait découvrir, les micas (blanc et brun) et des grains de quartz, outre des prismes de tourmaline, passablement de rutile, de la *zoïsite* et des grenats.

4. LE MICASCHISTE CALCAIRE forme une zone de 300^m d'épaisseur. C'est un calcaire argilo-schisteux, dont les feuillets sont couverts de paillettes de mica blanc ou gris clair. On remarque des intercalations de quartzite, de grès schisteux; et vers le haut, la roche passe à un marbre blanc à gros grain. Le microscope montre la prédominance du carbonate de chaux; les lamelles déformées et courbées du mica témoignent du déplacement que la roche a subi sous l'effet de la pression; on constate en outre des substances charbonneuses graphitoïdes (origine organique) et du minerai de fer opaque.

5. UNE SECONDE ZONE DE SCHISTE A DEUX MICAS ET DISTHÈNE succède au micaschiste calcaire, mais n'atteint que 1^m50 d'épaisseur et offre, quant à la nature spéciale de la roche, sensiblement les mêmes caractères que celle de la zone inférieure.

6. LA ZONE SUPÉRIEURE DE GYPSE, DOLOMIE et CARGNEULE, suit le pied de la pente rapide au nord d'Airolo. Les analyses chimiques de la dolomie lui donnent une composition très voisine de la combinaison chimique $\text{Ca}_2 \text{Mg} (\text{CO}_3)_3$. Un échantillon de couleur jaune est moins riche en Mg mais contient du Fe O ; dans une certaine quantité de résidu insoluble, le microscope fait découvrir des lamelles incolores de mica à deux axes (margarite), mica verdâtre (biotite), quartz, tourmaline, rutile et zircon.

7. LA ZONE SUPÉRIEURE DU SCHISTE A DEUX MICAS, commence par une roche carbonatée, fragmentée, blanc jaunâtre à grain fin avec talc qui est remplacé peu à peu par de la biotite foncée et passe enfin au schiste à deux micas. Semblable à celui de la deuxième zone, ce schiste renferme du mica blanc et brun en proportion presque égale. La stratification est déterminée par des feuillettes minces de carbonate et d'argile. L'analyse microscopique démontre l'identité de cette roche avec celle des autres zones.

L'auteur formule ensuite des conclusions sur la nature de ces roches et sur la part qu'il faut attribuer, dans leur genèse, à l'influence de la pression, c'est-à-dire au métamorphisme dynamique.

Il est indubitable que toutes ces roches sont d'origine sédimentaire, il est dès lors étrange d'y trouver les inclusions minérales indiquées ; leur structure témoigne d'une transformation profonde de leur aspect primitif. On se demande à quelles forces il faut attribuer cette transformation.

On peut admettre que le gypse et la dolomie forment les sédiments les plus anciens et que, primitivement, les niveaux supérieurs se composaient de calcaires argileux, représentant ainsi la série du trias et des sédiments jurassiques. C'est à la pression que doit être attribué le rôle prépondérant dans leur transformation. Le gypse et l'anhydrite ont été peu modifiés ; le calcaire argileux a pris la texture feuilletée qui caractérise les schistes à deux micas, avec les minéraux accessoires qui y sont con-

tenus. L'excédent de SiO_2 et de CaCO_3 s'est séparé en grains ou en lits continus. On pourrait attribuer à une pression ayant agi dans tous les sens la formation des nodules et cristaux de grenats; la texture exclusivement feuilletée doit être attribuée à une pression unilatérale. Il n'y a pas de doute que la synclinale d'Airolo a subi une très forte compression qui a considérablement réduit sa largeur. Quelle que soit la cause à laquelle on attribue ces transformations, les roches sédimentaires de cette synclinale sont un des plus beaux exemples du métamorphisme dynamique.

Les Alpes de l'Engadine, qui s'élèvent au sud de la vallée de l'Inn, se font remarquer par le grand développement des formations mésozoïques calcaires et dolomitiques qui appartiennent au trias et au lias. Cette chaîne se poursuit comme une étroite zone entre les massifs cristallins voisins et se lie à l'est au massif, également calcaire, de l'Ortler. On trouve, d'après M. GÜMBEL¹, au-dessus des schistes anciens, en pénétrant dans ceux-ci, les roches mésozoïques suivantes :

TRIAS. 1. Bancs de *grès* en lits minces et de *schistes argileux* feuilletés de couleur rouge ou gris verdâtre, remplacés parfois par une brèche particulière (en partie verrucano) qui imite l'aspect d'un gneiss séricitique (niveau du grès bigarré des régions extra-alpines).

2. Puissante série de *cargneule* avec bancs et lentilles de gypse.

3. *Calcaires* et *dolomies* noirs foncés ou gris noirs, en bancs peu épais, à délits argileux et à surfaces inégales. Vers le haut apparaissent des couches argileuses et marneuses. *Terebratula vulgaris*, *Dadacrinus gracilis* indiquent l'âge du muschelkalk.

4. Deuxième zone de *cargneule* avec gypse, dont la facile désagrégation donne lieu à des enfoncements, cols et cirques rocheux.

¹ Dr v. Gumbel, Geologisches aus dem Engadin. *Jahresbericht der Naturforsch. Gesellsch. Graubünden*, 1888, XXXI, p. 1-70.

5. La grande *dolomie* a la part la plus importante dans la composition des montagnes calcaires; elle atteint jusqu'à 1000^m d'épaisseur et surmonte la *cargneule* en parois abruptes et déchirées.

LIAS. 1. Étage *rhétien*.

2. *Calcaires gris et rougeâtres* à débris de crinoïdes surmontant la *dolomie* et la série des roches mésozoïques, se terminant par :

3. *Marnes grises ou noires*.

On n'a pas trouvé jusqu'à présent de sédiments plus récents que le *lias* dans cette région des Alpes grisonnes.

Les schistes cristallins qui forment la base des sédiments calcaires et dolomitiques sont, soit du gneiss ou des roches cristallines d'autre nature, soit aussi, sur de grandes surfaces, des schistes micacés argileux, brillants comme des *phyllades*, qui renferment des couches de calcaires cristallins et des grès calcaires.

Toutes ces roches doivent rentrer dans le système archéen, mais les opinions varient encore beaucoup au sujet de l'âge des schistes lustrés ou *phyllades*, qu'on a rangés dans la série des schistes cristallins, dans le *lias* et même dans le *flysch* éocène; il convient donc, vu la diversité d'opinions, de ne les désigner pour le moment que du nom de *schistes grisons* (*Bündnerschiefer*).

L'auteur décrit la structure des points les plus intéressants. Les couches sédimentaires dolomitiques et calcaires forment souvent des intercalations dans les massifs gneissiques; elles y pénètrent sous forme de coins ou lambeaux écrasés, analogues aux remarquables phénomènes décrits par M. Baltzer dans le massif de la *Jungfrau* et du *Gstellhorn*.

La région de *Tarasp* offre, sur une immense épaisseur,

les micaschistes argileux (Thonglimmerschiefer), qui sont fortement contournés et renferment des bancs de grès et quelques intercalations de calcaires gris cristallins; les schistes verts ne s'y rencontrent que rarement. Les seuls restes organiques trouvés dans ces schistes sont des traces d'algues.

Les nombreuses sources minérales de Tarasp et de Schuls sont limitées au sud par la zone de schistes argileux. Une zone de schistes chloriteux, dioritiques et amphiboliques, de couleur verte, sépare cette zone des massifs calcaires qui s'élèvent au sud. Les schistes verts sont identiques à ceux qui forment le haut de la chaîne du Piz Cotschen-Chiampatsch-Mondin, et renferment des intercalations de serpentine, de granit vert (Juliergranit) et de diorite, avec gneiss séricitique.

Ces deux terrains déterminent le caractère orographique de la Basse-Engadine. Au nord dominant des formes régulières des terrains schisteux, tandis qu'au sud apparaissent les sommets déchirés et découpés des montagnes calcaires. Les terrains calcaires apparaissent au milieu des roches cristallines et y forment des replis semblables aux intercalations calcaires dans le gneiss des Alpes bernoises.

Les terrains de transport de l'époque glaciaire jouent un grand rôle dans la configuration actuelle de la Basse-Engadine; les dépôts et les polis glaciaires s'élèvent sur le flanc de la vallée jusqu'à 1600 mètres et plus haut.

Le profil donné par M. Gumbel du val d'Uina montre deux plis synclinaux de verrucano et de trias dans le gneiss; l'un est droit, l'autre couché.

La coupe le long du val Triazza, à partir de l'Inn jusqu'au Piz Lischanna, offre une succession des plus

remarquables de couches sédimentaires, qui forment un pli synclinal, couché au nord. Le gneiss (schistes verts) du fond de la vallée renferme deux intercalations de serpentine; il surmonte les assises suivantes :

1. Schistes phyllades noirs et gneiss séricitiques dont le contact avec les couches suivantes est caché par de l'erratique.
2. Brèche verdâtre (verrucano).
3. Grande épaisseur de cargneule avec gypse et efflorescences de sel.
4. Conchylien avec *Gyroporella pauciferata*.
5. Schistes argileux noirs avec écailles de poissons et *Bactrylium* (= Schistes de Perledo et de Wengen).
6. Dolomies et calcaires esquilleux à rognons de silex et *Gyroporella* (= calcaire du Wetterstein).
7. Cargneule.
8. Immense épaisseur de calcaire gris dolomitique formant les escarpements de Piz Triazza et se recourbant en synclinale pour reparaitre au sommet du Piz Lischanna. Dans cette synclinale sont renfermés :
 9. Marnes décomposées grises du rhétien.
 10. Calcaire à *Crinoïdes* rouge, facies de Hierlatz (lias moyen).
 11. Schistes argileux gris et rouges à *Belemnites*.
 12. Schistes gris foncés à *Algues*, semblables au lias de l'Algäu.

La présence de ces deux derniers niveaux dans le voisinage presque immédiat des *schistes grisons* est d'une haute importance. Il écarte toute possibilité d'assimiler ces deux terrains, c'est-à-dire de considérer les schistes grisons comme des schistes liasiques transformés.

Nous passons plus rapidement sur les observations faites par l'auteur dans la vallée de Scarl, le long du col d'Ofen, entre le Münsterthal et la vallée de l'Inn, dans le val Chiamucra, où les mêmes terrains mésozoïques surmontent le gneiss et les schistes verts et offrent des contournements analogues. Au col d'Ofen, on trouve des marnes et des grès calcaires renferment

de nombreux fossiles de l'étage *Raiblien* (*Gervillia*, *Mytilus*, *Myophoria*, *Megalodon*, *Pentacrinus*, etc.); le calcaire liasique à crinoïdes (Hierlitz) se montre aussi sur divers points.

L'auteur ajoute encore quelques considérations sur les schistes grisons. Ces schistes, qui sont généralement de couleur grise, micacés et argileux, rendus quelquefois presque noirs par la présence de particules charbonneuses, forment une large zone, du Rhin antérieur à l'Inn, et se continuent dans le Tyrol. Ils renferment souvent des bancs de grès grossiers (Grauwacke) et sont remarquables par la facilité de leur désagrégation et par le nombre et la finesse de leurs plissements; ceux-ci n'influent cependant pas les veines de calcite et de quartz qui les traversent, preuve que ces derniers sont d'époque postérieure.

Les analyses chimiques ont mis en évidence la composition essentiellement argileuse de ces schistes et la présence de petites écailles et fibres charbonneuses qui ne sont pas graphitiques, ainsi que des aiguilles assez abondantes de rutile.

M. Gümbel pense que les schistes grisons se rangent très naturellement dans la série paléozoïque et représentent peut-être le système cambrien; il doute de l'authenticité des *Belemnites* et des fossiles semblables à des *Gryphées*, que Théobald a signalés dans cette formation.

Certains niveaux des schistes argileux se couvrent d'abondantes efflorescences salines de couleur blanche; par exemple, en amont de l'Hôtel des Bains de Tarasp, dans quelques gorges du val Clozza, à Chialzina, Spadha, Sinestra, etc. Ces efflorescences se composent de sulfate

de magnésie avec un peu de gypse, de carbonate de soude et de chlorure de sodium. Elles se montrent toujours sur la limite des schistes et de la zone des serpentines. Ailleurs, sur la route d'Ardez, on les voit aussi à la surface du gypse. Dans les deux cas leur composition est la même :

Efflorescences du schiste argileux :		Du gypse :
Sulfate de magnésie	52,23	50,10
Eau	47,52	48,32
Carbonate de soude	traces.	0,60
Sulfate de soude	traces.	traces.
Chlorure de sodium	traces.	1,12
	<hr/>	<hr/>
	99,350	100,14

Leur origine doit être recherchée dans les lentilles de gypse de la zone des serpentines ; le transport de ce sel par les eaux vers la surface explique à la fois la formation des efflorescences sur le schiste argileux qui n'est que peu magnésifère et l'origine des sources minérales de la Basse Engadine.

Les sources minérales de cette région sont accompagnées d'émissions d'acide carbonique, dissous dans l'eau, ou à l'état libre dans les moffettes ; l'auteur estime à six mètres cubes par heure l'émission de ce gaz. Il n'est pas possible d'en indiquer la provenance.

L'origine des autres matières de ces eaux peut s'expliquer comme suit : Le sodium y est contenu à l'état de bicarbonate, de chlorure, de sulfate, et en petite quantité comme iodure. Il paraît aussi provenir du gypse. Les carbonates de chaux, magnésie, fer et manganèse, ont une autre origine ; la chaux provient sans

doute par dissolution du calcaire au contact avec l'eau chargée d'acide carbonique; il en est de même de la magnésie par rapport aux calcaires dolomitiques.

La température des sources est à peine supérieure à la température annuelle moyenne.

Alpes orientales. — M. H. FINKENSTEIN¹ a décrit la structure géologique d'une petite région des Alpes bava-roises, celle du Laubenstein, à propos de l'étude de la faune de Brachiopodes des couches du dogger. Le Lau-benstein est un petit massif resserré entre la rive droite de l'Inn et le torrent Prien (Priener Ache), qui se jette dans le Chiemsee. Les terrains sédimentaires de cette région, plusieurs fois repliés en synclinales et en voûtes, sont entrecoupés de nombreuses failles transversales. L'auteur a relevé avec soin la série des assises, qui offre un terme de comparaison précieux. Nous résumerons plus loin ces terrains, embrassant le trias, très complet, le lias, le dogger et le crétacé jusqu'au cénomanién.

Versant sud des Alpes centrales. — M. H. NICOLIS² a décrit l'aspect géologique des Préalpes septentrionales du versant sud des Alpes, autour du lac de Garda. Il en esquisse la stratigraphie et la structure, l'origine des vallées et le rôle des dislocations. Les éruptions basalti-ques qui s'y rencontrent paraissent être prétertiaires et postérieures au crétacé. Après avoir consacré un chapi-tre au régime hydrographique et à la géographie phy-

¹ H. Finkenstein, Der Laubenstein bei Hohen-Aschau. Ein Bei-trag zur Kenntniss der Brachiopodenfauna des unteren Alpinen-Doggers. *Neues Jahrb. für Mineralogie*, etc. VI *Beilagebd.* 1888, p. 36-104; 4 pl.

² Enrico Nicolis, Breve illustrazione degli spaccati geologici delle Prealpi settentrionali. *Verona*, 1888.

sique, il termine par l'énumération des fossiles de la région décrite (province de Vérone). Ils représentent tous les terrains du jurassique inférieur au miocène moyen, surmonté du quaternaire.

JURA ET PLATEAU. — M. L.-ABEL GIRARDOT¹ a publié un premier fascicule d'un mémoire qui comprendra toutes ses recherches sur les environs de Châtelneuf, région située au sud de Champagnole. Nous avons mentionné plusieurs fois déjà les recherches de ce géologue (Revue pour 1886 et 1887); elles sont résumées dans ce travail et complétées par de nouvelles observations. Cet ouvrage formera, lorsqu'il sera terminé, une source précieuse de documents pour l'étude de cette partie du Jura. Le premier fascicule renferme, sous forme d'introduction, des généralités sur l'orographie de la structure géologique du plateau de Châtelneuf, l'historique des travaux géologiques sur cette région et une liste bibliographique complète.

Les *Archives* ont déjà rendu compte des résultats scientifiques de l'excursion de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE SUISSE² dans le Jura bernois et soleurois, à la suite de la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Soleure (8-12 août 1888).

Les gisements de calcaire d'eau douce, près de Moutiers, ont été examinés avec soin à cette occasion. On sait qu'ils avaient été découverts par M. Choffat et que M. Maillard en avait décrit les fossiles comme purbec-

¹ Abel Girardot, Recherches géologiques dans les environs de Châtelneuf. *Public. de la Soc. d'émulation du Jura*. Lons-le-Sauvier, 1888, fascic. I, 168 p., 8°.

² *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1888, XX, p. 495-502. *Acta Soc. helv. Sc. nat.* Soleure, 1888.