

Revue géologiques Suisse pour l'année 1889

Objekttyp: **Group**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

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

Heft 6

PDF erstellt am: **21.07.2024**

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

<http://www.e-periodica.ch>

ECLOGÆ GEOLOGICÆ HELVETIÆ

REVUE GÉOLOGIQUE SUISSE

POUR L'ANNÉE 1889

PAR

MM. Ernest FAVRE & Hans SCHARDT.

Tiré des ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES DE GENÈVE
avec autorisation de la Direction.

PREMIÈRE PARTIE

Cette revue est divisée, comme les précédentes, en deux parties. La première comprend l'analyse des ouvrages généraux, des descriptions géologiques et des recherches relatives aux minéraux, roches, etc.; la seconde traite des travaux relatifs aux terrains, des formations plus anciennes jusqu'aux dépôts actuels.

NÉCROLOGIE. — L'année 1889 a vu disparaître un géologue dont le nom a souvent paru dans cette revue, M. Charles LORY, professeur à la Faculté de Grenoble, dont M. HOLLANDE¹ et M. BERTRAND² ont résumé la

¹ Hollande, Notice biographique et liste des publications de M. Lory. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1889, III, 45-48.

² M. Bertrand, Éloge de Charles Lory. *Bull. Soc. géol. de France*, 1889, XVII, 664-679.

carrière. Lory prenait souvent part aux réunions de la Société helvétique des Sciences naturelles; il était membre de la Société géologique suisse à la fondation de laquelle il s'est intéressé. Ses ouvrages sont nombreux et, pendant sa carrière scientifique, de près de quarante-cinq ans, il a beaucoup contribué aux progrès de la géologie du Jura et des Alpes. C'est lui qui a découvert et décrit, un des premiers, le terrain purbeckien dans le Jura. Son séjour comme professeur à Besançon lui permit de se vouer à l'étude de cette chaîne. Plus tard, fixé à Grenoble, il s'attacha davantage à la géologie des Alpes occidentales, dont l'orographie, les dislocations, certaines différences de facies, ont été l'objet de ses recherches. C'est à lui qu'on doit la théorie sur les dislocations des Alpes d'après laquelle les plis des terrains stratifiés de la surface correspondraient à des failles dans les terrains profonds.

M. RENEVIER a retracé la vie du géologue vaudois, Ph. DE LA HARPE¹ (1830-1882). Ses études sur le quaternaire, sur la mollasse, sur le sidérolithique du canton du Vaud et sur quelques localités des Alpes vaudoises et valaisannes, ont lié son nom à la géologie de la Suisse et du canton de Vaud en particulier; elles furent suivies plus tard d'une entreprise plus grande, celle d'une monographie du genre *Nummulites*. Quinze notices et mémoires ont paru sur ce sujet, mais ce ne sont que les préliminaires à l'œuvre plus générale à laquelle de la Harpe a consacré dix années de sa vie et qui resta malheureusement inachevée.

¹ E. Renevier, Philippe de la Harpe, sa vie et ses travaux scientifiques. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, 1890, XXV, 1-16. Cette biographie est suivie d'une liste complète de ses travaux.

Enfin nous signalons avec tristesse la mort récente de V. GILLIÉRON (1826-1890). Sans avoir fait des études spéciales, il a été l'auteur de plusieurs travaux remarquables, fruits de ses patientes recherches. Occupé dans l'enseignement secondaire, d'abord dans le canton de Vaud, puis à Neuveville et en dernier lieu à Bâle, Gilliéron s'occupa de la géologie de la Suisse occidentale. Il commença par des travaux sur quelques points de la géologie du Jura, et sur le néocomien du Landeron; mais l'œuvre à laquelle il a consacré plus de vingt ans de travail et d'efforts, c'est la description géologique des Alpes fribourgeoises et d'une partie des Alpes bernoises dans les livraisons XII et XVIII des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse, parues en 1873 et 1885, et la carte géologique de cette région, renfermée sur la feuille XII de l'atlas fédéral au $1/1000000$. Gilliéron s'est montré avant tout observateur; ennemi de la théorie sans bases solides, il n'en usait qu'avec une extrême prudence. Dans ses cartes et ses profils, il s'est efforcé de ne représenter que les faits observés. Ses ouvrages sont l'expression de recherches consciencieuses, sans idées préconçues. C'est à lui que l'on doit les premiers travaux complets sur la stratigraphie des Alpes fribourgeoises et surtout des Préalpes.

M. Gilliéron a dépensé ses forces et sa santé au service de la science à laquelle il s'était consacré d'une manière absolument désintéressée, et son départ laisse dans le cœur de ses collègues un profond regret.

Descriptions, roches, géologie dynamique, etc.

Descriptions géologiques.

CARTE DE LA SUISSE. — M. le D^r V. GILLIÉRON¹ a résumé les travaux qui ont conduit à l'achèvement de la carte géologique de la Suisse, en vingt-cinq feuilles et à l'échelle de $\frac{1}{100000}$. L'auteur expose l'origine de ce travail et les diverses phases par lesquelles il a passé. Il relève les imperfections et les défauts nécessairement inhérents à une œuvre à laquelle ont contribué de nombreux géologues qui n'appartenaient pas à la même école et travaillaient suivant des méthodes différentes; quoique la gamme des couleurs et la subdivision en grand des terrains fût la même, il y a entre les feuilles de la carte des divergences parfois sensibles. Pour obvier à ce vice, M. Gilliéron fait une série de propositions qui conduiraient à un résultat plus uniforme pour une nouvelle carte, au $\frac{1}{25000}$, sur laquelle on pourrait aussi donner une plus large place aux terrains récents; les recherches hydrologiques et d'autres renseignements pratiques devraient y être consignés. La publication de cette carte à un prix modique serait une œuvre réellement utile.

ALPES. — Le travail de M. le D^r C. SCHMIDT² sur la

¹ D^r V. Gilliéron, Note sur l'achèvement de la première carte géologique de la Suisse à grande échelle. *Bull. Soc. belge de géologie*, 1889, III, 111-118.

² C. Schmidt, *Zur Geologie der Schweizer-Alpen*, 1889, 52 p., 1 pl.; l'un de nous a déjà donné un résumé de ce travail. *Archives*, 1889, XXII, 580.

géologie des Alpes suisses, résume les connaissances actuelles sur l'origine, la pétrographie et la structure de l'ensemble de cette chaîne. Il y traite des caractères essentiels des roches, de l'influence et du rôle du métamorphisme, et des confusions qui en résultent et qui compliquent la distinction des roches originellement sédimentaires des terrains primitifs ou même éruptifs. Il décrit ensuite la structure de la chaîne dans ses diverses régions, et la différence entre ses deux versants. Il remarque que le plissement définitif n'a commencé pour les deux régions que vers la fin de la période éocène; le versant nord a cependant subi des bouleversements antérieurement au dépôt des terrains mésozoïques. En définissant les diverses phases qu'a traversée la chaîne des Alpes, l'auteur trouve dans certaines régions de l'Europe, la Bretagne, la Forêt-Noire, les Vosges et les Pyrénées, des termes de comparaison qui permettent de se représenter ce qu'elle était dans les diverses phases de son évolution.

Deux profils transversaux de la chaîne des Alpes ont été étudiés par M. T.-A. BONNEY¹. L'un d'eux passe de Grenoble à travers le massif de Belle-Donne et les Grandes-Rousses. L'autre suit la ligne de Liens à Kitzbühel dans les Alpes orientales (voir plus loin).

Dans un exposé descriptif, sous forme d'itinéraire, l'auteur suit le premier profil par étapes, allant d'abord de Vizille à Bourg-d'Oisans, en coupant le massif de Belle-donne avec ses micaschistes et gneiss, ses roches granitiques et par places porphyroïdes, auxquelles succèdent

¹ T.-A. Bonney, Note on two traverses of the cristalline rocks of the Alps. *Qual. Journal of. geol. Soc. London*, febr. 1889, 67-111.

de nouveau des gneiss. Entre Bourg-d'Oisans et Briançon, il étudie la structure du massif des Grandes-Rousses, formé de roches cristallines avec interruptions de sédiments carbonifères et jurassiques visibles sur le passage du col du Lautaret. Le passage du mont Genève et du col de Sestrières conduit, à travers une grande épaisseur de sédiments jurassiques et triasiques, à un massif de roches cristallines formé de micaschite calcaire avec bandes de serpentine.

A la suite de la description des terrains crétacés et tertiaires des montagnes calcaires de la Savoie, M. HOLLANDE¹ a donné une série de profils qui font ressortir clairement la structure de ces chaînes placées au point où le Jura se soude aux Alpes. Les terrains crétacés avec les trois étages bien distincts du néocomien, suivis du crétacé moyen et supérieur, de l'éocène et du miocène, forment les chaînes extérieures dans lesquelles apparaissent aussi des affleurements de Berrias et de jurassique supérieur jusqu'à l'oxfordien. Le dogger et le lias n'apparaissent que dans les chaînes plus intérieures. Cette nouvelle série de coupes complète celles qui ont déjà été décrites (Revue pour 1888 et 1887); elle se rapportent spécialement au massif des Beauges. A côté d'un grand nombre de petits profils de détail, montrant la structure de certains cols, vallons ou sommités et la disposition des couches sur le parcours d'un même pli, l'auteur a construit deux profils transversaux passant par les extrémités nord et sud du massif des Beauges. On reconnaît ici, comme dans toutes les Alpes calcaires du versant nord de la

¹ Hollande, Dislocations des montagnes calcaires, etc. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1889, III, 143-153, 4 pl.

grande chaîne, le rôle prépondérant des plis qui sont pour la plupart déjetés à l'ouest. Au pied du massif cristallin s'élève, à l'ouest de la vallée de l'Arly, une montagne jurassique et liasique, coupée par deux failles et qui porte la pointe de la Sellive. Plus à l'ouest les synclinaux et les anticlinaux se suivent régulièrement, presque comme dans le Jura, mais avec un déjettement plus prononcé. Les vallées sont creusées sur le parcours des plis synclinaux, quelques-unes cependant sont des anticlinales érodées. Une faille marque le contact avec le miocène de la vallée des Déserts. Ce terrain repose sur le tongrien qui offre ici un grand développement et paraît s'être déposé en partie sur les couches urgoniennes déjà érodées.

L'aquitaniien et le tongrien pénètrent dans deux des vallées du massif des Beauges, et y reposent dans quelques cas sur le flysch.

M. Hollande termine son travail par un aperçu sur l'évolution des montagnes qu'il vient de décrire. L'absence des terrains silurien, dévonien et du calcaire carbonifère font conclure à une émergence antérieure au terrain houiller ; ce dernier et le trias recouvrent la formation cristallophyllienne en discordance et parfois même, le trias, presque horizontal, repose sur les schistes cristallins en position verticale. L'érosion des terrains primitifs pendant la formation du carbonifère est attestée par les blocs roulés contenus dans le verrucano et les matériaux cristallins des grès houillers. Les hautes Alpes de Savoie renferment toute la série des terrains jurassiques jusqu'au malm, dont l'existence est cependant douteuse. Une émergence a probablement arrêté la sédimentation marine dans la partie centrale jusqu'à l'époque

éocène; la mer de l'éocène moyen et supérieur a pénétré comme un golfe du col de Goléon au Cheval-Noir. Dans la zone subalpine, le soubassement des terrains sédimentaires est aussi formé par le houiller, ce qui démontre l'absence des terrains primaires. Le trias est un facies d'eau peu profonde. Le lias et le dogger coïncident avec un approfondissement lent des eaux, mais un haut fond paraît avoir existé au centre même de la zone subalpine de Savoie; le mouvement descendant se change en mouvement ascendant vers la fin de l'époque jurassique et coïncide avec l'émersion purbeckienne du Jura. Plus tard le crétacé accuse des oscillations successives, qui ont été les mêmes dans la zone subalpine et dans le Jura, sauf pour le crétacé supérieur. Par contre, à l'époque éocène, tandis que la mer a envahi les Alpes en pénétrant jusque dans l'intérieur du massif des Beauges, le Jura a dû être une terre ferme. A l'époque miocène le contraire a eu lieu.

La seconde partie des notions de géologie appliquée à la Haute-Savoie, par M. G. MAILLARD¹ s'étend aussi à la partie voisine de la France. L'auteur esquisse rapidement les allures du Jura savoisien, le chaînon du Vuache, l'îlot disloqué du Salève, celui de la Balme de Sillingy, qui sont tous des voûtes déjetées dans lesquelles un escarpement offre la succession des assises de la montagne, à partir de l'urgonien qui forme la calotte supérieure, jusqu'au jurassique qui apparaît à la base.

La description du plateau des Bornes renferme l'énumération des terrains récents qu'il contient : l'énorme

¹ G. Maillard, Notions de géologie élémentaire appliquées à la Haute-Savoie. *Revue savoisienne*, XXX, 1889. Voir *Revue géol.*, p. 1888, p. 178.

moraine calcaire de la Plaine des rocailles et les affleurements de mollasse qui prouvent que cette dépression entre le Salève et les Alpes est un véritable fond de bateau.

La région alpine de la Savoie, si bien décrite déjà par M. Alph. Favre, a une structure très compliquée. M. Maillard décrit la voûte du mont Semnoz, voûte néocomienne, placée sur la jonction du Jura et des Alpes; puis la vallée des Beauges, comblée de mollasse miocène; la montagne urgonienne d'Entevernes, suivie d'un vallon nummulitique. Sur les bords du lac d'Annecy, le mont de Veyrier, le roc de Cheyre et les dents de Lanfon offrent de l'urgonien, d'abord replié en ω , puis en voûte aplatie surbaissée et enfin détaché en lambeaux au-dessus du néocomien dénudé; ces terrains jouent encore le plus grand rôle dans la montagne de la Tournette, dans le vaste plateau du Parmélan, sillonné de lapiés, et dans toutes les chaînes entre la Borne et l'Arve. L'aptien, le gault très fossilifère, et même la craie, surmontent l'urgonien; puis vient l'éocène, qui comble, entre les chaînes de Jalouvre, de Leschaux et de la Pointe-Percée, les plis synclinaux du crétacé. Quant aux massifs liasiques et triasiques des Annes, de la Croix de Châtillon, de Lachat et de la Pointe d'Alme, qui surgissent dans le bassin éocène entre la chaîne de Jalouvre et la Pointe-Percée, M. Maillard les considère, avec raison, comme des *klippes*; ces débris de montagnes existaient déjà au milieu des mers crétacée et éocène et n'ont plus guère subi de bouleversements considérables depuis cette époque.

L'auteur parle aussi du prolongement des mêmes chaînes à l'est de l'Arve et des montagnes plus intérieu-

res, du Buet, du Cheval-Blanc et du Sagerou, formées de terrain jurassique replié et appuyé contre le massif cristallin des Aiguilles-Rouges ; il résume la structure de ce dernier massif et de celui du Mont-Blanc, point central du groupe des Alpes de Savoie et du Piémont.

Revenant aux questions générales, M. Maillard donne un aperçu sur le développement cosmique, orogénique et géologique du globe, dont il applique les conclusions au pays exploré auparavant, et poursuit l'histoire géologique jusqu'à l'apparition de l'homme. Ce travail, accompagné d'une planche, sera utile pour initier les amateurs de géologie à la connaissance du sol et à la manière de l'étudier.

Alpes centrales. Versant nord. — M. MARSHALL-HALL¹ a combiné un itinéraire dans les Alpes suisses pour servir de guide à ceux qui voudraient faire une excursion géologique dans une ou deux régions des plus intéressantes de notre pays. Il passe à travers la vallée du Rhône, visite les Dents de Morcles, Vernayaz, Viège, les vallées de Saint-Nicolas et de Saas et les alentours du Mont-Rose, et résume les faits saillants de la géologie de cette région.

Le champ d'excursion du Club alpin suisse comprend pour les années 1888-1889, la région située entre le Rhin antérieur et la vallée du lac de Wallenstadt, soit le groupe du Calanda-Ringelspitz-Graue-Hörner. M. HEIM² en a résumé la structure géologique. C'est la région dans laquelle le refoulement latéral des Alpes glaronnaises a

¹ Capt. Marshall-Hall, Swiss geological Excursion. *Geological Magazine*, juin 1889, 252-255, 1 pl.

² A. Heim, Einige Worte zur Geologie des Clubgebietes. *Annuaire S. A. C.*, 1888-1889, 247-256, 1 pl.

agi avec le plus d'intensité; les couches se trouvent repliées et froissées de mille manières; les terrains anciens, soulevés à une grande hauteur et renversés, y reposent sur les couches tertiaires. Les Ringelspitz et les Graue Hörner présentent de part et d'autre du Calfeuser Thal une structure analogue. Leur sommet est composé de conglomérats et de schistes du verrucano (sernifite), représentants du terrain carborifère dans les Alpes. Le Lochseitenkalk (calcaire jurassique), se voit très aminci et laminé, en dessous du verrucano, tandis qu'ailleurs il est beaucoup plus épais. Les deux versants du Calfeuser Thal sont formés de flysch et laissent apparaître l'immense masse de ce terrain emprisonnée au milieu du double pli. Ce n'est que près de Vätis que la vallée, après avoir entièrement traversé le tertiaire, entame la série normale des terrains du malm jusqu'au verrucano.

M. Heim confirme la nécessité d'admettre la présence d'une seconde série normale des terrains au-dessus du verrucano renversé qui occupe le centre des deux voûtes couchées. L'ablation des terrains dans cette contrée a dû être de plus de 2000 mètres; ce qui en existe encore n'est qu'une ruine gigantesque. Une planche avec quatre profils explique la remarquable structure de ces montagnes.

L'auteur démontre plus loin la coïncidence entre la dépression du Kunkelspass et de la vallée de Vättis-Pfäfers, avec la vallée de Schams; il conclut de là à l'ancienne continuité de ces deux vallées. Une branche occidentale du Rhin coulait par cette dépression dans la vallée de Wallenstadt, et rejoignait par le Greifensee et la vallée de la Glatt le Rhin actuel. L'érosion latérale venant de l'est par une branche orientale du Rhin, a coupé

les eaux de cette branche principale et les a forcées à prendre un chemin plus long par la vallée du Rhin oriental. La vallée de Kunkel-Pfäffers est ainsi un tronçon de vallée, isolé par suite de l'érosion. La vallée de Churwalden à Lens est un autre exemple d'une vallée qui a été isolée et dont le creusement a été arrêté; elle appartenait au réseau du Rhin oriental.

Les recherches de M. C. DIENER¹, dans une partie des Grisons, Haute-Engadine, Oberhalbstein, Schams, etc., l'ont conduit à des conclusions différentes de celles de Théobald. Il étudie spécialement la nature des roches de Casanna et les schistes des Grisons, qui occupent dans cette région une place si importante.

La masse principale de ces montagnes se compose de micaschistes gneissiques et de phyllades calcaires, souvent accompagnées de calcaires cristallins et de roches éruptives, gabbro, diorite, serpentine. Ce groupe que M. Diener nomme phyllades calcaires (*Kalkphyllitgruppe*), correspond aux schistes de Casanna et en partie aussi aux schistes des Grisons. Aucun de ces deux terrains ne peut être envisagé comme appartenant à un seul horizon; ce sont des *facies*, qui se retrouvent à des niveaux variés; Théobald a classé les schistes de Casanna en entier dans le lias. Quant aux schistes des Grisons, M. Diener y distingue deux types; les roches du flysch éocène et les phyllades calcaires qui s'en distinguent facilement. Ce dernier groupe surmonte les conglomérats, arkoses, brèches et quartzites réunis par l'auteur sous le nom de verrucano et qui représenteraient le carbonifère et le permien.

¹ Dr Carl Diener, Geologische Studien im südwestlichen Graubünden. *Sitzungber. k. k. Acad. der Wissensch.*, Vienne, 1888, XCVII.

Le trias de cette région commence par des gypses et des marnes calcaires, suivis de cargneules avec conglomérats et brèches; des calcaires en dalles très puissants forment le groupe suivant et supportent le rhétien, caractérisé par ses fossiles. Cette succession rappelle le développement du trias des Alpes autrichiennes et ne se trouve plus à l'ouest du Splügen.

L'auteur décrit encore la disposition transgressive des sédiments mésozoïques sur leur soubassement de terrains plus anciens, observation qui a déjà été faite sur d'autres points.

Versant sud. — Les *Eclogæ geologicæ* ont publié le programme des excursions de la Société géologique suisse en septembre 1889, dans les Alpes tessinoises. M. le Dr SCHMIDT¹ a résumé les particularités du champ d'excursion, en donnant quelques indications sur la structure de cette partie des Alpes et une planche de profils, ainsi que des notions sur les roches éruptives qui s'y rencontrent. Un tableau des terrains complète cette notice préliminaire.

Alpes orientales. — M. A. BÖHM² a cherché à établir sur une base scientifique une division des Alpes orientales. Il critique l'ancienne méthode qui prend pour base de classification les dépressions creusées par les cours d'eau; les lignes hydrographiques sont, en effet, rarement en accord avec les accidents de la structure orotectonique d'une chaîne. Il relève la séparation des Alpes en deux arcs d'âge différent séparés par une ligne de démarcation passant du lac de Constance par la vallée du Rhin

¹ *Eclogæ geol. helv.*, 1889, V.

² Aug. Böhm, Eintheilung der Ostalpen. *Geogr. Abhandl.*, von Prof. Dr A. Penck, Vienne, 1887.

au Splügen et au lac de Come. Les Alpes orientales offrent une division naturelle en trois zones; une zone centrale de gneiss et deux zones calcaires au nord et au sud, dans lesquelles les dépressions secondaires permettent d'établir dix-huit groupes qui renferment à leur tour des subdivisions plus petites. Cet essai de subdivision orogéologique est un véritable pas vers un classement rationnel de la grande chaîne alpine.

M. BONNEY¹ a décrit une coupe transversale de la chaîne centrale des Alpes du Tyrol, dans la région du Breuner. Il s'occupe surtout de la structure des micaschistes argileux (Thonglimmerschiefer) et des micaschistes quartzeux qui occupent une large zone dans le Tyrol méridional et dans la vallée de la Drave (Pusterthal); il examine aussi le gneiss et les micaschistes de la vallée d'Isel; la partie supérieure de cette vallée offre, près Windisch-Matrei, des micaschistes argileux et calcaires, et plus haut, des schistes chloriteux, de la syénite (?) et du gneiss forment le massif du Gross-Glockner. La coupe passe ensuite par la chaîne au nord de la Salza, le Zillerthal, le passage du Brenner, traversant presque partout des micaschistes argileux. L'auteur donne la série suivante :

1. Micaschistes alumineux (Thonglimmerschiefer), schistes micacés couleur gris-plomb avec plus ou moins de quartz et de calcaire, passant parfois au schiste chloritique.

2. Micaschistes et gneiss ressemblant au groupe lépontin (Saint-Gotthard).

3. Gneiss rubanés, gneiss granitoïdes et granits gneissiques assez semblables aux roches laurentiennes et hébridiennes. Les schistes argileux micacés sont l'analogue des schistes des Grisons et correspondent aussi, dans une certaine mesure, aux schistes lustrés des Alpes occidentales.

¹ T.-A. Bonney, Notes on two traverses, etc., *loc. cit.*

L'auteur complète ses observations par une série de diagnoses microscopiques des roches étudiées et par quelques analyses.

M. SIMONY¹ a publié la première livraison d'un travail sur le groupe du Dachstein (Alpes autrichiennes); c'est une description très complète de ce massif, illustrée de nombreuses planches relatives à la structure géologique et au relief de la surface.

JURA. — M. MARCOU² a fait paraître un mémoire sur l'histoire de la géologie du Jura jusqu'en 1870, dans laquelle ce savant commence par signaler la part qu'il a prise lui-même, avec le D^r Germain, au développement de la géologie de cette chaîne. Ces notes historiques font comprendre les difficultés contre lesquelles avaient à lutter les géologues pendant la naissance de cette science dans le Jura; elles font voir aussi la part importante qu'ont eu dans l'étude de ces montagnes les géologues suisses, Thurmann, Gressly, de Montmollin, Nicolet, Mérian, Studer, Alph. Favre, etc., et l'influence des travaux paléontologiques de Thurmann, d'Agassiz, de Desor, etc. On lira avec plaisir les notes biographiques sur ces hommes, qui ont contribué chacun pour leur part à faire connaître cette région. C'est dans ses relations personnelles que M. Marcou a puisé, en partie du moins, ses données; on voit ses amis et collaborateurs travailler avec lui à débrouiller la stratigraphie du Jura; il connaît la spécialité, les capacités de chacun et apprécie leur

¹ Fr. Simony, Das Dachsteingebiet. Ein geographisches Charakterbild aus den österreichischen Nordalpen. 1. Lief. Vienne, 1889. E. Hölzel.

² Jules Marcou, Les géologues et la géologie du Jura jusqu'en 1870. *Mém. de la Soc. d'émul. du Jura*, 1889, 80 pages.

valeur et leurs qualités. A voir la vivacité des souvenirs, on oublie qu'ils ont été rédigés au delà de l'Atlantique.

Une étude sur la zone limitrophe entre la région des chaînes du Jura et le plateau jurassique est due à M. le prof. MÜHLBERG¹. Les travaux des tunnels du Bötzbberg et du Hauenstein ont fait connaître en partie la structure de cette région remarquable. L'auteur a résumé les publications plus anciennes et a reproduit, à côté de ses propres profils, toutes les anciennes coupes géologiques dues à MM. Gressly, Moesch, Müller, etc.

M. Mühlberg a entrepris cette étude en vue de construire un profil exact du tunnel projeté à travers la Schafmatt, montagne intermédiaire entre le Hauenstein et le Bötzbberg. Cette région est le prolongement de la chaîne du Mont-Terrible, mais sa structure est très différente.

Le Bötzbberg avait été étudié par M. Moesch, mais le percement du tunnel a donné un résultat assez différent de l'étude préliminaire. Il a fait connaître, au pied nord du Linnerberg, un pli synclinal couché du jurassique supérieur renfermant un noyau de miocène, disposition qui correspond à un chevauchement de la chaîne du Jura par-dessus le plateau jurassique. Dans un profil plus étendu, comprenant non seulement le Linnerberg (Bötzbberg), mais encore deux chaînons situés plus au sud, le Kalmegg et la Gisliflüh, M. Mühlberg montre la disposition remarquable des voûtes déjetées et en partie chevauchées, avec plis-failles, anticlinales, etc., dues à la

¹ F. Mühlberg. Kurze Skizze der geologischen Verhältnisse des Bötzbbergtunnels, des Hauensteintunnels, des projektirten Schafmatttunnels, etc. *Mittheilungen Aarg. naturf. Gesellsch.*, 1889, V, 40 p., 4 pl. — *Eglog. geol. Helv.*, I, p. 397.

résistance inégale que le refoulement horizontal a rencontrée sur les bords du plateau jurassique.

En discutant le profil du Hauenstein, M. Mühlberg expose les difficultés rencontrées par Gressly et M. Lang dans leurs recherches sur cette chaîne, dont le versant sud a une structure extraordinairement compliquée. Neuf profils de cette chaîne ont été exécutés, soit avant, soit pendant, soit après la construction du tunnel, et cinq sont dus à Gressly, les autres à MM. Lang, Müller, Moesch, etc.; ils diffèrent tous dans la disposition des couches du versant nord, tandis que du côté sud du tunnel, ils sont presque identiques. Le nouveau profil que donne M. Mühlberg a l'avantage de montrer la structure des chaînes voisines du Hauenstein et la disposition des couches dans la profondeur. Il faut admettre ici, comme au Bötzbberg, un pli synclinal couché; mais ce pli a son jambage sud tout à fait étranglé par suite d'un chevauchement, car le trias se trouve superposé au miocène. Cette dernière coupe montre la complication extrême de la structure de cette montagne, causée par la combinaison de plis, de cassures, de failles et de chevauchements. L'énorme épaisseur du groupe du muschelkalk (240 m.) admise par Gressly se trouve réduite, par les recherches de M. Mühlberg, à 72 m. tout au plus (dolomie sup., 25 m., muschelkalk, 35 m., dolomie inf., 12 m.). Reconnaisant sa première estimation exagérée, Gressly avait admis d'abord l'existence de failles successives en gradins, puis des replis doubles et des ondulations, tandis que M. Lang admettait un pli en S couché. Plus tard, M. Moesch supposa sur le versant nord du Hauenstein trois plis couchés, superposés en position presque horizontale. M. le prof. Müller paraît se rapprocher le plus de la vérité en supposant une triple su-

perposition du muschelkalk, par suite de chevauchements. Mais toutes ces hypothèses ne peuvent expliquer la succession du muschelkalk sur plus de 500 m. d'épaisseur, entre le sommet et l'entrée nord du tunnel. Il est certain qu'il ne peut y avoir de replis, puisque nulle part le muschelkalk ne se trouve dans une position renversée. Les six répétitions du même groupe de couches du muschelkalk doivent être attribuées à des chevauchements ou plis-failles, qui donnent à cette partie de la montagne une structure imbriquée très nette (*Schuppenstruktur*). L'inflexion des couches observée dans le tunnel, au commencement de chaque nouvelle série, indique le pli originel par lequel a débuté chaque chevauchement.

M. Mühlberg a voué encore une attention spéciale à l'étude des eaux souterraines que la percée du tunnel a rencontrées en grande quantité. Les sources froides viennent de la surface à travers les fissures du muschelkalk, tandis que les dolomies qui recouvrent celui-ci et le surmontent servent de couche étanche. Des sources chaudes, venant de la profondeur, en suivant le muschelkalk, parvenaient précédemment jusqu'au sommet de la montagne, à 150 m. au-dessus du tunnel.

On aurait pu s'attendre à trouver, dans le Wiesenberg, une structure analogue à celle du Hauenstein; cette montagne présente pourtant de notables différences. Tandis que les bancs de muschelkalk sont superposés dans le Hauenstein, à partir du niveau de la vallée, à Läuelfingen (500 m.), au Wiesenberg on ne trouve une série analogue de plaques imbriquées que vers le sommet de la montagne (1004 m.); bien plus, la chaîne du Hasenhubel, qui s'applique comme un contrefort au pied nord du Hauenstein et qui offre plusieurs failles et chevauche-

ments, manque ici en apparence, et le Wiesenberg occupe à la fois l'emplacement du Hauenstein et du Hasenhubel. Il faut admettre qu'ici le massif compliqué qui forme, plus à l'ouest, le Hauenstein, a été poussé par-dessus la chaîne du Hasenhubel, suivant le plan de glissement du grand chevauchement qui fait reposer, au nord du Hauenstein, le trias sur le miocène. Cette disposition est encore compliquée de failles et de chevauchements profonds qui font de cette chaîne un vrai labyrinthe, surtout pour ceux qui voudraient tout expliquer par des plissements et retrouver la même succession de plis dans chaque segment de la chaîne.

Le profil étudié le long du parcours présumé du tunnel de la Schafmatt montre une structure semblable à celle du Hauenstein. La moitié nord est formée par un grand chevauchement du muschelkalk, avec les terrains qui le surmontent. La région de la Stelliflüh offre une structure imbriquée absolument analogue à celle du Hauenstein, tandis que la voûte qui, dans ce dernier, est simplement bombée au sud-est, est ici écrasée et déjetée au sud.

Quoique la formation sidérolithique indique, par son importance dans le Jura argovien et soleurois, une longue période d'émersion, on constate que les sédiments tertiaires plus récents ont été ployés et disloqués, aussi bien au nord qu'au sud de la chaîne qui borde le plateau jurassien. La dislocation définitive de cette région n'a donc eu lieu qu'après la période miocène.

Pour s'expliquer l'intensité de ces bouleversements, il faut admettre que, pendant la période qui les a précédés et peut-être simultanément avec eux, la région des chaînes du Jura a subi des dénudations considérables, qui ont

enlevé tous les terrains jusqu'au muschelkalk, et que ce terrain a été profondément fissuré et disloqué. Le chevauchement de la chaîne du Mont-Terrible par-dessus la chaîne du Hasenhubel paraît avoir eu lieu simultanément avec le plissement de celle-ci et même avec la formation de la structure imbriquée du conchylien.

Cette recherche nouvelle confirme la justesse des vues de M. le prof. Müller, de Bâle, qui, il y a quarante ans déjà, avait expliqué la structure de ces chaînes par des superpositions plusieurs fois répétées, tandis que d'autres géologues ne voulurent y voir plus tard que des plissements multiples.

FORÊT-NOIRE. — Une description détaillée d'une section de la Forêt-Noire, le Münsterthal, est due à M. Ad. SCHMIDT¹. L'auteur décrit d'abord l'étendue et le caractère orographique, topographique et hydrographique de cette région, le groupement des massifs, sommités et chaînons. Les roches principales sont le gneiss, avec du porphyre et des filons métallifères. Dans le voisinage, on trouve les couches du culm, du grès bigarré, du muschelkalk, du lias, du dogger en très faible développement, et, vers la plaine du Rhin, du tertiaire, avec des dépôts diluviens. Une bibliographie accompagne ce travail. La première partie traite du terrain primitif, d'abord au point de vue pétrographique; on peut distinguer plusieurs variétés de gneiss, granit, leptinite, amphibolite, roches amphibolitiques, pyroxéniques, felsitiques, etc. L'étude de la structure du gneiss permet de constater des modifications diverses

¹ Dr Adolf Schmidt. Geologie des Münsterthales im badischen Schwarzwalde. *Verhandl. d. naturhist.-medic. Vereins Heidelberg*, 1888, III, 467-617; 1887, IV, 56-227; 1889, IV, 303-414. 1 carte.

expliquant l'origine de cette roche. La description de chaque espèce et chacune des variétés est accompagnée d'une diagnose macroscopique et microscopique. Puis l'auteur décrit la succession de ces roches et spécialement la relation entre le gneiss et le granit; ce dernier traverse le gneiss sous forme de massifs ou filons qui restent limités à l'intérieur des formations anciennes, sans jamais pénétrer dans la couverture sédimentaire.

Dans la seconde partie, l'auteur examine la nature des porphyres, qu'il groupe en porphyres basiques et syénitiques sans quartz et en porphyres acides granitiques et felsitiques. Les porphyres du Münsterthal, qui sont presque exclusivement de ces derniers, se groupent, à leur tour, en trois variétés, soigneusement décrites. Ces roches sont plus récentes que le granit et le gneiss, dont elles renferment des débris. Le porphyre est partiellement même plus récent que le kulm, mais plus ancien que le grès bigarré.

Enfin, la troisième partie de cet important travail est consacrée à l'étude des filons métallifères. Les minéraux et minerais sont fort nombreux, il en est bien peu cependant dont l'exploitation offre quelque chance de rendement, ce sont : galène, blende, chalcopryrite, pyrite, marcasite, magnétite, fahlerz, pyrargyrite, argentite, argent natif, stibine, plumosite, arsenic natif, réalgar, cérusite, pyromorphite, eusynchite, smithsonite, aurichalcite, calamine, limonite, ocre, quartz, calcédoine, silex corné, spath fluor, barytine, dolomie, calcite, oligiste spéculaire, gypse. L'auteur décrit ces espèces et leurs variétés et ajoute, pour celles qui ont donné lieu à des exploitations, l'histoire et l'importance de celles-ci.

Roches et minéraux.

Les études de M. DE FELLEBERG ¹ ont démontré que le granit de Gasteren est un vrai granit massif qui se distingue nettement des granits gneissiques ou protogines du centre du massif de l'Aar. Ce granit est divisé en bancs avec fissures transversales qui le partagent en parallépipèdes ; il forme une zone assez étendue qui commence d'abord dans la partie supérieure de la vallée de Gasteren, entre le pied du Doldenhorn et le Lötschenpass, et qui se prolonge à l'Est en dessous des terrains sédimentaires (Verrucano) du Lötschengrat. Les caractères minéralogiques sont partout les mêmes, mais il y a deux variétés de même structure et de couleur différente ; l'une, de teinte verdâtre, contient du feldspath orthose blanc et du plagioclase gris verdâtre ; la seconde, qui est rose, ne s'en distingue que par le plagioclase coloré par l'oxyde de fer.

M. de Fellenberg s'est encore occupé de la détermination exacte d'une roche souvent citée sous le nom d'eurite, de felsite, etc., qui se trouve en filons dans l'intérieur du granit de Gasteren, ou qui le recouvre en forme de nappe. Cette roche prend souvent la texture d'une vraie granulite ou d'un granit à gros grain ; elle passe aussi à

¹ E. de Fellenberg, Granit et porphyre de Gasteren. *C. R. Soc. helv. sc. nat. Lugano*. 1889. *Archives sc. phys. et nat.*, 1889, XXII, p. 472.

un porphyre absolument massif à pâte homogène et avec cristaux de mica. L'examen microscopique permet de qualifier certaines variétés comme de *vrais porphyres*, d'autres sont plutôt des *granophyres*. L'un et l'autre affectent la même disposition par rapport au granit.

Une étude d'une série de roches provenant pour la plupart de la vallée de Saas, a été publiée par M. MARSHALL HALL¹. Il en décrit 24 échantillons étudiés au microscope. Ce sont des saussurites et smaragdites (1-3, 11, 16, 23), schiste glaucophanique (4), gabbro (5, 17, 18), smaragdite (6, 10), serpentine (12), roche semblable à de l'avanturine (15), euphotide (24).

D'après l'étude de M. C. RAMMELSBURG², le minéral du Piz Longhin (vallée de Bregaglia), décrit par M. E. de Fellenberg et déterminé avec doute, par lui, sous le nom de jadéite, ne serait autre chose que de la vésuvienne, soit de l'idocrase (voir *Revue géol.*, 1888, 218). La proportion de l'acide silicique (40 %) prouve *à priori* que ce minéral n'est pas une jadéite; une analyse plus détaillée la rapporte à l'idocrase. Poids spécifique 3,323; il donne dans la flamme du chalumeau un verre transparent; il perd par calcination un peu plus de 2 % et devient jaunâtre et opaque.

M. A.-B. MEYER³ a aussi publié une analyse de ce minéral et conclut, comme M. Rammelsberg, qu'il n'est pas une jadéite, mais bien une idocrase compacte. Poids

¹ Marshall Hall, On rocks from the Saas-thal and Geneva. *Proceedings of Geologists' Assoc.*, 1889. XI, 4, 1—9.

² C. Rammelsberg. Ueber Vesuvian vom Piz Longhin. *N. Jahrb. f. Min. und Geol.*, 1889, I, 3, p. 229—230.

³ A.-B. Meyer, Der sog. Jadeit vom Piz Longhin; *N. Jahrb. f. Mineral. und Geol.*, 1889. I, 3, p. 270.

spécifique 3,33. Nous donnons plus loin les diverses analyses de ce minéral.

Une note plus complète sur la prétendue jadéite du Piz Longhin est due à M. KILLIAS¹ qui expose d'abord l'origine de la découverte, les recherches de M. de Fellenberg et ses doutes sur la vraie nature de ce minéral; il rappelle qu'en 1887, A. Damour à Paris avait déjà exprimé la pensée que ce minéral était plutôt de la vésuviane. M. Killias en avait également trouvé deux échantillons parmi des pierres collectionnées par un aiguiser de Schuls. Frappé de leur aspect, il les communiqua à M. Gümbel qui en fixa la densité à 3,33; dureté 6,5. Les coupes minces démontrèrent la double réfraction, et la présence d'impuretés, quartz et poussières de magnétite. Il déclara que le minéral était de l'idocrase (vésuviane), ce qui concorde avec une analyse faite par le Dr F. BERWERTH² (voir plus loin). D'après l'examen microscopique, la roche, très compacte, a par places une texture finement cristalline, due à un mélange intime de l'idocrase avec un pyroxène de la série des diopsides. Les nuances varient entre le vert très vif et une teinte vert grisâtre suivant la prédominance de ces deux minéraux. Tous ces caractères montrent qu'on a affaire à une véritable idocrase et nullement à de la jadéite ou de la néphrite. Les diverses analyses sont du reste si concordantes, qu'il n'y a pas de doute possible; nous les donnons ici en regard les unes des autres :

¹ Killias, Der Vesuvian vom Piz Longhin. *Jahresbericht der Naturf. Gesellsch. Graubündens*, 1887-88, p. 64-75.

² *Annalen der k.k. Naturk. Museums Vienne*, II, 3, 1887.

| | Gümbel. | Rammelsberg. | A.-B. Meyer. | Berwerth. | A. Schupp ¹ . |
|-------------------------|---------|--------------|--------------|-----------|--------------------------|
| Acide silicique | 39,82 | 39 | 38,36 | 40,98 | 41,34 |
| Alumine | 16,93 | 16,40 | 21,65 | 14,07 | 7,53 |
| Oxyde de fer | 1,31 | 3,03 | 2,08 | 2,07 | } 5,28 |
| Protoxyde de fer . . | 1,09 | 3,03 | — | 3 ? | |
| Oxyde de calcium . . | 36,34 | 34,83 | 33,76 | 33,83 | 43,17 |
| Magnésie | 2,97 | 4,80 | 2,43 | 4,67 | 2,04 |
| Potasse | — | — | — | 0,12 | — |
| Soude | — | — | — | 0,72 | — |
| Eau | 2,01 | 2,18 | 1,25 | 2,34 | 0,64 |
| | 100,47 | 100,24 | 99,53 | 98,80 | 100,00 |

M. A. LEUZE² a étudié les diverses variétés du spath calcaire des schistes grisons (Bündner Schiefer), particulièrement ceux de Churwalden, au point de vue de leurs formes cristallines et du groupement des cristaux.

Le même auteur³ a décrit les minéraux et les pseudomorphoses découverts au Rosenegg (Höhgau). La région du Höhgau est connue d'ancienne date pour les gisements de minéraux contenus dans des géodes des roches volcaniques qui constituent les cônes de volcans éteints. (Voir Revue pour 1886 et 1887.) Ce sont les tufs phonolithiques qui en ont fourni les plus remarquables.

Le Rosenegg (altitude 550 m.) est la plus méridionale des collines volcaniques du Höhgau. Le tuf est de couleur grise ou verdâtre, à pâte assez homogène, et recouvre des dépôts miocènes; il est d'âge miocène récent. L'auteur pense que la formation de ces tufs doit

¹ Laboratoire de chimie de Coire.

² Leuze, Kalkspäthe aus den Bündner Schiefer insbesondere von Churwalden. *Ber. XXI Versamml. d. Oberrhein. geol. Ver.*, 1886, 6 p.

³ Alfred Leuze, Mineralien und Pseudomorphosen des Roseneggs. Inaugural Dissertation. *Jahresb. des Vereins f. vaterl. Naturkunde in Württemberg*, 1889.

avoir eu lieu pendant le dépôt de la molasse, et que celle-ci aurait été traversée par l'éruption de masses venant de la profondeur, qui auraient entraîné des débris de sédiments miocènes.

Les minéraux décrits proviennent de deux gisements situés, l'un au S.-E., l'autre au sud. M. Leuze fait une étude détaillée des minéraux de ce gisement, des pseudomorphoses et périmorphoses qu'il a observés, et de l'origine de ces modifications.

Les minéraux primitifs des pseudomorphoses lui paraissent provenir de la profondeur, soit des sédiments miocènes, soit de niveaux plus anciens, d'où ils auraient été arrachés pendant l'éruption pour être ensuite remplacés par des substances nouvelles.

Les minéraux que l'on rencontre dans les géodes du grès bigarré de Waldshut (Bade) font l'objet d'une étude de M. GRÆFF¹. Ce sont : de la calcédoine cornaline; du quartz, dont les cristaux offrent plusieurs particularités; il est rarement incolore, mais ordinairement opaque, laiteux, rarement couleur chair ou améthyste; la calcite, très fréquente; ses cristaux varient d'une grandeur presque microscopique à celle de plusieurs centimètres; elle est ordinairement laiteuse ou jaunâtre, et couverte d'un enduit d'ankérite; de la barytine, avec plusieurs variétés de cristaux; de la fluorite; de la dolomie cristallisée; de la galène et de la pyrite (marcasite et chalcopyrite).

Contrairement à l'opinion émise récemment par un certain nombre de géologues qui contestent l'origine souterraine du terrain sidérolithique, en l'attribuant à la

¹ F.-F. Græff. Die Mineralien der Drusenräume in dem Buntsandstein von Waldshut. *Zeitschr. für Krystallographie, etc., Leipzig*, XV, 4, 1889, 12 p.

lévigation des roches calcaires par les eaux météoriques, M. DE GROSSOUVRE¹ démontre, par l'étude qu'il a faite des dépôts de minerais de fer du centre de la France, que les minerais pisiformes, les argiles, les argilites (bolus), les sables, etc., qui constituent le terrain sidérolithique, sont le produit de sources minérales et thermales. Il résume ses arguments comme suit :

1. La *structure du minerai* en grains à couches concentriques ne peut être expliquée que par une précipitation chimique au milieu d'eaux agitées.

2. Le *métamorphisme de contact* des dépôts sidérolithiques est souvent très manifeste et indique l'action d'eaux thermales.

3. La présence du *silicate de protoxyde de fer* et celle de la *silice hydratée* et de la *silice soluble* est incompatible avec la lévigation par les eaux atmosphériques.

4. L'importance des amas de fer sidérolithique devrait être proportionnelle au volume de calcaire disparu pendant la lévigation. Il n'en est pas ainsi; les dépôts sidérolithiques existent aussi bien aux endroits où les calcaires jurassiques et crétacés n'ont pas subi d'ablation que dans les régions où une érosion en a diminué l'étendue.

5. Dans certains gisements, il existe, à la base du dépôt, des amas de *carbonate de protoxyde de fer*, minéral qui ne peut se former que dans des sources carbonatées.

6. Les argiles, imprégnées de silice, du sidérolithique et les sables, en partie du moins, sont assez analogues aux dépôts qui se forment dans les vasques de beaucoup de sources minérales; ce sont des matériaux que les eaux ont enlevés aux roches traversées.

L'auteur attribue une origine analogue aux arkoses sidérolithiques, dont la présence n'a pas encore été constatée en Suisse; leurs grains de quartz, leur tourmaline et les traces de rutile, contenus dans une pâte argileuse,

¹ A. de Grossouvre, Observations sur l'origine du terrain sidérolithique. *Bull. Soc. géol. de France*, 1888, xvj, 287-298.

proviendraient du passage d'une boue argileuse à travers un terrain probablement granulitique. Les dépôts triasiques et permien sont riches en roches de couleur rouge, rappelant le sidérolithique. L'auteur a recherché dans quelle mesure cette analogie de structure autorise à croire à une analogie d'origine et conclut, d'après bon nombre d'indices, que des phénomènes analogues aux éjections sidérolithiques se sont produits aux époques indiquées.

GÉOLOGIE TECHNIQUE. Après avoir rappelé les superstitions qui, depuis des siècles, ont dirigé les populations dans la recherche des métaux précieux, M. C. WALKMEISTER¹ donne une description historique des travaux miniers et métallurgiques entrepris dans les Alpes glaronnaises et grisonnes. Ces entreprises n'ont laissé que peu de traces, les usines et les hauts-fourneaux ont disparu, et l'on n'en trouve plus que les ruines; on peut attribuer en partie à leur existence la destruction des forêts dans ces vallées. L'auteur a visité une à une ces anciennes usines et ces exploitations dont il raconte les origines et la décadence finale.

M. DUPARC² a fait, en collaboration avec M. RADIEN, l'étude d'un certain nombre de schistes ardoisiers provenant des exploitations d'Outre-Rhône, de Salvan, de Sembrancher, d'Iserable et de Servoz. Les trois premiers gisements appartiennent au carbonifère :

Outre-Rhône. Le schiste est grisâtre, homogène, riche en élé-

¹ Chr. Walkmeister, Aus der Geschichte des Bergbaues aus den Kantonen Glarus und Graubünden. *Bericht der naturw. Gesellsch. St. Gallen*, 1887-88. 268-317.

² Duparc et J. Radien, Composition de quelques schistes ardoisiers. *C. R. Soc. helv. sc. nat.* Lugano, 1889. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1889. XXII, 279 et 462. *Id.*, 1890, XXIII, 166-177.

ments clastiques, peu fusible, exempt de carbonates, avec peu de pyrite. 61 % de SiO_2 ; densité 2,75.

Salvan. I. Grenu, rude au toucher, dur, couleur claire (peu de carbone), infusible; 60-69 % de SiO_2 ; densité 2,8-2,9.

II. Grain fin, doux au toucher, couleur noire, fusible. Analogue au schiste d'Outre-Rhône. 60,7 % SiO_2 .

Sembrancher. Couleur foncée, tout à fait semblable au schiste d'Outre-Rhône. 59 % SiO_2 ; densité 2,77.

Iserable. Couleur plus noire que Sembrancher, éclat soyeux, grain homogène. 60 % SiO_2 ; densité 2,8.

Servoz. Couleur noire très foncée, schistosité parfaite, pâte fine, homogène, toucher graphitique. 50 % SiO_2 ; densité 2,75.

Tous ces schistes sont exempts de carbonates comme la plupart de ceux de l'époque carbonifère ; ce n'est pas le cas des schistes d'âge plus récent, comme le montrent les deux analyses suivantes que nous extrayons d'un tableau que donne M. Duparc :

Schiste liasique de *Morzine* (Savoie). 35 % SiO_2 , 39 % Ca CO_3 .

Schiste ardoisier d'*Elm*. Éocène. 44,5 % SiO_2 , 23,8 % Ca CO_3 .

Il est frappant que la proportion d'argile (silicates) soit la même que celle des schistes sans carbonates.

Une publication sur le même sujet est due à M. le prof. H. BRUNNER¹ ; elle traite plus spécialement de l'examen des ardoises au point de vue de leur qualité et valeur technique. Vingt échantillons de provenance suisse et étrangère ont été examinés ; quatorze séries d'essais sur les propriétés physiques et chimiques des ardoises, ont été faites par M. H. Schardt au laboratoire de l'Académie de Lausanne. Il résulte de cette étude que la qualité des ardoises dépend de la proportion

¹ Prof. H. Brunner, Ueber die Werthbestimmungen der Dachschiefer. *Schweiz. Wochensch. f. Pharmacie*, 1889. N° 10.

du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie et de la pyrite qu'elles renferment. La résistance aux agents atmosphériques dépend soit de la porosité, indiquée par la rapidité de la pénétration de l'eau, soit de la proportion du carbonate de chaux que l'acide carbonique et l'eau ne tardent pas à attaquer. En faisant agir de l'acide sulfureux gazeux en présence d'eau, on obtient, par la décomposition plus ou moins rapide des échantillons, une indication assez exacte de leur degré de résistance aux agents atmosphériques. La rapidité de la décomposition opérée par l'acide sulfureux est ordinairement proportionnelle à la quantité du carbonate de chaux. Les meilleures ardoises sont celles du cambrien de Fumay (Ardennes) et d'Angers, reconnaissables à leur teinte violacée ou rose et tachées de vert, à leur dureté et à l'absence presque totale de Ca CO_3 ; leur résistance à l'action de SO_2 est presque indéfinie. Il en est de même des ardoises gris foncé du carbonifère de Salvan, d'Outre-Rhône, etc., qui sont cependant plus tendres et doivent être débitées en plaques plus épaisses. Les ardoises carbonifères de Sembrancher et de Sion sont médiocres, leur teneur en carbonate de chaux varie de 2-5 % : un échantillon qui en a 16 % doit être qualifié de mauvais. Sont encore mauvaises la plupart des ardoises liasiques et jurassiques qui contiennent jusqu'à 25 % de Ca CO_3 . Quant aux ardoises éocènes, leur décomposition au contact de l'acide sulfureux est complète au bout d'un à deux jours; elles contiennent 20-25 % de Ca CO_3 . La présence de la pyrite est peu favorable, mais moins nuisible que celle de la chaux.

M. DUPARC¹ a fait une série d'analyses des calcaires

¹ *C. R. Soc. phys. et hist. nat. Genève. Archives*, 1889, XXI, 558.

portlandiens du Jura bernois, il en a déterminé la proportion de carbonate de chaux, de magnésie et de matière argileuse, ainsi que la densité. Celle-ci varie entre 2,65-2,78.

Géologie dynamique, dislocations, érosion, etc.

DIACLASES. — MM. DUPARC et LE ROYER¹ ont fait des expériences sur la formation des diaclases produites par torsion. C'est à M. Daubrée que revient le mérite d'avoir démontré, par des expériences semblables, l'origine de la régularité des cassures terrestres, leur parallélisme et leur entre-croisement suivant deux systèmes conjugués, d'où naissent les réseaux de fractures. L'appareil qui a servi à ces nouvelles recherches ne diffère de celui de M. Daubrée que par sa disposition entre les deux poutres d'un tour, permettant de maintenir immobile l'axe de torsion. Une série d'expériences sur des plaques de verre de formes et d'épaisseur diverses, à surface lisse, cannelée ou sculptée et sur des plaques en terre cuite ont conduit ces savants aux conclusions suivantes :

1. Les systèmes conjugués de cassures, constatés par M. Daubrée, sont un fait constant. Dans le verre, les fissures principales s'entrecoupant à 80-90°, sont accompagnées de cassures en éventail ou disposées en barbe de plume sur les systèmes principaux.

2. La forme des plaques, ainsi que le mode de torsion, ne semblent pas modifier le résultat final.

3. L'épaisseur des plaques augmente le nombre des fissures, mais diminue la régularité. La cassure en éventail et les petites fêlures augmentent avec l'épaisseur.

¹ Duparc et Le Royer, Contributions à l'étude expérimentale des diaclases produites par torsion. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1889, XXI, 404. 1889, XXII, 297-313, 1 pl.

4. La nature du milieu n'influence pas le caractère du phénomène; le nombre des fissures semble augmenter avec l'élasticité.

5. Les surfaces en relief ne modifient en aucune façon ni l'orientation ni la direction des fissures.

SOULÈVEMENT DES ALPES. — L'étude de M. SCHMIDT¹ résume l'histoire de l'origine des Alpes. Il y décrit la physionomie de cette grande chaîne aux diverses époques et la différence entre les deux versants.

La première émergence des Alpes est, ou contemporaine du carbonifère, ou postérieure à ce terrain et attestée par les roches détritiques du verrucano et du permien déposées dans les cuvettes entre les massifs cristallins. Une dislocation considérable a dénivélé les roches carbonifères et a produit un effet métamorphisant sur celles-ci et les roches sous-jacentes. Le trias et les terrains mésozoïques plus récents se sont déposés sur des sédiments déjà dénivelés; de là leur discordance très visible. Les terres émergées à cette époque et même plus tard, pendant les périodes jurassique et crétacée, devaient avoir l'aspect de plateaux sans accidents saillants.

La grande dislocation des Alpes a commencé à la fin de l'époque éocène et s'est continuée pendant la période miocène. A ce moment le bord nord des Alpes était couvert de plus de 1000 mètres de sédiments éocènes. Le maximum de l'intensité de la dislocation a précédé la fin de la période miocène et a donné à la chaîne sa configuration définitive, son individualité, en créant en même temps le Jura comme rameau secondaire. La région sud fut soulevée, et, en dehors du Jura et des Alpes, la région environnante subit au contraire un affaissement général;

¹ Zur Geologie der schweizer Alpen... *loc. cit.*

les massifs anciens, le plateau central de France, les Vosges, la Forêt-Noire, entourés de terrains sédimentaires récents, persistent seuls et déterminent par leur présence la courbure dans la direction de la chaîne.

En récapitulant l'histoire si compliquée de la chaîne alpine, M. Schmidt a pris dans d'autres régions des exemples qui peuvent nous donner l'aspect de l'état de cette chaîne dans les diverses phases de sa dislocation.

La Bretagne actuelle offre, par la superposition des terrains jurassiques à des terrains plissés de l'époque carbonifère, une image assez fidèle de ce qu'était le bord nord des Alpes de l'époque carbonifère jusqu'à celle du lias.

La Forêt-Noire, avec les Vosges et le Plateau central de France sont restés stationnaires dès la fin de l'époque mésozoïque et n'ont subi dès lors que l'influence de la dénudation. Partout où la couverture mésozoïque n'a pas été enlevée, nous nous trouvons en présence d'un état analogue à celui qu'offraient les Alpes septentrionales de la Suisse avant leur dernier plissement.

Le plissement des Pyrénées, qui font partie du système alpin, a eu lieu en même temps que celui des Alpes, mais il se termina plus tôt ; les derniers terrains entraînés dans le mouvement sont d'âge éocène ; le miocène est resté horizontal sur le bord de la chaîne. Les Pyrénées offrent donc l'état des Alpes suisses avant la dislocation des dépôts miocènes.

LAMBEAUX DE RECOUVREMENT. — M. Marcel BERTRAND ¹

¹ Marcel Bertrand, Plis couchés de la région de Draguignan. *Bull. Soc. géol. France*, 1889, XVII, 234-246, 8 fig.

a fait, aux environs de Draguignan, sur les bords du bassin crétacé de Salernes, de nouvelles recherches sur les plis couchés provençaux. Sur une largeur de 3 kilomètres au moins et sur une longueur de 30 kilomètres, une bande de jurassique sous la forme d'un pli couché et étiré a été rejetée sur les couches de Rognac (crétacé supérieur). La superposition des couches, normale en apparence, semble presque s'opposer à l'admission d'un pareil déplacement. La succession des couches est régulière et lors même que les terrains qui bordent le bassin ne sont pas partout les mêmes, il n'y a pas eu de discordances ou de transgressions entre le crétacé et le jurassique; ce sont des mouvements postérieurs au dépôt crétacé qui ont disloqué le sol et produit les contacts extraordinaires. L'hypothèse de failles doit être écartée pour expliquer le contact et la superposition du jurassique et de l'infralias au crétacé. Des interruptions dans la nappe de recouvrement montrent en dessous de celle-ci le crétacé. On peut même, sur un point, suivre l'extrémité du pli synclinal couché du crétacé qui se termine entre les couches jurassiques sous-jacentes et les terrains de recouvrement. Tandis que les couches de la base sont repliées plusieurs fois, ces derniers, y compris l'infralias, se superposent horizontalement avec une faible bande de crétacé à leur base.

Mais cela n'est pas le cas partout. Des dérangements sans importance, il est vrai, troublent par places la régularité de cette nappe de recouvrement; ce sont des contournements en forme de C qui apparaissent au milieu du lambeau horizontal. Sur d'autres points, on croit voir, dans les couches ainsi recourbées, l'extrémité du pli couché. On peut constater là la différence d'épaisseur

des couches dans la branche supérieure et des couches amincies du lambeau horizontal; cette différence est l'effet de l'écrasement, de la lamination des couches par le mouvement de chevauchement.

M. Bertrand compare ce pli au double pli glaronnais; il constate qu'on ne peut affirmer avec certitude, dans aucun de ces cas, si le pli est double ou simple, c'est-à-dire si les lambeaux bordant le nord du bassin ne sont pas aussi venus du sud et appartiennent au même pli couché. Il conclut que le glissement s'est fait ordinairement sur la surface de couches restées à peu près horizontales, mais il a pu aussi se faire sur la tranche de couches déjà plissées. La série de recouvrement est ordinairement horizontale, sauf là où il y a eu un tassement postérieur. Elle peut cependant présenter des froissements et des plissements secondaires qui, comme au Glärnisch, produisent des superpositions multiples des couches les unes sur les autres. A la base de la masse de recouvrement, les couches s'amincissent et disparaissent progressivement à mesure qu'on s'éloigne du noyau vertical du pli couché, mais elles semblent reparaître symétriquement à l'autre extrémité. L'examen de ces disparitions de couches n'indique pas dans quel sens s'est fait le mouvement de glissement.

Les petites Pyrénées de l'Aude, nommées aussi Corbières, présentent, sur plusieurs points, d'après les recherches de M. CAREZ¹, des dispositions analogues aux lambeaux de recouvrement décrits avec tant de précision par M. Bertrand. Ce phénomène n'est donc pas unique-

¹ L. Carez, Sur l'existence de phénomènes de recouvrement dans les Pyrénées de l'Aude. *C. R. Acad. d. Sc.*, Paris, 1889, 3 juin, 4 p.

ment lié aux zones de dislocation alpine. Il s'agit ici de lambeaux d'urgonien ayant glissé par-dessus le sénonien.

M. H. SCHARDT¹ a présenté à la Société vaudoise des sciences naturelles une série de photographies de la roche salifère de Bex, qu'il considère comme étant une brèche due en partie à la dislocation et à la recristallisation du sel et de l'anhydrite dans l'intérieur des fissures. Il en est de même d'une brèche anhydritique à fragments de calcaire dolomitique. La photographie rend nettement les particularités de certains échantillons (*Revue pour 1888*).

MOUVEMENTS DU SOL. — M. Ph. PLANTAMOUR² a continué ses observations sur les mouvements périodiques du sol, accusés au moyen du niveau à bulle d'air. Du mois d'octobre 1888 à celui de septembre 1889 (11^{me} année), les observations des mouvements du sol, faites simultanément avec celles de la température, ont démontré l'influence très nette de cette dernière, en ce sens que les dénivellations marchent de pair avec l'insolation du sol; il y a cependant encore un second agent qui contrarie souvent l'action de la température, mais dont il n'a pas encore été possible de préciser l'origine.

TREMBLEMENTS DE TERRE. — Le 30 mai 1889 (8 heures 36 min. de Paris), on a ressenti à Bâle, un tremblement de terre assez faible. Ce même jour, une secousse a été observée près Cherbourg et aux Iles Normandes.

¹ *Compte rendu Soc. vaud. sc. nat.* Séance du 3, VII, 1889. *Archives* XXII, 587.

² Ph. Plantamour, Des mouvements périodiques du sol. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1889, XXII, 431-437, 1 pl.

M. HAGENBACH-BISCHOFF¹ a calculé d'après la différence avec Dol près Saint-Malo (8 heures 30 minutes), où la secousse se fit également sentir, que la vitesse de translation de la trépidation a été de 1900 m. par seconde.

M. GÜMBEL² a décrit les caractères d'un tremblement de terre observé le 22 février 1889 dans les environs de Neuburg sur le Danube (Bavière). Ce travail a quelque intérêt pour la Suisse et mérite d'être mentionné. C'est peu avant 3 heures de l'après-midi que ce mouvement du sol a eu lieu.

Neuburg est situé tout près du bord du Jura francorien, au point où les bancs jurassiques sont brisés par suite d'un grand affaissement qui s'est produit le long d'une surface de faille. Quelques lambeaux seulement de terrain jurassique s'avancent sur la rive sud du Danube. C'est sur un d'eux qu'est bâtie en partie la ville.

Le tremblement de terre observé avait le caractère d'un coup subit et très violent, comme une détonation, suivi d'un roulement plus ou moins prolongé. L'aire d'ébranlement ne paraît pas avoir eu plus de 50 kilomètres de rayon ; en considération de ces faits et de la situation géologique de Neuburg au centre de l'aire du mouvement séismique, M. Gümbel conclut à un effondrement souterrain du plafond ou de la paroi d'une grande caverne, creusée dans les couches profondes du terrain jurassique.

¹ E. Hagenbach-Bischoff, Erdbeben des 30. Mai 1889. *Verh. d. Naturf. Gesellsch. Basel*, 1889, VIII, 853.

² Dr C.-W. Gümbel, Das Erdbeben von 22. Febr. 1889 in der Umgegend von Neuburg. *Sitzung der math. phys. Classe*, 2 mars 1889, 30 p., 8°.

L'auteur fait suivre sa notice d'une liste de tous les tremblements de terre observés en Bavière depuis l'année 786 jusqu'à nos jours et sur lesquels on possède des renseignements plus ou moins précis.

ÉROSIONS. — M. CHATELAIN¹ a exploré la grotte de Reclère, récemment découverte. Un puits vertical de près de dix mètres conduit dans la grotte proprement dite, qui a une grande étendue; de magnifiques stalactites relient par places les voûtes au plancher de la grotte, qui est parcourue par un cours d'eau donnant lieu à un petit lac.

Les recherches de M. MARTEL² sur les cavernes dans les Causses (Cévennes) ont un intérêt général pour l'étude de la circulation des eaux souterraines et de l'origine des sources vauclusiennes, dont notre Jura est si riche. L'étude des souterrains des Causses a prouvé à M. Martel que toutes les cavernes sont creusées sur le parcours de diaclases, qui sont les causes directrices de ces érosions.

ORIGINE DU LAC LÉMAN ET DES GRANDS LACS ALPINS. — M. F.-A. FOREL³ a recherché les origines de la cuvette du lac Léman et arrive à la conclusion que cette profonde entaille doit être attribuée exclusivement à l'érosion, de même que la vallée du Rhône en amont de la cluse de Saint-Maurice, où se termine le bassin proprement dit du lac. Reste la difficulté d'expliquer la grande profondeur de cette cuvette, dont le fond est à 63 m. au-dessus de la mer; et, comme l'épaisseur du dépôt d'alluvion est

¹ Voir *Nature*, 1889.

² Martel, Les eaux souterraines des Causses, *Bull. Soc. géol. France*, 1889, xvjj, 610-621, 1 pl.

³ *C. R. Soc. phys. et hist. de Genève. Archives*, XVIII, 1890, 184.

de 100 m. au moins, cette profondeur doit être de 40 m. environ au-dessous du niveau de la mer. Les lacs sur le versant italien des Alpes présentent le même phénomène. M. Forel attribue avec vraisemblance cette circonstance à un affaissement considérable de la chaîne des Alpes après le creusement de la dépression du lac. C'est par suite de cet affaissement que les lacs des bords de la chaîne ont pénétré sous forme de fiords dans l'intérieur des vallées d'érosion. Les dépôts morainiques, les alluvions torrentielles des cours d'eau affluents du grand lac, du Rhône surtout, ont peu à peu modifié l'aspect du lac primitif, qui devait s'étendre, selon M. Forel, jusqu'à Sierre, en Valais. Nous relevons les points suivants des diverses phases qu'admet l'auteur dans la formation du lac Léman : La première phase est caractérisée par un exhaussement graduel des Alpes et le creusement de la vallée primitive du Rhône; le creusement continue pendant la fin de l'époque miocène jusqu'à l'époque glaciaire, les Alpes se surélèvent bien au-dessus de leur niveau actuel. Cette période de surélévation est suivie, dès la fin de l'époque glaciaire, d'un affaissement considérable qui a abaissé le fond du lac au-dessous du niveau de la mer, et du comblement partiel du bassin supérieur par les cônes de déjection des torrents valaisans et du Rhône, coïncidant avec le barrage du lac par les dépôts de l'Arve, près de Genève.

A propos du volume du lac Léman, M. FOREL¹ a calculé qu'il faudrait quinze ans aux eaux du Rhône pour le remplir. Le comblement par les alluvions, qui consis-

¹ La capacité du lac Léman, *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIV, 1888, 1.

tent surtout en limon fin suspendu dans l'eau du Rhône, durerait 450,000 ans au minimum. Le volume de ce limon atteint deux millions de mètres cubes annuellement, soit une couche de 1 centimètre par année.

A l'occasion d'une étude sur la faune et la flore des lacs alpins, MM. ASPER et HEUSCHER¹ ont exécuté une série de travaux hydrométriques sur les petits lacs de montagne. Leur publication renferme des cartes, avec indication de la profondeur assez exacte pour la construction des profils de ces lacs. Sont décrits dans ce travail : les lacs du Haut-Toggenburg et le Voralpsee. Une étude antérieure a pour sujet les lacs d'Appenzell.

II. Terrains.

Terrains primaires.

TERRAINS CRISTALLINS. — Nous devons à M. le prof. LORY² une étude sur la constitution des massifs de schistes cristallins.

Les Alpes occidentales n'ayant subi que peu de bouleversements considérables et offrant des coupes naturelles très étendues, M. Lory y a trouvé des données suffisantes pour établir une classification normale de ce groupe du terrain primitif. Il a reconnu quatre zones alpines entre le Mont-Blanc et le Mont-Rose. Celle du Mont-Rose est de

¹ Dr Asper et J. Heuscher, Zur Naturgeschichte der Alpenseen. *Bericht d. Naturw. Gesellsch. St-Gallen*, 1887-1888, p. 246-267, 5 pl.

² Ch. Lory, Étude sur la constitution et la structure des massifs de schistes cristallins des Alpes occidentales. Grenoble, 1889, 23 p., 1 pl., 8°.

beaucoup la plus large; les schistes cristallins y sont à découvert sur la plus grande partie du versant italien, et leur stratification est souvent presque horizontale; ils sont recouverts en concordance par le trias. M. Lory distingue dans les schistes cristallins de ce massif :

I. Le groupe supérieur des schistes séricitiques, amphiboliques et chloritiques.

II. Micaschistes avec calcaires cipolins, dolomies grenues, calcaires saccharoïdes.

Les micaschistes en se chargeant de feldspath et passent à des gneiss. A mesure qu'on descend dans la série, le feldspath orthose augmente et les gneiss passent avec une texture de moins en moins feuilletée, au gneiss granitoïde qui ne présente plus qu'une stratification en grand. La séparation entre ces deux groupes n'est cependant pas très nette, le gneiss d'Arolla par exemple appartient au groupe supérieur.

Comme la zone du Mont-Rose ne renferme pas de terrain carbonifère, on doit supposer que pendant toute la durée des temps paléozoïques, ces terrains ont été à découvert dans leur position horizontale. Les trois étages du trias sont ensuite venus se déposer au-dessus; ils ont une texture remarquablement cristalline, ce que M. Lory attribue aux conditions dans lesquels ils se sont formés.

Les schistes cristallins anciens ont dû prendre leur structure à une époque bien antérieure à la dislocation des Alpes. L'état cristallin est trop uniforme pour pouvoir être attribué à des actions mécaniques. C'est une cristallisation générale et originelle du terrain primitif. A la limite N.-O. de la zone du Mont-Rose, on observe parfois le contact entre les schistes cristallins et le carbonifère; sur plusieurs points les conglomérats de cette épo-

que renferment des galets de schistes cristallins identiques dans leur composition aux roches en place qui affleurent dans le voisinage, ce qui prouve que leur structure cristalline est antérieure à la période carbonifère.

M. Lory est arrivé à la conclusion que la structure feuilletée ou cristalline des roches des divers terrains est pour chacun d'eux un fait antérieur au dépôt de celui qui le recouvre et absolument indépendant des grandes actions mécaniques qui ont façonné les montagnes. Cette conclusion diffère de celle de beaucoup de géologues qui voient dans la structure schisteuse et cristalline le produit d'un métamorphisme dynamique. L'auteur appuie son opinion sur le fait que les minéraux des roches cristallines, feldspath, mica quartz, tourmaline, etc., se développent tout aussi bien dans les roches sédimentaires de tout âge qui n'ont subi aucune dislocation. Les galets triasiques, remaniés dans des dépôts plus récents, renferment des cristaux d'albite que la roche en place renfermait déjà. Les schistes cristallins se sont déposés dans des océans à eaux plus salines et plus chaudes que les mers actuelles dans lesquels l'existence des êtres organisés n'était pas encore possible.

La première zone de schistes cristallins ou zone du Mont-Blanc, comprend en Suisse les massifs des Alpes bernoises et du Saint-Gothard, en Savoie, ceux des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc, la chaîne de Belle-donne, de Mégève, etc., divers massifs de l'Isère et du Dauphiné et plus au sud celui du Mont-Pelvoux et celui des Alpes Maritimes.

Dans tous ces massifs les schistes cristallins sont toujours très redressés, la structure de voûte régulière fait défaut. La zone du Mont-Blanc est la partie la plus an-

cienne du système orogénique des Alpes. M. Lory constate que les dépôts de grès anthracifères correspondent à de petits bassins isolés; on peut reconnaître des dislocations antérieures au dépôt du carbonifère. Ailleurs il paraît y avoir parfaite concordance entre les terrains cristallins et le carbonifère. La structure des galets de schistes cristallins contenus dans les poudingues de Valorsin est identique à celle de la roche en place; elle est donc antérieure à la formation houillère et à la première grande dislocation, qui a eu lieu entre le carbonifère et le trias. La différence énorme dans le niveau des lambeaux triasiques horizontaux reposant sur les schistes cristallins verticaux, prouve, selon M. Lory, que ceux-ci ne pouvant se plisser davantage, après le dépôt du trias au-dessus de leur tranche redressée, ont été faillés et ont subi ainsi ces grandes dénivellations. Une partie de ces dépôts horizontaux a été conservée au sommet des massifs restés en place; d'autres parties se sont moulées, en se plissant, autour des inégalités de leur nouvelle base disloquée. Des glissements le long des surfaces de rejet verticales ou fortement inclinées ont provoqué ces plissements multiples, dont les terrains anciens qui forment la base n'offrent pas de trace.

M. Lory constate que malgré les nombreux plissements qu'ont subi les terrains sédimentaires dans lesquels on trouve les fossiles étirés et déformés, ces terrains n'ont pas pris une structure cristalline.

En étudiant le parcours des failles ou axes d'affaissement des Alpes, on constate que ces dénivellations se sont produites suivant les axes des plis anticlinaux, qui étaient des points de faible résistance. Cette manière de voir est attestée par plusieurs profils transversaux qui

montrent les zones d'affaissement parallèles et qui expliquent les dispositions étranges des sédiments relativement aux schistes cristallins anciens. Aucun des massifs cristallins ne représente une voûte régulière ou un pli anticlinal simple et complet.

M. Lory discute en outre le rôle de la protogine, qu'il considère comme appartenant au groupe supérieur des schistes cristallins, les schistes chloriteux; la ténacité plus grande de cette roche explique aussi sa prédominance dans les arêtes élevées. La protogine n'est jamais une roche franchement massive; elle offre des divisions stratiformes très nettes et les intercalations de gneiss chloriteux montrent encore sa liaison avec les roches du groupe supérieur. S'il en est ainsi, conclut M. Lory, la structure en éventail du Mont-Blanc ne serait pas le résultat d'un pli anticlinal écrasé, mais plutôt un pli synclinal très aigu isolé entre deux failles, suivant lesquelles se seraient affaissées et repliées en forme d'U les bandes de lias des vallées de Chamonix et d'Entrèves. La structure du massif du Finsteraarhorn, celle du Mont-Pelvoux s'expliquent de la même manière. Le bord sud de cette zone est marqué par une faille que l'on peut suivre de Valoise à Airolo.

Quant aux deux zones alpines intermédiaires, elles n'ont que peu d'importance; leur faible largeur leur donne un rôle orographique tout à fait secondaire.

Roches cristallines, métamorphisme. — Dans son mémoire sur les Alpes, M. SCHMIDT¹ divise les roches massives ou éruptives en deux groupes, les roches grenues profondes (Tiefengesteine) résultant de la cristalli-

¹ Zur Geologie der Schweizeralpen. *Loc. cit.*

sation lente des masses ignées qui forment les régions profondes de la terre; et les roches d'épanchement à structure porphyroïde, dans lesquelles la pâte, de texture microcristalline, renferme des cristaux plus grands formés avant et pendant l'épanchement. Dans les roches grenues, par exemple le granit, tout le magma consiste en cristaux de grand volume enchevêtrés. Il est facile de reconnaître ces deux types de roches massives en traversant les Alpes; quant aux schistes cristallins, qui réunissent les caractères des roches massives et sédimentaires, une partie semble passer insensiblement à des roches massives typiques, tandis que d'autres paraissent plutôt avoir une origine sédimentaire, attestée parfois par la présence de fossiles. Mais il y a encore bien des terrains, portant les caractères des schistes cristallins, pour lesquels cette distinction n'a pas encore pu être établie, et sur l'origine desquels on reste dans le doute.

Les formations primitives sont, sur presque toute la terre, à l'état de schistes cristallins; si l'on admet que leur structure cristalline est originelle, on peut leur attribuer une origine sédimentaire dans des circonstances spéciales, ou les considérer comme le produit du refroidissement des masses primitivement fondues de la surface du globe. Si l'on suppose au contraire que cette structure n'est pas celle de la roche primitive, on peut l'attribuer à un métamorphisme qui a agi soit sur des sédiments normaux, soit sur des roches primitivement massives. Ce métamorphisme peut être le résultat du contact avec une roche éruptive ou bien de la pression qui a agi pendant la dislocation.

Le métamorphisme de contact n'a pas encore été

constaté nettement dans les Alpes suisses; on peut cependant admettre qu'il a eu son rôle dans la formation des schistes cristallins.

L'existence du métamorphisme dynamique ressort clairement du fait que partout où la pression des montagnes a été la plus énergique, dans les régions de dislocation intense et de fort plissement, les roches sédimentaires sont devenues cristallines et les roches éruptives schisteuses.

Les Alpes, surtout les Alpes centrales, en présentent de nombreux exemples; l'auteur cite la formation de minéraux cristallisés au milieu de roches sédimentaires, qu'ils ont rendues, par leur abondance, tout à fait cristallines, quoique la présence de fossiles en démontre l'origine. On pense généralement que les granits protogines des Alpes sont plus anciens que les roches sédimentaires qui les entourent. Or, dans les Pyrénées centrales, la situation étant tout à fait analogue, les granits sont plus récents et ont produit un métamorphisme de contact très évident suivi, pendant les diverses périodes de dislocation, d'un métamorphisme dynamique. Le premier date de l'époque paléozoïque récente, et le second de l'époque tertiaire ancienne. La transformation des porphyres des Windgällen en schiste stratifié, enveloppé dans un grand pli couché, démontre aussi l'action du métamorphisme dynamique sur les roches éruptives.

Les vrais granits sont rares dans les Alpes. La dislocation intense de certaines parties de la chaîne permet de supposer que les granits et protogines en bancs et les protogines schisteuses, doivent leur structure à la pression intense qui les a bouleversés; mais cette cause n'est peut-être pas la seule.

L'auteur a choisi, comme exemple de ces transformations, le porphyre des Windgällen, et il décrit les mouvements, dislocations et érosions auxquels cette formation a été soumise depuis son apparition. Ces faits et les modifications profondes de structures subies par ce porphyre expliquent la difficulté qu'il y a à savoir si des roches cristallines des massifs centraux sont des granits éruptifs, des gneiss anciens ou des roches sédimentaires métamorphiques.

Terrains paléozoïques.

TERRAIN CARBONIFÈRE. — M. Alex. PORTIS ¹ a signalé de nouveaux gisements de fossiles carbonifères dans le Val di Susa (Alpes occidentales). Il en énumère et décrit les fossiles, comprenant 13 espèces de plantes. Le même auteur a aussi décrit quelques fossiles du trias de la même région.

Dans une note sur la géologie des Alpes subalpines, comprises entre Gap et Digne, M HAUG ² décrit le terrain houiller dans lequel il a trouvé de nombreuses empreintes de *Pecopteris cyathea*, *arguta*, cf. *polymorpha*, etc., *Annularia stellata*, *Cordaites*, etc., dans le voisinage de couches d'antracite exploitées dans la cluse de Barles. On trouve aussi là le muschelkalk, puis le trias supérieur, composé d'argiles bigarrées avec gypse et cargneules, et analogue à celui des Alpes vaudoises.

¹ Dott. Aless. Portis, Nuova localita fossilifere in val di Susa. *Boll. R. Comit. geol. d'Italia*, 1889, X, 141-183.

² E. Haug, Sur la géologie des chaînes subalpines entre Gap et Digne. *C. R. Acad. des sciences de Paris*, 1889, 18 mars.

Terrains mésozoïques.

TERRAINS TRIASIQUES. — M. O. WOHRMANN ¹ a publié deux mémoires sur le trias alpin. Dans les Alpes du Tyrol septentrional et de la Bavière, le trias se divise en deux niveaux, dont le supérieur correspond au keuper, l'inférieur au muschelkalk. L'auteur démontre par de nombreuses coupes la composition stratigraphique de ces séries et leurs équivalences dans les régions voisines.

Le calcaire de Wetterstein, doit être considéré comme appartenant à la zone du muschelkalk. Il établit pour la zone alpine du Tyrol septentrional et de la Bavière, la série suivante d'assises :

| | |
|---|---|
| | Hauptdolomit. |
| | Couches de Raibl. |
| Keupérien. | Zone marneuse avec ccuche calcaire à la base. |
| | Marne et grès. |
| | Schiste avec <i>Halobia rugosa</i> . |
| | Wettersteinkalk avec <i>Gyroporella</i> . |
| | Couches de Partnach. |
| Conchylien moyen et supérieur. | Wettersteinkalk inférieur, en partie oolithique, avec <i>Gyroporella</i> . |
| | Calcaire avec Brachiopodes, <i>Terebratula vulgaris</i> , <i>Spiriferina Mentzeli</i> , <i>Rhynchonella decurtata</i> , etc. |
| | <i>Céphalopodes</i> . |

Une étude sur la faune de l'étage raiblien de la Lombardie est due à M. PARONA ². Ce travail commence par

¹ O. Wohrmann, Ueber die untere Grenze der Keupers in den Alpen. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt*, XXXVIII, 1888, 69.

Id., Die Fauna der sog. Cardita u. Raibler Schichten in den Nordtiroler u. bayrischen Alpen. *Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt*, 1889, XXXIX, 180 p., 6 pl.

² Dott. C. Parona, Studio monographico della Fauna raibliana

une étude bibliographique et historique de ce terrain; il décrit ensuite le rôle orographique et le facies du raiblien dans les diverses chaînes et régions des Préalpes lombardes. Un tableau stratigraphique indique les relations et différences de facies d'une vallée à l'autre. La comparaison du raiblien lombard avec celui des Alpes orientales, conduit l'auteur à la conclusion, déjà exprimée par Stur, que l'ensemble des couches du raiblien lombard est le correspondant de la Lettenkohle.

Une seconde partie comprend une description de 110 espèces fossiles, dont 9 Céphalopodes, 32 Gastéropodes, 64 Pélécy-podes, 5 Brachiopodes, 2 Échinodermes et 10 plantes.

M. le professeur GILLIÉRON¹ a donné un compte rendu des travaux de sondage entrepris près de Bâle pour la recherche du sel gemme. Il expose la disposition des couches du trias dans le voisinage de cette ville et conclut qu'un seul point sur le territoire de Bâle-Ville, au S.-E. du village de Bettingen, pourrait être favorable à cette recherche, sans qu'il soit possible d'affirmer positivement le succès. On devait atteindre ici les couches salifères à 100 mètres au maximum. Le profil du trou de sondage qui a exigé 4 mois, montre qu'en dessous du muschelkalk, le groupe de l'anhydrite formé de marnes, d'argile, de dolomie et de gypse en alternance, est privé de sel gemme. A 70 mètres on atteint le Wellenkalk, base du groupe de l'anhydrite. Le travail de M. Gilliéron est

di Lombardia. *Mem. prem. dal. R. instit. Lombardo di Sc. e Lett.*, 1889, 156 p., 30 pl.

¹ V. Gilliéron, Sur un sondage pour la recherche du sel gemme. *Actes Soc. helv. sc. nat.* Lugano, 1889. *Arch. sc. phys. et nat.*, 1889, XXII, 454.

encore complété par des considérations sur le plongement des couches à la limite du Horst au pied duquel s'est formé, par affaissement, la plaine du Rhin.

TERRAINS JURASSIQUES. — M. KOPY ¹ vient de terminer son grand travail sur les polypiers jurassiques de la Suisse. Cet ouvrage, commencé il y a 10 ans, renferme la description de 447 espèces, dont plus de la moitié sont nouvelles, ce qui montre combien cette étude était nécessaire. Voici la répartition du nombre des espèces dans les divers étages :

Terrain *rhétien*, 2 espèces.

Sinemurien, 1 esp.

Bajocien, Marnes à *Am. opalinus*, 1 esp.

Couches à *Am. Murchisonæ*, 2 esp.

Calcaires à polypiers, 23 esp.

Bathonien, Grande oolithe, 13 esp.

Couche à *Rhynch. varians*, 5 esp.

Couches à *Mytilus*, 27 esp. (toutes nouvelles).

Callovien, 3 esp.

Oxfordien, Oxf. inf. Marnes pyriteuses, 3 esp.

Oxf. sup. Terrain à chailles marno-calcaires, 11 esp.

Rauracien, Terrain à chailles siliceux, 79 esp.

Corallien blanc, 184 esp.

Astartien du Jura soleurois, bernois et vaudois, 69 esp.

Ptérocérien du Jura bernois et soleurois. 13 esp.

Couches de Valfin, 42 esp.

Virgulien, Jura de Porrentruy et Montbéliard, 14 esp.

Niveaux coralligènes divers :

Corallien du Myten, 28 espèces, attestant l'affinité de ce niveau avec le corallien blanc de Caquerelle (20 espèces sont communes à ces deux localités).

Corallien de Wimmis, 15 espèces, presque toutes particulières aux couches de Valfin.

Corallien du Salève, 8 espèces, dont 5 sont fréquentes dans le gisement de Valfin.

¹ F. Koby, Monographie des Polypiers jurassiques de la Suisse, *Mém. Soc. pal. Suisse*, 1880-1889, VII-XVI, 582 p., 130 planches.

M. Koby remarque, en concluant, que peu d'espèces de polypiers passent d'un étage à l'autre et que, pour un même étage, elles se groupent autour de certaines localités, pour constituer des faunules spéciales. Ce résultat est facile à comprendre; l'existence et le développement des coraux sont liés au milieu qui les entoure, qui a une grande influence sur leur forme, et les modifications de ce milieu entraînent assez rapidement, soit la destruction de l'espèce, soit sa transformation.

L'auteur discute, dans un résumé paléontologique, la valeur et les caractères des genres décrits et la raison d'être de la classification adoptée; il indique la distribution de ces genres dans les familles.

LIAS. — M. PARONA ¹ a publié une étude paléontologique sur le lias inférieur des Préalpes lombardes, renfermant une description de ce terrain, du caractère de la faune et une liste très complète des fossiles.

LIAS ET DOGGER. — Le lias et le dogger dans les chaînes subalpines entre Digne et Gap, présente, d'après M. HAUG ², la série suivante :

| | |
|-------------------|--|
| <i>Bathonien.</i> | Schistes noirs avec petites Ammonites ferrugineuses. <i>Am. contrarius</i> , <i>Posidonomya alpina</i> , <i>Am. Parkinsoni</i> . Zone à <i>Am. neuffensis</i> et <i>Am. procerus</i> . |
| <i>Bajocien.</i> | Couches à <i>Am. Humphrisi</i> et <i>Am. subfurcatus</i> . Calcaire bleuâtre à <i>Am. Sauzei</i> . Couches calcaires à <i>Am. Sowerbyi</i> , très riche en fossiles. Couches à <i>Am. Murchisonæ</i> , pauvres en fossiles. |

¹ Dott. C.-F. Parona, *Rendiconti del Instit. Lombardo*, 1889, série II, t. XXI, fasc. VIII, 13 p.

² Haug, Lias, bathonien et bajocien dans les chaînes subalpines entre Digne et Gap. *C. C. Acad. sc. Paris*, 1^{er} avril 1889.

- Lias supérieur.* Calcaire à *Am. bifrons* et schistes noirs renfermant dans la partie supérieure la faune à *Am. opalinus*.
- Lias moyen.* Calcaire à *Amaltheus spinatus*.
Marnes micacées et schistes noirs avec quelques espèces de la zone à *Amaltheus margaritatus*.
Calcaires pauvres en fossiles, contenant beaucoup de *Bélemnites*; vers le haut, *Am. fimbriatus*.
- Lias inférieur.* Couches à *Cardinia* et calcaires à *Arietites*.

M. FINKELSTEIN ¹ a établi l'existence de la zone à *Am. Opalinus* dans la partie ouest du Tyrol méridional. Il décrit la série des terrains et fait suivre cette étude stratigraphique de la description des Brachiopodes de ce niveau.

MALM. — Le plateau de Montagnole au S.-O. de Chambéry qui a été exploré avec tant de soin par MM. Hollande et PILLET ², a fourni à ce dernier des matériaux paléontologiques importants de l'étage portlandien. Il est vrai que M. Hollande, à qui nous devons déjà une étude géologique sur cette région, n'admet pas l'existence du portlandien proprement dit, et qu'il réunit sous le nom d'*infra-néocomien* le niveau berriasien et le calcaire tithonique. Or, M. Pillet considère la partie inférieure du tithonique de M. Hollande comme du ptérocérien; la partie supérieure, y compris le Berrias seraient l'équivalent du portlandien, comme l'exprime la coupe suivante, relevée au mamelon dit des peupliers :

¹ Finkelstein, Ueber ein Vorkommen der Opalinus (u. Murchisonæ) Zone im Westlichen Süd-Tirol. *Zeitsch. d. deutsch. Geol. Gesellsch.*, 1889, XLI, 49-78, 1 pl.

² L. Pillet, Le Portlandien de Montagnole. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1889, p. 67-90.

| HOLLANDE. | | PILLET. |
|--|---|---------------------------------|
| Infranéocomien. | Berriasien. 9. Marnes à <i>Am. semisulcatus</i> . | Portlandien ou virgulien. |
| | 8. Calcaire blanc. <i>Am. Liebigi</i> , <i>privasensis</i> , <i>transitorius</i> , etc. 7 m. | |
| | Tithonique franc des auteurs. 7. Calc. comp. blanc en gros bancs de 2 ^m à 2 ^m ,50, à taches roses. 8 ^m . | |
| | 6. Banc terreux ruiniforme. 0 ^m ,50. | |
| | 5. Calcaire gris en petits bancs à rognons, avec <i>Aptychus Am.</i> <i>ptychicus (semisulcatus)</i> : 2 m. | |
| Kimmeridgien. 4. Calcaire bréchiforme, 0 ^m ,75. | | |
| 3. Calcaire compact; grands <i>Apty-</i> <i>chus</i> , 0 ^m ,10 à 0 ^m ,15. | | |
| | 2. Calcaire compact, 1 ^m . | |
| | 1. Calcaire bréchiforme. | |

M. Pillet a constaté dans le plateau plusieurs gisements portlandiens, se répartissant sur 4 arêtes calcaires qui entrecoupent la région. Il y distingue deux niveaux : Les marnes de Pierre Grosse et le calcaire roux.

Les fossiles recueillis appartiennent à 66 espèces. Il y a plusieurs vertébrés, vertèbres de Saurien et dents de *Pycnodus*; 3 espèces d'Annélides (*Serpula planorbiformis*, Goldf., *S. coarcervata*, Bl.); 8 Céphalopodes (*Bel. datensis*, E. Favre, *Am. tortisulcatus*, *Am. serus*, Op., *Am. ulmensis*, etc.). Les Gastéropodes sont représentés par 7 espèces; *Pleurotomaria Royeri*, de Lor., *Natica hemisphaerica*, Roem., *Natica vacuolaris*, de Lor., etc. Les mollusques lamellibranches l'emportent de beaucoup sur les autres groupes avec 31 espèces : *Pleuromya sinuosa*, Roem., *Cyprina Brongniarti*, Roem., *Astarte matronensis*, de Lor., *Arca nobilis*, Contej., *Mytilus subreniformis*, Corn., *Mytilus Morrisii*, *M. Tombecki*, de Lor., *P. suprajurensis*, Buv., *Ostrea Bruntrutana*, Thurm., *Ostr. pulligera*, Goldf, etc.

La *Nerinea trinodosa* et bon nombre d'autres mollus-

ques qui caractérisent le portlandien d'autres localités, manquent dans les gisements de Montagnole; ils manquent également, en partie du moins, dans le portlandien de la Haute-Marne, avec lequel celui de Montagnole a quelques rapports.

Les Brachiopodes (*Ter. subsella*, Leym.), les Échinides, les Crinoïdes et les coraux sont relativement rares et ne fournissent guère d'indication sur l'âge de ces couches.

En résumé, sur les espèces du portlandien de la Haute-Marne, décrites par M. de Loriol, les stations de Montagnole en ont fourni 8 du niveau supérieur; 15 et des plus abondantes du niveau moyen; 9 du niveau inférieur.

Faune jurassique. M. HAAS¹ a publié la première partie d'un mémoire sur les Brachiopodes jurassiques du Jura suisse. La première livraison décrit 23 espèces, dont 19 du genre *Rhynchonella*; il étudie les *Rhynch. inconstans* et *Rh. corallina* (*Rh. pinguis*) si souvent confondues. Six des espèces décrites sont nouvelles. L'auteur ne se sert que de fossiles recueillis sur place et dont le niveau stratigraphique est rigoureusement déterminé.

On connaît les nombreuses dents de poissons, *Pycnodus*, *Sphærodus*, *Gyrodus*, etc., que renferment les terrains jurassiques supérieurs; les mâchoires complètes sont rares, et les autres pièces du squelette encore plus rares. M. JACCARD² a publié quelques considérations au sujet des espèces provenant du malm du canton de

¹ Hip. Haas, Kritische Beiträge zur Kenntniss der jurassischen Brachiopodenfauna des schweiz. Juragebirges, etc, *Mém. Soc. pal. suisse*, 1889, XVI, 35 p.

² Jaccard, Sur quelques espèces nouvelles de Pycnodontes du Jura neuchâtelois. *Bull. Soc. sc. nat. de Neuchâtel*, 1889.

Neuchâtel. Il s'étonne que les genres *Pycnodus* et *Gyrodus* ne soient connus que par leurs dents et en conclut que le squelette de ces poissons, ainsi que les écailles, doivent avoir eu moins de solidité que celles des *Lepidotus*, que l'on trouve même à l'état de poissons entiers, grâce aux écailles qui se prêtent bien à la fossilisation. M. Jaccard a étudié plusieurs mâchoires et plaques vomériennes de Pycnodontes du Jura d'après une trentaine d'échantillons de sa collection.

M. DE LORIOL¹ a entrepris en collaboration avec M. Koby, une étude paléontologique et stratigraphique du niveau coralligène inférieur du Jura bernois. La première partie de ce mémoire a paru ; elle renferme le commencement de l'étude paléontologique, soit la description des espèces de mollusques gastéropodes.

TERRAINS CRÉTACÉS. *Néocomien*. — La couche à *Ammonites Astieri*, d'Orb., qui forme la base de l'étage hauterivien, a fourni à M. Jaccard une collection remarquable d'ammonites. M. SAYN², a fait l'étude des espèces du gisement de Villers-le-Lac, près du Locle ; ce sont : *Holcostephanus Astieri*, d'Orb., *Holc. Carteroni*, d'Orb., *Holc. bidichotomus*, Leym., *Holc. cf. Grotrani*, Neum. et Uhl., *Hoplites Arnoldi*, P. et C., *Hoplites* vois. de *H. neo-comiensis*, *Cosmoceras verrucosus*. Ces trois dernières espèces se trouvent aussi dans le néocomien à *Bel. latus* du midi de la France. M. Jaccard dit avoir trouvé aussi le

¹ P. de Lorient, Études sur les mollusques des couches coralligènes inférieures du Jura bernois. Notices stratigraphiques par F. Koby. *Mém. Soc. pal. suisse*, 1889, XVI, 1^{re} partie, 79 p., 9 pl.

² Sayn, Ammonites de la couche à Holcost. Astieri de Villers-le-Lac. *C. R. Soc. helv. sc. nat. Lugano. Arch. sc. phys. et nat.*, oct.-nov. 1889.

Bel. latus à Villers. Cette faune de la zone à *Am. Astieri* a une certaine analogie avec le néocomien alpin.

Les terrains crétacés du massif des Beauges (environs de Chambéry) offrent, d'après M. HOLLANDE¹, une série d'assises très complète. Dans le Dauphiné où M. Lory a divisé le néocomien en deux étages, son épaisseur totale atteint plusieurs centaines de mètres; elle diminue vers le nord. Dans la Provence, les Hautes-Alpes, la moitié méridionale du département de la Drôme, etc., l'étage inférieur du néocomien a un facies vaseux à fossiles pélagiques; c'est le type provençal; dans le Jura, la Basse-Savoie et les chaînes comprises entre Chambéry et Voreppe, cet étage a un facies littoral, le facies jurassien; dans la Grande-Chartreuse, les deux facies s'enchevêtrent. M. Hollande distingue dans le néocomien de la région de Chambéry 10 assises, qu'il groupe en 4 étages. L'inférieur, comprenant les couches de Berrias et une assise de passage entre le crétacé et le jurassique, a été nommé par lui infranéocomien, pour ne pas confondre ces couches avec le valangien. Il réunit à l'urgonien, le calcaire à *Orbitolines* et la couche à *Requienia Lonsdalii*, à cause de sa liaison intime avec le calcaire à *Req. ammonia* :

| | | |
|--------------|---|--|
| | } | 10. Calcaire à <i>Requienia Lonsdalii</i> . |
| Urgonien. | | 9. Marno-calcaire ocreux à <i>Orbitolina conoidea</i> et <i>Heteraster oblongus</i> . |
| | | 8. Calcaire à <i>Requienia ammonia</i> . |
| | } | 7. Calcaires jaunes. |
| Hauterivien. | | 6. Marno-calcaires à <i>Toxaster complanatus</i> et <i>Ostrea Couloni</i> . |
| | | 5. Marno-calcaires glauconieux à <i>Am. radiatus</i> . |

¹ Hollande, Dislocation des montagnes calc. etc. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1889, III, 105-127.

- | | | |
|------------------|---|--|
| Valangien. | } | 4. Marno-calcaires ocreux à <i>Pygurus rostratus</i> . |
| | | 3. Calcaire à Brachiopodes de Rozeray. |
| Infra-néocomien. | } | 2. Marno-calcaire renfermant la faune du Berrias. |
| | | 1. Calcaire blanc ou gris sublithographique à <i>Am. transitorius</i> et <i>Am. Richteri</i> (Tithonique). |

L'assise 1 de l'infra-néocomien devrait, semble-t-il, être rapportée au malm plutôt qu'au crétacé, à cause des affinités jurassiques de sa faune : le berrias seul représente par sa faune un terrain de transition entre le jurassique et le néocomien. Il est formé de marno-calcaires avec couches de calcaire à ciment à la base, et caractérisé par *Am. semisulcatus*, *neocomiensis*, *rarefurcatus*, *binervius*, etc. Dans le haut l'assise passe insensiblement au valangien.

Le calcaire grossier de Rozeray est remarquable par sa faune de Brachiopodes : *Terebratula Carteroni*, *T. Moutoniana*, *Rhynch. multiformis*, etc. Le calcaire ocreux avec *Terebr. Carteroni*, *O. rectangularis*, *Janira atava*, *Pygurus rostratus*, *Am. cryptoceras*, *Nautilus pseudo-elegans*, etc., constitue un niveau équivalent au valangien supérieur, quoique l'épaisseur de cette assise dépasse 200 mètres.

La couche marno-calcaire glauconneuse, peu épaisse, mais facile à connaître, peut servir de point de repère pour séparer le valangien du hauterivien. On y trouve *Am. cryptoceras*, *Am. Leopoldinus*, *Am. Astieri*, *Am. radius*, *Apt. Didayi*, etc. Mais la grande masse de l'étage hauterivien est constituée par les marno-calcaires à *Spatangues*, contenant *Ostrea Couloni*, *Toxaster complanatus*, *Pholadomya elongata*, *Panopaea neocomiensis*, *Trigonia caudata*, *Dysaster ovulum*, etc.

L'urgonien est représenté par un massif de calcaire compact de 200-300 m. d'épaisseur, dont les fossiles

sont empâtés dans la roche et difficiles à extraire. Ce sont des polypiers, des huîtres de grande taille, *Requienia Ammonia*, *Rhynchonella lata*, etc., ce dernier fossile souvent très abondant.

La zone à *Orbitolines* est un calcaire de couleur ocre qui forme le sommet de cet horizon et renferme toujours beaucoup de fossiles, *Orbitolina conoidea*, *Heteraster oblongus*, *Pygaulus depressus* et *cylindricus*, *Pterocera pelagi*, *Janira Morrisi*, etc., fossiles qui caractérisent l'étage *rhodanien*, lequel se relie orographiquement à l'urgonien.

GAULT ET CRÉTACÉ SUPÉRIEUR. — D'après M. HOLLANDE¹ le gault repose dans le massif des Beauges directement sur le calcaire à *Orbitolines*; l'aptien manque et ne se montre que plus au N.-E. avec l'*Ostrea aquila* dans les chaînes des Vergys et des Fiz.

Le gault de la zone subalpine a un facies fort différent de celui de la Perte du Rhône. Dans la vallée d'Entremont-le-Vieux, il offre deux assises :

Gault supérieur. Sable grossier, réuni par un ciment argilo-calcaire avec rognons et moules de phosphate de chaux. 1-3^m.

Gault inférieur. Lumachelle de calcaire roux, pétrie de débris fossiles, épaisseur 15-20^m.

Sur la lisière orientale des Beauges, le gault inférieur est un calcaire ou grès plus ou moins noir, glauconieux. Le gault supérieur, de 1^m à 1^m,50 d'épaisseur, est un calcaire siliceux à rognons phosphatés. M. Hollande n'a pas pu séparer paléontologiquement ces deux niveaux; les fossiles du niveau inférieur se retrouvent tous dans

¹ Hollande, Dislocation, etc., *loc. cit.*

le niveau supérieur qui est bien plus fossilifère. Quant à l'étage immédiatement supérieur au gault, le céno-manien, son existence paraît attestée par certains fossiles, mais on n'en possède que des données fort incertaines.

Le gault a fourni dans la région subalpine de Savoie plus de 40 espèces, dont un certain nombre caractérisent le gault supérieur ou vraconien.

Le fait le plus remarquable de cette région est la présence constante du sénonien, épais d'environ 100 m. C'est une roche assez tendre, qui a été enlevée sur bien des points par la dénudation; les couches en sont minces, de teinte grisâtre. Elle a fourni les fossiles suivants :

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Belemnitella mucronata</i> , d'Orb. | <i>Inoceramus Goldfussi</i> , d'Orb. |
| <i>Ananchites ovata</i> , Lam. | » <i>Cuvieri</i> , Gold. |
| <i>Micraster Brongniarti</i> , Hel. | » <i>Cripsi</i> , Mant. |
| <i>Janira quadricostata</i> , d'Orb. | <i>Ostrea vesicularis</i> , |
| | <i>Ammonites</i> , sp. |

Ajoutons que le crétacé supérieur se continue dans les chaînes au N.-E. des Beauges, aux Vergys, à la Pointe-Percée et aux Fiz, où M. Alph. Favre a constaté un grand nombre d'affleurements.

Dans son ensemble, le néocomien des Beauges a une analogie remarquable avec le facies jurassien de ce terrain; sa division en trois étages est très nette; la seule différence est dans l'épaisseur plus grande des assises. Quant au gault et au sénonien des Beauges, ils se relient absolument au facies alpin, tel que l'offrent les Dents-du-Midi, les Fiz, etc.

Terrains cénozoïques.

ÉOCÈNE ET OLIGOCÈNE. — M. HOLLANDE ¹ a décrit les terrains tertiaires de la Savoie, spécialement de la région subalpine aux environs de Chambéry. Après avoir rappelé que dans cette région, comme presque partout ailleurs, ces terrains reposent en transgression sur la craie et le néocomien, l'auteur en donne l'énumération suivante :

AQUITANIEN.

16. Fausse mollasse à *Sabal Lamanoxis*? Brgn. Grès très développé dans la vallée de Leschaux, à Bellecombe, etc.
15. Marnes rouges à *Helix* ²; formant la base de la mollasse et reposant sur l'oligocène.

TONGRIEN.

- Série d'assises alternativement marines et d'eau douce, dont la partie supérieure a le facies du flysch et l'inférieure est un terrain de charriage renfermant des *Nummulites*; ce sont :
14. Flysch oligocène à fucoïdes et à écailles de poissons. Ce terrain est très développé au village des Déserts. On y a trouvé aussi quelques feuilles de *Cinnamomum*.
 13. Couches à *Operculines* et *Cardita Lauræ*, terrain à facies vaseux.

¹ Hollande, Dislocation des montagnes calcaires, etc. *Bull. Soc. hist. nat. de Savoie*, 1889, III, 128-142.

² M. Hollande a eu l'obligeance de nous communiquer des échantillons de *Helix* de ce niveau; nous avons reconnu *H. rugulosa*, v. Mart. et *H. sublenticula*, Sandb., qui se trouvent tous deux dans les marnes de la mollasse rouge du pied du Jura vaudois (Montcherand, etc.); un exemplaire, mal conservé, paraît être *H. Eckingensis*, Sandb.

12. Grès et sables à *Bythinia Dubuissoni*. Grès et amas de sable souvent très blanc; fossiles difficiles à extraire dans les grès.
11. Couches à polypiers.
10. Poudingue à cailloux néocomiens et à *Natica crassatina*.
Ces deux facies ne forment qu'une assise, car les polypiers se trouvent en amas dans les divers niveaux du poudingue; la couche à polypiers, dont la roche se délite facilement, renferme beaucoup de fossiles (polypiers et *Nat. crassatina*). Le poudingue repose souvent sur l'urgonien, dont il contient les débris, mêlés de galets de calcaire noir, le tout cimenté par une pâte calcaire, un peu ferrugineuse.
9. Grès grossier s'interposant parfois entre l'urgonien et la couche 10; il contient des débris de roches étrangères à la région et de petites *Nummulites* différentes de celles du flysch et du calcaire éocène. Ailleurs on trouve un
8. Poudingue à cailloux de quartz, de roches granitiques et porphyriques, de silex, de calcaires noirs ou gris, passant à un sable de plus en plus fin et finalement à de la glaise. Les fossiles font défaut dans ce terrain.

Dans leur ensemble, ces couches représentent une formation oligocène et leurs fossiles marquent le passage à l'éocène dans la partie inférieure, tandis que vers le haut, les feuilles de plantes terrestres les rapprochent du miocène. Les fossiles les plus remarquables trouvés dans ces assises (9-14) sont :

| | |
|---|---|
| <i>Nummulites variolaria</i> , Sow. | <i>Scissurella Depontaileri</i> , Cossm. |
| <i>Natica crassatina</i> , Lam. | <i>Pleurotoma Bouvieri</i> , Cossm. et L. |
| » <i>angustata</i> , Gras. | <i>Bythinia Dubuissoni</i> , Bouill. |
| <i>Pecten pictus</i> , Goldf. | <i>Cardita Lauræ</i> . |
| <i>Trochus Vincenti</i> , Cossm., Lamb. | <i>Cytherea splendida</i> . |
| <i>Ostrea gigantea</i> , Brand. | » <i>subarata</i> , Sandb. |
| <i>Cerithium Davidi</i> , Cos. et Lamb. | <i>Operculina</i> . |
| » <i>Cotteaui</i> , » | » <i>Plocophyllia calciculata</i> . |
| » <i>Lamarcki</i> . | |

ÉOCÈNE SUPÉRIEUR. M. Hollande réunit dans ce groupe les facies du flysch et la partie supérieure du calcaire nummulitique (à *N. striata*).

7. Grès de Taveyannaz. Ce terrain n'existe pas dans le massif des Beauges, mais bien au N.-E., dans le bassin renfermé entre les Vergys et la Pointe-Percée (Almes et Reposoir); il ne diffère pas du grès typique de Taveyannaz.
 6. Flysch éocène à fucoïdes et écailles de poissons; schistes plus ou moins micacés sur une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, au N.-E. du massif des Beauges.
 5. Mollasse à nummulites alternant avec des calcaires nummulitiques. Les grès sont exploités sous le nom de mauvaise molasse.
 4. Poudingue à gros cailloux jurassiques, néocomiens ou cristallins; ce terrain se rencontre, comme le précédent, dans la vallée de Serraval et du Reposoir; il contient des cailloux de calcaire à *Num. striata*; sa formation est donc postérieure à celui-ci.
 3. Calcaire à *Nummulites striata*; se voit le mieux près des mines de Montmin et de Pernant; calcaire compact, gris foncé, en transgression sur les couches éocènes plus anciennes et reposant quelquefois sur l'urgonien; il atteint partout un grand développement.
- ÉOCÈNE MOYEN, surtout caractérisé par des conglomérats surmontés de couches saumâtres, dans lesquels apparaissent sur plusieurs points des lits de lignite.
2. Marnes noires à schistes foncés, avec lignite à Montmin, etc. Ces couches ont fourni les fossiles suivants :

| | |
|--|--|
| <i>Natica Vapincana</i> , d'Orb. | <i>Melania costellata</i> , Lam. |
| » <i>Picteti</i> , Heb. et Renev. | <i>Cytherea Vilanovæ</i> , Desh. |
| <i>Deshayesia alpina</i> , d'Orb. | <i>Mytilus subobtusus</i> , d'Arch. |
| <i>Cerithium trochleare</i> , Lam., var. | <i>Cardium Rouyanum</i> , d'Orb. |
| <i>Diaboli</i> . | » <i>granulosum</i> , Lam. |
| <i>Cerithium hexagonum</i> , Chem. | <i>Trochocyathus Allonsensis</i> , Tour. |
| » <i>Weinkauffi</i> , Tourn. | <i>Cyclolites alpina</i> , d'Orb., etc. |
| » <i>plicatum</i> , Bgn. v. <i>alpinum</i> . | |

1. Calcaire grossier avec conglomérats à *Nummulites perforata*, base des dépôts éocènes; les conglomérats sont à pâte grise, glauconieuse, dont les matériaux sont empruntés au crétacé; plus haut viennent des calcaires, pétris de nummulites; il n'y a pas d'autres fossiles, sauf quelques mauvais moules de gastéropodes et des polypiers.

Cette succession d'assises éocènes est remarquable. Elle montre la superposition des niveaux à *N. perforata* et *N. striata* qui occupent deux provinces bien distinctes ; la province à *N. perforata* s'avance au N.-E. vers la Suisse, tandis que celle à *N. striata* s'étend vers le sud. Le flysch aussi subit des modifications ; peu puissant dans les Beauges, il atteint une grande épaisseur dans la vallée du Reposoir, où le grès de Taveyannaz le recouvre. De son côté l'oligocène, décrit plus haut, ne s'est pas déposé partout ; il existe dans les vallées extérieures seulement, où précisément le flysch manque ou est très faible. Il y a donc transgression entre les divers niveaux éocènes ; des mouvements locaux assez importants ont eu lieu à diverses époques, mais surtout entre l'éocène et l'oligocène (tongrien). Le flysch s'est étendu par-dessus toutes les formations nummulitiques et crétacées jusqu'au malm ; dans le massif de la Grande-Chartreuse, séparé du massif des Beauges seulement par la vallée de Chambéry, on ne trouve aucune trace de la série tertiaire énumérée, à l'exception de l'aquitaniens qui s'y rencontre sur la bordure ouest. Le parallélisme de l'éocène avec celui d'autres régions ressort facilement du tableau suivant :

| ÉTAGES | | BASSIN DE PARIS (M. HERBERT) | CHALOSSE ET PYRÉNÉES OCCIDENTALES (M. HERBERT) | VIGENTIN (M. HERBERT) | SUISSE (M. RENEVIER, ETC.) | SAVOIE (BEAUGES) (M. HOLLANDE) |
|-----------------------|--|---|---|--|---|---|
| Eocène supérieur. | | Gypses à couches marines. | Grès à Euspatangus de Biarritz. | 3. Calcaire à poly-piers de Grosara. 2. Marnes de Priabona. 1. Calcaire à <i>Cerithium Diaboli</i> | 6. Grès de Taveyannaz. 5. Flysch à <i>Fucoides</i> . 4. Schistes à <i>Nummulites</i> . 3. Calcaires à <i>Num. striata</i> . 2. Marnes à <i>Cer. Diaboli</i> . 1. Marnes à <i>Paludines</i> et fruits de <i>Chara</i> . | 6. Grès de Taveyannaz. 5. Flysch à <i>Fucoides</i> et écailles de poissons. 4. Schistes à <i>Nummulites</i> et gros poudingues à la base. 3. Calcaire à <i>Num. striata</i> . 2. Marne à <i>Cytherea Villanova</i> et <i>Cer. Diaboli</i> . 1. ? |
| Eocène moyen. | | S.-étage supérieur. Calc. de St-Ouen. Sabl. d. Beauchamp Calcaire grossier supérieur. | ? ? Calcaire à <i>Conoclypeus conoides</i> et <i>Num. perforata</i> . Marnes à <i>Xanthopsis Dufourii</i> . Calcaire à <i>Oriolampas Michelinii</i> . | Calcaires à <i>Corbis major</i> de Ronca. Couches à <i>Cerithes</i> de Ronca. Couches de S. Giovanni Ilarione. Lignites de Monte Pulli. | ? ? Couches à <i>Num. perforata</i> . Manque. Manque. | ? ? Couches à <i>Num. perforata</i> . Manque. Manque. |
| Sous-étage inférieur. | | Calc. grossier infér. Zone moy. à <i>Cer. giganteum</i> . Zone inférieure à <i>Num. levigata</i> . Lacune. | Lacune. | Calcaires de Busa-Ferri et calcaires de Monte Portale Couches de Monte-Spilecca à <i>Rhynchonella polymorpha</i> . | Manque. Manque. | Manque. Manque. |

M. SACCO¹ a cherché à fixer exactement l'horizon du ligurien, nom créé par M. Mayer-Eymar pour le flysch ou macigno de la Ligurie. Le facies du flysch a commencé à se former bien avant l'époque du ligurien que l'on place habituellement entre le bartonien et le tongrien. L'auteur est arrivé à la conclusion que, dans la région de l'est, vers les collines de Casal, le bartonien, avec sa faune typique et son facies habituel, se place au-dessus du ligurien, entre celui-ci et le tongrien. Ailleurs, il a constaté que le bartonien typique renfermait des débris arrachés du ligurien qui était alors déjà émergé. Le bartonien présente dans le haut un passage insensible au tongrien, tandis qu'à sa base, il passe d'une manière tout aussi graduelle au ligurien par l'apparition des zones de « calcare alberese. »

M. Sacco admet cependant un sous-étage sestien, intermédiaire entre le tongrien et le bartonien, comme le montre le tableau suivant :

Tongrien. Marnes, sables et conglomérats. *Nummulites striata*, *Cardita Lauræ*, *Cyrena convexa*, etc.

Sestien. Sables, grès avec lentilles de lignite. *Nummulites vasca*, *N. Boucheri*, *N. Fichteli*, *Orbitoides*.

Bartonien. Marnes et bancs calcaires, avec *Lithothamnium*, *Num. complanata*, *N. biarritzensis*, *N. distans*, *N. striata*, *N. Lucasana*, *Orbitoides* nombreux, *Serpula spirulea*, *Ostr. gigantea*, *O. Martinsi*, etc.

Ligurien. Grès (macigno), *Nummulites* rares; *Assilina* et *Orbitoides* (argile scagliose), calc. alberese avec *fucoïdes*; argilo-schiste avec *Helminthoïdes* (flysch).

Parisien. Calcaires arénacés riches en *Nummulites* (*N. Ramondi*, *N. striata*, *N. perforata*, *N. Lucasana*), *Assilina*, etc.

Rappelant ensuite le rôle du ligurien des régions

¹ F. Sacco, Le Ligurien. *Bull. Soc. géol. de France*, 1889, XVII, 212-229, 1 tableau.

voisines, où il occupe aussi le même niveau, M. Sacco constate la difficulté d'assigner au flysch un niveau paléontologique, à cause de la rareté de ses fossiles, lorsque des terrains fossilifères manquent dans son voisinage; il mentionne les arguments tirés de la présence des *Nummulites* dans un certain nombre de localités des Alpes suisses. Il fait une critique de l'échelle des Nummulites de de la Harpe, dont il donne l'interprétation modifiée suivante :

| | | |
|----------------------------------|---|----------------------|
| 8. N. striées (zone sup.). | } | Tongrien et Sestien. |
| 7. N. réticulées. | | |
| 6. N. lisses. | } | Bartonien. |
| 5. N. striées (zone moyenne) | | |
| 4. N. explanées (Assilines). | } | Parisien. |
| 3. N. granulées. | | |
| 2. N. subréticulées. | | |
| 1. N. striées (zone inférieure). | | Suessonien. |

Le ligurien, tel qu'il a été créé, doit être placé au-dessus du bartonien et non au-dessous, comme on l'admet ordinairement. Le facies du flysch a commencé déjà à se développer dans certaines régions pendant le crétacé, et peut-être même à l'époque jurassique. Il ne doit donc pas être attribué à un étage géologique déterminé. Le nom de ligurien, appliqué au flysch de la Ligurie, doit être aboli comme nom d'étage bien qu'il puisse être conservé comme nom d'un facies spécial.

M. MAYER-EYMAR¹ a décrit trois nouveaux Spondyles du parisien des Alpes; ce sont *Sp. alpinus*, May.-Eym.; *Sp. Gottfriedi-Kelleri*, M.-E. et *Sp. multicarinatus*, M.-E.

¹ Mayer-Eymer, Drei neue Spondylus aus dem unteren Parisian der Schweiz. *Vierteljahrschr. zürch. naturf. Gesellsch.*, 1888, I, 65.

MIOCÈNE. — La formation d'eau douce du miocène supérieur du vallon du Locle, appartenant à l'étage œnigien, a fourni à M. JACCARD¹ beaucoup de fossiles, quoique le nombre des espèces soit peu abondant; certaines couches sont pétries de *Planorbes*, *Limnées*, *Hydrobies*, etc. A cette faunule malacologique s'ajoute un nombre relativement considérable de vertébrés. M. Jaccard décrit les découvertes faites successivement dans ce bassin, isolé du grand bassin suisse. On possède jusqu'à ce jour des restes plus ou moins bien conservés des espèces suivantes :

Machairodus, deux très petites dents; *Amphicyon*, deux molaires; *Mastodon*, fragments de lames d'émail; *Dinotherium*, une dent du *D. bavaricum*; *Listriodon splendens*, dents et fragments de mâchoire; *Rhinoceros* cf. *incisivus*, molaire et canine; *Hypotherium*, portion du tibia; *Palæomeryx Scheuchzeri* et autres espèces, dents et ossements. *Cervus* ou *Dinoceros*, astragale; *Antilope* cf. *cristata*, cornes; *Crocodylus*, dents et plaques dermales; *Testudo Escheri*, pièces de la carapace et du plastron; *Trionyx*, pièces de la carapace. Quoique appartenant avec certitude au miocène supérieur, les vertébrés du bassin du Locle et de la Chaux-de-Fonds offrent certaines analogies avec la faune de Pikermi (Grèce) et celle du Mont-Léberon (Vaucluse); il reste à déterminer si elle ne se lie pas plutôt à la faune de Sansan et de Simorre.

M. GOLLIEZ et LUGEON¹ ont décrit trois espèces nou-

¹ A. Jaccard, Sur les animaux vertébrés fossiles de l'étage œnigien du Locle. *Bull. Soc. sc. nat. de Neuchâtel*, 1889.

² Golliez et Lugeon, Note sur quelques Chéloniens nouveaux de la mollasse langhienne de Lausanne. *Mém. Soc. pal. suisse*, XVI, 1889, 24 p., 12 pl. — *C. R. Soc. vaud. sc. nat. Arch.*, 1889, XXII, 73.

velles de tortues fossiles de la mollasse de Lausanne. On connaît maintenant douze chéloniens de l'étage langhien, quatre espèces terrestres, six paludines et deux fluviatiles, ce sont :

| | |
|---|--|
| <i>Testudo Escheri</i> , Pict. et Humb. | <i>Cistudo Heeri</i> , Portis. |
| » <i>spec. ind.</i> , Portis. | » <i>Portisi</i> , Goll. et Lug. |
| <i>Ptychogaster Gaudini</i> , Pict. et H. | » <i>Kunzi</i> , Goll. et Lug. |
| » <i>rotundiformis</i> , Goll. et Lug. | <i>Emys spec. ind.</i> , Pict. et Humb. |
| <i>Cistudo Razumowski</i> , Pict. et H. | <i>Trionyx Lorioli</i> , Portis. |
| » <i>Morloti</i> , Pict. et Humb. | <i>Trachyaspis Lardyi</i> , H. v. Meyer. |

M. LUGEON¹ a signalé un nouveau gisement de fossiles miocènes de l'époque langhienne dans la forêt de Sauvabelin sur Lausanne.

Les bancs de mollasse granitique, exploités dans les cantons de Saint-Gall et d'Appenzell, appartiennent, d'après M. Meyer-Eymar, au miocène inférieur (langhien d'eau douce). C'est dans une interstratification marneuse que furent trouvés, en 1887, deux fragments de mâchoire appartenant aux *Rhinoceros minutus*, Cuv. Le gisement, signalé par M. FRÜH², est une carrière entre Rehtobel et Vogelherd (Appenzell, Rhodes extérieures), le voisinage a fourni de nombreux restes de plantes dicotylédones subtropicales. Un autre fragment, provenant de la mollasse du Speicher, est une partie d'un maxillaire inférieur de *Rh. incisivus*, Mey., avec trois molaires.

M. ROTHPLETZ³ constate que les observations de

¹ C. R. Soc. vaud. sc. nat. Archives, 1889, XXI, 257.

² Dr J. Früh, Reste von Rhinoceroten aus des granitischen Molasse von Appenzell a/Rh. Jahresber. St-Gall. naturf. Gesellsch. 1886-87.

³ A. Rothpletz, Ueber Gerölle mit Eindrücken. Neues Jahrb. f. Min., 1889, I, p. 92-94.

H. Früh, contenues dans son mémoire sur la nagelfluh de la Suisse, confirment, malgré certaines différences, ses propres observations sur l'origine des galets impressionnés. M. Früh admet que la dissolution des matériaux par les eaux d'infiltration pourrait être, dans une certaine mesure, la cause des impressions observées dans les galets des poudingues miocènes, mais que la pression seule pouvait aussi produire des impressions. Suivant M. Rothpletz la pression ne peut être envisagée comme étant la seule cause des impressions, car on devrait en trouver les traces dans toutes les formations; mais il soutient au contraire qu'elle en est la cause déterminante, en produisant, au point de contact des galets, une plus forte dissolution du minéral. Cela explique la pénétration réciproque des galets les uns par les autres. Cette manière de voir repose sur des observations certaines et bien constatées par des expériences.

A la fin de son étude sur les Alpes suisses, M. SCHMIDT¹ rappelle l'origine probable des matériaux qui composent les poudingues miocènes du plateau suisse qui forment le sujet de la belle étude de M. Früh (*Revue* pour 1887); il insiste sur le fait que certaines roches cristallines contenues dans cette formation détritique ne sont pas métamorphosées, tandis qu'elles le sont dans leur gisement primitif des Alpes, ce qui paraît indiquer que leur émigration est antérieure à la grande dislocation de la chaîne. M. Schmidt pense que les blocs exotiques du flysch et certaines klippes sont les restes de montagnes disparues ayant existé entre la Forêt-Noire et les Alpes, idée analogue à celle émise, il y a longtemps déjà, par Studer et plus tard par Bachmann.

¹ *Loc. cit.*, p. 46, etc.

PLIOCÈNE. M. ROLLIER ¹ a découvert, dans le vallon de St-Imier, un gisement de pliocène d'eau douce contenant des *Vivipara*, et qui se trouve immédiatement sous le glacier.

M. SACCO ² a publié une étude sur le pliocène interalpin de Valsesia (Piémont). Il y distingue les étages *plaisancien*, *astien*, *fossanien*, et, parmi les terrains modernes, le saharien, le diluvien et la formation des moraines et des terrasses. Il conclut que, pendant l'époque pliocène, la mer pénétrait dans la vallée de la Sésia comme dans un fiord et y a déposé les assises marines des trois étages indiqués. Le plaisancien, qui est toujours très fossilifère, s'élève à 400 mètres; ce sont des marnes et des sables bleus, interrompus de couches jaunâtres sableuses et caillouteuses. L'astien se compose de sables jaunes, quelquefois de graviers; il s'élève sur quelques points à 500 mètres. Le fossanien offre des alternances de couches graveleuses et caillouteuses avec bancs marno-sableux allant jusqu'à 500 mètres et représentant une formation littorale ou de delta.

TERRAINS QUATERNAIRES. — *Terrain glaciaire*. M. FALSAN ³ a publié un volume sur les phénomènes qui ont déterminé, accompagné et suivi la grande extension des glaciers quaternaires; cet ouvrage résume clairement l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet.

L'auteur établit dans l'introduction le rôle qu'a joué la

¹ C. R. Soc. vaud.sc. nat. Archives, 1889, XXI, 256.

² Dr Fréd. Sacco, Il pliocene Entroalpino de Valsesia. Boll. R. Comit. geol. Ital., 1888, nos 9 et 10, 20 p., 1 carte.

³ A. Falsan, La période glaciaire étudiée principalement en France et en Suisse. Bibl. scient. internat., 1889, 1 vol. 8°, 364 p., 105 fig., 2 pl.

chaleur à la surface du globe, et son influence sur les phénomènes naturels du monde inorganique et du monde organisé; il décrit les modifications qui ont conduit peu à peu à l'origine de la période glaciaire. Les théories les plus variées ont été imaginées pour expliquer les dépôts erratiques; des savants illustres n'ont pas su discerner ce que Perraudin, un simple montagnard, a démontré à de Charpentier. Ce nom restera toujours lié, avec celui de Venetz, à la théorie actuellement admise. Après les Alpes suisses, les Alpes françaises, les Pyrénées, le versant italien des Alpes, les Alpes orientales, bavaoises et autrichiennes furent explorées avec soin, et partout se montrèrent des traces d'anciens glaciers. Et maintenant il n'est aucune partie du globe où l'on n'ait pas trouvé des traces du phénomène glaciaire.

M. Falsan décrit ensuite le mode de formation des terrains d'alluvion en général et des dépôts glaciaires en particulier. La période dans laquelle se sont formés ces dépôts pourrait être nommée période pluvio-glaciaire. Tandis que les neiges s'accumulaient dans les hautes régions, d'abondantes précipitations atmosphériques engendrèrent dans les régions basses des ruissellements énormes et des cours d'eau immenses. L'auteur cite divers gisements et décrit le caractère particulier de ces dépôts, formés sous la double action des glaces en mouvement et des eaux qui en découlent. Il relève les particularités qui distinguent le terrain glaciaire, les traces laissées par le passage des glaciers, la forme et la composition des moraines et le paysage morainique, enfin les blocs erratiques, dont il donne de nombreux dessins. Puis il traite de l'action des anciens glaciers, de leurs érosions, de leurs dépôts de moraines profondes, etc.

L'auteur est d'accord pour diminuer sensiblement la part qui avait été attribuée à l'érosion glaciaire dans le creusement des vallées; il constate cependant l'affouillement produit par les glaciers en mouvement sur leur fond et le rôle qu'ont joué dans cette usure les matériaux des moraines profondes, les relations de celles-ci avec les moraines superficielles, l'érosion glaciaire, les caractères des polis glaciaires, les roches sillonnées et moutonnées, les éraillures et stries saccadées que l'on observe souvent. Il décrit ensuite le rôle des glaciers dans la formation de certains types de marmites de géants, leur influence dans la formation des fjords, dont les deux versants des Alpes offrent des exemples; quelques-uns d'entre eux sont encore maintenant occupés par des lacs, d'autres sont devenus des vallées. On ne peut attribuer aux glaciers le creusement des bassins lacustres, mais des barrages morainiques ont amené la formation de nombreux lacs dans les pays qui ont été recouverts par les glaciers quaternaires; des cuvettes creusées antérieurement à cette époque par l'érosion fluviale ont été préservées pendant l'époque quaternaire par un remplissage de glaces. Tels sont les lacs de fjords du nord des Alpes, lac Léman, lac des Quatre-Cantons, etc. Il en est de même des lacs de cette catégorie au sud des Alpes. Cependant, le creusement de beaucoup de petits lacs alpins des hautes régions est dû à l'érosion glaciaire, comme l'a démontré M. Böhm.

L'auteur décrit ensuite la formation des anciens glaciers, leur développement, la rapidité de leur progression; on a proposé des théories très diverses pour expliquer l'avancement énorme des glaciers quaternaires, dont les mouvements ne pouvaient cependant différer beaucoup de ceux des glaciers actuels. M. Falsan l'explique par le

double mouvement de glissement lent des glaces par l'effet de la pesanteur, et de la déformation de leur masse. Comme toute la masse ne glisse pas uniformément, il y a aussi des mouvements intérieurs, des phénomènes de fusion et de regel qui permettent à la glace de changer de forme sans changer d'état. Quant à la rapidité du mouvement, on sait que les glaciers groënlandais ont une marche beaucoup plus rapide que celle des glaciers alpins.

Il n'y a pas eu plusieurs époques glaciaires, mais bien des oscillations dans le mouvement des glaciers, comme l'indique l'existence d'une seule nappe de moraine profonde entre les Alpes et Lyon. La présence des moraines frontales prouve que le mouvement de recul a été saccadé.

Après avoir rappelé les diverses causes auxquelles on a attribué la période glaciaire, M. Falsan se rallie à l'opinion émise par MM. de la Rive et Alph. Favre. Il faut l'attribuer à des causes climatologiques, combinées avec une modification dans le rayonnement solaire. Une diminution de ce rayonnement, due à la concentration du soleil et un exhaussement simultané des chaînes de montagnes a été probablement l'origine de l'époque glaciaire; cette opinion est partagée par MM. de Saporta, de Lapparent, etc.

Les derniers chapitres de cet ouvrage sont consacrés au climat qui a exercé une si grande influence sur la faune et la flore de cette époque. Il a été très chaud pendant la période qui a précédé immédiatement l'époque glaciaire; les plantes des tufs de Meximieux (Lyon) attestent une température de 17° à 18° C., les végétaux de l'époque glaciaire même (Utnach, Dürnten) indiquent une température moyenne de 6° et 9° C.

L'homme préhistorique a été témoin de la grande extension des glaciers; il les a suivis dans leur mouvement de retrait et a dû modifier son existence avec leurs oscillations et les changements que subirent la flore et la faune pendant ce même temps.

En dernier lieu l'auteur décrit la répartition géographiques des terrains glaciaires.

M. DELAFOND¹ a publié une nouvelle note sur les terrains d'alluvion des environs de Lyon, en précisant surtout l'origine de certains de ces dépôts et la cause de l'altitude exceptionnelle des cailloutis alpins. Il distingue dans ces formations :

1. Alluvions post-glaciaires plus récentes. Dépôts formés par le Rhône et ses affluents alors que leur niveau était de 15 mètres environ plus élevé.
2. Alluvions post-glaciaires, épaisses de 20-30 mètres, remplissant des vallées parfois privées de cours d'eau.
3. Terrains glaciaires, moraine frontale, se développant sur plus de 50 kilomètres de longueur.
4. Alluvions pré-glaciaires avec allures tout à fait semblables aux formations 1 et 2; mais formées antérieurement. Elles ont été attribuées à des remaniements opérés dans une nappe uniforme de dépôts antérieurs. M. Delafond est plutôt disposé à les considérer comme des dépôts locaux, formés par les torrents s'échappant des glaciers quaternaires pendant l'époque où ces derniers s'arrêtaient dans le voisinage de Lyon. Les matériaux ont été empruntés aux moraines de ces glaciers. Ces dépôts ont en effet l'aspect de cônes de déjection.

Sur un point, M. Delafond a constaté la liaison immédiate entre un dépôt d'alluvion et la moraine terminale extrême du glacier du Rhône.

¹ M. Delafond, Note sur les terrains d'alluvion des environs de Lyon. *Bull. des services de la carte géol. de la France*, n° 2, 1889.

Dans la vallée de la Dombes, l'alluvion postglaciaire fait défaut. Quant à l'âge de ces divers dépôts, on peut le déterminer d'après la découverte d'un certain nombre de débris d'ossements d'*Elephas primigenius*, dans le préglaciaire, tandis que le postglaciaire renferme aussi les restes du *Bos priscus*.

L'auteur ajoute encore quelques remarques au sujet des graviers pliocènes à *Elephas meridionalis*, reconnus aux environs de Lyon; il y a peut-être lieu de les attribuer à une première extension des glaciers à l'époque du pliocène supérieur.

Alluvions. — Loess. Une intéressante étude sur l'origine du loess, de sa faune et de la disposition des gisements suisses, est due à M. F. JENNY¹. Après avoir rappelé les travaux antérieurs sur ce sujet, l'auteur établit que le loess suisse n'est pas partout de même nature, mais qu'il faut distinguer le loess typique, limon argilo-marneux poudreux, très fin, de couleur jaune contenant des poupées de loess, qui se voit aux environs de Bâle, dans la vallée de l'Aar, près d'Arau, et dans la vallée du Rhin (Saint-Gall), des dépôts de nature bien différente qui ont été signalés dans le canton de Berne par M. Baltzer sous le nom de loess; M. Jenny les nomme formations analogues au loess (*Loessähnliche Bildungen*).

Aux environs de Bâle le loess typique qui se relie au loess de la vallée du Rhin, occupe les deux rives du fleuve, forme partout la couverture des formations plus anciennes et se montre sur toutes les collines entre le Rhin et les hauteurs du Jura. L'auteur en décrit

¹ F. Jenny, Ueber Loess und Loessähnliche Bildungen in der Schweiz. Inaugural Dissertation. *Mitth. d. naturf. Gesellsch. Bern.*, 1889, p. 115-154. 1 pl.

les nombreux gisements, ceux de la vallée du Birsig, du Bruderholz, de Rutihard près MuttENZ, de Riehen, de Bettingen, etc., et en énumère la faune. A Ruchfeld et Saint-Jacques, le loess paraît intercalé à des graviers charriés, qui attestent son origine fluviale. Les poupées du loess sont dues à l'agglutination de loess friable par des infiltrations d'eaux calcaires. Quant à la hauteur du loess au-dessus du niveau du Rhin (253 m.), l'altitude maximum des gisements observés va jusqu'à 340-358 m.; au Bruderholz elle atteint même 395 m.; c'est donc une hauteur de 100-140 m. au-dessus du Rhin. Malgré cette altitude considérable et l'absence de stratification dans le loess, M. Jenny n'hésite pas de regarder le loess comme une formation fluviale, produite à la suite de débordements, par un colmatage naturel.

La faune qui compte 20 espèces, dont 19 sont terrestres, ainsi que la nature essentiellement sableuse du limon (70-78 % de silice pour 16-18 % d'alumine et fer, et 2,5—3 % de CaCO_3) semble confirmer cette opinion. Le loess saint-gallois est analogue par son aspect et par ses gisements de celui de Bâle. Il est plus riche en carbonate de chaux (23 %). La proportion de silice n'est que 55 %, celle de l'alumine 17 %. C'est donc la proportion de silice libre qui a diminué. Ce loess est en outre très riche en paillettes de mica. La faune a subi quelques modifications. Ce loess est aussi, selon M. Jenny, une formation fluviale; les gisements se trouvent spécialement dans deux golfes où le colmatage pouvait aisément se produire; le loess repose ici sur les graviers des terrasses ou sur des terrains plus anciens, de 20 à 80 m. au-dessus du Rhin.

Le loess des environs d'Aarau a été découvert par

M. Mühlberg (*Revue* pour 1885) et recouvre les hauteurs autour de cette ville, jusqu'à 468 m. d'altitude; la vallée de l'Aar est à 370 m. L'analogie de la composition (SiO_2 , 62 %; $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, 18 %; CaCO_3 , 12 %) et de la faune avec le loess bâlois est presque complète. Contrairement à l'opinion de M. Mühlberg, qui voit dans le loess argovien une formation atmosphérique due au vent, M. Jenny lui attribue aussi une origine fluviale.

Les coquilles les plus fréquentes dans le loess bâlois et argovien sont toutes terrestres; ce sont :

| | |
|--|---------------------------------|
| <i>Helix arbustorum</i> , L. | <i>Zua lubrica</i> , Mull. |
| » <i>villosa</i> , Drap. | <i>Pupa muscorum</i> . L. |
| » <i>sericea</i> , Mull., v. <i>glabella</i> , | <i>Succinea oblonga</i> , Drap. |
| » <i>pulchella</i> , Mull. | » » var. <i>elongata</i> . |

Les espèces des dépôts du canton de St-Gall sont :

| | |
|--|--------------------------------|
| <i>Helix arbustorum</i> , L. | <i>Hyalina fulva</i> , Mull. |
| » <i>villosa</i> , Drap. | <i>Patula ruderata</i> , Stud. |
| » <i>sericea</i> , Mull., v. <i>glabella</i> , | <i>Zua lubrica</i> . Mull. |
| » <i>pulchella</i> , Mull. | <i>Pupa muscorum</i> , Lin. |
| <i>Hyalina nitidula</i> , Drap. | |

La position géographique de ces deux régions explique facilement la différence de leurs faunes qui ne réside du reste que dans l'absence de *Succinea oblonga* dans le loess saint-gallois et la présence très abondante dans celui-ci de *Patula ruderata*, espèce exclusivement subalpine.

Les dépôts du canton de Berne décrits sous le nom de loess, sont très différents des précédents. C'est un terrain sableux, stratifié et plus résistant que le loess bâlois, quoique friable entre les doigts. Les poupées de loess qui y sont contenues, ne sont pas identiques à celles du loess typique, il semble qu'elles sont le produit d'un charriage.

On trouve constamment des dépôts tuffacés au milieu et à la partie supérieure de ce loess. L'épaisseur variable de ces dépôts, leur altitude très variable (720-770 m), l'isolement et l'extension très restreinte de chaque gisement, ne permettent pas de leur attribuer la même origine qu'aux précédents; ce sont au contraire des formations locales, dues, comme l'a déjà indiqué M. Baltzer, à la lévigation et au charriage des limons morainiques voisins; de là l'absence du triage des grains de sable, et la présence de tuf qui atteste un ruissellement lent. Les coquilles les plus fréquentes sont :

| | |
|---|---------------------------------|
| <i>Helix arbustorum</i> , Lin. | <i>Hyalina nitidula</i> , Drap. |
| » <i>villosa</i> , Drap. | » <i>crystallina</i> , Mull. |
| » <i>sericea</i> var. <i>glabella</i> , Mull. | <i>Zua lubrica</i> , Mull. |
| » <i>pulchella</i> , Mull. | <i>Pupa muscorum</i> , Lin. |

En résumé, le loess typique (Bâle, Aarau et Rheinthal St-Gallois) a partout les mêmes allures; sa faune et sa composition concordent avec le loess de la vallée du Rhin allemand. C'est un dépôt de colmatage naturel. Sa formation date de l'époque glaciaire et les matériaux qui le composent proviennent des moraines et des dépôts des glaciers.

Le loess bernois diffère par ses allures, sa composition et son mode de formation du loess typique; il s'est formé à la même époque que celui-ci, mais dans d'autres conditions.

M. F. v. SANDBERGER¹ a étudié la faune du loess du Bruderholz, près Bâle, d'après des récoltes de coquilles faites par MM. P. et C.-F. Sarasin. Il cite les espèces suivantes :

¹ F. v. Sandberger, Die Conchylien des Lösses am Bruderholz bei Basel. *Verlandl. naturf. Gesellsch.*, Basel, VIII, 1890, 796-801.

| | |
|--|------------------------------------|
| <i>Hyalina cristallina</i> , Mull. | <i>Pupa dolium</i> , Drap. |
| <i>Succinea oblonga</i> , Drap. v. <i>major</i> . | » <i>secale</i> , Drap. |
| <i>Cionella (Zua) lubrica</i> , Mull. | » <i>muscorum</i> , L. |
| <i>Helix arbustorum</i> , L. v. <i>alpestris</i> . | » <i>columella</i> , Benz. |
| <i>Helix villosa</i> , Drap. | » <i>pygmæa</i> , Drap. |
| » <i>sericea</i> , Drap. | <i>Clausilia gracilis</i> , Rossm. |
| » cf. <i>liberta</i> ou v. <i>glabra</i> de | » <i>parvula</i> , Stud. |
| <i>H. sericea</i> . | » <i>cruciata</i> , Stud. |
| <i>Helix pulchella</i> , Mull. | |

M. Sandberger constate que ces coquilles appartiennent à trois groupes d'espèces; les unes sont répandues sur toute l'Europe; parmi elles, le *Succinea oblonga* qui habite surtout les contrées septentrionales; d'autres habitent aujourd'hui de préférence le Jura et les Alpes calcaires; d'autres enfin sont des espèces des hautes Alpes et des régions arctiques.

Les principales espèces du second groupe sont *Pupa doliolum*, *P. secale*, *Clausilia gracilis*; la plus caractéristique est *Helix arbustorum*, var. *alpestris*.

Les plantes déterminées par O. Heer sont des espèces des hautes Alpes et des régions arctiques. L'auteur affirme en terminant que l'origine éolienne du loess est inadmissible.

M. SCHARDT¹ a reconnu dans la falaise des Tattes, près de Nyon, au-dessus de la craie lacustre (voir plus loin), séparée de celle-ci par 1 m. de graviers, une couche de limon argilo-sableux (0 m , 40) contenant de nombreuses coquilles de mollusques terrestres semblables à celles du loess. Des graviers appartenant aux anciens charriages du Boiron recouvrent ce limon. Le limon argilo-sableux ou

¹ H. Schardt, Étude géologique sur quelques dépôts quaternaires du canton de Vaud. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, 1889, XXV, 79-98, 2 pl.

loess réapparaît le long du cours du Cordex ou Promenthouse, entre Coinsins et Duillier, en aval du pont du Cordex (464 m.). Malgré la ressemblance de la faune et l'aspect du terrain, on ne peut identifier ce limon avec le loess typique; il n'est pas non plus possible de le ranger parmi les formations analogues au loess, trouvées dans le canton de Berne et qui renferment souvent des dépôts de tuf. Le limon du Cordex représente plutôt une formation due à des débordements de ce torrent, à une sorte de colmatage naturel, origine qu'on attribue aussi au loess du Rhin; la plus forte pente expliquerait la nature plus grossière de ses matériaux. Quant au dépôt des Tattes, c'est à des débordements du Boiron qu'il faudrait l'attribuer. La faune, entièrement terrestre, se compose d'espèces encore vivantes, dont les plus communes pour les deux localités (T = Tattes, C = Cordex) sont : *Zua lubrica*, C.; *Succinea putris*, C.; *Succ. oblonga*, C.; *Bulimus obscurus*, T., *Helix arbustorum*, T., C.; *H. pulchella*, C.; *H. nemoralis*, *H. fruticum*, T., C.; *H. sericea*, T., C.; *H. candidula*, C.; *H. obvoluta*, T.; *Hyalina nitens*, T., C.

Craie lacustre ancienne. — M. CRUCHET¹ a trouvé en amont de Pailly, près de Lausanne, une couche de tourbe noirâtre superposée, à une profondeur de deux mètres, à un lit de *craie lacustre* et recouverte de marne argileuse et de terre végétale. Voilà la coupe de cette localité, qui se trouve à 680 m. d'altitude au N. de Pailly :

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Terre végétale | 30-40 cm. |
| Marne argileuse blanchâtre | 1 m. 50. |
| Argile blanche pure | 6-8 cm. |
| Tourbe terreuse noire | 50 cm. |
| Craie lacustre avec coquilles..... | 1 m. |

¹ *Compte rendu Soc. vaud. sc. nat. Archives.* XXI, 1889, p. 256 et 258.

La craie lacustre n'a pas été encore constatée parmi les sédiments du lac Léman, et il est peu probable qu'elle existe dans les dépôts qui se forment actuellement dans ce bassin. M. SCHARDT¹ a décrit le seul gisement qu'on en trouve sur ses bords; il n'appartient pas aux dépôts actuels, mais il date d'une époque où le niveau du lac était de 9-10 m. plus élevé que maintenant. La craie lacustre est interstratifiée aux sables et graviers qui forment la rive du lac, et dont la falaise au S.-O. de Nyon montre la coupe. On a trouvé quelques affleurements détachés sur un kilomètre de longueur. La composition de ce terrain est identique à celle des échantillons retirés d'autres lacs suisses; l'analyse microscopique indique aussi les caractères reconnus par M. Kaufmann dans la craie lacustre.

Les profils de la berge, relevés sur trois points, montrent ce terrain recouvrant des sables et graviers stratifiés par le lac, qui reposent à leur tour sur l'argile glaciaire. La présence de cette dernière a produit sur plusieurs points des glissements qui pourraient faire croire à des répétitions du dépôt de cette craie. Les plus beaux affleurements se trouvent près des *Tattes* et au S.-O. de la campagne de *Colovray*; entre ces deux points existe, sur une grande longueur, une falaise formée de couches de sables et graviers dans laquelle la craie paraît faire défaut; cette falaise, qui borde le petit plateau de la *Potence*, est intéressante par la succession régulière des anciens sédiments lacustres qu'on y observe.

La faune de la craie lacustre n'est pas la même dans les deux stations indiquées. Aux *Tattes*, elle se distingue

¹ H. Schardt, Étude géologique sur quelques dépôts quaternaires, etc., *loc. cit.*

par une grande abondance de *Bythinia tentaculata* et *Planorbis complanatus*, qui sont relativement rares à Colovray. Dans le dernier gisement, on trouve en plus grand nombre *Limnæa auricularia*, *Valvata piscinalis*, *Planorbis spirorbis*; *Pisidium Cazertanum* (*P. cinereum*) et plus rarement *Limnæa palustris*, *L. truncatula*, *Planorbis nautilus* et *Pisidium obtusale*. L'absence de *Limnæa stagnalis* et des *Unio* et *Anodontes* mérite d'être constatée.

Formations récentes. M. SCHARDT¹ a étudié un terrain d'un genre particulier qui se rencontre près de Vallorbes et qu'il nomme limon calcaire crayeux. Par sa composition chimique et par ses propriétés microscopiques, ce terrain rappelle absolument la craie lacustre, dont il a l'aspect et la texture; mais la faune est exclusivement terrestre et se compose d'espèces de l'époque actuelle. Les meilleurs gisements de limon crayeux, étudiés jusqu'à présent, se trouvent sur les deux rives de l'Orbe, en aval de Vallorbes, bien au-dessus du niveau de cette rivière et à des hauteurs différentes, en sorte qu'il n'est pas possible de leur attribuer une origine lacustre. L'existence de sources fortement calcaires, se perdant en partie dans le gazon, sous lequel ce limon se montre sur 1-2 m. d'épaisseur, explique sa formation. C'est une précipitation de carbonate de chaux à l'état de molécules cristallines (il en contient 89 %), formé pendant le ruissellement lent des eaux à travers la nappe végétale; les coquilles vivant sur place ont été fossilisées en même temps, ce qui explique leur excellente conservation. Les principales, parmi les 40 espèces de cette faune, sont : *Acme fusca*, *Pomatias maculatum*, *Carychium minimum*,

¹ H. Schardt, Étude géol. sur quelques dépôts quaternaires, *loc. cit.*

Pupa dohiolum, *Zua lubrica*, *Bulinus montanus*, *B. tridens*, *Helix obvoluta*, *H. personata*, *H. depilata*, *H. arbustorum*, *H. hortensis*, *H. sylvatica*, *H. villosa*, *Patula rotundata*, *Hyalina nitens*, *Hyal. cristallina* et même *Vitrina major*. Un endroit a fourni quelques espèces d'eau douce : *Limnæa truncatula*, *L. peregra*, *Pisidium Cazertanum*. Un terrain analogue à celui de Vallorbes, avec les mêmes coquilles terrestres, a été trouvé à Territet, près Montreux.

M. SCHARDT¹ a remarqué dans le Bas-Valais, au-dessus d'Outre-Rhône et de Dorénaz, un sable léger, fin, micacé, qui remplit, à 100-300 m. au-dessus de la vallée, de légers enfoncements; il est lui-même recouvert de végétation. C'est très probablement une formation éolienne, due aux forts vents balayant les pentes desséchées et dénudées en amont de cette région. Le changement de direction de la vallée occasionne un ralentissement considérable du courant, en sorte que le limon qu'il maintient suspendu est déposé sur le gazon, qui continue à végéter; les coquilles des mollusques vivant sur place sont ainsi enfouies.

Éboulements. M. S. CHAVANNES² a résumé à nouveau les documents que l'on possède au sujet de l'éboulement du Tauredunum, sur lequel les chroniqueurs n'ont donné que des renseignements très obscurs. Les études de Morlot, de Troyon, Chavannes, etc., paraissent démontrer que cet éboulement est descendu du sommet du Grammont, du côté de la vallée du Rhône, par le valon de la Dérochiaz, au-dessus des Évouettes.

¹ C. R. Soc. vaud. sc. nat., 1889, 4 déc. *Archives sc. phys. et nat.*, XXIII, 90.

² Sylvius Chavannes, L'éboulement du Tauredunum. *Bull. Soc. vaud. sc. nat.*, XXIV, 1889, 1-6.

Ce travail a été reproduit en partie par M. A. CONSTANTIN¹, qui appuie cette opinion.

Monument préhistorique. M. G. MAILLARD² consacre un article au dolmen de la *Pierre aux Fées*, près Reignier (Haute-Savoie), qui se compose d'un bloc plat supporté par trois blocs plus petits. Il remarque que ces blocs de protogine, ainsi que quelques blocs épars du voisinage, forment un contraste frappant avec la grande moraine de blocs exclusivement calcaires au bord de laquelle trouve ce monument préhistorique. Les blocs composant le dolmen ont subi le travail de l'homme, travail grossier qui est cependant fort visible. Leur isolement dans cette région, où les protogines du Mont-Blanc font d'ailleurs entièrement défaut, fait penser M. Maillard que, non content d'avoir taillé ces pierres par quelque procédé primitif, le peuple préhistorique les a amenés d'une localité du voisinage, d'Ésens peut-être, où les blocs de protogine sont abondants.

Glaciers actuels. M. V. PAYOT³ a continué ses observations sur les variations des glaciers dans la vallée de Chamonix ; voici ses observations pendant l'année 1888 :

Glacier des Bossons. Retrait de 3 m. du 7 octobre 1887 au 12 octobre 1888 et abaissement de 10 m. de la surface au plateau inférieur. Le pavillon de la grotte du glacier, commencé en mai 1888, s'est trouvé le 12 octobre de la même année 50 m. plus bas. Pendant ce temps, le volume de la glace disparue doit avoir atteint 750,000 m³. Du 12 octobre 1888 au 20 mai 1889, l'allongement a de nouveau atteint 14 m. 50.

¹ A. Constantin, L'éboulement du Tauredunum. *Revue savoisienne*, XXX, 1889, 1889, 221-216 et 257-261.

² G. Maillard, Quelques mots sur le dolmen de Reignier. *Revue savoisienne*, 1889, 147-151.

³ V. Payot, Note sur les variations des glaciers dans la vallée de Chamonix. *Revue savoisienne*, 1889, p. 181-182.

Glacier des Bois ou *Mer de glace*. L'étendue superficielle n'a pas varié, mais l'ablation a été aussi forte qu'au glacier des Bossons.

Glacier d'Argentières. Ce glacier a avancé de 12 m. du 13 octobre 1887 au 26 octobre 1888. L'épaisseur aussi a augmenté.

Le glacier du Tour est aussi en progression. Du 13 octobre 1887 au 7 juillet 1888 il a reconquis 36 m. 50 de terrain.

M. le prof. A FOREL ¹ a publié la suite de ses recherches sur les variations périodiques des glaciers; il constate que 41 glaciers suisses viennent de commencer une période d'accroissement. Tous les autres glaciers des Alpes occidentales et centrales et ceux des Alpes orientales, sont encore stationnaires ou en décroissance.

Il a paru un mémoire important de M. RICHTER ² sur les glaciers des Alpes orientales dans lequel l'auteur examine et décrit 1012 glaciers. Ce travail mérite l'attention des géologues suisses. Une étude de ce genre manque encore pour les glaciers de notre pays.

¹ F.-A. Forel, Les variations périodiques des glaciers des Alpes. *Jahrbuch. S. A. C.*, t. XXIV, 1888-89, 9^{me} rapport, 345-374.

² Ed. Richter, Die Gletscher der Ostalpen. *Handbücher zur deutschen Landes u. Volkskunde*, III, 1888.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

ASPER et HEUSCHER. Lacs de montagne, 40. — BERTRAND (Marcel). Éloge de Ch. Lory, 1. Lambeaux de recouvrement, 34. — BERWERTH. Analyse de l'idocrase du Piz-Longhin, 24. — BÖHM. Division des Alpes orientales, 13. — BONNEY (T.-A.). Profils à travers les Alpes, 5, 14. — BRUNNER (H.). Détermination de la qualité des ardoises, 29. — CAREZ (L.). Lambeaux de recouvrement, 35. — CHATELAIN. Grotte de Réclère, 38. — CHAVANNES (Sylv.). Éboulement du Tauredunum, 83. — CONSTANTIN. Tauredunum, 84. — CRUCHET. Craie lacustre et alluvions à Pailly, près Lausanne, 80. — DELAFOND. Alluvions des environs de Lyon, 74. — DIENER (P.). Géologie du S-O. des Grisons, 12. — DUPARC. Calcaires portlandiens, 31. — DUPARC et RADIAN. Schistes ardoisiers, 28. — DUPARC et LE ROYER. Diaclases; expériences, 31. — FALSAN. Période glaciaire, 70. — FAVRE et SCHARDT. Nécrologie de V. Gilliéron, 3. — FELLENBERG (E. DE). Granit et porphyre de Gasteren, 22. — FINKELSTEIN. Zone à *A. opalinus* du Tyrol, 52. — FOREL (F.-A.). Origine du lac Léman, 39. Capacité du lac Léman, 35. Variations des glaciers, 85. — FRÜH (Dr J.). Rhinocéros de la mollasse d'Appenzell, 68. — GILLIÉRON. Carte géol. de la Suisse, 4. Sondage de sel gemme, 49. — GOLLIEZ et LUGÉON. Tortues de l'étage langhien, 67. — GRÆFF. Minéraux du grès bigarré de Waldshut, 26. — GROSSOUVRE (A. DE). Origine du terrain sidérolitique, 27. — GÜMBEL. Vésuviane du Piz-Longhin, 24. Tremblement de terre de Neuburg, 37. — HAAS (Hip.). Brachiopodes du Jura, 54. — HAGENBACH-BISCHOFF. Tremblement de terre à Bâle et Cherbourg, 37. — HAUG. Houiller des chaînes subalpines entre Digne et Gap, 47. Lias et jurassique des chaînes subalpines, 51. — HEIM. Géologie du groupe Calanda-Ringelspitz-Graue Hörner, 10. — HEUSCHER. Voir Asper. — HOLLANDE. Notice biographique sur Ch. Lory, 1. Structure géol. des Alpes de Savoie, leur évolution géologique, 6. Terrains crétacés des Alpes de Savoie, 55, 58. Terrains tertiaires des Alpes de Savoie, 60. — JACCARD.

Pycnodontes du Jura neuchâtelois, 54. Vertébrés de l'œningien du Locle, 67. — JENNY. Loess et terrains analogues, 75. — KILLIAS. Vésuviane du Piz Longhin, 24. — Koby (P.). Polypiers jurassiques, 50. — LE ROYER. Voir Duparc. — LEUTZE. Spath calcaire des schistes grisons, 25. Minéraux et pseudomorphoses du Rosenegg, 25. — LORIOU (P. DE). Faune des couches coralligènes infér. du Jura bernois, 55. — LORY (Ch.). Massifs cristallins des Alpes occidentales, 40. — LUGEON. Gisement de fossiles miocènes à Lausanne, 68. Voir Golliez. — MARSHALL-HALL. Excursion géologique dans les Alpes suisses, 10. Roches de la vallée de Saas, 23. — MAILLARD. Géologie de la Haute-Savoie, 8. Pierre aux Fées, près Reignier, 84. — MARCOU (J.). Les géologues et la géologie du Jura, 45. — MARTEL. Grottes des Causses, 38. — MAYER-EYMAR. Spondylus du parisien, 66. — MEYER (A.-B.). Jadéite du Piz-Longhin, 23. — MÜHLBERG. Géologie de la chaîne du Bötztberg au Hauenstein, 46. — PARONA. Raiblien de Lombardie, 48. Lias inférieur de Lombardie, 51. — PAYOT (Venance). Variations des glaciers de Chamonix, 84. — PILLET. Portlandien de Montagnole près Chambéry, 53. — PLANTAMOUR (Ph.). Mouvements périodiques du sol, 36. — PORTIS. Carbonifère du Val de Susa, 47. — SACCO. Ligurien, 65. Pliocène de Valsesia (Piémont), 70. — SCHARDT. Brèche salifère et brèche anhydritique de Bex, 36. Limon semblable au loess près Nyon, 79. Craie lacustre de Nyon, 81. Limon crayeux récent à Vallorbe, 82. Formation éolienne dans le Bas-Valais, 83. — SCHMIDT (A.) Géologie du Münsterthal dans la Forêt-Noire, 20. — SCHMIDT (Dr C.). Géologie des Alpes suisses, 4. Programme des excursions de la Soc. géol. suisse en 1889, 13. Soulèvement des Alpes, 32. Roches cristallines des Alpes, métamorphisme, 44. Origine des roches des poudingues miocènes et éocènes, 69. — SIMONY. Description du groupe du Dachstein, 15. — RADIAN. Voir Duparc et Radian. — RAMMELSBERG. Vésuviane du Piz-Longhin, 23. — RENEVIER. Biographie de Ph. de la Harpe, 2. — RICHTER. Glaciers des Alpes orientales, 85. — ROLLIER. Pliocène d'eau douce de St-Imier, 70. — ROTHPLETZ. Galets des poudingues miocènes, 69. — SANDBERGER (F. v.). Coquilles du loess de Bâle, 78. — SAYN. Ammonites de la zone à *Am. Astieri* de Villers-le-Lac, 55. — WALKMEISTER. Histoire des mines de Glaris et des Grisons, 28. — WOHRMANN. Trias alpin, 48.

TABLE DES MATIÈRES

| | Pages. |
|---|----------|
| INTRODUCTION. NÉCROLOGIE. Charles Lory, Ph. de la Harpe, Victor Gilliéron..... | 4 |
| I. Descriptions, roches, géologie dynamique, etc..... | 4 |
| DESCRIPTIONS. Carte de la Suisse..... | 4 |
| ALPES. Origine des Alpes. Massif de Belle-Donne et Grandes-Rousses. Alpes de Savoie (Massif des Beauges). Géologie élémentaire de Savoie. Excursion en Valais. Groupe du Calanda-Graue-Hörner. Grisons du S.-O. Tessin. Alpes orientales, leurs subdivisions. Profil du Brenner. Groupe du Dachstein..... | 4 |
| JURA. Géologues et géologie du Jura. Chaîne du Bätzberg-Hauenstein..... | 15 |
| FORÊT-NOIRE. Münsterthal..... | 20 |
| ROCHES ET MINÉRAUX. Granit et porphyre de Gasteren. Roches du Haut-Valais. Idocrase (Vésuviane) du Piz Longhin. Spath calcaire des schistes grisons. Minéraux et pseudomorphoses du Rosenegg (Höhgau). Minéraux des géodes du grès bigarré de Waldshut. Origine du terrain sidérolithique..... | 22 |
| GÉOLOGIE TECHNIQUE. Mines de Glaris et des Grisons. Ardoises. Calcaires portlandiens..... | 28 |
| GÉOLOGIE DYNAMIQUE. Diaclases, expériences. Soulèvement des Alpes. Lambeaux de recouvrement. Brèches de dislocation. Mouvements du sol. Tremblements de terre. <i>Érosions</i> . Formation des grottes. Origine du lac Léman et des grands lacs. Lacs de montagne..... | 31 |

| | Pages. |
|--|--------|
| II. Terrains | 40 |
| TERRAINS CRISTALLINS. Massifs centraux. Roches cristallines et métamorphisme..... | 40 |
| TERRAINS PALÉOZOÏQUES. Carbonifère des Alpes occidentales et des chaînes subalpines..... | 47 |
| TERRAINS MÉSOZOÏQUES. <i>Trias</i> alpin de Bavière et du Tyrol, Raiblien de Lombardie. <i>Trias</i> de Bâle..... | 48 |
| <i>Terrains jurassiques et liasiques.</i> Polypiers jurassiques. Lias des Préalpes lombardes. Lias et dogger des chaînes subalpines. Lias supérieur du Tyrol. Malm de Montagnole (Savoie). Brachiopodes jurassiques. Faune des couches coralligènes inférieures du Jura..... | 52 |
| <i>T. crétacés.</i> Néocomien à Am.-Astieri de Villers-le-Lac. Néocomien, crétacé moyen et supérieur des Beauges (Haute-Savoie)..... | 55 |
| TERRAINS CÉNOZOÏQUES. <i>Éocène et oligocène</i> de la Savoie; environs de Chambéry. Ligurien du Piémont et de la Ligurie. Spondyles nouveaux du parisien..... | 60 |
| <i>T. miocène.</i> Vertébrés de l'œningien du Locle. Tortues de l'étage langhien. Fossiles du miocène de Lausanne. Vertébrés de la mollasse de St-Gall. Galets impressionnés des poudingues miocènes. Origine des roches du poudingue miocène..... | 67 |
| <i>T. pliocène.</i> Pliocène d'eau douce de St-Imier. Pliocène interalpin de Valsésia (Piémont)..... | 70 |
| <i>T. quaternaire.</i> <i>Glaciaire.</i> La période glaciaire en France et en Suisse. Glaciaire et alluvions des environs de Lyon..... | 71 |
| <i>Alluvions.</i> Lœss de la Suisse. Limon semblable au lœss, de Nyon. Craie lacustre ancienne près Lausanne; près de Nyon. Limon crayeux alluvien de Vallorbe. Limon éolien du Bas-Valais. Éboulements..... | 75 |
| <i>Monument préhistorique</i> | 84 |
| <i>Glaciers actuels</i> | 84 |

NOTE

SUR LA

COMPOSITION DES CALCAIRES PORTLANDIENS

DES ENVIRONS DE SAINT-IMIER

PAR

M. L. DUPARC

Les calcaires dont je donne la composition dans les pages qui suivent appartiennent à l'étage portlandien. Cette étude a été entreprise dans l'idée qu'il y aurait peut-être un certain intérêt à exécuter un travail d'ensemble sur les différents étages du Jura envisagés au point de vue de leur composition chimique. Ce travail de longue haleine ne permet d'arriver à des conclusions qu'en se basant sur des observations multiples, effectuées sur le plus grand nombre de strates possible, pour chaque étage. En effet, abstraction faite des variations qui se produisent dans les différentes régions d'une seule et même couche (souvent au sein d'un même fragment, comme je l'ai maintes fois constaté), chacun sait combien la composition chimique peut différer d'une strate à l'autre. En examinant donc un certain nombre de couches appartenant au même étage, et dont les rapports stratigraphiques

ont été préalablement fixés, et en prenant pour chacune de ces couches le représentant le plus typique et le plus généralement répandu, on arrivera à établir les limites entre lesquelles les variations sont comprises et à se faire une idée générale de l'ensemble de l'étage en question. La principale difficulté pour un travail de ce genre est de se procurer des échantillons récoltés avec soin et dont la provenance est parfaitement certaine. Dans ce but, je me suis adressé à M. le prof. Rollier, de Saint-Imier, qui, avec une obligeance pour laquelle je tiens à le remercier, m'a envoyé un certain nombre d'échantillons du portlandien des environs de Saint-Imier, ainsi que d'autres localités. Pour le moment, je me bornerai à publier seulement les calcaires de Saint-Imier, me réservant de revenir plus tard sur le sujet et de compléter ce premier exposé par le reste de la série portlandienne. Les échantillons que j'ai examinés appartiennent aux couches décrites dans le remarquable ouvrage de M. Rollier¹, principalement aux pages 15 et 16, du n° 14 au n° 1, à l'exception des n°s 10, 8, 9, 7 et 5, qui n'ont pas été analysés. Dans la description qui en sera faite, je renverrai chaque fois à l'ouvrage en question, en indiquant la page et le numéro de la couche dont provient le spécimen.

Tous ces calcaires sont argileux, mais la proportion de cette argile y varie beaucoup. Elle est comprise entre 0,6 % (calcaire subcompact) et 14,24 % (couches à N. Marcousana). La nature de cette argile diffère aussi selon les calcaires; en général, elle est composée de deux parties distinctes, l'une exclusivement constituée par des fragments anguleux de quartz, l'autre, qui est une véri-

¹ Rollier, Facies du malm jurassien. *Archives*, février 1888.

table argile, se laisse facilement séparer de la première par lévigation. La couleur en est jaune, sauf dans la variété rouge du calcaire dolomitique (facies, p. 15, n° 13), où elle présente une couleur rouge de brique due à une forte proportion de silicate de fer. Une analyse, sommaire du reste, du résidu insoluble total (partie quartzreuse et argileuse) des couches à Natica Marcousana m'a donné :

| | | |
|------------------------------------|---|-------|
| SiO ₂ | = | 67,68 |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 23,91 |
| CaO | = | 0,66 |
| MgO | = | 1,97 |
| H ₂ O | = | 4,79 |
| | | 99,01 |

Cette argile correspond donc à un silicate d'alumine et de fer hydraté avec excès de silice.

Quant aux proportions relatives des carbonates de chaux et de magnésie, elles sont, pour le premier, de 98,51 (calcaire subcompact) à 83,87 (couches à N. Marcousana), et, pour le second, de 0,88 (bancs compacts en dalles) à 1,36 (bancs compacts), soit 1 % en chiffre rond (en exceptant, bien entendu, les calcaires dolomitiques). En général, les analyses accusent une différence en plus, ce qui provient de la chaux dosée comme CaO, et qui donne toujours des résultats un peu forts si la quantité de substance dépasse 0,2-0,3. L'excès ne porte donc que sur la chaux, partant sur le carbonate.

Les oxydes de fer et d'alumine existent toujours dans ces calcaires, mais en faible quantité, ne dépassant pas 0,340 % (calcaire oolithique). Enfin, il faut encore mentionner l'acide phosphorique, qui ne fait jamais défaut et

que j'ai retrouvé dans tous les calcaires, mais en quantité trop faible pour être dosé. Je me contente donc de l'indiquer une fois pour toutes. Quant aux densités, elles oscillent entre 2,779 (calcaire dolomitique) et 2,67 (calcaire en plaquettes), la moyenne étant généralement de 2,69.

I. CALCAIRE OOLITHIQUE A CORBULA FORBESIANA (Lignières).

(Facies, p. 4.)

Calcaire gris, avec fines oolithes de même couleur et petites paillettes cristallines de spath.

Densité = 2,701.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 1,45 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,31 | |
| CaO | = | 54,42 | CaCO ₃ = 97,17 |
| MgO | = | 0,57 | MgCO ₃ = 1,19 |
| CO ₂ | = | 43,29 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,17 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,21 | |

II. BANCS COMPACTS AVEC LITS ARGILEUX.

(Facies, p. 16, n° 1.)

Calcaire grisâtre, avec taches aune-rouille.

Densité = 2.682.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|-------|---------------------------|
| Argile | = | 6,42 | |
| (AlFe) ₂ O ₃ | = | 0,18 | |
| MgO | = | 0,65 | MgCO ₃ = 1,36 |
| CaO | = | 51,31 | CaCO ₃ = 91,62 |
| CO ₂ | = | 41,24 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,16 | |
| | | <hr/> | |
| | | 99,96 | |

III. BANCS CORALLIGÈNES.

(Facies, p. 16, n° 2.)

Calcaire grisâtre, cristallin, un peu argileux, avec veines de calcite.

Densité = 2,68.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 1,36 | |
| (FeAl ₂)O ₃ | = | 0,09 | |
| CaO | = | 54,62 | CaCO ₃ = 97,53 |
| MgO | = | 0,56 | MgCO ₃ = 1,17 |
| CO ₂ | = | 43,36 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,25 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,24 | |

IV. CALCAIRE BLANCHÂTRE A NÉRINÉES.

(Facies, p. 16, n° 3.)

Calcaire homogène blanc, cristallin, avec fissures capillaires remplies de calcite cristallisée.

Densité = 2,712.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 1,05 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,22 | |
| CaO | = | 54,98 | CaCO ₃ = 98,17 |
| MgO | = | 0,53 | MgCO ₃ = 1,11 |
| CO ₂ | = | 43,40 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,12 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,30 | |

V. CALCAIRE PALE A NÉRINÉES.

(Facies, p. 16, n° 5.)

Calcaire blanc jaunâtre, avec taches plus claires et structure cristalline.

Densité = 2,694.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 0,79 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,10 | |
| CaO | = | 55,05 | CaCO ₃ = 98,30 |
| MgO | = | 0,59 | MgCO ₃ = 1,24 |
| CO ₂ | = | 43,55 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,21 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,29 | |

VI. BANCS COMPACTS EN DALLES.

(Facies, p. 16, n° 6.)

Calcaire jaune pâle, homogène, à cassure esquilleuse.

Densité = 2,690.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 1,53 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,08 | |
| CaO | = | 54,78 | CaCO ₃ = 97,82 |
| MgO | = | 0,42 | MgCO ₃ = 0,88 |
| CO ₂ | = | 43,12 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,12 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,05 | |

VII. COUCHES A NATICA MARCOUSANA.

(Facies, p. 15, n° 12.)

L'échantillon provient d'un bloc plus compact, de même nature que les fossiles. Il est friable, jaune, et se montre le plus argileux des calcaires portlandiens examinés jusqu'ici.

Densité = 2,686.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 14,24 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,15 | |
| MgO | = | 0,58 | MgCO ₃ = 1,21 |
| CaO | = | 46,97 | CaCO ₃ = 83,87 |
| CO ₂ | = | 37,86 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,69 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,49 | |

VIII. CALCAIRES EN PLAQUETTES.

(Facies, p. 15, n° 12.)

Calcaire argileux, jaunâtre, feuilleté, donnant des éclats onduleux, parcouru par des joints très minces, remplis de calcite.

Densité = 2,67.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 7,86 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,17 | |
| CaO | = | 51,16 | CaCO ₃ = 91,35 |
| MgO | = | 0,49 | MgCO ₃ = 4,03 |
| CO ₂ | = | 40,40 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,24 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,32 | |

IX. CALCAIRE DOLOMITIQUE (variété jaune).

(Facies, p. 15, n° 13.)

Calcaire jaune pâle, grenu, homogène, avec grains noirs disséminés. Certaines variétés sont cavernueuses et désagrégées.

Densité = 2,779.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|---------------|---------------------------|
| Argile | = | 1,46 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,12 | |
| CaO | = | 43,63 | CaCO ₃ = 77,91 |
| MgO | = | 10,01 | MgCO ₃ = 21,01 |
| CO ₂ | = | 44,96 | |
| Eau hygroskopique | = | 0,20 | |
| | | <u>100,38</u> | |

X. CALCAIRE DOLOMITIQUE (variété rouge).

(Facies, p. 15, n° 13.)

Calcaire grenu, cristallin, de couleur rouge-brique avec grains noirs, comme le précédent. Cette coloration provient de l'argile très ferrugineuse contenue dans ce calcaire. La composition chimique de l'échantillon examiné l'éloigne des calcaires dolomitiques et en fait plus vraisemblablement un calcaire magnésien. Cette composition, comme on le voit dans l'analyse qui suit, est assez différente de celle du calcaire dolomitique, dont ce spécimen n'est cependant qu'un facies particulier.

Densité = 2,703.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|---------------|---------------------------|
| Argile | = | 1,82 | |
| (FeAl) ₂ O ₃ | = | 0,20 | |
| CaO | = | 53,15 | CaCO ₃ = 94,91 |
| MgO | = | 1,43 | MgCO ₃ = 3,00 |
| CO ₂ | = | 43,23 | |
| Eau hygroskopique | = | 0,24 | |
| | | <u>100,07</u> | |

XI. CALCAIRE SUBCOMPACT.

(Facies, p. 15, n° 14.)

Calcaire homogène, gris blanchâtre, très peu argileux, présentant une cassure esquilleuse.

Densité = 2,711.

Analyse :

| | | | |
|------------------------------------|---|--------|---------------------------|
| Argile | = | 0,60 | |
| (AlFe) ₂ O ₃ | = | 0,12 | |
| CaO | = | 55,17 | CaCO ₃ = 98,51 |
| MgO | = | 0,46 | MgCO ₃ = 0,96 |
| CO ₂ | = | 43,67 | |
| Eau hygroscopique | = | 0,13 | |
| | | <hr/> | |
| | | 100,15 | |

En groupant maintenant les résultats obtenus, on remarque que, en remontant la série des calcaires figurés de la page 15 à 16, et en commençant par le n° 1, soit les « bancs compacts argileux, » on se trouve en présence d'un calcaire à 6,42 % d'argile, tandis que cette quantité diminue progressivement dans les numéros suivants jusqu'aux calcaires pâles à Nérinées, pour réaugmenter ensuite dans les bancs compacts en dalles. De là, en sautant les nos 7, 8, 9 et 10, non examinés, on trouve les couches à N. Marcousana, où la proportion d'argile atteint son maximum, pour diminuer ensuite successivement jusqu'aux calcaires subcompacts, qui sont du carbonate de chaux presque pur. L'augmentation se pour-

suit-elle régulièrement des bancs compacts en dalles aux couches à N. Marcousana? je ne saurais le dire. M. le prof. Rollier, auquel j'ai demandé des renseignements sur les couches 7-10, me dit que ces assises sont irrégulières avec veines et lits argileux peu propres par conséquent à l'analyse. Il m'a cependant récemment envoyé les échantillons correspondants, que j'examinerai dans la suite. En résumé, envisagées dans leur ensemble, les couches portlandiennes n'offrent pas de variations considérables dans leur composition, les plus fortes différences qui portent sur l'argile (partant sur le carbonate de chaux) étant dans la proportion de 1 à 14 ‰. Ceci semblerait indiquer des conditions de sédimentation et un mode de dépôt ayant très peu changé pendant la majeure partie de l'époque portlandienne et présentant seulement une succession de maxima et de minima dans la quantité des matériaux argileux déposés avec les calcaires, ces maxima et minima ne semblent pas se produire brusquement, mais au contraire par gradation successive (du moins jusqu'aux bancs compacts en dalles). Cette uniformité dans le mode de dépôt semblerait d'autant plus probable que, comme le dit fort bien M. le prof. Rollier, les allures des couches portlandiennes sont plus régulières qu'on ne le pense généralement, et certains niveaux, principalement celui à Natica Marcousana (qui précisément est une couche des mieux caractérisées par sa composition), se retrouvent avec un faciès uniforme dans le Jura bernois et neuchâtelois, ainsi que dans d'autres localités.

Seules les couches dolomitiques (n° 13), arrivant sans transition, présentent un faciès particulier dans cette époque; or, d'après les conditions dans lesquelles s'effectue la dolomitisation des calcaires, ce passage brusque à 1 ‰

de $MgCO_3$ à 21 % ne me semble pouvoir s'expliquer que par un changement momentané peut-être plus ou moins régional dans les dépôts de haute mer du jurassique supérieur. Du reste, ces couches dolomitiques seront soumises à un nouvel examen. Quant à la variété rouge, elle contraste singulièrement avec ces couches dolomitiques. M. le prof. Rollier m'écrit que c'est du reste un accident tout à fait local à Champmeusel, près de St-Imier. Cette roche n'existe pas en couches régulières, elle se trouve en nids et lentilles de peu d'étendue de 1 à 2 mètres de longueur et d'un demi-mètre d'épaisseur. Il est possible, d'après lui, que cette roche ait subi des transformations ultérieures à son dépôt marin, car l'assise est cariée par places, ce qui peut expliquer une variation aussi considérable.

Ces quelques lignes sur les calcaires portlandiens demandent un complément qui, je pense, fera l'objet d'une communication future.
