Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 11 (1910-1912)
Heft: 2

Artikel: Pour l'année 1909 : Partie IV, Paleontologie et stratigraphie
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-157081

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

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

comportant une hydrographie très stable, s'engage à partir de là dans un véritable canyon. En outre, si l'on étudie le long du cours de la Sarine le plan de superposition des alluvions fluvio-glaciaires sur la Molasse, on constate que ce plan est ondulé et montre une ondulation anticlinale près de Rossens, une autre près du Grand Vivy, et des ondulations synclinales près de la Tuffière, à Fribourg même, au voisinage de la Sonnaz.

Des faits tout semblables ayant été constatés le long du cours de la Singine, M. Romer admet la formation de rides postglaciaires, ayant vers l'W une direction W N W - E S E, puis s'infléchissant vers le N E, de façon à devenir parallèles aux chaînes alpines. L'âge de ces mouvements doit être postbühlien, parce que les alluvions bühliennes de la Gruyère en ont été encore affectées.

IVe PARTIE. — **PALEONTOLOGIE ET STRATIGRAPHIE**

Trias

M. K. Strübin (**101**) a consacré un petit article à l'industrie du sel dans la vallée du Rhin aux environs de Bâle et plus particulièrement à l'exploitation de la **saline de Schweizerhalle**, située près de Pratteln.

Après un aperçu historique sur les travaux effectués depuis 1845, M. Strübin décrit une coupe à travers le terrain salifère et les couches qui lui servent de toit soit le Haupmuschelkalk et le Trigonodusdolomit.

Il signale également une faille oblique qui, passant entre Schweizerhalle et Rothes Haus, a déterminé un affaissement du territoire de cette dernière localité.

Jurassique

M. W. Schmidt (**110**) a fait l'étude détaillée des fossiles provenant des **couches rhétiennes des Klippes** des environs du lac des Quatre Cantons et conservés dans les musées de Bâle et de Berne; il a publié des listes d'espèces intéressant le Rhétien de Müllerbodenriese et de Huettleren au Buochserhorn, d'Ebnet, du Lückengraben et du Brandgraben au Stanserhorn et de Holz aux Mythen.

Les déterminations de l'auteur font ressortir une remarquable analogie faunistique entre le Rhétien des Klippes de

la Suisse centrale et celui des Alpes orientales, et, parmi les faunes étudiées, il est facile de distinguer d'une part les faunes du Buochserhorn, qui sont caractérisées par l'abondance des Brachiopodes (*Ter. gregaria*, *Spiriferina uncinata* et des Ostréides (*Ostrea Haidingeri*) et qui se rattachent au faciès carpathique de Suess, d'autre part les faunes du Stanserhorn, qui correspondent au faciès souabe de Suess et sont caractérisées par une abondante faune de bivalves (*Anomia alpina*, *Modiola minuta*, *Pecten valoniensis*, *P. Schafhaeutli*, *Cardita multiradiata*, etc...) A ces couches s'associent par places des bancs coralligènes à *Calamophyllia rhaetiana*.

L'analogie du Rhétien des Klippes avec celui des nappes austro-alpines est pour M. W. Schmidt un excellent argument de plus en faveur de la proximité des zones de sédimentation dans lesquelles sont nées les nappes préalpines et austro-alpines.

M. A. Jeannet (**104**) occupé depuis plusieurs années à des levers détaillés dans la chaîne des Tours d'Aï, a reconnu en détail un profil à travers l'Infralias des environs de Corbeyrier. Il a en outre découvert dans le soit-disant Dogger de cette chaîne deux niveaux fossilifères: l'un supérieur, à *Ter. punctata*, *Waldh. cornuta*, *Rhynch. Deffneri* doit représenter le Pliensbachien ; l'autre, à *Ariet. rarecostatus* et *Ar. impendens*, appartient au Sinémurien.

Il semble donc qu'entre le Dogger à Zoophycos des chaînes plus externes et le Dogger à Mytilus de la zone des Gastlosen, la zone des Tours d'Aï soit caractérisée par l'absence complète du Jurassique moyen.

Dans la Revue pour 1908 je signalais une notice, dans laquelle M. A. Jeannet créait, sous le nom de *Jacobella Lugeoni*, une espèce et un genre nouveaux pour une ammonite faisant partie des collections du Musée de Lausanne, et provenant de l'Albien du Jura. Depuis lors M. L. Rollier (**107**) est arrivé à la conviction qu'il y a eu méprise dans la détermination du gisement de ce fossile, qui proviendrait en réalité du Lias supérieur de Salins ou d'ailleurs, et qui ne serait pas autre chose qu'un *Paroniceras sternale* d'Orb.

M. Rollier profite de l'occasion pour compléter la caractéri tique du genre Paroniceras; il cherche à démontrer que ce^s^te forme liasique doit se rattacher aux Arcestes, plus spécia^t^lement aux Galeites et il distingue deux espèces :

Par. sternale d'Orb, forme relativement grande, plus renflée, à carène obtuse ou nulle, identique à *Jacobella Lugeoni* Jeannet.

Par. lenticulare de Buch, plus petite et pourvue, d'une quille tranchante à partir d'un diamètre de 10 mm.

M. L. Rollier (**108**) a tenté d'autre part un essai de **classification phyllétique des principaux genres d'ammonites du Jurassique moyen.** Il donne pour cela une valeur prépondérante à la présence ou l'absence d'une carène et pose en principe que jamais les genres carénés ne donnent naissance à des formes non carénées, tandis que l'inverse se produit fréquemment. Il divise donc les ammonites jurassiques en liostracés, trachyostracés non carénés, trachyostracés carénés.

Dans les liostracés il place sans commentaires les genres Phylloceras, Rhacophyllites, Sowerbyceras (*A. tortisulcatus*) Lytoceras, Lissoceras, (*A. oolithicus* d'Orb.), Cymbites (*A. globosus* Ziet., *A. scaphitoïdes* Coq), Popanites gen. nov. (*A. paturattensis* Grep., *Op. puellaris* de Lor), *Christolia* gen. nov. (*A. Christoli* Beaudoin).

Dans les trachyostracés non carénés doivent rentrer, d'après M. Rollier, d'abord la série de Schlotheimia, Tmetoceras, Garantia, Parkinsonia, Cosmoceras, puis Morphoceras, Perisphinctes, Leopoldia, Hoplites, Kepplerites, Reineckeia, Peltoceras, Zigzagiceras (*A. zigzag* d'Orb.), enfin la série d'Aegoceras, Deroceras, Coeloceras, Stephanoceras, etc.

Quant aux trachyostracés carénés, ils comprennent Paroniceras, Strigoceras Qu. (*Am. Truellei* d'Orb.), Lophoceras Par. et Bon. (*Am. crista galli* d'Orb.), puis Amaltheus, dont M. Rollier fait dériver les Quenstedticeras et les Cardioceras, puis Oxynoticeras avec Polyplectites Buckm, (*Am discoïdes* Ziet.) Clydoniceras (*Am. discus* Sow.) et Hudlestonia (*Am. affinis* Seeb.), puis les genres Frechiella Prinz, Witchellia Buckm. et Sphaerodomites nov. gen. (type *Am. calcaratus* Coq.).

M. Rollier attribue au même groupe les Creniceras avec le genre nouveau Acanthœcites, qu'il crée pour *Am. velox* Op., puis les genres Grammoceras, Harpoceras, Ludwigia, Lioceras, Hyperlioceras, auxquels il relie le groupe d'*Am. aspidoïdes* désigné par le nom nouveau d'Oxycerites. Pour lui Oxycerites a produit Ochetoceras, Ludwigia a donné naissance à Hecticoceras et Lunuloceras, à Trimarginites gen. nov. (*Am. arolicus* Op. *Am. stenorhynchus* Op.), à Oppelia s. str. (*Op. subradiata* Sow.), à Bonarellia Cosm. (*Am. bipartitus* Ziet.). à Taramelliceras (*Tar. Mayeri* de Lor.) et à Neumayriceras gen. nov. (Neumayria pr. p. Bayle, *Am. denticulatus* Ziet., *Am. oculatus* Phil., *Am. trachynotus* Op., etc.

Parlant de la **limite inférieure de l'Oxfordien**, M. L. ROLLIER (**109**) a proposé de l'abaisser jusqu'au dessous des couches à *Cardioc Lamberti*, de façon à faire débuter cet étage au niveau auquel commencent à se développer les Quenstedticeras et les Peltoceras. Il remarque à ce propos que, dans le Jura, les couches à *Pelt. athleta* sont parfois en transgressivité discordante sur le Callovien proprement dit à *Macr. macrocephalus* et *Rein. anceps*. Ces idées sont conformes à celles que M. Haug a adoptées récemment dans son traité de géologie.

M. L. ROLLIER (**106**) a collectionné quelques jolis échantillons d'Echinides tirés d'une couche marno-calcaire de la base du Séquanien du Chasseral, les a décrits et figurés.

Dans cette courte notice l'auteur insiste sur la nécessité de donner à la notion d'espèce un sens restreint et d'établir des distinctions dans la nomenclature binominale entre les formes dérivées les unes des autres, mais appartenant à des niveaux différents et présentant des caractères distinctifs appréciables. Il met en garde contre les termes stratigraphiques employés dans un sens souvent peu précis par les anciens auteurs, en particulier par Desor et de Loriol.

Puis il décrit :

Cidaris philastarte (Thurm.) Etallon, dérivée de Cid. florigemma et caractérisque du Séquanien.

Hemicidaris stramonium Ag., également du Séquanien.

Hemic. intermedia Phil. du Rauracien et du Séquanien.

Acrocidaris formosa Ag. du Séquanien.

Stomechinus perlatus Ag. du Rauracien et du Séquanien, bien distinct du St. lineatus du Kimmeridgien.

Pseudodiadema hemisphaericum Ag. du Séquanien, peut-être identique à *Ps. pseudodiadema* Lam. du Rauracien.

A la suite de cette publication il convient d'en citer une autre, due à M. A. Dubois, qui a trait aussi à la paléontologie du Jurassique supérieur du Jura (**102**).

M. Dubois a en effet décrit un affleurement situé au Crêt de l'Anneau, près de Noiraigue, et dans lequel apparaît, dans des conditions particulièrement favorables à la récolte des fossiles, la couche connue sous le nom de « bancs à Nérinées » du Kimmeridgien supérieur. Les Nérinées s'y trouvent sous forme de moules très beaux et d'empreintes en partie fort nettes, dont l'auteur a pu prendre de bons moulages. Les espèces que M. Dubois a reconnues, décrites et figurées sont les suivantes :

Cryptoplocus depressus Voltz.
» subpyramidalis Münster.
» macrogonius Thur. et Marcou
Ptygmatis sp. ind.
Nerinea subturriculata sp. nov.
» Elsgaudiae Th. et Et.
» Gossae ? Roemer.

La découverte de ce gisement riche en Nérinées a amené M. L. Rollier (**105**) à reprendre la question de la classification des Nérinéidés et de leur position systématique dans l'ensemble des Gastéropodes.

L'auteur se rallie à la réunion, en un sous-ordre des Entomotaeniata, des Tubiferidés, des Itiéridés, des Nérinéidés, telle que l'a proposée M. Cossmann, et admet comme probable la parenté de ces formes avec les Opisthobranches. Par contre il considère comme artificiel le groupement des genres et sous-genres de Nérinéides qu'a proposé M. Cossmann et voudrait lui substituer la classification suivante :

1° Le genre *Nerinea* comprend les formes à trois plis (quelquefois deux), à ouverture rhombique et bec ; sous le nom de *Nerinella* s. g. on peut classer les formes élancées.

2° Le genre *Melanioptyxis* se compose d'espèces pourvues de trois plis, mais ayant une ouverture elliptique et pas de bec; les formes élancées de ce genre peuvent être distinguées sous le nom de *Endiatrachelus* s. g.

3° Le genre *Ptygmatis* est caractérisé par le nombre des plis qui est supérieur à trois; ses formes élancées formeront le sous-genre *Bactroptychis*.

4° Le genre *Aptyxiella* s. lat. ne possède pas de plis; sa columelle est ordinairement pleine, quelquefois un peu renflée.

5° Le genre *Acrostylus* n'est représenté que par des formes non élancées à spire dimorphe, à trois plis.

6° Le genre *Aphanotaenia*, type *Ner strigillata* Credner, conserve le sens que lui a donné M. Cossmann.

Il en est de même des genres : 7° *Trochalia*; 8° *Cryptoplocus* et 9° *Endiaplocus*, qui forment le troisième groupe du savant paléontologiste français.

M. Rollier termine cette notice par quelques considérations sur les Cryptoplocus du Kimmeridgien du Jura et par la description de deux espèces nouvelles provenant du Crêt de l'Anneau : *Ptygmatis Duboisi* voisine de *Pt. Clio* d'Orb. et de *Pt. Clioïdes* Etal. et *Nerinea subturriculata* voisine de *Ner. turriculata* d'Orb. mais s'en distinguant par les nodosités de ses tours.

M. Fr. Jaccard (**103**), dont j'ai signalé plus haut une publication traitant des écailles mésozoïques enfoncés dans le

Flysch au S de la zone triasique du Mont d'Or, a décrit d'autre part brièvement quelques types de roches compris dans ce système d'écailles et qu'il attribue au Jurassique. Parmi ces formations, les plus caractéristiques sont des calcaires et des grès suprajurassiques à Radiolaires, qui affleurent sur la rive gauche de la Grande Eau.

Crétacique

M. L. W. Collet (**112**) a signalé la présence, dans les schistes noirs qui forment la base du Néocomien au col du Sagerou (zone des Dents du Midi), de fragments d'ammonites qui se rattachent à *Hopl. Callisto* et *Hopl. Boissieri* et qui permettent de classer ces couches au niveau de l'Infravalangien ou Berriasien.

M. Arn. Heim (**113**) a visité à son tour les gisements du **Crétacique moyen de la vallée d'Engelberg**, qui avaient été décrits en 1906 par MM. Jacob et Tobler, et est arrivé à une conception très différente de celle de ces auteurs. Pour lui les couches de Luitere Zug sont non du Gargasien supérieur, mais du Gargasien inférieur et correspondent à l'horizon de Clansayes à *Douv. subnodosocostatum* ; le complexe de marnes, grès verts et brèches échinodermiques qui les surmonte est encore gargasien et non albien.

L'auteur a reconnu l'existence de séries analogues à l'E du lac des Quatre Cantons et, se basant sur des observations faites dans différentes régions des Alpes calcaires, il a cherché à définir les variations de faciès et d'épaisseur de l'Aptien et de l'Albien. Pour lui il y a eu transgression effective pendant l'Aptien du S au N, tandis que la lacune stratigraphique que l'on constate à la base du Crétacique supérieur est le fait d'une phase d'omission sédimentaire sous-marine.

Répondant à cette publication, M. Ch. Jacob (**115**) a insisté sur l'impossibilité de prendre de bons repères stratigraphiques dans les faciès échinodermiques. Il maintient l'hypothèse d'une phase d'érosion précénomanienne et d'une transgression du Seewerkalk.

M. M. Lugeon (**117**) a attiré l'attention sur la présence de **cailloux roulés granitiques dans les Couches rouges** des Préalpes. Deux échantillons de ces cailloux ont été trouvés dans le Crétacique supérieur des environs de Vouvry (Valais), un autre provient de la Forclettaz dans la zone des Tours d'Aï.

Il y a quelque temps déjà que M. G. Steinman a décrit de curieux enchevêtrements laminés de Crétacique supérieur et de Flysch, qu'il avait observés dans le ravin du Käswaldgraben près d'Iberg (Schwytz) (voir Revue pour 1907). M. Arn. Heim (**114**), qui a examiné à son tour ces affleurements, a reconnu que le Flysch de M. Steinmann est en réalité du Sénonien (Leistmergel) à Inocerames, et se rattache à un complexe schisteux très répandu dans la région environnante.

Quant à l'enchevêtrement de ces schistes de Leist avec le calcaire de Seewen, l'auteur remarque que M. Steinmann a confondu avec des pénétrations mécaniques du faciès schisteux dans le complexe calcaire d'une part des lits schisteux interstratifiés dans les couches de Seewen, d'autre part des zones schisteuses créées dans la masse de ces dernières par la séparation mécanique et hydrochimique de leurs éléments argileux et calcaires. L'enchevêtrement supposé par M. Steinmann existe mais pas avec l'intensité qui lui a été attribuée.

Parlant ensuite des blocs exotiques empatés dans le Flysch, dans lesquels M. Steinmann voudrait voir des lambeaux déchirés de nappes laminées, M. Heim fait remarquer que ces blocs ont certainement été déposés dans beaucoup de cas par sédimentation dans le Flysch et qu'ils n'ont été déformés tectoniquement que longtemps après, en même temps que les dépôts encaissants.

MM. E. Joukowsky et J. Favre (**116**) ont constaté au Salève près de Genève la superposition, sur une couche purbeckienne fossilifère, 1° de 20 m. de calcaires oolithiques, 2° du calcaire à *Heterodiceras Lucii*. Cette couche, considérée jusqu'ici comme suprajurassique, se place donc en réalité à la base du Valangien.

M. H. Schardt (**118**) a trouvé dans l'Hauterivien supérieur de Cressier au N E de Neuchâtel (Pierre jaune) une dent de Polyptychodon, probablement *Pol. continuus* Owen.

M. E. Baumberger (**111**) a publié une nouvelle tranche de sa revision des **Ammonites infracrétaciques du Jura**. Il s'est occupé cette fois-ci des Astieria et des Polyptychites.

A propos du genre Astieria, il décrit d'abord *Ast. Sayni* Kil. qui a été récolté dans les marnes d'Hauterive en différents points, puis *Ast. singularis* sp. nov. caractérisée par le petit nombre des tubercules latéraux (10 à 12), l'effacement des côtes ombilicales et le grand nombre des côtes externes (9 à 10 par tubercules). *Ast. latiflexa* sp. nov. a un accroissement lent et des tubercules latéraux nombreux (20

à 22) ; elle se rapproche de *Holc. obliquenodosus* Retowsky, mais s'en distingue par une ornementation plus serrée ; elle se trouve dans les marnes d'Hauterive.

Ast. rigida a des tours demi-elliptiques, avec un pourtour ombilical abrupt, couronné par 23-25 tubercules, desquels partent 3 ou 4 côtes ; voisine d'*Ast. psilostoma* Neum. et Uhl., cette espèce caractérise les marnes d'Hauterive.

Ast. leptoplana sp. nov. est caractérisée par la section élevée de ses tours, ses côtes très obliques, fortes, son pourtour ombilical abrupt; voisine d'*Ast. psilostoma*, elle s'en distingue par la forme droite de ses côtes; elle paraît provenir des marnes à Astieria des environs de Neuchâtel.

Ast. Guebhardi Kil. a été découverte dans les marnes d'Hauterive.

Ast. imbricata sp. nov. ressemble à *Ast. leptoplana* par les caractères de son ornementation, mais possède des tours renflés et atteint de beaucoup plus grandes dimensions; elle ressemble aussi à *Ast. Atherstoni*, mais avec des côtes plus droites (Hauterivien inférieur ou Valangien supérieur).

Ast. actinota sp. nov. rappelle Ast. Atherstoni, dont elle diffère par ses côtes droites; elle possède une section notablement moins renflée que l'espèce précédente. (Marnes à Astieria).

Passant au genre Polyptychites M. Baumberger en décrit trois espèces dont deux sont nouvelles :

Polypt. Juillerati sp. nov. est une espèce voisine de *Pol. latissimus* Neum. et Uhl., dont il se distingue par ses tubercules et ses côtes moins nombreuses. (Marnes à Astieria).

Polypt. Villersensis sp. nov. est représenté par un seul gros échantillon provenant des marnes à Artieria de Villers-le-Lac; cette ammonite porte de gros tubercules latéraux arrondis, desquels partent chaque fois deux côtes, qui se bifurquent vers le milieu des flancs.

Polypt. bidichotomus Leym. est relativement commun dans l'Hauterivien du Jura.

En terminant M. Baumberger décrit quelques fragments de Craspedites se rapprochant de *Crasp. Carteroni* d'Orb., puis il expose quelques remarques sur les trois espèces de Garnieria (Placenticeras) connues dans le Jura *Garn. Gevrili* d'Orb., *Garn. heteropleura* Neum. et Uhl, et *Garn. Marcoui* d'Orb.; enfin il cite *Schloenbachia cultrata* d'Orb., *Lytoceras sub-fimbriatum* d'Orb., et *Haploceras Grasi* d'Orb., qui ont été tous trois recueillis dans les marnes d'Hauterive du Jura Suisse.

Tertiaire

Sidérolithique. M. E. Fleury (**124**) a terminé en 1909 une étude monographique fort intéressante sur le **Sidérolithique Suisse**. Après un exposé très complet de l'historique de la question, dans lequel il met en lumière l'influence qu'ont exercée successivement sur son développement Merian, Voltz, Al. Brongniart, Thiria, Thurmann, Gressly, J.-B. Greppin, A. Müller, Rütimeyer, etc..., il aborde la description des divers types sidérolithiques qu'il répartit en : 1° formations pauvres en phosphates, divisées elles-mêmes en produits pauvres en Al_2O_3 (produits de décalcification et sidérolithique proprement dit), et riches en Al_2O_3 (beauxites et latérites); 2° dépôts phosphatés, phosphorites et phosphates. Chacune de ces formations fait l'objet d'une étude sommaire, destinée à montrer d'une part leur diversité sous l'influence de facteurs multiples, d'autre part la communauté pour toutes de la cause fondamentale, l'altération superficielle effectuée par les eaux météoriques.

Passant à la répartition géographique des formations sidérolithiques, M. Fleury commence par faire ressortir leur extension considérable en France, en Allemagne, en Autriche, etc..., puis il reprend plus spécialement l'examen de leur distribution en Suisse, dans le Jura d'abord, puis dans les Alpes.

Dans le Jura le Canton de Schafhouse est riche en dépôts sidérolithiques, qui par leurs faciès se rattachent au type développé plus au N, en Allemagne. Un gisement de même nature, autrefois exploité, existe à proximité de la chute du Rhin, au-dessous du château de Laufen. Dans le Canton d'Argovie le Sidérolithique apparait, avec un développement irrégulier mais sous une forme presque continue, entre le Kimmeridgien et la Molasse aquitanienne, soit dans la chaîne de la Lägern, soit plus à l'W, le long du pied du Jura jusqu'à Olten. Dans le canton de Soleure il est particulièrement abondant, se présentant sans interruption au pied du Jura et se retrouvant à la base de la Molasse dans la vallée de la Dünnern, dans le Guldenthal, dans le vallon de Girlend et dans la chaîne de la Hohe Winde. Dans le Jura bernois il a dû avoir une extension presque générale, à l'exception pourtant du Plateau des Franches Montagnes, et il atteint son maximum de développement dans le bassin de Delémont ; les bolus qui le constituent sont souvent associés dans cette région à des calcaires d'eau douce fossilifères, du reste bien

connus, qui ont fourni de précieux documents pour la détermination de l'âge de ces dépôts. Le long du pied de la chaîne du Weissenstein le type continu de l'intérieur des chaînes est remplacé par le type sporadique des remplissages de poches.

Du Jura bernois vers le S W les gisements de Sidérolithique deviennent de plus en plus rares et de moins en moins considérables; les bolus y sont localisés dans des poches et des fissures et sont difficiles à distinguer des produits de lévigation modernes. Quant aux gisements alpins, M. Fleury rappelle l'existence de quelques-uns, signalés par Ph. de la Harpe, par Renevier puis par MM. Lugeon et Jaccard.

Comme conclusion à ce chapitre, l'auteur admet l'existence sur les régions jurassiennes de vastes nappes sidérolithiques, dont la reconstitution paléogéographique est du reste fort délicate à cause de leur morcellement par l'érosion et l'abrasion.

M. Fleury consacre un des plus importants chapitres de son livre à l'étude détaillée des matériaux du Sidérolithique proprement dit. Parlant d'abord du fer, il rappelle que celui-ci se trouve d'une part comme pigment très répandu dans les bolus, d'autre part et surtout sous la forme de pisolithes de dimensions très diverses. Ces pisolithes, qu'on peut étudier soit en coupes minces soit sur des échantillons dont la structure a été rendue plus visible par une dissolution partielle dans l'acide chlorhydrique et l'eau régale, se montrent comme toujours formées par un noyau n'occupant généralement qu'un quart du volume total et par une enveloppe. Le noyau est un fin agrégat sans structure régulière de particules siliceuses et ferrugineuses, tandis que dans l'écorce ces mêmes substances se retrouvent, avec des proportions souvent un peu différentes, mais toujours disposées en fines couches concentriques. Ces caractères suffisent pour faire ressortir l'analogie des pisolithes avec les autres formations oolithiques.

Il arrive fréquemment qu'un certain nombre de pisolithes soient réunies en un agrégat plus ou moins riche en ciment autour duquel se développe une écorce commune, peu différente du reste de l'écorce individuelle de chacune d'elle. Parfois ces agrégats se développent suivant un plan et tendent ainsi à former des filons-couches.

La composition chimique des pisolithes, tout en variant dans des limites très étendues, conserve toujours certains caractères fondamentaux, qui sont la prédominance du sesquioxyde de fer hydraté, la richesse en silice et en alumine, la

présence constante d'acide phosphorique. A côté de ces éléments fondamentaux on trouve généralement de la chaux et de l'acide sulfurique, plus rarement et seulement en petites quantités, de la magnésie et du manganèse, puis, sous forme de traces plus ou moins localisées, du plomb, du zinc, de l'étain, du titane, du vanadium, du chrôme, de l'arsenic. Quant aux liaisons chimiques unissant ces éléments, on doit admettre que le fer se trouve essentiellement à l'état de F_2O_3 exceptionnellement et en petite partie sous forme de sulfure ; la silice parait être libre ainsi que l'alumine; la chaux est liée à l'acide phosphorique et en partie à l'acide sulfurique ; le titane peut exister ou bien comme TiO_2 ou bien comme Ti_2O_3 ; le vanadium doit se trouver ou bien comme Va_2O_3, ou bien comme Va_2O_5.

Passant à l'étude des autres éléments du Sidérolithique, M. Fleury décrit successivement :

1° Les sables siliceux formés essentiellement par de petits grains de quartz, auxquels se mêlent des produits divers en quantité très variable.

2° Les bols ou bolus, qui sont des mélanges de silice en grains ou en concrétions, de silicate hydraté d'alumine, d'oxyde ferrique à l'état de pigment ou de pisolithes et d'une série d'éléments secondaires en quantité relativement faible. Par enrichissement en quartz ces bolus passent aux sables vitrifiables, tandis que par enrichissement en silicate d'alumine ils passent aux argiles plastiques.

3° Les calcaires d'eau douce interstratifiés dans le Sidérolithique sur un grand nombre de points et à plusieurs niveaux Ces couches sont tantôt crayeuses et tendres, tantôt compactes et dures, tantôt spongieuses, elles contiennent souvent une proportion importante de silice et varient beaucoup d'aspect.

4° Les gompholithes, que M. Fleury distingue des formations semblables intercalées dans la Molasse en leur donnant le nom général de gompholithes de Daubrée. Ces dépôts sont formés par des galets généralement roulés, provenant du Malm jurassien ou, en petite partie, de niveaux plus anciens, et liés entre eux par un ciment le plus souvent calcaire et toujours riche en fer, presque toujours plus ou moins pisolithique.

Un chapitre spécial a été consacré par l'auteur à la stratigraphie du Sidérolithique; il commence par une énumération des facteurs qui ont influé sur le faciès de ces dépôts pour le faire varier, tout en établissant que la cause générale de toute cette sédimentation est restée toujours et partout l'altération superficielle par les eaux.

Puis vient une description du Sidérolithique du bassin de Delémont, auquel se rattache celui du Jura soleurois, bâlois et argovien. Ici la série se divise d'une façon générale en trois termes :

1° Une série inférieure de bolus et de bohnerz (2 à 12 m.).

2° Une série moyenne, argileuse, peu ferrugineuse (5 à 25 m.).

3° Une série supérieure de couches argilo-siliceuses, fréquemment gypseuses, avec bancs calcaires et conglomérats (4 à 60 m.).

A côté de ce faciès caractérisé par la prédominance des argiles et l'abondance des pisolithes à la base, on trouve, dans les synclinaux de Moutiers et de Court-Tavannes, dans les environs de Sonceboz, dans ceux de Lausen près de Liestal et au pied du Jura près de Lengnau, un Sidérolithique, dont la base comprend des sables quartzeux, passant vers le haut à des calcaires, avec lesquels ils alternent. Ces sables sont, il est vrai, surtout développés dans les poches du Malm sous-jacent, mais ils y sont nettement stratifiés ; ils supportent des argiles, puis des bolus brunâtres qui terminent la série.

Après cette description du Sidérolithique régulièrement stratifié, M. Fleury signale l'existence d'accumulations irrégulières de formations semblables, puis il s'arrête plus longuement aux dépôts sidérolithiques remaniés. Il distingue parmi ceux-ci les sédiments remaniés sur place et ceux qui ont subi un transport. Les dépôts remaniés sur place, qui sont formés en général de sables quartzeux ou de bohnerz, sont le fait de triages mécaniques opérés par les eaux et en partie aussi de réactions chimiques ; ils se présentent comme des remplissages, soit dans des poches du substratum, soit dans des tranchées créées dans l'épaisseur du Sidérolithique. Les dépôts remaniés et résultant d'un transport prennent presque toujours le caractère de conglomérats ou de brèches par suite du mélange des éléments sidérolithiques d'une part, de fragments arrachés au substratum d'autre part ; ils remplissent dans la règle des excavations et des crevasses.

Enfin ce chapitre se termine par une discussion de la question si contreversée pendant ces dernières années de l'origine des poches hauteriviennes enfoncées dans les calcaires valangiens. M. Fleury, après avoir cité en particulier les opinions opposées émises sur ce sujet par M. H. Schardt et par M. L. Rollier, arrive à l'idée qu'il faut concilier ces deux manières de voir, en supposant que certains remplissages hauteriviens ont pu être introduits dans les poches du Valangien

par un simple glissement des marnes sur le calcaire, mais que le plus souvent l'action des eaux est intervenue à côté du glissement pur et simple et que parfois les remplissages sont dus au seul travail de lévigation opéré par les eaux.

Le point de vue paléontologique est envisagé à son tour par l'auteur, qui donne, en se basant surtout sur les études récentes de M. Stehlin, un aperçu de la faune de Mammifères récoltée dans les divers gisements fossilifères du Jura, et qui décrit ensuite les calcaires d'eau douce à Planorbes et a Limnées de Delémont, de Moutiers, de Lausen, de Soleure, etc... M. Fleury conclut à la fin de ce chapitre que le Sidérolithique comprend plusieurs faunes successives, qui s'échelonnent du Lutétien inférieur au Sannoisien.

Avant de conclure, l'auteur traite spécialement la question du mode de formation du Sidérolithique et il le fait d'une façon historique en reprenant les théories successives émises sur ce point. C'est ainsi qu'il expose les hypothèses hydrothermales développées par Alex. Brongniart, par Em. Thirria, par Alb. Müller, par Koechlin-Schlumberger, puis les hypothèses semi-plutoniques émises par Am. Gressly et par A. Quiquerez, pour arriver aux théories plus modernes de l'altération superficielle et de la lévigation qu'ont proposées d'une part M. Dieulafait, d'autre part M. van den Broeck.

Dans son chapitre des conclusions M. Fleury établit d'abord que, malgré la diversité des formes qu'il peut prendre, le phénomène sidérolithique dérive toujours d'une même action essentielle, l'altération des roches superficielles par les eaux de surface agissant par voie hydro-chimique, et que les produits sidérolithiques résultant de cette altération, sont exclusivement d'origine superficielle.

Comme effets l'action sidérolithique comporte la dissolution des éléments facilement solubles, par conséquent la concentration des autres, et la transformation partielle de ceux-ci dans le sens d'une hydratation et d'une oxydation. Elle peut se compliquer dans certains cas par un apport d'éléments étrangers, en particulier de silice. Ainsi sont produits d'une part les roches altérées, de l'autre les dépôts sidérolithiques simples, tels que les résidus de décalcification, les latérites, etc..,, dont la composition varie essentiellement d'après la nature des roches dont ils dérivent. Cette première phase du phénomène sidérolithique, que M. Fleury appelle phase de la latérite, a vraisemblablement pris en Europe l'importance remarquablement généralisée qu'on doit lui attribuer à cause du climat qui régnait sur le continent au début

des temps tertiaires, climat très voisin de celui qui règne actuellement sur les régions tropicales.

Mais les produits de cette latérisation ont subi, avantd'arriver à nous, une transformation profonde, déterminée encore par l'action des eaux météoriques et comprenant d'une part l'entraînement mécanique des éléments fins, qui ont ainsi eu la tendance à s'accumuler à la base des dépôts, d'autre part l'altération chimique d'une partie de ces éléments. C'est ainsi que la formation des pisolithes semble avoir commencé par de petits amas celluleux de substances siliceuses et ferrugineuses, qui ont servi ensuite de centre à un dépôt concrétionné, en subissant eux-mêmes une sorte de pseudomorphose. Les bols sont des produits de la latérisation des calcaires transformés postérieurement à leur dépôt, soit par simple lévigation, soit aussi par des actions chimiques. Les sables siliceux sont des bols lévigués jusqu'à l'éloignement plus ou moins complet des éléments non quartzeux.

Pour finir il me reste à signaler que M. Fleury a donné une liste bibliographique très importante concernant le sujet qu'il a étudié.

Le Sidérolithique, qui était connu par les publications de Renevier dans les massifs de la Dent de Morcles et des Diablerets, et par celles de MM. Lugeon dans la région de la Gemmi, vient d'être constaté d'une façon certaine par M. P. Arbenz (**119**) dans la série autochtone de la chaîne du Titlis entre les vallées d'Engelberg et de Meiringen,

Ces dépôts recouvrent des calcaires tantôt oolithiques, tantôt compacts, tantôt en partie sableux, qui forment la partie supérieure du Hochgebirgskalk et semblent appartenir encore au Jurassique ; ils remplissent fréquemment des poches de ce soubassement et pénétrent par places dans celui-ci par des réseaux plus ou moins serrés de fissures et de veines.

Le faciès prédominant est celui de grès quartzeux, qui peuvent localement s'enrichir en fer et contenir même des pisolithes. Les grains de quartz sont généralement séparés par une masse fine, dont l'élément principal paraît être la chamoisite, mais qui contient souvent aussi des fibres de calcédoine. Des débris d'échinodermes, plus ou moins silicifiés, évidemment en gisement secondaire, sont fréquents dans ces sables, mêlés à d'autres fragments calcaires.

Les pisolithes se rencontrent suivant les points en quantité très variable, mais en général peu abondante ; le type le plus habituel comporte un noyau sans structure définie entouré d'une écorce construite concentriquement. La substance pa-

raît être dans la règle de la chamoisite, plus ou moins abondamment imprégnée de limonite et mêlée à un sable fin de quartz.

Parfois ces grès prennent un grain très fin et une couleur verte due à l'abondance de la chamoisite; ils s'enrichissent alors fréquemment en calcite. Enfin on rencontre par places des argiles rouges, ocreuses, violettes ou vertes, pauvres en sable quartzeux, mais formant souvent le ciment de véritables brèches.

Au contact du Sidérolithique et du Malm sous-jacent on peut voir soit des surfaces de corrosion, soit, ailleurs, des brèches à débris calcaires.

Quant à l'origine de ces dépôts, il faut l'attribuer avant tout à la lévigation des calcaires suprajurassiques ; mais il est possible du reste que certains d'entre eux aient subi un remaniement marin. Leur âge doit correspondre à l'Eocène inférieur, puisqu'ils sont couverts soit directement, soit par l'intermédiaire d'une zone de grès à ciment calcaire, par les couches à Cerithes.

En terminant M. Arbenz décrit comme brèche sidérolithique la brèche calcaire de Grindelwald, qui est formée de débris de calcaires tithoniques et d'un ciment argileux bariolé, généralement vert. Cette brèche se retrouve entre le Nummulitique et le Hochgebirskalk dans la chaîne du Titlis; elle paraît du reste avoir une extension très générale sur le versant N du massif de l'Aar, mais varie soit par la nature primaire de ses éléments, soit par son degré de marmorisation.

A la suite de ces deux publications je dois citer encore une courte notice, dans laquelle M. E. Fleury (**125**) fait ressortir l'analogie qui existe entre les pisolithes du Sidérolithique et celles qu'on trouve dans l'argile à silex du Perche, analogie qui permet de supposer pour les deux dépôts un mode de formation analogue.

M. H.-G. Stehlin (**130**) continue sa revision critique des **restes de Mammifères découverts dans l'Eocène de Suisse.** Dans la partie de ce travail qui a été publiée en 1909, l'auteur commence par une revision des Suidés, puis il décrit les fossiles se rapportant aux genres Haplobunodon et Rhagatherium et pour finir il traite du genre Mixtothérium.

Parlant des Suidés éocènes en général, l'auteur commence par rappeler que leurs molaires supérieures se distinguent de celles des Suidés postérieurs par une bunodontie beaucoup moins accusée et se rapprochent par leur forme hémisélénodonte de celles des Haplobunodon et des Rhagatherium. Ces

faits indiquent clairement que la bunodontie n'est pas chez les Suidés un caractère originel et qu'il faut la distinguer sous le nom de néobunodontie.

Les Suidés éocènes se répartissent entre trois genres : Choeropotamus, Cebochœrus et Choeromorus. Les deux premiers ont une canine supérieure implantée verticalement et prenant la forme d'un poignard, le troisième a une canine inférieure arquée et de section triangulaire ; en outre les deux premiers se distinguent l'un de l'autre par le fait que Choeropotamus a des molaires supérieures pourvues d'un mésostyle, tandis que chez Cebochoerus, comme chez Choeromorus, ce mésostyle fait défaut. Comme type du genre Cebochoerus, M. Stehlin prend, d'accord avec la dernière manière de voir de Gervais, *Ceboch. lacustris* et il croit devoir réunir au moins provisoirement à ce même genre les formes décrites sous les noms d'Acotherulum et de Leptacotherulum. Quant au genre Choeromorus, l'auteur lui donne le sens que lui a donné Pictet en 1869.

Passant à la description des espèces, M. Stehlin crée le nom de *Choeropotamus Depereti* pour une forme du Ludien inférieur trouvée d'une part à Saint-Hippolyte de Caton (Gard), d'autre part au Mormont et qui possède des dimensions moyennes entre les petits Choeropotames du Bartonien et les formes notablement plus grandes du Ludien supérieur.

Choeromorus helveticus Pict. et Humb. est une espèce du Mormont, dont l'auteur a pu étudier plus de 20 dents ou séries dentaires. L'auteur rappelle ici que la distinction de ce genre relativement à Ceboehocrus est basée uniquement sur l'attribution, qui reste problématique mais probable, à *Ch. helveticus* d'une canine inférieure incurvée en défense, découverte au Mormont.

M. Stehlin décrit ensuite sous le nom de *Cebochœrus Rütimeyeri* nov. sp. une demi mandibule avec M_3-P_4, découverte récemment à Egerkingen, qui rappelle nettement la mâchoire inférieure de *Cebochœrus minor*, mais s'en distingue par la forme de P_1. Il décrit également sous le nom de *Choeromorus jurensis* nov. sp. une canine mandibulaire, une P_1 inférieure et un fragment de mandibule avec M_1-P_1 de la même provenance ; la canine se distingue de celle de *Choer. helveticus* par une forme plus grêle ; P_1 se distingue de P_1 de *Ceboch. Rütimeyeri* par la présence d'un tubercule interne et d'un cingulum antérieur bien développé. Puis l'auteur attribue à l'une ou l'autre de ces deux espèces, sans pouvoir les répartir exactement entre elles, un grand nombre de dents trouvées

à Egerkingen et dont plusieurs ont été déjà décrites par Rütimeyer sous d'autres noms.

L'auteur attribue avec certaines réserves à *Cebochoerus* (*Dichobune*) *suillus* Gervais (Pl. XVII, fig. 16) quelques échantillons provenant d'Egerkingen, qui sont trop petits pour pouvoir être attribués à Ceboch. Rütimeyeri ou à *Choerom. jurensis*; le plus important est un fragment de mandibule avec M_1-P_2, qui fut décrit en 1891 par Rütimeyer sous le nom de *Dichobune Mülleri*.

L'espèce du Mormont décrite par Pictet d'après une mandibule sous le nom de *Dichobune Campichii* est en réalité un Suidé et appartient probablement à Cebochoerus. M. Stehlin attribue à la même espèce un fragment du crâne facial avec M_3-P_1, qui lui paraît d'autre part se rapprocher de *Cebochoerus Quercyi*

Dans le matériel récolté au Mormont, l'auteur a distingué un maxillaire avec la double série M_3-P_3 qu'il attribue avec trois autres échantillons de dents à *Cebochoerus*? cfr. *saturninus* Gervais, puis un fragment de mandibule avec M_1-P_1 qu'il décrit sous le nom de *Cebochoerus* (?) *pumilus* et qui correspond à une forme de très petite taille, enfin trois dents isolées de la série mandibulaire (M_3, M_2 et P_1) qui semblent appartenir à une forme voisine de *Ceboch. suillus*.

Considérant ensuite les Suidés éocènes dans leur ensemble M. Stehlin constate l'apparition simultanée dans le Lutétien supérieur de *Ceboch. suillus*, *Ceboc. Rütimeyeri* et *Choerom. jurensis*. Dans le Bartonien on trouve *Ceboch. pumilus* avec d'autres formes imparfaitement connues dérivées en partie, semble-t-il, de *Ceb. suillus*, en partie de *Ceb. Rütimeyeri*; c'est en outre à ce niveau qu'apparaît le premier représentant connu du genre Choeropotamus, *Choer. lautricensis*. Dans le Ludien inférieur *Choerop. lautricensis* est remplacé par *Choerop. Depéreti*, *Ceboch. pumilus* par *Ceboch. Campichii*; le groupe de Ceboch. suillus parait être éteint, celui de *Ceboch. Rütimeyeri* est représenté par *Ceboch. lacustris* et *Ceboch. minor* et celui de *Choerom. jurensis* a donné naissance à *Choerom. helveticus*. Dans le Ludien supérieur le phyllum de Choerop. lautricensis a donné naissance à *Choerop. parisiensis*, Ceboch Campichii est remplacé par *Ceboch. Quercyi* et *Ceboch. saturninus* et des formes voisines de *Ceboch. minor* subsistent. Dans le Sannoisien inférieur le genre Choeropotamus est encore représenté par des formes mal connues de Vermeils, tandis que Cebochoerus paraît avoir disparu et que Choeromorus n'a pas encore été découvert.

M. Stehlin considère comme peu probable une filiation directe entre ces Suidés de l'Eocène européen et ceux de l'Oligocène, qui lui paraissent avoir immigré dans nos régions au début de l'Oligocène; il reconnaît d'ailleurs les analogies qui existent entre Choeromorus et les Suidés postérieurs d'Europe et considère d'autre part comme possible que les Hippopotamidés dérivent de ce même genre.

Passant ensuite à l'étude du genre Haplobunodon, créé récemment par M. Depéret, pour le crâne de Hordwell qui fut décrit en 1885 par Lydekker sous le nom d'*Antracotherium Gresslyi*, M. Stehlin fait ressortir les différences qui contraignent de séparer cette forme des vrais Anthracotherium, puis les confusions auxquelles a donné lieu le nom proposé par Lydekker; il propose pour l'espèce de Hordwell le nom de *Haplobune Lydekkeri*.

Cette question éclaircie, M. Stehlin constate l'existence à Egerkingen d'une série d'échantillons appartenant à des formes voisines de *Hapl. Lydekkeri* et qui peuvent être provisoirement répartis entre deux espèces :

Haplob. solodurense sp. nov. est relativement plus grande; elle se distingue d'H. Lydekkeri surtout par la forme de P_1 inf. qui ne porte qu'un seul sommet, et sa machoire se rapproche étroitement de celle des Choeropotames. Des dents appartenant à cette espèce ont été figurées déjà par Rutimeyer sous les noms de *Rhagatherium valdense* (1891, pl. IV fig. 13, 17, 18, 19), de *Cebochoerus minor* (1891, pl. IV fig. 29b) et de *Dichobune leporina* (1891, pl. V fig. 9b).

Haplobune Mülleri Rüt. est plus petite; Rütimeyer, qui a le premier décrit un fragment de mandibule de cette espèce sous le nom de *Dichobune Mülleri*, a considérablement embrouillé ensuite la question, en s'associant d'une part à l'extension faite par Fraas du nom de Dichobune à un groupe d'Anoplothéridés oligocènes, en assimilant d'autre part à l'espèce en question des fragments qui ne lui appartenaient nullement, tandis qu'il attribuait à sept espèces différentes des dents qui lui sont incontestablement propres. M. Stehlin a pu compléter considérablement la caractéristique de *Hapl. Mülleri* grâce à la découverte de nombreuses dents maxillaires et mandibulaires; il a établi la parenté de ces échantillons avec la machoire de *Hapl. Lydekkeri*.

Le fragment de mandibule avec M_2-M_1 du Mormont que Mme Paulow a décrit sous le nom de *Rhagath. Rütimeyeri* doit, d'après M. Stehlin, appartenir à un Haplobunodon, *Hapl. Rütimeyeri*. On trouve en outre au Mormont des dents

un peu plus grandes que celles de l'espèce précitée qui appartiennent à une ou plusieurs espèces voisines.

A propos du genre Rhagatherium, M. Stehlin commence par décrire à nouveau les échantillons qui ont servi à Pictet de types pour son *Rag. valdense*, en rappelant que trois dents rapportées à la même espèce par Pictet (1855-57, pl. III, fig. 5 et 1859, pl. XXIV. fig. 1 et 2) appartiennent en réalité à de tout autres formes. A côté de ces fossiles du Mormont il place ensuite, sous le nom de *Rhagath. Kowalevskyi* nov. sp. quelques dents récoltées à Egerkingen et appartenant à une très petite espèce. Trois d'entre elles ont été décrites déjà en 1891 par Rütimeyer sous les noms de *Hyopotamus Gresslyi minor* (pl. IV, fig. 7), de *Hyop Renevieri* (pl. IV, fig. 8), et de *Dichobune Mülleri* (pl. V, fig. 13).

Dans un chapitre d'ordre général M. Stehlin traite ensuite de la répartition stratigraphique des genres Rhagatherium, Haplobunodon, Lophiobunodon, Thaumatognatus et développe quelques considérations intéressantes sur les relations qui existent soit entre ces différents genres, soit entre les espèces d'un même genre. A propos de Rhagatherium il refait une étude du *Rhag. frohnstettense* Kow. d'aprés les matériaux qui ont déjà servi à Fraas et Koken et montre les affinités de cette espèce soit avec les Antracotherium soit avec les Suidés. Enfin il explique pourquoi une filiation directe entre les Antracothéridés connus de l'Eocène et les Antracotherium de l'Oligocène parait peu probable.

M. Stehlin aborde après cela l'étude du genre Mixtotherium et consacre un premier chapitre à la description complémentaire de l'espèce type, *Mixtotherium cuspidatum* Fil., dont il a eu entre les mains un grand nombre de beaux fragments, provenant des collections paléontologiques de Montauban. Grâce à ce riche matériel, il a pu donner les caractères non seulement de la mâchoire complète de cette espèce, mais encore de tout le crâne, y compris la mandibule.

De cette étude il ressort que, si la mâchoire de Mixtotherium se rapproche beaucoup par la structure de ses molaires de celle de Dacrytherium, elle s'en distingue nettement, en particulier par la forme de ses prémolaires et de ses canines ; en outre le crâne de Mixtotherium s'éloigne beaucoup de celui de Dacrytherium et montre d'autre part une curieuse analogie avec celui de Cebochoerus.

Quelques molaires et prémolaires, soit supérieures, soit inférieures, trouvées à Egerkingen appartiennent à une petite espèce de Mixtotherium, M. *Gresslyi* Rüt., à laquelle du reste

il ne faut attribuer qu'une partie des matériaux qu'avait classés sous ce nom Rütimeyer (1891, pl. VI, fig. 1, 6, 7, nec 2, 3. 4, 5, 8). Une M_1 supérieure dextre du Mormont doit se rapporter à une forme très voisine. Enfin M. Stehlin réunit sous le nom de *Mixtotherium priscum* nov. sp. quelques échantillons trouvés à Egerkingen et qui diffèrent des parties correspondantes de M. Gresslyi par des dimensions un peu plus grandes. Ces fossiles, qui devront peut-être dans la suite être répartis entre plusieurs espèces, ont été en partie déjà décrits en 1891 par Rütimeyer sous des noms divers (Rhag. valdense pl. IV, fig. 5, Dichobune Mülleri pl. V, fig. 15, Mixtoth. Gresslyi pl. VI, f. 4 et problematicum pl. V. fig. 25). Sous le même nom M. Stehlin classe encore un fragment de mandibule avec M_2-P_1, provenant de Chamblon près d'Yverdon.

Dans un chapitre final consacré aux Mixtotherium en général, M. Stehlin montre que les plus anciens représentants connus de ce genre sont M. Gresslyi et M. priscum du Sidérolithique suisse, qui appartiennent vraisemblablement au Lutétien ; ensuite se sont développées les formes découvertes dans les phosphorites du Quercy, en particulier Mixt. cuspidatum et Mixtotherium (Adrotherium) depressum Filhol. Enfin M. Stehlin discute la valeur des affinités qui semblent exister entre Mixtotherium et les Oreodontidés d'Amérique et arrive à cette conclusion qu'on ne peut vraisemblablement admettre aucune filiation directe entre ces deux groupes de formes, qu'il faut plutôt voir en eux des branches déjà séparées au début de l'Eocène.

Nummulitique et *Flysch*. M. J. Boussac (**120**), après avoir étudié longuement le Tertiaire inférieur de France, a abordé la question de la stratigraphie du Nummulitique alpin. Il a fait ressortir la transgressivité très accusée vers le N du Lutétien et du Priabonien et le déplacement correspondant des faciès du S au N, montrant ainsi que la continuité stratigraphique n'implique pas forcément un synchronisme. Il a constaté d'autre part l'obliquité des zones sédimentaires du Nummulitique relativement aux lignes tectoniques alpines.

M. Arn. Heim (**127**) a répondu d'abord brièvement à cette publication pour contester la valeur des arguments paléontologiques de M. Boussac et insister sur la réalité des parallélismes basés sur la continuité stratigraphique. Il a cherché à fonder sommairement la notion de l'âge lutétien de l'ensemble du Nummulitique et du Flysch de Suisse.

Mais M. Arn. Heim (**126**) a surtout exposé tout au long ses idées sur cette question dans une volumineuse **monographie du Nummulitique suisse**, fruit de longues études commencées dans les Churfirsten et continuées dans diverses régions de la Suisse orientale et centrale.

L'auteur commence par s'élever contre l'application exclusive de la méthode paléontologique dans l'établissement des classifications et des parallélismes stratigraphiques; puis il donne un rapide aperçu des travaux que Renevier, Kaufmann, Mayer-Eymar, Escher de la Linth, etc... ont consacrés aux dépôts du Nummulitique et du Flysch; il adopte, comme classification fondamentale de ces dépôts une division en deux: 1° Les couches du Pilate à Assilines et à grandes Nummulites qui correspondent aux Complanaten-Schichten de Kaufmann, 2° un terme supérieur, qui comprend l'ensemble du Flysch avec les intercalations nummulitiques qu'il renferme souvent.

Abordant ensuite le sujet spécial de son étude, M. Heim établit en première ligne que la présence dans les Alpes septentrionales de Suisse de couches marines appartenant à l'Eocène inférieur n'a jamais été démontrée, et que le plus souvent on peut constater d'une façon indubitable la superposition directe des couches du Pilate sur le Crétacique. Peut-être devra-t-on attribuer à l'Eocène inférieur les dépôts sidérolithiques et les calcaires d'eau douce avec couches charbonneuses, qui apparaissent sur certains points au dessous des couches du Pilate.

Quant aux couches du Pilate que Kaufmann divise en : 1° couches à *Num. complanata*, 2° schistes à Pectinites, M. Heim remarque : 1° que le niveau à N complanata peut-être tantôt calcaire, tantôt gréseux et glauconieux, mais n'est jamais représenté, comme le croyait Kaufmann, par des marnes, 2° que le faciès des grès du Hohgant peut se rencontrer aussi bien au niveau des couches à N. complanata, qu'à celui des « Pectinitenschiefer » et qu'il peut remplacer complètement ces derniers. Après cela il décrit successivement 24 coupes de la série des couches du Pilate, prises dans la série autochtone du massif de l'Aar (Kistenpass, Linthtal, Schlossberg sur Engelberg, Titlis, glacier de Rosenlaui, Blümlisalp, Balmhorn) dans les nappes helvétiques de la Suisse occidentale (Diablerets, Lohner, Gerihorn-Morgenberghorn) de la Suisse centrale et orientale (Waldegg-Beatenberg, Sigriswylergrat, Pilate, Mueterschwandenberg, Bürgenstock, Seewen-Schwytz, Sisikon, Aubrig, Fronalpstock, Näfels, Klönthal, Netstall, Churfirsten-Säntis, Wageten).

Il ne peut pas être question de parler ici de chacune de ces coupes, mais je tâcherai de faire ressortir les principales déductions que l'auteur tire de leur comparaison. En première ligne M. Heim, après avoir constaté la présence des grès glauconieux à *Num. complanata*, *Num. helvetica*, *Assilina exponens*, au Kistenpass, a été amené par l'analogie lithologique des profils à envisager comme le prolongement stratigraphique de ces couches lutétiennes les grès à *Num. Fabiani*, qui existent à la Gadmenfluh (Titlis) et qui ont été rangés par Baltzer dans le Bartonien I de Mayer-Eymar. Ayant posé ce premier jalon, il arrive logiquement à attribuer aussi au Lutétien moyen les grès quartzeux nummulitiques et les calcaires à lithothamnies de Rosenlaui, des Fisistöcke, du Balmhorn, que l'on a placés jusqu'ici au niveau du Bartonien.

Poursuivant le même raisonnement, l'auteur place en parallèle des couches du Pilate inférieures, les couches à Cerithes et les calcaires à petites nummulites de la série des Diablerets, de même que toutes les couches sous-jacentes aux schistes à Globigerines de la chaîne du Lohner et du Morgenberghorn.

A propos de la zone du Hohgant et du Sigriswylergrat, il montre les affinités lutétiennes des faunes comprises non seulement dans les grès du Hohgant et les calcaires à lithothamnies, mais aussi dans le Wildflysch sus-jacent, et arrive à la conclusion que la limite supérieure du Lutétien moyen doit être placée au-dessus des marbres de Ralligen. Puis vient la description de la série nummulitique du Klimsenhorn (Pilate), à propos de laquelle M. Heim insiste sur la nécessité de paralléliser les couches basales à *Num. uroniensis*, *N. contorta*, *N. striata*, *N. Boucheri* de cette série avec les couches à *Assilina exponens* du Kistenpass ainsi que sur la similitude presque absolue des couches suivantes, les grès quartzeux inférieurs du Klimsenhorn et les couches à *Num. complanata*, avec les termes correspondants de la série du Kistenpass.

M. Heim passe ensuite à l'étude du Nummulitique des chaînes calcaires de la Suisse orientale et démontre par les nombreuses coupes qu'il en donne, que dans leur ensemble ces dépôts comprennent en général un niveau inférieur gréseux et glauconieux, dans lequel les Assilines (*A. exponens*, *A. mamillata*) sont particulièrement abondantes, et un niveau supérieur plus calcaire, dont les fossiles les plus caractéristiques sont *Num. complanata*, *N. uroniensis* nov. sp. et *Num.*,

helvetica, qui supporte les marnes à Pectinites ou à Globigerines. Mais, si les couches inférieures deviennent moins détritiques et plus calcaires, les *N. complanata*, *Num. uroniensis* y apparaissent déjà en grand nombre, tandis que les Assilines y deviennent rares; et, si inversement les couches supérieures deviennent plus détritiques les Nummulines y deviennent moins nombreuses et peuvent manquer complètement.

Après avoir examiné ainsi le Nummulitique proprement dit, l'auteur étudie suivant la même méthode le Flysch; dans une introduction à ce chapitre, il rappelle que les dépôts du Flysch sont beaucoup plus riches en fossiles de Foraminifères qu'on ne l'a admis pendant longtemps, et que des couches à Nummulites sont interstratifiées sous forme de lentilles peu continues à différents niveaux du Flysch. Ensuite il reprend en détail une série de coupes à travers le Flysch, prises, dans la série autochtone (Ragatz, Sernfthal, Kistenpass-Linthtal, Schächenthal, Surenen), dans les Préalpes, dans les Diablerets et la chaîne du Morgenberghorn, puis dans la grande zone synclinale qui s'étend de Habkern au lac des Quatre-Cantons, dans les environs de Lowerz et d'Einsiedeln, enfin dans les nappes du Säntis et du Mürtschenstock de la Suisse orientale.

D'après l'ensemble des observations faites par M. Heim dans les vallées de la Sernf et de la Linth jusqu'au Kistenpass, on peut définir la série du Flysch comme suit :

1° A la base vient un complexe de marnes schisteuses, qui s'amincit fortement du S au N et qui vers le S comporte la superposition des marnes à Globigérines sur les schistes à Pectinites, tandis que vers le N les premières subsistent seules.

2° Sur cette série on trouve dans le haut du bassin de la Linth des alternances de schistes et de bancs gréseux, qui font complètement défaut vers le N.

3° Le terme suivant comprend des grès tachetés, du type des grès de Taveyannaz, qui vers le N reposent directement et par un contact franc sur les schistes à Globigerines, et qui passent vers le haut aux :

4° Schistes ardoisiers à poissons d'Elm. Ceux-ci deviennent plus gréseux vers le S et passent ainsi latéralement à des alternances de schistes et grès (500-1000 m.).

5° Viennent ensuite dans la vallée de la Sernf des marnes schisteuses, dans lesquelles s'intercalent des bancs calcaires avec *Num. atacica*, *Num. gallensis*, *Num. complanata*, *N.*

Murchisoni. Assilina granulosa, Orthophragmina Archiaci (500-1000 m.).

6° Enfin le Wildflysch, épais de plus de 1000 m., couronne la série de ses grès, ses brèches polygéniques et ses schistes. Dans ce dernier terme du Flysch MM. Heim et Oberholzer ont retrouvé des bancs de calcaire nummulitique, qui contiennent les mêmes espèces que celle du niveau sous-jacent.

En se basant sur les Foraminiféres récoltés dans les deux complexes supérieurs de cette série, on arrive à la nécessité de classer tout l'ensemble de celle-ci non seulement dans l'Eocène, mais encore dans le Lutétien. Ce premier point fixé, M. Heim place, par comparaison, au même niveau l'ensemble du Flysch du Schächenthal, des Surenen, de la vallée d'Engelberg et de la zone des Scheidegg; il fait seulement une réserve pour les « grès d'Altdorf » qui, susjacents au Wildflysch, appartiennent peut-être, avec le « Flysch d'Obwalden », au Bartonien.

L'auteur traite ensuite rapidement du Flysch des Préalpes, de la nappe des Diablerets, de la chaîne du Morgenberghorn et des environs du lac de Thoune, qu'il classe entièrement au niveau du Lutétien supérieur, y compris les grès de Rallingen, qu'il croit devoir séparer de la Molasse pour les attribuer au Flysch. Il décrit plus en détail le complexe de marnes schisteuses avec marnes nummulitiques intercalées, qui se développe au S du lac de Sarnen et que Kaufmann avait parallélisé avec les couches du Pilate, tandis qu'il appartient au Flysch inférieur. Ces couches contiennent *Num. gallensis, Num. complanata, Assil. granulosa, As. Leymeriei*, elles présentent une incontestable analogie avec les couches qui affleurent entre la Molasse et le Crétacique près du lac de Lowerz, et qui ont été désignées par Kaufmann comme « Rigi-Schichten ».

Passant à l'étude du Flysch dans les nappes helvétiques de la Suisse orientale, M. Heim décrit d'abord à ce point de vue les environs d'Einsiedeln. Il montre qu'entre Einsiedeln et Iberg le Flysch est très régulièrement disposé en une série concordante, ne comportant aucun repli visible, et très probablement renversé sous le front de la chaîne crétacique des Aubrig; puis il constate que dans le complexe puissant du Flysch sont régulièrement interstratifiés trois niveaux nummulitiques, l'un près d'Eutal, les deux autres plus au N vers les carrières de Steinbach et de Kalch. Ces trois niveaux contiennent *Num. Murchisoni, N. irregularis, Assil. granulosa*, avec bon nombre d'autres espèces; la couche médiane de

Steinbach renferme la faune lutétienne que les travaux de Mayer-Eymard ont largement fait connaître et pourtant ces formations nummulitiques ne se placent certainement pas à la base du Flysch, comme on l'admet généralement.

Parlant ensuite de la zone synclinale Amden-Wildhaus, dans la nappe du Säntis, M. Heim remarque que des lentilles calcaires et nummulitiques y sont interstratifiées dans un complexe de Widflysch typique bien au-dessus de la base et que les *Assilina granulosa* se retrouvent toujours dans ces interstratifications. Enfin il donne une coupe des formations éogènes du pli de Fli, sous-jacent à la nappe du Säntis : ici il a reconnu, au-dessus des marnes schisteuses à Globigerines deux niveaux nummulitiques : l'un, formé de calcaires, de grès verts et de marnes, est caractérisé par la présence de nummulites granuleuses et la persistance d'*Assil. exponens* et d'*Orthoph. discus ;* l'autre, plus élevé et formé surtout de calcaire, renferme en grande quantité *Num. distans.*

Le chapitre suivant, intitulé division lithologique et répartition des formations éocènes, établit la classification suivante :

1° Les couches du Bürgenstock (= Complanataschichten ou untere Pilatusschichten de Kaufmann) comprennent dans la chaîne du Pilate un niveau inférieur glauconieux, à *Assilina exponens*, *Num. uroniensis* et *Orth. discus* et un niveau supérieur calcaire et gréseux à *Num. complanata.* Vers le SW le niveau inférieur devenant de plus en plus sableux, *As. exponens* ne s'y trouve bientôt plus, tandis que *Num. striata* et *Num. Boucheri* prennent sa place; puis les couches à *Assil. exponens* disparaissent complètement dans les chaînes calcaires externes au N du lac de Thoune, pour ne se retrouver que plus au S dans la zone du Morgenberghorn sous forme de calcaires gréseux à *Num. uroniensis.* C'est à ce même niveau qu'appartiennent les couches à Cerithes des Diablerets, de la Blümlisalp et de la série autochtone d'Engelberg. Enfin ce niveau paraît manquer complètement au Säntis et dans la chaîne des Aubrig.

Le niveau supérieur parait être représenté dans les chaînes calcaires externes au N du lac de Thoune par les grès inférieurs du Hohgant ; dans la chaîne du Morgenberghorn, devenu plus gréseux, il contient des Orbitoïdes et de petites Nummulites; dans la chaîne des Diablerets il est représenté par les grès nummulitiques et les calcaires à petites nummulites (*N. contorta*, *N. Murchisoni*); dans la série autochtone du Titlis il est en grande partie formé de grès quartzeux à *Num.*

Fabiani; dans le Säntis il manque, tandis que dans la nappe sous-jacente du Mürtschenstock il est représenté par des couches marno-calcaires stériles.

2° Les couches d'Einsiedeln ou Flysch inférieur correspondent aux « Rigischichten » de Kaufmann ; elles se présentent sous deux faciès principaux : l'un, primairement méridional, que nous trouvons dans les nappes helvétiques supérieures, l'autre, septentrional, qui existe dans la série autochtone et les nappes inférieures.

Le faciès méridional débute par un complexe marneux et schisteux « Stadtschiefer », qui contient *Num. gallensis* et *As. exponens*, puis se continue par la série typique du Wildflysch, dans laquelle on récolte *Num. distans*, *N. irregularis*, *Ass. granulosa*, *Orthoph. Archiaci*, *Echinolampas affinis*, *Conoclypus anachoreta*, etc....

Le faciès septentrional est caractérisé à travers toute la Suisse par la présence des grès de Taveyannaz. Il est particulièrement bien développé dans le bassin supérieur de la Linth et de la Sernf, où il se divise comme suit de bas en haut :

1° Schistes à Globigérines, Stadtschiefer,
2° Grès de Taveyannaz.
3° Schistes ardoisiers et grès.
4° Schistes marneux avec bancs calcaires nummulitiques.
5° Wildflysch avec intercalations calcaires qui contiennent la fameuse faune d'Einsiedeln.

6° Les couches d'Obwalden, formées de grès polygéniques, recouvrent le Widflysch dans la région du lac de Sarnen et des Schlieren, où elles atteignent une épaisseur d'environ 1000 m. ; elles se retrouvent peut-être au sommet de la série autochtone des environs d'Altdorf, mais paraissent manquer partout ailleurs en Suisse.

Faisant ensuite une étude critique des faunes contenues dans les principaux gisements fossilifères de ces trois complexes, M. Heim arrive à identifier les couches du Bürgenstock avec le Lutétien moyen, les couches d'Einsiedeln avec le Lutétien supérieur et les couches d'Obwalden avec l'Auversien ; il donne le détail des parallélismes pour les diverses régions des Alpes suisses dans un grand tableau synthétique.

Le chapitre suivant est le développement de la notion de la lithologie comparée, qui doit, dans l'esprit de l'auteur, remplacer la méthode des parallélismes purement paléontologiques. M. Heim cherche à appliquer cette notion au cas particulier des formations éogènes des Alpes suisses et reprend ainsi à ce point de vue nouveau l'étude de chacun des grands complexes qu'il a définis antérieurement.

Il note d'abord l'extension des formations sidérolithiques dans les Alpes, extension qui est limitée à la série autochtone de la Suisse occidentale et centrale et aux nappes de Morcles et des Diablerets. Puis il étudie la répartition des faciès néritiques et franchement marins au niveau des couches du Bürgenstock, en suivant ces couches soit parallèlement, soit perpendiculairement aux zones tectoniques.

De cet examen comparatif il tire les conclusions suivantes:

1° Les couches du Bürgenstock ne se rencontrent que dans les séries à faciès helvétique.

2° En déroulant les nappes helvétiques de façon à rendre aux sédiments leur position primaire, on peut observer la succession de faciès suivante du N au S:

a) Le **faciès du Titlis**, qui est caractérisé par la présence à la base de l'Eocène de bolus sidérolithiques et de marnes à Cerithes et, au-dessus, de calcaires à lithothamnies et à petites nummulites (*N. striata*, *N. Heeri*) associés à des grès. Ce faciés se rencontre dans la série autochtone des Alpes d'Unterwalden et des Alpes bernoises, ainsi que dans la nappe des Diablerets.

b) Le **faciès du Bürgenstock**, qui comprend à la base les couches glauconieuses à *Ass. exponens* et *N. uroniensis*, puis les calcaires à *Num. complanata*, et qui se trouve dans la série autochtone de la Suisse orientale, dans la nappe inférieure de Wageten, et dans les nappes inférieures de la région du lac des Quatre-Cantons (Kistenpass, Wageten, Bürgenstock).

c) Le **faciès du Mürtschenstock** qui est développé dans les nappes du Mürtschenstock et de l'Axen, ainsi que dans la partie frontale de la nappe du Säntis, et qui comprend des grès verts à *Ass. exponens* et *Orth. discus*, puis des calcaires marneux sans fossiles.

d) Le **faciès du Drusberg** qui est localisé dans la nappe du même nom et qui comprend seulement des calcaires organogènes à *Num. irregularis*, *Num. Murchisoni*, *Num. complanata*, *etc...*, reposant sur les schistes de Wang.

Enfin dans la partie méridionale de la nappe du Säntis, soit dans la région d'Amden, des Churfirsten et de l'Alvier et dans la région de Räderten les couches du Bürgenstock paraissent manquer complètement, ou bien sont remplacées par la base du Flysch.

Considérant d'une façon comparative les dépôts détritiques dans ces différentes zones, M. Heim croit devoir constater une diminution progressive du grain dans ces dépôts du N

au S, et conclure de ce fait que dans leur majorité, ces éléments détritiques devaient avoir une origine non pas intra-alpine mais septentrionale. Ensuite il cherche à établir une classification des dépôts nummulitiques entre les faciès continental, néritique, bathyal et hyponéritique. Comme formations continentales il signale les couches à faune saumâtre ou d'eau douce, qui forment la base de l'Eocène dans le massif des Diablerets et plus à l'W dans les Alpes françaises, puis les couches semblables mais plus élevées qui sont intercalées dans les grès du Hohgant. Comme formations néritiques M. Heim envisage en première ligne les calcaires à lithotamnies, puis les grès du Hohgant et les calcaires sableux à *Num. complanata*. Comme formations bathiales il classe les grès verts et les calcaires glauconieux à *As. exponens* et *Orth. discus*. Les formations hyponéritiques occupent une position intermédiaire entre les sédiments néritiques et bathyals et correspondent au type des dépôts gréseux, dans lesquels sont associés *Num. uroniensis* et *As. exponens*.

Quant à la répartition géographique de ces divers faciès, telle qu'on l'obtient après le déroulement des nappes helvétiques et le rétablissement des positions primaires, elle est la suivante : Au NW se trouvait primairement une zone de formations néritiques associées à des dépôts saumâtres et continentaux (Titlis, bordure du massif de l'Aar, Diablerets, Hohgant); ensuite venait une zone de dépôts néritiques francs (Pilate), puis une zone à faciès hyponéritique (nappe du Wildhorn-Morgenberghorn, Bürgenstock) et enfin une zone bathiale (nappes du Mürtschenstock, de l'Axen et du Säntis de la Suisse orientale). Le maximum d'épaisseur des couches du Bürgenstock correspond à la zone néritique; de là ces formations diminuent d'une façon générale soit vers le S, soit vers le N; mais une complication intervient en ce sens que, suivant deux zones parallèles, dirigées du NE au SW, les couches de Bürgenstock font défaut; l'une de ces zones se suit le long du versant S du Pilate, la seconde passe par le S du Säntis et les Churfirsten et se continue probablement vers le SW devant le front de la nappe du Drusberg.

M. Heim consacre ensuite une partie importante de son travail aux variations générales des couches du Bürgenstock et à leurs relations avec leur soubassement. Il établit que les isopes de l'Eocène, c'est-à-dire les directions suivant lesquelles ces couches restent le plus semblables à elles-mêmes, sont orientées du NE au SW, en coupant les lignes tectoniques des Alpes suivant un angle aigu fermé à l'W. Il rappelle en

second lieu que les couches du Bürgenstock reposent en pénaccordance sur leur soubassement, couvrant des couches d'autant plus anciennes que leur position primaire était plus septentrionale : le Malm dans la série autochtone, l'Urgonien dans les nappes inférieures, le Crétacique supérieur dans les nappes supérieures.

Appliquant la méthode de la lithologie comparée à l'étude des dépôts du Flysch, M. Heim commence par établir l'existence de trois faciès principaux dans ce complexe :

1° Un faciès septentrional, caractéristique pour la série autochtone et les nappes les plus inférieures, dans lequel les grès de Taveyannaz constituent en grande partie les couches inférieures, tandis que le Wildflysch se développe ensuite.

2° Un faciès moyen, existant dans les nappes inférieures et moyennes, caractérisé par l'importance qu'y prennent les schistes à globigérines.

3° Un faciès méridional, qui se trouve dans le dos de la nappe du Säntis et dont toute la masse est formée par le Wildflysh.

Dans la Suisse centrale, c'est le faciès moyen qui tend à se développer jusque dans les nappes supérieures ; il en est de même dans la Suisse occidentale, où le faciès méridional n'existe plus que dans les nappes préalpines.

Dans l'ensemble des nappes helvétiques il est évident que les grès de Taveyannaz vont en diminuant d'épaisseur du N au S, tandis que les dépôts du Wildflysch commencent de plus en plus tôt dans la série lutétienne, si on les suit du N au S, si bien qu'au Säntis ils semblent remplacer les couches du Bürgenstock elles-mêmes. Ceci permet d'admettre comme certaine une origine septentrionale pour les grès de Taveyannaz, mais pour le Wildflysch la question de l'origine comme du mode de formation reste grosse de difficultés et ne peut pas encore être résolue avec certitude.

Quant aux conditions de profondeur, dans lesquelles se sont formés les dépôts si variés du Flysch, M. Heim montre qu'elles ont dû être très diverses, puisque les intercalations de calcaires à lithotamnies qu'on y trouve doivent être considérées comme néritiques, tandis qu'il faut attribuer à un faciès subnéritique les couches glauconieuses à Assilines, que les schistes à globigérines peuvent correspondre aux zones néritiques, subnéritiques et bathiales, que les schistes ardoisiers de Glaris sont un type bathial et que les grès divers ont dû se déposer d'une façon indépendante de la profondeur. Ce qui est certain c'est que la bordure septentrionale du géosyncli-

nal de la mer du Flysch devait suivre une ligne cachée aujourd'hui sous la Molasse qui, comme les autres lignes stratigraphiques des Alpes suisses, devait couper les lignes tectoniques suivant un angle aigu fermé à l'W; aussi les isopes des sédiments du Flysch suivent-elles une direction W 35° S.

L'histoire de la mer éocène dans la partie suisse du géosynclinal alpin est définie par M. Heim comme suit :

1° Transgression ou transmersion considérable sur presque toute l'aire d'extension des sédiments à faciès helvétique à l'époque des couches inférieures du Bürgenstock, soit au début du Lutétien moyen, puis accentuation de la transgression pendant le dépôt des couches supérieures de Bürgenstock.

2° Accumulation des dépôts du Flysch dans le géosynclinal conjointement avec un enfoncement de celui-ci dépassant 2000 mètres, puis ensablement du géosynclinal à la fin du Lutétien.

3e Emersion de toute la région alpine en relation avec un léger soulèvement de sa partie méridionale au début de l'Oligocène, puis érosion du continent de Flysch ainsi formé et dépôt à ses dépens de la Molasse inférieure sur l'avant pays.

4e Enfoncement du géo-synclinal molassique et accumulation accélérée de la Molasse helvétienne, dépôt d'origine méridionale.

5e Plissement de la Molasse subalpine à l'époque sarmatienne, puis érosion de cette molasse pendant le Pontien et première ébauche des nappes alpines méridionales.

6e Formation des nappes alpines en relation avec l'affaissement de la partie septentrionale de l'ancienne mer du Flysch et le plissement du Jura, déferlement de ces nappes jusque sur la surface érodée de la Molasse à la fin du Miocène et au début du Pliocène.

Avec ce chapitre se termine la partie stratigraphique de la monographie de M. Heim; les cent dernières pages de ce travail sont remplies par une étude paléontologique des Nummulitidés que l'on rencontre dans l'Eocène suisse.

Cette étude commence par celle du genre Nummulina, que M. Heim divise en 3 sections : 1° les formes à filet cloisonnaire simple et à surface non granulée; 2° les formes à filet cloisonnaire simple ou sémiréticulé et à surface granuleuse; 3° les formes à filet cloisonnaire réticulé.

La première section est représentée en Suisse par :

Nummulina complanata d'Arch. qui comprend 4 variétés : la variété type, la plus grande de toutes les Nummulites, qui est surtout abondante dans les calcaires des couches supé-

rieures du Bürgenstock; la variété *Dufrenoyi* d'Arch. et H., plus petite et moins épaisse que la précédente, qui se trouve surtout avec elle dans les calcaires supérieurs du Bürgenstock, mais se rencontre aussi dans les couches inférieures glauconieuses à Assilines et d'autre part, quoique en petite quantité, beaucoup plus haut dans le Flysch ; la variété *tenuissima* nov., forme grande et très plate, qui n'existe que dans les grès et calcaires glauconieux de la base des couches du Bürgenstock; la variété *minor*, forme petite (25-30 mm.) et relativement renflée, presqu'exclusivement localisée dans les bancs calcaires du Flysch inférieur.

Ces variétés peuplent toutes surtout les faciès néritiques, sauf la variété tenuissima, qui vivait dans les zones hyponéritiques et bathyales.

Nummulina helvetica Kauf. correspond à la génération mégasphérique de *N. complanata* et se différencie en 3 variétés, qui correspondent aux variétés type, Dufrenoyi et minor précitées, et qui leur sont respectivement associées.

Nummulina distans Desh. Cette espèce est très commune dans le Flysch inférieur, sous une forme il est vrai un peu plus petite et plus renflée que le type de d'Archiac.

Nummulina Tchihatcheffi d'Arch., que de la Harpe a confondue à tort avec *N. helvetica*, est la forme mégasphérique de *N. distans*, à laquelle elle est associée.

Nummulina irregularis Desh., qui, dans les 2 variétés type d'Arch, et *formosa* de la H., est très fréquente dans les calcaires du Flysch.

Nummulina subirregularis de la H., qui représente la génération mégasphérique de la précédente.

Nummulina Murchisoni Brunner, qui est représentée par une variété *minor* soit dans les couches du Pilate, soit dans le Flysch inférieur, par une variété *major* presque uniquement dans les couches d'Einsiedeln.

Nummulina Heeri de la H. petite forme mégasphérique, qui accompagne *N. Murchisoni* dans les couches du Pilate comme dans le Flysch.

Nummulina Boucheri de la H. petite forme mégasphérique, très commune dans le calcaire à petites nummulites des Alpes occidentales, qui se retrouve d'autre part dans les calcaires à lithothamnies des Ralligstöcke et dans les couches du Pilate. L'auteur distingue 5 variétés.

Nummulina atacica Leym. (= *N. Biarritzensis* de la H. = N. Ramondi d'Arch.) qui se rencontre dans les couches d'Einsiedeln.

Nummulina Guettardi d'Arch. et H., qui en est la génération mégasphérique et l'accompagne dans les calcaires organogènes du Flysch inférieur.

Nummulina contorta Desh. et *N. striata* d'Arch. et H., qui représentent les générations microsphériques et mégasphériques correspondantes et se trouvent dans les couches du Bürgenstock de la chaîne du Pilate.

Nummulina variolaria Sow., qui se trouve depuis les « Pectinitenschiefer » jusque dans le Flysch supérieur.

Nummulina semicostata Kaufm., rare, dans le Flysch de la région du Pilate.

Nummulina Montis-fracti Kaufm. dans les couches du Bürgenstock et les Pectinitenschiefer, rare.

La seconde section des nummulines, qui comprend les formes granuleuses avec filet cloisonnaire simple, est représentée dans l'Eocène suisse par les espèces suivantes :

Nummulina uroniensis nov. sp. Cette forme qui correspond à la Num. perforata var. uranensis de la H., mais qui est en réalité absolument distincte de *N. perforata*, est représentée dans les couches du Bürgenstock de l'Axenstrasse par une génération grande et microsphérique et une génération petite et mégasphérique. Ces deux générations possèdent des tours internes granuleux avec un filet cloisonnaire radié, tandis qu'aux plus grandes dimensions les granulations disparaissent, en même temps que le filet cloisonnaire se complique d'une part par une forme plus flexueuse de ses éléments, ensuite par l'apparition de liaisons entre ceux-ci. M. Heim décrit comme var. *pilatana* une forme possédant des piliers plus forts et un filet cloisonnaire plus compliqué, qui correspond à un type littoral et se rencontre dans les calcaires sableux du Pilate.

Nummulina gallensis nov. sp. Cette forme, caractéristique pour les calcaires glauconieux ou marneux des couches d'Einsiedeln, peut être considérée comme une mutation de *N. uroniensis*, dont elle se distingue par ses dimensions plus petites, par la forme plus régulière de sa spire dans le plan médian et par le fait que son filet cloisonnaire reste toujours simplement rayonné ou tourbillonné sans jamais se rapprocher du stade réticulé. M. Heim en décrit en détail les deux générations microsphérique et mégasphérique.

Nummulina Partschi de la H. et sa génération mégasphérique, *Num. Oosteri* de la Harpe. Ces deux formes sont très voisines de *Num. gallensis*, dont elles se distinguent par les

positions relatives des piliers et des septa; elles se rencontrent aussi dans le Flysch inférieur.

La section des nummulites réticulées est représentée dans le Nummulitique suisse par *Num. Brongniarti* d'Arch. et H. des couches du Pilate de la nappe du Wildhorn et par *Num. Fabianii* Prever des couches du Bürgenstock supérieures de l'Engstlensee.

Le genre Assilina fournit d'innombrables fossiles dans le Nummulitique suisse, mais qui se répartissent entre un petit nombre d'espèces :

Assilina exponens J. de C. est particulièrement commune, surtout dans les couches du Bürgenstock inférieures, mais elle se retrouve jusque dans le Flysch. Elle existe essentiellement dans les grès et les calcaires glauconieux et devait vivre dans des eaux peu troublées à salure normale de la zone hyponéritique ou bathiale.

Assilina mamillata d'Arch. et H. correspond à la génération mégasphérique de l'espèce précédente; elle est petite, lenticulaire, avec des tours externes complètement enveloppants.

Pour ces deux formes M. Heim distingue une variété *tenuimarginata*, dans laquelle les derniers tours s'amincissent très brusquement sur le retour de la spire, de façon à former tout autour de la coquille un rebord plat.

Assilina granulosa d'Arch. et H. est commune dans le Flysch où elle est représentée par deux variétés assez différentes : l'une, var. *minor* se rapproche de la var. *a* de d'Archiac, l'autre, la var. *major*, est non seulement plus grande, mais a des tours beaucoup plus minces, sans piliers ni granulations.

Assilina Leymeriei d'Arch. et H. représente la génération mégasphérique d'*As. granulosa*, var. *minor*, à laquelle elle est associée dans les intercalations calcaires du Flysch inférieur.

Après avoir fourni quelques renseignements sommaires sur les Operculines et les Hétérostégines, M. Heim aborde l'étude des Orthophragmina :

Orthoph. discus Rüt. est surtout abondant dans les « Pilatusschichten », mais se retrouve en quantité considérable dans le Flysch inférieur. L'auteur distingue dans la génération microsphérique 4 variétés : var. *laevitenuis* et var. *laevicrassa*, caractérisées par l'absence de granulations et distinctes seulement par leur épaisseur, correspondent à un type hyponéritique ou bathyal, commun dans les couches glauconieuses;

var. *granulatotenuis* et var. *granulatocrassa*, qui possèdent au contraire des piliers bien développés, se rencontrent dans les dépôts organogènes néritiques.

Orthoph. Pratti Mich. se rencontre dans les calcaires organogènes des couches du Bürgenstock; *Orth. tenella* Gümb. a été trouvé dans le Flysch et dans les couches du Pilate supérieures.

Orthoph. Archiaci Schlumb., relativement plus renflée et pourvue de piliers plus robustes et plus nombreux que l'espèce précédente, se trouve probablement déjà dans les couches du Pilate supérieures, mais surtout dans les calcaires nummulitiques du Flysch inférieur.

Orthoph. Sella d'Arch. caractérise les mêmes niveaux que les deux espèces précédentes.

Après ces formes particulièrement communes et caractéristiques, M. Heim cite sommairement, comme rencontrées dans les dépôts nummulitiques de Suisse, les espèces suivantes :

Orthoph. Bartholomei Schl. des couches du Bürgenstock et du Flysch inférieur.

Orth. dispansa J. de C. du Flysch inférieur.

Orth. Chudeani Schl. du Flysch inférieur, peut-être aussi des couches du Bürgenstock.

Orth. crassula Mayer Eymar du Flysch inférieur.

Orth. Marthae Schl. du Flysch inférieur.

Orth. varians Kaufm. des couches du Pilate supérieures et du Flysch inférieur.

Orth. Karakaiensis d'Arch. des couches du Pilate supérieures.

Orth. asteriscus Kaufm. du Flysch inférieur.

Orth. stellata d'Arch. des couches du Pilate supérieures et du Flysch inférieur.

Orth. radians d'Arch. des mêmes couches que la précédente.

Orth. patellaris Rütim. des calcaires à lithothamnies des Ralligstöcke, avec *Orth. variecostata* Gümb.

Orth. furcata Rütim. du Nummulitique de la nappe du Wildhorn.

Orth. lucifera Kaufm. des « Pectinitenschiefer ».

Orth. cf. *umbilicata* Deprat du Nummulitique de la série autochtone des Clarides.

Dans un dernier chapitre de son travail, M. Heim expose quelques idées générales sur le dimorphisme des Nummulitidés, sur leur ontogénie et leur biologie et sur leur valeur en tant que fossiles typiques de niveaux précis.

Il rappelle qu'entre les générations microsphérique et mégasphérique il y a des différences qui restent constantes d'une espèce à l'autre, mais qui tendent à s'accentuer chez les formes de grande taille, à s'atténuer chez les petites formes; ainsi la génération mégasphérique est toujours plus petite, avec des tours moins nombreux, et plus renflée; elle atteint en outre un développement ontogénique moins élevé. Ces deux générations, comme l'ont prouvé entre autres les travaux de Lister, de Schandinn, de Heckel, sont alternantes, l'une mégasphérique, dérivant d'une reproduction asexuée et donnant des produits sexués, l'autre, microsphérique, résultant de la copulation de ces produits et créant des produits asexués.

Chose curieuse, M. Heim a constaté non un mélange uniforme des deux générations, mais au contraire une séparation plus ou moins absolue de celles-ci en ce sens que les formes microsphériques sont localisées dans les formations bathyales, tandis que les formes mégasphériques se rencontrent dans les sédiments néritiques, et que les deux générations se mêlent dans les dépôts hyponéritiques.

Pour expliquer les intercalations lenticulaires de calcaires nummulitiques au milieu des sédiments détritiques, M. Heim suppose des migrations favorisées par les courants et effectuées non par des individus adultes, mais par des flagellospores et peut-être des pseudopodiospores. Il remarque ensuite que les espèces sont soumises à des variations de dimensions considérables d'un gisement à l'autre, sans qu'on puisse définir la cause de ces variations.

Au point de vue de l'adaptation plus ou moins facile à des conditions d'existence diverses, M. Heim distingue d'une part les formes sténobathes, liées à des conditions de profondeur étroites, et les formes eurybathes, pouvant vivre dans des profondeurs différentes, d'autre part les formes sténolithiques, qui sont localisées dans des faciès déterminés, et eurylithyques, qui sont répandues dans des faciès variés. Puis il établit pour le Nummulitique suisse la répartition biologique des espèces comme suit :

1° Type bathyal, sténobathe, sténolithique dans le calcaire glauconieux : *As. exponens*, *Orth. discus* var. *laevitenuis*.

2° Type néritique ou hyponéritique, hémisténolithique : *Num. uroniensis*, *N. gallensis*.

3° Type bathyal et nérithique, hémi-eurybathe, hémisténolithique : *Num. complanata*.

4° Type néritique, sténobathe, sténolithique dans les cal-

caires organogènes : *Num. distans*, *N. irregularis*, *N. atacica*, *Orth. Archiaci*.

5° Type néritique, hémisténolithique dans les grès, les marnes, les calcaires : *Num. variolaria*, *N. striata* (?), *N. Boucheri*.

En somme la majorité des Nummulitidés éocènes sont des formes néritiques.

Revenant pour finir à la question de l'ordre de succession des Nummulites M. Heim fait la critique des divers tableaux de succession établis par de la Harpe, M. Boussac et M. H. Douvillé et des notions phylogéniques développées par ce dernier auteur, qui lui paraissent basées sur des faits trop locaux. Il montre que les Nummulitidés ne se prêtent pas à l'établissement de parallélismes étendus, parce qu'ils sont liés à des conditions de faciès plutôt étroites et que leurs espèces ont eu en général une durée plus longue qu'on ne le suppose ; ainsi la répétition d'un même faciès provoque le retour des mêmes espèces.

C'est ainsi que la notion de la succession chronologique des couches du Pilate et des couches à petites nummulites de la Suisse occidentale doit être remplacée par celle de l'existence, à l'époque du Lutétien moyen, de deux provinces zoogéographiques, dont l'une, franco-alpine, était caractérisée par l'abondance des petites nummulites, l'autre, helvéto-bavaroise, caractérisée par les assilines et les grandes nummulites. Lors du dépôt du Flysch (Lutétien moyen) le contraste entre les deux provinces s'est considérablement atténué. La répartition des principales formes de Foraminifères entre ces deux provinces et dans le temps peut être établie comme dans le tableau (page 236).

Les sédiments de la province franco-alpine se retrouvent en Suisse dans les Hautes-Alpes vaudoises, dans la série autochtone du massif de l'Aar et dans les Ralligstöcke, donc dans l'aire d'extension d'une zone primairement septentrionale-occidentale. Ceux de la province helvéto-bavaroise existent dans les nappes helvétiques de la Suisse centrale et orientale, ainsi que dans la série autochtone des Alpes glaronnaises. Entre ces deux provinces il y a une zone de transition graduelle et M. Heim considére comme démontré le passage latéral des couches à grandes nummulites du Kistenpass, aux couches à Num. Fabianii du Titlis.

Pour conclure, M. Heim insiste encore sur la nécessité de substituer à la notion des parallélismes purement paléontologiques et basés sur les nummulites la méthode de la litho-

logie comparée introduite par M. Johannes Walter, ou mieux encore ce que l'auteur appelle la méthode intégrale, qui suit les passages latéraux en se basant sur une série de profils soigneusement étudiés.

L'interprétation que M. Arn. Heim a donné du Nummulitique suisse a du reste soulevé une sérieuse opposition, dont le principal interprète a été M. J. Boussac. Le savant connaisseur de l'Eogène maintient dans une première publication (**121**) la valeur de l'argument paléontologique pour la détermination des niveaux dans le Nummulitique, puisque cet ar-

	Province helvéto-bavaroise.	Province franco-alpine.
Lutitien sup.? (Auversien?)	N. distans, N. irregularis, N. Murchisoni var. major, N. atacica, As. granulosa.	
	N. gallensis, As. granulosa (N. complanata, As. exponens).	N. Partschi Oosteri.
		N. Boucheri (N. striata), N. variolaria.
Lutitien moyen	N. complanata, N. uroniensis.	N. Fabiani, N. striata, N. Heeri var. minor (= Murchisoni), N. Boucheri.
	N. uroniensis, As. exponens.	N. contorta (= striata), N. Boucheri (= vasca).

gument s'applique d'une façon tout-à-fait satisfaisante à l'ensemble des dépôts du système. Il conteste que les Nummulites soient aussi étroitement liées au faciès que l'a supposé M. Heim.

Dans une seconde note M. J. Boussac reprend plus en détail l'argumentation de M. Heim (**122**). Il commence par montrer que les couches nummulitiques d'Engelberg, que M. Heim a considérées comme synchroniques du Lutétien des environs d'Altdorf, sont en réalité priaboniennes, la similitude entre les deux dépôts résultant simplement du fait que tous deux représentent les niveaux de base, formés de grès et de calcaires, de séries nummulitiques transgressives.

L'auteur décrit ensuite en détail la transformation que subit la série nummulitique du N au S, soit au N du lac de Thoune, soit dans la nappe du Wildhorn. Au N du lac de

Thoune, la succession des assises comprend au Sigriswylergrat : 1° Les grès du Niederhorn avec leur interstratification de couches à Cerithes près de la base ; 2° les calcaires à lithothamnies et à petites nummulites ; 3° les schistes à globigerines, puis ils modifient vers le SE, d'abord par le remplacement des grès du Niederhorn par un faciès des schistes gréseux fauves, puis par la disparition progressive des calcaires à lithothamnies, enfin par l'apparition à la base de grès et de calcaires lutétiens à *N. aturicus*, *N. complanatus*, *O. discus*.

Dans la nappe du Wildhorn, on observe entre Lauenen et le Rawyl une transformation tout-à-fait équivalente. Ici on peut même constater la disparition complète vers le N du niveau des grès du Niederhorn. Sur le versant S du Niesenhorn, où ces grès existent encore, on trouve au-dessus d'eux une couche à *Cer. sublamellosum* d'Arch., dont l'âge priabonien ne peut pas être mis en doute et qui est plus jeune que la couche semblable des Ralligstöcke.

Quant au passage du Nummulitique des environs du lac de Thoune à celui des Alpes d'Unterwalden (Schlierengegend), M. Boussac l'envisage à un point de vue absolument différent de celui de M. Heim. Il suppose que les calcaires et grès à *N. complanatus* et les schistes à Globigerines sus-jacents de la région de la Schliere, qui représentent réellement le Lutétien, n'ont pas d'équivalent stratigraphique aux Ralligstöcke, tandis que les grès, les calcaires à lithothamnies et les schistes à Globigerines de cette dernière chaîne, représentant un niveau plus élevé, Auversien-priabonien, passent vers le N E à la partie supérieure des schistes et grès d'Obwalden. Ainsi les schistes à globigérines avec leurs intercalations calcaires se trouvent dans la Suisse occidentale seulement au niveau du Priabonien, tandis que dans la Suisse orientale ils se développent déjà à partir du Lutétien.

Dans un dernier chapitre M. Boussac reproche à M. Heim de s'être contenté, pour établir la caractéristique paléontologique des niveaux fossilifères du Nummulitique suisse, d'interpréter d'anciennes listes de fossiles établies par Renevier, Mayer-Eymar ou d'autres et qui ne peuvent servir à une discussion stratigraphique sérieuse. Il montre enfin l'impossibilité d'expliquer le fait que *Num. complanatus* d'une part, *Num. Fabianii* d'autre part ne sont jamais associés en admettant que ces deux espèces, considérées comme contemporaines, auraient été liées à des faciès différents ou bien auraient vécu dans des provinces zoogéographiques séparées. La vraie

raison de leur non association c'est que *Num. complanatus* appartient à une faune lutétienne, *Num. Fabianii* à une faune priabonienne.

Ainsi toute la stratigraphie du Nummulitique suisse s'explique d'abord par la transgressivité de l'Auversien sur le Lutétien et du Priabonien sur l'Auversien, ensuite par le le remplacement d'un Lutétien gréseux et peu épais dans la Suisse occidentale par un Lutétien beaucoup plus puissant et en grande partie schisteux dans la Suisse orientale,

M. M. Lugeon (**129**), qui étudie depuis plusieurs années le **Nummulitique des Hautes-Alpes berno-valaisannes**, ne peut pas se rallier non plus à la classification stratigraphique de M. Arn. Heim, Il a constaté que la série nummulitique commence dans les plis externes de la nappe du Wildhorn avec le Priabonien, puis plus au S avec l'Auversien et finalement avec le Lutétien à grandes nummulites et grandes orthophragmines, pour être réduit de nouveau au seul Priabonien dans la nappe supérieure de la Plaine Morte. D'autre part le Nummulitique s'appuie d'abord sur l'Urgonien au N, puis sur le Gault et le Crétacique supérieur plus au S, puis directement sur le Malm dans la nappe supérieure de la Plaine Morte.

Avec ces modifications se combinent des variations de faciès que l'auteur indique sommairement.

Quant aux grès des Préalpes internes, M. Lugeon les considère comme étant lutétiens et auversiens et comme superposés mécaniquement sur le Priabonien.

M. Fr. Jaccard (**128**) a découvert dans la **Brèche polygénique** du Niesen des blocs d'un calcaire oolithique à *Diplopora Mühlbergi* et *Orbit. conoïdea* tout semblable au Barrêmien de la Plaine Morte.

Molasse. La **Molasse de Vaulruz** a fait l'objet d'une brève étude entreprise par M. F. Damm (**123**) et présentée comme thèse à l'Université de Fribourg (Suisse).

L'auteur décrit dans cette notice les divers affleurements de cette formation que l'on rencontre dans les environs de Vaulruz, de Marsens, Vuippens et Hauteville ; partout la Molasse de Vaulruz se présente comme un grès très dur, riche en mica, de teinte grise. Cette formation est développée, comme on le sait, suivant une zone étroite au pied des Préalpes ; on la suit longitudinalement sur 15 kilomètres ; son faciès permet de la considérer comme un dépôt lagunaire.

Au point de vue tectonique M. Damm admet le chevau-

chement de la Molasse de Vaulruz sur la Molasse aquitanienne ; il montre en outre que la première ne constitue pas une série simple, mais comprend une première zone chevauchant sur l'Aquitanien, puis un anticlinal déjeté au N, dont la charnière est visible sur plusieurs points et dont le jambage méridional disparaît au S sous les moraines rhodaniennes.

L'épaisseur de la Molasse de Vaulruz paraît être d'au moins 450-500 m. Quant aux fossiles récoltés jusqu'ici dans cette formation, ils se répartissent entre les espèces suivantes

Trionix Lorioli.
Emis Laharpi.
Halitherium Schinzi.
Anthracotherium sp. ind.
Cyrena Brongniarti.

L'un de ces fossiles a été examiné spécialement par M. H. G. Stehlin (**132**). Il s'agit d'un fragment de crâne appartenant à une espèce d'Antracotherium de taille moyenne. Se basant sur cette détermination l'auteur attribue la Molasse de Vaulruz à l'étage stampien.

M. H. G. Stehlin (**131**) a d'autre part relevé le fait de la présence à Hammerstein, au N de Bâle, d'un sable marin contenant des débris de Mammifères qui permettent de l'attribuer à l'Helvétien. Il en conclut à une extension de cet étage beaucoup plus développée vers le N qu'on ne l'a admis.

Quaternaire

Alluvions pléïstocènes. M. B. Aeberhardt, poursuivant ses recherches sur la **continuation intramorainique des grandes terrasses quaternaires** (**133**), a retrouvé la Basse Terrasse le long de la vallée de l'Aar jusque dans la région du lac de Thoune, puis le long de la vallée de la Grande Emme jusqu'à Sumiswald et Signau. Il attribue au même niveau les alluvions de la vallée morte de Wolhusen-Willisau.

Il est arrivé à attribuer d'autre part à la Haute Terrasse de nombreux dépôts d'alluvions existant soit dans la vallée de l'Aar en amont de Berne, soit entre Berne, Münchenbuchsee et Wangen, soit à l'W de Soleure et conclut à une continuité évidente entre ces dépôts.

Quant aux jeunes alluvions des plateaux, l'auteur leur assimile d'une part un complexe de poudingue existant au « Forst » entre Berne et Laupen au niveau de 645 m., d'autre part un lambeau de graviers qui domine Langnau au N E.

Ces terrasses étant, dans l'esprit de l'auteur, le produit

d'alluvionnements interglaciaires, le fait qu'elles sont très développées dans certaines vallées, tandis qu'elles manquent plus ou moins complètement dans d'autres, doit s'expliquer par l'intercalation, dans le haut des vallées du second type, de grands bassins lacustres, dans lesquels se sont arrêtés les matériaux charriés par les fleuves. Ceci a amené M. Aeberhardt à chercher l'origine des lacs subalpins, qu'il croit devoir attribuer à une érosion glaciaire et sous-glaciaire.

Son étude a amené également M. Aeberhardt à reconstituer l'évolution du système hydrographique du Plateau suisse. Il admet que pendant la période interglaciaire Mindel-Riss l'Aar et la Singine n'étaient pas encore déviées vers l'W, que la petite Emme suivait la vallée de Wolhusen-Willisau, que la Reuss passait par la vallée de Baldegg et Hallwil, que la Linth coulait dans la vallée actuelle de la Glatt. Les déviations subséquentes de ces cours d'eau ont été déterminées par le creusement glaciaire des dépressions subalpines, qui n'ont pas une origine tectonique.

A la suite de cette communication, faite à l'assemblée générale de la Société géologique suisse, des réserves ont été exprimées par MM. Alb. Heim, E. Gogarten, M. Lugeon et H. Schardt; les trois premiers ont particulièrement insisté sur les dislocations qui ont affecté les régions subalpines, pendant les temps quaternaires.

D'autre part, M. Fr. Nussbaum (**149**), répondant aux publications consacrées en 1908 par M. Aeberhardt à la question du prolongement intramorainique des grandes terrasses d'alluvions, a contesté absolument l'interprétation donnée par notre confrère de Bienne des **formations quaternaires de la Gruyère**. Il a maintenu que, comme il l'avait établi antérieurement, la terrasse d'alluvions qui se relie aux moraines frontales du stade de Bühl aux Moulins près de Chateau-d'Oex se suit d'une façon continue jusqu'à Epagny et ne porte à sa surface aucune trace de moraine. Cette terrasse est tout à fait indépendante des alluvions qui, à Villarvolard sont intercalées entre de la moraine de fond rhodanienne et une moraine terminale du glacier de la Sarine; elle est évidemment beaucoup plus jeune; on n'a aucune raison de l'attribuer à la phase interglaciaire Riss-Würm, comme le fait M. Aeberhardt.

M. Nussbaum considère d'autre part les alluvions de la colline de Morlon, dans lesquelles M. Aeberhardt veut voir un lambeau de Dekenschotter, comme un dépôt accumulé entre

deux langues du glacier de la Sarine, au moment où celui-ci déposait les moraines frontales voisines.

Il faut citer aussi, comme dénotant des idées diamétralement opposées à celles de M. Aeberhardt, une notice que M. J. Hug (**146**) a consacré aux **Terrasses de la vallée du Rhin entre Bâle et Schaffhouse.**

M. Hug a constaté dans les vallées du Rhin, de la Toess et de la Thur l'existence, au-dessous de la Basse Terrasse proprement dite qui se relie aux moraines les plus externes de la glaciation de Würm, d'une terrasse inférieure, qui ne peut en aucune façon être considérée comme une simple terrasse d'érosion, et qui se raccorde vers l'amont avec les moraines internes de Würm.

Cette nappe d'alluvions inférieure est très facile à suivre le long du Rhin entre Bâle et Eglisau à 17-20 m. au-dessus du fleuve; elle prend un développement particulièrement grand dans le bassin inférieur de la Toess, où elle forme toute la plaine de Winterthur, pour s'étendre de là dans les vallées de Wiesendangen, d'Elgg-Aadorf et de Seen-Iberg ; on la retrouve vers l'embouchure de la Thur, au niveau de 400 m. et en relation évidente avec les moraines internes de Würm. Enfin entre Schaffhouse et Stein am Rhein le même système d'alluvions existe encore, mais il tend vers l'E à s'étager en plusieurs niveaux, dont chacun aboutit à une moraine frontale. Il est clair qu'ici cet échelonnement est en relation avec l'écartement des moraines internes concentriques.

La terrasse inférieure signalée par M. Hug est évidemment due à un alluvionnement fluvio-glaciaire indépendant de celui de la Basse Terrasse et qui joue, relativement aux moraines internes de Würm, le rôle que joue la Basse Terrasse elle-même relativement aux moraines externes de la même glaciation. Ces deux phases d'alluvionement ont été séparées dans toute cette partie de la vallée du Rhin par une importante phase d'érosion, qui doit correspondre à la « Laufenschwankung » de M. Penck et qui prend une importance presque comparable à celle des phases d'érosion interglaciaire.

M. F. Antennen (**134**) a publié une description des **formations quaternaires de l'Emmenthal.** Il a commencé par établir l'existence, aussi bien dans la vallée de l'Ilfis que dans celles de l'Emme et du Röthenbach, d'une terrasse d'érosion, qui représente pour lui le reste d'un fond de vallée datant de la période interglaciaire Riss-Würm. Cette terrasse, qui à Burgdorf, domine de 50 m. le fond actuel de la vallée, s'élève un peu plus

rapidement que celui-ci dans la vallée de l'Ilfis ; dans la vallée de l'Emme, il montre une dénivellation brusque près d'Eggiwyl, à l'endroit où évidemment la convergence de deux langues glaciaires a déterminé un surcreusement particulièrement fort.

Sur la surface de ce palier M. Antenen a découvert quelques lambeaux de Haute Terrasse, en particulier près de Hasli, et surtout des dépôts morainiques de la période de Riss, qui sont en particulier très bien développés sur le versant gauche de la vallée d'Eggiwyl, Röthenbach, Jaspach.

A propos du cours pléïstocène de l'Emme, l'auteur se voit contraint par divers arguments de rejeter l'hypothèse, émise par M. Brückner, d'après laquelle cette rivière aurait suivi pendant la période interglaciaire la vallée de Schlangnau-Marbach-Escholzmatt. Il admet au contraire qu'à cette époque l'Emme passait déjà par le Rebloch, pour suivre ensuite son cours actuel. Le glacier de l'Emme, par contre, a occupé pendant la période de Riss, la vallée de Schlangnau-Marbach, l'a surcreusée et a détourné ses eaux du Schärtigthal dans la vallée supérieure de l'Ilfis.

La Basse Terrasse est conservée sous forme de grands lambeaux entre Oberbrugg et Emmenmatt; ses alluvions reposent en partie, près d'Oberbrugg, sur un dépôt d'argile évidemment accumulé dans un lac de barrage glaciaire de la période de Würm; en partie elles remplissent une tranchée d'érosion creusée dans ces argiles, correspondant ainsi à deux phases d'alluvionnement nettement distinctes.

M. Antenen discute ici la genèse de ces alluvionnements, que M. Brückner avec d'autres auteurs veulent attribuer à des émissaires latéraux du glacier de l'Aar. Il reconnait que des eaux de fusion de ce glacier ont dû s'écouler par les vallées du Jaspach et du Röthenbach, par celle de Zäziwyl-Signau et par celle de Walkringen, mais il constate que les terrasses d'alluvions qui bordent les vallées de l'Emmenthal sont en grande partie liées intimément à des cônes de déjections torrentiels, qu'elles sont donc surtout le fait de ruissellements locaux et non glaciaires. Ce fait est particulièrement manifeste entre Eggiwyl et Schüpbach, entre Langnau et Trübschachen, dans les vallées de l'Ilfis et de Schärlig, etc.

L'auteur admet donc que, dans la région de l'Emmenthal qui est restée en dehors des limites de la glaciation de Würm, l'époque de cette dernière glaciation a été marquée par un démantellement particulièrement important, qui a eu pour conséquence l'accumulation en amont de Burgdorf d'une quantité

considérable de graviers. Lors du retrait du glacier du Rhône, l'Emme s'est recreusée un lit dans l'épaisseur de ces dépôts, puis une nouvelle phase d'alluvionnement a repris, pendant laquelle de nouveaux cônes de déjection se sont développés et ont conflué, de façon à former une nouvelle couche d'alluvions la « jüngere Niederterrasse » de l'auteur. Enfin l'érosion a repris une fois de plus, avant le dépôt des alluvions récentes.

Attribuant ces alternatives d'alluvionnement et d'érosion à des variations climatiques, M. Antenen se demande en terminant, si ces variations sont les mêmes qui ont déterminé les retours offensifs des glaciers pendant les stades de Bühl et de Gschnitz.

M. E. Brückner (**140**) a, lui aussi, discuté à nouveau la question de la genèse des grandes nappes d'alluvions pléïstocènes. Il maintient la notion du caractère fluvio-glaciaire de ces dépôts et insiste sur le fait que, soit en Suisse, soit en Bavière et en Autriche, le passage latéral de la Haute et de la Basse Terrasse aux moraines de Riss et de Würm peut être pour ainsi dire directement constaté dans l'aire de chacun des grands glaciers.

L'auteur reconnait qu'à l'intérieur des moraines internes beaucoup de dépôts d'alluvions existent, qui doivent être interglaciaires ; mais il admet que ces formations ont dû se développer d'une façon indépendante, qu'elles ne sont pas dues à une cause générale, une cause climatique, par exemple, et qu'elles résultent en majeure partie des alluvionnements qu'ont du opérer par places les cours d'eau, pour rétablir un profil normal, là où l'érosion glaciaire avait créé antérieurement les anomalies qui caractérisent son action.

Moraines et blocs erratiques. M. E. Gogarten (**144**) a insisté sur l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir établir un tableau synthétique exact de la répartition des blocs erratiques dans les régions subalpines et montré l'insuffisance de la plupart des indications fournies par la bibliographie à ce sujet. Pour remédier dans l'avenir à ce défaut de précision, il propose que pour chaque bloc erratique intéressant on indique dorénavant : 1° la région ; 2° la feuille correspondante de l'Atlas Siegfried et le rectangle de cette feuille dans lequel se trouve le bloc, avec l'abscisse et l'ordonnée de l'emplacement exact relativement à l'angle S W du rectangle ; 3° l'altitude ; 4° la localité ; 5° les dimensions ; 6° la nature pétrographique ; 7° l'origine probable ; 8° l'état de conservation ou de

destruction ; 9° la bibliographie y relative ; 10° des observations diverses.

M. F. Nussbaum (**147**) a signalé quelques blocs erratiques rhodaniens récemment découverts au N du Napf. La limite vers le S du territoire que jonchent ces blocs correspond à peu près à la coupure passant de Sumiswald par Dürrenroth et Huttwyl à Schötz. Seul un bloc de gabbro granatifère a été trouvé notablement au S de cette ligne, dans le bassin supérieur de la Luthern ; aussi l'auteur se demande s'il ne faut expliquer ce cas isolé en supposant un transport effectué par des glaçons flottant sur un lac de barrage glaciaire.

M. F. Nussbaum (**148**) a poursuivi ses investigations à l'W de l'Aar et a découvert plusieurs blocs rhodaniens à l'E de Guggisberg, ainsi que sur le versant de la Giebelegg; dans la région de Schwarzenburg, Oberbalm, Thörishaus il a relevé la présence d'abondants dépôts morainiques également rhodaniens.

Plus au N, à Köniz, Bümplitz et Wangen, il a constaté la superposition des moraines rhodaniennes sur des alluvions anciennes ; enfin à l'E de Schwarzenburg, il a relevé la présence des moraines du glacier de l'Aar et, devant elles, il a trouvé des alluvions fluvio-glaciaires à Ellisried.

Ces différentes formations ont dû se déposer dans l'ordre suivant : les blocs rhodaniens de la Giebelegg et de Guggisberg datent de la glaciation de Riss ; les moraines de Schwarzenburg-Oberbalm, ainsi que celles de Köniz-Bümplitz et les alluvions d'Ellisried datent de la glaciation de Würm.

Mme Herm. W. Bodenburg-Hellmund (**136**) a entrepris une étude de détail du **paysage drumlinique qui sépare les vallées de la Glatt et de Pfäffikon**, dans le canton de Zurich.

Le territoire sur lequel se développe ce beau système drumlinique s'étend sur environ 45 kilomètres carrés dequis Dürnten et Grüningen au S jusqu'aux environs d'Uster au N. Il offre une inclinaison d'ensemble du S E au N W et tous les drumlins montrent un allongement parallèle à cette direction. La plupart d'entre eux ont une hauteur variant de 10 à 20 m. et une longueur de 200 à 600 m. pour une largeur très variable de 50 à 325 m. Quant à leur structure l'auteur distingue :

1° Les drumlins formés de moraine de fond seulement.

2° Les drumlins formés de moraine de fond enveloppant un noyau d'autre nature (molasse, alluvions, moraine plus ancienne.

3° Les drumlins d'érosion, qui en réalité se rattachent plutôt aux eskers qu'aux drumlins proprement dits. Ces collines sont constituées tantôt par de la moraine, tantôt par de l'alluvion fluvio-glaciaire.

Quant à l'origine de ces drumlins Mme Bodenburg-Hellmund a fait intervenir exclusivement une action accumulative du glacier: elle suppose un dépôt de moraine de fond accentué par l'inclinaison très faible du sous-sol et augmenté localement par des saillies de celui-ci qui, fonctionnant comme résistances au mouvement de la glace, diminuaient sa faculté de transport. Outre les dépôts morainiques, on trouve fréquemment à la surface du sol des sables et des graviers; ceux-ci se montrent spécialement dans les dépressions; on constate souvent que leur surface est encore couverte d'une mince couche de moraine et l'on peut ainsi les envisager comme plus anciens que les drumlins. Par places on rencontre d'autre part des dépôts très localisés de sables et graviers postglaciaires.

Mme Bodenburg-Hellmund a réuni dans un chapitre spécial les renseignements intéressant les lignites d'Oberberg près de Dürnten, de Schöneich au S d'Unter-Wetzikon et de Gossau; puis elle a abordé l'étude d'un système d'alluvions, qui est particulièrement bien visible sur les deux versants de la vallée d'Aathal, mais qui se retrouve dans le bassin de la Glatt, en particulier à Ober-Ottikon et au Senswald au N de Herrschmettlen. Ces dépôts très irrégulièrement stratifiés sont évidemment fluvio-glaciaires, ils passent par places à de la moraine et l'auteur, qui les décrit sous le nom d' « Aathalschotter », les assimile aux alluvions de la Haute Terrasse; leurs éléments constituants proviennent en partie du bassin de la Linth, en partie des Grisons.

Après avoir fourni quelques renseignements sur la Molasse d'eau douce supérieure, qui affleure soit aux environs de Mönchaltorf, soit plus au S dans la région de Gossau, Grüningen et Herrschmettlen, soit entre Dürnten et le lac de Pfäffikon, Mme Bodenburg-Hellmund refait comme suit l'histoire de la vallée supérieure de la Glatt pendant les temps pleïstocènes :

Cette vallée correspond à un ancien cours de la Linth; elle a été occupée pendant la glaciation de Riss par un bras du glacier du Rhin-Linth, dont on trouve les moraines à Ober-Uster ; puis, pendant la phase de retrait qui a suivi, elle a été d'abord couverte par les alluvions de l'Aathal, ensuite recreusée par une érosion énergique, tandis que sur certains

points se déposaient les couches à charbon d'Oberberg et Schöneich.

La crue de la période de Würm a été marquée d'abord par les dépôts des sables et graviers fluvio-glaciaires sous-jacents aux drumlins, puis par l'accumulation de la moraine de fond aux formes drumliniques caractéristiques.

En terminant Mme Bodenburg-Hellmund parle brièvement des alluvionnements récents et des formations de tourbières, qui intéressent son terrain d'étude.

M. A. Delebecque (**142**) a donné un aperçu général sur les **dépôts glaciaires du bassin du Doubs**. Il remarque d'abord que la vallée supérieure du Doubs en amont de Pontarlier est tapissée par une couche morainique, il est vrai peu épaisse et sans formes caractéristiques, qui déborde sur la vallée latérale du Rouge Bief. De Pontarlier ces dépôts s'étendent dans la direction de l'W, sur la vallée du Drugeon, montrant que le glacier du Doubs devait s'écouler, au moins en majeure partie, vers le bassin de l'Ain.

En aval de Pontarlier, on retrouve jusque près de Montbenoit, des formations morainiques clairsemées, correspondant, semble-t-il, à une langue peu importante du glacier du Doubs. Depuis là les dépôts attribuables à des glaciers sont localisés vers les débouchés des petites vallées affluentes, ainsi à Mont-le-Bon, en aval de Villers-le-Lac, près de Biaufond, au dessus de Goumois, immédiatement au N W de Soubey en dessous de Montmelon sur la rive droite, un peu en aval de Brémoncourt, immédiatement à l'aval de Saint-Hippolyte et à environ 4 km. plus à l'E au village de Bief. Par leur développement très local et par leur position ces dépôts semblent provenir exclusivement de petits glaciers locaux. M. Delebecque ne peut pas les rattacher à un glacier du Doubs prolongé jusqu'à Saint-Hippolyte et il considère qu'une grande partie des formations envisagées par M. Rollier (carte géol. suisse au 1 : 100 000, feuille VII, 2e éd.) comme moraines jurassiennes n'ont en réalité pas une origine glaciaire.

En terminant M. Delebecque signale quelques dépôts morainiques locaux qu'il a constatés dans les vallées de la Loue et du Lison.

Dans la même région, aux environs d'Arc-sous-Montenot, M. L. Rollier (**152**), a constaté d'une part des moraines jurassiennes bien caractérisées, qui ont dû, d'après les blocs qu'elles contiennent, être déposées par un glacier relativement grand, d'autre part, sur la surface de la roche sous-ja-

cente, de beaux polis glaciaires avec stries dirigées vers le N W. Les stries glaciaires montrent en partie ici les mêmes éraillures en arc de cercle, que M. Rollier avait observées déjà sur des surfaces polies de la Molasse à Freienbach sur la rive S du lac de Zurich.

Couches à végétaux. Mme H. Brockmann-Jerosch (**137**), profitant de la longue tranchée qu'a nécessitée l'établissement de la ligne du Ricken aux environs de Güntenstall, au-dessus d'Uznach, a repris en détail l'étude des couches à végétaux existant à cet endroit, qui ont été décrites déjà par MM. C. Schmidt et Neuweiler et classées comme interglaciaires.

L'auteur commence par prouver que la formation en question est un dépôt lacustre intimément lié à des moraines, qu'elle s'est donc déposée dans un petit lac barré par le glacier lui-même, qui devait s'élever encore dans cette région jusqu'au niveau de 490 m. et pousser son front jusqu'à Rapperswil. Les **couches à charbon de Güntenstall** appartiennent par suite au stade de Bühl.

Etudiant ensuite la flore fossile contenue dans ce dépôt, Mme Brockmann-Jerosch établit, par l'état de conservation de ces éléments, que ceux-ci ont dû provenir des environs immédiats, puis elle constate que cette flore correspond à un climat à peine plus froid, mais par contre beaucoup plus humide que le climat actuel. Elle déduit ensuite des caractères de cette flore que pendant le stade de Bühl les zones de végétation n'étaient en aucune façon abaissées par rapport à leurs positions actuelles d'une valeur correspondante à l'abaissement de la limite des neiges persistantes.

Ces deux faits principaux lui paraissant applicables à l'ensemble de la période glaciaire ; l'auteur admet donc comme deux faits généraux : 1° l'influence prépondérante de l'augmentation des précipitations atmosphériques sur l'extension des glaciers ; 2° l'indépendance des zones de végétation relativement à la limite des neiges persistantes.

Après avoir exposé ces idées absolument contraires à la théorie de Nathorst qui sert, pour la plupart des auteurs, de base à la géographie botanique moderne et pléïstocène, Mme Brockmann-Jerosch cherche à réfuter cette théorie elle-même par des arguments tirés de la répartition soit de la flore actuelle, soit des flores glaciaires ou interglaciaires ; elle arrive en particulier à montrer que, pendant toutes les phases des temps pléïstocènes, les végétaux qui couvraient le sol corres-

pondaient à un climat humique, mais de même température à peu près que le climat actuel, sauf évidemment pour les zones qui bordaient directement les glaciers. En terminant elle remarque que, si la théorie de Nathorst paraît être si souvent confirmée par l'étude des flores pléïstocènes, c'est que l'âge de celles-ci est presque toujours établi non d'après la position géologique du dépôt correspondant, mais d'après la nature des éléments végétaux, par conséquent suivant un préjugé déduit de la théorie même de Nathorst.

Loess. Pour compléter ces données intéressant les conditions climatiques des temps pléïstocènes, Mme H. Brockmann-Jerosch (**138**) a repris la question du mode de formation du Loess.

L'interprétation habituelle de ce dépôt, qui est considéré comme résultant d'accumulations éoliennes effectuées pendant la période interglaciaire Riss-Würm et par un climat chaud et sec, paraît à l'auteur peu conforme à plusieurs faits importants.

En premier lieu la flore bien connue de la brèche de Hötting, qui appartient à la période interglaciaire Riss-Würm, implique pour celle-ci un climat océanique typique, qui, vu l'intervalle relativement court qui a séparé les deux dernières glaciations, ne peut pas avoir été précédé ou suivi par une phase climatique chaude et sèche.

Le fait que le Loess est un dépôt éolien ne signifie en aucune façon que l'accumulation de ce dépôt soit liée à des conditions de température élevée ou de sécheresse ; il indique simplement que la surface du sol était dans certains territoires dénudée et pouvait alimenter les vents en éléments détritiques fins. D'autre part la présence dans le Loess de fossiles appartenant à des espèces qui vivent actuellement dans des climats froids et surtout humides, en particulier à *Succinea oblonga*, montre que la phase climatique correspondant au dépôt du Loess a été humide. Enfin il faut remarquer que les dépôts éoliens pléïstocènes sont surtout abondants dans les fonds de vallée c'est-à-dire sur des territoires relativement humides.

Tenant compte de ces considérations, Mme Brockmann-Jerosch admet que le Loess est le produit du remaniement par les vents des éléments fins des alluvions fluvio-glaciaires et elle cherche à établir la contemporanéité des deux formations. Elle conteste les conclusions que l'on a voulu tirer de la structure capillaire du Loess pour admettre une végétation de

steppes et un climat sec et réfute d'avance l'objection à ses idées que l'on pourrait tirer de l'absence d'interstratifications de Loess dans les alluvions, en montrant que les dépôts éoliens n'ont pu être conservés que là où n'est intervenue aucune inondation subséquente.

Ainsi, pour Mme Brockmann-Jerosch, le Loess proprement dit appartient non à une période interglaciaire, mais à la période de Riss; son dépôt a suivi directement celui des alluvions de la Haute Terrasse qu'il recouvre et il a été alimenté par les champs dénudés d'alluvions, qui étaient alors en voie de formation vers l'amont.

Passant au Loess plus récent, dont on retrouve des amas à l'intérieur des moraines de Würm, l'auteur montre que ces dépôts éoliens se sont partout accumulés sur les alluvions récentes et même sur les moraines de retrait de la glaciation de Würm directement après le dépôt de celles-ci. Ces formations ne sont donc pas contemporaines et ne peuvent pas correspondre à une phase climatique sèche ; elles se répartissent entre les stades successifs de retrait des glaciers, dont elles accompagnent pour ainsi dire les moraines et les alluvions du côté de l'aval.

Dans l'un de ces dépôts, qui existe dans la vallée du Rhin saint-gallois et a été décrit par M. Früh, on récolte du reste une faune, dont presque tous les éléments subsistent actuellement dans la même région et qui implique par conséquent un climat assez semblable au climat actuel.

Ainsi le Loess postglaciaire comme le Loess proprement dit se sont formés à petite distance des glaciers grâce à l'extension qu'avaient devant les moraines frontales les alluvions fluvio-glaciaires, constamment remaniées par les eaux et par conséquent dénudées. Si le Loess qui couvre la Haute Terrasse prend une importance particulièrement grande cela doit provenir du fait que les conditions nécessaires à sa formation ont subsisté pendant une durée particulièrement longue, et l'auteur voit dans ce fait un argument de plus en faveur de l'idée d'une importance très limitée du retrait Riss-Würm.

D'autre part le Loess étant considéré comme appartenant à une phase glaciaire, et les organismes qu'on y trouve impliquant un climat humide mais pas beaucoup plus froid que le climat actuel, Mme Brockmann-Jerosch croit pouvoir confirmer son opinion que les grandes crues glaciaires du Pléïstocène ont eu pour cause essentielle une augmentation de précipitations atmosphériques.

Eboulements pléïstocènes. M. P. Beck (**135**) a donné la description sommaire d'un vaste éboulement préhistorique descendu du Beatenberg. La chute de cette masse a été évidemment préparée par les nombreuses fractures qui coupent la chaîne; elle a consisté en un glissement de l'Urgonien sur son soubassement imperméable.

Un autre éboulement accumulé dans la vallée du Tessin entre Lavorgo et Chironico a été étudié et décrit par M. H. Schardt (**153**). La masse éboulée a provoqué ici, en barrant la vallée, la formation d'un gradin de près de 250 m. de hauteur, qui sépare deux tronçons à faible pente et à section normale.

Morphologie glaciaire. J'ai signalé plus haut, dans le chapitre des glaciers, plusieurs publications traitant de la question de l'érosion glaciaire. Il y a lieu de citer ici quelques notices qui touchent à cette question à propos de la morphologie des régions alpines et subalpines.

Le compte rendu des travaux du 9e congrès international de géographie contient, entre autres, de brefs rapports sur les excursions faites en Suisse à cette occasion. Dans l'un d'eux M. J. Früh (**143**) décrit sommairement l'itinéraire d'un voyage destiné à faire ressortir les formes diverses que l'on peut rencontrer en passant par Zurich, le lac des Quatre Cantons, le Brunig, la vallée de l'Aar entre Meiringen et Thoune, la Schynige Platte, le Kanderthal et le Valais.

Dans un autre de ces rapports M. E. Brückner (**139**) rend compte d'une excursion qu'il a conduite par Chamonix, Trient, Martigny, Sion, le glacier du Rhône, le Grimsel. Meiringen et le lac des Quatre Cantons. Il attire spécialement l'attention sur les influences variées qu'exercèrent sur la topographie soit l'érosion glaciaire, soit les accumulations morainiques.

Dans la Revue pour 1908 j'ai parlé d'un travail, dans lequel M. H. Hess cherchait à démontrer l'existence sur les flancs de la vallée du Valais de trois ruptures de pente délimitant entre elles quatre trogs emboités les uns dans les autres, et attribuait ces derniers aux quatre glaciations pléïstocènes.

Cette publication a subi la critique de M. H. Crammer (**141**) qui a objecté d'abord aux idées précitées sur la genèse des grandes vallées alpines l'impossibilité de supposer le glacier cantonné successivement dans les trogs de plus en plus bas admis par M. Hess, parce qu'il faudrait pour cela concevoir

un glacier diminuant de volume dans des proportions considérables d'une glaciation à l'autre et que ces diminutions ne seraient pas compatibles avec l'extension des deux dernières glaciations.

En second lieu M. Crammer montre l'insuffisance d'une méthode de recherche géophysique n'ayant aucune base géologique et ne comportant aucune observation sur le terrain, mais fondée uniquement sur une carte au 1 : 50000. Du reste, même dans l'Oetzthal que M. Hess a étudié directement, l'existence de plusieurs trogs emboités reste tout-à-fait hypothétique.

Répondant à ces critiques, M. H. Hess (**145**) a remarqué que, dans son idée un glacier n'a pas dû nécessairement être cantonné pendant la durée d'une glaciation dans le trog correspondant. Il a cherché en outre à justifier la méthode qu'il a appliquée à l'étude de la vallée du Rhône en Valais.

Généralités sur la période glaciaire. A deux reprises des Revues antérieures ont rendu compte de l'un ou de l'autre des fascicules successifs, qui ont formé la publication de MM. A. Penck et E. Brückner intitulée « Die Alpen im Eiszeitalter. » Aujourd'hui ce travail remarquable de synthèse est terminé et, dans sa dernière partie, M. A. Penck a cherché à préciser un certain nombre de déductions générales, qui ressortent de l'étude entreprise en collaboration avec M. Brückner (**151**).

Parlant de l'amplification des névés et des glaciers pendant la grande glaciation de Riss, l'auteur montre que les premiers ont subi alors une crue beaucoup moins considérable que celle des seconds, ce qui démontre que l'extension glaciaire a été provoquée non par une augmentation des précipitations atmosphériques, mais par un régime de basses températures. D'autre part la limite des neiges persistantes à cette époque s'élevait ou s'abaissait d'une région des Alpes à l'autre suivant une règle, qui concorde admirablement avec les variations actuelles dans les quantités de pluie ou de neige tombées sur ces diverses régions. La répartition des précipitations atmosphériques est donc restée la même depuis la glaciation de Riss, et cette conclusion est du reste confirmée par le fait du parallélisme de la limite des neiges persistantes à l'époque de Riss et de cette même limite telle qu'elle est actuellement, avec un écart d'environ 1200 m. Enfin l'on peut démontrer que la distance verticale, qui séparait pendant les dernières glaciations la limite des neiges persistantes et celle des forêts était

au moins égale sinon supérieure à ce qu'elle est de nos jours, tandis que, d'après une règle reconnue pour les névés et la zone des forêts actuels, cette distance aurait dû être plus faible lors des dernières glaciations, si celles-ci avaient été provoquées par un climat particulièrement humide.

Quant à la vitesse d'écoulement des grands glaciers pléïstocènes, M. Penck admet qu'elle était beaucoup plus voisine de celle des glaciers alpins actuels que de celle des glaciers groenlandais; il suppose pour le glacier du Rhône une vitesse approximative de 600 m. par an.

Dans un second chapitre M. Penck commence par montrer l'extension pour ainsi dire continue sur les deux versants des Alpes de quatre systèmes de terrasses d'alluvions liés à quatre systèmes morainiques; il constate ensuite que ces dépôts sont non seulement pléïstocènes, mais qu'ils sont séparés du Pliocène soit dans le bassin inférieur du Rhône, soit dans la plaine du Pô par une limite tranchée en relation avec des soulèvements.

Comparant la glaciation de Riss et celle de Würm, l'auteur montre que la limite des neiges persistantes a été en général plus basse de 100 m. pendant la première que pendant la seconde et que cette différence a été provoquée essentiellement par une différence de température. Quant au fait qu'en Suisse la glaciation de Riss a dépassé l'extension de celle de Mindel contrairement à ce qui s'est produit en Autriche, M. Penck l'explique par un soulèvement des Alpes suisses survenu pendant les temps intermédiaires.

Pour l'auteur le fait que les périodes interglaciaires ont correspondu à des retraits considérables et prolongés des glaciers et à l'établissement d'une phase climatique chaude, est démontré soit par des arguments paléontologiques, soit par les relations et les contrastes existant entre les quatre systèmes fluvio-glaciaires successifs. Quant au Loess, M. Penck modifie son opinion antérieure en ce sens qu'il admet que ce dépôt s'est accumulé au moins en majeure partie pendant la phase progressive de la glaciation de Würm dans la zone comprise entre le territoire des névés et celui des forêts; sa manière de voir se rapproche donc sur un point de celle de Mme Brockmann-Jerosch citée plus haut.

Parmi les périodes interglaciaires M. Penck attribue une durée particulièrement longue à la période Mindel-Riss, en se basant 1° sur l'importance du travail d'érosion accompli dans l'aire d'extension du Deckenschotter, 2° sur le contraste existant au point de vue du degré de cimentation et de décompo-

sition entre le Deckenschotter et les alluvions de la Haute-Terrasse, 3° sur le démantellement très avancé des moraines de Mindel, 4° sur la netteté dans plusieurs vallées des restes d'un ancien thalweg attribuable à cette période interglaciaire. D'autre part M. Penck considère la période Riss-Würm comme beaucoup plus longue (3 : 1) que la période post-wurmienne.

Quant aux périodes glaciaires, l'auteur admet que leurs stades de maximum se sont prolongés pendant de longues durées, que celui de la période de Riss a duré plus longtemps que celui de la période de Würm et qu'il a été encore dépassé en durée par celui de la période de Mindel.

Après avoir consacré quelques pages à la discussion de la question des oscillations de Laufen et d'Achen, des stades de Bühl, de Daun et de Gschnitz, et avoir établi un schéma des oscillations climatiques des temps pléïstocènes, M. Penck donne quelques valeurs de durées, évaluant la période qui nous sépare du maximum würmien à plus de 20 000 ans, la période Riss-Würm à plus de 60 000 ans et la période Mindel-Riss à plus de 240 000 ans.

L'auteur cherche ensuite à établir la succession des faunes de mammifères dans les régions subalpines Nord pendant les temps pléïstocènes et spécialement à partir de la période de Mindel. Il constate l'acclimatation alternative dans ces régions de faunes arcto-alpines avec *Rhinoc. tichorinus*, renne etc,.. et de faunes de climat tempéré avec *Rhino c. Mercki*, *Elephas antiquus*, etc... Il distingue en outre une faune arcto-alpine ancienne, dont les restes sont mêlés aux silex moustériens et qui date de la période de Riss, et une faune arcto-alpine récente, qui correspond à la glaciation de Würm et à son stade de retrait, et qui est contemporaine des stations solutréennes et magdaléniennes. Enfin dans un dernier chapitre, M. Penck cherche à démontrer que la station récemment décrite par M. Bächler (voir Revue pour 1907) du Wildkirchli (Säntis) date de la période interglaciaire Riss-Würm, à laquelle elle se rattache, soit par ses silex moustériens, soit par ses débris d'ossements, qui appartiennent à une faune forestière alpine avec *El. antiquus*, *Rhin. Mercki*, *Ursus speleus*, etc...

A la suite de cet exposé, il suffit de citer ici un article très court, dans lequel M. A. Penck (**150**) donne à nouveau les arguments, sur lesquels il s'appuie pour rattacher les périodes glaciaires à des phases climatiques froides et non humides.