

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 13 (1914-1915)
Heft: 1

Artikel: IVe partie, Stratigraphie et paléontologie
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-157439>

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: 09.02.2026

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

cription tectonique; après avoir rappelé l'existence au S du Rhin de fractures qui prolongent la grande faille du Wehrtal, il signale deux failles, qui traversent le Rhin avec une direction SW-NE, un peu en aval de Wallbach; il montre ensuite que la région entre Rheinfelden et Kaiseraugst est coupée par toute une série de failles disposées de façon que, de part et d'autre d'une zone médiane, les compartiments sont affaissés en escalier soit vers l'E, soit vers l'W.

Cette notice est complétée par une petite carte tectonique et plusieurs profils.

M. P. NIGGLI (92) a décrit sommairement le gneiss de Laufenburg et surtout les roches filoniennes qui le recoupent; celles-ci sont en partie leucocrates et correspondent à une première venue, en partie mélanoocrates et appartiennent à une seconde venue. Toutes ces roches présentent du reste des affinités évidentes entre elles et sont des produits de différenciation d'un magma fondamental étroitement parent du granite de l'Albtal et de Tiefenstein. On peut admettre que cette région méridionale du massif de la Forêt-Noire a subi d'abord une intrusion granitique, bientôt suivie d'une injection intense, puis les deux venues filoniennes successives des roches leucocrates et mélanoocrates, dont la première a été accompagnée d'une seconde phase d'injection.

M. L. BRAUN (84) a résumé, d'après l'étude récente qu'en a faite M. E. Brändlin (voir *Revue* p. 1911), les caractères géologiques de la région du Jura tabulaire comprise entre la vallée de Frick et l'Aar.

IV^e PARTIE. — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE

TRIAS

M. H. REICH (95) a découvert dans le Servino de la série permo-triasique de la rive S du lac de Lugano, un niveau fossilifère, qui se trouve à quelques mètres au dessus des derniers bancs de porphyrite dans des grès quartzeux et micacés. Le gisement exploité est près de Serpiano; il a fourni : *Myophoria costata* v. Alb. en plusieurs variétés, *M. ovata* Goldf., *M. rotundata*, *Gervillia mytiloïdes* Schlot., *G. polyodonta* Stromb., *Pseudomonotis Telleri* Bittner.

D'après cette faune, le parallélisme de la couche en question avec le niveau supérieur de Campil ne peut pas faire de doute et on doit admettre comme certain aussi un parallé-

lisme entre les couches précitées à Myophoria du Mendrisiotto et celles qui ont été signalées antérieurement dans le Werfénien supérieur des Alpes orientales.

Dans une toute autre région, soit à la Neuwelt, près de Bâle, M. M. WEIGELIN (96) a relevé une coupe à travers les couches dolomitiques sus-jacentes au niveau du Schilfsandstein ; il a identifié cette série avec les niveaux des Hauptsteinmergel et des couches de Gansingen.

JURASSIQUE

M. L. ROLLIER (100) a publié en 1912 la 2^{me} partie de ses *Fossiles nouveaux ou peu connus des terrains secondaires du Jura et des régions environnantes*. Cette publication intéresse spécialement les Lamellibranches des familles des Arcidés, Nuculidés, Trigoniidés, Astartidés et des Cardiidés.

Comme Arcidés, l'auteur décrit en détail :

Arca jurana sp. nov. du Séquanien inférieur,

Cucculea Schalchi sp. nov. des couches à Ludw. Murchisonæ,

Cucculea oolithica sp. nov. du Bajocien supérieur,

Cucculea solodurina sp. nov. du Callovien inférieur ou Cornbrash,

Cucculea ampla sp. nov. de l'Oxfordien ou Terrain à chailles,

Cucculea rauraca sp. nov. du Rauracien inférieur,

Cucculea chatelotensis sp. nov. du Séquanien inférieur.

A propos de ces Cucculées, M. Rollier fait remarquer que ce genre apparaît dans les régions jurassiennes avec l'Aalénien et reste commun dans tout le Jurassique moyen, tandis qu'il redevient rare dans le Jurassique supérieur ; l'auteur donne une liste de trente espèces, qui se répartissent entre l'Aalénien et le Portlandien et cherche à préciser les limites à adopter entre les genres *Arca*, *Cucculea*, *Parallelodon* et *Beushausenia*.

Après avoir décrit deux espèces nouvelles d'*Isoarca*, *Isoarca Meylani* de la zone à *Pelt. athleta* et *Isoarca Schüleri* du Séquanien inférieur, puis *Nucula montenotensis* sp. nov. des marnes oxfordiennes à *Card. cordatum* et *Leda Matheyi* sp. nov du même niveau, M. Rollier termine son étude des formes taxodontes, en proposant l'adoption du genre nouveau *Nuculopsis* pour le groupe de *Leda Palmae* Sow., *L. Delila* d'Orb., *L. compressa* d'Orb., *L. Oppeli* Etal., qui est caractérisé par la forme ovale comprimée et

peu prolongée en arrière de la coquille, par les faibles dimensions des crochets, le peu de profondeur des impressions musculaires et la petitesse du sinus palléal.

A propos des Trigonies, M. Rollier décrit trois espèces du sous-genre *Lyriodon* : *L. alemanicum* sp. nov. des couches à *L. Murchisonæ*, *L. reticulatum* Ag. et *L. arduennense* sp. nov. des couches à *Card. vertebræ*, puis il donne une liste de 43 espèces de ce même sous-genre, qui s'échelonnent entre le Bajocien et le Crétacique inférieur.

Vient ensuite une étude de 4 espèces de *Myoconcha* : *M. gigantea* Mœsch des couches du Geissberg, *M. Germaini* sp. nov. de l'Argovien moyen-supérieur, *M. sequana* sp. nov. du Séquanien inférieur et *M. dactylus* sp. nov. des couches de Baden. Ces descriptions sont suivies d'une liste des espèces jurassiques de *Myoconques*.

D'après un échantillon plus que douteux provenant du Lias moyen de Franconie, l'auteur décrit l'espèce nouvelle *Praeconia* (?) *liasica*. Puis il aborde l'étude des *Astarte* jurassiques-crétaciques. Il décrit : *Astarte excelsa* sp. nov. des couches à *Coel. Blagdeni*, *Ast. Werveckei* sp. nov. du Terrain à chailles, *Ast. prælonga* sp. nov. de l'Aalénien, *Ast. Stebleri* sp. nov. du Rauracien et de l'Argovien ; puis il donne la liste des espèces de ce genre qui se rattachent au sous-genre *Coelastarte* et se rencontrent depuis le Lias jusqu'au Pliocène.

Les *Cardium* décrits par M. Rollier se répartissent entre les trois sous-genres *Protocardium*, *Integricardium* et *Pterocardium*. Dans le sous-genre *Protocardium*, l'auteur fait entrer quatre espèces nouvelles ; ce sont : *Protoc. argovianum* des couches à *Ludw. Murchisonæ*, *Protoc. Mattheyi* sp. nov. du Calcaire roux sableux de Liesberg du Callovien inférieur, *Protoc. Rauracum* du Rauracien inférieur et *Protoc. juranum* du Séquanien inférieur ; il décrit en outre à nouveau *Protoc. Ræderi* de *Lor.* de l'Oxfordien supérieur, et il donne la liste de trente-deux espèces, qui s'échelonnent sur les divers étages du système Jurassique.

Le sous-genre *Integricardium* est créé ici par M. Rollier pour *Cardium Dupinianum* d'Orb. et les formes voisines, qui sont caractérisés par l'absence de stries rayonnantes, par la forme bien définie du corselet et par l'allongement accusé de la coquille en arrière, qui donne à celle-ci une certaine analogie avec les Cyprines. Des représentants de ce sous-genre se retrouvent depuis le Dogger jusque dans le Crétacique moyen ; M. Rollier leur rattache quatre espèces nouvelles :

Integric. Pagnardi du Callovien, *Int. Triboleti* du Séquanien inférieur, *Integr. cyprinoideum* de l'Aptien, *Integr. Couloni* de l'Aptien également.

Le sous-genre *Pterocardium* est représenté depuis le Dogger jusque dans le Crétacique moyen par *Pteroc. pes bovis* d'Arch. du Bradfordien, *Pteroc. Buvignieri* Desh. du Rauracien supérieur, *Pteroc. valfinense* sp. nov. du Séquanien supérieur, *Pteroc. wimmisense* Ooster du Crussolien, *Pteroc. cochleatum* Qu. du Danubien, *Pteroc. alatum* de Lor. de l'Allobrogien, *Pteroc. aubersonense* P. et C. du Valangien, *Pteroc. impressum* Leym. de l'Hauterivien, *Pteroc. Couloni* sp. nov. de l'Aptien.

Enfin, en terminant, M. Rollier donne une description de deux espèces nouvelles de *Pachyerisma* : *P. vesuntinum* du Rauracien inférieur et *P. Desori* de l'Urgonien, et d'une espèce de *Diceras* : *D. porlandicum* Etal. du Bononien.

M. F. FAVRE (97), pour faire suite à des recherches antérieures, a étudié la question des relations phylétiques qui relient entre elles les diverses espèces du groupe d'*Oppelia subradiata* Sow. Il a redonné une description de *Opp. præ-radiata* Douv., *Op. subradiata* Sow., *Opp. fusca* Quenst, *Op. aspidoïdes* Op. et *Op. subdisca* d'Orb. Il a montré d'une part que plusieurs de ces espèces offrent des variations assez étendues, d'autre part qu'elles constituent dans leur ensemble un groupe très homogène, dont les divers termes sont reliés par une parenté évidente et qu'il est inadmissible de diviser, comme le voudrait M. Rollier, en plusieurs genres, d'après le développement du pourtour externe et du sillon latéral. Enfin M. Favre a insisté sur le fait que, tandis qu'on admet en général une succession et une filiation d'*Op. subradiata*, *Op. fusea* et *Op. aspidoïdes*, ces espèces ont en réalité coexisté, *Op. subradiata* se prolongeant jusque dans le Bathonien et *Op. aspidoïdes* apparaissant déjà par une mutation nettement définie dans le Bajocien.

Dans une très courte notice, M. M. LUGEON (99) a simplement signalé la découverte, dans l'Oxfordien du Col de Tanneverge, d'une tortue, qui n'est du reste pas déterminable exactement.

A la suite de ces publications il convient de citer une description, faite par M. A. JEANNET, du **Jurassique supérieur de la nappe rhétique**, dont des lambeaux sont conservés sur le Flysch du synclinal d'Ayerne, au NW des Tours d'Aï (98).

La description de M. Jeannet commence par un aperçu sur

la géographie et la tectonique de la chaîne des Tours d'Aï, comprise entre la Grande-Eau et la Tinière.

Les roches que l'on peut attribuer dans la région considérée au Jurassique supérieur de la nappe rhétique sont essentiellement des bancs de jaspe, purement siliceux à l'état frais, verdâtres ou brunâtres, qui sous le microscope apparaissent comme de véritables vases à Radiolaires plus ou moins métamorphisées. Le genre qui s'y trouve le plus abondamment est le genre *Cenosphæra* et la faune, pas plus du reste que la position tectonique, ne permettent une détermination stratigraphique précise, mais ces radiolarites appartiennent certainement au même système stratigraphique et tectonique que celles qui apparaissent dans le prolongement de la même zone vers le NE, puis dans le vallon de Vert Champ, dans le Bas Simmental, sur le Plateau des Gets, dans les Klippen d'Iberg, dans les régions de la Plessur, de l'Oberhalbstein dans les Grisons, et enfin dans la zone du Canavase. Dans le synclinal d'Ayerne, les radiolarites ne sont jamais accompagnées de roches ophiolitiques, contrairement à ce qui existe dans les zones plus méridionales ; elles forment des bandes incrustées dans des formations d'âge crétacique et appartenant à la même nappe rhétique.

CRÉTACIQUE.

Conjointement avec les radiolarites jurassiennes, M. A. JEANNET a étudié et décrit les formations crétaciques qui les accompagnent dans les lambeaux de la **nappe rhétique** conservés dans le synclinal d'Ayerne (98).

Ce sont d'abord des calcaires gris clair, un peu verdâtres par places et quelquefois siliceux à un degré variable, qui contiennent des *Aptychus* et qui sous le microscope apparaissent comme des vases calcaires très fines contenant par places des Radiolaires. Ces dépôts sont en contact avec les radiolarites, mais n'alternent pas avec elles et en sont séparés par une limite bien nette ; ils sont surmontés en général par des schistes foncés. Ce sont exactement les mêmes calcaires que ceux qui accompagnent les radiolarites dans les Préalpes fribourgeoises et bernoises, dans les Klippen d'Iberg et dans les Grisons, ainsi que dans la zone du Canavase ; d'autre part, ils ressemblent absolument aux calcaires du Biancone, qui, dans la région des lacs lombards, recouvrent des radiolarites jurassiennes. Aussi peut-on les considérer comme appartenant, au moins en partie, au Crétacique inférieur, en partie peut-être au Jurassique supérieur.

Mais la partie la plus importante de la description de M. Jeannet concerne des couches cénomaniennes fossilifères, appartenant aussi à la nappe rhétique et qui avaient été confondues jusqu'ici avec le Flysch du synclinal d'Ayerne.

Le complexe cénomanien comprend ici plusieurs faciès, ce sont :

1^o Des calcaires gréseux à grain fin, à patine grise ou rousse, formant tantôt un banc homogène, tant plusieurs bancs séparés par des lits marneux, caractérisés en première ligne par l'abondance d'*Orbitolina plana* d'Arch., mais contenant en outre une faune assez abondante ; au milieu de nombreux fossiles non déterminables exactement, M. Jeannet a reconnu les espèces suivantes :

| | |
|------------------------------|--------------------------------|
| Acanthoceras Mantelli Sow. | Pteria haldonensis Woods. |
| Pholadomya substriata d'Orb. | Neitheia striatocostata Goldf. |
| Cardium Guerangeri d'Orb. | Pecten orbicularis Sow. |
| Modiola sarthensis Guér. | Tylostoma ovatum Sharpe. |
| » reversa Sow. | Leptophyllia patellata Mich. |
| Pinna bicarinata Math. | Orbitolina plana d'Arch. |

2^o Des calcaires en bancs minces, de structure bréchiforme, séparés par des marnes, qui sont remplis d'*Orbit. mamillata* d'Arch. et qui ont fourni comme fossiles particulièrement caractéristiques :

| | |
|------------------------------------|----------------------------------|
| Turritella cf. Fittoniana Münster. | Serpula gordialis Schl. |
| Cerithium. aequale Gein. | Cidaris af. vesiculosus Goldf. |
| » pustulosum Sow. | Cyclolites Guerangeri Edw. et H. |
| » Lallierianum d'Orb. | Orbitolina mamillata d'Arch. |
| Trigonia cf. crenulata Lam. | » conica d'Arch. |
| Neitheia alpina d'Orb. | |

3^o Des grès plus ou moins grossiers formés de fragments de radiolarite, de quartz et de calcaire clair néocomien, unis par un ciment jaunâtre, et remplis d'*Orbitolina conica* d'Arch. La surface des bancs est souvent marquée de nombreuses empreintes vermiformes ou en forme d'Helminthoides. A ces grès sont associés des calcaires gréseux et des marnes. La faune, plus pauvre que dans les niveaux précédents, comprend, à côté d'*Orb. conica*, *Orb. mamillata*, *Cerithium pustulosum* et des débris d'*Inoceramus*, *Ostrea*, de *Pecten*, de *Serpula*, d'Echinides divers et de Polypiers.

4^o Des grès siliceux, schisteux ou marneux par places, caractérisés par la fréquence de *Pecten curvatus* Gein. et de diverses formes de Turritelles, contenant aussi de petites orbitolines, probablement des jeunes d'*Orb. plana*.

5° Des brèches à pâte marno-calcaire avec des fragments de grès à Orb. plana, de calcaire noir et de radiolarite. Ces couches sont particulièrement riches en fossiles, qui y sont généralement accumulés en amas. *Orbit. mamillata* y est très abondante, les Gastéropodes y sont très nombreux et les Polypiers y forment une riche faune. Les espèces les mieux représentées sont :

| | |
|--|--|
| <i>Turritella</i> cf. <i>Fittoniana</i> Münster. | <i>Nucula impressa</i> Sow. |
| » cf. <i>cenomaniensis</i> Guér. | <i>Nucula Vibrayeana</i> d'Orb. |
| » cf. <i>Prevosti</i> d'Arch. | <i>Modiola Guerangeri</i> d'Orb. |
| <i>Scalaria Guerangeri</i> d'Orb. | <i>Pectunculus Requienianus</i> d'Orb. |
| <i>Natica Monnetina</i> Chelot. | <i>Neithea notabilis</i> Münst. |
| <i>Delphinula tuberculata</i> Guér. | » <i>sexcostata</i> Woods. |
| <i>Teinostoma cretaceum</i> d'Orb. | <i>Ostrea conica</i> d'Orb. |
| <i>Trochus Geslini</i> d'Arch. | <i>Serpula gordialis</i> Schaf. |
| <i>Turbo Guerangeri</i> d'Orb. | <i>Ceratotrochus minimus</i> From. |
| <i>Fusus</i> cf. <i>Renauxianus</i> d'Orb. | » <i>ornatus</i> From. |
| <i>Cerithium tectum</i> d'Orb. | <i>Trochocyathus gracilis</i> E. et H. |
| » cf. <i>Lallierianum</i> d'Orb. | <i>Cycloseris cenomanensis</i> E. et H. |
| » <i>pustulosum</i> Sow. | <i>Sphenotrochus gracilis</i> From. |
| » <i>dichacondratum</i> Den. | <i>Stylocyathus conjunctus</i> From. |
| <i>Emarginula Guerangeri</i> d'Orb. | <i>Montlivaultia inaequalis</i> E. et H. |
| <i>Protocardia hillana</i> Sow. | » <i>pateriformis</i> E. et H. |
| <i>Astarte similis</i> Münst. | <i>Trochosmilia praelonga</i> From. |
| » <i>Guerangeri</i> d'Orb. | <i>Orbitolina mamillata</i> d'Arch. |
| <i>Corbula elegans</i> Sow. | » <i>conica</i> d'Arch. |

6° Des poudingues formés d'une pâte gréuseuse à ciment calcaire et de galets en général petits de grès rougeâtres, de calcaires gris infracrétaïques, de quartzites blancs, de silex noirs et de radiolarites, qui ont été confondus avec le Flysch sous le nom de poudingues de la Mocausa. Ces couches ne comprennent que quelques rares débris de fossiles, parmi lesquels l'auteur a reconnu des *Inoceramus*, des *Aptychus*, des *Orbitolines*.

7° Des schistes argileux et des marnes foncées, qui forment la plus grande partie des affleurements cénonmaniens, s'intercalant entre les niveaux précités. Ces dépôts, qu'on pourrait fort bien prendre pour du Flysch, contiennent par places des orbitolines : *O. conica* et surtout *O. mamillata*.

M. Jeannet a procédé à la détermination des fossiles récoltés dans ces divers niveaux avec la méthode la plus scrupuleuse et a été conduit ainsi à faire suivre la description des couches cénonmaniennes d'un chapitre paléontologique, dans lequel chaque espèce reconnue est examinée d'une façon critique. Ce chapitre ne se prête pas à une analyse ; disons seu-

lement que l'auteur y donne une importance spéciale à la description des orbitolines, en particulier d'*Orb. conica* et *Orb. mamillata* qu'il considère comme formant un couple.

Par un examen approfondi et comparatif des types de sédiments décrits ci-dessus et en tenant compte de leurs positions respectives, M. Jeannet est arrivé à la conclusion, que les couches 1 et 4 représentent le même niveau modifié latéralement d'un point à l'autre et qu'il en est de même des couches 2 et 5. Les couches 1 à 5 se répartissent ainsi en trois niveaux : *a* (1+4), *b* (2+5) et *c* (3), dont les deux premiers sont caractérisés par une faune importante. Par la comparaison de ces faunes avec les faunes cénomaniennes d'autres régions, en particulier avec celles des environs du Mans, l'auteur a pu établir avec beaucoup de vraisemblance le parallélisme du niveau *a* avec le Cénomanien inférieur (craie à *Turrill. tuberculatus* et sables à *Perna lanceolata* et *Anorthopygus orbicularis* de la Sarthe, zone VII de M. Jacob) et du niveau *b* avec le Cénomanien moyen (sables et grès à Scaphites et Trigoniens du Maine) ; quant au niveau *c* sa faune est trop pauvre pour permettre une comparaison solidement fondée, mais sa position relativement aux deux autres permet de le placer avec beaucoup de probabilité au niveau du Cénomanien supérieur.

Quant aux couches 6, qui sont des conglomérats formés essentiellement de galets empruntés à la nappe rhétique, il paraît nécessaire de les attribuer à cette même nappe ; comme elles ne contiennent pas d'éléments provenant des grès cénomaniens, on est justifié à les considérer comme plus anciennes que ceux-ci, et d'autre part le caractère des rares orbitolines qui s'y rencontrent parle plutôt en faveur d'un âge cénomanien que d'un âge albien ou aptien. C'est pourquoi M. Jeannet voit dans ces poudingues un conglomérat de base de la série transgressive cénomanienne de la nappe rhétique. Enfin les schistes et marnes sont en partie intercalés entre les niveaux fossilifères précités ; ils contiennent localement *Orb. mamillata* et *Orb. conica* ; ils sont donc, en tout cas partiellement, cénomaniens. Ainsi la série cénomanienne en ordre normal comprend :

- 1^o Des conglomérats de base (couche 6) transgressifs sur le Néocomien et les radiolarites.
- 2^o Les grès à *Orb. plana* et à *Pect. curvatus* du niveau *a*.
- 3^o Une zone de schistes et de marnes.
- 4^o Les brèches et calcaires bréchiformes à *Orb. mamillata-conica* du niveau *b*.

5^o Une nouvelle zone de schistes et de marnes.

6^o L'épais complexe de grès et de marnes à *Orb. conica* du niveau c.

Cette série paraît devoir avoir à peu près 100 m. de puissance, elle passe vers le haut à des schistes et marnes gris ou roussâtres, qui représentent probablement le Crétacique supérieur.

M. Jeannet termine son étude par une comparaison des formations cénomaniennes de la nappe rhétique dans les Préalpes avec les dépôts contemporains d'autres régions, en particulier avec le Cénomanien de la bordure septentrionale des Alpes orientales, qui présente avec elles de remarquables analogies, soit lithologiques, soit faunistiques ; il fait ressortir aussi la ressemblance frappante qui existe entre les conglomérats cénomaniens du synclinal d'Ayerne et ceux de la région insubrienne, ces derniers se distinguant seulement des premiers en ce qu'ils contiennent par places des galets de roches porphyriques et granitiques. Il conclut de ces comparaisons qu'à l'époque cénomanienne devait exister une vaste aire de sédimentation détritique, qui correspondait à l'aire d'extension de la nappe rhétique et de la nappe austro-alpine inférieure (nappe de Bavière de Haug) et qui s'étendait de là, en contournant le massif du Mercantour au S, jusque sur la fosse vocontienne dans le SE de la France. Sur la bordure méridionale de cette aire des mouvements transgressifs du N au S se sont produits dans différentes régions.

Nous avons laissé de côté dans ce résumé la description détaillée des coupes qu'a données M. Jeannet en les complétant par des profils à grande échelle. Il est pourtant nécessaire de signaler, à la fin de ce compte-rendu, que les formations de la nappe rhétique présentent dans le ravin de Nairvaux, ainsi que dans les affleurements voisins, des formes disloquées d'une façon très compliquée, se pénétrant les unes les autres par des replis serrés et très contournés et entrant parfois en contact purement mécanique par suite de chevauchements locaux.

Nous devons à M. E. GANZ (101) une étude stratigraphique détaillée du Crétacique moyen des nappes helvétiques supérieures dans la Suisse orientale.

Après avoir donné un aperçu sur l'histoire de la stratigraphie du Crétacique moyen alpin, l'auteur établi un tableau des divers niveaux lithologiques et paléontologiques qu'il a reconnus; sa classification est la suivante :

- | | |
|-------------------|---|
| Cénomanien | 18. Seewerkalk inférieur (zones VII et VIII de Jacob). |
| | 17. Calcaire à glauconie disséminée avec <i>Bel. minimus</i> et <i>Bel. ultimus</i> (Ueberturrilitenschicht Arn. Heim). |
| | 16. Couche à Turrilites. |
| | 15. Grès concrétionnés supérieurs. |
| | 14. Grès concrétionnés inférieurs. |
| | 13. Couche fossilifère du Lochwald (zone VI ^a de Jacob). |
| Albien | 12. Couche de Twirren. |
| | 11. Couche du Flubrig (zone V de Jacob). |
| | 10. Couche du Durschlägi (zone IV de Jacob). |
| | 9. Couche de Niederi supérieure. |
| | 8. Couche de Niederi inférieure (zone III de Jacob). |
| Gargasien | 7. Couches de Brisi comprenant à la base un banc de grès, puis une zone à ostracés et une brèche échinodermique. |
| | 6. Couche de Gams. |
| | 5. Oolithe de Sternen. |
| | 4. Marnes de Luitere. |
| | 3. Couche de Durchgäng. |
| Bedoulien | 2. Couche fossilifère de Luitere. |
| | 1. Couche à <i>Rhynch. Gibbsi</i> . |

Après cette introduction, M. Ganz décrit en détail toute une série de profils, choisis dans les nappes du Säntis, de Räderten et du Drusberg. Il commence cette revision par le Crétacique moyen de Durschlägi, près d'Amden.

Ici, il y a une lacune entre l'Urgonien et les grès glauconieux de la base des couches de Brisi ; puis vient un banc de calcaire échinodermique à *Inoc. concentricus* et *Ex. aquila* (7,5 m.). La couche inférieure de Niederi est un calcaire grumeux et glauconieux (0,5 m.), elle passe au grès vert de Niederi (0,2 m.) ; la couche de Durschlägi est un grès calcaire et glauconieux, riche en nodules de phosphorite, qui contient à profusion *Inoc. concentricus* avec *Ter. cf. Dutemplei* (0,25 m.). Les couches du Flubrig sont formées d'abord d'argiles plastiques sans fossiles (2 m.), puis de calcaires schisteux à *Inoc. concentricus* et *Belem. minimus* (2 m.). Les couches de Twirren sont des calcaires irrégulièrement glauconieux et gréseux, qui contiennent *Holaster laevis*, *H. Perezi*, *Plicatula gurgitis*, avec des fragments de Lytoceras et de petites Belemnites (7,5 m.) ; elles comprennent ici le niveau du Lochwald et supportent directement les grès foncés à concrétions calcaires des Knollenschichten (12 m.).

Celles-ci passent aux calcaires à grain fin, riches en glauconie surtout à la base, qui sont caractérisés en première ligne par *Turril. Bergeri* et contiennent en outre *Ham. virgulatus* et *Bacul. Gaudini* (12 m.). Ce niveau est séparé du Seewerkalk par une zone de passage à glauconie moins abondante, avec *Bel. minimus* et *Bel. ultimus* (1 à 1,5 m.).

A une petite distance de ces affleurements, entre Amden et Weesen, la série médiocrétacique est déjà différente. Entre l'Urgonien et les couches de Brisi s'intercalent : 1^o des calcaires spathiques devenant glauconieux vers le haut et riches en silex, qui contiennent à la base des orbitolines, à leur partie supérieure *Rhynch. Gibbsi* (4,5 m.). 2^o une zone glauconieuse qui contient *Bel. semicanaliculatus* et *Douwil. nodosostatum* (forme de passage à *D. subnodosostatum*) et qui représente le niveau fossilifère de Luitere.

M. Ganz a examiné en détail 3 coupes prises à l'W. de la vallée de la Linth, à la Plattenalp, au dessus de Næfels, à la Rautialp et la Lachenalp, dans la vallée de l'Obersee.

A la Plattenalp, le profil reste assez semblable à celui de Durschlägi; la principale différence consiste dans l'apparition à la Plattenalp de calcaires gréseux et glauconieux au niveau de l'Albien supérieur, qui prennent un développement important dans la chaîne des Aubrig et y remplacent les grès concrétionnés (Aubrigschichten).

A la Rautialp, les couches de Luitere font défaut, et le faciès des couches d'Aubrig n'apparaît pas dans l'Albien supérieur; sauf cela, la série est semblable à celle de Plattenalp. Quant à la Lachenalp, elle montre un profil du Médiocrétacique très analogue à celui de la Rautialp avec les couches de Luitere en plus.

M. Ganz a continué son étude de détail dans le domaine des nappes de Räderten et du Drusberg et y a relevé toute une série de profils qu'il nous est impossible d'analyser ici. Nous chercherons par contre à suivre l'auteur dans la partie synthétique de son exposé, qui se rapporte à la nappe du Drusberg depuis les Alpes d'Unterwalden jusqu'à l'Alvier, à la nappe de Räderten et à celle du Säntis.

Le **niveau de Luitere**, formé de couches fossilifères à phosphorite, paraît se rattacher encore au Bedoulien; il est relié à l'Aptien supérieur par un passage graduel, tandis qu'il est séparé des couches sous-jacentes par une limite tranchée. Il n'est pas constant, mais apparaît suivant certaines zones dirigées du SW au NE et réparties dans les 3 nappes du Säntis, de Räderten et du Drusberg; son épaisseur varie de

0,05 à 0,5 m. ; son faciès est tantôt marno-gréseux, tantôt plus calcaire, avec une imprégnation inégale de glauconie et une riche teneur en concrétions de phosphorite. Les fossiles y sont abondants ; ils se répartissent entre les espèces suivantes :

| | |
|---|---------------------------------|
| Bel. semicanaliculatus Blainv. | Douvilleiceras Clansayense Jac. |
| Phylloc. Guettardi Rasp. | » Buxtorfi Jac. |
| » Goreti Kil. | Opis Sabaudia d'Orb. |
| Lytoceras Duvalianum d'Orb. | Plicatula inflata Sow. |
| Desmoceras Zürcheri Jacob. | Spondylus gibbosus d'Orb. |
| Parahoplites crassicostatus d'Orb. | Hinnites Studeri Pict. et R. |
| » Tobleri Jacob. | Terebratula Dutemplei d'Orb. |
| » Schmidtii Jac. | Catopygus cylindricus Des. |
| Douvilleiceras subnodosocostatum Sinz. | Discoides decoratus Des. |
| Douvilleiceras Martini var. orientalis Jac. | Peltaster Studeri Ag. |

A la base du **Gargasien** apparaît localement un grès glauconieux, épais de 0,5 à 2 m., contenant quelques concrétions de phosphorite et quelques rares fossiles mal conservés, entre autres de *Parahopl. Tobleri* et *Lytoc. Duvalianum*. L'auteur a constaté cette couche soit dans les Churfirsten, soit au Tierberg, au Fluhberg et à la Durchgäng (Wäggithal), et la distingue sous le nom de **couche de Durchgäng** ; il admet qu'elle a eu une extension beaucoup plus générale, puis a été en grande partie supprimée par érosion.

Il arrive du reste fort souvent que, les niveaux de Luitere et de Durchgäng manquant, l'Urgonien soit directement recouvert par les marnes de Luitere qui, avec un caractère nettement transgressif, forment la base du Gargasien ; ces marnes, tantôt finement schisteuses, tantôt plus compactes ou grumeleuses, sont développées dans les Churfirsten occidentales et la partie septentrionale de la nappe du Drusberg ; elles augmentent d'épaisseur du N au S, puis sont progressivement remplacées dans les Churfirsten orientales, l'Alvier et la partie S de la nappe du Drusberg par des calcaires échinodermiques-oolithiques, désignés sous le nom d'**oolithe de Sternen**. Sur cet ensemble de couches viennent des grès foncés brunâtres, en bancs dont l'épaisseur varie de 10 à 25 m. et qui sont développés dans les Churfirsten, ainsi que dans la nappe du Drusberg ; ce sont les **couches de Gams**, qui contiennent encore *Parahopl. Tobleri*.

Le Gargasien supérieur est représenté par les **couches de Brisi**, qui se composent de deux niveaux lithologiques nette-

ment distincts : 1° à la base le grès de Brisi, quartzeux et glauconieux, rubanné et souvent concrétionné, dont l'épaisseur augmente progressivement de 5 m. dans le Säntis jusqu'à 25 m. dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg, 2° vers le haut la brèche de Brisi, formée de débris d'Echinodermes, de Brachiopodes et d'Ostracés, mêlés à des grains de glauconie et de quartz, ainsi qu'à des spicules de Spongiaires ; cette couche, très constante comme la précédente dans les nappes helvétiques de la Suisse orientale, augmente d'épaisseur vers le SE et atteint plus de 30 m. dans la nappe du Drusberg ; elle peut être homologuée aux lumachelles du Vercors et de Lans et Royans dans la vallée du Rhône.

Le passage du Gargasien à l'Albien se fait dans le domaine de la nappe du Drusberg par un niveau, dans lequel les brèches échinodermiques se mêlent à des calcaires arénacés et glauconieux avec concrétions de phosphorite. Ces couches contiennent *Parahopl. Nolani* Seunes, *Parahopl.* ex af. *Milleti* d'Orb., *Leymeriella tardifurcata* Leym. ; elles paraissent être un peu plus jeunes que le niveau classique de Clansayes et sont désignées par M. Ganz sous le nom de couches inférieures de Niederi.

A la base de l'Albien apparaissent les couches de Niederi proprement dites sous la forme de grès quartzeux plus ou moins glauconieux, tantôt compacts, tantôt un peu schisteux. Ce niveau, qui fait défaut dans les nappes helvétiques inférieures, apparaît dans la nappe du Säntis, puis augmente d'épaisseur (jusqu'à 12-13 m.) dans la nappe de Räderten, pour diminuer ensuite de nouveau et disparaître dans la partie S de la nappe du Drusberg. Les fossiles y sont rares et mal conservés.

Le niveau suivant, dit de Durschlägi, apparaît dans la nappe du Säntis, où il repose vers le N directement sur le calcaire de Brisi, plus au SE sur les couches de Niederi ; il comprend une simple zone, épaisse de 1 m. au maximum, de grès glauconieux riche en phosphorite et en fossiles malheureusement mal conservés ; parmi ceux-ci on peut reconnaître :

| | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Nautilus clementinus</i> d'Orb. | <i>Natica gaultina</i> d'Orb. |
| <i>Desmoceras convergens</i> Jacob. | <i>Pecten raulinianus</i> d'Orb. |
| <i>Dentalium decussatum</i> Sow. | » <i>interstriatus</i> . Leym. |
| <i>Solarium Hugianum</i> Pict. et R. | <i>Inoceramus concentricus</i> Park. |
| <i>Scalaria clementina</i> d'Orb. | <i>Terebratula Dutemplei</i> d'Orb. |
| » <i>duponiana</i> d'Orb. | <i>Rhynchonella sulcata</i> Park. |

Les **marnes du Fluhbrig**, qui viennent ensuite, existent dans la nappe de l'Axen et dans les nappes helvétiques supérieures, où elles prennent une extension générale avec une épaisseur variant de 1 à 5 m. ; ce sont des marnes gréseuses et glauconieuses, contenant encore des nodules de phosphorite et caractérisées entre autres par :

| | |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Hoplites dentatus</i> Sow. | <i>Douvilleiceras mamillatum</i> Sow. |
| » <i>benettianus</i> Sow. | <i>Desmoceras Parandieri</i> d'Orb. |
| » <i>Deluci</i> Brongn. | » <i>Beudanti</i> Brongn. |
| » <i>auritus</i> Sow. | <i>Belemnites minimus</i> List. |

Les **couches de Twirren** existent dans toutes les nappes helvétiques de la Suisse orientale ; elles comprennent des grès verts, contenant des rognons de phosphorite et auxquels se mêlent, surtout dans la nappe du Säntis, des bancs ou des lentilles calcaires et des lits marneux. L'épaisseur varie beaucoup (de 1 à 10 m.).

La faune correspond à la zone V de M. Jacob et comprend :

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Hoplites auritus</i> Sow. | <i>Puzosia Mayori</i> d'Orb. |
| » <i>dentatus</i> Sow. | <i>Belemnites minimus</i> List. |
| <i>Donvilleiceras mamillatum</i> Schlot. | <i>Inoceramus concentricus</i> Park. |

La **zone du Lochwald** n'est distincte de la précédente et richement fossilifère que dans les digitations supérieures de la nappe du Säntis (nappes de Räderten et du Drusberg) ; elle atteint 2^m05 dans la nappe de Räderten et se réduit à 1 m. au maximum dans celle du Drusberg ; elle est formée d'un mélange de grès brunâtres et de calcaires à grain fin et contient une forte proportion de phosphorite. Sa faune se compose de :

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Nautilus Montmollini</i> P. et C. | <i>Mortoniceras Delaruei</i> d'Orb. |
| <i>Phylloceras Velledae</i> Mich. | » <i>cristatum</i> Deluc. |
| » <i>subalpinum</i> d'Orb. | » <i>Bouchardi</i> d'Orb. |
| <i>Kosmatella Agassiziana</i> P. et R. | » <i>Roissyanum</i> d'Orb. |
| <i>Desmoceras Beudanti</i> Brong. | » <i>inflatum</i> Sow. |
| » <i>Parandieri</i> d'Orb. | » <i>perlatum</i> nov. sp. |
| <i>Puzosia Mayori</i> d'Orb. | » <i>Hugardianum</i> d'Orb. |
| <i>Latidorsella latidorsata</i> Mich. | <i>Brancoceras varicosum</i> Sow. |
| <i>Hoplites laetus</i> Sow. | <i>Brancoceras Senequieri</i> d'Orb. |
| » <i>splendens</i> Sow. | <i>Hamites virgulatus</i> Brong. |
| » <i>Fittoni</i> Sow. | » <i>attenuatus</i> Sow. |
| <i>Acanthoceras Lyelli</i> Leym. | » <i>maximus</i> Sow. |
| » <i>Brottianum</i> d'Orb. | <i>Anisoceras armatum</i> Pict. |

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Anisoceras perarmatum</i> P. et R. | <i>Natica gaultina</i> d'Orb. |
| <i>Ancyloceras Blanchetti</i> P. et C. | <i>Avellana subincrassata</i> d'Orb. |
| <i>Baculites Gaudini</i> P. et C. | <i>Turbo pictetianus</i> d'Orb. |
| <i>Turrilites plicatus</i> d'Orb. | <i>Terebratula biplicata</i> Sow. |
| <i>Inoceramus concentricus</i> Park. | <i>Holaster laeyis</i> Deluc. |
| » <i>sulcatus</i> Park. | » <i>Perezi</i> Sism. |
| <i>Pholadomya genevensis</i> Pict. | <i>Discoides conicus</i> Des. |
| <i>Rostellaria orbignyana</i> P. et R. | |

Les grès concrétionnés, qui forment le passage entre l'Albien et le Cénomanien (Knollenschicht), se trouvent dans toutes les nappes helvétiques de l'E de la Suisse, mais atteignent leur plus grande épaisseur dans la partie S de la nappe du Säntis et dans la nappe de Räderten (18-22 m.). Ils sont formés d'une masse gréuseuse de quartz et de glauconie, dans laquelle sont englobées des concréctions calcaires à grain fin, et passent insensiblement vers le haut aux calcaires supracréta-ciques. Dans la chaîne des Aubrig, à la Righochfluh et au Bürgenstock le faciès devient purement gréseux (Aubrig-schichten) et les fossiles plus abondants : *Douvilleic. Mantelli* Sow., *Stolitzkaia dispar* d'Orb., *Turril. Bergeri* Brongn. Dans la partie méridionale de la nappe du Drusberg au contraire ces couches se confondent dans le faciès des calcaires de Seewen. Comme niveau les grès concrétionnés représentent ou l'Albien tout à fait supérieur ou la base du Cénomanien.

Les couches à Turrilites sont développées dans les nappes helvétiques inférieures et la partie septentrionale de la nappe du Säntis ; ce sont des calcaires glauconieux, dont la teneur en glauconie diminue de bas en haut ; on trouve à ce niveau encore quelques ammonites de caractère albien, mais la fréquence de *Schlænbachia varians* et de *Douvilleiceras Mantelli* permet de lui attribuer un âge cénomanien. Vers le haut ces couches passent à des calcaires gris avec des grains disséminés de glauconie (Ueberturrilitenschicht), qui contiennent *Bel. minimus* et *Bel. ultimus*, et qui établissent la transition aux calcaires de Seewen.

En résumé, si l'on envisage dans leur ensemble les formations médiocrétaciques du faciès helvétique, on constate d'abord que le Gargasien, qui fait défaut dans la série autochtone et les nappes inférieures, apparaît dans la partie méridionale du Säntis et la chaîne des Aubrig, puis augmente progressivement d'épaisseur vers le S par l'adjonction de termes de plus en plus anciens dans les nappes supérieures. Pour l'Albien les choses sont un peu plus compliquées ; cet étage existe avec une épaisseur considérable dans la série autochtone ; de là il subit une réduction progressive vers le S et atteint un

premier minimum dans la nappe du Mürtschenstock et la partie frontale de celle du Säntis ; de là il gagne de nouveau en puissance et arrive à un maximum dans la zone des Hohe Churfisten et de la chaîne de Wiggis ; puis un second minimum se trouve dans la région frontale de la nappe de Ræderten, suivi d'un dernier maximum visible à l'Oberalp et la Durchgäng ; à partir de là la diminution d'épaisseur est continue vers le S.

Après avoir comparé la série helvétique du Crétacique moyen avec les formations contemporaines du Dauphiné, du Vercors et du S de l'Angleterre, M. Ganz cherche à grouper les divers niveaux qu'il a reconnus dans le cadre stratigraphique établi par M. Jacob. Il admet que le niveau fossilifère de Luitere correspond à la zone Ib de M. Jacob, les marnes de Luitere représenteraient alors la zone IIa et les couches de Brisi les zones IIb et III ; la couche inférieure de Niederi doit se placer entre les zones III et IV, la couche de Dursschlägi est probablement contemporaine de la zone IV, tandis que les couches du Fluhbrig et de Twirren représentent la zone V et la couche du Lochwald la zone VIa. Quant aux grès concrétionnés, il est difficile de décider s'il faut les placer au niveau de l'Albien supérieur ou du Cénomanien, mais il paraît en tout cas justifié d'attribuer les couches à *Turril. Bergeri* au Cénomanien.

En terminant M. Ganz rappelle les nombreuses interprétations qui ont été données au mot Gault et il insiste sur la nécessité de corroborer les données de la paléontologie par des relevés précis des faits d'ordre stratigraphique et même tectoniques.

A la suite d'une série d'excursions dans la bordure externe des Alpes de Glaris et de Schwytz, M. L. ROLLIER (103) a reconnu la grande extension que prennent dans toute cette zone, les schistes supracrétaciques à fossiles pyriteux, qui ont été découverts pour la première fois par M. Arn. Heim dans le Toggenbourg et qui jusqu'alors avaient toujours été confondus avec le Flysch. M. Rollier, ainsi que d'autres personnes, ont découvert récemment des fossiles dans divers gisements de ces schistes ; ce sont des débris d'*Inoceramus*, des moules de *Gastéropodes*, des *Globigérines* et des *Textilières*. Il conclut de ses observations stratigraphiques et paléontologiques que la zone schisteuse qui s'intercale entre la molasse et les couches nummulitiques de Steinbach depuis le Wäggital vers l'W n'est pas du Flysch, mais appartient au Crétacique supérieur, spécialement au Sénonien et au Danien, et à l'Eocène.

TERTIAIRE.

Sidérolithique. — M. H.-G. STEHLIN (110) a continué en 1912 la publication de son étude des **Mammifères éocènes de la Suisse**; à propos des restes d'*Adapis*, découverts dans notre Sidérolithique, il a redonné une description détaillée soit d'*Adapis parisiensis* Blain, soit d'*Adapis magnus* Filhol, en se basant sur les matériaux provenant des phosphorites du Quercy et réunis dans les musées de Montauban, de Bâle et de Munich.

Parmi les matériaux provenant de Suisse, l'auteur a étudié un fragment de mandibule et deux molaires supérieures découverts au Mormont et décrits déjà l'un par Pictet et Humbert comme *Lophiotherium Laharpei*, les autres par Major sous le même nom, mais appartenant en réalité à une variété d'*Adapis parisiensis*. Il a établi une nouvelle espèce, *Adapis Rütimeyeri*, pour divers fragments récoltés à Egerkingen et en partie décrits par Rütimeyer sous les noms de *Ad. Duvernoyi*, *Ad. parisiensis* et *Dichobune Mülleri*. Cette espèce n'est pas directement voisine d'*Ad. parisiensis*, dont elle diffère par l'élargissement de ses molaires, par la forme de ses canines, par les dimensions réduites de ses prémolaires et par la division de la racine postérieure de P_2 ; par ses derniers caractères elle se rapproche plutôt de *Ad. magnus*. Enfin M. Stehlin étudie trois molaires supérieures d'un Adapidé, qui proviennent d'Egerkingen et qui présentent des analogies avec les dents correspondantes d'*Ad. Rütimeyeri*, mais s'en distinguent par les formes plus arrondies de leurs arêtes, par l'enfoncement plus marqué de la région médiane du bord externe, qui détermine à la fois un affaiblissement du cingulum et une indépendance plus accusée des tubercules externes et par divers caractères de la région interne. Ces dents appartiennent probablement à un genre nouveau.

Il est impossible de suivre ici M. Stehlin dans le détail de ses descriptions et je me contenterai de citer quelques-unes de ses conclusions concernant la répartition chronologique et la phylogénie des Adapidés.

Parlant des relations qui existent entre *Ad. parisiensis* et *Ad. magnus*, l'auteur commence par montrer qu'on ne peut pas considérer, comme le voudrait M. Leche, le second comme un représentant plus évolué de la même série à laquelle appartiendrait le premier; en réalité, si *Ad. magnus* est plus progressif qu'*Ad. parisiensis* par certains caractères, il l'est moins par d'autres; il paraît certain que ces deux espè-

ces appartiennent à deux phylums indépendants, et on peut admettre que *Ad. magnus* se rattache de beaucoup plus près à *Ad. Rütimeyeri* qu'à *Ad. parisiensis*.

Le phylum d'*Ad. parisiensis* est peut-être apparu déjà dans le Lutétien supérieur, où il serait représenté par les échantillons, il est vrai douteux, décrits des environs de Castres par Noulet sous le nom d'*Aphelotherium Rouxi*; il existait en tous cas dans le Bartonien, comme le prouvent les matériaux récoltés dans le Castrais et décrits par Filhol et ceux provenant de Lautrec que M. Stehlin a en partie lui-même examinés. Les restes d'*Ad. parisiensis* du Mormont et la plus grande partie au moins de ceux du Quercy appartiennent au Ludien inférieur, tandis que ceux du bassin de Paris proviennent du Ludien supérieur. On ne connaît jusqu'ici aucun représentant de cette forme à un niveau plus élevé.

Le plus ancien représentant connu qui puisse être rapporté, avec certaines réserves du reste, au phylum d'*Ad. magnus* et *Ad. Rütimeyeri*, est une forme qui n'a été découverte jusqu'ici que dans le Lutétien supérieur d'Egerkingen; comme échantillons bartoniens de ce même phylum, M. Stehlin cite en première ligne un des crânes d'*Ad. magnus* provenant des phosphorites du Quercy et conservé à Montauban, qui diffère des formes typiques de l'espèce par ses moindres dimensions et par la forme de ses canines inférieures et qui mérite d'être distingué comme *Ad. magnus* var. *Leenhardti*. Enfin ce phylum est particulièrement développé dans le Ludien inférieur, dans lequel il a été trouvé à Saint-Hippolyte, Hordwel, Lamandine et dans le Quercy; il n'est pas connu de niveaux plus élevés.

Une forme n'appartenant ni à la série d'*Ad. parisiensis*, ni à celle d'*Ad. magnus* est représentée par trois molaires supérieures seulement, à Egerkingen, et appartient vraisemblablement au Lutétien supérieur.

L'origine des Adapis ne peut, dans l'opinion de M. Stehlin, être cherchée ni dans les Plesiadapis, ni dans les Protadapis de l'Eocène inférieur d'Europe; il ne faut pas non plus admettre, comme l'ont fait Cope et plusieurs de ses successeurs, une parenté étroite entre Adapis et les Notharctidés de l'Eocène inférieur de l'Amérique du Nord, le genre *Pelycodus* en particulier. En réalité, les Adapidés et les Notharctidés ont subi des évolutions non seulement indépendantes mais divergentes dès le début de l'Eocène et ils paraissent occuper dans l'ordre des Primates des positions assez éloignées. Ainsi la question de l'origine des Adapidés reste ou-

verte et l'on ne connaît pas encore les formes de l'Eocène inférieur auxquelles ils se rattachent. On peut par contre supposer une parenté probable entre eux et les formes contemporaines des Omomyidés ainsi qu'avec le genre *Pronycticebus*.

Passant à la question de la position que doivent occuper les Adapidés dans la systématique générale des mammifères, M. Stehlin commence par montrer que l'idée développée par Filhol, d'après laquelle ces formes représenteraient un terme intermédiaire entre les Pachydermes et les Lémuriens ne résiste pas à une critique sérieuse. Il s'oppose ensuite à l'idée d'un rapprochement entre les Adapidés et les Simiens actuels, en prouvant que les analogies signalées entre ces deux groupes de formes peuvent fort bien provenir d'évolutions tout à fait indépendantes. Par contre il insiste sur les multiples analogies que l'on constate entre les Adapidés et les Lémuriens actuels, spécialement les Lémuridés de Madagascar ; il admet donc une parenté entre les familles des Adapidés et des Lémuridés, mais il exclut absolument la possibilité d'une filiation directe de l'une à l'autre, en se basant sur le fait que divers caractères sont déjà développés chez les Adapidés, en particulier dans la région antérieure de leur mâchoire, qui ne peuvent en aucune façon amener aux caractères des Lémuridés. Les Adapidés représenteraient donc un groupe de Lémuriens éteint dans le Tertiaire ou le Quaternaire.

Nummulitique. — M. J. BOUSSAC, qui poursuit depuis de nombreuses années l'étude du **Nummulitique alpin**, a réuni les données nombreuses qu'il a acquises sur ce sujet en deux beaux volumes, consacrés l'un à la paléontologie, l'autre à la stratigraphie du Nummulitique.

Dans son étude paléontologique (104) M. Boussac s'est occupé seulement des groupes fossiles, qui ont la plus grande importance au point de vue stratigraphique, soit des Nummulidés, des Echinides et des Mollusques. Le premier chapitre est ainsi consacré aux nummulites et à leur évolution ; l'auteur y montre l'extrême variabilité de ces organismes et met en lumière les caractères qui, étant relativement stables, ont la plus grande importance au point de vue de la détermination et des rapprochements phylogéniques. Ce sont : 1^o le développement des filets cloisonnaires et des granules, 2^o la forme des cloisons et des chambres dans le plan équatorial. Après cette introduction vient l'étude des espèces, dans laquelle M. Boussac a cherché à élucider les questions si embrouillées de la synonymie et a précisé pour chaque type

ses caractères particuliers avec l'étendue de ses variations. Les espèces ainsi décrites sont :

Nummulites planulatus Lam. (= *N. elegans* Sow.) qui représente une forme très à part, sans relation phylétique reconnue avec aucune autre (Yprésien).

Nummulites bolcensis Mun. Ch. (= *N. spileccensis* Mun. Ch.), forme de l'Yprésien à filets radiés et flexueux sans granules proprement dits.

Nummulites irregularis Desh. (= *N. distans* var. *depressa* d'Arch. et H., = *N. Pratti* d'Arch. et H., = *N. Lyelli* Schafh., = *N. subirregularis* de la Harpe), espèce très voisine de la précédente, dont elle est probablement dérivée, mais avec des cloisons plus serrées et des filets plus tourbillonnants (Lutétien).

Nummulites distans Desh. (= *N. polygyratus* Desh., = *N. Tchihatcheffi* d'Arch. et H.), grande espèce très commune dans le Flysch lutétien de la Suisse orientale, probablement dérivée de la précédente.

Nummulites Murchisoni Brunner (= *N. Heeri* de la Harpe), espèce très plate à filets cloisonnaires radiés, à lame spirale très mince et aux tours espacés, caractéristique du Lutétien, probablement dérivée de *N. bolcensis*.

Num. globulus Leym. (= *N. Ramondi* Defr., = *N. sub-Ramondi* de la Harpe, = *N. sub-globulus* de la Harpe), petite espèce renflée, à filets radiés droits, d'origine inconnue, qui caractérise le Lutétien inférieur.

Num. atacicus Leym. (= *N. biarritzensis* d'Arch. et H., = *N. Guettardi* d'Arch. et H., = *N. reticulatus* Schafh., non *N. biarritzana* d'Arch. 1837), espèce renflée à filets contournés ou méandriformes et à cloisons arquées, probablement dérivée de *N. globulus* et caractéristique du Lutétien.

Num. incrassatus de la Harpe (= *N. vasca* var. *incrassata* de la Harpe, = *N. Boucheri* pars et var. *tenuispira* et *incrassata* de la Harpe, = *N. Rosai* Tellini), petite espèce lenticulaire à filets radiés, droits ou ondulés, dérivée de *N. globulus*, très commune dans l'Auversien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien et l'Oligocène.

Num. vascus Joly et Leym. (= *N. Germanica* Bornem., = *N. Bezançoni* Tourn., = *N. Boucheri* de la Harpe pars, = *N. miocontorta* Tell., = *N. submiocontorta* Parisch), espèce dérivée de la précédente qui apparaît à la base de l'Oligocène.

Num. Chavannesi de la Harpe (= *N. Rutimeyeri* de la

Harpe), espèce du Priabonien, se rattachant probablement à *N. incrassatus*, qui a été souvent confondue avec *N. Bouillei*.

Num. striatus Brug. (= *N. contortus* Desh., = *N. Viquesneli* d'Arch. et H.) petite espèce aux filets radiés droits, aux cloisons droites et rapprochées, à la lame spirale épaisse, très commune dans l'Auversien des Alpes suisses et se continuant dans le Priabonien. Origine inconnue.

Num. Bouillei de la Harpe (= *N. Tournoueri* de la Harpe), espèce petite et plate, aux filets recourbés en arrière vers la périphérie, à la spire s'accroissant rapidement et à la lame spirale mince, qui est reliée à la précédente par des formes de transition et qui apparaît dans le Priabonien pour se continuer dans l'Oligocène.

Num. pulchellus Hantken in de la Harpe, espèce voisine de *N. striatus*, dont elle se distingue par ses tours plus élevés, caractéristique du Priabonien.

Num. variolarius Lam. (= *N. Heberti* d'Arch. et H.), très petite espèce, renflée, aux filets radiés et aux cloisons arquées, de l'Auversien et du Bartonien.

Num. Orbignyi Gal. (= *N. Prestwichiana* R. Jones, = *N. wemmelensis* de la Harpe), très petite forme qui montre des caractères de transition aux operculines et aux assilines, du Bartonien ou Priabonien inférieur.

Tandis que les espèces précitées étaient toutes dépourvues de piliers, celles qui vont suivre en possèdent au contraire toutes, et se groupent naturellement d'après la forme radiée, réticulée ou méandriforme de leurs filets.

Num. lucasanus Defr. (= *N. lenticularis* Rouault), petite espèce aux filets raides et aux granules concentrés au centre, d'origine inconnue, qui se trouve dans le Lutétien inférieur.

Num. Partschi de la Harpe (= *N. Oosteri* de la Harpe, = *N. gallensis* Heim) qui apparaît dans le Lutétien supérieur et est probablement dérivée de la précédente, dont elle se distingue par sa taille plus grande et ses filets méandriformes dans l'adulte.

Num. Garnieri de la Harpe, petite forme d'origine inconnue, qui apparaît dans le Priabonien et qui possède des filets tortueux et divisés, couverts de trabécules vers la périphérie, de tubercules vers le centre.

Num. laevigatus Brug. (= *N. scaber* Lam., *N. Lamarcki* d'Arch. et H., = *N. amygdala* Schafh., = *N. Hantkeni* Héb. et M. Ch., = *N. Djokdjorkartae* Martin), espèce extrêmement variable qui se rattache à *N. Lucasanus* et a pris

une extension géographique considérable dans le Lutétien moyen et supérieur.

Num. perforatus Montf. (= *N. spissus* Defr., = *N. crassus* Boubée, = *N. obtusus* Sow., = *N. aturicus* Joly et Leym., = *N. Puschi* d'Arch., = *N. Bellardii* d'Arch. et H., = *N. Deshayesi* d'Arch. et H., = *N. Meneghinii* d'Arch. et H., = *N. Rouaulti* d'Arch. et H., = *N. Verneuilli* d'Arch. et H., = *N. Sismondai* d'Arch. et H., = *N. Renevieri* de la Harpe, = *N. Lorioli* de la Harpe, = *N. uroniensis* Heim). Cette espèce est aussi extrêmement variable, avec des granules nombreux et des filets simples dans les petits individus, mais avec des tours toujours moins granuleux et des filets toujours plus tortueux et divisés à mesure que la taille s'accroît; il se forme ainsi un réseau lâche et irrégulier. *N. perforatus*, qui apparaît dans le Lutétien supérieur et se continue dans l'Auversien, se rattache à *N. laevigatus*.

N. Brongniarti d'Arch. et H., grande espèce, dérivée de *N. laevigatus* et caractéristique pour le Lutétien supérieur et l'Auversien, qui est caractérisée surtout par la discontinuité de son réseau cloisonnaire entre les granules, très nombreux et serrés.

Num. Fabianii Prever (= *N. intermedius* Hantken, de la Harpe, Blank., Oppenh., etc., non d'Archiac, = *N. Fichteli* de la Harpe, = *N. reticulatus* Tell., = *N. gassinensis* Prever). Cette espèce, longtemps confondue avec *N. intermedius* Defr., est de taille moyenne, régulièrement bombée, avec des filets radiés et des piliers disposés régulièrement suivant une ligne spirale et reliés entre eux par une lame calcaire perpendiculaire aux filets; son origine est inconnue, quoiqu'on puisse supposer une parenté avec le groupe de *N. laevigatus*. *N. Fabianii* caractérise le Priabonien, où elle est en particulier commune dans les Alpes suisses.

Num. intermedius d'Arch. (= *N. Fichteli* Michelotti, = *N. garansiana* Joly et Leym., = *N. sublaevigata* d'Arch. et H., = *N. sub. Brongniarti* Verbeck. Cette espèce, qui est caractéristique pour l'Oligocène, est dérivée de la précédente, dont elle se distingue par l'amincissement de la lame spirale et la disparition des piliers. Dans l'adulte les filets cloisonnaires forment un réseau très serré à mailles arrondies.

Num. gizehensis Forskal (= *N. arbiensis* Lynch, = *N. curvispira* Savi et Men., = *N. Lyelli* d'Arch et H., = *N. Caillaudi* d'Arch. et H.), espèce de taille moyenne ou grande, aux filets méandriformes groupés en faisceaux et aux granules localisés vers la périphérie dans l'adulte. Cette forme,

caractéristique du Lutétien, se rapproche de *N. millecaput*.

N. millecaput Boubée (= *N. complanata* Lam. ? et auct., = *N. Dufrenoyi* d'Arch. et H., = *N. orbiculatus* Schafh., = *N. helvetica* Kaufm., = *N. Tchihatcheffi* Hantken et auct., non d'Arch.). Cette espèce, presque toujours citée sous le nom de *N. complanatus*, est dérivée probablement du groupe de *N. irregularis*; elle caractérise le Lutétien supérieur.

Assilina praespira Douv., petite espèce à spire lâche et à cloisons recourbées du Lutétien inférieur.

Assilina spira Roissy (= *As. planospira* d'Arch., = *As. subspira* de la Harpe) dérive de la précédente, dont elle diffère par sa taille plus grande et sa spire plus serrée et se trouve dans le Lutétien.

Assilina exponens Sow. (= *N. granulosa* d'Arch., *N. mammata* d'Arch., = *N. assilinoïdes* Rüt., = *N. Leymeriei* d'Arch. et H., = *N. rota* Schafh., *As. subexponens* Oppenb., *As. pulchra* Prever, *As. placentula* auct.), espèce assez variable, de grande taille, probablement dérivée d'*As. spira*, apparaissant dans le Lutétien pour se continuer dans l'Auversien.

M. Boussac examine dans un second chapitre quelques espèces d'Echinides importantes pour la stratigraphie du Nummulitique alpin, puis il consacre la plus grosse partie de son volume à une révision des Pélécypodes, des Scaphopodes et des Gastéropodes du Nummulitique, qui intéresse plus de 450 espèces ou variétés différentes et qu'il est impossible de résumer ici. Cette révision est terminée par un tableau des espèces, indiquant leur répartition géographique et stratigraphique qui pourra rendre de réels services.

Disons, en terminant ce résumé, que l'étude de M. Boussac est très heureusement complétée par un album de vingt-deux planches en phototypie très soignée.

Après avoir ainsi posé une bonne base paléontologique, M. J. BOUSSAC (105) a abordé dans un second volume l'étude stratigraphique du Nummulitique alpin.

Dans un chapitre d'introduction il expose le principe de sa méthode, qui consiste à donner toute leur valeur aux données paléontologiques, en appréciant exactement les variations de faune d'ordre phylétique aussi bien que celles dépendant du faciès et en complétant ces données par l'examen des faits d'ordre purement stratigraphique. Il rappelle ensuite la classification des dépôts éogènes du bassin anglo-parisien et de l'Aquitaine.

Dans un chapitre tectonique, M. Boussac donne un aperçu très clair du développement du vaste système des nappes alpines, tel qu'il peut maintenant être établi grâce aux travaux de MM. Schardt, Lugeon, Buxtorf, Truninger, Beck, Alb. et Arn. Heim, Oberholzer, Kilian, Lory, Révil, Argand, Meyer, Welter, Steinmann, Haug, Uhlig, etc.... Cet exposé l'amène à préciser les positions relatives qu'occupaient les divers dépôts nummulitiques alpins lors de leur sédimentation.

Nous ne pouvons suivre ici M. Boussac dans toutes les parties de sa description stratigraphique du Nummulitique alpin et devons nous borner à signaler les portions de son travail qui intéressent la géologie de la Suisse. C'est ainsi que nous passerons sous silence les chapitres pourtant très importants, qui traitent du Nummulitique de la région du Pelvoux et du Mercantour et de celui de la zone externe oligocène de Castellane, du Gapençais et du Dévoluy. A propos de la zone des Aiguilles d'Arve nous nous contenterons d'indiquer que M. Boussac considère comme certainement tertiaires les schistes, grès et brèches polygéniques qui, au S. du Mont-Blanc, en particulier à la Seigne et au Grammont, forment les « Schistes lustrés supérieurs » de la feuille d'Albertville ; d'après lui cette série représente le Lutétien, l'Auversien et le Priabonien, tandis que les Schistes lustrés proprement dits qui lui sont sous-jacents seraient une série préhensive s'étendant du Lias à la base de l'Eocène.

M. Boussac consacre un chapitre à la description du Nummulitique des chaînes calcaires de la Savoie depuis la région des Bauges jusqu'aux Dents Blanches de Champéry. Il montre que l'Auversien n'existe dans toute cette région que dans le massif des Bauges, où il est représenté par des calcaires ou des grès à *Num. perforatus*, *Assil. exponens* et *Orthophr. discus* reposant sur un conglomérat de base. Dans ce massif, le Priabonien comprend des marnes riches en écailles de poissons, dont la base est remplacée par places par des couches à *Cerithium plicatum*, et dans lesquelles s'intercalent souvent des calcaires à lithothamnies et à petites nummulites. Le Lattorfien est représenté par des grès molassiques. Plus au NE dans les environs du synclinal du Reposoir et dans les chaînes calcaires externes au N du Giffre, la série éogène commence avec le Priabonien, dont la base est généralement formée par les couches à *Cer. plicatum*, dont la partie moyenne est représentée par des calcaires à lithothamnies, à orthophragmines et à petites nummulites, tandis que

dans sa partie supérieure s'établit un faciès schisteux à globigérines ; le Lattorfien se compose essentiellement ici de grès de Taveyannaz.

Dans les Alpes calcaires entre Rhône et Aar M. Boussac étudie le Nummulitique nappe par nappe. Dans le jambage renversé de la nappe de Morcles, il distingue de bas en haut :

1° Les marnes d'eau douce noires à *Helix Rutimeyeri* Mayer, *Limnea acuminata* Brong. et *L. Bertschingeri*, Maillard, qui n'existent que localement et représentent le Lutétien ou l'Auversien.

2° Les couches à Cerithes, dans lesquelles les espèces les plus caractéristiques sont :

| | |
|--|---|
| Septifer Eurydices mut. vapincana Bous. | Cerithium trochlearis mut. Diabolus Brong. |
| Libitina alpina Math. | Cerithium ancillense Bous. |
| Cyrena convexa mut. vapincana d'Orb. | » Vivarii mut. alpinum Tourn. |
| Cyrena Rouyana d'Orb. | Cerithium transalpinum Bous. |
| Cardium Rouyanum d'Orb. | » plicatum mut. alpinum Tourn. |
| Meretrix bonnetensis Bous. | » laterostrictum Bous. |
| » Villanova Desh. | Natica vapincana d'Orb. |
| Dentalium Martini Bous. | » Picteti Héb. et Ren. |
| Calliomphalus Deshayei Héb. et Ren. | Deshayesia alpina Tourn. |
| Diastoma costellatum mut. alpinum Tourn. | Melongena pyruloïdes mut. bonnetensis. Boussac. |

Ces couches correspondent au Bartonien ou Priabonien inférieur.

3° Les calcaires nummulitiques, épais d'environ 200 m., qui contiennent en grande quantité des lithothamnies, des orthophragmomes avec *Num. Chavannesi* de la Harpe et *Num. Fabianii* Prever. La faune comprend entre autres : *Leiopedia Samusi* Pavay, *Cardita Laurae* Brong., *Crassatella chaillolensis* Boussac, *Meretrix Villanova Desh.*, *Gobraeus pudicus* Brong., *Tellina granconensis* Oppen., *Thracia prominensis* Oppen., *Natica vapincana* d'Orb. Cette faune est nettement priabonienne et les calcaires qui la contiennent doivent appartenir plus spécialement au Bartonien.

4° Les schistes feuilletés du Nummulitique supérieur, qui doivent être classés dans le Priabonien supérieur ou Ludien.

Dans le jambage normal de la nappe de Morcles, les deux niveaux inférieurs ne sont pas représentés, tandis qu'on voit apparaître sur les schistes nummulitiques des grès de Taveyannaz.

Dans le prolongement du pli de Morcles, soit dans le pli du Balmhorn, et dans la zone de la Blümlisalp, de la vallée de Lauterbrunnen, des Scheidegg et de Rosenlau, on trouve une série nummulitique directement comparable, qui commence souvent par des grès sidérolithiques, comprend les couches marneuses à Cérithes et est formée surtout par des alternances de grès quartzeux à petites nummulites et de calcaires à lithothamnies du Bartonien supérieur; cette série se termine par les schistes fauves du Ludien avec, par places seulement, une couverture de grès de Taveyannaz.

La succession des assises nummulitiques dans la nappe des Diablerets diffère peu de celle de Morcles; le Sidérolithique apparaît souvent à la base, surmonté par ce qu'on a appelé les couches d'eau douce; celles-ci sont formées par un lit marneux à *Chara Helicteres*, un banc calcaire bitumineux à *Limnea longiscata*, *L. pyramidalis*, *L. caudata*, etc... et une couche d'anthracite terreuse; ensuite viennent les couches à Cérithes avec une faune très voisine de celle de Morcles, que recouvrent d'abord une assise de grès quartzeux, puis les calcaires à petites nummulites. Le Ludien est encore schisteux, tandis que le Lattorfien est représenté par le puissant complexe des grès de Taveyannaz.

Dans la nappe du Wildhorn on trouve d'abord, vers son extrémité occidentale, au Praz Doran, une série nummulitique toute semblable à celle des Diablerets, mais bientôt vers l'E les couches à Cérithes disparaissent et, au moins dans les plis les plus externes, le Priabonien, directement transgressif sur l'Urgonien, est seul représenté; il commence par des grès siliceux, et comprend surtout des calcaires alternativement arénacés, plaquetés et compacts, contenant *Num. Fabianii*, *Num. incrassatus* avec des orthophragmomes et des lithothamnies et surmontés par les schistes fauves à globigérines.

Vers l'intérieur de la nappe du Wildhorn, la série nummulitique se complète par l'apparition successive de couches auversiennes et lutétiennes; déjà à l'Iffigenhorn on trouve à la base du Nummulitique une série de couches gréseuses à orthophragmomes et petites nummulites, contenant par places des polypiers, qui correspondent aux couches du Niederhorn et du Hohgant et sont auversiennes; d'autre part le faciès des schistes à globigérines envahit en bonne partie le Bartonien au dépens des calcaires à lithothamnies, qui deviennent moins épais. Un peu plus au S, au Niederhorn, les couches grueseuses de la base du Nummulitique, épaisses de 15 à 20

mètres, contiennent *N. striatus*; elles sont séparées des calcaires bartoniens par une zone de marnes foncées contenant diverses espèces de mollusques des couches à Cérithes des Diablerets et correspondant certainement au même niveau que celles-ci. Plus au S encore, au Mittaghorn, l'Auversien débute par des grès calcaires à *Orthophr. discus*, qui passent vers le haut à des grès siliceux à *Num. striatus*; le Bartonien comprend des calcaires et des grès à petites nummulites et lithothamnies, qui n'en représentent au reste que la partie inférieure. Au Rawyl le Lutétien apparaît à son tour; il est représenté par un banc de grès à *Num. millecaput* et *N. atacicus* et par des calcaires gréseux à *Orth. discus*; les grès auversiens sont remplacés par une épaisse série de schistes fauves; le Priabonien est représenté en entier par les schistes à globigérines, dans lesquels s'intercalent seulement quelques lentilles de calcaires à lithothamnies. Cette série se retrouve avec quelques variations d'importance secondaire dans la région méridionale de la nappe du Wildhorn.

Entre la Simme et la Kander on peut suivre la même transformation du Nummulitique du N au S. A l'E de la Kander par contre, on voit apparaître le Lutétien déjà dans l'Aermighorn, soit près du front de la nappe du Wildhorn, sous la forme de calcaires à gros grains de quartz avec *N. perforatus* et *N. millecaput*, couronnés par un grès glauconieux à nodules de phosphate; l'Auversien est représenté par des grès, semblables à ceux du Niederhorn, qui passent vers le haut à des schistes gréseux et marneux du Priabonien; dans cette dernière série s'intercalent des calcaires foncés à orthophragmomes. A l'E du Kienthal le Lutétien manque de nouveau et le Nummulitique se compose essentiellement du puissant complexe gréseux des couches du Hohgant-Niederhorn qui représente l'Auversien et des schistes à globigérines du Priabonien; par contre, un peu plus au S à la Dreispitz on retrouve des calcaires à *N. millecaput* et *O. discus* du Lutétien, associés à des couches glauconieuses et gréseuses, tandis que l'Auversien est représenté par des schistes gréseux fauves, passant vers le haut à des grès du Hohgant.

En résumé, dans les nappes helvétiques de la Suisse occidentale, le Lutétien n'existe que dans la partie méridionale et orientale de la nappe du Wildhorn. L'Auversien ne se trouve que dans la nappe du Wildhorn et comprend un faciès gréseux, septentrional, les grès du Hohgant-Niederhorn et un faciès méridional schisteux; il est caractérisé par l'association d'*O. discus* et *N. striatus*. Le Priabonien existe dans

toutes les nappes ; il débute dans les nappes inférieures par les couches littorales à Cérites et est formé surtout par les calcaires à lithothamnies et à petites nummulites, puis par les schistes à globigérines ; dans la nappe du Wildhorn les couches à Cérites ont disparu et les calcaires nummulitiques sont progressivement remplacés par le faciès schisteux à globigérines, qui subsiste seul vers le S. Le Lattorfien n'est connu que dans les nappes inférieures, où il prend la forme des grès de Taveyannaz. Ainsi, une transgression progressive du SE au NW s'est manifestée depuis le Lutétien jusque dans le Priabonien et l'on peut distinguer trois zones sédimentaires :

1^o Une zone méridionale avec Lutétien transgressif, Auversien et Priabonien schisteux, qui s'étend jusqu'à une ligne passant par le Rawyl, l'Aermighorn et le Buchholzkopf.

2^o Une zone médiane, avec Auversien transgressif et Priabonien encore en partie calcaire et gréseux, qui comprend la région NW de la nappe du Wildhorn, sauf les plis les plus externes de la région de Lauenen-Gsteig.

3^o Une zone septentrionale caractérisée par son Priabonien transgressif et comportant une épaisse série basale de calcaires, qui comprend les nappes inférieures et l'angle NW de la nappe du Wildhorn.

Le chapitre suivant de M. Boussac est consacré à l'étude du Nummulitique de la série dite autochtone des Alpes de la Suisse centrale et orientale. L'auteur commence par rappeler la découverte de couches à nummulites lutétiennes au-dessus du Flysch des vallées glaronnaises, et l'argument que M. Arn. Heim a voulu en tirer en faveur de l'âge lutétien de l'ensemble de ces formations ; il oppose d'emblée à cette manière de voir l'idée que les couches lutétienennes sont ici en recouvrement mécanique sur un soubassement plus jeune et appartiennent au jambage renversé de la nappe inférieure de Glaris.

M. Boussac développe d'abord cette idée, d'une façon remarquablement claire, à propos de la zone tertiaire qui s'étend de Meiringen à Altorf par le Jochpass et le Surenenpass ; il montre par une série de coupes que dans toute cette zone on trouve sur le Malm autochtone un Nummulitique commençant avec le Priabonien et s'étendant au moins par places jusqu'au Lattorfien. Cette série comprend souvent à sa base, sur des grès sidérolithiques, des couches marneuses à cérites, puis elle se compose de grès et de calcaires gréseux à petites nummulites et de schistes représentant le Ludien ;

elle se termine, lorsqu'elle est complète, par les grès de Taveyannaz lattorfiens. Sur cette série normale se superpose en un chevauchement souvent discordant une série renversée, qui commence vers le bas par un complexe généralement puissant de grès de Taveyannaz, se continue par des schistes ardoisiers tout à fait correspondant à ceux d'Elm, représentant le Priabonien, et par des schistes gréseux fauves à *Orth. discus* de l'Auversien, et qui se termine vers le haut par des couches tantôt plus calcaires, tantôt quartzitiques à *N. millecaput* représentant le Lutétien et intimément liées au Malm renversé sus-jacent.

Dans la région comprise entre Reuss et Linth, M. Boussac a défini très exactement la délimitation de ces deux séries indépendantes du Nummulitique. Il a étudié la série autochtone dans la région des Windgällen, où il a mis en lumière sa transgressivité progressive du S au N. En effet, dans le Nummulitique de Belmeten et de la Grande Windgälle, l'Eocène commence avec l'Auversien, qui est représenté par des grès calcaréo-quartzueux à *Num. striatus*, tandis que le Priabonien est déjà entièrement schisteux et que le Lattorfien est constitué par des grès rappelant ceux de Taveyannaz ; dans le pli plus élevé des Faulen, le Lutétien est déjà représenté par des grès à *Num. millecaput*, tandis que le faciès schisteux à globigérines envahit tout l'Auversien et dans le pli supérieur du Griesstock le Lutétien existe également.

Quant à la série renversée, l'auteur l'a suivie depuis le Gruonbach près de Flüelen par le Klausen jusque dans la chaîne du Kammerstock au SW de Linthal. Dans le ravin du Gruonbach, la base de cette série est formée par les conglomérats bien connus, dans lesquels M. Boussac a récolté un galet de calcaire lutétien fossilifère, et qu'il place, en synchronisme avec les grès de Taveyannaz, dans le Lattorfien. Ces conglomérats passent à des grès, puis à des schistes à intercalations gréseuses, et tout le haut de la série est formé par des couches schisteuses rappelant beaucoup le Wildflysch; contenant des lentilles de quartzites vertes et des lits à globigérines, qui semblent représenter l'Auversien et le Lutétien. Au Kammerstock la succession des couches nummulitiques renversées est analogue mais plus caractéristique encore ; le Wildflysch y contient, en effet, des assilines avec *Orth. discus*, tandis que les conglomérats lattorfiens sont remplacés par des grès du Flysch avec bancs de grès de Taveyannaz.

A l'E de la Linth, les relations entre la série normale et la série renversée du Nummulitique deviennent très claires, car le synclinal couché qui les relie est conservé soit dans la région du Kistenpass, soit dans celle du Panixer. Le cœur de ce pli est formé par les grès lattorfiens, sous lesquels se développe une puissante succession de schistes priaboniens et auversiens, supportée par des calcaires gréseux et glauconieux à *N. millecaput*, *N. perforatus*, *As. exponens*, *Orth. discus*. Au-dessus des grès lattorfiens la série renversée se suit depuis la région du Kisten, du Panixer et du Vorab, par le versant du Sernftal jusque sous les masses chevauchantes du Verrucano ; elle comprend de bas en haut : 1^o les schistes ardoisiers à poissons d'Elm, qui doivent être classés dans l'Auversien ou le Priabonien ; 2^o des schistes argileux à globigérines avec bancs calcaires contenant *Num. atacicus*, *N. Partschi*, *As. exponens*, *Orth. Archiaci* ; 3^o des schistes du faciès Wildflysch avec *Num. distans*, *N. Murchisoni*, *N. millecaput*, *As. exponens*. Les couches deux et trois représentent évidemment le Lutétien.

Enfin, il est important de constater que vers l'E, dans le Calfeusertal et le versant N du Calanda, le Lutétien de la série normale tend à la fois à s'épaissir rapidement et à devenir de plus en plus schisteux, se rapprochant ainsi du faciès de la série renversée, tandis que l'Auversien est de moins en moins développé.

En résumé, si l'on considère la vaste aire de sédimentation à laquelle correspondent la série autochtone et paraautochtone et le jambage renversé de la nappe glaronnaise inférieure, on peut distinguer : 1^o une zone externe où le Priabonien est transgressif et où le faciès schisteux n'existe qu'au niveau du Ludien ; 2^o une zone où l'Auversien est transgressif et où le faciès schisteux envahit tout le Priabonien ; 3^o une zone où le Lutétien est transgressif mais encore peu épais et calcaréogréseux, tandis que le Priabonien et l'Auversien forment une épaisse série schisteuse, enfin, 4^o une zone méridionale où le Lutétien prend peu à peu le faciès du Wildflysch et acquiert une puissance considérable. Ces zones sédimentaires coupent les zones tectoniques, sur lesquelles elles empiètent successivement vers le N de l'W à l'E.

Dans un appendice à cet important chapitre, M. Boussac fait ressortir le fait que son interprétation vient d'être confirmée en tous points par les travaux récemment publiés de MM. Oberholzer, Tolwinsky et Blumenthal ; il montre d'autre part à quel point l'hypothèse, proposée par M. Arn. Heim et

d'après laquelle la série renversée du Nummulitique des Alpes glaronnaises serait préalpin, manque absolument de base.

Le chapitre X du livre de M. Boussac est consacré au Nummulitique des nappes helvétiques dans la Suisse centrale et orientale. Après avoir rappelé les travaux antérieurs consacrés à ce sujet, en particulier les remarquables études de Kaufmann, l'auteur examine d'abord le Nummulitique de la nappe la plus inférieure, celle des Diablerets ou de Glaris, dont les dépôts apparaissent au pied du Sigriswylergrat, dans la chaîne de Wageten, au Kapfenberg près de Weesen et au bord du lac de Klöntal.

Au Sigriswylergrat on ne connaît de cette série que des lambeaux de grès de Taveyannaz ; à la Wageten la série comprend : 1^o des calcaires glauconieux à *Ass. exponens* et des calcaires plus compacts à *Num. millecaput* et *N. perforatus* évidemment lutétiens ; 2^o des schistes marneux dont l'âge reste douteux. Au Kapfenberg les couches à assilines, renversées, reposent sur des schistes à globigérines et dans le soubassement du Glärnisch on retrouve sur le Lutétien des schistes à globigérines peu épais.

La nappe du Mürtschenstock ou de l'Axen possède une série nummulitique qui a été bien étudiée en particulier à Sisikon sur l'Axenstrasse, dans les environs de Glaris et dans le soubassement des Churfürsten ; elle comprend essentiellement le Lutétien, qui est formé de calcaires en partie gréseux et glauconieux avec *As. exponens* et *N. millecaput* et surtout de schistes à globigérines avec bancs nummulitiques. Au Flibach la coupe, étudiée en détail par M. Arn. Heim, est probablement compliquée par la superposition de deux séries indépendantes : l'une, comprenant des calcaires glauconieux et des schistes à globigérines, qui appartient à la nappe du Mürtschenstock ; l'autre, formée de marnes verdâtres avec des calcaires glauconieux, qui rappelle beaucoup les couches bien connues d'Einsiedeln et qui est probablement préalpine.

Dans la nappe du Wildhorn, M. Boussac a étudié d'abord les chaînes qui bordent au N la vallée de l'Aar du Sigriswylergrat au Harder. Il a pu établir ainsi que le Lutétien n'existe que dans les plus méridionales de ces chaînes sous forme de calcaires gréseux et glauconieux à *N. millecaput*. L'Auver-sien est représenté au N par les grès du Hohgant, qui comportent plusieurs intercalations richement fossilières et bien caractéristiques ; vers le S ces grès sont remplacés par une

série de schistes fauves argilo-gréseux, qui subsistent seuls dans la chaîne du Harder. Quant au Priabonien, il se divise vers le N en deux niveaux, les calcaires à lithothamnies et petites nummulites de Ralligen et les schistes à globigérines, tandis que vers le S cet étage devient entièrement schisteux comme l'Auversien. On constate donc ici la même transformation du N au S du Nummulitique que plus au SW. Quant à vouloir faire de toute cette série, comme le propose M. Arn. Heim, du Lutétien, cela est rendu absolument impossible par une étude critique des faunes du niveau des grès de Ralligen.

En suivant le Nummulitique le long des chaînes externes des Ralligstöcke au Pilate, M. Boussac a constaté des transformations progressives vers le NE conformes à celles qui se produisent dans la direction du SE. En effet le Lutétien, absent au Ralligstöcke, ne tarde pas à apparaître, prenant d'abord à la Schrattenfluh la forme de couches glauconieuses et gréseuses peu épaisse à *N. millecaput*, puis s'épaississant et comprenant une série de schistes gréseux fauves, riches en petits foraminifères, les Pectinitenschiefer de Kaufmann ; cette série contient jusqu'à son sommet des interstratifications calcaires à grandes nummulites. L'Auversien, qui est formé au SW par les grès du Hohgant, devient aussi schisteux vers le NE et passe latéralement aux schistes fossilières du Schimberg et aux Stadschiefer; il ne reste que des interstratifications gréseuses rappelant le Hohgantsandstein (Oberer Quarzsandstein de Kaufmann). Le Priabonien, représenté constamment par des schistes à globigérines, n'est plus développé dans le versant S du Pilate.

Dans la zone qui s'étend du bassin de la Melchaa par le S du Bürgenstock jusqu'à la Rigi Hochfluh et aux environs de Schwytz, on trouve une série éogène, dans laquelle, après un développement peu épais de calcaires glauconieux à *Ass. exponens*, commence tout de suite un puissant complexe de schistes ; le faciès des Pectinitenschiefer y prédomine, mais à ces schistes gréseux sont associées des couches plus marneuses semblables aux Stadschiefer et des bancs calcaires à grandes Nummulites. Tout cet ensemble doit donc être considéré comme lutétien. Enfin, vers l'E, déjà dans la chaîne des Aubrig, puis dans le synclinal d'Amden et de la Fliegen-sitz, le faciès des Pectinitenschiefer cède peu à peu la place à celui du Wildflysch, avec ses schistes à Fucoïdes, ses grès et ses brèches, avec aussi ses intercalations nummulitiques se répétant à divers niveaux. Dans toute cette région aucun

terme supérieur au Lutétien n'est conservé; d'autre part il serait possible qu'une partie du Wildflysch fût préalpine.

Ainsi, en résumé, on peut distinguer dans le domaine de la nappe du Wildhorn, de la Suisse centrale et orientale, cinq zones sédimentaires :

1^o Une zone externe où l'Auversien, transgressif, est formé par les grès du Hohgant et où le Priabonien comprend les calcaires à lithothamnies de Ralligen, puis des schistes à globigérines.

2^o Une zone où le Lutétien est transgressif, mais peu épais et gréso-calcaire; l'Auversien est déjà en partie schisteux; le Priabonien est presque exclusivement formé de schistes à globigérines.

3^o Une zone où le Lutétien est épaissi et en partie schistogréseux (Pectinitenschiefer); l'Auversien est schisteux, sauf quelques bancs gréseux et le Priabonien est schisteux.

4^o Une zone où le Lutétien comprend jusqu'à 300 m. de schistes à globigérines avec intercalations nummulitiques, tandis que les termes supérieurs manquent.

5^o Une zone dans laquelle le Lutétien, seul représenté, prend le faciès du Wildflysch.

De ces cinq zones, les trois premières ont été reconnues d'autre part dans la partie occidentale de la nappe du Wildhorn.

M. Boussac consacre un chapitre spécial au Flysch préalpin; parlant de la zone des Cols, il attribue tous les dépôts du Wildflysch superposés au Priabonien helvétique à la série préalpine; il émet l'hypothèse que l'énorme complexe du Flysch du Niesen pourrait être une série compréhensive, commençant par places déjà au-dessus du Toarcien et se continuant jusque dans l'Eocène; il rappelle le développement du Flysch dans les Préalpes externes, où ces dépôts comprennent, à côté des schistes à Fucoïdes, des grès polygéniques et des conglomérats à éléments cristallins. A propos de la zone synclinale de Habkern-les Schlieren, M. Boussac se rallie à l'opinion généralement soutenue, d'après laquelle le Wildflysch y serait, lui aussi, préalpin; ces couches, d'après quelques nummulites qui y ont été récoltées, comprennent en tous cas le Lutétien et l'Auversien, mais il est probable qu'elles descendent jusque dans le Crétacique et que les alternances de brèches, de grès et de « couches rouges » y sont stratigraphiques. Le Flysch paraît comprendre dans cette zone un terme inférieur, formé de schistes avec des intercalations de « couches rouges », de grès, de quartzites vertes et

de calcaires glauconieux à nummulites, qui représente l'Eocène moyen avec probablement l'Eocène inférieur et le Crétacique supérieur, et un terme supérieur, se composant de grès grossiers très puissants, à petites nummulites par places, les « Schlierensandsteine » ou « Silvanschichten » de Kaufmann, qui doivent appartenir au Priabonien.

A propos de la zone des Klippes et du Flysch subalpins, M. Boussac développe et précise l'idée que le Flysch est à la fois préalpin et lutétien, puis, suivant ces dépôts jusque dans les environs d'Einsiedeln, il montre que les mêmes conclusions s'imposent pour les couches fossilifères bien connues de cette région, dont la riche faune est très caractéristique du Lutétien. M. Boussac dit peu de chose du Flysch des Préalpes médiennes et de la nappe de la Brèche, par contre il insiste sur l'appartenance d'une portion importante du complexe des schistes grisons (Prättigau, Basse-Engadine) à l'Eocène. Enfin il résume comme suit les caractères du Flysch de la nappe préalpine inférieure et de la zone des schistes grisons :

Ce Flysch, représenté par une puissante succession de schistes avec des intercalations de grès, de brèches et de calcaires, comprend d'une façon certaine le Lutétien ; il doit par places représenter aussi l'Auversien et même le Priabonien (Schlierensandstein) ; il n'est pas transgressif mais passe sans limite tranchée à des couches crétaciques ou même jurassiques, en sorte qu'il faut l'envisager comme une série compréhensive mésozoïque-éocène. Il présente des analogies remarquables avec le Flysch de la zone des Aiguilles d'Arve, dont il est le prolongement direct. Des Aiguilles d'Arve jusque dans les Grisons s'étend donc une zone, qui primairement jalonnait au S la zone de la nappe du Wildhorn et dans laquelle toute lacune a disparu entre le Flysch éocène et son soubassement crétacique.

Les deux chapitres suivants du livre de M. Boussac concernent le Nummulitique de la zone du Flysch austro-bavaroise et des nappes austro-alpines ; ils n'intéressent donc qu'indirectement la géologie de la Suisse. Disons seulement que dans la zone de Flysch austro-bavaroise, l'auteur distingue une série inférieure, qui se rattache exactement au Flysch du Säntis, et une série supérieure, qui se développe à partir du Kressenberg vers l'E jusque dans le Wiener Wald et qui, comme le Flysch préalpin, est compréhensive, crétacique-éocène ; c'est la série du Wienersandstein.

Dans son chapitre final, M. Boussac développe les conclusions générales de ses longues recherches. Après avoir rap-

pelé les variations que présentent les divers étages de l'Eocène du S au N, il fait ressortir les relations qui existent entre les faunes successives de ces étages. Entre les faunes lutétiennes et auversiennes il n'y a aucune séparation tranchée, tandis que dans le Bartonien alpin apparaissent une série de formes nouvelles, dont quelques-unes sont spéciales aux dépôts littoraux de cet étage, mais dont beaucoup se continuent dans le Ludien et jusque dans l'Oligocène. Parmi les formes immigrées du Priabonien les plus caractéristiques sont : *Num. Fabianii*, les Clypeaster, les Leiopedina, les Elenchus, *Cerithium trocleare*, *Cerithium plicatum* et *C. Vivarii*, etc.... La faune oligocène se distingue de la faune priabonienne en particulier par la disparition des orthophragmomes ainsi que de presque toutes les espèces de mollusques datant du Lutétien.

Parlant spécialement de la paléogéographie du Nummulitique et de la distribution des faciès aux divers niveaux de celui-ci, M. Boussac distingue pour chaque étage un faciès de géosynclinal et un faciès côtier. Dans le Lutétien le faciès de géosynclinal est représenté par les marbres en plaquettes de la zone du Briançonnais, par le Flysch calcaire de la zone des Aiguilles d'Arve et par les brèches de la Tarentaise, des nappes préalpines, de la partie orientale de la nappe du Wildhorn-Säntis, des nappes du Mürtschenstock et de Glaris et de la série autochtone des Alpes glaronnaises ; le faciès côtier comprend les grès et calcaires glauconieux du Lutétien transgressif de la nappe du Wildhorn. Au niveau de l'Auversien le faciès de géosynclinal se continue dans les zones du Briançonnais et des Aiguilles d'Arve ; il comprend une partie des brèches de la Tarentaise et en Suisse le Flysch du Niesen et celui du Rigi, tandis que le faciès côtier est représenté par les grès du Niesenhorn et du Hohgant. A l'époque priabonienne le faciès de géosynclinal, sous la forme de schistes marneux, envahit presque toute la nappe du Wildhorn ; le faciès côtier s'étend par contre tout autour du massif du Mercantour, sur la bordure orientale du massif du Pelvoux, puis sur la région des Alpes calcaires de Savoie, sur les nappes de Morcles et des Diablerets et sur l'extrémité ouest de la nappe du Wildhorn.

Enfin à l'époque lattorfienne le géosynclinal n'existe plus ; il ne se dépose plus que des grès (grès d'Annot, de Taveyanaz, d'Altdorf, sauf dans une zone des Alpes françaises, où le Lattorfien, transgressif, est formé de calcaires, de marnes et de grès).

Ainsi, si l'on cherche à reconstituer l'histoire du géosyn-

clinal nummulitique, on doit admettre d'abord qu'au début de la période la mer était confinée dans une zone qui suivait sur une largeur d'environ 200 kilomètres l'emplacement de la zone des Schistes lustrés. A l'époque du Lutétien supérieur une première transgression se manifeste et la mer envahit tout le territoire de la Suisse orientale jusqu'à la série autochtone, en même temps que la région comprise entre le Mercantour et l'Esterel. La transgression continue dans l'Auversien, affectant surtout les Alpes occidentales ; dans le Priabonien elle s'accentue encore, atteignant même les massifs du Pelvoux, du Mont-Blanc et de l'Aar ; puis à l'époque lattorfienne l'axe du géosynclinal alpin se soulève et se dessèche en grande partie, tandis que la mer est rejetée dans deux étroits sillons latéraux, l'un correspondant au bord actuel de la nappe de Bavière, l'autre jalonné par la zone des grès d'Annot, Taveyannaz et d'Altdorf.

Ajoutons, pour terminer ce résumé, que le travail de M. Boussac est complété par une série de cartes paléogéographiques fort instructives.

Oligocène rhénan. — M. A. BUXTORF (106) a soumis à un nouvel examen détaillé la zone de contact entre le Jurassique et les sables oligocènes, qui passe par les ruines de Rötteln près de Lörrach au NNE de Bâle et se trouve à proximité de la grande flexure de la vallée du Rhin ; pour compléter ses observations il a fait opérer une tranchée.

De cette façon M. Buxtorf a pu établir que la série jurassique de Rötteln se compose exclusivement de Jurassique moyen, sur lequel s'appuient les sables oligocènes. La série médicojurassique comprend, de bas en haut :

1^o Des calcaires riches en Gastéropodes qui représentent la partie supérieure du Hauptrogenstein inférieur (Mumienhorizont).

2^o Des couches marno-calcaires peu épaisses, représentant les marnes à Homomyces ou les couches à *O. acuminata* supérieures des géologues jurassiens.

3^o Des calcaires oolithiques du Hauptrogenstein supérieur (15 m.).

4^o Des calcaires spathiques très riches en polypiers, limités à la base par un lit marneux (couches de Movélier).

5^o Des couches marno-calcaires jaunes (3 à 4 m.) passant vers le haut à des bancs oolithiques (3 m.) et correspondant au niveau à *Park. ferruginea*. Ces couches contiennent :

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Cidaris Zschokkei Cot. | Ostrea Marshi Sow. |
| Holocotypus depressus Leske. | Lima cardiiformis Sow. |
| Echinobrissus clunicularis Lhwyd. | » impressa Mor. et Lyc. |
| » amplus Desor. | Pecten demissus Phil. |
| Clypeus altus M. Coy. | » Dewalquei Op. |
| Rhynchonella obsoleta Sow. | » Bouchardi Op. |
| » concinna Sow. | Anisocardia nitida Phil. |
| » spinosa Schl. | Pleuromya angusta Ag. |
| » varians Schlot. | » decurtata Phil. |
| Terebratula globata Sow. | » Jurassi Ag. |
| Zeilleria ornithocephala Sow. | Gresslya abducta Phil. |
| Ostrea acuminata Sow. | Parkinsonia ferruginea Op. |
| » Knorri Voltz. | » Parkinsoni Sow. |

6° Marnes jaunes à *Rhynch. varians* avec :

| | |
|----------------------------|------------------------|
| Rhynchonella varians Schl. | Ostrea acuminata Sow. |
| » obsoleta Sow. | Pecten vagans Sow. |
| » spinosa Schl. | Leda incerta Schlippe. |

Les couches oligocènes commencent vers le bas par des conglomérats formés essentiellement de calcaires rauraciens, qui passent rapidement vers le S à une brèche grossière comprenant de très gros blocs de Rauracien; c'est cette brèche qui a été prise par Pfaff pour du Rauracien en place. Vers le haut les éléments de ces dépôts détritiques deviennent de plus en plus fins, en même temps que le Rauracien y est remplacé progressivement par des débris de Hauptrogenstein, en sorte que la partie supérieure de la série est formée de grès calcaires rappelant à première vue les oolithes du Dogger.

Toutes ces couches plongent vers l'E; elles sont coupées, directement au S de la ruine de Rötteln, par une fracture dirigée du NE au SW, mais qui paraît s'incurver assez rapidement de façon à prendre une direction N-S.

Molasse. M. W. SCHMIDLE (109) a étudié d'après une abondante collection de galets la composition de l'unique banc de Nagelfluh, qui subsiste au N du lac de Constance, près d'Ueberlingen, dans la partie supérieure de la Molasse marine. Il a constaté ainsi que les éléments constituants de cette couche se répartissent à peu près de la façon suivante :

| | Nombre de galets. | % du poids total. |
|--|-------------------|-------------------|
| Grès et poudingues du Flysch | 53,6 % | 57,6 % |
| Calcaires jurassiques | 5,2 % | 7,8 % |
| Trias et Permien | 22,4 % | 10 % |
| Roches granitiques | 6,1 % | 16,6 % |

A côté de ces éléments principaux la Nagelfluh d'Ueberlingen comprend encore des galets de gneiss, de roches amphiboliques ou pyroxéniques variées, de silex riches en microorganismes, de quartzites ; elle ne renferme par contre aucun élément provenant du Crétacique des nappes helvétiques, qui n'était évidemment pas encore découvert à cette époque.

Dans une nouvelle notice consacrée à l'âge des couches à *Helix sylvana*, M. W. KRANZ (107) a reconnu le fait que les marnes à *Helix* du Randen et du Jura tabulaire, qui ont été souvent confondues avec ce niveau, mais qui sont caractérisées surtout par *Tudora Larteti*, *Helix Renevieri*, *H. Randensis*, sont nettement vindoboniennes et par conséquent plus anciennes que les véritables couches à *H. sylvana*, qui, elles, appartiennent au Miocène supérieur.

Discutant ensuite les opinions émises sur les couches à *H. sylvana* par M. Rollier, M. Kranz montre d'une part que celles-ci ne peuvent nullement être parallélisées avec le niveau des calcaires à hydrobyes du bassin de Mayence, d'autre part qu'elles présentent avec les couches oeninggiennes du Hegau et de Schaffhouse une telle analogie faunistique, que le synchronisme des deux formations s'impose. Dans un tableau final, l'auteur propose la classification suivante : le Vindobonien débute dans le canton de Schaffhouse par les molasses marines et comprend ensuite les marnes à *Tudora Larteti* du Jura tabulaire et les couches saumâtres de Schaffhouse et de la Basse Bavière ; l'Oeningien comprend dans la Basse Bavière et le Pfänder les couches à *H. sylvana*, dont le niveau se retrouve dans le Hegau et la Schwäbische Alb ; il se continue en Souabe par les couches du Hochsträss et les couches de Steinheim à *H. sylvestrina*.

M. L. ROLLIER (108) a apporté encore quelques contributions nouvelles à nos connaissances sur le Tertiaire et le Quaternaire du Jura central. Dans une notice il précise à nouveau la distinction qu'il est nécessaire d'établir entre les molasses marines du Burdigalien ou Helvétien s. str. et celles du Vindobonien et il donne la liste suivante des espèces dont il a récolté des fossiles dans les marnes vertes vindoboniennes de la Chaux-de-Fonds :

Sparoïdes molassicus Qu.
» umbonatus Mü.
Galcocerdo aduncus Ag.
Oxyrhina plicatilis Ag.
» hastalis Ag.
Lamna cuspidata Ag.

Lamna contortidens Ag.
» dubia Ag.
» reticula Probst.
Cancellaria umbilicaris Broc.
Natica burdigalensis May. Eym.
Scalaria lamellosa Broc.

| | |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Scalaria pumicea</i> Broc. | <i>Capsa lacunosa</i> Chemn. |
| » <i>altilamella</i> May. Eym. | <i>Eastonia rugosa</i> Chemn. |
| <i>Turritella turris</i> Bast. | <i>Pholas rugosa</i> Broc. |
| » <i>Doublieri</i> Math. | <i>Venus umbonaria</i> Lam. |
| <i>Ostrea tegulata</i> Mü. | <i>Tapes vetulus</i> Bast. |
| <i>Ostrea galloprovincialis</i> Math. | <i>Cardium burdigalinum</i> Lam. |
| » <i>Doublieri</i> Math. | » <i>multicostatum</i> Broc. |
| <i>Anomia ephippium</i> Lin. | » <i>Jouanetti</i> Bast. |
| <i>Pecten Hermannseni</i> Dunk. | <i>Balanus tintinabulum</i> L. |
| » <i>scabriusculus</i> Math. | <i>Schizaster Scillae</i> Ag. |
| » <i>pusio</i> Lin. | <i>Psammechinus dubius</i> Ag. |

M. Rollier parle ensuite des molasses à galets et à fossiles remaniés du Vindobonien et donne une liste des fossiles albiens remaniés, qui ont été trouvés à ce niveau soit à la Chaux-de-Fonds, soit près du Col des Roches. Il cite en outre un gisement de Grès coquillier existant à Saicourt près de Tavannes et contenant des fossiles remaniés de l'Hauterivien et de l'Albien et il appuie sur une série d'observations l'idée d'une grande extension vers le N du Néocomien et de l'Albien lors des premières transgressions miocènes. Dans les marnes rouges du Vindobonien supérieur ce sont les galets d'Haute-rivien et de Valangien qui prédominent de beaucoup, puis dans un poudingue caractéristique qui apparaît au sommet de ces marnes et qui est connu sous le nom de conglomérat praliné on trouve déjà, à côté des galets infracrétaques, un nombre important de galets suprajurassiques. Enfin dans la gompholite proprement dite du synclinal de la Chaux-de-Fonds et du Locle, que M. Rollier attribue au Miocène supérieur, directement sous-jacent à l'Oeningien, on rencontre surtout des débris, mal arrondis et en partie de grandes dimensions, de Malm supérieur. La composition des niveaux successifs de conglomérats miocènes montre ainsi clairement la destruction progressive des étages du Crétacique moyen et inférieur en commençant par les plus élevés. Pourtant rien ne permet d'admettre des mouvements tectoniques importants survenus dans le Jura avant le dépôt de la Molasse, comme le suppose M. J. Favre; au contraire, tout prouve la grande extension qu'ont prise les marnes vindoboniennes et le calcaire oeningien, qui n'ont pu se déposer que sur des surfaces presque planes.

Dans l'Oeningien on voit s'intercaler aussi des conglomérats, qui sont particulièrement bien développés aux environs de Tramelan et sont formés surtout d'éléments suprajurassiques.

M. Rollier sépare des conglomérats du niveau des marnes

rouges, avec lesquels elle avait été confondue sur la carte des environs du Locle qu'il a publiée avec M. J. Favre, une gompholite qui possède la même composition que ces dépôts, mais s'en distingue par sa beaucoup plus grande épaisseur, sa stratification torrentielle et surtout par le fait qu'elle recouvre en position presque horizontale les couches redressées presque verticalement du Malm et du Tertiaire. Cette formation, qui est particulièrement développée à la Combe-Bichon et au Bois-Jean-Droz appartient probablement au Pléistocène ancien.

Passant aux formations certainement quaternaires, M. Rollier décrit quelques lambeaux de moraines locales wurmien-nes ; il s'étend surtout sur les alluvions de la vallée du Doubs, qu'il considère comme postglaciaires et cite les moraines wurmien-nes de Pierre-Pertuis, qui recouvrent des sables fluvioglaciaires peut-être rissiens. A propos des dépôts de la glaciation principale, il insiste particulièrement sur les fréquents remaniements qu'ont subis ces formations du fait des glaciers locaux wurmien-ns.

Dans un court chapitre, M. Rollier signale la découverte faite au sommet du Raimeux, de petits galets de quartzites vindéliciens, qui lui paraissent représenter des relictus des conglomérats vindoboniens. Enfin il consacre quelques pages à réfuter l'hypothèse d'un ancien cours du Doubs passant dans le Val de Delémont ; il considère au contraire le coude de Sainte-Ursanne comme un trait primordial de ce cours d'eau, déterminé par la tectonique générale de la région ; il s'oppose d'autre part à l'idée d'un recul progressif du Saut du Doubs qui, comme l'a montré M. Schardt, a été déterminé par un éboulement.

QUATERNNAIRE

Morphogénie et Morphologie quaternaires. — J'ai cité dans la Revue pour 1911 diverses publications de M. A. LUDWIG, traitant de l'origine des vallées alpines. Le même auteur a consacré en 1912 une nouvelle notice à ce même sujet (123).

Dès le début de son article, M. Ludwig cherche à établir l'impossibilité d'une érosion glaciaire sur le fait de la conservation dans le fond des vallées des formations interglaciaires. Considérant ainsi les vallées alpines comme creusées exclusivement par les cours d'eau, il reconnaît que l'érosion fluviatile n'a pas pu créer les vallées immensément larges qu'on suppose, en raccordant avec un même thalweg les tronçons

de terrasses qui subsistent sur les versants opposés. Il reprend donc l'idée qu'il soutenait en 1911, d'après laquelle le réseau hydrographique, d'abord formé d'un grand nombre de vallées parallèles, s'est simplifié peu à peu par la fusion de deux ou trois de ces vallées en une seule, les crêtes de séparation ayant été détruites par l'érosion à la seule exception des « Inselberge ». Il attribue dans ce travail de fusion une action prépondérante à l'érosion latérale.

Dans un second chapitre, M. Ludwig cherche à suivre l'action de l'érosion par les eaux dans sa phase initiale et il cite comme premières formes créées par le travail des eaux, celles qu'on observe par exemple dans les paysages drumliniques, car pour lui les drumlins ont été modelés par des eaux courantes superficielles dans un paysage morainique sans aucune intervention glaciaire. Il cite des formes semblables dans des sols divers, y compris les sols rocheux.

Passant à la question des gradins, l'auteur développe l'idée que ces gradins peuvent fort bien avoir été créés par l'action seule des cours d'eau, sous l'influence soit de la dureté inégale des roches, soit d'un accroissement brusque dans le débit du cours d'eau en relation avec une confluence. Il explique de même les vallées suspendues par l'énergie érosive beaucoup moindre de certains affluents, relativement aux cours d'eau principaux. Si les gradins sont plus fréquents dans les vallées occupées par les glaciers pléistocènes qu'ailleurs, c'est que l'érosion torrentielle y a été arrêtée presque complètement pendant l'occupation par les glaciers et n'a pas pu, à cause de ce retard, aboutir à un profil longitudinal régularisé.

Dans un dernier chapitre, M. Ludwig traite de la question des lacs subalpins, qu'il considère comme occupant des vallées fluviales déformées tectoniquement par un soulèvement du plateau molassique et du Jura. Ce soulèvement lui paraît démontré par le fait que de nombreux cours d'eau du plateau suisse ont leur lit creusé dans la molasse. Quant à l'absence de lacs dans les vallées restées constamment libres de glaces, elle peut s'expliquer par le fait qu'ici les lacs ont été rapidement comblés par les alluvions fluviales, tandis que les glaciers pléistocènes ont protégé les bassins qu'ils couvraient contre un alluvionnement et un comblement aussi rapides.

M. E. DE MARTONNE a continué de son côté à étudier la question de la **morphologie des vallées alpines** et de la part prise par l'érosion glaciaire dans la genèse de cette morphologie. Récemment, à la suite de nouvelles observations faites

dans les Alpes du Dauphiné, il a publié sur ce sujet une notice qui mérite d'être signalée ici (124).

M. de Martonne commence par rappeler que les formes des vallées alpines, découlant d'une action alternative des eaux courantes et des glaciers, doivent nécessairement être complexes, que, d'autre part, les glaciers n'ont souvent fait qu'exagérer les inégalités des profils longitudinaux créées par l'érosion torrentielle. Il aborde ensuite la question des niveaux d'érosion successifs, dont on retrouve les traces sur les flancs des vallées et montre que, si les études faites sur ce sujet ont donné des résultats si disparates, cela tient à ce que la méthode suivie dans ces études a été presque toujours insuffisante. Pour arriver dans ce domaine à un résultat satisfaisant, il faut établir un grand nombre de profils transversaux d'après les cartes, puis les vérifier scrupuleusement sur le terrain, pour déterminer le sens exact des replats constatés ; il faut ensuite tenir compte dans l'établissement des raccords entre les replats de la distance de chacun de ceux-ci à l'axe de la vallée ; seulement alors on peut reconstituer des profils en long d'anciens thalwegs approximativement exacts.

Ce travail a été effectué par M. de Martonne pour la Maurienne et le Grésivaudan et a montré l'existence dans ces vallées de huit anciens thalwegs, dont les plus élevés se perdent vers l'amont, les plus bas vers l'aval. Les thalwegs supérieurs (de cinq à huit) sont préglaciaires et caractérisés par les formes régulières de leurs profils en long ; les thalwegs inférieurs, glaciaires, ont au contraire des profils en long très irréguliers avec des contrepentes accusées, qui sont évidemment dues à une action glaciaire. Ces faits parlent en faveur de l'idée que les glaciers ont occupé des vallées en stade juvénile avec des ruptures de pentes et des étranglements et ont formé entre ceux-ci des bassins surcreusés. Le creusement des vallées a comporté dès lors des alternatives d'érosion fluviale et glaciaire, l'action des cours d'eau consistant dans le creusement d'un V au milieu de l'ancien thalweg en supprimant les contrepentes, l'action des glaciers tendant à élargir le V en U et à accentuer les inégalités du profil longitudinal.

M. de Martonne est arrivé à reconstituer les profils en long non seulement des thalwegs glaciaires, mais aussi des thalwegs interglaciaires et a reconnu ainsi que ces profils convergent vers l'aval, qu'ils sont d'autant plus réguliers qu'ils sont plus jeunes et que l'écart qui les sépare diminue

de haut en bas. Ces faits prouvent que l'érosion fluviale, principal facteur de creusement, a été stimulée par un exhaussement de la région des sources. Lorsque le profil d'équilibre a été établi, l'approfondissement n'a pu se continuer que par l'action exclusive des glaciers, la phase de *surcreusement vrai* a commencé, pendant laquelle se sont formés les bassins des lacs subalpins. Pour toute la partie inférieure des vallées le profil d'équilibre paraît avoir été atteint déjà à l'époque interglaciaire Mindel-Riss.

Parlant de l'épaisseur des glaciers aux différentes périodes glaciaires, M. de Martonne fait une critique des limites admises généralement entre l'erratique rissien et wurmien, qui lui paraissent sujettes à caution. Enfin dans un dernier chapitre il revient sur la question des mouvements qui ont affecté les Alpes entre la fin du Pliocène et le début des temps glaciaires; il constate que les dépôts subalpins du Pliocène moyen, formés d'éléments fins, correspondent à une phase d'érosion ralentie et par suite à un relief alpin en stade de maturité avancée, tandis que pendant le début du Pléistocène l'érosion a repris une nouvelle vigueur, due évidemment à un exhaussement; d'autre part, en étudiant le niveau des alluvions anciennes de la bordure des Alpes françaises, on peut observer de nombreuses anomalies de pentes, qui ne s'expliquent bien que par des mouvements tectoniques.

M. H. VON STAFF (131) a posé à nouveau dans une notice de quatre-vingts pages la question de la **topographie préglaciaire dans les Alpes occidentales**.

Dans un premier chapitre il insiste particulièrement sur la constance d'altitude que présentent les sommets dans chaque région des Alpes et il cherche à démontrer que cette constance d'altitude ne peut s'expliquer d'une façon satisfaisante que si l'on admet qu'elle est un reste d'un état antérieur, dans lequel l'ensemble de la région avait été à peu près ramené à un même niveau de dénudation, et formait par conséquent une pénéplaine.

Choisisant divers exemples l'auteur commence par examiner le bassin de la Dranse de Bagnes, où il constate que l'altitude des sommets est remarquablement indépendante de la dureté de leurs éléments constituants, tandis qu'elle dépend d'un façon prépondérante de la distance aux grandes lignes de séparation des eaux. Il en conclut que ces sommets marquent pour ainsi dire le niveau d'une ancienne surface, dont les inégalités dues à l'érosion sélective avaient été nivelées déjà par une longue phase de dénudation, tandis que

son axe d'élévation maximale et l'inclinaison de ses deux versants opposés se révèlent encore à nous dans la répartition actuelle des altitudes.

Dans le massif du Mont Blanc M. von Staff voit une ancienne zone d'altitude maximale, très largement bombée, qui se continuait dans la direction du Mont Velan et dont la surface unie n'était dominée encore au début de l'époque glaciaire que par quelques sommets. A la suite d'une importante surrection, cette région a été soumise à une nouvelle phase d'érosion, pendant laquelle se sont creusés la vallée de Chamonix et les deux Vals Ferret.

Dans le bassin de la Viège l'auteur retrouve une ancienne zone d'altitude maximale suivant la ligne des grands sommets du Cervin, du Breithorn et du Mont Rose. De cette ligne vers le N le plan tangeant aux sommets présente tout à fait la même allure générale à l'E et à l'W de la grande coupure de la vallée de Zermatt, malgré le caractère lithologique tout différent des deux régions. Ce plan tangeant correspond à l'ancienne pénéplaine préglaciaire, qui s'étendait sur tout le Valais en s'abaissant lentement de la ligne des sommets principaux vers le N.

En faveur de l'existence d'une pénéplaine préglaciaire dans les Alpes valaisannes M. von Staff cite les hauts plateaux qui s'étendent par exemple dans le massif du Mont Rose et dans celui d'Arolla, mais il attache surtout une grande importance à la forme des arêtes, qui s'abaissent lentement des hauts sommets vers le N ou qui conservent des altitudes presque constantes sur de grandes distances.

Examinant ensuite les vallées du Valais, M. von Staff considère comme impossible d'attribuer à une même grande phase d'érosion les vallées transversales, qui coupent indifféremment des zones très diverses, et les vallées longitudinales, qui suivent au contraire des zones tectoniques et lithologiques. Pour lui les vallées transversales se sont creusées les premières dans une surface antérieurement nivelée, tandis que les vallées longitudinales, subséquentes, sont nées plus tard à la suite d'un soulèvement d'ensemble de la région et se sont étendues progressivement par érosion régressive, en décapitant les cours d'eau transversaux. Dans la région du massif d'Arolla les conditions ont été compliquées par le fait que l'abrasion n'était pas accomplie au moment de la reprise de l'érosion et qu'il y subsistait d'anciennes vallées subséquentes, en particulier celle de la Valpeline ; d'autre part la Dranse de Mauvoisin s'enfonça rapidement dans le milieu peu

résistant des Schistes lustrés, en sorte qu'ici c'est la Dranse, cours d'eau transversal, mais subséquent, qui a capté d'anciens tributaires de la Valpeline, en particulier celui d'Otemma. Le mouvement de surrection qui a déterminé la reprise de l'érosion a été certainement préglaciaire et a dû se continuer jusqu'à une époque rapprochée de la première glaciation.

M. von Staff reprend aussi, en faveur de son hypothèse d'une pénéplaine préglaciaire, l'argument des sommets synclinaux qu'il ne peut se représenter qu'en supposant, avec Voltz, Davis et d'autres, une phase de dénudation et d'abrasion, suivie par une reprise de l'érosion torrentielle. En relation avec les sommets synclinaux il considère les répartitions des altitudes le long des lignes culminantes, d'une part dans le territoire de la nappe gneissique de la Dent Blanche, d'autre part dans celui des Préalpes. Dans les deux cas il s'agit de nappes incurvées synclinalement et découpées périphériquement par des érosions subséquentes. Dans les deux cas les lignes de faîtes ont des altitudes qui ne dépendent que pour une part peu importante des conditions tectoniques ou lithologiques. Ici encore l'explication la plus probable réside dans l'hypothèse d'une ancienne pénéplaine, mais pour interpréter certaines anomalies M. von Staff est porté à admettre plusieurs phases d'abrasion s'étant succédées à grands intervalles et ayant été séparées par des reprises de mouvements orogéniques.

En résumé M. von Staff admet que les régions alpines, après avoir été soumises aux gigantesques efforts orogéniques qu'on connaît, ont été nivelées en une pénéplaine, puis que des mouvements épéirogéniques se sont manifestés, créant un bombement principal dans la zone des grands sommets des Alpes pennines et des bombements secondaires suivant diverses lignes. La forme de cette pénéplaine ainsi modifiée nous serait encore révélée actuellement d'une façon approximative par la tangente aux sommets.

Ainsi, conclut M. von Staff, dans le Valais, soit les directions des vallées, soit l'altitude des lignes de faîtes et des sommets n'ont été déterminées ni par la distribution des roches dures ou tendres, ni par les formes structurelles, elles ne dépendent pas du cycle d'érosion actuel ; elles ne s'expliquent que par l'hypothèse de la préexistence d'une pénéplaine, qui a été soulevée avant la période glaciaire et soumise ainsi à une nouvelle phase d'érosion. L'abrasion de cette pénéplaine n'a pu s'effectuer que pendant la durée qui

a séparé les dernières grandes poussées alpines de la période glaciaire. Les soulèvements qui ont suivi ont impliqué des déformations de la pénéplaine, dans lesquelles la tectonique générale de la région est intervenue.

Pour confirmer cette manière de voir M. von Staff cherche des exemples d'évolution analogues dans diverses régions. Il en trouve un premier dans le Cascade Range, où les restes de la pénéplaine sont manifestes et où la reprise de l'érosion à la suite d'un soulèvement ressort clairement. Il trouve un second exemple dans le Jura, pour lequel il admet, avec M. Brückner, une phase d'abrasion pliocène, suivie d'une seconde phase de dislocation. Ainsi dans les régions alpines comme dans l'avant-pays jusqu'à y compris le Jura se serait formée pendant la première moitié du Pliocène une vaste pénéplaine; celle-ci aurait été soulevée et disloquée une première fois et aurait subi de ce fait une phase d'érosion fluviale, qui serait arrivée à maturité avant la période glaciaire; enfin, après une nouvelle phase de dislocation marquant à peu près la fin du Pliocène, aurait commencé le cycle d'érosion actuel avec des alternatives d'actions fluviales et glaciaires.

M. von Staff trouve en outre, soit dans les observations de M. Heim dans les Alpes glaronnaises, soit dans celles de M. Lugeon dans le massif des Bauges et de la région du Grésivaudan, une série d'arguments en faveur de son hypothèse de pénéplaine alpine préglaciaire, qu'il croit donc pouvoir étendre à l'ensemble des Alpes centrales du Dauphiné au Rhin. A l'E de ce fleuve les restes de cette pénéplaine sont encore conservés en de vastes plateaux situés à des niveaux réguliers et, vers le N comme vers le S, on voit se superposer à cette ancienne surface d'abrasion des congolmérats néogènes, qui sont élevés jusqu'à plus de 2000 m.

Dans la dernière partie de sa brochure M. von Staff expose l'évolution qu'a dû subir la pénéplaine alpine depuis son soulèvement pliocène jusqu'à nos jours. Il admet qu'avant le début de la première période glaciaire, le creusement des vallées était déjà suffisamment avancé pour que le réseau hydrographique eût non seulement déjà acquis à peu près son plan général actuel, mais qu'il eût atteint un stade voisin de la maturité. A ce moment là pourtant la profondeur des vallées était beaucoup moindre que de nos jours et une nouvelle phase de creusement a été introduite, probablement au début des temps pléistocènes, par une nouvelle phase de soulèvements épéirogéniques; il est même possible que ces mouve-

ments pléistocènes se soient répartis sur plusieurs phases. Quoi qu'il en soit, ce sont eux qui ont réglé l'érosion glaciaire, interglaciaire et postglaciaire.

A ce propos M. von Staff fait une critique des idées émises sur ce sujet par MM. Hess, Brückner et Nussbaum.

M. F. NUSSBAUM (127) a publié un aperçu géographique de la région molassique du canton de Berne et des régions avoisinantes des cantons de Lucerne, Soleure, Fribourg et Vaud ; il a traité dans cette brochure le caractère géophysique et géologique de ces territoires, pour faire ressortir l'influence qu'ont exercée ces facteurs sur la répartition des populations et sur l'économie générale du pays.

L'auteur montre le rôle qu'ont joué les trois zones anticliniales de la région molassique, qui, par érosion de la Molasse marine, sont devenues d'abord des zones d'affleurement des roches tendres de la Molasse d'eau douce inférieure, puis, par ce fait même, des zones de dépressions, tandis que les territoires intermédiaires sont restés en saillie.

C'est ainsi qu'on peut distinguer d'abord une zone de dépressions subalpines, qui se suit de Vevey par Bulle et Thoune jusqu'à Lucerne et qui est utilisée en particulier par la Veveyse, l'Ilfis et la petite Emme.

On rencontre ensuite une première zone de hauteurs, qui s'étend par le Gibloux jusqu'au Napf, et qui correspond à un large synclinal molassique. Cette région, dont le réseau hydrographique possède un caractère général de maturité, comporte par contre divers tronçons de vallées, dont la juvénilité est évidente et qui doivent s'expliquer par des changements de cours d'eau survenus après la dernière grande glaciation. En outre le territoire de cette zone qui s'étend à l'W de la Singine porte la trace d'une vigoureuse érosion glaciaire et la grande coupure transversale Gürbe-Aar, ainsi que les hauteurs qui la séparent du bassin de l'Emme doivent essentiellement leur configuration actuelle à l'intervention du glacier de l'Aar et de ses affluents pendant les deux dernières glaciations. Dans le bassin supérieur de l'Emme trois systèmes de terrasses sont développés, l'un supérieur, mindélien, ne comprenant que des terrasses d'érosion, les deux autres, rissien et wurmien, représentés par des terrasses d'alluvions.

Au N de cette zone de hauteurs se creuse la zone de dépressions Chexbres-Romont-Fribourg-Berne-Langenthal, qui suit une zone anticlinale de molasse inférieure. Ce territoire a été profondément modifié par les actions glaciaires, com-

portant d'une part une érosion étendue, de l'autre d'énormes accumulations morainiques ; son régime hydrographique a passé par des transformations successives, dues alternative-ment aux barrages glaciaires et au retrait des glaciers. Entre cette dépression médiane et la dépression sub-jurassienne s'élève la chaîne de hauteurs qui s'étend du Jorat au Bucheggberg, au S de Soleure. Ce territoire est divisé en cinq tronçons par quatre coupures de vallées, celles de la Broye, de l'Arbogne, de l'Aar et du Lyssbach, qui ont passé par une évolution très complexe. La vallée de l'Arbogne corres-pond très probablement à un ancien cours de la Sarine, tan-dis que la Singine devait s'écouler par la vallée actuelle du Biberenbach. Quant à la vallée actuelle de l'Aar, elle n'a pris sa forme définitive qu'après le retrait wurmien ; auparavant l'Aar a utilisé soit la dépression de l'Urtenen, soit la grande vallée du Lissbach, qui date en tout cas d'avant la dernière glaciation et qui a été surcreusée pendant cette dernière.

Enfin la dépression subjurassienne doit son caractère particulié 1° à l'accumulation énorme de moraines qu'a édifiée le glacier du Rhône en aval de Soleure, 2° au surcreusement intense qui a déterminé la formation entre Soleure et le Mor-mont d'un vaste bassin lacustre, 3° aux apports considé-rables d'alluvions qu'ont effectués l'Aar et la Broye soit avant, soit après la dernière glaciation.

En terminant l'auteur expose les causes géographiques, qui ont favorisé le développement des villes de la région consi-dérée, en particulier de Berne.

Dans une brève notice M. BIERMANN (113) a décrit un tron-çon épigénétique, qui s'est développé dans le bas de la **vallée de Tourtemagne** à la suite d'un barrage morainique, ainsi que le tracé d'une gorge interglaciaire obstruée, qu'il a reconnue dans la même vallée.

Formations pléistocènes. — M. R. FREI (115) a terminé en 1912 la publication d'une monographie du **Deckenschotter de la Suisse**, fruit de longues recherches.

Après un court exposé historique l'auteur aborde l'étude de la répartition de ces dépôts pléistocènes anciens, en com-mençant par une région centrale, les environs d'Eglisau. C'est ainsi qu'il décrit le Deckenschotter ancien de l'Irchel, qui repose sur la molasse suivant un plan faiblement incliné vers le N et légèrement ondulé, entre 670 et 640 m. d'alti-tude, puis le Deckenschotter inférieur, qui est développé vers l'W au Rheinsberg, au Hiltenberg et au Laubberg et dont la

base se trouve entre 515 et 540 m. La surface sur laquelle s'appuie cette dernière formation comporte des inégalités assez marquées, qui ne sont du reste nullement dues à des dislocations postérieures, comme l'a admis M. Penck pour certaines d'entre elles, mais à des érosions antérieures. D'autre part M. Frei a pu se convaincre que les conglomérats de Burgacker et du Weissengraben, considérés par M. Hug comme du Deckenschotter inférieur, appartiennent en réalité à la Haute Terrasse.

M. Frei a repris ensuite l'étude détaillée du Deckenschotter des environs de Kaiserstuhl, qui est particulièrement développé à l'E de Weiach sur l'Empberg, entre Weiach et le Fisital, puis le long du versant occidental du Fisital depuis la région de Bachs jusque près de Fisibach, enfin plus à l'E au-dessus de Mellikon. Ces dépôts appartiennent pour la plus grande partie au Deckenschotter inférieur ; ils reposent sur la Molasse suivant un plan, qui est incliné d'une façon générale vers le NW, mais qui comporte de nombreuses inégalités dues à une érosion antérieure et tout à fait indépendantes de toute dislocation. Le Deckenschotter supérieur est limité au Haggenberg et au Stadlerberg, où sa base se trouve à une altitude de 580-620 m. et surtout aux hauteurs qui encadrent la haute vallée de Siglisdorf et ont leur point culminant à Egghof. Ces formations présentent un intérêt très spécial, d'abord parce que vers le S elles sont en relation avec des moraines indubitables, ensuite parce que leur surface est nettement terrassée en trois niveaux, qui se succèdent du SE au NW à 670-680 m., 630-640 m. et 600-610 m., enfin et surtout parce qu'elles reposent sur la molasse suivant une surface ondulée, dans laquelle l'auteur a reconnu la trace d'une ancienne vallée, suivant à peu près le tracé de la vallée de Siglisdorf dans sa partie supérieure et se prolongeant ensuite vers le NW jusqu'à Zurzach.

A ce système de Deckenschotter ancien se rattachent des lambeaux, qui apparaissent sur les deux versants de la vallée du Rhin jusqu'à Zurzach à des niveaux variant entre 570 et 520 m.

Dans la région de Waldshut M. Frei signale les alluvions qui se développent sur l'Aarberg et plus au N entre 400 et 470 m. et qui appartiennent au Deckenschotter inférieur ; le plan de superposition de ces dépôts est nettement incliné vers la vallée du Rhin et la disposition des galets y indique des courants dirigés en général vers l'W.

Plus à l'W, au sud de Birkingen, entre 450 et 500 m. ap-

paraissent d'autres alluvions plus anciennes et appartenant au Deckenschotter ancien, tandis que le niveau du Deckenschotter inférieur se continue par Schadenbirndorf, passe au S de Buch et de Schachen, au N de Hausenstein et de Klein-Laufenburg. La surface de ces formations s'abaisse progressivement de 460 m. vers Birnsdorf à 430-440 m. au nord de Laufenburg.

Dans le domaine du Klettgau M. Frei attribue à la Haute Terrasse tout l'ensemble des alluvions qui sont développées dans la région de la Wutach inférieure entre 370 et 420 m.; comme lambeaux de Deckenschotter inférieur il reconnaît les alluvions qui existent au SE de Schwerzen entre 440 et 500 m. et celles qui se trouvent au SW de Neunkirch entre 470 et 520 m. Le Deckenschotter ancien n'est représenté dans cette région que par un petit lambeau au Bohnenberg au NW de Neuhausen au niveau de 575 m.

Aux abords de la vallée inférieure de l'Aar M. Frei attribue au Deckenschotter ancien d'abord un lambeau d'alluvions qui existe au S de Leibstadt, dans la Brühlhalde, puis un autre situé au N de Mandach, qui sont compris entre 470 et 530 m. Les alluvions de la Brühlhalde sont couvertes par places par des graviers plus récents, stratifiés en couches obliques, qui sont contemporains de la glaciation de Riss. Quant au Deckenschotter inférieur, il prend une extension plus grande; il est surtout bien développé entre Mandach Lenggern et Hettenschwil entre 420 et 470 m. Plus en amont c'est le même système d'alluvions qui couronne le Bruggerberg; c'est lui encore qu'on retrouve à l'E de l'Aar au-dessus de Würenlingen. Dans cette dernière région M. Frei a pu de nouveau constater comment le Deckenschotter s'appuie sur une surface d'érosion comportant une véritable vallée interglaciaire.

En terminant ce chapitre M. Frei décrit le Deckenschotter du bassin inférieur de la Limmat. Le Deckenschotter supérieur est surtout développé au Siggenberg entre la Limmat et la Surb, où sa base s'abaisse rapidement de 600 m. au SE à 550 m. au NW, et au Heitersberg entre Limmat et Reuss, où son plan de superposition s'abaisse vers l'E; il se retrouve vers l'extrémité orientale de la Lägern au S de Regensberg entre 600 et 680 m. Le Deckenschotter inférieur n'apparaît que localement d'abord sur l'éperon qui sépare la Reuss de la Limmat à l'E de Windisch (480-520 m.), puis au SW de Baden et près de Wettingen. Dans la région de la Lägern et du Siggenberg le Deckenschotter supérieur com-

porte un mélange irrégulier de matériaux de dimensions très diverses qui indiquent le voisinage des moraines de la première glaciation, sans que celles-ci aient été du reste constatées directement nulle part.

Dans le chapitre suivant M. Frei décrit les alluvions anciennes comprises entre le lac de Zurich et la Reuss, d'abord les dépôts bien connus de l'Uetliberg et de l'Albis, puis ceux de la région de la Lorze et de la Sihl, qui ont été interprétés de façons si différentes par MM. Heim, Aeppli et Gorgarten d'une part, par M. Brückner de l'autre. Il a repris en détail l'étude des formations quaternaires dans cette dernière région et y a constaté des complications qui avaient échappé aux auteurs précédents. Dans le ravin de la Lorze les formations que M. Aeppli attribuait au Deckenschotter comprennent en réalité des alternances répétées et irrégulières d'alluvions et de moraine de fond; il en est de même pour les alluvions voisines du Höllbach, que M. Aeppli considérait comme Haute Terrasse, et des alluvions de la Wildenburg. D'autre part il n'est pas possible de distinguer dans la coupure de la Lorze trois systèmes d'alluvions, dont l'accumulation a été séparée par des phases d'érosion. Il y a ici un seul grand système fluvioglaciaire, qui, vers le N, s'appuie directement sur la Molasse au niveau de 580 m. environ, qui se continue sans aucune interruption jusque dans la région d'Allenwinden et dont la surface reste constamment à 650-660 m. Ce complexe est partout caractérisé par l'alternance répétée de moraines et d'alluvions.

Au-dessus de ce niveau apparaissent les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, dont la base est à environ 650 m. et qui sont plus anciennes que celles de la Lorze, tout en étant plus jeunes, soit d'après leur altitude, soit d'après leur degré de décomposition et la nature de leurs éléments constituants, que le Deckenschotter de l'Uetliberg-Albis.

Dans la vallée de la Sihl M. Frei a étudié les alluvions qui se développent en amont de Sihlbrugg. Ces dépôts reposent sur la Molasse suivant un plan incliné au SE et ils correspondent manifestement à des courants dirigés dans la même direction. Le complexe des alluvions est divisé en deux niveaux par une zone de moraine de fond; en outre, vers l'amont, la base des alluvions est formée par de la moraine. L'auteur considère du reste l'ensemble de ces dépôts comme correspondant à une seule phase d'accumulation et ne croit donc pas pouvoir les attribuer, comme l'a fait M. Aeppli, en partie à la première glaciation, en partie à la dernière; il rec-

tifie en outre sur divers points les données fournies par M. Aeppli sur l'altitude du plan de superposition des formations pléistocènes sur la Molasse.

Après avoir fourni quelques renseignements sur les alluvions des environs de Wädenswil, M. Frei aborde la question de l'âge des dépôts considérés entre Lorze et Sihl. Il fait une critique serrée de la manière de voir de M. Aeppli, d'après laquelle dans la région de la Lorze et de la Sihl se trouveraient des restes étendus de Deckenschotter se reliant vers l'aval avec ceux de l'Albis suivant un plan dont l'inclinaison inverse vers l'amont serait due à une dislocation. Il fait remarquer que les alluvions de la Lorze et de la Sihl sont notablement plus riches en galets de sernifite que cela n'est le cas pour le Deckenschotter ; il constate l'invraisemblance d'une conservation du Deckenschotter sur une surface aussi étendue que celle des alluvions de la Lorze et de la Sihl et dans une région aussi rapprochée des Alpes ; ensuite et surtout il combat la notion d'un affaissement tectonique du Deckenschotter en amont de l'Albis. Pour lui l'inclinaison vers le S du plan de superposition des alluvions sur la Molasse dans les tranchées de la Sihl et de la Lorze n'a nullement une origine tectonique, car une inclinaison concordante ne se retrouve ni dans la stratification ni dans la forme superficielle des alluvions ; elle est due à des formes créées par l'érosion sur la surface de la molasse avant le dépôt du Quaternaire ; les alluvions de la Baarburg et du Josefsgütsch, qui sont même nettement inclinées au N, excluent toute possibilité d'une inclinaison inverse d'origine tectonique dans cette région. Enfin M. Frei invoque encore contre l'assimilation des alluvions de la Lorze au Deckenschotter leur altération peu avancée et le fait qu'elles ne sont séparées des moraines de la dernière glaciation par aucune limite tranchée ; il explique la cimentation avancée et surtout la fréquence des cailloux creux dans ces dépôts par la circulation particulièrement abondante d'eau qui y intervient et il admet qu'il s'agit ici d'alluvions en tout cas plus jeunes que la seconde période interglaciaire.

Cherchant ensuite à préciser la chronologie des dépôts quaternaires qui couvrent le plateau entre Sihl et Lorze, M. Frei établit d'abord que les abondantes formations morainiques, qui donnent à ce plateau sa physionomie si caractéristique, ne peuvent par la fraîcheur de leurs formes, par leur altération chimique presque nulle et par une altitude inférieure à celle des moraines latérales de la glaciation principale.

pale, appartenir qu'à la dernière glaciation. Il montre ensuite que ces moraines recouvrent les alluvions de la Lorze et de la Sihl suivant une surface irrégulière, nettement érodée et que d'autre part les alluvions de la Lorze et de la Sihl devaient être déjà partiellement cimentées avant le dépôt des moraines sus-jacentes ; de la sorte ces alluvions ne peuvent pas appartenir à la dernière glaciation. D'autre part, M. Frei montre que les alluvions de la Lorze et de la Sihl remplissent des tranchées d'érosion profondément creusées dans le niveau plus élevé des alluvions de la Baarburg, du Josefsgütsch et de Ober Kellenholz, en sorte qu'il faut admettre entre le dépôt de ces deux systèmes d'alluvions une longue phase d'érosion interglaciaire. Or les alluvions de la Baarburg ne peuvent pas être du Deckenschotter ; il faut donc supposer avec M. Mühlberg entre la seconde et la dernière glaciation deux glaciations distinctes, l'une correspondant à l'époque d'accumulation de la Haute Terrasse, l'autre à l'époque d'extension maximale des glaciers, et, entre elles, une longue phase d'érosion interglaciaire.

M. Frei a été amené à étudier en détail les formations de la dernière glaciation du plateau de Menzingen et du versant descendant vers Zoug et Baar ; il a pu établir diverses phases dans le retrait de la dernière glaciation et montrer entre autres comment le territoire entre Sihl et Lorze, recouvert d'abord par le glacier de la Linth, a été ensuite partiellement abandonné par celui-ci et couvert par le glacier de la Reuss. Grâce à ce fait, il s'est développé à l'E de la Lorze et dans la région de Neuheim des moraines de composition mixte. D'autre part l'auteur a décrit des alluvions déposées dans des lacs de barrage sur le flanc du glacier de la Reuss pendant la dernière glaciation au SE, à l'E et au N de Baar entre 480 et 540 m. ; il cite entre autres l'ancien delta de Blickenstorf au NW de Baar, que M. Brückner classe dans les dépôts interglaciaires riss-wurmiens, mais qui paraît appartenir à la phase de retrait de la dernière glaciation. Il signale enfin dans les environs du lac d'Aegeri, entre 1050 et 1150 m. d'altitude, divers gisements de graviers présentant un caractère de passage aux moraines et relativement peu altérés, qui paraissent dater de la période de l'avant-dernière glaciation.

En se basant sur l'ensemble de ses observations, M. Frei refait l'historique de l'évolution subie pendant les temps pléistocènes par la région des hauteurs de Menzingen ; il montre qu'au début une dépression longitudinale a dû exister entre le Hoherhonnen et l'Albis, reliant la dépression de Sempach-

Rothkreuz à celle de Rapperschwil, puis que cette dépression a été couverte d'énormes accumulations détritiques grâce au fait qu'elle se trouvait située entre les glaciers de la Linth et de la Reuss. Ces accumulations se sont concentrées essentiellement sur les trois dernières glaciations, entre lesquelles l'érosion a retravaillé les dépôts précédemment formés et a creusé dans leur masse de profondes tranchées. Les oscillations des deux glaciers de la Linth et de la Reuss, déterminées par des conditions d'alimentation très différentes, n'ont souvent pas coïncidé, la limite entre les deux glaciers a beaucoup varié, et, pendant les phases de retrait, le régime des eaux de fusion a subi de multiples modifications, qui ont créé de nombreuses irrégularités.

M. Frei consacre un chapitre à la description du Deckenschotter du NE de la Suisse et des territoires avoisinants d'Allemagne. Il décrit ainsi les dépôts du Kohlfirst des environs de Schaffhouse; de Thayngen et de Ramsen, de la région au N de Stein et au S du lac d'Ueberlingen, puis des hauteurs entre Rhin et Thur et, finalement, des environs de Saint-Gall et de Bischoffszell. Ces dépôts appartiennent en très grande partie au Deckenschotter inférieur, dont la base, avec quelques irrégularités, s'élève vers l'E, puis vers le SE. Dans la région de Stein, soit au S, soit au N du Rhin, on peut constater la liaison des alluvions du Deckenschotter inférieur avec les moraines de la seconde glaciation. En amont de la ligne Stein-Stammheim les dépôts du Deckenschotter inférieur se retrouvent jusque dans la région de Saint-Gall, mais ils représentent ou bien, en partie, des dépôts correspondant au retrait de la deuxième glaciation, ou bien, en partie, des dépôts formés dans des lacs sur le flanc du glacier.

Le Deckenschotter supérieur n'apparaît que très localement, en particulier au Neuhauserberg au SW de Schaffhouse, puis à l'E de Ramsen et au S de l'extrémité du lac d'Ueberlingen.

Passant ensuite au Deckenschotter de la région de Rheinfelden et de Bâle, M. Frei commence par attribuer au Deckenschotter inférieur les alluvions qui forment terrasse sur la rive droite entre Schwörstadt et Riedmatt à un niveau de 350-370 m.; puis il décrit les alluvions qui se développent sur le versant S au-dessus de Rheinfelden et d'Augst; là les deux niveaux du Deckenschotter sont conservés, l'un ayant sa surface à environ 380 m., l'autre à 420-430 m. Quant aux dépôts des environs même de Bâle l'auteur se rallie aux classifi-

cations proposées en dernier lieu par MM. Penck et Brückner.

Le chapitre suivant est consacré au Deckenschotter conservé à l'W de la Reuss, d'abord aux gisements existant entre l'Aa et la Suhr, que l'auteur décrit surtout d'après les travaux de M. Mühlberg, puis aux dépôts d'âge encore douteux du Bucheggberg, et aux alluvions douteuses aussi des environs de Schüpfen et de Maikirch et du bassin de la Grande Emme. Enfin, M. Frei consacre quelques lignes à la description des alluvions de la Côte et du Bois de la Bâtie, qu'il attribue avec MM. Brückner et Kilian à la période de la dernière glaciation.

Après ces descriptions locales, M. Frei reprend l'étude d'ensemble des caractères généraux du Deckenschotter; il commence par traiter la question de la cimentation des alluvions, qu'il envisage comme une phénomène essentiellement superficiel, ne se prolongeant pas profondément dans les masses d'alluvions. Il parle ensuite des galets creux bien connus du Deckenschotter; après avoir rappelé que ces galets sont toujours dolomitiques, il admet comme explication la plus satisfaisante la suivante : dans les moments où les alluvions sont imprégnées d'eau, celle-ci pénètre jusque dans l'intérieur des galets poreux et y agit comme dissolvant, puis, lorsque les alluvions se dessèchent par évaporation, l'eau ressort en dernier lieu de l'intérieur des galets en emportant avec elle du carbonate de chaux ; ainsi s'ouvre un vide qui s'agrandit lentement et si les galets dolomitiques se prêtent presque exclusivement à cette dissolution gagnant du centre à la périphérie, c'est qu'ils sont seuls à la fois suffisamment poreux et solubles pour permettre cette action.

M. Frei cite aussi les divers types de stratification qu'on rencontre dans le Deckenschotter et décrit sommairement le phénomène de la décomposition de ces alluvions.

Dans un important chapitre, l'auteur cherche à définir la composition normale du Deckenschotter, pour laquelle il admet une teneur de 5-10 % de roches cristallines diverses provenant soit du massif de l'Aar, soit du bassin supérieur du Rhin, soit des Nagelfluhs tertiaires, une teneur de 55-65 % de calcaires jurassiques et en petite partie crétaciques, une teneur de 20 % environ de grès ou poudingues variés du Verrucano, du Flysch, de la Molasse et, enfin, une teneur de 10 % de quartz et de silex. Pour arriver à ces données, il a fait un grand nombre de prises de galets dans des régions variées et a ensuite réparti le matériel de chaque prise par affinités pétrographiques; il a pu ainsi établir une série de

tableaux de composition des deux niveaux du Deckenschotter, qu'il est impossible d'analyser ici. Disons seulement que les constatations de M. Frei ont révélé dans la composition de l'un et l'autre de ces niveaux des variations très étendues non seulement d'une région à l'autre, mais d'un point à l'autre d'une même région.

Comparant les alluvions du Deckenschotter avec celles de la Haute Terrasse, M. Frei reconnaît qu'on n'a jusqu'ici trouvé entre ces deux systèmes aucune différence absolue, ni dans l'état de cimentation ou de décomposition, ni dans la composition lithologique; il ne s'agit que de différences relatives qui sont grandement influencées par des causes locales. On peut simplement dire que, d'une façon générale, les alluvions du Deckenschotter sont plus profondément altérées et cimentées, moins riches en éléments cristallins et en Verrucano que celles de la Haute Terrasse; les matériaux y ont aussi été moins bien mêlés, en sorte que les variations dans la composition y sont plus importantes. Quant aux différences existant entre les deux niveaux du Deckenschotter, elles dépendent pour une part importante d'influences locales; d'une façon générale pourtant le Deckenschotter récent est plus riche en roches cristallines (en particulier en roches diabasiques, amphibolites et gneiss), en quartzites et en grès schisteux de la Sernifite et plus pauvre en calcaires.

En se servant des très nombreux repaires d'altitude qu'il a pu faire dans le plan de contact du Deckenschotter ancien avec son soubassement, M. Frei a cherché à reconstituer les formes de la surface préglaciaire; il est arrivé ainsi à montrer que, si cette surface se relève d'une façon générale depuis la région de Coblenz, soit vers le S, soit vers l'E, sa forme est beaucoup moins simple dans le détail qu'on ne l'a admis jusqu'ici et est accidentée par tout un système d'anciennes vallées; ce sont : d'abord une vallée descendant de Schaffhouse, par le Klettgau et Waldshut jusqu'à Bâle, puis les vallées de l'Aar et de la Reuss suivant à peu près le parcours qu'elles suivent encore de nos jours, puis une ancienne vallée de la Limmat, qui de Baden se dirigeait au N pour rejoindre l'Aar vers Dottingen, en suivant à peu près le tracé de la Surb actuelle, puis la vallée de la Thur qui d'Andelfingen à Waldshut suivait la vallée du Rhin actuelle, enfin tout un réseau de petites vallées secondaires. Toutes les eaux qui, à cette époque, confluait vers Waldshut-Coblenz se dirigeaient vers Bâle et là prenaient, déjà alors, la direction du N. Le niveau des vallées préglaciaires qui près de

Bâle n'était qu'à 110 m. au-dessus de la vallée actuelle, s'élevait plus rapidement vers l'amont que ne le font les thalwegs de notre époque et dans la région de Schaffhouse il y a 200-250 m. de différence entre le niveau du Rhin et celui des vallées préglaciaires.

A ces considérations M. Frei ajoute quelques observations sur les formes de la pénéplaine préglaciaire dans les régions subalpines et sur les thalwegs préglaciaires dans les régions alpines. Il termine son chapitre en traitant la question de la genèse de la pénéplaine préglaciaire et de la nappe d'alluvions qui l'a recouverte. Avec M. Brückner il admet une longue phase d'érosion préglaciaire, ayant déterminé des formes de relief séniles, puis il suppose un soulèvement des Alpes, qui a provoqué une reprise de l'activité des cours d'eau dans les vallées alpines et de l'accumulation sur le plateau molassique et qui a été bientôt suivie de la première glaciation, pendant laquelle la grande masse du Deckenschotter s'est déposée.

M. Frei traite ensuite d'une façon analogue la question du relief et de l'hydrographie qui se sont développés entre l'accumulation du Deckenschotter ancien et celle du Deckenschotter récent. Il admet qu'outre le Rhin, qui coulait probablement encore vers le Danube, trois cours d'eau principaux se dirigeaient de l'E à W ; c'étaient d'abord une rivière qui passait au SW du Schienerberg, puis vers Thayngen pour aboutir à Schaffhouse, 2^e une rivière qui de Stein suivait à peu près le cours du Rhin actuel jusqu'à Schaffhouse, 3^e une rivière qui correspondait à la Thur actuelle. Les eaux des deux premières rivières devaient s'écouler de Schaffhouse par le Klettgau jusqu'à Waldshut, où elles rejoignaient les eaux de la Thur grossies par celles de la Glatt et de la Toess. L'Aar rejoignait alors le Rhin inférieur un peu à l'W de son embouchure actuelle ; la Limmat se dirigeait déjà de Baden vers Turgi et le confluent de l'Aar, de la Reuss et de la Limmat était à peu près ce qu'il est actuellement. L'existence de la vallée de la Wynna avant le dépôt du Deckenschotter récent peut être considérée comme démontrée.

Ce chapitre se termine par quelques indications sur le niveau des thalwegs pendant la première période interglaciaire et par quelques considérations sur la reprise de l'érosion pendant cette période ; cette reprise due en première ligne au retrait des glaciers, a été accentuée, d'après M. Frei, par les affaissements survenus dans le fossé de la vallée du Rhin en aval de Bâle.

Dans un chapitre spécial M. Frei examine les relations ayant existé entre le Deckenschotter de Suisse et les glaciers des deux premières glaciations ; il commence par établir que les restes de ces alluvions conservés jusqu'à nous sont composés pour la très grande partie d'éléments provenant des bassins du Rhin et de la Linth et pour une petite part de matériaux originaires du bassin de la Reuss ; ils ne contiennent pas d'éléments, pour lesquels on puisse démontrer qu'ils proviennent du bassin supérieur de l'Aar ou du Valais ; ensuite M. Frei reconstitue la surface de la nappe du Deckenschotter ancien et calcule l'épaisseur de l'alluvionnement, qui dans le NE de la Suisse varie entre 60 et 100 m. ; il détermine également la profondeur de l'érosion qui a suivi la première glaciation et l'évalue à 135 m. dans la région de Waldshut, 180 m. à l'W de l'Irchel, 170 m. dans la région de Brugg-Baden ; il donne pour l'épaisseur des alluvions du Deckenschotter récent quelques chiffres, qui varient très irrégulièrement entre 30 et 110 m.

Quant à l'extension des deux premières glaciations, l'auteur remarque qu'elle ne peut être reconnue avec une certaine précision que pour le grand glacier Rhin-Linth, qui du reste a contribué pour la presque totalité à l'accumulation des restes actuels des deux Deckenschotter. Le passage des alluvions à la moraine se fait pour les deux Deckenschotter à peu près suivant la même ligne, qui s'étend d'abord de l'extrémité du lac d'Ueberlingen par Stein et Stammheim et se retrouve plus à l'W à Glattfelden, Schüpfheim, Schöflisdorf et le Siggenberg au NW de la Lägern. Ce n'est guère qu'entre Limmat et Reuss que le passage aux moraines de la seconde glaciation reste notablement en retrait de cette ligne.

A propos de l'inclinaison des deux niveaux du Deckenschotter vers l'aval, M. Frei fait en particulier ressortir l'influence qu'ont exercée sur l'accumulation du Deckenschotter ancien les inégalités qui existaient sur la surface préglaciaire et qui ont dû déterminer l'écoulement des eaux en un grand nombre de ruisseaux plus ou moins indépendants, possédant pour la plupart une puissance de transport très limitée. Cette dispersion des eaux explique à elle seule l'inclinaison très forte du Deckenschotter et permet de faire abstraction de l'hypothèse de MM. Penck et Brückner, qui supposent un soulèvement tectonique des régions alpines et un redressement des alluvions de la première glaciation. Du reste les observations de M. Frei l'ont amené à contester presque toutes les dislocations admises dans le Deckenschotter par

MM. Penck, Brückner et d'autres auteurs. Les anomalies de niveau citées en faveur de l'hypothèse de dislocations, s'expliquent souvent par une simple intervention des inégalités de la surface préglaciaire due à l'érosion; souvent aussi elles n'existent pas réellement, mais ont été déduites par des comparaisons erronées entre des niveaux non exactement comparables. Des affaissements locaux semblent pourtant s'être produits dans les alluvions citées entre Schwörstadt et Riedmatt et appartenant au Deckenschotter inférieur, ainsi que dans le Deckenschotter ancien qui se trouve à l'E d'Attenschweiler (à l'W de Bâle).

Dans un dernier chapitre M. Frei expose en résumé les diverses idées qui ont été émises sur l'âge du Deckenschotter et les arguments sur lesquels elles sont fondées. Il fait ressortir la nécessité d'admettre entre le dépôt de la Molasse d'eau douce supérieure et celui du Deckenschotter ancien une longue phase de stabilité tectonique et d'érosion, ce qui parlerait contre l'idée d'un âge pliocène. Par contre il insiste sur l'importance que présente la découverte fréquente dans le Deckenschotter ancien du Siggengberg de *Vallonia* (*Helix tenuilimbata* Sandb.), une espèce qui ne paraît pas exister au-dessus du Pliocène. C'est pourquoi M. Frei est tenté d'admettre que le Deckenschotter ancien serait peut-être encore contemporain du Pliocène supérieur, tandis que le Deckenschotter récent serait certainement quaternaire; du reste il considère la question comme non encore résolue d'une façon certaine.

Le volume de M. Frei se termine par une table de composition d'un grand nombre de gisements de Deckenschotter; il est complété par une carte d'ensemble du Deckenschotter dans le NE de la Suisse, par une carte au 1 : 25 000 de la région de la Lorze et de la Sihl et par une planche de profils pris à travers cette même région, enfin par deux cartes indiquant les formes de surface sur lesquelles se sont déposés le Deckenschotter ancien et le Deckenschotter récent.

M. R. FREI (116) a en second lieu élaboré une nouvelle carte au 1 : 1 000 000 des *glaciers des Alpes suisses pendant les deux dernières glaciations*. Comparée à la carte d'Alph. Favre, celle-ci en diffère d'abord par le fait que l'auteur y a établi une distinction entre le bassin d'alimentation, comprenant de multiples bras convergeants et affluents, et la région d'écoulement et d'expansion, dans laquelle le niveau supérieur de la glace peut se suivre avec précision. D'autre part les extensions très différentes des grands glaciers pendant les

glaciations de Riss et de Würm sont figurées par des teintes différentes, qui permettent une comparaison facile.

Cette carte est accompagnée d'un texte d'une vingtaine de pages, dans lequel M. Frei commence par réunir une série de données concernant le niveau supérieur des glaciers du Rhin, de la Linth, de la Reuss, de l'Aar et du Rhône et sur les surfaces couvertes par ces mêmes glaciers, ainsi que par ceux de l'Adda, du Tessin et de l'Oglio. L'auteur fait ensuite ressortir l'influence exercée par le Jura qui, en barrant le glacier du Rhône, l'a forcé à s'accumuler en une véritable mer de glace, en rejetant vers le NE les glaciers affluents de l'Aar et de la Reuss ; il montre que le rôle de ce barrage a varié considérablement suivant le niveau atteint par la glace et que la réaction sur les glaciers de l'Aar, de la Reuss et même de la Linth a été complètement différente pendant les maxima de Riss et de Würm, ou encore pendant les stades de retrait. C'est ainsi que pendant le maximum rissien le glacier de l'Aar, refoulé par celui du Rhône, a envahi, par le haut Emmenthal et l'Entlebuch, l'aire d'expansion normale du glacier de la Reuss, comme du reste le glacier de la Linth a été rejeté par celui du Rhin dans la vallée de la Reuss.

En terminant, M. Frei examine comparativement les aires d'extension des fronts glaciaires et les limites supérieures des erratiques des deux dernières glaciations et constate ainsi que, si les glaciers de la glaciation principale ont beaucoup dépassé les limites qu'ont atteintes plus tard les glaciers wurmiens, par contre leur niveau supérieur dans les vallées alpines n'a pas été beaucoup plus élevé que pendant la dernière glaciation. Il en conclut que la grande extension des glaciers rissiens a été due à un abaissement de la limite des neiges persistantes, qui est descendue au-dessous de la surface d'une grande partie des glaciers, augmentant ainsi considérablement l'aire d'alimentation. D'autre part, tout en considérant la question comme non encore éclaircie, l'auteur admet que cette descente de la limite des neiges doit être due, au moins pour une bonne part, à un abaissement de la température.

M. A. GUTZWILLER (120) a exploré à nouveau pendant ces dernières années les dépôts fluvioglaciaires des environs de Bâle et a résumé ses observations en une courte notice.

Il distingue cinq systèmes d'alluvions fluvioglaciaires qui sont, en commençant par le plus ancien, les suivants :

1^o Les alluvions de la Haute Alsace forment une vaste nappe, qui commence au S et à l'E par un bord d'érosion

dans la région de Hagenthal et Bettlach et s'abaisse soit vers l'W, soit vers le N avec une inclinaison de 9-10 %. Ces dépôts sont formés exclusivement d'éléments alpins, ils montrent une altération avancée et ne se raccordent nulle part à une formation morainique ; pourtant leur caractère fluvio-glaciaire paraît ressortir des dimensions relativement grandes d'une partie de leurs éléments. M. Gutzwiler les envisage donc comme correspondant à une première glaciation, peut-être pliocène, et comme déposés par un cours d'eau coulant de Waldshut vers l'W jusque dans le bassin de la Saône. Un affaissement ultérieur de la vallée du Rhin plus en aval a provoqué un détournement des eaux vers le N et la destruction par érosion régressive d'une grande partie de ces alluvions.

2° Le Deckenschotter ancien commence dans la région de Biel-Benken à l'altitude de 400 m. environ et se suit par Neuweiler, Wenzweiler jusqu'à Attenschweiler, où il se trouve au niveau de 320 m. Vers l'E on retrouve cette même formation au-dessus de Münchenstein et de Rheinfelden. La différence de niveau de ces alluvions avec les précédentes est d'à peu près 100 m. et leur altération est moins avancée.

3° Le Deckenschotter récent se trouve vers l'E à 40 m., vers l'W à 20 m. seulement au-dessous du précédent ; il forme au S de Bâle plusieurs plateaux, dont le plus important est celui du Bruderholz ; ses matériaux, essentiellement alpins, sont moins décomposés que dans les dépôts précités. Au N du Rhin des formations, correspondantes comme niveau, sont constituées essentiellement par des roches de la Forêt Noire.

4° La Haute Terrasse a sa surface à 10-12 m. au-dessous de la base du Deckenschotter récent ; sa base, qui au S de Bâle est à 20 m. au-dessus de la surface de la Basse Terrasse, s'abaisse vers l'aval, de façon à être finalement couverte par cette dernière. C'est à la Haute Terrasse qu'il faut en particulier attribuer les alluvions décomposées, sous-jacentes à celles de la Basse Terrasse, qui ont été mises à jour près de la route de Birsfelden à Muttenz.

A propos de ce système d'alluvions, l'auteur rectifie sur divers points ses opinions antérieures et discute la question de la terrasse moyenne, dont la distinction lui paraît peu fondée, pour les environs de Bâle au moins.

5° La Basse Terrasse est sur différents points étagée en plusieurs niveaux, mais son niveau supérieur seul présente le caractère d'une véritable terrasse d'accumulation. Ces

dépôts, contrairement aux précédents, ne portent pas de Lœss proprement dit. A la base des alluvions de la Basse Terrasse on rencontre fréquemment de gros blocs, qui indiquent la proximité des moraines et qui correspondent peut-être à la grande glaciation qu'admet M. Mühlberg entre les alluvionnements de la Haute et de la Basse Terrasse.

M. ED. BRÜCKNER (114), en rendant brièvement compte de ce travail, s'est déclaré absolument d'accord avec la classification et les idées proposées par M. Gutzwiler, sauf sur un point, l'origine des alluvions anciennes d'Alsace, pour lequel il maintient sa manière de voir antérieure.

En même temps à peu près que M. Gutzwiller renonçait à la distinction d'une terrasse moyenne dans les environs de Bâle, M. L. VAN WERVECKE s'est attaché à démontrer l'inutilité de cette distinction (132) et à prouver l'extension du Loess jusque sur la surface de la Basse Terrasse. Il considère d'autre part le Lœss comme glaciaire, les alluvions comme interglaciaires; il n'admet pas la distinction d'un Lœss ancien et d'un Lœss récent; il assimile la Terrasse moyenne de M. Steinmann à la Basse Terrasse des glaciariistes suisses.

M. C. A. R. BEHMER (112) a établi, à la suite d'excursions prolongées dans le territoire du plateau fribourgeois, un catalogue des **blocs erratiques** les plus frappants répandus dans ce domaine.

Dans l'exposé de son étude il donne la liste de tous les échantillons de matériel erratique conservés dans la collection Pahud, au musée d'histoire naturelle de Fribourg. Ensuite il rend compte de ses propres trouvailles, qui, à certain point de vue, sont moins abondantes que celles de Gilliéron, à cause de la destruction d'innombrables blocs effectuée pendant ces dernières années.

M. Behmer commence son énumération par la zone subalpine, qui s'étend de Châtel-Saint-Denis aux abords de Bulle et est caractérisée par la prédominance très accusée des blocs de poudingues d'Attalens, auxquels se mêlent en moindre quantité des conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône. Dans la direction du NE les poudingues d'Attalens deviennent pourtant rapidement de moins en moins fréquents, ils sont remplacés par des nagelfluhs calcaires et surpassés en nombre par les conglomérats de Valorsine.

Dans la région de Bulle M. Behmer a cherché à préciser les limites de l'erratique apporté respectivement par les glaciers

du Rhône et de la Sarine. Plus au NE il a suivi une zone de moraines latérales passant près de La Roche et Montévraz et contenant de nouveau surtout des blocs de conglomérats de Valorsine avec quelques-uns de gneiss du Mont Rose.

Ensuite M. Behmer signale un certain nombre de gros blocs qu'il a observés entre la zone subalpine et la zone de la Broye, sans s'être livré, semble-t-il, à des recherches absolument méthodiques. Enfin dans un dernier chapitre il parle de l'erratique compris entre Broye et lac de Neuchâtel. Sur les bords du lac dans les environs d'Yvonand d'une part, de Font de l'autre, et de Chevroux en troisième lieu, il a noté l'existence de blocs appartenant surtout à la protogine du Mont Blanc, et aux conglomérats de Valorsine et d'Outre Rhône.

MM. ED. GERBER, B. AEBERHARDT et F. NUSSBAUM (118) ont signalé, dans un rapport fait au nom de la commission bernoise pour la conservation des blocs erratiques, quelques blocs particulièrement intéressants, dont la conservation est désormais assurée ou devra l'être dans un avenir rapproché.

M. ED. GERBER (117) a suivi les travaux de forage du tunnel destiné à amener à Kallnach une partie des eaux de l'Aar, captées en amont de Niederried. Il a pu ainsi établir un profil de la galerie, qui montre la superposition, suivant une surface irrégulière, de deux systèmes de moraines de fond, séparés par une zone de graviers et de sables lévigués.

M. W. SALOMON (129) a donné une brève description de deux moraines d'âge différent, l'une profondément altérée, l'autre fraîche, toutes deux, du reste, de caractère local, qu'il a observées un peu au-dessous du sommet du Monte Bré, près de Lugano.

M. F. C. MÜLLER (125) a consacré une notice de quelques pages à la description sommaire des gisements connus de **charbons quaternaires**, en particulier de ceux d'Utznach, de Wangen, d'Eschenbach, de Dürnten, de Wetzikon, de Mörswil, de Zell, de Strätlingen, de Grandson et du Signal de Bougy. Il a rendu compte des exploitations qui ont été faites dans ces diverses localités, et qui sont actuellement partout suspendues. Deux échantillons de charbon ont été analysés.

L'auteur envisage l'ensemble de ces formations à charbon comme interglaciaires et probablement préwurmien, mais il reconnaît que cette manière de voir n'est pas démontrée d'une façon définitive.

Dans une précédente Revue, j'ai signalé une publication de M. A. Ludwig, consacrée aux **lignites schisteuses de Mörs-wyl** dans le canton de Saint-Gall. M. ED. SCHEIBENER (130) a étudié à son tour ces gisements dans les ravins de la Steinach, du Schwärzebach et du Hornbach et il a retrouvé les lignites partout associées à des marnes schisteuses entre deux systèmes de moraines plus ou moins remaniées. La lignite forme un banc principal, supérieur, facile à retrouver et un banc inférieur, qui n'apparaît que localement ; le nombre plus grand de couches de charbon signalé par M. Ludwig paraît reposer sur une erreur.

Par une étude des relations existant entre les lignites de Mörs-wyl et les formations mорainiques ou fluvioglaciaires ambiantes, M. Scheibener arrive à la conviction que ces charbons ne peuvent appartenir qu'à la phase de retrait de la dernière glaciation, qu'elles sont par conséquent interstadiaires ; il confirme ainsi la manière de voir exprimée récemment par M. Ludwig.

Après avoir visité à nouveau les environs du lac d'Iseo, M. A. BALTZER (111) a maintenu son opinion antérieure de l'âge interglaciaire des marnes de Pianico-Sellere ; par contre il a reconnu que sa conception tectonique de la région d'Iseo est à rectifier sur plusieurs points.

M. D. GEYER (119) a réuni, dans le but spécial d'étudier les variations de *Helix arbustorum* et la répartition de ses diverses variétés, un matériel considérable provenant soit de la faune actuelle de l'Allemagne du Sud, soit des dépôts du Loess. Il est arrivé ainsi aux conclusions suivantes :

Si les *Helix arbustorum* du Loess sont généralement plus petits que les représentants actuels de la même espèce dans les pays de plaine, il faut se garder d'étendre ce caractère à l'ensemble des *H. arbustorum* pléistocènes.

Les *H. arbustorum* du Loess ressemblent à la variété alpestris actuelle par leurs petites dimensions et la hauteur de leur spire, mais ils s'en distinguent nettement par la plus grande épaisseur de leur coquille, qui semble impliquer son existence dans des stations chaudes et sèches. Parmi les formes actuelles, celles qui se rapprochent le plus des formes du Loess, ce sont celles qu'on trouve sur les prairies ensoleillées de la Souabe. Ainsi l'étude comparative de cette espèce dans ses variations anciennes et récentes ne fournit aucun argument en faveur de l'idée d'un climat froid pendant l'époque du Loess ; au contraire.

Stations préhistoriques. — Les fouilles que M. J. NUESCH a effectuées de 1891 à 1894 au Schweizersbild ont été l'objet, pendant ces dernières années, de violentes critiques, émanant en particulier de M. J. Heierli. M. Nuesch a cru devoir répondre à ces critiques (126) en rappelant l'importance des résultats acquis par son travail, qui suffit à justifier sa méthode, ainsi que les multiples témoignages d'approbation qu'il a reçus de savants particulièrement compétents. Cette réplique est suivie de trois lettres adressées à M. Nuesch par MM. Th. STUDER, J. KOLLMANN et P. SARASIN, qui tous trois reconnaissent la conscience et la perspicacité, avec lesquelles M. Nuesch a travaillé.

M. H. HARTMANN (121) a rendu compte de fouilles qui ont été entreprises récemment dans une grotte située au-dessus du lac de Thoune près de la « Beatushöhle ». Ces travaux ont mis au jour des os de petits mammifères, taillés d'une façon particulière, des dents de carnassiers, des os d'écureuils, de lièvres et de divers oiseaux, brisés, ou portant des traces de morsures, enfin un très beau marteau de granite.

M. F. JACCARD (122) a signalé la découverte faite près de Chamblaines d'une petite hache, du type de celles des stations lacustres de Concise et de Chevroux. Il est fort probable que cet objet provient d'une des sépultures de la nécropole de Chamblaines et, comme il présente le caractère des haches datant de la seconde moitié des temps néolithiques, il paraît justifié de dater de la même époque la nécropole de Chamblaines, qui serait ainsi moins ancienne que ne l'admettait Schenck.

Le comité d'organisation du 14^e congrès international d'anthropologie, présidé par M. E. PITTARD (128) a eu l'heureuse idée de réunir en un petit atlas les cartes des stations lacustres des lacs de Genève, Neuchâtel, Bienné, Morat et Zurich, qui avaient été établies pour le Dictionnaire géographique de la Suisse. Il y a joint les cartes de la répartition en Suisse des populations de l'âge du bronze, de l'âge du fer et de l'époque allemano-burgonde avec un court texte explicatif.