Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 9 (1906-1907)
Heft: 2

Artikel: IVe partie, Stratigraphie et paléontologie
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156583

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: 05.07.2025

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

partie occidentale, au Kestenberg, le chevauchement du jambage S sur le jambage N est très nettement accusé.

Au S des chaînes jurassiennes commence le plateau molassique, dont le sol est en grande partie couvert dans cette région par les dépôts quaternaires. Ceux-ci y sont étagés en quatre grands systèmes d'alluvions disposés et découpés en autant de terrasses ; l'exhaussement répété à plusieurs reprises des fonds de vallées, antérieurement abaissés par l'érosion, a favorisé les déplacements de cours d'eau et l'on trouve des tronçons d'anciennes vallées partiellement comblés et abandonnés, ainsi entre le Bruggerberg et le Bötzberg et entre la Habsburg et le Scherzberg.

Sur deux points l'Aar a profité d'ensellements transversaux pour traverser les chaînes jurassiennes, soit entre Wildegg et Schinznach et en aval de Brugg. La Reuss et la Limmat par contre ont fixé leur lit au travers de ces chaînes sur l'emplacement de fractures transversales.

L'auteur décrit encore le paysage classique de Mellingen avec son cirque de moraine, contre lequel s'adosse vers l'extérieur le cône de transition des alluvions fluvio-glaciaires, tandis qu'à l'intérieur se développe un système convergent de drümlins. Le même paysage se trouve sur le cours de la Bünz près d'Othmarsingen, mais ici le niveau des alluvions est plus haut de 20 m. que dans la vallée de la Reuss, ce qui provient évidemment de l'altitude supérieure de l'ensemble de la vallée de la Bünz.

M. Mühlberg termine sa description par un exposé des ressources du pays en matières premières exploitables, en sources et en eaux courantes.

IVe PARTIE — **STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE**

GÉNÉRALITÉS.

M. A. TOBLER (**85**) a publié un tableau stratigraphique destiné à donner un aperçu général sur les formations affleurant dans les régions voisines de Bâle.

A propos du **Trias** l'auteur donne deux coupes prises l'une dans la partie méridionale de la Forêt Noire et l'autre dans le Jura tabulaire bâlois. Pour le **Lias** il adopte la classifica-

tion des auteurs français en tenant compte des zones paléontologiques devenues classiques pour le Lias de Souabe.

Le **Dogger** se modifie notablement de l'E à l'W entre le Jura argovien et bâlois d'une part, le Jura bernois de l'autre. Les argiles avec bancs oolithiques à *Ludw. Murchisonae* du Jura argovien sont remplacées dans le Jura bernois par des calcaires à polypiers, les marnes à *Lioc. concavum* sont remplacées dans la même direction par des couches à *Cancellophycos scoparius*. D'autre part les calcaires oolithiques qui représentent presque tout le Bathonien dans le Jura tabulaire bâlois et la vallée de la Birse passent dans la région de Betznau, Klingnau, Zurzach à un faciès marneux à Céphalopodes.

A propos du **Jurassique supérieur** l'auteur fait ressortir le passage latéral des calcaires coralligènes rauraciens du Jura bernois à l'Argovien marneux et aux couches du Geissberg. Il montre la réduction progressive de l'W à l'E de la série divésienne et attribue au Divésien les marnes siliceuses à Pholadomyes du Jura bernois.

Le Séquanien varie aussi de l'E à l'W; dans la région de Laufon et Delémont il comprend de bas en haut : 1° des marno-calcaires à *Natica Eudora* avec débris de Crinoïdes et d'Echinides, 2° des marnes avec bancs calcaires à *Zeilleria humeralis*, 3° les calcaires coralligènes de Sanct Verena. Dans le Jura argovien il commence par les calcaires oolithiques à *Hemicidaris crenularis* qui supportent les couches de Wang, et se termine par les calcaires de Letzi à *Pholad. Cor* et *Balanocrinus subteres*.

Le Kimmeridgien, qui comprend vers l'E les couches bien connues de Baden et de Wettingen, devient beaucoup plus épais dans le Jura bernois, où il est constitué par : 1° les calcaires de Vorbourg à *Pseudocidaris Thurmanni* (50 m.), 2° les marnes pterocériennes à *Terebr. suprajurensis*, *Pteroc. Oceani*, etc. (8 m.), 3° des calcaires en gros bancs avec polypiers et Nérinées à la base (45 m.), 4° les marnes à *Exogira virgula* et *Pholad. multicostata* (5 m.).

Enfin le Portlandien n'est représenté dans le Jura argovien que par une vingtaine de mètres de calcaires plaquetés, tandis que dans le Jura bernois, comme du reste plus au S, il est formé par une puissante série de calcaires massifs, riches par places en Nérinées et se termine par des bancs dolomitiques.

A propos du **Tertiaire** le tableau de M. Tobler fait clairement ressortir les différences considérables qui se manifestent dans le développement de la série molassique dans le Jura bernois, dans le Jura tabulaire oriental, au Tüllingerberg et dans le Sundgau.

Dans le Jura bernois les dépôts de la Molasse commencent au-dessus des bolus sidérolithiques à *Planorbis pseudoammonius* par des grès marins à *Ostrea callifera*, contenant des ossements d'Aceratherium, de Halitherium, d'Anthracotherium, qui représentent la base du Tongrien et qui sont surmontés par des argiles à Septaria, puis par des marnes à *Ostrea cyathula*. L'Aquitanien se compose de la Molasse alsacienne à Cinnamomum, de marnes bigarrées gypsifères et du calcaire de Delémont à *Helix Ramondi*. Au niveau de l'Helvétien (=Burdigalien) se développent la molasse de Lausanne, puis le Muschelsandstein à *Pecten scabrellus*. Enfin le Tortonien comprend la Nagelfluh polygénique à *Dinotherium bavaricum*, la Molasse de Thurgovie à *Melania Escheri* et le Calcaire d'Oeningen.

Dans le Jura tabulaire oriental la série molassique ne commence qu'avec l'Helvétien qui est formé par un banc coquillier à *Pecten scabrellus* et *Lima squamosa*, puis par des marnes à *Helix sylvana*. Le Tortonien est formé en grande partie par la Nagelfluh à éléments jurassiens et vosgiens, sur laquelle se sont déposées des marnes à *Helix moguntina*.

Au Tüllingerberg et dans le Sundgau le Sannoisien est déjà représenté par des sédiments fossilifères : à la base des calcaires à *Melania albigensis*, au-dessus des marnes à *Lymneus brachygaster*. Le Tongrien débute par des marnes plaquetées riches par places en débris végétaux qui sont remplacées localement au Sundgau par des grès à *Natica crassatina* et *Ostrea callifera;* au-dessus se développent au Tüllingerberg des calcaires à *Helix cf. rugulosa*, dans le Sundgau des argiles à Septaria et à Foraminifères et des schistes riches en restes de poissons et de végétaux. La série se termine dans les deux régions par l'Aquitanien qui dans le Sundgau ne comprend que la Molasse aquitanienne, tandis qu'au Tüllingerberg on trouve au-dessus de celle-ci d'abord des marnes gypsifères, puis des calcaires d'eau douce à *Planorbis cornu* et *Helix rugulosa*.

Pour les formations quaternaires M. Tobler adopte la classification classique en Deckenschotter supérieur, Deckenschotter inférieur, Haute Terrasse avec son revêtement de Loess et Basse Terrasse divisée en plusieurs étages.

Le lecteur trouvera dans la troisième partie de cette Revue de très nombreuses indications d'ordre stratigraphique concernant les divers terrains et les diverses régions de la Suisse que j'y ai fait figurer pour pouvoir conserver dans mon compte rendu l'unité des travaux.

TRIAS.

Jura. — M. FR. MÜHLBERG (**91**) a constaté au moyen de forages la présence, un peu au S de Koblenz à une profondeur d'environ 130 m., d'une couche de sel épaisse de 7.82 m. Ce dépôt devait être primitivement plus puissant, mais il a subi, du fait d'infiltrations venant de l'Aar, une dissolution de sa partie supérieure qui, augmentant vers le N, a fini par supprimer la couche entière. Sur l'emplacement du sel dissout subsistent encore des vides plus ou moins importants et les couches superposées à ce niveau montrent des signes évidents de tassements.

JURASSIQUE.

Alpes et Préalpes. — M. E. RENEVIER (**92**) a été amené par des observations récentes faites dans la vallée des Ormonts à considérer comme très probablement jurassique la **Brèche cristalline des Ormonts**. En effet ce dépôt contient d'abord des Belemnites, ensuite il est relié par un passage graduel aux schistes toarciens, passage qui est particulièrement clair près de Vers l'Eglise, enfin tout le long de la route du Pillon il repose constamment sur le Toarcien qui lui-même recouvre normalement le Trias.

M. C. SARASIN (**93**) est arrivé indépendamment à des conclusions toutes semblables, en retrouvant dans la zone des Cols entre la vallée de la Lenk et Adelboden des grès et des brèches absolument semblables à ceux de la zone du Niesen-Ormonts attribués jusqu'ici au Flysch et en constatant la liaison intime de ces dépôts avec des calcaires gréseux qui contiennent une faune d'Ammonites, de Belemnites, de Brachiopodes et d'Huitres, typique du Lias moyen.

M. M. LUGEON (**90**) a signalé la présence près de Leysin, à 5 m. environ sous le Crétacique supérieur d'une zone de Tithonique fossilifère contenant des Spongiaires, des Belemnites et plusieurs exemplaires de *Lissoceras Staszycci* Zeuchner.

Jura. — M. P. de Loriol (**89**) a retrouvé dans l'ancienne collection de Luc, 4 échantillons d'Echinides ramassés il y a plus d'un siècle au **Salève** et soigneusement étiquetés. Des 2 premiers, provenant du Corallien, l'un est un *Botriopygus Morloti* Desor, l'autre, cité par Agassiz dans son Catalogue raisonné des Echinides sous le nom de Nucleolites Nicoleti, appartient à une espèce nouvelle, pour laquelle l'auteur adopte le nom d'*Echinobrissus saleviensis.*

Les 2 autres échantillons sont empâtés dans une marne grise et appartiennent à des espèces rauraciennes : *Diplopodia aroviensis* Thurm. et *Stomechinus perlatus* Desor. Récoltés sur le Pas de l'Echelle, ils montrent que le Rauracien devait affleurer sur le versant N du Salève, où il n'apparaît plus aujourd'hui.

Revenant dans une nouvelle publication sur la question du **parallélisme du Dogger dans le Jura** vaudois, neuchâtelois et bernois, M. H. Schardt (**94**) conteste les limites adoptées par M. Rollier entre le Bajocien, le Bathonien et le Callovien et propose la classification suivante :

Dans le Jura bernois le Bajocien comprend de bas en haut : a) couches argilo-calcaires à *Lioc. opalinum*, b) oolithe ferrugineuse à *Ludw. Murchisonae*, c) calcaires marneux oolithiques à *Son. Sowerbyi*, d) marno-calcaires à *Stephan. Humphriesi.*

Le Bathonien comprend : a) la grande oolithe inférieure, ou oolithe subcompacte, b) les marnes à *Ostrea acuminata*, c) la grande oolithe supérieure avec intercalations de marnes à Homomyes, d) les calcaires roux sableux à *Rhynch. varians.*

Le Callovien commence avec la Dalle nacrée, qui représente ici le niveau à *Macroc. macrocephalus.*

Dans le Jura neuchâtelois, au Mont d'Amin et à la Tête de Rang les calcaires à polypiers classés par M. Rollier dans le Vésulien renferment *Stephan Humphriesi* et appartiennent donc au Bajocien supérieur, tandis que le Bathonien inférienr ou Vésulien est constitué par la grande oolithe inférieure et le calcaire roux à Brachiopodes et à *Park. Parkinsoni* qui la recouvre. D'autre part, les marnes superposées à la grande oolithe supérieure sont bathoniennes et non calloviennes, comme l'a supposé M. Rollier. Dans les environs de Noiraigue (Val de Travers) les marnes de Furcil remplacent complètement la grande oolithe supérieure et sont supportées par le calcaire roux à *Parkin. Parkinsoni* du Vésulien; le

niveau à *Steph. Humphriesi* est représenté par les couches de Brot; le Callovien d'autre part débute ici encore avec la Dalle nacrée.

Plus au S, dans la région du Chasseron, la série se retrouve à peu près la même, puis dans le ravin de la Beaumine on retrouve les couches de Brot avec polypiers siliceux au niveau du Bajocien supérieur, les calcaires spathiques de la grande oolithe inférieure au niveau du Vésulien, les marnes de Furcil au niveau du Bathien; seulement ici les marnes paraissent gagner vers le haut dans le Callovien, aux dépens de la Dalle nacrée qui n'a plus que 5 m. d'épaisseur. Au-dessous des couches de Brot affleurent de haut en bas d'abord des marno-calcaires, avec intercalations de couches échinodermiques, puis une zone riche en polypiers et enfin des calcaires gris, sableux et micacés, que M. Rittener avait classés à la partie supérieure du Bajocien, tandis qu'ils en représentent certainement la base.

En résumé les calcaires de la Grande oolithe supérieure des régions bernoises du Jura sont remplacés vers le S par le faciès marneux de Furcil, qui empiète aussi dans le Jura vaudois et français sur le Callovien inférieur; les parallélismes purement lithologiques ne peuvent donc pas avoir de valeur précise dans ce cas particulier.

Cette question de la stratigraphie du Dogger jurassien a été touchée d'autre part par M. G. Lee (**88**) dont le point de départ a été une étude stratigraphique et paléontologique de la série bajocienne-oxfordienne dans la région de la Faucille.

L'auteur commence par décrire la succession, épaisse d'environ 250 m., des calcaires spatiques, formés en grande partie essentiellement par des débris de Pentacrines et dans lesquels les fossiles déterminables sont très rares sauf à la partie supérieure, où l'on trouve : *Lima proboscidea*, *Avicula Münsteri*, *Ostrea cf. acuminata*, *Rhynch. subtetraedra*, *Terebr. globata*, *Ter. Stephani*. Vers le haut cette série devient moins homogène et plus fossilifère, et l'on peut distinguer les niveaux suivants :

1° Calcaire gris-bleu, grenu, en dalles, avec des chailles siliceuses dans sa partie supérieure.

2° Calcaire échinodermique et gréseux, épais de 20 à 30 m. et contenant des Pholadomyes.

3° Marno-calcaires ocreux, très délitables, épais de 1 à 2 m.

4° Calcaire roux, spathique et gréseux, épais de 5 à 6 m.

et contenant : *Park. Parkinsoni*, *Park. Garanti*, *Ter. globata*, *Ter. maxillata*, *Ter. Ferryi*, *Rhynch. spinosa*, *Collyrites ringens*, etc.

Viennent ensuite des marnes grises feuilletées, sans fossiles, épaisses de 2 à 3 m., puis une série de 10 m. de calcaires gris en dalles, à grain fin, sonnant sous le marteau, qui supportent les couches à *Macr. macrocephalus*.

Après avoir comparé cette série avec celles existant dans les régions de Baulmes et de Noiraigues, l'auteur, se basant sur la présence dans le calcaire roux à *Park. Parkinsoni* de *Park. Garanti*, espèce caractéristique du Bajocien, estime que cette couche doit rentrer encore dans cet étage et que la limite entre le Bajocien et le Bathonien doit être placée encore plus haut que ne l'a admis en dernier lieu M. Schardt.

Le Callovien ne comprend ici que :

1° Une couche de 1 m. environ de calcaire sableux et argileux, gris, contenant *Macroc. macrocephalus*, *Macr. Herveyi*, *Perisph. patina*, *Per. sub-Backeriae*.

2° Un calcaire dur, bréchiforme, glauconieux, épais de 1 m. à peine, dont la faune très abondante fait l'objet d'une étude détaillée, basée en partie sur les gisements de la Faucille (Platière), en partie sur ceux de la Rivière, près de Chésery (vallée de la Valserine).

Dans cette faune, le genre *Hecticoceras* est spécialement abondant et représenté par des formes très variées ; aussi M. Lee a-t-il cherché à établir un groupement rationnel des nombreuses espèces qui le composent. Il est arrivé à répartir celles-ci autour de trois types, en distinguant : 1° le groupe d'*Hecticoceras hecticum* Rein., 2° celui d'*Hecticoceras lunula* Zieten (non d'Orb.), 3° celui d'*Hecticoceras punctatum* Zieten, tout en constatant les transitions très nettes d'un type à l'autre. Le groupe le mieux représenté est celui d'Hect. punctatum avec : *H. punctatum* Zieten, *H. Krakoviense* Neum., *H. Schumacheri* Nötling, *H. evolutus* nov. sp. (= Am hecticus Quenstedt p. p. 1887), *H. sub-Matheyi* nov. sp., *H. Rossiense* Teys., *H. Nodosum* Bonar., *H. metomphalum* Bonar.

Le groupe d'Hect. lunula ne comprend ici à côté de l'espèce-type que *Hect. lunuloïdes* Kil. et une forme nouvelle qui tend par certains caractères à Hect. metomphalum.

Les autres ammonites qui caractérisent le Callovien moyen de la Faucille sont :

Haploceras voultensis Op.
Cosmoceras Jason Rein.
Reineckeia Stübeli Stein.
» plana nov. sp.
Stephanoc. coronatum Brug.
Perisphinctes variabilis Lahusen.
» planus Siem.
» Colleti nov. sp.
Perisphinctes curvicosta Op.
» torosus Par. et Bonar.
» af. Recuperoi Gem.
» af. patina Neum.
» Schardti nov. sp.
Phylloceras subtortisulcatum Pomp.

Au-dessus du Callovien se développe une zone, épaisse de 3 m. seulement, de calcaires grumeleux, jaunâtres, extrêmement riches en fossiles, sur laquelle s'appuie l'important complexe des marno-calcaires argoviens. La faune des calcaires grumeleux, qui correspond à celle de Birmensdorf a été déterminée et décrite avec soin ; elle comprend :

Ochetoceras canaliculatum d'Orb.
Oppelia Henrici d'Orb.
» arolica Op.
» subclausa Op.
» callicera Op.
» Bachi Op.
» anar Op.
» Berlieri de Lor.
» af. tricristata Op.
» Pichleri Op.
» flexuosa-discus Op.
» Colleti nov. sp.
» episcopalis de Lor.
Creniceras crenatum Brug.
Cardioceras alternans Buch.
» af. Kostromense Nik.
Phylloceras mediterraneum Neum.
» af. saxonicum Neum.
» tortisulcatum d'Orb.
Aspidoceras faustum Bayle.
» Oegir Op.
» Meriani Op.
Perisphinctes Orbignyi de Lor.
» Wartæ Bukow.
» neglectus de Lor.
» sub-Schilli nov. sp.
» Elisabethæ de Riaz.
» lucingensis Favre.
» virgulatus Qu.
» birmensdorfensis Mœsch.
» regalmicensis Gem.
» colubrinus Rein.
» Tiziani Op.
» Tizianiformis Chof.
» stenocycloïdes Siem.
» Choffati de Riaz.
» vermicularis nov. sp.
» præ-Lothari nov. sp.
Cadoceras Chappuisi Op.
Belemnites hastatus Blain.
» Didayanus d'Orb.

Dans une courte notice, M. E. Juillerat (**87**) a insisté sur la nécessité d'admettre l'équivalence du Rauracien de Sainte-Ursanne avec les couches de Birmensdorf et d'Effingen et de placer dans le Séquanien les couches typiques du Geissberg et les couches à *Hemicidaris crenularis*.

Crétacique.

La seule étude d'ordre purement stratigraphique et paléontologique concernant le Crétacique de notre pays qui ait paru en 1905 est une description faite par M. E. Baumberger (86), de l'**Hauterivien du Jura suisse**, à la suite de laquelle l'auteur examine en détail une série d'ammonites infracrétaciques.

Il distingue dans les marnes d'Hauterive de la première chaîne du Jura : 1° un niveau de marnes bleues homogènes contenant des ammonites : *Hopl. radiatus*, *Hopl. Leopoldi*, *Holcosteph. psilostomus*, puis 2° des marnes très fissiles, jaunâtres, avec concrétions calcaires, qui renferment une faune abondante de Pélécypodes : *Lima Carteroni*, *Exogyra Couloni*, *Panopea neocomiensis*, etc...., enfin 3° une zone d'alternances de marnes et de calcaires qui établit le passage à l'Hauterivien supérieur et qui est surtout caractérisée par *Toxaster complanatus*, *Rhynch. multiformis*, *Trigonia caudata*, *Pleurotomaria Bourgueti*.

L'Hauterivien supérieur, connu sous le nom de Pierre jaune de Neuchâtel, est souvent divisé en deux par une couche marneuse à *Eudesia semistriata*.

Ce profil d'ensemble subit une série de modifications locales que l'auteur met en lumière en décrivant en détail des coupes relevées dans les régions de Bienne, du Landeron et Cressier, de Neuchâtel, de Gorgier, de Bonvillars, Chamblon et Lignerolles. Dans l'intérieur du Jura, on retrouve les trois zones précitées de marnes hauteriviennes soit dans la vallée de Champ-du-Moulin, soit à Valangin ; il en est de même plus à l'W dans le val Saint-Imier, dans la vallée des Verrières et aux environs de Villers-le-Lac et Morteau, mais ici la zone inférieure des marnes homogènes est de moins en moins épaisse vers l'W, où elle finit par disparaître, tandis que les couches marno-calcaires tendent à gagner notablement vers le haut aux dépens de l'Hauterivien calcaire.

La description des ammonites néocomiennes commence par une étude approfondie de la série de *Hoplites Leopoldi* d'Orb., pour laquelle M. Baumberger propose le nom subgénérique de *Leopoldia*. L'auteur, se basant sur des variations régulières soit dans l'importance de l'ornementation, soit dans la section des tours, soit dans le degré de complication de la ligne de suture, sépare de *Leop. Leopoldi*, caractérisée par sa ligne de suture simple et son ornementation bien marquée

jusqu'à un diamètre relativement grand, toute une série de formes, en partie extrêmement voisines les unes des autres, pour lesquelles il établit les noms nouveaux de *Leop. Lorioli*, *Leop. Buxtorfi*, *Leop. Renevieri*, *Leop. mucronata*, *Leop. incerta*, *Leop. neocomiensis*, *Leop. hoplitoïdes;* il adjoint en outre au sous-genre Leopoldia : *Leopoldia Kiliani* von Kœn., *Leop. castellanensis* d'Orb.

M. Baumberger décrit ensuite les Hoplites, très communément répandus dans le Néocomien du Jura, qui appartiennent aux espèces suivantes :

Hoplites	biassalensis Karak.	Hoplites	Karakaschi Uhlig.
»	Leenhardti Kil.	»	Douannensis (= H. Arnoldi Sayn non Pict.).
»	af. Dalmasi Pict.	»	syncostatus nov. sp.
»	Albini Kil.	»	Dubisiensis (= H. Arnoldi Pict. et Camp. pr. p.).
»	Thurmanni Pict. et Camp.	»	obliquecostatus nov. sp.
»	Desori Pict. et Camp.	»	Rollieri nov. sp.
»	Arnoldi Pict. et Camp.		
»	Schardti nov. sp.		

Enfin, *Saynoceras verrucosum* d'Orb. et *Desmoceras Beudanti*, que l'on s'étonne de voir citer au milieu d'une faune hauterivienne, font l'objet de descriptions spéciales.

Au point de vue stratigraphique, les espèces précitées se répartissent comme suit : dans la Limonite (Valangien supérieur), on trouve *Hoplites af. Dalmasi*, *H. Albini*, *H. Thurmanni*, *H. Desori*, *H. Douannensis*, *Sayn. verrucosum ;* dans les couches à Astieria, on trouve *Hopl. biassalensis*, *H. Leenhardti*, *H. Arnoldi*, *H. Schardti*, *H. Karakaschi*, *H. syncostatus* et *H. Dubisiensis ;* enfin, les marnes d'Hauterive ont fourni toutes les Leopoldia, plus *Hopl. Rollieri*, *H. obliquecostatus* et *Desmoc. Beudanti* (?).

Tertiaire.

Sidérolithique jurassien. — Dans une poche creusée dans le Jurassique supérieur au Fuet (Jura Bernois), M. Rollier (**101**) a trouvé au milieu du bolus sidérolithique des fragments de roches et des fossiles provenant de l'Albien, de l'Hauterivien supérieur et de l'Hauterivien inférieur. Cette constatation permet d'attribuer avec beaucoup de vraisemblance à une lévigation de l'Albien les petits galets arrondis de quartz, qui se trouvent aussi dans la poche sidérolithique de Fuet et que certains seraient tentés de dériver des grès bigarrés de la

Forêt Noire. Ces grains de quartz ont été constatés dans des conditions analogues au milieu des sables vitrifiables de Souboz et de ceux de Hertingen, près de Kandern (Bade).

M. L. Rollier a repris d'autre part l'examen de la question de l'origine du Sidérolithique (**102**). Après avoir montré l'extension considérable que prennent ces sortes de dépôts soit dans le Jura suisse, soit en Allemagne depuis les Vosges et la Forêt Noire jusque dans la région de Cassel, soit dans les régions les plus diverses de la France, et fait ressortir l'uniformité de leur faciès, dont les éléments essentiels sont des bolus siliceux et des dépôts de limonite concrétionnée, l'auteur aborde le point de vue paléontologique ; il cite les principaux travaux effectués sur le Sidérolithique suisse par Rütimeyer, et par Pictet, Gaudin et De la Harpe, et montre que la faune mise en lumière par ces études devait être la faune d'un climat chaud rappelant celui qui règne actuellement à Java et d'une époque contemporaine de la formation du gypse parisien.

Les dépôts sidérolithiques ont dû avoir primitivement une très grande extension dans toutes les régions jurassiennes et sur la Schwäbische Alb et y former des couches continues sur des territoires étendus. Quant à leur mode de formation, l'auteur propose l'explication suivante : pendant la fin des temps crétaciques et le commencement de la période éocène, les régions jurassiennes formaient une terre très peu élevée, dominée au N par le massif vosgien. Sur la surface de ces terres basses et plates, les calcaires infracrétaciques et suprajurassiques, les grès et les argiles de l'Albien ont subi une désagrégation et une corrosion, dont le résidu a été une *Terra rossa* mêlée à d'autres produits, en particulier des sables quartzeux formés au dépens des Grès verts, et des argiles ferrugineuses dérivant des argiles pyritifères de l'Albien ; en même temps, les eaux d'infiltration creusaient dans les masses calcaires des poches, des gouffres, des galeries, etc...., dans lesquels pouvaient circuler par places des eaux thermales.

A la fin de l'Eocène des affaissements donnèrent naissance à de vastes bassins lacustres, dans lesquels les eaux courantes jetèrent les produits détritiques accumulés par la corrosion superficielle pendant la période précédente. Cette sédimentation, qui a donné naissance aux couches continues de Sidérolithique et aux remplissages de nombreuses poches, a commencé presque partout par un dépôt de sables quartzeux, puis a continué par la formation des limons et de couches de

limonite concrétionnée. Cette dernière, dont les dépôts pisolithiques ont été fréquemment assimilés à des formations d'eaux thermales, a certainement une toute autre origine, qui peut être rapprochée de celle des oolithes. Les concrétions de limonite ne peuvent pas, au moins dans la grande majorité des cas, être considérées comme des pseudomorphoses ; au contraire, l'hydroxyde de fer s'est concrétionné, peut-être sous l'influence de certains organismes, en pisolithes et il provient de la corrosion des diverses roches plus ou moins ferrugineuses qui constituent le Crétacique inférieur et spécialement le Gault.

M. F. Leuthardt (**100**) a décrit une poche creusée dans le Malm près de Lausen (Jura bâlois) et comblée par des dépôts sidérolithiques. Au-dessus d'une première couche formée de sables siliceux vient un calcaire bréchiforme rempli de *Planorbis pseudoammonius*, qui paraît s'être déposé sur place et permet d'attribuer le dépôt sous-jacent au Crétacique. La partie supérieure du remplissage est constituée par des bolus riches en limonite et en silex, puis par un amas de fragments de Séquanien et d'Argovien.

Une autre poche sidérolithique a été découverte et décrite par M. E. Fleury (**97**). Située à la Verrerie de Roches dans le synclinal de Vermes-Undervelier, elle est creusée dans le Kimmeridgien et comblée par un remplissage très fin vers la périphérie, de plus en plus grossier vers l'intérieur et passant dans toute la partie médiane à un bolus typique riche en pisolithes de limonite et contenant de nombreux débris d'ossements. Parmi ceux-ci, M. Stehlin a reconnu entre autres une molaire de Xiphodontherium, ce qui autorise à rapprocher ce gisement de ceux du Mormont et des phosphorites du Quercy et à le classer dans le Ludien supérieur.

M. A. Gutzwiller (**98**) a fait une étude stratigraphique et paléontologique des couches à *Planorbis pseudoammonius* des environs de Bâle. Il a examiné plus spécialement trois gisements; dans l'un, situé à Hochwald, à 12 kilom. au SE de Bâle, on trouve les calcaires à Planorbes à l'état de banc dissocié en fragments anguleux, intercalé dans une série de marnes jaunes et rouges de 3-5 m. d'épaisseur. Les formations éocènes sont ici superposées au Séquanien à proximité immédiate d'une faille, qui fait butter ce terrain contre les marnes oxfordiennes; elles semblent être en position primaire, malgré l'irrégularité manifeste de la stratification,

car, s'il s'agissait ici d'un paquet entraîné dans un plan de faille, il devrait se mêler aux formations tertiaires des lambeaux de calcaires suprajurassiques, ce qui n'est pas le cas; la faille a donc simplement favorisé la conservation des dépôts éocènes. Le calcaire d'eau douce est blanc ou jaunâtre et renferme d'innombrables concrétions qui lui donnent un aspect oolithique.

Le second gisement est celui de Lausen décrit d'autre part par M. Leuthardt (voir ci-dessus); le calcaire à *Planorbis pseudoammonius*, qui est intercalé entre des sables vitrifiables et des bolus argileux paraît être ici encore en position primaire, quoique son morcellement en fragments vaguement arrondis pourrait faire croire à un transport; cet état provient en effet probablement d'une désagrégation et d'une corrosion partielles, effectuées sur place, d'un banc primitivement continu avant le dépôt des bolus qui le recouvrent. Ce lambeau de formations tertiaires a de nouveau ici été conservé grâce à son affaissement suivant un plan de faille. Le calcaire à Planorbes de Lausen ressemble beaucoup à celui de Hochwald par un aspect oolithique, mais s'en distingue par sa teneur notablement plus forte en sable quartzeux.

Le troisième gisement se trouve près d'Aesch, dans la vallée inférieure de la Birse; les couches éocènes se superposent sur une grande étendue au Malm plongeant au NW et sont situées dans l'angle SE de l'effondrement rhénan, là où la flexure dirigée N-S prend la direction E-W. Elles commencent à la base par 20 à 25 m. de sables quartzeux et de bolus argileux qui, devenant toujours plus riche en carbonate de chaux vers le haut, passent à un banc calcaire à *Pl. pseudoammonius* épais de 8 à 10 m.; enfin celui-ci devient bréchiforme à sa partie supérieure et se raccorde graduellement à un conglomérat à éléments de Malm, qui est recouvert finalement par une série de marnes et de calcaires d'eau douce à débris végétaux; l'épaisseur des couches ainsi superposées au calcaire à Planorbes atteint 30 à 40 m.

La faune des calcaires précités reste la même dans les trois gisements et se rapproche beaucoup de celle bien connue de Buchsweiler.

L'auteur fait ressortir la grande variabilité du *Plan. pseudoammonius*, qu'il a récolté par milliers dans les localités citées; il distingue trois variétés principales d'après le mode d'accroissement de la coquille et considère *Pl. pseudorotundatus* Math., *Pl. Leymeriei* Desh., *Pl. castrensis* Noulet et

Pl. mammertensis Roman comme appartenant à cette même espèce.

Les autres espèces que M. Gutzwiller a pu déterminer sont :

Planorbis Chertieri Desh.
Vivipara novigentiensis Desh.
Euchilus Deschiensianum Desh.
Glandina Cordieri Desh.
Craspedopoma Stehlini nov. sp.
Pomatias Sandbergeri Noulet.
» Hochwaldensis nov. sp.
Nanina Voltzi Desh.
» occlusa F. Edw.
Patula oligogyra Andr.
Helix laxecostulata Sandb.
Pupa multicostula nov. sp.
Clausilia densicostulata Sandb.

Enfin, outre ces Gastéropodes, l'auteur décrit un moule de *Calyculina dubia* nov. sp., des sortes de fossiles ovales semblant représenter des cocons d'Hirudinées, et des graines de *Grewia macrocarpa* nov. sp. Deux dents récoltées à Lausen semblent avoir appartenu l'une à un *Lophiodon*, l'autre à un *Paleotherium*, et l'image de cette faune est complétée encore par quelques fragments d'œufs provenant d'un oiseau aquatique de la grosseur de l'oie.

J'ai analysé dans la *Revue* pour 1904 la deuxième partie de l'étude systématique que M. G. Stehlin consacre aux restes de **Mammifères conservés dans le Sidérolithique suisse**. La suite de cette importante monographie a paru récemment; elle est consacrée aux genres Paleotherium, Plagiolophus, Propaleotherium, Lophiotherium, Anchilophus et Pachynolophus (**105**).

L'auteur décrit d'abord sous le nom de *Paleotherium Heimi* nov. sp. une série dentaire provenant de Mormont, considérée par Pictet comme M_2-P_2, tandis qu'elle correspond en réalité à M_1-D_3, et attribuée à tort à *Pal. curtum*.

Paleotherium Moeschi nov. sp. est une espèce de taille moyenne, voisine du *Pal. curtum*, dont plusieurs dents ont été récoltées à Obergösgen et qui a été confondue par Rütimeyer avec *Pal. crassum*. Des dents de cette même espèce ont été trouvées dans le gypse parisien, où Cuvier les attribue au *Pal. crassum*, à la Grave, à la Débruge et dans les phosphorites du Quercy, gisements qui tous correspondent au Ludien supérieur.

Paleotherium Renevieri est une espèce nouvelle, dont les dents ont été découvertes récemment au Mormont. Les molaires supérieures ont une forme intermédiaire entre celles du *Pal. Mühlbergi* et celles du *Pal. Moeschi;* les prémolaires,

voisines en général de celles du Pal. Moeschi, sont caractérisées par leur parastyle très saillant et leurs cingula interne et externe continus et tranchants; les canines sont très fortes chez le mâle, convexes vers l'extérieur, canelées en avant et en arrière. L'auteur a pu reconstituer également la série dentaire inférieure, dans laquelle molaires et prémolaires portent toutes un fort cingulum. D'après le caractère géologique et paléontologique du gisement, et d'après le degré d'évolution des prémolaires, on peut placer cette espèce dans le Ludien supérieur, avec certaines réserves toutefois.

Paleotherium Renevieri nov. sp. se rencontre avec *Pal. cfr. castrense* et *Pal. eocaenum* à Egerkingen, et Rütimeyer a déjà décrit plusieurs dents qui lui appartiennent, en les attribuant à diverses espèces : *Pal. crassum*, *Xiphodon gracilis*, *Propaleotherium isselanum*, *Paloplotherium codiciense*. Intermédiaire par ses dimensions entre Pal. castrense et Pal. eocaenum, Pal. Rütimeyeri s'en distingue par la structure plus primitive de sa dentition de lait et de ses prémolaires. L'auteur est arrivé du reste à caractériser cette espèce d'une façon fort satisfaisante grâce à de nombreux fragments; il montre en outre que *Pal. Rütimeyeri*, qui caractérise le Lutétien supérieur, peut être relié aux Paleotherium de taille moyen du Ludien supérieur, par l'intermédiaire d'une forme insuffisamment connue du reste, qui existe dans les sables bartoniens du Castrais, et d'une seconde qui a été découverte dans le Ludien inférieur, soit à Saint-Hippolyte de Caton soit à Hordwell.

M. Stehlin aborde ensuite l'étude du genre *Plagiolophus* Pomel (= *Paloplotherium* Owen); il montre que ce genre se différencie du Paleotherium d'abord par la réduction très sensible de ses prémolaires, secondement par l'hypsélodontie très accusée de M_3, tandis que les couronnes de M_2, M_1, P_1, etc., sont de moins en moins élevées, enfin par l'abondance du dépôt de cément, qui remplit souvent toutes les dépressions de la couronne; une série de caractères de détail qu'il est impossible d'énumérer ici accentuent encore la démarcation entre les deux genres.

Parmi les matériaux récoltés en Suisse il faut attribuer d'abord au genre Plagiolophus un certain nombre de fragments de mâchoires, provenant du Mormont, dont une partie ont déjà été décrits par Pictet et attribués à *Plag. minor* Cuv., *Paleotherium curtum*, *Plag. siderolithicus* Pict. et Humb. et *Plag. valdensis* Pict. et Humb. Ces débris parais-

sent appartenir les uns à *Plag. minor* Cuvier, les autres à *Plag. annectens* Owen et peut-être à une troisième espèce intermédiaire, mais leur détermination reste souvent indécise. Des restes concordants ont été récoltés d'autre part à Moutier et à Obergösgen; en dehors de la Suisse des ossements de formes directement voisines du *Pl. annectens* et *Pl. minor* ont été trouvés dans tous les niveaux géologiques qui s'échelonnent du Bartonien au Stampien inclusivement, mais il est manifeste que le *Pl. annectens*, qui prédomine dans le Ludien inférieur, devient très rare ensuite, tandis que les dents appartenant à un Plagiolophus de petite taille, *Pl. minor* ou une forme voisine, restent très abondantes dans le Ludien supérieur et le Sannoisien et se retrouvent encore dans le Stampien; le fait qu'il ne s'agit pour ainsi dire toujours que de dents rend impossible de déterminer si *Pl. minor* a vraiment persisté pendant une si longue période, ou si l'on a affaire à plusieurs espèces peu différenciées. Quant aux restes de *Pl. minor* et *annectens* du Jura suisse ils appartiennent probablement en partie au Ludien inférieur, en partie au Ludien supérieur.

Plagiolophus Fraasi H. v. M. (= Paloplotherium Javali Fil) dépasse notablement *Pl. annectens* en dimensions; il n'est représenté en Suisse que par trois molaires trouvées à Obergösgen dans un dépôt datant du Ludien supérieur et par quelques débris récoltés à Kleinblauen (Jura bernois) dans une molasse marine d'âge stampien. D'après les données fournies par les gisements de Frohnstetten, de Villebramar (Lot-et-Garonne), de Saint-Géry (Tarn), de Célas (Gard), de Langlès (Lot-et-Garonne), il semble du reste évident que cette espèce s'est perpétuée du Ludien au Stampien.

Plagiolophus Cartieri nov. sp. est une espèce d'Egerkingen, qui se rapproche par ses dimensions de *Pl. minor* et *Pl. annectens* avec lesquels elle a été confondue par Rütimeyer, mais qui s'en distingue par des caractères bien tranchés : les molaires supérieures en sont moins hautes, leur contour est plus raccourci et leurs caractères montrent certaines analogies avec ceux qu'on retrouve dans le groupe du *Paleotherium Mühlbergi*; les molaires inférieures sont aussi de forme moins élevée et tout le caractère de la dentition est moins progressif dans le sens Plagiolophus, ce qui n'a du reste rien de surprenant puisque *Plag. Cartieri* caractérise le Lutétien supérieur; il paraît en effet fort probable que des restes de cette même espèce se sont trouvés à Coucy (la

série décrite en 1865 par Gaudry comme M_2-M_1 de *Pl. codiciencis* paraît être M_1-D_1 de *Pl. Cartieri*), puis dans le calcaire d'eau douce du Rocher de Lunel, dont les dents attribuées par Noulet à *Pl. minor* appartiennent vraisemblablement à *Pl. Cartieri*, et enfin dans le Lutétien supérieur de Château-Thierry (Aisne). Du reste l'analogie évidente qui existe entre *Pl. Cartieri* et *Pl. codiciensis*, espèce caractéristique du Lutétien supérieur de Coucy, permet de considérer ces deux formes comme très probablement contemporaines, quoique la première ait les caractères du genre un peu plus accentués que la seconde.

L'étude des genres Paleotherium et Plagiolophus a donc montré que ces deux types se sont déjà différenciés dans le Lutétien, les Plagiolophus modifiant la dentition du type primitif par un développement toujours plus abondant du cément, par le renforcement et l'exhaussement des molaires postérieures et la réduction des prémolaires, P_4 disparaissant même complètement dans l'adulte; mais la structure même des dents est restée chez eux assez voisine de celle du type ancestral. Les Paleotherium d'autre part montrent un allongement progressif de la série des prémolaires et une complication de leur structure dans le sens d'une molarisation ; dans l'Eocène supérieur leurs molaires inférieures subissent une transformation très importante. La souche commune qui a donné naissance au commencement de l'Eocène à ces deux genres a engendré aussi Propaleotherium, qui établit une sorte de liaison entre eux et les genres Lophiotherium, Pachynolophus et Anchilophus. Quant aux formes dérivées des Paleotheridés il est certain qu'on ne peut admettre aucune filiation directe entre ce groupe éogène et les véritables Equidés.

Le genre *Propaleotherium* qui a été confondu longtemps avec Plagiolophus et Paleotherium peut être défini comme un Equidé primitif, possédant des molaires peu élevées, des mésostyles très bien développés aux molaires supérieures et des prémolaires simples qui ne montrent pas de tendance à l'homéodontie. Ce genre est représenté en première ligne dans l'Eocène suisse par *Propal. isselanum* Blainv, dont des dents nombreuses ont été récoltées à Egerkingen; cette espèce a donné lieu à de fréquentes confusions et M. Stehlin fait un examen critique de sa synonymie ainsi que de celle de l'espèce voisine connue sous le nom de *Propal. argentonicum* Blainv. et d'une troisième forme, dont les molaires et

prémolaires inférieures ont été décrites par Filhol sous le nom de Pachynolophus argentonicus et pour laquelle l'auteur propose le nom de *Propal. Rollinati*. De ces trois espèces *Propal. isselanum* se distingue par ses dimensions petites et par la forme découpée de ses molaires inférieures, *Prop. argentonicum* est plus grand et possède des molaires plus massives, *Prop Rollinati*, de même taille à peu près que Prop. isselanum, a par contre des molaires encore plus massives que Prop. argentonicum; ses prémolaires supérieures P_1 et P_2, ont un fort cingulum externe, mais pas de mésostyle, ses P_1 et P_2 inférieures n'ont pas de tubercule postérieur mais portent un gros cingulum externe.

Le gisement d'Egerkingen a fourni un grand nombre de dents qui se rattachent étroitement à *Prop. isselanum*, sans être identiques à celles d'Issel; il est impossible de suivre l'auteur dans la description de tous ces échantillons, qui lui ont permis de donner une caractéristique complète de la dentition de l'espèce, et de faire ressortir aussi certaines variations assez importantes. Deux molaires découvertes à Chamblon paraissent appartenir à la même forme, tandis qu'une troisième doit plutôt provenir d'un *Prop. argentonicum*.

Le gisement d'Egerkingen a fourni en outre de nombreuses dents d'une petite espèce, qui semble correspondre à la « cinquième espèce de Lophiodon d'Argenton » de Blainville, désignée ensuite comme Lophiodon parvulum par Laurillard, et pour laquelle M. Stehlin adopte le nom de *Propaleotherium parvulum*; ces dents ont été attribuées de diverses façons par Rütimeyer et Kowalevsky. *Prop. parvulum* est caractérisé avant tout par ses très petites dimensions et par la fine sculpture de ses molaires supérieures, qui du reste se rapprochent très nettement de celles des autres espèces du genre; ses molaires et prémolaires inférieures ne se laissent par contre que difficilement distinguer de celles d'autres Micropérissodactyles, auxquelles elles sont mêlées; il correspond à la forme décrite par Rütimeyer sous le nom de *Propal. minutum*, et n'a par contre rien de commun avec le *Propal. parvulum* Rütimeyer, qui est en réalité un Anchilophus. M. Stehlin décrit de cette espèce une série maxillaire gauche complète, puis plusieurs séries incomplètes et de nombreuses dents isolées, à l'aide desquelles il arrive à caractériser soit la dentition de lait, soit la dentition de l'adulte de la mâchoire supérieure; il attribue d'autre part à cette même forme une

série mandibulaire droite M_3-P_3 décrite en 1891 par Rütimeyer sous le nom de *Lophiotherium cervulum*, et dans laquelle les molaires ont un tubercule antéro-interne fendu à la pointe, une arête antérieure du croissant postérieur déversée, un cingulum postérieur relevé chez M_1 et M_2 en un bouton saillant et des croissants très tranchants, ce dernier caractère se retrouvant sur les prémolaires ; quelques autres séries mandibulaires ou dents isolées sont d'une attribution moins certaine.

Prop. parvulum est représenté aussi dans la faune du Mormont et c'est à lui qu'il faut attribuer en particulier une M_2 sup. sin. décrite par Pictet et Humbert sous le nom de *Hyopotamus Gresslyi* Rüt. et une D_1 sup. dext. décrite par les mêmes sous le nom de *Anchilophus Gaudini*. Quelques dents lui appartenant ont été récoltées en outre à Chamblon.

Quant à la répartition des Propaleotherium, le *Prop. argentonicum* existe d'une part à Argenton dans le Lutétien moyen, d'autre part à Buchsweiler et dans le calcaire grossier supérieur des environs de Paris au niveau du Lutétien supérieur. *Prop. isselanum* se trouve à Issel, Buchsweiler, Cesseras, Pépieux, probablement partout au niveau du Lutétien supérieur. *Prop. Rollinati* est connu du Lutétien supérieur d'Issel et il faut probablement lui attribuer un M_3 supérieure décrite par Schlosser et provenant du Sidérolithique de Salmendingen. *Prop. parvulum* existe dans le Lutétien moyen d'Argenton ; il se retrouve très probablement dans le calcaire grossier supérieur de Gentilly, et un fragment de mandibule provenant de Robiac paraît devoir être rapporté à cette espèce, qui se perpétuerait ainsi jusque dans le Bartonien. Les échantillons d'Egerkingen doivent dater du Lutétien moyen, ceux de Chamblon sont probablement du Lutétien supérieur et il serait possible que ceux du Mormont fussent d'âge bartonien.

Propaleotherium se différencie notablement moins de la souche commune qui a donné naissance aussi à Plagiolophus et Paleotherium que ces deux genres ; il se rapproche donc plutôt des formes peu progressives de Plagiolophus, mais en conservant comme Paleotherium un diastème court et une série prémolaire non réduite avec une P_4 persistante. Il montre d'autre part des analogies évidentes avec les genres Lophiotherium et Pachynolophus et les Orohippidés d'Amérique.

Le genre *Lophiotherium*, créé par Gervais, mais caractérisé seulement à une époque récente d'une façon exacte par M. Depéret, comprend un groupe de petits Périssodactyles, dont les molaires portent un mésostyle bien développé et dont la série prémolaire n'est pas réduite et montre une tendance très accusée à la molarisation. Il est représenté au Mormont par une collection nombreuse de dents appartenant à une espèce décrite anciennement par Gervais *Lophiot. cervulum*, mais qui ont été attribuées par Pictet les unes à Hyracotherium sous le nom de *H. siderolithicum*, les autres à Plagiolophus et Rhagatherium sous les noms de *Plag. valdensis* et *Rhag. valdense*. Cette espèce est caractérisée par la molarisation accentuée de ses prémolaires supérieures qui s'élargissent notablement, mais il faut remarquer que le degré de cette tendance peut varier dans une large mesure d'un échantillon à l'autre ; c'est ainsi que la série P_1-P_2 sup., décrite par Rütimeyer sous le nom de Hyracotherium Quercyi Fil., n'est qu'une variété peu progressive des prémolaires de *Lophiot. cervulum*. Dans la série mandibulaire, les molaires sont nettement bunodontes avec des croissants anguleux et des arêtes émoussées ; les prémolaires diffèrent fort peu des molaires ; dans la dentition de lait, il devait très probablement exister une D_4. La variété de *Lophiot. cervulum* du Mormont diffère de celle de Saint-Hyppolyte par des dimensions plus faibles et par un caractère moins progressif ; il serait possible qu'on eût au Mormont, à côté de l'espèce typique, une forme un peu plus primitive.

Le gisement d'Egerkingen a fourni de nombreux restes d'une espèce de Lophiotherium très voisine de la précédente, mais notablement plus petite, et qui correspond à celle que M. Depéret a caractérisée sous le nom de *Propaleotherium pygmaeum*. Une partie des dents qui lui reviennent ont été décrites par Rütimeyer sous les noms divers de *Hyracoth. siderolithicum*, *Pachynolophus Prevosti*, *Pachyn. Duvali*, *Acotherulum saturninum*. M. Stehlin a pu reconstituer toute la dentition de cette espèce qui se distingue de la précédente, outre ses dimensions moindres, par la molarisation moins accentuée des prémolaires sup. et par le développement plus faible du mésostyle.

De ces deux espèces de *Lophiotherium*, l'une, *L. pygmaeum*, caractérise le Lutétien supérieur à Egerkingen et à Lissieu, l'autre, L. *cervulum*, se trouve au niveau du Ludien inférieur à Saint-Hyppolite de Caton, à Lamandine et au

Mormont; entre ces deux niveaux, l'on a découvert dans le Bartonien, soit dans le Castrais, soit à Robiac, soit dans le Quercy, des restes d'une forme de Lophiotherium encore mal connue qui occuperait ainsi une position intermédiaire.

Le genre *Anchilophus*, créé par Gervais, comprend un groupe de Perissodactyles, dont la mâchoire montre une tendance très accusée à l'homéodontie et dont les molaires supérieures ne portent pas de mésostyle. Quelques dents maxillaires isolées trouvées à Egerkingen paraissent devoir être attribuées à l'espèce-type de ce genre *Anch. Desmaresti* Gerv.; les restes d'une forme très voisine ont été récoltés d'autre part au Mormont. *Anchilophus Dumasi*, décrit d'abord par Gervais, puis caractérisé exactement par M. Depéret, est représenté au Mormont par quelques molaires, prémolaires et dents de lait supérieures qui ont été confondues par Pictet avec celles d'une autre espèce, *Anch. Gaudini*; les molaires sont caractérisées par leurs dimensions relativement grandes et leur haute couronne. Il faut probablement attribuer à la même espèce un certain nombre de dents mandibulaires trouvées aussi au Mormont, et qui sont reconnaissables à leur conronne élevée et à la division peu marquée de leur tubercule antéro-interne.

Pictet et Humbert réunirent sous le nom d'*Anchylophus Gaudini* une série de dents appartenant à des formes diverses, et il ne faut conserver comme figures-types de l'espèce que les fig. 8, 11 et 12 de la Pl. XXIII; par contre, il faut attribuer à *Anch. Gaudini* une partie des dents décrites par Pictet en 1855-1857 sous le nom de *Paleoth. minus* et par Pictet et Humbert en 1869 sous le nom de *Plagiol. valdensis*. Les molaires supérieures de cette espèce diffèrent de celles d'*Anch. Dumasi* par leur taille plus faible, leur contour plus transverse et leur paroi externe moins plate. Aux dents maxillaires, facilement reconnaissables, s'ajoutent au Mormont des dents mandibulaires aux croissants massifs qui se distinguent surtout par leurs dimensions de celles d'*Anch. Dumasi*.

M. Stehlin sépare de l'*Anch. cfr. Desmaresti* d'Egerkingen une forme un peu plus grande, dont les restes se trouvent dans le même gisement et pour laquelle il propose le nom d'*Anch. Depéreti*; cette nouvelle espèce se rapproche beaucoup par le caractère de ses molaires supérieures d'*Anch. Dumasi*, mais reste plus petite.

Quant à l'évolution et la répartion du genre Anchylophus,

il paraît évident que celui-ci était déjà divisé dans le Lutétien supérieur en trois types ; le premier, représenté par *Anch. Desmaresti*, est connu dans le Lutétien supérieur des environs de Paris et d'Egerkingen (?), ainsi que dans le Bartonien de Robiac et du Mormont; le second type commence dans le Lutétien supérieur avec *Anch. Depéreti* (Egerkingen), est représenté par la même espèce dans les sables bartoniens du Castrais et se continue avec *Anch. Dumasi* dans le Ludien inférieur de Saint-Hippolyte, de Lamandine et du Mormont; enfin le troisième type paraît être représenté dans le Lutétien supérieur d'Issel par une forme imparfaitement connue; dans le Bartonien du Castrais il comprend une espèce voisine d'*Anch. Gaudini*, tandis que celui-ci existe sous sa forme typique dans le Ludien inférieur du Mormont et de Moûtier, précédant l'*Anch. radegondensis* de la Débruge et des Bembridgebeds.

Le genre *Pachynolophus* se distingue des Micropérissodactyles précités par le fait que d'une part ses molaires supérieures sont dépourvues de mésostyle, que d'autre part la série prémolaire reste très simple et subit une réduction commençant par P_4. Il est représenté soit au Mormont, soit à Egerkingen par quelques dents isolées, dont la détermination spécifique reste douteuse. Trois espèces en sont connues dans le Lutétien supérieur de France : *Pach. Duvali* Pomel, *Pach. Prevosti* Gerv. et *Pach. cesserasicus* Gerv. ; en outre, quelques fragments récoltés dans le Bartonien soit à Robiac, soit dans les phosphorites du Quercy indiquent la persistance du genre à cette époque.

Après avoir décrit encore quelques dents indéterminables de petits Périssodactyles, M. Stehlin consacre un important chapitre aux relations qui existent entre les divers phylums de Paléohippidés. Il montre d'abord que la différenciation de ces formes a été poussée dès le Lutétien beaucoup plus loin en Europe, où les genres Propaleotherium, Lophiotherium, Anchilophus, Pachynolophus ont déjà des caractères parfaitement tranchés, qu'en Amérique, où existe le phyllum unique des Orohippidés; il montre ensuite que les Equidés néogènes ne se rattachent à aucune ascendance européenne, tandis qu'on peut les dériver par une filiation continue des Orohippidés de l'Eocène moyen. Puis, faisant ressortir les analogies intimes qui relient entre eux le genre américain Eohippus de l'Iprésien et les deux genres européens, iprésiens aussi, Hyracotherium et Propachynolophus, ancêtres probables de Pachy-

nolophus, il expose la vraisemblance d'une origine commune pour ces diverses formes et la nécessité par conséquent de l'existence d'une communication entre les deux continents à l'époque de l'Eocène inférieur. Dans la suite, tandis que les Paléohippidés d'Europe subissaient une réduction considérable, qui ne laissait subsister dans l'Oligocène que quelques représentants de Paleotherium et de Plagiolophus, les Orohippidés se sont développés notablement en Amérique pendant l'Oligocène et ont pu alimenter des migrations, dont l'arrivée en Europe beaucoup plus tard du genre Anchitherium est un signe.

Viennent ensuite quelques indications complémentaires et corrections concernant des formes précédemment étudiées par M. Stehlin. A propos du genre *Chasmotherium*, l'auteur rectifie et complète sa description des prémolaires supérieures de *Ch. Cartieri* et confirme son idée d'une série évolutive comprenant *Chasm. Stehlini* Dep. dans l'Iprésien, *Chasm. minimum* Fischer dans le Lutétien inférieur et *Chasm. Cartieri* Rüt. dans le Lutétien supérieur et le Bartonien. A propos du genre Lophiodon, il montre comment il a acquis la certitude de l'existence de *Lophiodon rhinocerodes* Rüt. dans le Lutétien supérieur, et admet comme suit la répartition des espèces diverses appartenant à ce genre :

Bartonien : *Loph. lautricense.*

Lutétien supér. :
- C *Loph. rhinocerodes.*
- B *L. leptorhynchum, L. sardus, L. tapiroïdes, L. Cuvieri, L. parisiense, L. buxovillanum.*
- A *L. occitanicum, L. isselense.*

Lutétien inférieur et moyen : *L. subpyrenaïcum.*

Iprésien : *L. Larteti.*

Après un chapitre, très intéressant, mais impossible à résumer ici, consacré à la dentition de lait chez les divers Périssodactyles et au parti que l'on peut tirer de son étude au point de vue de la phylogénie, M. Stehlin donne un aperçu final sur la répartition des Périssodactyles dans les dépôts sidérolithiques de Suisse et dans les divers gisements éocènes de France.

Comme formes caractéristiques de l'**Iprésien** ou du **Lutétien inférieur**, on ne peut citer pour la Suisse que quelques dents de *Chasmotherium Stehlini* et du Lophiodontoïde de Palette trouvées à Egerkingen.

Les espèces suivantes caractéristiques du **Lutétien moyen** semblent exister aussi à Egerkingen : *Lophiodon subpyrenaïcum* Filh., *Propaleotherium Rollinati* Stehl., *Pachynolophus* sp. d'Argenton.

Le **Lutétien supérieur** dont la faune a été retrouvée soit à Egerkingen, soit à Chamblon, soit au Mormont, a fourni les restes de :

Chasmotherium Cartieri Rüt.
Lophiodon rhinocerodes Rüt.
» tapiroïdes Cuv.
» isselense auct. (?)
» Cuvieri Watt.
« parisiense Gerv. (?)
Paleotherium cfr. castrense Noul.
» eocaenum Gerv.
» Rütimeyeri Stehl.
Plagiolophus Cartieri Stehl.
Plagiolophus sp.
Propaleotherium cfr. argentonicum Gerv.
Propaleotherium isselanum Gerv.
» parvulum Laur.
Lophiotherium pygmaeum Dep.
Anchilophus cfr. Desmaresti Gerv.
» Depéreti Stehl.
Pachynolophus Duvali Pom. (?)
» Prevosti Gerv. (?)

La faune du **Bartonien** a été constatée surtout au Mormont où elle se compose de :

Chasmotherium Cartieri Rüt.
Lophiodon lautricense Noulet
Paleotherium castrense Noulet.
» curtum Cuv.
» lautricense Noulet.
Plagiolophus cfr. minor Cuv. (?)
Anchilophus cfr. Desmaresti Gerv.
Lophiotherium cfr. cervulum Gerv.
Pachynolophus cfr. Duvali Pom.

Diverses espèces du **Ludien supérieur** ont été retrouvées au Mormont et à Moutier, ce sont :

Paleotherium cfr. girondicum Gerv.
Paleotherium forme moyenne de Saint-Hippolyte (?)
Paleotherium curtum Cuv.
Plagiolophus annectens Owen.
Plagiolophus cfr. minor Cuv. (?)
Lophiotherium cervulum Gerv.
Anchilophus Dumasi Gerv.
» Gaudini Pict.

Enfin c'est surtout le gisement d'Obergösgen qui a fourni des restes du **Ludien supérieur**, puis celui de Mormont-Entreroches ; les espèces qui rentrent ici sont :

Paleotherium magnum Cuv.
» Mühlbergi Stehl.
» Buseri Stehl.
» Moeschi Stehl.
» Renevieri Stehl.
Paleotherium Heimi Stehl.
Plagiolophus minor Cuv.
» Fraasi H. v. M.
» cfr. annectens Owen
Anchilophus sp.

D'après ces indications le gisement d'Egerkingen s'est montré riche surtout en espèces du Lutétien supérieur; au Mormont les gisements du versant N, Entreroches et Bavois ont fourni des espèces du Ludien supérieur, tandis que ceux du versant S, gare d'Eclépens et Saint-Loup contiennent des fossiles du Ludien inférieur et du Bartonien; le gisement de Chamblon a un caractère exclusivement lutétien supérieur: Moutier contient un mélange de formes du Bartonien et du Ludien inférieur; Obergösgen renferme une faune du Ludien supérieur pure et Sainte-Verena semble appartenir au même niveau. Quant à la position des gisements de la vallée de Délémont elle reste douteuse pour le moment.

Molasse du plateau suisse. — M. M. Tièche (**106**) a récolté dans la Molasse marine du Belpberg quelques débris de Scalpellum, qui paraissent appartenir à une espèce nouvelle, voisine de *Scalpellum magnum*, pour laquelle il propose le nom de *Scalpellum Studeri*.

M. H. Douxami (**96**), dont les travaux sur la Molasse sont bien connus, a fait récemment l'étude du faciès spécial connu sous le nom de **Molasse rouge**. Dans les environs de Genève ces dépôts sont intimement liés aux couches à lignite et à gypse qui les recouvrent et rentrent dans l'Aquitanien; plus à l'W, dans la vallée des Usses, ils passent vers le haut au Burdigalien et dans les Bauges on les voit s'appuyer directement sur le Tongrien, auquel ils sont liés par un passage graduel; l'âge aquitanien de ces molasses comme du reste des Molasses rouges du plateau des Bornes paraît donc certain, d'autant plus qu'il est confirmé par la découverte de fossiles caractéristiques: *Limnea pachygaster* Thom., *L. subbullata* Sandb., *Helix Ramondi*, Brong., *H. moguntina* Desh., etc.

La Molasse rouge de Lausanne, qui est liée comme celle de Genève à des couches à lignite et à gypse et qui est sous-jacente à la Molasse grise, appartient encore à l'Aquitanien, par contre la Molasse rouge de Vevey est incontestablement plus ancienne et doit être homologuée avec les grès de Ralligen, dont elle se rapproche intimement soit par sa faune, soit par sa constitution lithologique.

Les Molasses rouges du Bouveret, du Val d'Illiez et de Bonneville, qui partout s'enfoncent sous le bord des Préalpes doivent, vu leur frappante similitude, représenter le même niveau; elles sont intimement liées au Flysch, comme on

peut le voir d'une façon particulièrement nette dans le Val d'Illiez et en représentent la partie supérieure; ce sont donc des dépôts équivalents à la Molasse rouge de Vevey.

On retrouve du reste tout le long de la bordure des Alpes françaises des couches de Molasse rouge, mais il est certain que ce sont non des dépôts partout contemporains mais au contraire des faciès analogues se répétant à divers niveaux depuis l'Eocène jusque dans le Miocène supérieur. Leur coloration, qui leur donne leur caractère le plus apparent, est due du reste à des causes diverses; le long du pied du Jura, dans la Molasse aquitanienne, elle provient des abondants produits de lévigation et des sables sidérolithiques; dans la plupart des cas elle résulte d'une décomposition par un élément oxydant des sels de fer, qui sont contenus plus ou moins dans tous les sédiments détritiques.

Molasse du Jura. — M. Fr. Jenny (99) a pu, grâce à un récent sondage constater la présence sur le plateau du Klein Blauen, entre la chaîne du Blauen et la vallée de la Birse, de Molasses tongriennes, qui reposent directement sur le Séquanien inférieur à *Nerinea Brückneri* Thurm., *Pecten varians* Roem., *Natica hemisphaerica* Roem., etc.

Les dépôts oligocènes comprennent de bas en haut :

1° Des marnes alternativement schisteuses et gréseuses avec *Cerithium Lamarki* Brong.

2° Un banc, épais de 2 m., de grès dur contenant des dents de *Lamna* et de *Notidanus primigenius* Ag.

3° Un conglomérat à galets jurassiques, avec intercalations marneuses, qui a fourni *Natica crassatina* Desh. et *Pectunculus obovatus* (1.8 m.).

4° Un grès se terminant vers le haut par une couche de graviers à *Pect. obovatus* (0.8 m.).

5° Des grès jaunâtres et rouges dont la partie inférieure renferme des restes de *Halitherium Schinzi* Kaup., tandis que vers le haut on y trouve la petite variété d'*Ostrea callifera* (4.5 m.).

6° Grès calcaire, dur, qui a fourni deux mâchoires de *Rhinoceros Filholi* Osb. et des dents de *Carcharodon auriculatus* Blainv. (0.8 m.).

7° Marnes grises, sableuses, à *O. callifera* (0.65 m.).

8° Couche mince de terrain remanié, très riche en fossiles, avec :

Aceratherium Filholi Osb.
Anthracotherium sp. ind.
Halitherium Schinzi Kaup.
Plagiolophus Fraasi v. Mey.
Carcharodon auriculatus Blainv.
Lamna cuspidata Ag.
» contortidens Ag.
Otodus cfr. lanceolatus Ag.
Notidamus primigenius Ag.
Cerithium Lamarki Brong.
Natica crassatina Desh.
Panopaea Heberti Bosq.
Cyprina rotundata Braun.
Cytherea incrassata Sow.
Pectunculus obovatus Lam.
Chlamys bifida M.
Ostrea callifera Lam.

Il paraît du reste certain que ces couches tongriennes formaient primitivement une nappe sédimentaire continue de la région de Blauen jusqu'à Bâle d'un côté, jusqu'au bassin de Delémont de l'autre.

MM. H. Schardt, P. Dubois et J. Favre (**104**) ont pu, grâce à l'ouverture de nouvelles tranchées, faire une étude détaillée de l'**Oeningien**, qui existe dans la vallée du Locle; ils distinguent de bas en haut :

1° Environ 80 m. de craie durcie, en gros bancs, qui contient des fruits de *Chara* (Pierre morte).

2° Une série, épaisse de 50 à 60 m. de marnes grises, contenant quelques bancs minces de calcaire d'eau douce et des lits de lignites schisteux. L'on trouve à ce niveau *Limnea Jaccardi*, *Plan. aequiumbilicatus*, *Lithoglyphus panicum* avec des débris de *Listriodon* et de *Paleomeryx* et de nombreuses feuilles de plantes terrestres. Ces marnes sont surmontées par de la moraine de fond et ont subi à leur partie supérieure un laminage glaciaire évident; leurs têtes de couches sont en effet étirées et incurvées de façon à plonger dans le sens de la pente.

Une revision des fossiles récoltés antérieurement par Jaccard dans l'Oeningien du Locle et étudiés par Maillard et Locard, a amené à réduire le nombre des espèces à 19, ce sont :

Limnea Jaccardi Mail.
» dilatata Noulet.
Planorbis declivis Thom.
» Mantelli Dunk.
» aequiumbilicatus Hilg.
» Zieteni Braun
» dealbatus Braun
Melania Escheri var. rotundata Sandb.
Melanopsis callosa var. curta Loc.
Paludestrina Renevieri Loc.
Paludestrina sulcata Sandb.
Bythinia gracilis Sandb.
» ovata Dunk.
Gillia utriculosa Sandb.
Lithoglyphus panicum Neum.
Unio flabellatus Goldf.
» Jaccardi Loc.
» Lorioli Loc.
Pisidium Picteti Loc.

QUATERNAIRE

Formations pléïstocènes. — Dans la *Revue* pour 1903 j'ai donné un résumé de la première partie de la grande monographie consacrée par MM. A. PENCK et E. BRÜCKNER (**111**) à l'étude du système glaciaire alpin pendant l'époque pléïstocène; depuis lors trois nouvelles livraisons ont paru, traitant plus particulièrement du glacier du Rhône et des glaciers descendant des Alpes françaises vers l'W, puis de ceux qui s'écoulaient des Alpes occidentales vers la plaine du Pô.

Nous avons vu déjà avec MM. Penck et Brückner l'extension prise par le **glacier du Rhône** sur le plateau suisse pendant la glaciation de Riss; pendant la **glaciation de Würm** ses dimensions, comme on le sait, sont restées moindres et sa surface ne s'est pas élevée au-dessus de 1210 m., au Chasseron, de 1100 m., au Chaumont, de 930 m. au-dessus de Bienne, etc. Ce niveau a du reste suffit pour lui permettre de pénétrer dans plusieurs des vallées du Jura et d'y déposer des moraines importantes, ainsi dans la vallée de l'Orbe, dans celle de Sainte-Croix, dans le Val de Travers et le Val de Ruz, dans la vallée de la Suze et le Val Saint-Imier. Le front du bras rhénan se trouvait dans la région de Wangen, où sa moraine frontale se raccorde avec les alluvions des Basses-Terrasses; son flanc droit se trouvait, depuis la région de Berne, immédiatement à l'W de la dépression Burgdorf-Langenthal.

Le glacier de l'Aar se joignait à celui du Rhône dans les environs de Berne, où il a laissé d'abondantes moraines; mais son volume était relativement faible et il est certain que, depuis la ligne des lacs de Neuchâtel et de Bienne et de Wangen, la surface de la glace devait s'abaisser notablement vers le SE et que, par suite, des mouvements, devaient se produire dans sa masse suivant cette direction. Cette surface restait du reste partout assez élevée pour qu'aucune hauteur molassique, pas même le Gibloux, ne pût en émerger.

Ce qui frappe dans les matériaux morainiques de Würm du glacier du Rhône c'est l'extension générale qu'y prennent des roches dont le gisement est pourtant localisé dans les Alpes; le fait est particulièrement frappant pour la protogine du Mont-Blanc et il doit s'expliquer, semble-t-il, par l'étranglement du glacier à son passage dans le défilé de Saint-Maurice, qui a provoqué un chevauchement des diverses parties les unes sur les autres.

M. Brückner donne ici un rapide aperçu des **moraines de retrait des glaciers de l'Aar, de la Sarine et du Rhône;** à propos de ces dernières il fait remarquer l'immense distance, plus de 100 kilom., qui sépare dans le champ des deux bras du glacier les moraines frontales de la plus grande extension à Wangen et à l'E de Lyon de celles du stade du retrait le plus interne à Cossonay et à Ivoire. L'on peut homologuer avec certaines réserves les moraines terminales du plateau de Wavre et de Bellegarde d'une part, celles de Cossonay et d'Ivoire d'autre part avec les moraines du premier et du second stade de retrait des glaciers de la Suisse orientale.

A ces moraines sont presque partout associées des alluvions; celles-ci prennent un développement important dans le Seeland, mais à propos de cette région M. Brückner ne peut partager la manière de voir développée par M. Aeberhardt; il considère les alluvions du Frienisberg (680 m.) comme appartenant au nouveau Deckenschotter, celles du Büttenberg et d'Arch comme appartenant à la glaciation de Riss, celles des flancs des vallées de la Broye et de la Thielle comme appartenant à la dernière glaciation et celles des thalwegs de ces mêmes vallées comme post-glaciaires, avec cette remarque que les deuxième et troisième systèmes ont dû être déposés pendant une oscillation négative des glaciations correspondantes.

A propos des **alluvions du bassin du lac de Genève,** M. Brückner montre l'impossibilité d'attribuer ces dépôts au Deckenschotter, comme l'ont fait en particulier MM. Delebecque et Æberhardt, et la nécessité de considérer soit les alluvions de la Côte, soit celles des environs de Genève comme déposées pendant des oscillations de la glaciation de Würm; partout ces graviers sont remarquablement frais et partout ils sont plus ou moins intimément liés à des moraines. Des formations équivalentes se retrouvent au-dessus de Thonon, où on les voit s'adosser contre le conglomérat nettement plus ancien de la Dranse; ce dernier, fortement cimenté et constitué uniquement par des éléments provenant de la vallée de la Dranse, montre une structure en delta très franchement accusée et correspond à une formation interglaciaire. Quant aux alluvions fluvio-glaciaires qui recouvrent la Molasse dans les environs de Bellegarde, elles semblent s'être déposées pendant la dernière glaciation, à un moment où le glacier du Rhône ne dépassait pas la cluse du Fort de l'Ecluse et où son émissaire était barré vers l'aval par le glacier de l'Isère.

Passant à l'étude de l'**érosion glaciaire**, l'auteur admet, en se basant sur la présence de deux niveaux de terrasses développés sur les flancs soit de la vallée du Rhône entre Saint-Maurice et Villeneuve, soit de certaines vallées latérales, que le niveau de la vallée à l'époque préglaciaire devait se trouver à peu près à 950 m. d'altitude, tandis qu'il s'était abaissé lors de la période interglaciaire Mindel-Riss jusqu'à l'altitude de 700 m. environ. Le lac de Genève d'une part, ceux de Neuchâtel, Bienne et Morat de l'autre peuvent être considérés comme de véritables bassins glaciaires creusés dans la Molasse par les deux bras du glacier du Rhône avant la fin de la dernière glaciation. Ce fait n'exclut du reste en aucune façon l'existence d'un lac déjà avant la dernière glaciation en amont de la ligne du Vuache ; cette existence est démontrée d'autre part par les conglomérats de la Dranse, mais il est certain aussi que le niveau de cette nappe d'eau a dû s'abaisser avant l'époque de Würm au-dessous du niveau actuel du lac. Un nouveau seuil plus élevé a été édifié ensuite par l'accumulation des dépôts fluvio-glaciaires des environs de Genève, puis, après le retrait définitif du glacier, le niveau de l'eau s'est abaissé de nouveau et c'est pendant cet abaissement que se sont formées successivement les terrasses de 30 m. et de 10 m. qui bordent le lac en divers endroits.

Les **lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat** se trouvent dans une vaste dépression subjurassienne creusée par le glacier et dont le véritable seuil se trouve à Turgi à 330 m. d'altitude. Cette dépression a été considérablement modifiée dans sa forme par le dépôt, pendant la phase de retrait de la glaciation de Würm, de moraines et d'alluvions fluvio-glaciaires, qui ont en particulier amené la séparation entre le lac de Bienne et les lacs de Neuchâtel et de Morat, qui ont ensuite comblé le fond des vallées de la Broye et de l'Orbe en amont des lacs.

Le stade de Bühl paraît être marqué pour le glacier du Rhône par les moraines de Vérossaz, Monthey et Colombey dans la région de Saint-Maurice.

Pour le glacier de l'Arve, M. Brückner, admettant un surcreusement glaciaire considérable, place le niveau de la vallée préglaciaire à 900 m. environ dans la région de Cluses, à 850 m. dans celle de Bonneville. Il attribue le vaste cirque morainique qui entoure le bassin de Bonneville au stade de Bühl.

Le surcreusement glaciaire paraît aussi évident dans la vallée de l'Aar jusqu'aux environs de Berne ; les cours d'eau

latéraux débouchent presque tous par des rapides aux allures juvéniles et sur les flancs de la vallée l'on voit se développer entre Berne et Thoune deux zones de plateaux molassiques dont le niveau, s'élevant lentement au S, est à environ 350 mètres au-dessus de l'Aar et à 700 m. au-dessus du fond du lac de Thoune. Les moraines du stade de Bühl paraissent être représentées ici par le vaste système morainique qui se développe autour de Thoune vers l'aval. Quant aux alluvions en strates inclinées qui sont coupées par les gorges de la Kander au S de Gwatt, elles représentent sans aucun doute un delta de la Simme dans un lac dont le niveau se trouvait à environ 600 m. ; elles reposent sur de la moraine et devaient déjà être consolidées lors du dépôt des moraines de Bühl qui les recouvrent ; aussi semblent-elles appartenir à la période interglaciaire Riss-Würm.

M. Brückner développe ici quelques **notions générales sur les dépôts morainiques du Plateau suisse** ; pour commencer, il montre l'importance prise parmi les formations de la dernière glaciation par les moraines de surface et les gros blocs anguleux. Il décrit les dépôts de lignite intercalés dans les moraines de Würm à Grandson, au signal de Bougy, au Bois de la Bâtie comme formés pendant une oscillation négative de la phase de retrait, probablement l'oscillation de Laufen, tandis que les lignites de Dürnten et de Wetzikon, qui contiennent une flore de climat relativement chaud avec des restes d'*Elephas antiquus* et de *Rhinoc. Merckii*, et probablement aussi les lignites de Saint-Jacques près de Bâle sont plus anciens et appartiennent à la période interglaciaire Riss-Würm. L'auteur fait ressortir ensuite la remarquable conformité qui se manifeste dans les oscillations successives qu'ont subies les divers glaciers de Suisse depuis l'époque de Riss jusqu'au retrait définitif. Puis il fixe comme suit la limite des neiges persistantes pendant la glaciation de Würm et les phases qui l'ont suivie : pendant la dernière glaciation, cette limite devait se trouver entre 1320 et 1375 sur le bord des Alpes dans la Suisse centrale et orientale, à 1210 m. sur le versant SE du Chasseron, à 1125 dans l'intérieur du Jura, soit à peu près à 1100-1200 m. au-dessous de la limite des neiges actuelle ; ensuite l'écart avec la limite actuelle s'est modifié comme suit : pendant l'oscillation d'Achen il était au plus de — 700 m., pendant le stade de Bühl il était de — 950 m., pendant le stade Gschnitz il était de 600 m. et pendant le stade de Daun il était de — 300 m.

Ici, M. Brückner s'attache à démontrer la nécessité de faire intervenir une érosion glaciaire intense pour expliquer la genèse de la topographie des régions subalpines ; il constate que l'abaissement du seuil des grandes vallées au-dessous du niveau de la pénéplaine préglaciaire est toujours approximativement proportionnel à l'épaisseur du glacier correspondant pendant la dernière glaciation et remarque l'impossibilité d'admettre une cause tectonique à la formation des lacs subalpins. Puis il montre l'importance de l'érosion latérale opérée par les glaciers, qui, suscitant sur les flancs des vallées des pentes trop fortes, ont provoqué la chute d'innombrables éboulements postglaciaires.

Il est du reste incontestable que, par leur situation même, les bassins dans lesquels sont développés les lacs subalpins sont intimément liés à la position occupée par le front d'un grand glacier pendant une longue période d'arrêt; leur partie aval a été fréquemment comblée par des accumulations glaciaires effectuées pendant le retrait du glacier; la partie amont montre presque toujours la trace d'une érosion plus profonde parce que plus prolongée. Enfin l'importance du travail d'érosion, puis d'accumulation effectuée par les glaciers pendant la période de Würm découle avec une clarté particulière de l'ensemble de la topographie de la région couverte alors par les glaces; tout prouve en effet que les lacs subalpins ne peuvent être que de formation très récente; les nombreux tronçons épigénétiques, qui s'intercalent sur le cours de la plupart des rivières secondaires, et les irrégularités si fréquentes de l'hydrographie dénotent partout un caractère de jeunesse. Cette physionomie devient surtout frappante si l'on prend comme point de comparaison le territoire du Napf et de son avant-pays qui a échappé à la dernière glaciation ; ici l'on ne voit partout que les effets d'une érosion purement aqueuse et prolongée, et les vallées avec leur section en V et leur profil longitudinal diminuant régulièrement d'inclinaison de l'amont vers l'aval ont un caractère de maturité accusé.

Reprenant la question de l'influence totale de la période glaciaire envisagée dans son ensemble, l'auteur montre que chaque glaciation a dû avoir comme effet de creuser avec une intensité particulière au débouché des principales vallées dans le territoire molassique, d'accumuler au contraire des quantités considérables de matériaux devant les lignes frontales des glaciers et de créer ainsi deux tronçons de vallées à inclinaison exagérée séparés par un tronçon médian à pente

faible, nulle ou même inverse; les périodes interglaciaires ont marqué chaque fois une régularisation des profils longitudinaux ainsi déformés. La formation de grands lacs subalpins a donc suivi la glaciation de Riss comme celle de Würm; quant aux deux premières glaciations, il est fort possible que la formation de contrepentes a été rendue impossible par le mouvement d'exhaussement qui devait se poursuivre alors dans les Alpes et la partie méridionale du plateau molassique. L'abaissement moyen de la surface du plateau suisse pendant la période quaternaire peut être évalué à approximativement 250 m., ce qui correspondrait à un volume total du démantèlement de 3000 km^3.

Dans un chapitre consacré à la ligne de surface des glaciers pendant la glaciation de Würm, M. Brückner admet les débordements suivants : le glacier du Rhône a franchi le Grimsel d'une part, le Simplon de l'autre, de façon à pousser des langues dans les bassins de l'Aar et de la Diveria ; le glacier de l'Aar a débordé d'une part par-dessus le Gothard, de l'autre par-dessus le Brünig ; enfin le glacier de l'Arve a franchi le col des Montets pour rejoindre le glacier du Rhône par la vallée de Trient.

La topographie des régions alpines de Suisse se distingue des territoires correspondants d'Autriche par le développement beaucoup moindre qu'y prennent les Karrs, ce qui semble résulter du fait que ces chaînes avaient déjà pris avant le début de la période glaciaire le caractère de haute montagne. Par contre, les vallées alpines présentent d'une façon particulièrement frappante la marque du surcreusement glaciaire. La vallée du Rhône entre Martigny et Fiesch est un trog typique au-dessus duquel se développent deux paliers superposés en terrasse, l'un entre 750 m. au-dessus de Martigny et 950 m. au-dessus de Brieg, le second à 250-300 m. plus haut. Presque toutes les vallées latérales en dehors de celles de la Dranse et de la Viège débouchent au niveau de la terrasse inférieure ; quelques-unes parmi les moins importantes se raccordent avec la terrasse supérieure ; quant à la vallée de la Viège, elle figure un trog typique dominé par deux terrasses, correspondant à celles de la vallée du Rhône, qui se suivent jusqu'aux alentours de Zermatt. Nous retrouvons ainsi le long du cours supérieur du Rhône les restes des deux anciens fonds de vallée déjà signalés entre Saint-Maurice et Vevey, dont l'un, supérieur, doit être préglaciaire, dont l'autre doit dater de la période interglaciaire Mindel-Riss.

Des formes tout à fait concordantes se retrouvent dans les vallées supérieures de l'Aar, de la Reuss et de la Linth, et l'on peut reconstituer pour l'ensemble des vallées alpines deux systèmes superposés de profils longitudinaux correspondant à deux systèmes de terrasses et se conformant à un certain nombre de règles générales. Les profils longitudinaux se rattachant au système supérieur ou préglaciaire offrent dans toutes les vallées, principales ou latérales, un caractère de maturité absolu, leur pente s'adoucit progressivement vers l'aval, passant de 40 ou 50 $^0/_{00}$ dans la région des sources à 3 ou 4 $^0/_{00}$ au débouché des vallées dans la plaine suisse ; là le niveau des anciens fonds de vallées préglaciaires se relie nettement à la surface de la pénéplaine préglaciaire, dont la pente au NW est de nouveau plus forte que celle des vallées qui y débouchent par suite de l'exhaussement tectonique déjà cité de la région interne du plateau molassique. Dans le système inférieur des anciens fonds de vallées, qui doit avoir été établi avant la glaciation de Riss, le caractère de maturité se poursuit d'une façon moins complète dans les vallées latérales ; l'inclinaison générale des thalwegs est plus forte dans la partie supérieure des cours d'eau, moins forte au contraire à l'approche du plateau suisse.

Le fond des vallées alpines actuelles est absolument différent de celui de ces anciennes vallées préglaciaires ou interglaciaires; au lieu d'un profil longitudinal normal, il montre une subdivision en une succession de tronçons à pente faible séparés les uns des autres par des seuils rocheux plus ou moins surélevés ; de plus, si l'on suppose les remplissages d'alluvions et autres dépôts supprimés, on arrive à la conviction que le fond rocheux est morcelé en une série de bassins allongés, échelonnés et séparés par de véritables crêtes transversales. Plus on se rapproche des régions occupées encore actuellement par les glaciers, plus ces bassins rocheux se développent d'une façon évidente. Il faut remarquer en outre que les seuils surélevés, qui délimitent les bassins vers l'aval et marquent nne chute brusque dans le niveau de la vallée, ne sont liés ni à la traversée de roches spécialement dures, ni à des conditions particulières de régime du cours d'eau. Les explications de ce phénomène si net, basées uniquement sur une érosion fluviale, en particulier celle proposée par M. Heim, paraissent tout à fait insuffisantes, tandis qu'en faisant intervenir une puissante érosion glaciaire on conçoit facilement la formation de bassins échelonnés et de seuils, en tenant compte des nombreuses inégalités qui doivent se ma-

nifester dans l'énergie érosive d'un glacier du fait des variations soit dans l'intensité du frottement et de la pression, soit dans la résistance des roches.

Passant à l'étude des moraines déposées pendant les différentes phases du retrait de la dernière glaciation. M. Brückner attribue au **stade de Bühl** une série de moraines latérales, qui reposent entre 1300 et 1500 m. sur les deux flancs de la vallée du Rhône, ainsi au-dessus de Martigny et à Orsières, sur la terrasse de Montana, Ayent et Savièse, etc. Pendant le stade de Gschnitz le glacier du Rhône devait avoir son front dans la région de Sierre, tandis que, sauf celui de la Viège, tous les glaciers latéraux n'atteignaient plus le débouché de leur vallée; ainsi dans le bassin de la Dranse les trois glaciers principaux déposaient leurs moraines frontales respectivement vers Chables, Liddes et Sembrancher; le glacier d'Hérens déposait la moraine frontale du Château de Vex, celui d'Anniviers avait son front vers Niouc; ce développement de la glaciation correspond dans son ensemble à une limite des neiges inférieure de 600 m. à la limite actuelle. Pendant le stade du Daun le glacier du Rhône devait s'étendre jusqu'à Obergestelen et celui d'Aletsch jusqu'à Brigue, tandis que le glacier de Saleinaz déposait la moraine de Praz-de-Fort dans le Val Ferret.

Dans le bassin de l'Aar nous avons vu déjà qu'il faut attribuer au stade de Bühl le cirque morainique qui entoure Thoune. Le stade de Gschnitz est représenté par les moraines du Kirchet pour le glacier de l'Aar, par les moraines du Bödeli près d'Interlaken pour celui de la Lütschine, par les moraines d'Adelboden pour celui d'Engstligen, etc. Dans le bassin de la Reuss la moraine développée entre Wasen et Amsteg doit se rattacher au stade de Gschnitz, auquel il faut attribuer d'autre part les moraines qui se superposent dans les environs de Glaris aux grands éboulements tombés du Glärnisch; ceux-ci doivent être par parenthèse postérieurs non seulement à la dernière glaciation mais aussi au stade de Bühl.

Le chapitre suivant, rédigé par M. Penck, est consacré au développement des **formations quaternaires à l'W du Jura** jusque dans la région de Lyon. Il ne m'est pas possible de suivre l'auteur dans le détail de sa description; qu'il me suffise d'indiquer que l'interprétation donnée ici diffère sur plusieurs points de celle des auteurs français et comporte un parallélisme entre les divers niveaux d'alluvions de cette ré-

gion et les quatre grands systèmes reconnus en Suisse et sur l'avant-pays des Alpes orientales. M. Penck rattache aux Basses Terrasses les alluvions qui couvrent sur de vastes étendues le Bas-Dauphiné, ainsi que les vallées de Valloire et de Bièvre; il considère comme représentant les Hautes Terrasses les alluvions partiellement couvertes de moraines, qui forment des îlots surélevés dans la plaine du Bas-Dauphiné, les alluvions grises de Sathonay et celles du niveau inférieur de la bordure du plateau lyonnais, puis les alluvions de 290-300 m. des environs de Beaurepaire; il attribue enfin au Deckenschotter les alluvions des plateaux des géologues français, qui prennent un si grand développement dans les Dombes et se retrouvent au N de la vallée de Valloire, où l'on peut distinguer un Deckenschotter inférieur et un Deckenschotter supérieur. Les dépôts des Basses et des Hautes Terrasses sont intimement liés aux moraines des deux dernières glaciations; quant au Deckenschotter il est certainement plus récent que le Pliocène supérieur, avec lequel on a cherché à le paralléliser, car, au S de Lyon, il s'est déposé dans des tranchées creusées en partie dans des systèmes d'alluvions supérieurs, qui eux se rattachent aux formations les plus récentes du Pliocène.

M. Penck examine aussi en détail le développement qu'a pris pendant les deux dernières glaciations entre la ligne Bellegarde-Nantua-Bourg et la vallée de l'Isère la masse presque continue de glace que formaient alors les glaciers du Rhône, de l'Arve et de l'Isère. Il fixe la ligne des moraines frontales de Riss par Vinay sur l'Isère, Beaurepaire, Vienne, Lyon et Bourg, et celles de Würm par Vinay, lac de Paladru, Saint-Quentin, Jons et Ambérieu. Il attire l'attention sur le développement que prend le Loess à l'E de Lyon sur les moraines de Riss, tandis qu'il manque partout sur les dépôts de la dernière glaciation, et montre que sa formation a dû être précédée par une accumulation importante d'alluvions lacustres sur certains points, en particulier dans la région de Villefranche sur la Saône. Il insiste enfin sur le niveau très bas auquel devait se trouver la limite des neiges dans le Jura méridional aux époques de Riss et de Würm.

L'auteur voit dans la vallée du Rhône entre Seyssel et la sortie du Jura les signes évidents d'un surcreusement, et il explique l'absence d'un phénomène semblable entre Seyssel et Bellegarde par le fait que ce secteur se trouvait, grâce au barrage du Vuache, dans la position d'un angle mort où le

mouvement de la glace devait être extrêmement ralenti et l'érosion par conséquent presque nulle, tandis que vers l'aval ce glacier presque inerte était de nouveau vivifié par les apports qui lui venaient de l'E par les coupures du lac d'Annecy et du lac du Bourget. Ces profondes tranchées doivent elles aussi être envisagées comme profondément creusées par des digitations du glacier de l'Isère en même temps que la large coupure du Graisivaudan.

En résumé, d'après tout l'ensemble des faits étudiés en détail par M. Penck, on peut conclure que le territoire du glacier rhodanien (Rhône, Arve, Isère) cadre exactement au point de vue du développement des formations quaternaires avec les autres régions de la bordure septentrionale des Alpes et est absolument conforme à la notion des quatre grandes glaciations successives.

M. Penck termine ce long exposé du développement des formations pléistocènes sur le versant N des Alpes centrales par une étude parallèle des faunes et des produits de l'industrie humaine, dont nous retrouvons des restes dans les dépôts glaciaires et post-glaciaires. Il commence par montrer que les **stations paléolithiques** connues, qui sont comprises dans l'intérieur du territoire occupé par l'avant-dernière glaciation, appartiennent toutes à l'époque magdalénienne, tandis que d'autre part on y trouve les restes de trois faunes successives, l'une caractérisée par la persistance du mammouth, représentée en particulier au Kesslerloch et qui paraît appartenir à l'oscillation négative d'Achen, la seconde caractérisée par l'abondance du renne et qui correspond au stade de Bühl, la troisième caractérisée par le développpement du cerf.

Les stations de types plus anciens, se rattachant à l'époque moustérienne, datent en partie de l'époque de la glaciation de Riss, en partie de la période interglaciaire qui a suivi; les objets travaillés moustériens récoltés dans les alluvions de Villefranche-sur-Saône, où ils sont associés à des restes de *Rhinoceros Mercki* datent certainement de la période interglaciaire Riss-Würm. A Solutré (W de Mâcon) l'on peut distinguer deux niveaux de culture, l'un plus ancien contenant des silex moustériens mélangés à des objets travaillés en os et à d'innombrables restes de cheval, l'autre contenant des silex en partie magdaléniens, en partie d'un type spécial et d'autre part des restes de mammouth et de renne en grande quantité. Le premier de ces niveaux se place au point de vue

archéologique à la fin de l'époque moustérienne, au point de vue faunistique à une époque où régnait un climat de steppe et doit, par ce fait, appartenir à la période interglaciaire Riss-Würm ; le second, qui semble se rattacher au début de l'époque magdalénienne et qui contient une faune arcto-alpine typique, doit dater de la phase de progression de la dernière glaciation. En somme la série de Solutré établit une sorte de liaison entre la faune du Loess et celle de la glaciation de Würm, comme elle montre une sorte de passage de l'industrie moustérienne à l'industrie magdalénienne; du reste au point de vue soit de la faune, soit des objets travaillés, il n'y a aucune démarcation tranchée entre le Loess et les formations de retrait de la période de Würm et il faut admettre que le dépôt du premier s'est poursuivi fort longtemps pendant la progression des glaciers à la faveur d'un climat de steppes. Grâce au refroidissement qui a marqué la période de la dernière glaciation, des représentants de la faune arcto-alpine se sont mêlés en proportion de plus en plus forte aux formes des steppes, et il y a eu ainsi après l'âge du cheval, celui du mammouth, puis celui du renne, sans du reste que les principaux représentants des steppes aient jamais disparu complètement de la région. L'âge du cerf, qui est venu ensuite, correspond à la fin de la période paléolithique.

Je ne suivrai pas ici M. Penck dans sa description du développement pléïstocène du glacier de la Durance et de ceux des Alpes provençales, ni dans celle des glaciers de la face interne des Alpes dans la région des **Alpes maritimes, ligures et cottiennes**. A propos de ces dernières je me contenterai de rappeler que le seul glacier de cette partie de la chaîne qui ait débouché jusque dans la plaine est celui de la Doria Riparia, dont on retrouve les deux amphithéâtres morainiques concentriques à l'W de Turin autour de Rivoli. Ces deux systèmes de moraines, qui correspondent aux deux dernières glaciations, sont du reste très rapprochés et les alluvions fluvioglaciaires qui les accompagnent vers l'E, représentant les Hautes et les Basses Terrasses, se confondent en un seul grand cône qui s'abaisse vers Turin. L'un des traits intéressants de cette région consiste dans la présence sur les moraines de Würm de dépôts importants de Loess typique, qui ne peut évidemment être que post-glaciaire.

A la limite des Alpes Graies et Pennines se développe le bassin d'alimentation de la **Dora Baltea** qui s'étend jusqu'aux

chaînes du Mont-Blanc et du Saint-Bernard. Le glacier, nourri par un cirque de montagnes aussi grandiose, devait prendre une vaste ampleur et en effet nous retrouvons ses moraines formant un magnifique amphithéâtre autour d'Ivrée. Ce système morainique, dont le front s'avance sur la plaine du Pô jusque près de Mazze, appartient à la derière glaciation; il frappe par la fraîcheur de ses formes et la masse énorme des dépôts qui le constituent, ainsi que par sa forme raccourcie, qui provient de l'inclinaison rapide de la surface de la glace, environ 21 $^0/_{00}$, dans la région frontale; il comprend du reste une succession de talus concentriques et diverses complications que je ne puis décrire ici. A l'extérieur de ces moraines de Würm on trouve d'autres moraines, dont les formes adoucies et la décomposition avancée indiquent suffisamment l'âge plus ancien et qui doivent se rattacher à la glaciation de Riss. Ces dépôts, qui manquent presque partout devant le front des moraines de Würm, sont par contre bien développés immédiatement en dehors de la moraine latérale gauche, qui forme la crête de la Serra entre Ivrée et Biella; ils reposent par places sur des graviers plus décomposés encore et évidemment plus anciens, qui peuvent être identifiés avec le Ferretto des géologues italiens; quant aux alluvions fluvio-glaciaires qui s'y rattachent on les voit apparaître dans quelques tranchées sous les alluvions des Basses Terrasses, qui, elles, se relient aux moraines de Würm.

Plus à l'E la **vallée de la Sesia**, qui pourtant s'alimente directement dans le versant SE du Mont-Rose, ne nourrissait qu'un glacier remarquablement peu considérable, dont le front s'est arrêté entre Borgosesia et Varallo. Du reste le développement des glaciers dans les Alpes piémontaises frappe d'une façon générale par sa faible ampleur, ce qui doit s'expliquer d'abord par des circonstances climatériques, la limite des neiges se trouvant ici en moyenne 300-400 m. plus haut que dans les Alpes françaises à latitude égale, ensuite par l'inclinaison très forte et la faible longueur des vallées, qui font que les glaciers n'ont pu profiter que sur un parcours très réduit de l'alimentation latérale.

Le Ferretto doit être considéré comme l'équivalent du Deckenschotter de la bordure septentrionale des Alpes et il semble qu'on puisse y distinguer aussi deux niveaux. Ses relations avec les alluvions plus récentes se modifient de l'W à l'E en ce sens que, tandis qu'en amont de Turin son inclinaison du N au S est moins forte que celle des dépôts des

Hautes et Basses Terrasses, qu'il émerge sous forme d'îlôts surélevés vers le S et qu'il est presque complètement couvert vers le N, en aval de Turin au contraire sa surface est plus inclinée que celles des Hautes Terrasses, qui l'est à son tour moins que celles des Basses Terrasses; de cette façon les alluvions plus récentes sont localisées vers le N dans des tranchées du Ferretto, tandis que vers le S elles le recouvrent, et d'abord les Hautes, puis les Basses Terrasses prennent une extension de plus en plus générale. D'autre part il est certain que dans la partie occidentale de la plaine du Pô le Ferretto repose en discordance sur le Pliocène et que le dépôt de ces deux complexes a été séparé par une lacune.

La **région des lacs Majeur, de Lugano et de Côme** est très nettement caractérisée par la convergence vers elle de trois grandes vallées, celles de l'Adda, du Tessin et de la Toce, qui se ramifient toutes trois avec ampleur vers l'amont au milieu de montagnes élevées. Ce fait a tout naturellement amené la confluence des trois glaciers descendant ces vallées en une seule masse qui, après avoir traversé le pays montueux compris entre Orta, Lugano et Lecco s'est épanchée sur la plaine du Pô. A l'alimentation normale de ces glaciers du versant S sont venus s'ajouter des affluents amorcés sur le versant N, qui ont pu franchir la ligne de faîte grâce au niveau moindre atteint par les glaces méridionales, ainsi au Simplon, au Gothard, au Bernardin. Le glacier du Tessin a du reste atteint une épaisseur notablement plus importante que ne l'a admis en particulier M. Stapf, et sa surface s'élevait jusqu'à l'altitude de 2100 m. au-dessus d'Airolo, de 1900 m. au-dessus de Biasca, de 1600 m. au-dessus de Bellinzona.

Le glacier de la Toce a pu, à deux reprises, diffluer en dehors de sa vallée; il a poussé d'abord une langue dans la vallée latérale de Vigezzo à la rencontre d'une digitation semblable du glacier du Tessin qui remontait la vallée de Centovalli; puis vers Gravellona il s'est divisé en deux bras, dont l'un passait par la dépression du lac d'Orta, dont l'autre suivait la vallée principale et se confondait dans le bassin du Lac Majeur avec le glacier du Tessin. Celui-ci s'est fractionné une première fois vers Bellinzona en deux digitations, l'une franchissant le Monte Cenere, l'autre beaucoup plus importante s'écoulant par le bassin du lac Majeur, envahissant une partie du bassin de la Tresa et s'épanchant sur la

plaine jusqu'à la ligne de Somma-Varese. La difluence a atteint son maximum dans le glacier de l'Adda qui, dans la région moyenne du lac de Côme, se divisait en quatre digitations : la première remontait au SE le Val Sassina, la seconde suivait la vallée de Lecco et se partageait à son tour en deux langues, dont l'une poussait au SE jusqu'à Brivio, dont l'autre s'étalait vers le SW sur le territoire des lacs d'Annone et de Pusiano; la troisième digitation suivait la vallée de Côme, poussait un bras par la vallée d'Intelvi dans le bassin de Lugano, puis se divisait vers Blevio en deux langues dont l'une s'étendait au S jusqu'à Cantu, dont l'autre déviait vers l'W et se terminait près de Chiasso; enfin une quatrième digitation rejoignait par la dépression de Menaggio-Porlezza le bassin de Lugano. Ce dernier était ainsi couvert par la partie gauche du glacier du Tessin et la partie droite de celui de l'Adda et cette masse de glace devait recouvrir encore le Salvatore (915 m.), mais, diminuant rapidement d'épaisseur vers le S, elle ne pouvait s'écouler que par les deux dépressions de Porto Ceresio et de Capolago ; des deux langues ainsi formées l'une se soudait pendant la glaciation du Riss avec le bras principal du glacier du Tessin vers Varese, l'autre faisait de même vers Chiasso avec le bras de Côme du glacier de l'Adda.

Grâce à cette répartition des glaciers il s'est formé sur le bord des Alpes, dans cette région, sept amphithéâtres morainiques distincts :

1° L'amphithéâtre qui ferme au S le bassin du lac d'Orta.

2° Le vaste amphithéâtre qui entoure l'extrémité du lac Majeur par Gozzano, Borgo Ticino, Somma, Varese.

3° et 4° Le cirque qui se développe au S de Porto Ceresio et à l'E de Varese, et celui qui entoure Stabio.

5° Le vaste amphithéâtre bilobé qui entoure Côme par Olgiate, Cucciago, Cantu et Fecchio.

6° L'amphithéâtre de la Brianza qui se développe autour des lacs d'Alserio, de Pusiano et d'Annone.

7° Enfin le cirque morainique qui barre la vallée de l'Adda vers Merate.

L'on peut le plus souvent distinguer facilement le système des moraines de Würm, dont les formes sont accusées et la décomposition est peu avancée, des moraines de Riss qui entourent directement les premières. A ces deux systèmes morainiques se rattachent les alluvions des Basses et des

Hautes Terrasses, mais tandis que devant les amphithéâtres du lac Majeur et du lac de Côme les Basses Terrasses se sont formées dans des tranchées creusées dans les Hautes Terrasses, les premières reposent sur la surface des secondes devant les moraines de la Brianza.

Sur la bordure même des Alpes, les Hautes Terrasses sont fréquemment dominées par des plateaux arides, formés par les alluvions plus anciennes du Ferretto ; celles-ci montrent par places un caractère fluvio-glaciaire incontestable ; d'autre part elles semblent s'échelonner en deux niveaux qui correspondraient aux deux niveaux du Deckenschotter. Les relations du Ferretto avec les dépôts des deux dernières glaciations comportent diverses variations ; mais partout les alluvions anciennes ne tardent pas à disparaître vers le S sous les dépôts plus récents des Basses Terrasses dont l'inclinaison est plus faible ; en même temps, la nature des sédiments appartenant aux trois périodes de Mindel, Riss et Würm se modifie vers le S en ce sens qu'il se mêle aux graviers une proportion toujours plus forte de sable et de bancs à diatomées. Ce fait, auquel s'ajoute l'épaisseur considérable des alluvions quaternaires relativement à celle des formations correspondantes du versant N, permet de supposer que le dépôt s'effectuait dans un géosynclinal appenino-alpin qui était en voie d'approfondissement.

Le système morainique d'Orta comprend trois cirques concentriques qui paraissent appartenir exclusivement à la glaciation de Würm et devant lesquels on ne trouve aucune trace des Hautes Terrasses ; la moraine externe s'appuie partiellement sur le Ferretto, qui repose lui-même sur un socle de Pliocène marin. Le double amphithéâtre qui délimite au S le bassin du lac de Lugano comprend par contre, en dehors des moraines de Würm, aussi des moraines de Riss auxquelles se relient des Hautes Terrasses ; des conditions analogues se retrouvent autour de Côme et à la Brianza. Quant aux moraines de la vallée de l'Adda vers Merata, elles appartiennent, semble-t-il, de nouveau toutes à la dernière glaciation et les alluvions qui en dérivent recouvrent les alluvions des Hautes Terrasses sous lesquelles apparaît localement le Ferretto. Par contre, près de Paderno, une terrasse d'alluvions plus basse et plus jeune se développe sur le flanc de la vallée, et paraît s'être formée pendant un dernier retour offensif de la glaciation de Würm, qui a dû être précédé d'une notable oscillation négative. Le contraste qui existe ainsi entre les cirques morainiques d'Orta et de l'Adda d'une part, du lac Majeur, du lac

de Lugano et de Côme de l'autre, peut facilement s'expliquer par le fait que les vallées de Lecco et d'Orta ont gagné en importance comme débouchés du glacier entre les glaciations de Riss et de Würm et que les digitations correspondantes du glacier ont atteint ainsi pendant la dernière crue des dimensions supérieures à celles qu'elles avaient eues pendant la précédente.

Dans le bassin d'alimentation des glaciers de la Toce, du Tessin et de l'Adda, les signes manifestes d'un surcreusement glaciaire abondent ; les vallées de la Toce et du Tessin, dans lesquelles les vallées latérales débouchent presque toutes à des niveaux très supérieurs à celui du thalweg, sont sur une grande partie de leur longueur des trogs typiques ; le fond de la vallée du Tessin est échelonné en paliers successifs séparés par des seuils que la rivière coupe actuellement par des gorges étroites. Le bassin du lac Majeur lui-même est le fait d'un surcreusement effectué dans la roche en place depuis la fin du Pliocène et qu'on peut évaluer à plus de 1000 m. dans la région supérieure du lac, à 300-400 m. vers son extrémité inférieure.

La vallée qui descend du Monte Cenere jusqu'à Porto Ceresio, en comprenant le bras occidental du lac de Lugano, a été elle aussi approfondie dans des proportions considérables par l'érosion glaciaire ; mais c'est encore dans le bassin de l'Adda que le surcreusement apparaît de la façon la plus évidente, dans la Valteline, dans le val Giacomo et dans le val Bregaglia, où il a été accentué par le débordement d'une partie du glacier de l'Inn par-dessus la Maloja. Le lac de Côme, soit dans sa partie supérieure, soit dans les bras de Lecco et de Côme, occupe le fond de trogs typiques et c'est encore comme trogs qu'il faut envisager la dépression de Menaggio-Porlezza, puis le bras du lac de Lugano qui la prolonge, puis enfin le bras du même lac qui s'étend de Lugano à Capolago. Ce surcreusement, constaté ainsi partout dans la région des lacs d'Insubrie, est certainement postérieur au dépôt du Pliocène marin, dont les couches occupent le long de la bordure des Alpes un niveau notablement supérieur à celui des parties frontales des bassins surcreusés ; il paraît même très probable que la mer pliocène ne pénétrait pas en golfes dans les vallées qui débouchent des Alpes.

D'après tout ce qui précède, M. Penck considère les lacs d'Insubrie comme le produit d'un surcreusement glaciaire frontal et il ne peut voir dans les terrasses à pente inverse des vallées de Lecco et de Côme, décrites par MM. Philippi, Baltzer et Wilmer et du reste très imparfaitement développées, un argument en faveur d'une origine tectonique.

D'autre part, les barrages morainiques qui influent évidemment sur la forme et le niveau des lacs, du lac Majeur plus particulièrement, ne suffisent pas à expliquer la profondeur de leurs bassins. Le surcreusement glaciaire nous fournit en outre l'explication la plus satisfaisante du phénomène de bifurcation des vallées vers l'aval, tel que nous l'avons d'une façon particulièrement typique dans le bassin du lac de Côme. Un glacier débordant par-dessus un col s'épanche dans une vallée voisine, dont il abaisse le niveau depuis la ligne de séparation des eaux ; celle-ci, dans des conditions favorables, devient de moins en moins saillante par rapport à la vallée principale en même temps qu'elle tend à s'en éloigner, et il ne reste souvent entre les deux vallées qu'un seuil peu élevé. Mais cette diffluence du glacier provoque une diminution de masse de la glace et par conséquent aussi de sa force érosive, et cette diminution de force est d'autant plus sensible dans la région frontale des glaciers qu'elle n'est pas compensée par des apports affluents. Il devra donc se produire un relèvement du thalweg vers l'aval dans les diverses branches de la vallée divisée et il se formera tout naturellement des bassins lacustres.

M. Penck termine cet exposé du développement des formations quaternaires de l'Insubrie par la description de quelques dépôts interglaciaires datant de l'époque Riss-Würm ; ce sont d'abord les argiles à végétaux de Calprino sur le versant N du S. Salvatore, puis les brèches du val Geranzone au-dessus de Lecco, puis les brèches à péridotites et les argiles fossilifères de Re dans le val Vigezzo. L'examen comparatif de ces divers dépôts montre d'abord que leur formation coïncide avec une phase de dénudation importante, ensuite que la flore qui couvrait alors la région ne comportait pas de formes méditerranéennes et se rapprochait beaucoup de la végétation de bois et de taillis qui existe actuellement en Bosnie, tandis que la présence au milieu d'elle de *Rhododendron ponticus* et de *Buxus sempervirens* lui donnait un caractère un peu plus méridional. Ce caractère floristique nous permet d'admettre pour cette époque un climat modérément continental avec des hivers un peu plus froids et des étés un peu plus chauds que de nos jours.

M. St. Meunier (**110**) a insisté, dans une nouvelle publication, sur l'impossibilité de considérer comme moraines les **placages boueux à blocs striés** qui sont si répandus vers l'extérieur des Alpes. Il remarque d'autre part que, dans l'erratique, les blocs ayant une même provenance sont plus

ou moins localisés autour de certains points ou suivant certaines zones, au lieu d'être mêlés sans ordre avec des éléments d'origines différentes, comme cela se passe dans les moraines actuelles. Ce fait lui paraît suffisant pour exclure la possibilité d'un transport glaciaire et les blocs erratiques lui apparaissent comme des restes épars de grandes nappes de charriage qui, après avoir couvert les nappes alpines et préalpines, se seraient étendues jusque sur le Jura.

Dans une notice consacrée aux **formations quaternaires des environs d'Evian**, M. H. Douxami (**95**) distingue, au-dessus de la terrasse lacustre de 30 m., trois niveaux successifs d'alluvions glaciaires formées d'éléments valaisans et couvertes de blocs erratiques. Dans une seconde publication, le même auteur (**107**) établit la classification suivante des dépôts glaciaires et postglaciaires aux abords de la Dranse :

1° Alluvions récentes de la Dranse et de l'Hermance.

2° Alluvions des Basses Terrasses, d'origine fluvio-lacustre et étagées entre 5 et 10 m. au-dessus du lac.

3° Alluvions des Hautes Terrasses, d'origine fluvio-glaciaire et se raccordant avec de véritables moraines.

4° Moraines profondes et superficielles du glacier du Rhône.

5° Alluvions anciennes de la Dranse, ne comprenant que des éléments chablaisiens et partiellement agglomérées (= Delta interglaciaire de M. Brückner).

L'auteur attire en outre l'attention sur la présence des deux côtés de la crête des Allinges de véritables dolines, ou entonnoirs, dont les unes sont sèches, tandis que les autres contiennent de l'eau stagnante, toujours très riches en calcaire et en sulfate de chaux. Ces dolines indiquent certainement la présence en profondeur de gypse qui peut être aquitanien ou triasique.

La publication posthume de quelques observations faites par M. W. Hofmann (**109**) sur le développement des **moraines locales dans la région de la Kaiseregg** et des gorges de la Brecca (Préalpes fribourgeoises) permet d'établir les faits suivants : il existe dans le massif de la Kaiseregg un premier système de moraines, déposé pendant une glaciation qui correspondait à une limite des neiges fixée à environ 1700 m. ; c'est à lui qu'appartiennent en particulier un beau cirque frontal déposé par un glacier de Parwengi à l'altitude de 1650 m. et des moraines locales formées par deux glaciers descendant du Schachen. Un second système morainique correspond à une limite des neiges située à environ 1900 m.

Aux environs des gorges de la Brecca, ces deux mêmes

systèmes se retrouvent; ainsi l'on distingue facilement au-dessous de la pointe de Brémingard deux cirques frontaux concentriques fermant un Kar typique et qui permettent de conclure à une limite des neiges à 1700 m.; le Creux des Combes et le cirque de Brequettaz sont des Kars qui correspondent à un enneigement semblable, tandis qu'à la Chambre aux Chamois on trouve les traces d'un glacier se rattachant à un enneigement limité à 1900 m.

D'après les valeurs fixées pour ces deux stades successifs d'enneigement, il paraît justifié d'assimiler l'un (1700 m.) au stade de Bühl, l'autre (1900 m.) au stade de Gschnitz.

A la suite de sondages effectués entre **le Locle et le Col des Roches**, M. H. Schardt (**103**) a constaté la présence à la surface de ce territoire d'abord d'une couche de tourbe, puis d'un limon lacustre argilo-crayeux. Ces deux dépôts augmentent notablement d'épaisseur entre le bord et le milieu du synclinal, où le limon atteint 30 m. de puissance; au-dessous d'eux apparaît par places de la moraine de fond, tandis qu'ailleurs le limon recouvre directement le calcaire œningien. Il semble donc qu'un lac s'est formé dans le fond du vallon du Locle par suite de l'obturation d'un écoulement souterrain par des moraines, puis que son bassin a été comblé par des vases et a été transformé en une tourbière.

Hydrographie pléïstocène. — Revenant sur la question de l'hydrographie de la région des **lacs de Neuchâtel, Bienne et Morat**, M. H. Schardt (**113**) a développé l'idée que tandis que la dépression du lac de Morat s'étendait jusqu'à Soleure, celle du lac de Neuchâtel était barrée au N par un seuil molassique qui la séparait du lac de Bienne. Le bassin de ce dernier était alors divisé en deux vallées dont l'une se prolongeait à l'E, l'autre à l'W du Jolimont et qui se rejoignaient en aval de l'île de Saint-Pierre; de là les eaux s'écoulaient par le défilé de Brügg sur Dotzingen où elles se confondaient avec celle de la Broye.

Au même moment, la Thièle et la Menthue s'écoulaient parallèlement sur l'emplacement du lac de Neuchâtel, se réunissaient en aval de Préfargier pour s'écouler, ainsi confondues, entre le Jolimont et le Vuilly et rejoindre finalement la Broye à Muntschemier.

Plus tard, lorsque l'Aar, déviée de son ancien cours, se mit à alluvionner dans la plaine du Grand Marais, les eaux de la Thièle furent refoulées vers le lac de Neuchâtel, dont l'écoulement dut se faire par la dépression de Wavre et le lac de Bienne.

Faunes pleïstocènes. — M. Th. Studer (**115**), étudiant la répartition des restes de *Rhinoceros tichorhinus* dans les dépôts de la dernière glaciation, a pu montrer que cette espèce a suivi les glaciers dans leur mouvement de recul non seulement vers le N, mais aussi vers les Alpes jusqu'au moment où, la configuration du terrain lui devenant trop défavorable, elle a disparu définitivement de notre pays.

M. F.-A. Forel (**108**) a signalé la découverte de trois molaires de cheval dans la terrasse moyenne du Boiron de Morges, au même niveau dans lequel on avait récolté précédemment à Saint-Prex des restes d'Elephas primigenius, de cheval et de renne.

M. L. Rollier (**113**) a repris la détermination d'un certain nombre de fossiles jurassiques trouvés mêlés à beaucoup d'objets paléolithiques dans la couche inférieure jaune de la station de Schweizersbild. Il a reconnu parmi ces fossiles :

1° Des espèces provenant du Kimmeridgien du Randen et du Heuberg : *Cnemidium lamellosum*, *Cn. rimulosum*, *Cypellia rugosa* (?).

2° Des espèces de l'Argovien inférieur du Randen, etc.... : *Perisphinctes Kreutzi*, *Per. cfr. plicatilis*, *Per. Vajdelota*, *Per. cfr. Michalskii*.

3° Des espèces du Lias de la vallée de la Wutach : *Pleurotomaria anglica*, *Gryphea gryphus*, *Gryphea obliqua*.

D'après leur état corrodé et partiellement incrusté, il est certain que ces fossiles ont été récoltés par les Troglodytes dans des amas provenant de la désaggrégation des roches.

Stations lacustres. — M. Alb. Schenck (**114**) a décrit une station lacustre mise récemment au jour par la baisse des eaux du lac de Neuchâtel, qui se trouve devant la pointe de Montbec entre Cudrefin et Port-Alban, à 400 m. environ de l'ancienne ligne de rivage. Cette station, construite à l'époque larnaudienne de G. de Mortillet, a été détruite par le feu. Quoique les fouilles n'aient été encore qu'ébauchées, elles ont déjà amené la découverte d'une série d'objets en bronze, épingles, couteaux, faucilles, haches, bracelets, etc.... A ce propos, M. F.-A. Forel a fait remarquer l'analogie que montre le bracelet trouvé à Montbec avec d'autres découverts précédemment aux environs de Morges.