Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 9 (1906-1907)
Heft: 5

Artikel: IVe partie, Stratigraphie et paléontologie
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-156607

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: 01.10.2025

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

IVe PARTIE. — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE

Généralités

M. W. Paulcke (**99**) a composé à l'usage de ses étudiants un tableau stratigraphique synthétique des formations existant dans les chaines externes des Alpes, soit dans les chaînes à faciès helvétique de la Suisse orientale et centrale, soit dans les Préalpes de la Suisse occidentale et du Chablais.

Dans une notice consacrée à l'origine des **dépôts argileux du Canton de Zurich**, M. L. Wehrli (**100**) distingue les types suivants :

1° Les argiles des pentes, qui se forment soit par désagrégation sur place, soit par lévigation des couches argileuses de la Molasse. Ces dépôts sont très développés sur les flancs de la chaîne de l'Uetliberg.

2° Les argiles marneuses interstratifiées dans la Molasse, qui sont du reste rarement exploitées dans l'industrie.

3° Les argiles glaciaires ou morainiques tantôt remarquablement pures, tantôt semées de cailloux ou de blocs.

4° Les argiles lacustres qui se sont déposées au fond des cuvettes plus ou moins étendues du paysage glaciaire.

5° Les argiles fluviales, qui s'accumulent du côté concave des tournants des rivières sinueuses.

6° Les argiles torrentielles, dont on trouve parfois des dépôts dans la masse des deltas ou des cônes de déjections torrentielles.

7° Les argiles du Loess, formations éoliennes caractéristiques.

8° Les argiles de décomposition, qui couvrent fréquemment en une couche très mince les dépôts de graviers et résultent de la décomposition sur place de la surface de ceux-ci.

Ces différents types peuvent du reste parfois se combiner de façon à donner naissance à des formations mixtes.

Ce travail est brièvement résumé en français dans les *Archives* (**101**).

TRIAS

M. FR. JACCARD (**107**) a récolté dans le calcaire dolomitique triasique de la chaîne du Rubly des Gyroporelles voisines de *Gyroporella minutella* Gümbel avec de petits Gastéropodes indéterminables.

M. FR. MÜHLBERG (**111**) a relevé, grâce à des sondages récents la coupe des terrains triasiques, tels qu'ils existent près de Koblenz (Argovie). Sous le Hauptmuschelkalk (58 m.) et la dolomie inférieure (5.4 m.) apparaissent d'abord des argiles salifères, puis un complexe de gypse et d'anhydrite (34.8 m.); ensuite vient une couche de sel, épaisse de 8 m. environ, qui repose sur des alternances de marnes et d'anhydrite. Il est certain que le sel a été partiellement dissout, que les vides ainsi formés ont provoqué de nombreux tassements dans les couches supérieures et que, plus loin vers le N, la dissolution a supprimé totalement la couche de sel, tandis que vers le S. celle-ci a été au contraire de moins en moins attaquée.

M. E. W. BENECKE (**103**) a soumis à un nouvel examen critique la question des parallélismes entre les diverses couches charbonneuses intercalées dans le Keuper en Lorraine, en Alsace, dans le Wurtemberg et dans le Jura, et est arrivé à la conclusion que les **couches de Neuewelt** doivent être placées au niveau non de la Lettenkohle mais du Schilfsandstein, comme l'a proposé récemment M. E. Greppin. L'auteur montre les erreurs qu'on peut commettre en voulant établir des parallésimes précis entre diverses coupes à travers le Keuper prises dans des régions éloignées, les faciès lithologiques subissant souvent très rapidement des variations importantes. Il développe ensuite des considérations générales sur la stratigraphie du Keuper, et confirme entre autres cette opinion déjà émise antérieurement que les couches de Lunz dans la Basse Autriche n'appartiennent pas au Keuper inférieur, mais à un niveau plus élevé.

JURASSIQUE

M. FR. JACCARD (**106**) a signalé un gisement de Bathonien situé dans la vallée du Montelon (Préalpes fribourgeoises) et formé de calcaires marneux grisâtres. Dans ces couches il a récolté *Lytoc. tripartitum* Rasp., *Phylloc. cf. mediterraneum*

Neum., *Parkinsonia Schloenbachi* Schlippe et *Morphoceras polymorphum* d'Orb.

M. E. Greppin (**105**) a établi un tableau comparatif des formations jurassiques de Normandie et du Jura septentrional, basé sur les études faites récemment dans le bassin de Paris par M. Bigot. L'auteur montre que les couches de Baden, considérées généralement comme Kimmeridgien inférieur, doivent se placer au niveau des argiles de Villerville et des sables de Glos, soit du Séquanien inférieur, que l'Oxfordien de Normandie correspond au Séquanien, au Rauracien et au terrain à chailles des géologues suisses, tandis que le Callovien comprend de haut en bas les marnes à *Crenic. Renggeri*, les couches à *Peltoc. athleta*, la zone à *Reineckeia anceps* et celle à *Macrocephalites macrocephalus*.

Pour le Jurassique inférieur et moyen l'auteur n'apporte pas de modifications importantes à la classification généralement adoptée.

M. M. Clerc (**104**) a publié une coupe géologique du tunnel du chemin de fer qui relie Gilley à Longemaison (Doubs). Il a constaté là une série normale plongeant au SE qui s'étend du Bathonien au Séquanien supérieur. Son attention s'est portée plus particulièrement sur une couche à polypiers qui occupe le niveau du Rauracien supérieur; il en a déterminé en détail la faune, qui comprend 97 espèces de polypiers, réparties entre 35 genres, dont les plus abondamment représentés sont Latimeandra, Thamnastrea, Cryptocoenia, Cymocoenia, Heliocoenia, etc.

L'auteur admet que cette couche représente non une formation récifale, mais un dépôt effectué par des courants marins avec des débris de polypiers et autres organismes ayant vécu dans une autre région et ayant subi ainsi un transport plus ou moins prolongé.

Crétacique

M. A. Troesch (**115**) a noté dans le versant N du Blümlisalphorn et du Blümlisalprothorn la présence d'abord de schistes néocomiens, puis d'un calcaire finement spathique, qui renferme *Hoplites Callisto* d'Orb., *Hopl.* cf. *Malbosi* Pict, *Hopl.* cf. *Boissieri* Pict. et qui appartient sans aucun doute au Berriasien inférieur. La carte ne marque sur ce versant que du Malm.

MM. Ch. Jacob et A. Tobler (**108**) ont publié une description stratigraphique et paléontologique des couches du **Gault de la vallée de l'Aa d'Engelberg**. Ils ont distingué de haut en bas entre les couches de Seewen et le Schrattenkalk inférieur les niveaux suivants :

8° Mince couche de calcaire gris glauconieux et pyriteux, riche en fossiles phosphatés (horizon de Lochwald).

7° Brèches échinodermiques avec bryozoaires et grandes huitres; environ 5 m.

6° Grès durs, verts (glauconie principale); 25 m.

5° Schistes marneux noirs; 15 m.

4° Marnes noires, peu épaisses, riches en fossiles phosphatés (horizon du Luitere Zug).

3° Brèches échinodermiques à *Rhynch. Gibbsi* et à rognons siliceux; 30 m.

2° Schrattenkalk supérieur à polypiers et pachyodontes; 35 m.

1° Bancs à *Orbitolines*; 3 à 5 m.

Cette série, relevée dans le jambage septentrional de l'anticlinal du Niederbauen, est caractérisée par l'absence de l'Albien supérieur et du Vraconnien; plus à l'E, près d'Emmetten et au Frohnalpstock, elle comporte en outre un terme supérieur, les « calcaires à ellipsoïdes » épais d'environ 15 m.; quant au Vraconnien (couches à *Tur. Bergeri*) il n'est représenté que plus au N dans la chaine du Bürgenstock.

La faune récoltée dans l'horizon du Luitere Zug comprend 64 formes distinctes :

Nautilus Neckerianus Pict. et Roux.
Nautilus Clementinus d'Orb.
Belemnites semicanaliculatus Blainv.
Phylloceras Guettardi Rasp.
» Goreti Kil.
» ex af. Velledae Mich.
Tetragonites Duvalianus d'Orb.
» Jallabertianus Pict.
Lytoceras Depereti Kil.
Puzosia Emerici Rasp.
» sp. cf. Angladei Sayn
» Mayoriana d'Orb.
Desmoceras gr. de Seguenzae Coq.
Desmoceras Zürcheri nov. sp.
Parahoplites Tobleri nov. sp.
Parahoplites sp. cf. Nolani Seunes.
Parahoplites *Schmidti* nov. sp.
Douvilleiceras Martini var. orientalis Jac.
Douvilleiceras subnodosocostatum Sinzow.
Douvilleiceras Clansayensis Jac.
» *Buxtorfi* nov. sp.
» subnodosocostatum var. pusilla Sinz.
Toxoceras Honnoratium d'Orb.
Hamites attenuatus Sow.
Ptychoceras Puzosianum d'Orb.

Pleurotomaria gr. de Gibbsi d'Orb.
Pleurotomaria allobrogensis Pict. et R.
Solarium Tingryanum Pict. et R.
Scalaria Dupiniana d'Orb.
Aporrhais obtusa Pict et C.
» Muleti d'Orb.
Pecten Raulinianus d'Orb.
Janira gr. de quadricostata Sow.
Hinnites Studeri Pict. et R.
Lima Sabaudiana Pict. et R.
Plicatula inflata Sow.
Spondylus gibbosus d'Orb.
Aucella caucasica Abich.
Exogyra Raubiniana d'Orb.
» conica Sow.
Alectryonia Milletiana d'Orb.
Mytilus cf. Orbignyanus P. et R.
Arca carinata Sow.
» Campichiana Pict et R.
Cucullea fibrosa Sow.
Arca subnana Pict. et R.
Opis Sabaudiana d'Orb.
Cyprina Rhodani Pict. et R.
Venus Vibrayana d'Orb.
Mactra gaultina P. et R.
Terebratula Dutemplei d'Orb.
Rhynchonella sp. cf. polygona
» Deluci Pict. [d'Orb.
Epiaster Ricordeaui d'Orb.
Holaster Perezi Sism.
Catopygus cylindricus Desor.
Discoïdea decorata Desor.
Peltastes Studeri Ag.
Diplopodia Brongniarti Ag.

Dans l'horizon plus élevé du Lochwald les fossiles récoltés appartiennent aux espèces suivantes :

Belemnites minimus Lister.
Phylloceras Villedae Mich.
» subalpinum d'Orb.
» cf. picturatum d'Orb.
Lytoceras Agassizianum Pict.
» Jauberti d'Orb.
Desmoceras Beudanti d'Orb.
» latidorsatum Mich.
Puzosia Mayoriana d'Orb.
Douvilleiceras mamillatum Schlot.
Hoplites dentatus Sow.
» Guersanti d'Orb.
Schlönbachia (?) Senequieri
Hamites Charpentieri Pict.
» attenuatus Sow.
Anisoceras sp. cf. alternatum Mant.
Dentalium Rhodani Pict.
Pleurotomaria Orbignyana Pict.
Turbo Saxoneti Pict.
Straparolus Martinianus d'Orb.
Natica gr. de Favrina Pict.
Aporrhais Orbignyana Pict.
» Parkinsoni Mant.
Avellana incrassata d'Orb.
Spondylus gibbosus d'Orb.
Inoceramus concentricus Park.
» Salomoni d'Orb.
» sulcatus Park.
Terebratula Dutemplei d'Orb.
Kingena lima Defr.
Hemiaster minimus Ag.

En se basant sur les déterminations paléontologiques faites pour ces 2 niveaux, MM. Jacob et Tobler voient d'abord dans l'horizon du Luitere Zug un niveau à caractères intermédiaires entre le Gargasien typique et les couches de Clansayes et le placent à la partie supérieure du Gargasien ; quant à l'horizon du Lochwald, il correspond évidemment à l'Albien moyen et présente les affinités les plus étroites avec la faune classique d'Escragnolles (Alpes maritimes). En se servant des points de repaire ainsi établis, on peut placer

les brèches échinodermiques supérieures au niveau des couches à *Hoplites regularis* et *Hopl. tardefurcatus*, la glauconie principale et les schistes noirs sous-jacents au niveau des couches de Clansayes, l'horizon du Luitere Zug et la brèche échinodermique inférieure dans le Gargasien et identifier finalement le Schrattenkalk supérieur avec le Bedoulien.

M. C. MAYER-EYMAR (**110**) a présenté quelques objections à la classification proposée par MM. Tobler et Buxtorf (voir 3e partie de la *Revue*) pour les formations infracrétaciques des Alpes d'Unterwald. Il place dans le Valangien supérieur les grès du versant N du Lopperberg avec la couche dure et glauconieuse qui les recouvre et dans le Néocomien (Hauterivien) les marnes à *Crioc Duvali* et les calcaires marneux à *Exogyra Couloni* et *Alectr. rectangularis*.

M. M. LUGEON (**109**) a fourni quelques nouvelles indications sur les couches supracrétaciques de Leysin et a signalé à la partie supérieure du Tithonique un niveau fossilifère, dont la faune rappelle celle de Stramberg.

MM. H. SCHARDT et A. DUBOIS (**113**) ont relevé, lors du forage d'une galerie effectué près du Baliset sur Rochefort (Jura neuchâtelois), une coupe intéressante à travers les couches tertiaires et crétaciques. Les premières sont représentées par des marnes plus ou moins sableuses et gypsifères semblables aux marnes aquitaniennes des environs de Boudry.

Le Crétacique commence vers le haut par une zone de calcaire crayeux jaunâtre ou rosé avec *Acanth. Mantelli*, *Schloen. varians*, *Scaph. obliquus*, *Inoc. striatus*, etc., qui représente le Rotomagien.

Au-dessous le Vraconien comprend de haut en bas : *a*) de la craie glauconieuse, *b*) un calcaire marneux jaunâtre, *c*) des grès verts identiques à ceux de la Vraconne, *d*) des marnes calcaires grises. Le tout a une épaisseur d'environ 3 m.; les niveaux *b* et *c* sont très riches en fossiles : *Schloenb. inflata*, *Schl. Studeri*, *Acanth. Mantelli*, *Puzosia Mayori*, *Turril. Bergeri*, *Ham. virgulatus*, *Bacul. Gaudini*, *Ostrea vesiculosa*, *Hemiaster minimus*, etc.

L'Albien comprend des argiles rouges à *Corbula gaultina* et des grès verts.

Toute cette série est renversée et plonge de 30° à 40° au NW, soit vers la montagne; elle est énergiquement disloquée

et ses couches, au lieu de se prolonger en profondeur, buttent contre un soubassement de Molasse suivant un plan faiblement incliné au SE qui comporte d'intenses frictions. Il est donc évident qu'il y a eu rupture de couches et descente du paquet ainsi détaché suivant la pente ; le fait que dans la Molasse sous-jacente à la masse glissée on trouve des blocs de Portlandien, évidemment d'anciens blocs éboulés, indique que le mouvement s'est produit pendant les temps pléïstocènes, probablement à l'époque préglaciaire.

Un résumé de cette note a paru dans les *Archives de Genève* (**114**).

M. E. Baumberger (**102**) a décrit en 1906 une nouvelle série d'espèces d'**Hoplites néocomiens du Jura**, qui se répartissent entre les 2 groupes des Hoplites costati et trituberculati établis récemment par M. Uhlig.

Hoplites aff. *desmoceroïdes* Karak. est une forme très voisine de l'espèce de Crimée, avec des tours lisses dans l'adulte et une ligne de suture nettement analogue à celles des Leopoldia. Les échantillons étudiés sont des moules provenant des marnes hauteriviennes du Landeron.

Hoplites bernensis nov. sp. occupe une position intermédiaire entre le groupe de *Hopl.* (*Acanthodiscus*) *radiatus* et *Hopl. obliquecostatus*. Il est caractérisé par l'obliquité accusée de ses côtes qui, alternativement, débutent en un tubercule ombilical et apparaissent sur le tiers externe des flancs, et par ses tubercules marginaux bien accusés. Les échantillons étudiés proviennent de l'Hauterivien inférieur de Twann.

Après l'examen de ces formes appartenant au type costati, M. Baumberger aborde l'étude des espèces voisines de *Hopl. radiatus*, pour lesquelles M. Uhlig a créé le groupe trituberculati ou le sous-genre *Acanthodiscus*. Il montre que par leurs premiers tours, comme aussi par le plan général de leur ligne de suture, ces Acanthodiscus montrent une étroite parenté avec les Leopoldia, dont ils se différencient pendant la seconde phase de leur développement ontogénique par le renforcement des côtes sur la moitié interne des flancs et le développement d'un tubercule latéral.

Le nom d'*Acanthodiscus radiatus* Brug. doit dorénavant être limité aux formes qui acquièrent de bonne heure les tubercules ombilicaux et latéraux en renforçant la partie intermédiaire des côtes, qui possèdent à un stade moyen de nombreuses côtes intercalées entre les côtes principales (3 à 4)

mais qui les perdent dans l'adulte, et qui conservent longtemps des tours octogonaux aussi larges que hauts.

Acanth. pseudo-radiatus nov. sp. diffère de l'espèce précitée par l'obliquité de ses côtes, par l'apparition plus tardive des tubercules ombilicaux et latéraux, qui restent toujours moins saillants, et par la section plus élevée des tours dans le jeune.

Acanth. Wallrathi nov. sp. est une forme à ornementation très robuste, dans laquelle les côtes trituberculées ne sont pas toutes bifurquées, tandis que les côtes intercalées se prolongent jusqu'à l'ombilic. Marnes hauteriviennes de Neuchâtel.

Acanth. Vaceki Neum. et Uhl. se rapproche d'*Ac. pseudoradiatus* par l'apparition tardive des tubercules ombilicaux et surtout des tubercules latéraux, mais est nettement caractérisé par le fait qu'après une ornementation trituberculée typique, avec côtes bifurquées et côtes intercalées, on voit s'établir sur le dernier tour une ornementation, dans laquelle toutes les côtes sont uniformément trituberculées mais non bifurquées.

Tertiaire

Flysch. — La *Revue* pour 1905 signalait déjà une petite note de M. E. Renevier, dans laquelle l'auteur émettait des doutes sur l'âge tertiaire d'une partie au moins des grès et brèches des Ormonts et admettait que certains de ces dépôts devaient appartenir au Jurassique. Une publication semblable et arrivant aux mêmes conclusions a paru en 1906 dans les *Eclogæ*(**112**).

Sidérolithique. — Je ne ferai également que citer ici une publication que M. Fr. Leuthardt (**118**) consacre à la poche sidérolithique de Lausen (Jura bâlois) et qui n'est qu'une réédition allemande de celle qui a été analysée dans la *Revue* pour 1905.

M. H. G. Stehlin (**121**) continuant son étude de la **faune des Mammifères de l'Eocène** en Suisse, s'est occupé plus particulièrement, dans sa dernière publication, des genres Dichobune, Mouillacitherium, Meniscodon, Oxacron.

Le genre *Dichobune*, créé par Cuvier, d'après un matériel assez hétérogène, a été circonscrit ensuite d'une façon plus précise par Pomel et Gervais. Il se distingue des autres Artiodactyles surtout par la structure de ses molaires supérieures;

celles-ci portent en effet 6 tubercules, dont 5 se répartissent sur la région externe et médiane suivant un plan triangulaire, tandis que le 6e, placé dans l'angle postéro-interne, est un hypocône dérivé du cingulum. Dans la mâchoire inférieure, les molaires portent des pointes élevées et aiguës et les bras des croissants n'y sont pas renflés en tubercules ; la transition des premières prémolaires aux incisives se fait d'une façon absolument graduelle, ce qui implique nettement un caractère archaïque. Du reste, la forme des prémolaires et des incisives rappelle beaucoup celle des Suidés primitifs.

M. Stehlin a pu compléter notablement les connaissances crâniologiques concernant Dichobune grâce à un fragment provenant des phosphorites et conservé à Montauban. Le crâne de ce genre rappelle celui de Coenotherium, mais avec une capsule crânienne notablement plus petite ; il présente du reste diverses particularités intéressantes, entre autres dans la région de l'oreille, dont le plan s'éloigne considérablement de celui des Artiodactyles, pour rappeler plutôt par certains caractères celui des Canidés.

Dichobune robertiana Gerv. ou tout au moins une forme très voisine, est représentée dans le gisement d'Egerkingen. Cette espèce a été créée par Gervais, d'après un fragment de mandibule avec M_3, P_3 et P_4. (Z. et P. franc. Pl. XXXV, fig. 13, non fig. 12) ; c'est à elle qu'il faut attribuer, semble-t-il, les échantillons décrits par Rütimeyer comme *Dich. Mülleri* (1891 Pl. VIII, fig. 13), *Dichobune* sp. (1891 Pl. IV, fig. 23), *Acotherulum saturninum* (1891, Pl. V, fig. 22), *Hyopotamus Renevieri* (1891, Pl. IV fig. 10).

Les molaires maxillaires ressemblent beaucoup à celles de *Dichobune leporina*, mais montrent des dimensions plus petites ; leurs couronnes sont moins élevées, leurs parastyles sont moins forts, leurs tubercules externes sont plus détachés. Les molaires inférieures sont un peu plus larges que chez Dich. leporina, les bras de leurs croissants sont moins marqués et les cingulum latéraux ont presque disparu.

Les échantillons assez nombreux de Dich. cf. robertiana trouvés à Egerkingen paraissent appartenir au moins en grande partie au Lutétien supérieur.

L'auteur donne le nom de *Dich. nobilis* nov. sp. au fragment de maxilliaire avec M_3 et M_2 que Rütimeyer a décrit comme *Dich. robertiana* (1862, Pl. V fig. 77 et 1891 Pl. V, fig. 5). Ces dents se distinguent de celles qui leur correspondent chez Dich. robertiana par leurs moindres dimensions et

par divers traits de leur structure, en particulier par l'accentuation des arêtes qui délimitent vers l'intérieur le trigonum primitif. Quelques dents, trouvées aussi à Egerkingen, semblent se rapporter à une forme très voisine de *Dich. nobilis* et appartenir, comme celle-ci, au Lutétien inférieur ou moyen.

Dichobune Langi est une petite espèce d'Egerkingen décrite par Rütimeyer d'après un fragment de maxillaire avec M_3-M_1, à laquelle il faut aussi attribuer les échantillons figurés par le même auteur comme *Hyopotamus Renevieri* (1891 Pl. IV, fig. 9), *Dichobune sp.* (1891 Pl. V, fig. 4) et Xiphodontherium? (1891, Pl. V fig. 30). Ces dents sont caractérisées par la forme rectangulaire et allongée transversalement de M_2 et M_1, qui portent un très fort cingulum externe, renflé au milieu en un mésostyle, et qui rappellent par le plan de leur partie antérieure les molaires correspondantes d'Amphimeryx et de Meniscodon. Des molaires inférieures, qui appartiennent probablement à la même espèce, ressemblent beaucoup à celles de *Dich. robertiana*, mais sont plus étroites.

Un fragment de maxillaire avec M_2, M_1 et D_1 a été découvert dernièrement au Mormont; M. Stehlin le décrit sous le nom de *Dichobune spinifera* nov. sp. et indique comme caractères distinctifs particulièrement frappants, d'une part l'élargissement très rapide de la série dentaire d'avant en arrière, d'autre part l'acuité de toutes les arêtes et les pointes sur la couronne des molaires. Cet échantillon unique provient d'Entreroches et appartient très probablement au Lutétien supérieur.

Le genre *Mouillacitherium*, créé par Filhol, est extrêmement voisin de Dichobune et l'espèce type, *Mouil. elegans* Filh., montre des affinités particulièrement étroites avec *Dich. nobilis*, dont elle ne se distingue essentiellement que par la disparition du tubercule intermédiaire antérieur sur les molaires supérieures et par la forme moins nettement délimitée du trigonum. M. Stehlin attribue à *Mouil. elegans* une série mandibulaire M_3-P_2, dont les molaires sont remarquablement étroites et allongées avec des croissants externes renforcés au milieu, très atténués aux extrémités, et rappellent les molaires inférieures de *Dichobune Langi*.

L'auteur classe sous le nom de *Mouillacitherium Cartieri* Rüt. d'abord la série maxillaire M_3-P_1 décrite par Rütimeyer comme Necrolemur Cartieri (1891, Pl. VIII fig. 12),

mais dont les affinités avec Mouil. elegans sont évidentes, puis le M_2 sup. sin. décrite par le même comme Hyopsodus jurensis (1891, Pl. VIII fig. 7 et 8), puis le M_2 sup. dex. décrite par le même comme Dichobune sp. (1891, Pl. V fig. 1) et enfin 3 autres molaires supérieures. Cette espèce se distingue de la précédente par la présence sur M_2 d'un rudiment de tubercule intermédiaire antérieur, ce qui lui donne un caractère mixte entre Mouillacitherium et Dichobune; en outre, les 2 tubercules externes et le tubercule antero-interne deviennent fortement prédominants.

Cette espèce, qui a été trouvée à Egerkingen, doit appartenir au Lutétien supérieur, ainsi qu'une autre forme voisine mais un peu plus grande, qui ne peut être encore que très imparfaitement caractérisée.

Une revision précise des échantillons décrits par Rütimeyer comme *Phenacodus europaeus* (1888 et 1891), *Protogonia Cartieri*, *Meniscodon Picteti*, a montré qu'ils appartiennent à une seule et même espèce, pour laquelle le nom de *Meniscodon europaeum* Rüt. est tout indiqué et qui ne se rattache pas, comme le croyait Rütimeyer, à des formes américaines, mais appartient aux Dichobunidés. M. Stehlin décrit 16 molaires, 6 dents de lait et 2 prémolaires supérieures de cette espèce et fait ressortir les analogies étroites que ces dents montrent avec les dents correspondantes des Dichobune; il croit avoir découvert d'autre part parmi les matériaux d'Egerkingen 4 molaires inférieures appartenant à la même espèce; ces dents ont des tubercules internes coniques, des tubercules externes crescentiformes et montrent une structure générale remarquablement voisine de celle des mêmes dents chez Dichobune; leur largeur est pourtant plus grande. Enfin une D_1 inf. et 2 P_1 inf. semblent appartenir encore à *Men. europaeum*. La principale différence entre les Meniscodon et les Dichobune consiste dans le plus grand développement que prend chez les premiers le tubercule intermédiaire antérieur des molaires supérieures. Au point de vue géologique Meniscodon europaeum appartient très probablement au Lutétien inférieur ou moyen.

Passant ensuite à la répartition géologique et à la phyllogénie des Dichobunidés, M. Stehlin rappelle que Dichobune apparaît dans le Lutétien inférieur-moyen avec *Dichobune Langi*, *Dich. nobilis* et une espèce d'Egerkingen voisine de D. robertiana. Dans le même niveau on trouve le seul représentant connu du genre Meniscodon, *Menis. europaeum*. *Dicho-*

bune robertiana est caractéristique du Lutétien supérieur, tandis qu'on ne connaît du Bartonien et du Ludien inférieur que des restes très incomplets du même genre; enfin dans le Ludien supérieur apparaît *Dichobune leporina*, dont une variété plus grande existe encore dans le Sannoisien inférieur. Dich. leporina paraît dériver directement de Dich. robertiana, tandis que *Dichobune Fraasi*, du Sannoisien supérieur d'Eselsberg, a une origine plus douteuse ; enfin *Dichobune spinigera*, du Ludien supérieur d'Entreroches, dérive peut-être de Dich. nobilis.

Quant au genre Metriotherium, on peut le considérer comme très probablement détaché des Dichobune à l'époque ludienne et se rattachant plus particulièrement à Dich. leporina. Les Mouillacitherium ont dû se spécialiser plus tôt, avant le Lutétien supérieur, où nous trouvons déjà *Mouillac. Cartieri* ; ils sont représentés encore dans le Ludien par *Mouillac. elegans* et des formes voisines.

Les Dichobunidés dérivent probablement de Protodichobune de l'Yprésien, ils existent non seulement en Europe, mais aussi dans l'Amérique du Nord ; en effet, le genre américain Trigonolestes (Sparnacien-Yprésien) paraît voisin, le genre Homacodon du Bartonien du Wyoming est étroitement parent de Dichobune et Mouillacitherium, et les genres Bunomeryx et Helohyus sont très probablement des Dichobunidés.

M. Stehlin insiste, en terminant ce chapitre, sur l'importance qu'il faut donner dans la systématique des Artiodactyles à la présence ou à l'absence d'un hypocone sur le lobe postérieur des molaires maxillaires et, se basant sur ce principe, il admet la possibilité d'une parenté entre les Dichobunidés, qui sont des hypoconifères typiques, avec Elotherium de l'Eocène des Etats-Unis.

Le dernier chapitre du travail de M. Stehlin est consacré aux Caenothérides et plus particulièrement au genre *Oxacron* Filhol. Les échantillons qui sont considérés comme points de départ pour l'étude de ce genre sont d'abord les fragments de mâchoire décrits par Gervais sous le nom de *Caenotherium Courtoisi*, puis ceux décrits par Filhol sous les noms de *Plesiomeryx quinquedentatus* et de *Oxacron minimus*; en réalité tous ces échantillons proviennent d'une même espèce de Caenothéridé, pour laquelle le nom d'*Oxacron Courtoisi* est indiqué.

Cette forme est assez bien représentée au Musée de Bâle

par divers fragments, qui permettent d'en préciser la caractéristique. Le crâne porte de grandes orbites et se rétrécit brusquement en avant, de façon à former un museau court et étroit. Dans la mâchoire supérieure les molaires sont développées uniformément, les prémolaires ont le type Caenothéridé très net; P_2 possède un fort talon; P_3 est plus court que P_2 et séparé de P_4 par un diasthème; P_4 est directement contigu à la canine et prend une forme voisine de celle de cette dernière. Le caractère général des molaires maxillaires réside dans leur forme arrondie à l'intérieur, dans la réduction du tubercule antero-interne et l'accentuation au contraire du tubercule postéro-interne. Dans la mâchoire inférieure les molaires se distinguent de celles des Caenothéridés plus récents par la structure de leur lobe postérieur; un diasthème assez variable sépare P_2 de P_3; ces 2 dents diffèrent peu de ce qu'elles sont chez les autres Caenothéridés; P_3 et surtout P_4 sont toujours caniniformes. La canine inférieure est toujours déjetée en avant et ne se distingue des incisives que par ses dimensions plus fortes.

M. Stehlin a découvert, parmi les matériaux déterrés au Mormont, quelques fragments de mâchoires qui se rapportent certainement à Oxacron et qu'il décrit sous le nom de *Oxacron valdense* sp. nov. Dans la mâchoire supérieure de cette forme les molaires se rapprochent beaucoup de celles d'Ox. Courtoisi, mais les prémolaires sont plus fortes et P_2 et P_3 portent de forts talons. Dans la mâchoire inférieure on retrouve ce même renforcement des prémolaires; en outre le diasthème séparant P_2 de P_3 n'existe plus.

Oxacron valdense et Ox. Courtoisi appartiennent tous deux au Ludien supérieur; ces formes de toutes petites dimensions représentent certainement les premiers stades de développement des Caenothéridés et le rapprochement établi par divers auteurs entre ceux-ci et les Dichobunidés est absolument artificiel; il est basé sur une fausse analogie par convergence des molaires maxillaires des 2 familles et non sur de véritables affinités.

Il est probable que c'est plutôt Oxacron valdense qui a donné naissance aux Caenotherium oligocènes, le caractère caniniforme des prémolaires antérieures d'Ox. Courtoisi ne se retrouvant pas chez ces derniers. L'évolution d'Oxacron à Caenotherium a consisté en un accroissement plus ou moins rapide de la taille, en une modification de la structure du crâne, en un développement du diasthème séparant P_3 et P_4

et une différenciation progressive de P_4. Grâce aux rares débris de cette famille qui ont été récoltés dans le Sannoisien et le Stampien, on peut admettre que le stade Oxacron s'est perpétué au delà des limites de l'Eocène jusque dans le Sannoisien, tandis que les véritables Caenotherium se sont développés dans le Stampien et surtout dans l'Aquitanien.

Molasse. — MM. H. Douxami et P. Marty (**117**) ont récolté dans la **Molasse de Bonneville** (Haute Savoie) les restes peu nombreux et imparfaitement conservés d'une flore, dont ils donnent la description :

Pteris oeningensis Unger.	Cinnamomum cf. lanceolatum H.
Lygodium Gaudini Heer.	Andromena protogaea Unger.
Pinus sp.	Bumelia orcadum Unger.
Sabal major Unger.	Zizyphus Ungeri Heer.
Myrica salicina Unger (?)	Cassia memnonia Unger.
Cinnamomum sp.	Cassia sp.

Les auteurs rappellent que les couches molassiques en question forment un ensemble épais de plusieurs centaines de mètres, qui comprend à la base des grès gris, à grain généralement fin mais devenant grossier par places, disposés en bancs entre lesquels s'interstratifient des zones marneuses, puis à la partie supérieure des grès rouges, sablonneux, alternant avec des marnes bariolées. Ces dépôts ont été généralement classés, sans du reste aucun argument concluant, au niveau de l'Aquitanien, et M. Douxami lui-même les avait considérés comme synchroniques des grès des Voirons, des Allinges, du Bouveret, du val d'Illiez et de Ralligen. En se basant sur les caractères de la florule récemment découverte les auteurs admettent, comme le plus probable, un âge tongrien (stampien) pour la Molasse de Bonneville. Ils montrent d'autre part que cette flore offre des affinités beaucoup plus étroites avec les flores molassiques d'Allemagne, de Suisse, d'Italie et d'Autriche qu'avec celles de France et qu'elle correspond nettement à un climat tropical, tout en comportant un faible contingent de formes tempérées.

M. Rud. Martin (**119**) a entrepris une étude de la **Molasse d'eau douce inférieure**, en prenant comme base les affleurements de la bordure du Jura entre Olten, Langenthal et Oensingen. Il donne en détail une série de coupes partielles qui lui ont permis de formuler les déductions générales suivantes :

La partie inférieure de la Molasse, qui apparaît par places

sous le revêtemeut quaternaire au pied du Jura comprend 4 niveaux stratigraphiques bien distincts, qui sont de bas en haut :

1° Des molasses marneuses, riches en mica. Vers la base ces couches contiennent des sortes de chailles gréseuses, au cœur desquelles existe fréquemment un moule d'Unio, ou bien un débris de squelette de mammifère (Lagomys, Archaeomys, Brachyodus, etc.) ou de tortue. Vers le haut des bancs continus de grès alternent avec les marnes et les restes fossiles inclus dans cette zone supérieure diffèrent nettement de ceux qu'on rencontre dans le niveau à chailles. Des débris de végétaux, en quantité plus ou moins grande, mais toujours mal conservés, existent un peu partout dans ce complexe. L'épaisseur totale peut être évaluée à au moins 150 m.

2° Un calcaire d'eau douce à *Helix rugulosa* épais de 25 à 30 m. recouvert par 2 à 4 m. de marnes jaunâtres.

3° Un complexe puissant (600-700 m.) de molasses concrétionnées avec des intercalations argileuses, qui prennent toujours plus d'importance vers le haut et qui ont fourni une série de fossiles ; ceux-ci ont été réunis avec ceux de la partie supérieure de la zone 1 sous le nom de faune d'Aarwangen.

4° Des alternances de conglomérats et de grès coquilliers qui forment la base de la Molasse marine.

Comparant sa couche 3 avec la Molasse grise de Lausanne l'auteur montre que la position stratigraphique de ces 2 complexes qui est la même pour l'un et pour l'autre, comme aussi leurs caractères de faciès tous semblables permettent d'établir entre eux un parallélisme. Par contre, l'épaisseur des couches étant beaucoup plus forte à Aarwangen qu'à Lausanne, il faut admettre que le dépôt s'en est continué beaucoup plus longtemps dans la première région que dans la seconde et l'on arrive tout naturellement à voir là le fait d'une transgression marine qui, partie de la vallée du Rhône et se propageant vers le NE sur le plateau suisse, a substitué le régime marin au régime lacustre déjà au début de l'époque burdigalienne dans le bassin du Rhône, seulement à la fin de la même époque dans la région d'Aarwangen.

On peut donc admettre que la couche 3 du profil établi ci-dessus correspond chronologiquement à l'Aquitanien supérieur (Calcaire d'eau douce de Garde Adhémar) et au Burdigalien moyen et supérieur du bassin du Rhône. Quant aux

couches 1 et 2 on peut les mettre en parallèle avec la Molasse alsacienne et le Délémontien du Jura bernois, et il paraît très probable que la base de la couche 1 ne descend pas au-dessous du niveau du Stampien moyen, tandis que la couche 2 appartient à l'Aquitanien inférieur.

Au point de vue tectonique, la Molasse de la bordure du Jura entre Oensingen et Langenthal comprend les éléments suivants :

1° Un synclinal formé essentiellement de Molasse alsacienne dont le jambage septentrional, adossé au Malm de la première chaîne jurassienne, est fréquemment visible, tandis que son fond est complètement couvert par les dépôts quaternaires et que son jambage méridional n'apparaît que très localement en dehors du versant N de la petite chaîne du Born. L'axe de ce pli suit la vallée de la Dünnern et se continue par Nieder Buchsiten.

2° Ensuite on voit se développer un anticlinal, qui prend une grande importance dans la région d'Aarburg à l'E et à l'W de l'Aar, où il forme les hauteurs du Sälisschlösschen et du Born. Les couches suprajurassiques percent ici la Molasse et forment une voûte déjetée au SE, dont le jambage septentrional s'abaisse en pente douce vers la Dünnern, tandis que le jambage méridional est à peu près vertical. Mais l'axe de ce pli s'abaisse très rapidement vers le SW, les formations jurassiques ne tardent pas à disparaître sous la Molasse, et celle-ci n'est bientôt plus relevée qu'en une voûte peu accentuée quoique bien nette, qui se prolonge par les hauteurs du Kestenholz jusqu'au N de Bannwyl.

3° Un synclinal bien accusé se marque ensuite, suivant le cours de l'Aar depuis Bannwyl jusqu'à Wolfwyl, pour se continuer vers le NE avec moins de netteté par Bonnigen et le territoire au S d'Aarburg. Ce sont toujours la Molasse alsacienne et le calcaire à *Helix rugulosa* qui y forment essentiellement la surface du sol, là où ils ne sont pas cachés par le Pléïstocène.

4° Enfin au S de l'Aar on peut voir au Wynauberg un plongement anticlinal de ces couches inférieures de la Molasse d'eau douce, puis, s'adossant au jambage méridional de la voûte, la Molasse lausanienne, qui disparaît bientôt sous la plaine d'alluvions de Langenthal. Ce pli du Wynauberg est un brachyanticlinal typique, dont l'axe s'abaisse très rapidement vers le NE, à mesure que celui de l'anticlinal du Born s'élève, en sorte qu'il y a entre ces 2 voûtes un véritable relaiement.

Plus au S la plaine de Langenthal cache un large synclinal de la Molasse lausanienne puis, au S et au SE, cette même Molasse reparaît, affectée par plusieurs dislocations secondaires et recouverte en concordance par la Molasse marine. Cette succession appartient au jambage méridional du 2e anticlinal de la Molasse.

M. Th. Würtenberger, décédé le 26 juillet 1903 à Emmischofen, avait laissé de nombreuses notes concernant la **flore de la Molasse d'eau douce supérieure** et plus particulièrement celle des gisements de Bernrain, Taegerwilen, Berlingen, situés aux environs du lac de Constance. Ces notes ont été collationnées et publiées récemment par M. O. Würtenberger (**123**) avec une courte biographie et un portrait de leur auteur. Il est bien difficile de résumer ici cette publication, qui représente un simple catalogue, et je dois me contenter d'en reproduire les conclusions :

La flore du gisement de Bernrain est surtout caractérisée par la présence de *Liquidambar europeum* Br., de différentes espèces d'érables qui manquent à Oeningen, et d'une espèce nouvelle et éteinte de châtaignier, *Castanea Jacki* Würt.

Le caractère le plus frappant de la flore de Taegerwilen réside dans l'abondance particulièrement grande des espèces et dans la présence de *Potentilla Leineri* Würt.

Les éléments les plus caractéristiques de la florule de Berlingen sont *Palmacites Martii* Heer, *Quercus cruciata* Br., *Liquidambar europeum* Br., *Sassafras Aesculapi* Heer, *Prunus Hauhardti* Heer, *Cinnamomum spectabile* Heer.

Pour finir, M. Würtenberger a établi 2 tableaux d'espèces destinés à donner une idée d'ensemble de la flore de la Molasse d'eau douce supérieure dans la Suisse orientale en comparaison avec d'autres flores tertiaires.

M. F. Schalch (**120**) a décrit quelques affleurements de Molasse existant aux abords du lac de Constance. Entre la Marienschlucht et la ruine de Bargegg il a relevé dans la Molasse marine de bas en haut :

1° Des grès glauconieux à dents de requins.
2° Des marnes schisteuses et gréseuses.
3° Un banc épais de 0.5 m. de grès coquillier.
4° Des grès glauconieux.

M. J. Stitzenberger (**122**) a relevé plusieurs profils de détail dans la Molasse des environs de Stockach.

A la Homburg, au Bölerberg et sur le plateau de Hohen-

raithe l'Oligocène est représenté par un complexe de grès durs, blanchâtres, tachetés de rouge, divisé en deux par une épaisse intercalation de marnes rouges. Ces mêmes grès se retrouvent dans la vallée de l'Ache entre Wahlwies et Nenzingen et sont recouverts vers l'E par la Molasse marine helvétienne, qui prend, d'autre part, un grand développement à Berlingen, à Flohloch, au Sonnenberg, au Kühnberg, etc.

Au N et au NW de Zizenhausen les grès oligocènes sont remplacés par un faciès de marnes et de calcaires d'eau douce à *Planorbis Mantelli*, *Helix rugulosa*, *H. Hochheimensis*, etc., qui recouvre directement le Malm et en contient de nombreux fragments.

Pliocène sud-alpin. — M. S. Blumer (116) a constaté la présence, à la base des dépôts quaternaires qui forment la colline de Pontegana, entre Chiasso et Balerna, d'une curieuse brèche calcaire. Celle-ci est constituée par de nombreux fragments plus ou moins roulés de calcaire liasique noyés dans un cailloutis anguleux de délits de Scaglia; sa stratification est faiblement inclinée au S et correspond à une structure de delta. Quoique ses relations avec les argiles plaisanciennes des environs immédiats ne puissent pas être définies d'une façon certaine, elle paraît devoir être plus jeune. L'auteur arrive ainsi à la considérer comme un dépôt de delta accumulé par la Breggia à l'époque pliocène dans un bras de mer ou une lagune.

Dans la région de Balerna les argiles pliocènes prennent un grand développement, recouvrant en discordance la Scaglia et supportant des formations pléïstocènes diverses. La vallée de la Roncaglia montre des coupes particulièrement instructives à ce sujet, et le caractère stratigraphique des dépôts peut être précisé grâce à la découverte de quelques fossiles qui sont, d'une part, des mollusques : *Ostrea cochlear* Poli, *Pecten dubius* Br., *Arca diluvii* Lam., *Syndosmya apelina* Ren., de l'autre des débris végétaux très abondants mais mal conservés. Il ne faut pas confondre avec ces formations pliocènes une argile de caractère beaucoup plus jeune et contenant de nombreux cailloux striés, qui est exploitée aux Tuileries de Balerna. Ce dépôt a dû se former dans un lac de barrage glaciaire à une époque très récente et se rattache aux graviers fluvio-glaciaires de la vallée de la Roncaglia.

Dans la région de Lugano les argiles, déjà décrites par divers auteurs, de Calprino et de Noranco sont par contre cer-

tainement pléïstocènes. Ce sont des dépôts formés dans des eaux douces à proximité immédiate des glaciers, comme l'attestent les nombreux cailloux polis et striés qui y sont contenus. Soit à Calprino, soit à Noranco, on y a récolté des diatomées, et à Calprino on y trouve les restes d'une flore continentale qui correspond à celle de la brèche interglaciaire de Hottingen (Innthal). Les Foraminifères qui ont été constatés dans les argiles de Noranco par M. Steinmann, doivent y être en gisement secondaire et provenir du remaniement d'argiles pliocènes qui n'affleurent plus dans les environs.

Il est donc certain que les argiles du Pliocène ont une extension notablement plus grande dans la région du lac de Lugano qu'on ne l'a généralement admis et il est probable qu'une partie importante du matériel des argiles quaternaires provient du remaniement du Pliocène.

Quaternaire

L'érosion glaciaire et la topographie actuelle. — M. J. Früh (**131**) a insisté sur l'importance du rôle de l'**érosion glaciaire** dans la création du modelé actuel des régions subalpines. Sans nier le travail considérable effectué par les eaux courantes, qui ont créé les vallées sous leur première forme et ont recreusé ensuite sur leur passage, soit pendant les pé riodes interglaciaires, soit après la dernière glaciation, il faut reconnaître l'action spéciale exercée par les glaciers dans une quantité de signes, qui ne s'expliquent pas autrement. Ainsi beaucoup de blocs erratiques dispersés aujourd'hui ont dû être arrachés aux roches encaissantes par les glaciers, auxquels il faut reconnaître la faculté d'attaquer même des fonds rocheux. Ensuite la section élargie et aux versants abrupts n'existe que dans les vallées occupées momentanément par des glaciers, et certaines formes topographiques, les trogs, les vallées suspendues, les paliers échelonnés ne s'expliquent que par une érosion glaciaire. Enfin l'on est pour ainsi dire forcé d'admettre, pour comprendre les cas assez nombreux de divisions de vallées vers l'aval, comme celui des environs de Sargans pour la vallée du Rhin, celui des environs de Brunnen pour la vallée de la Reuss et d'autres, qu'un ancien seuil a été supprimé là par un débordement de glacier creusant sous sa masse.

M. J. Früh (**130**) a étudié en détail à ce point de vue le **bassin de la Toess** et a fait ressortir le contraste frappant qui

existe entre le tronçon de vallée largement arrondi et presque rectiligne qui s'étend de Wald à Stäg et qui a été incontestablement modelé par un glacier et la haute vallée de la Toess, du Toesstok à Stäg, dont l'érosion a été purement fluviale. De Stäg à Turbenthal la vallée conserve un cours sinueux; son creusement a été effectué en partie par des eaux purement fluviales, en partie par des eaux de fusion du glacier aboutissant à Fischenthal. A Turbenthal les eaux de fusion d'un glacier occupant la région de Wil et de Bichelsee devaient se joindre à la Toess; puis, lorsque ce glacier s'est retiré, l'érosion a été réduite presque à rien dans la vallée de Bichelsee, qui a pris ainsi de nos jours le caractère de vallée suspendue.

Un point de vue nettement différent de celui de M. Früh, quoique attribuant aussi un rôle essentiel à l'érosion glaciaire dans l'édification de la topographie, a été soutenu récemment par M. A. Ludwig (**132**). Cet auteur admet non seulement que les glaciers ont pu éroder, mais encore qu'ils ont été pour ainsi dire l'agent exclusif du creusement des grandes vallées, qui, d'après lui, n'existaient pas à l'époque préglaciaire, ainsi que tout le modelage des massifs de haute montagne. Avec cette notion de fonds de vallée universellement beaucoup plus élevés que les thalwegs actuels, d'une attitude générale beaucoup plus grande des Alpes et d'une morphologie toute différente, les niveaux fixés par MM. Penck et Brückner pour les limites des neiges persistantes ne concordent plus et M. Ludwig est amené en réalité à placer ces limites notablement plus haut. Ainsi la grande extension des glaciers ne serait pas due à une cause climatérique, mais aurait été déterminée simplement par l'importance du système alpin récemment soulevé; elle aurait diminué ensuite, à mesure que l'érosion abaissait le niveau et diminuait l'étendue des champs de névés alimenteurs. Ce seraient ainsi les glaciers eux-mêmes qui, par leur travail de creusement, auraient amené leur propre régression.

L'une des principales difficultés de cette conception réside dans l'existence admise d'une façon générale de périodes interglaciaires à climat chaud; mais M. Ludwig ne se laisse pas arrêter par une objection de cet ordre et fait remarquer que l'un des premiers arguments invoqués en faveur des périodes interglaciaires réside dans la découverte, au milieu de certaines formations quaternaires, de restes de faunes et de flores qui n'auraient pu s'acclimater dans les climats froids

que l'on supposait devoir régner au moment des grandes glaciations. Si donc la température moyenne des temps glaciaires était notablement plus élevée qu'on ne l'avait admis, des variations climatériques peu importantes pouvaient suffire à permettre l'acclimatation des faunes et des flores dites interglaciaires et rien n'empêcherait d'admettre une glaciation unique avec des oscillations interstadiaires.

M. Jean Brunhes, de son côté, a consacré 2 courtes notes (**126** et **127**) à cette même question de l'érosion glaciaire. Tout en reconnaissant l'importance des glaciers comme agents du modelé topographique, il rappelle les nombreux cas où une action érosive glaciaire très restreinte a été directement observée et montre la difficulté qu'on éprouve, si l'on attribue aux glaciers la faculté de surcreuser eux-mêmes profondément leur lit, à expliquer la présence au milieu ou en travers des grandes vallées de buttes saillantes ou de barres rocheuses ménagées par l'érosion. Puis il insiste sur la remarquable analogie qui se manifeste entre la morphologie d'une vallée glaciaire et celle d'un chenal de formation récente creusé par un ruisseau. Le chenal montre avec des dimensions plusieurs milliers de fois plus petites la section en U et la succession de trogs échelonnés caractéristiques des vallées glaciaires.

Pour arriver à une explication rationnelle du surcreusement M. Brunhes fait intervenir non pas tant le glacier lui-même que ses eaux sous-glaciaires. Il remarque que pour tout glacier d'une certaine largeur ces eaux donnent naissance à 2 torrents au moins, plus ou moins espacés qui, creusant indépendamment leur lit, doivent créer 2 sillons vaguement parallèles, séparés par une croupe médiane. Ces formes existent en fait devant le front de nombreux glaciers actuels, où elles sont évidemment nées pendant une glaciation plus étendue; elles se retrouvent dans les grandes vallées glaciaires. Le surcreusement est donc effectué essentiellement par les eaux sous-glaciaires qui, attaquant suivant deux ou plusieurs lignes, peuvent former en fin de compte une vallée à large profil. Le glacier lui-même arrondit et polit les formes créées par ses torrents, rabote les saillies et déblaie, attaque en particulier la ou les échines laissées par l'érosion torrentielle et peut arriver à les supprimer complètement.

Il convient de citer à la suite des travaux de MM. Früh et Brunhes une nouvelle publication que M. H. Schardt (**137**)

consacre à l'**origine des lacs subjurassiens** de Neuchâtel, Morat et Bienne. D'après les formes de la topographie M. Schardt admet qu'au début des temps quaternaires l'Aar a coulé directement de Berne vers Wangen, puis par Münchenbuchsee sur Lyss et Soleure, que la Broye suivait, avec un profil normal, sa vallée actuelle et se dirigeait, par le Seeland, sur Soleure, que la Mentue et l'Orbe-Thièle coulaient, également avec un profil normal, sur l'emplacement actuel du lac de Neuchâtel, séparées par la colline longitudinale sous-lacustre, et se confondaient à l'E de Neuchâtel pour s'écouler ensuite par la région d'Anet vers la Broye, que les 2 dépressions sous-lacustres actuelles du lac de Bienne étaient suivies par 2 cours d'eau peu importants s'amorçant l'un à l'E l'autre à l'W du Jolimont qui, se confondant au N de l'Ile Saint-Pierre, se déversaient ensuite entre le Jensberg et le Büttenberg, pour rejoindre la Broye près de Büren, qu'enfin la Suze, coupant le Büttenberg, s'écoulait directement au SE.

Ces conditions ont été modifiées dans la suite, non pas par un surcreusement intense du pied du Jura en amont de Wangen par le glacier du Rhône, comme l'admettent MM. Penck et Brückner, mais, comme M. Schardt l'a déjà indiqué en 1898, par un affaissement, déterminé par la surcharge que représentaient les recouvrements préalpins. Dans la région affaissée s'est établi d'abord un grand lac aux formes déchiquetées, qui s'étendait du Mormont à Soleure et couvrait les vallées de la Thièle, de la Mentue, du lac de Bienne et de la Broye. Puis ce lac a été modifié par l'action combinée du glacier et des cours d'eau, sa formation datant probablement de la période comprise entre la deuxième et la troisième glaciation. Le glacier a abaissé la barre molassique de Wavre entre les lacs de Neuchâtel et de Bienne, il a creusé le sillon qui sépare le Büttenberg du Jura, il a abaissé et arrondi les formes des parties saillantes du relief; il a d'autre part accumulé des quantités énormes de matériaux morainiques en particulier dans la région d'Orbe et dans le Seeland.

De son côté l'Aar, débouchant maintenant dans le Seeland, l'a asséché et a refoulé les eaux du lac situé vers l'amont du côté de l'W sur la dépression Marin-Landeron, tendant constamment par ses alluvionnements considérables à élever leur niveau.

Pour réfuter la théorie du surcreusement glaciaire M. Schardt invoque particulièrement le fait que c'est le glacier lui-même

et ses eaux de fusion qui ont essentiellement contribué à combler l'ancien bassin lacustre en aval du Mormont, ensuite et surtout le fait que les dépressions des lacs de Neuchâtel et de Bienne possédaient des débouchés dirigés de l'E à l'W vers la vallée de la Broye, c'est-à-dire transversalement à la direction de marche du glacier. Ces anciens passages n'ont pu évidemment être créés que par des cours d'eau.

Formations quaternaires. — Nous devons à M. Fr. Nussbaum une importante publication consacrée aux formations glaciaires du **bassin de la Sarine** en amont de Bulle (**136**).

Après une description géographique et géologique de ce territoire, l'auteur cherche à définir l'allure du glacier du Rhône le long de la bordure des Préalpes et arrive à la conclusion qu'on retrouve dans cette zone la trace des 2 dernières glaciations de Riss et de Würm; la glaciation de Riss n'est plus marquée que par des blocs erratiques isolés semés sur les 2 versants de la chaîne Berra-Gurnigel; le glacier du Rhône pénétrait alors soit dans la vallée du Javroz, soit dans celle de la Singine, et sa surface devait être encore au-dessus de 1300 m. dans la région du Gurnigel. Pendant la glaciation de Würm le glacier du Rhône a déposé ses moraines jusqu'à 1475 m. au col de Jaman, 1355 m. sur les flancs du Niremont, 1260 m. au Montsalvens, 1010 m. au-dessus de Plasselb, 890 m. aux environs de Schwarzenburg et 780 m. au Grauholz.

Après le maximum de la glaciation de Würm un retrait important s'est effectué, qui a ramené le front du glacier du Rhône dans la région de Neuchâtel ou de Moudon-Yverdon, celui du glacier de l'Aar dans la région de Berne, et qui a permis aux glaciers secondaires de pousser vers l'aval leurs fronts dorénavant dégagés. Pendant cette phase des alluvions abondantes ont été déposées dans le Seeland, dans la région de Schüpfen, de Thörishaus-Neuenegg de Rapperswil-Hindelbank. Puis une nouvelle poussée en avant des glaciers s'est effectuée, de nouvelles moraines ont recouvert les alluvions précédemment déposées et le glacier du Rhône s'est avancé en plusieurs digitations jusqu'à Soleure, Hindelbank-Schönbühl, Zollikofen, Neuenegg, Marly, La Roche près de Bulle, Vuadens, Oron. Cette ligne, fortement lobée est marquée par un système de talus morainiques bien net, qui recouvre visiblement, sur un grand nombre de points, des dépôts d'alluvions récentes. Pendant ce premier retour offensif après la glaciation de Würm, le glacier du Rhône devait forcément barrer encore celui de la Sarine.

Quant au glacier de la Sarine M. Nussbaum a pu reconnaître un système de moraines qui atteignent le niveau de 1700 m. au-dessus de Gstaad, de 1450 m. au SW de Château d'Œx, de 1300 m. au-dessus de Grandvillard; il s'agit ici de moraines de fond de la glaciation de Würm. Un bras du glacier allait rejoindre à cette époque par les Saanenmöser le glacier de la Simme.

Après la glaciation de Würm le glacier de la Sarine a pu librement pousser en avant et recouvrir toute la région de Bulle et Broc. Ce territoire a du reste une forme très caractéristique en bassin frontal (Zungenbecken) avec une hydrologie centripète et un émissaire se déversant par une gorge étroite et jeune. Ce bassin est divisé en 2 moitiés par la colline allongée de Morlon (826 m.); il est limité au N par un système bilobé de moraines frontales, qui forment vers l'E un cirque de 3 talus concentriques aux environs de Villarvolard, qui vers l'W comprennent jusqu'à 6 moraines successives échelonnées du N au S de Riaz et Echarlens à Bulle. Ces dépôts glaciaires sont nettement superposés sur certains points à des alluvions récentes et à de la moraine du glacier du Rhône; ils contiennent par places, en particulier à l'W de Bulle et sur le versant occidental de la colline de Morlon, une assez forte proportion d'éléments rhodaniens, dont la présence s'explique du reste facilement, puisque le glacier de la Sarine a dû, en progressant vers le N, déblayer les dépôts formés précédemment par le glacier du Rhône et les mélanger ainsi à ses propres moraines frontales.

Devant le cirque morainique de Bulle se développe un système d'alluvions fluvioglaciaires que l'on suit jusque dans la région d'Hauteville, de Champotey et de Vuippens, et qui recouvre la moraine rhodanienne.

Au S de Bulle les dépôts morainiques ne prennent qu'un très faible développement; la roche en place (Molasse, Flysch, Jurassique) affleure sur de grandes étendues et sa surface montre un moutonnement à grande échelle.

Il semble que pendant la phase de retrait de la glaciation de Würm le glacier du Rhône a abandonné d'abord le territoire à l'E de la colline de Morlon qui a été occupée, ainsi que le bas de la vallée de la Jogne, par le glacier de la Sarine. Puis, c'est le bassin même de Bulle qui a passé du régime rhodanien au régime sarinien.

Si de Bulle on remonte la vallée de la Sarine, on ne rencontre plus de moraines bien caractérisées du glacier princi-

pal jusque près de Château d'Œx. Là, par contre, se trouvent les restes de plusieurs moraines frontales parallèles; puis de nouveau, dans la région de Saanen et de Gstaad, des dépôts analogues se voient dans le fond de la vallée. D'après leur position ces moraines successives doivent appartenir au stade de Bühl et marquent des stationnements successifs, de plus en plus reculés, du front du glacier; des dépôts existant sur le col des Saanenmöser et entre celui-ci et Gstaad semblent indiquer que le glacier poussait une langue dans cette direction pendant l'apogée du stade de Bühl. En relation avec ces moraines se sont développées des alluvions fluvio-glaciaires, dont les restes forment actuellement des terrasses bien nettes aux Moulins (900 m.), à Rossinière (875 m.), à Montbovon (800 m.), à Neirivue (760 m.), à Grandvillard (741 m.), à Enney (730 m.), à Epagny (715 m.).

En amont de Gstaad de nouvelles moraines existent près de Gsteig et l'on peut admettre avec raison que ces dépôts correspondent au stade de Gschnitz. Quant au stade de Daun, l'extension des roches moutonnées sur les 2 versants de l'arête des Prés Beurre et la répartition des moraines montrent que le glacier de Zanfleuron s'étendait alors jusque sur les hauteurs du col du Sanetch, formant 2 langues, dont l'une, le glacier de la Sarine, se dirigeait au N, dont l'autre, le glacier de Zanfleuron proprement dit, s'étendait au S. L'extension de la glace à cette époque correspondait à une limite des neiges inférieure de 300-400 m. à la limite actuelle.

Pendant le stade de Bühl le glacier de la Sarine était encore alimenté latéralement par un glacier de l'Olden descendant de l'Oldenalp sur la route du Pillon et par un glacier de Lauenen qui le rejoignait près de Gstaad; mais, à la fin de ce stade ces 2 affluents sont devenus indépendants, le glacier de l'Oldenhorn s'est retiré dans le Karr de l'Oldenalp; le glacier de Lauenen avait son front pendant le stade de Gschnitz en amont du village de Lauenen, où il a laissé de belles moraines, tandis que pendant le stade de Daun il n'en restait plus que 2 petits glaciers indépendants, l'un occupant le Karr de Geltenschuss, l'autre celui de Kühe Dungel.

Le glacier des Ormonts, qui naissait dans le Creux du Champ, avait pendant le stade de Bühl son front vers Vuargny au S de Leysin et était alimenté latéralement par un glacier du Dard; pendant le stade de Gschnitz il ne s'étendait plus que vers le bas des Ormonts-dessus et pendant le

stade de Daun il était cantonné dans le cirque de Creux du Champ.

M. Nussbaum étudie ensuite les conditions dans lesquelles se sont trouvées pendant la fin des temps pléïstocènes les vallées de la Jogne, de l'Hongrin, de la Singine. Pour la vallée de la Jogne il montre qu'elle a été remplie dans sa partie inférieure par le glacier du Rhône pendant la glaciation de Riss; pendant la glaciation de Würm elle a été encore barrée par le glacier de la Sarine, vers lequel s'écoulait le glacier de la Jogne. Lorsque le retrait du premier s'est dessiné, le second est devenu indépendant; il a déposé des moraines frontales dans la région de Crésuz au SW de Charmey et devant ces moraines se sont accumulées des alluvions fluvioglaciaires, dont les terrasses de Broc et de Botterens sont des restes. Après une nouvelle phase de retrait est venu le stade de Bühl, pendant lequel le front du glacier de la Jogne restait en amont de Bellegarde, tandis que le glacier du Rio du Mont poussait jusque vers Im Fang, où il déposait ses moraines frontales. Lors du stade de Gschnitz la glaciation se réduisait dans cette région à quelques petits glaciers de Karrs.

Dans la vallée de l'Hongrin les dépôts morainiques prennent un grand développement. Pendant la glaciation de Würm le glacier de l'Hongrin, tributaire de celui de la Sarine, élevait sa surface jusqu'à 1450 m. au col de Jaman. Après la première phase de retrait il devait être encore soudé au glacier de la Sarine; pendant le stade de Bühl il était au contraire indépendant et avait son front vers la traversée de la zone anticlinale du Vanil Noir-Tinière, déposant des moraines frontales vers la Jointe et la Lécherette. Pendant le stade de Gschnitz le glacier n'atteignait déjà plus les Mosses et devait s'arrêter sur l'emplacement des chalets d'en l'Hongrin, où est développé un joli cirque de moraines. Au-dessus de ce point se développe un Karr typique, dont le fond est occupé par le lac Lioson et qui peut être considéré comme le point de départ du glacier.

En ce qui concerne le bassin de la Singine, M. Nussbaum admet que le glacier qui en découlait venait butter pendant la glaciation de Würm contre le flanc du glacier du Rhône vers Planfayon. A la fin de la première phase de retrait les 2 glaciers de la Singine froide et de la Singine chaude devaient avoir leurs fronts indépendants en amont de la cluse de Kloster vers Friesmatt, où ils ont déposé des moraines

frontales typiques. Devant ces moraines se sont formés des dépôts d'alluvions, qui s'étendent vers l'aval jusqu'à Planfayon et qui recouvrent là des alluvions purement fluviales. Après un nouveau retrait et pendant le stade de Bühl 3 glaciers indépendants longs de 6 à 7 kilomètres existaient dans le bassin de la Singine froide, l'un descendant par la combe du Gantrischseeli jusqu'aux Wahlenhüten, le second suivant la vallée de la Hengst Sense, le troisième suivant celle de Muscheren. Le glacier de la Singine chaude avait alors son front un peu en aval du Lac Noir. Les vallées des 2 Singines sont nettement élargies en formes de trog; à leur origine des Karrs sont très nettement développés et d'autres Karrs semblables existent à une certaine hauteur sur leurs flancs.

Passant ensuite à l'étude des petits glaciers pléïstocènes des Préalpes, M. Nussbaum examine d'abord à ce point de vue le massif de la Berra. Il signale des moraines locales dans le bassin de la Gérine vers la Bruggera, qui correspondent à un glacier de 6 km. de longueur, et insiste sur la forme en trog de la vallée supérieure de la Gérine. Il semble ici qu'un glacier local a existé après la glaciation de Würm et s'est avancé jusqu'à Glattenstein en amont de Plasselb, tandis que la Gérine était barrée plus bas, vers Marly, par le glacier du Rhône et alluvionnait ainsi jusqu'à un niveau élevé. Après une nouvelle phase de retrait le glacier de la Gérine et celui du Höllbach sont devenus distincts et des moraines se sont déposées entre 1050 et 1070 m. correspondant à une limite des neiges à 1400 m. Enfin les Karrs creusés dans les régions supérieures correspondent à une limite des neiges à 1500-1550 m.

Le versant N de la chaîne Pfeife-Gurnigel est couvert jusqu'à 900 m. environ par de la moraine du glacier de l'Aar; au-dessus de cette altitude on trouve fréquemment des dépôts morainiques locaux formés par de petits glaciers alimentés par des névés, dont la limite inférieure devait être entre 1300 et 1400.

Les glaciers locaux ont naturellement pris, dans les Préalpes médianes, un développement important après la dernière grande glaciation. Dans le massif des Rochers de Naye et Jaman on distingue :

a) Un glacier de Jaman dont le front a poussé jusque près d'Allières, correspondant alors à une limite des neiges à 1500 m.

b) Un glacier de Naye descendant directement du sommet des Rochers de Naye vers le NE, dont la moraine frontale subsiste à 50 m. au-dessus de l'Hongrin vers Preisaz-au-Maidzo.

c) Un glacier des Chaudes dont la moraine frontale se trouve vers Lavanchy, dans la vallée de l'Hongrin.

Les moraines les plus externes de ces glaciers locaux correspondent au stade de Bühl; d'autres, en particulier celle déposée par le glacier de Jaman, qui sert de seuil au lac de Jaman, appartiennent à des phases plus récentes.

Dans la chaîne de la Dent de Lys l'auteur a retrouvé les moraines de 14 glaciers locaux, qui recouvrent les moraines plus anciennes sariniennes et rhodaniennes; dans les vallées de la Veveyse de Fégire et de la Veveyse de Châtel les glaciers sont descendus jusqu'à 1320 et 1300 m. pendant le stade de Bühl. Sur le versant SE de la chaîne se développent une succession de Karrs, dont les moraines correspondent en partie à une limite des neiges à 1500 m. (stade de Bühl), en partie à une limite des neiges à 1700 m.

Le massif du Moléson a alimenté également plusieurs glaciers locaux après la glaciation de Würm, l'un se formait dans le cirque de Trémettaz, le second dans le cirque de Bonne Fontaine, un troisième descendait jusque vers la Joux, un quatrième suivait la vallée de l'Albeuve. Tout un système de moraines locales correspondant à une limite des neiges à 1500 m., et par conséquent au stade de Bühl a pu être ici nettement constaté.

Dans le petit massif de Corjon M. Nussbaum a repairé un système de moraines locales se répartissant entre 3 glaciers et correspondant au stade de Bühl. Le principal glacier suivait le vallon de Cran, un autre descendait le vallon des Châtelards, enfin un petit glacier était suspendu sur le versant SE de la Pointe de Planachaux.

Dans la chaîne du Vanil Noir les moraines locales prennent d'abord un développement important dans les 2 bras de la vallée de la Thaouna, où M. Nussbaum a reconnu un premier système morainique à 1050-1150 m. qui correspond à une limite des neiges à 1600 m., donc au stade de Bühl, et un second système à 1600-1750 m. qui correspond à une limite des neiges à 1800-1900 m., donc au stade de Gschnitz. Le vallon des Morteys a été le point de départ d'un important glacier qui, se bifurquant au col de la Verdaz, envoyait une digitation au S par la vallée de Vert Champ

jusque près de Flendruz et une digitation au N par la vallée du Rio du Mont jusque près de la vallée de la Jogne. Cette extension, qui correspond au stade de Bühl, est fort bien marquée entre les Siernes Piquats et Flendruz par un système de moraines latérales et terminales. Pendant le stade de Gschnitz le glacier des Morteys s'étalait encore sur le col de la Verdaz et y déposait les talus morainiques qui ont déterminé les formes si caractéristiques de ce territoire. De la Pointe de Bimis au mont Cray le versant SE de la chaîne du Vanil Noir est comme crénelé par une succession de Karrs qui abritaient de petits glaciers; le plus important parmi ceux-ci suivait le vallon de Paray, et devait descendre à la fin du stade de Bühl jusque près des Siernes Piquats. En outre un Karr typique avec moraines à 1630 m. existe au S du mont Culan et sur le versant N du mont Cray; dans la région des sources du Torrent de Lessoc un glacier se trouvait qui a déposé successivement des moraines à 1370 m. (stade de Bühl) et à 1750 m. (stade de Gschnitz).

La vallée du Montelon avait aussi son glacier, qui est devenu indépendant de ceux de la Sarine et de la Jogne dès le stade de Bühl; ce glacier a déposé alors une belle moraine frontale vers le Pralet (1018 m.). Pendant le stade de Gschnitz la glaciation de ce bassin se réduisait à 4 petits glaciers de Karrs descendant de la Dent de Follieran et du Vanil Noir. Enfin on trouve la trace de petits glaciers locaux, soit sur le versant oriental de la chaîne de la Dent de Broc, vers Coulaz et les Grouins, soit entre la Dent de Brenleire et le Haut Crêt.

Le massif de Brunnen ou de la Schopfenspitze, compris entre les vallées de la Jogne et du Javroz et le col de Nüschel alimentait, comme principal glacier, celui du Javroz qui, prenant naissance dans le cirque des Morveaux et nourri sur son flanc droit par des affluents descendant du Patraflon, s'étendait pendant le stade de Bühl jusque en aval de la Valsainte, comme le montre un beau système de moraines latérales et frontales. La dépresssion de la Brecca alimentait alors une des sources du glacier de la Singine chaude; en outre de petits glaciers descendaient de la Dent de Vounetz vers le S et l'W et de la Körnlifluh par le col de Nüschel jusque près de Bellegarde. Ce massif est du reste riche en Karrs au seuil tantôt rocheux, tantôt morainique, dont quelques-uns ont encore abrité des glaciers pendant le stade de Gschnitz.

Dans la chaîne Kaiseregg-Stockhorn M. Nussbaum a reconnu l'existence, pendant le stade de Bühl, de 30 petits glaciers locaux sans compter les différentes sources des glaciers de la Singine. Quant au stade de Gschnitz il est marqué par d'innombrables Karrs correspondant à une limite des neiges à 1800-1900 m.

Passant ensuite à la zone des Tours d'Aï-Gastlosen M. Nussbaum montre qu'aux Tours d'Aï 7 niches sont creusées, dont 3 sur le versant NW, 4 sur le versant SE. Chacun de ces cirques alimentait, après la glaciation de Würm, un petit glacier indépendant, et pour plusieurs de ceux-ci la limite des neiges persistantes devait se trouver pendant une phase prolongée aux environs de 1600 m. (stade de Bühl). Le massif du mont d'Or alimentait aussi des glaciers; l'un d'entre eux descendait pendant le stade de Bühl du cirque de Durchaux vers le N jusque vers les Antaines sur l'Hongrin; un autre occupait la combe à l'E de la Charbonnière et s'étendait jusque vers la courbe de 1400 m.; un troisième glacier suivait la vallée de Rio de Leysay et atteignait une longueur de 4 km.; en outre 2 petits glaciers se dirigeaient de la crête du mont d'Or vers l'E, partant de 2 niches bien marquées. Pendant le stade de Gschnitz 4 glaciers subsistaient encore, logés dans des niches et alimentés par des névés s'étendant jusqu'à 1800-1900 m.

La chaîne des Gastlosen-Dent de Ruth alimentait pendant le stade de Bühl d'abord 2 glaciers descendant de son versant NW vers la vallée de la Jogne. L'un suivait le vallon du Sattelbach jusqu'au niveau de 1200 m., au S de Bellegarde; le second naissait dans le cirque du Petit Mont et déposait ses moraines frontales vers Im Fang. Plus au S 2 glaciers importants s'écoulaient par les vallées des Fenils et de la Manche et se soudaient vers l'aval avec le glacier de la Sarine. Vers l'W le versant N de la Hochmatt portait 3 glaciers suspendus, dont on retrouve les moraines jusqu'à la cote de 1050 m. Quant au stade de Gschnitz il est de nouveau marqué dans cette région par de nombreuses niches creusées dans les 2 versants de la chaîne des Gastlosen; l'auteur compte 12 de ces Karrs qui correspondent à une limite des neiges à 1800-1900 m.

Dans la chaîne du Hundsrück de petits glaciers se sont développés pendant le stade de Bühl dans les vallées du Ruhrsgraben, du Schlundibach et du Simmenbach; on trouve en outre sur le versant NW des Karrs partiellement pourvus

encore de moraines qui correspondent à une glaciation postérieure.

Le massif du Rubly et de la Gummfluh alimentait 3 glaciers principaux : celui de la Gérine, celui du Ganderlibach et celui du Kalberhohnibach qui, pendant le stade de Bühl, étaient encore soudés au glacier de la Sarine. D'autres glaciers plus petits descendant du Rocher du Midi, du Rubly, etc., ont déposé des moraines qui correspondent à une limite des neiges à 1600 m. Plus haut, on constate un autre système de moraines appartenant au stade de Gschnitz et intimément lié à un système de Karrs. Quant au massif de la Hornfluh il portait 3 glaciers sur son versant N, l'un aboutissant à Oeschseite, les 2 autres descendant de la Saanerlochfluh vers Feuerbühl et Hasenloch ; ces glaciers étaient déjà indépendants pendant le stade de Bühl; ils ont laissé des moraines de retrait partiellement très nettes.

La zone de Flysch Ormonts-Niesen, avec ses hauts sommets et ses vallées profondément creusées, a tout naturellement été le siège d'une glaciation locale importante. C'était d'abord le glacier de l'Etivaz qui, s'alimentant dans les 2 fonds de vallées de la Tourneresse et de l'Eau froide, descendait pendant le stade de Bühl jusqu'à mi-chemin de l'Etivaz aux Moulins ; en amont de ces moraines frontales situées vers 1050 m., on trouve dans les 2 vallées des moraines de retrait à 1124 m., 1184 m., 1438 m., 1931 m. et 2076 m. Un autre glacier, descendant du Chaussy suivant le vallon de Raverettaz, a déposé une moraine de Bühl vers la Comballaz, puis a laissé une succession de moraine de retrait jusqu'au niveau de 1920-1930 m. Sur le versant S du Chaussy et de la Tornettaz on trouve au niveau de 1500-1700 m. des amas morainiques déposés évidemment par de petits glaciers suspendus pendant le stade de Gschnitz. Plus à l'E le cirque d'Isenau a été occupé par un petit glacier de vallée dont on retrouve les moraines frontales près d'Ayerne (1550 m.). La vallée d'Arnon a possédé aussi son glacier, dont le front devait être vers Wintermatt (1250 m.) pendant le stade Bühl et qui a laissé des moraines plus récentes vers Studel à 1620 m. ; enfin un glacier descendait du Wytenberghorn vers le NE dans le Meyelsgrund et déposait, pendant le stade de Bühl, une puissante moraine terminale près de Falbach. A l'E des vallées de Gsteig et de Lauenen le glacier du Turbach est devenu indépendant seulement après le maximum du stade de Bühl; on en trouve des moraines

frontales vers Statt à l'W de l'Amselgrat, puis plus haut dans la vallée.

En résumé la plupart des glaciers des Préalpes se sont détachés des glaciers principaux pendant la phase de retrait qui a suivi la glaciation de Würm; ils ont fait une nouvelle poussée en avant pendant le stade de Bühl, dont les moraines sont presque partout bien conservées. Beaucoup des vallées secondaires débouchent en paliers surélevés sur les vallées principales et montrent une forme en trog; les Karrs prennent une extension presque générale.

M. Nussbaum termine son étude par quelques considérations générales; il expose les caractères que doivent prendre les dépôts morainiques ou fluvioglaciaires, suivant les conditions dans lesquelles ils se sont formés, et examine la méthode de détermination du niveau de la limite des neiges persistantes, en montrant que toutes les données concordent avec une limite des neiges à 1500-1600 m. à l'extérieur des Préalpes, à 1600-1700 m. à l'intérieur.

Pendant la glaciation de Riss tout le bassin de la Sarine rentrait dans le régime du glacier du Rhône, qui envahissait les vallées de la Jogne et du Javroz et une partie du bassin de la Singine. Pendant la glaciation de Würm le glacier du Rhône ne dépassait pas au S la ligne Plasselb, Planfayon, Schwarzenburg, Berne. Après une phase de retrait le glacier a fait une nouvelle poussée en avant et un de ses bras a occupé encore la cuvette de Bulle, gênant l'expansion des glaciers préalpins; puis, après un nouveau recul, le glacier du Rhône ayant définitivement abandonné le bord des Préalpes, le glacier de la Sarine s'est avancé jusque vers Bulle. Ensuite est venu le stade de Bühl, pendant lequel le glacier du Rhône ne dépassait pas le bassin du Léman, le glacier de la Sarine s'étendait jusqu'à Château d'Œx et la plupart des glaciers locaux avaient des allures indépendantes. Ce stade s'est terminé par des retraits successifs qui le séparent du stade de Gschnitz. Ce dernier, correspondant à une limite des neiges à 1800-1900 m. à l'extérieur des Préalpes, à 1900-2000 m. à l'intérieur, ne possédait plus que peu de glaciers de vallée; d'innombrables petits glaciers occupaient par contre alors des Karrs dans le haut des pentes. Le stade de Daun ne se manifeste que dans les Hautes Alpes, au Sanetsch, à la Dungelalp, au Creux du Champ.

L'auteur montre ensuite que toutes les formes tographiques constatées ailleurs dans les régions glacées se retrouvent

dans les Préalpes, où l'on trouve de nombreux exemples de trogs avec leur section en U et de tronçons de vallées élargis alternant avec des parties resserrées, généralement rocheuses ; il faut remarquer que les tronçons élargis coïncident avec des territoires occupés pendant une période prolongée par des fronts de glaciers et couverts de matériaux morainiques. Les seuils rocheux sont également nombreux dans les Préalpes et montrent le plus souvent un moutonnement à plus ou moins grande échelle, qui peut aller jusqu'à la formation de grands mamelons arrondis. Là où les vallées sont taillées en trog leurs versants sont fréquemment coupés par des terrasses élevées qui, surtout dans les régions de Flysch, portent de beaux pâturages et sont souvent très continues; on doit considérer comme probable que ces terrasses correspondent à d'anciens fonds de vallées. Vers l'amont les vallées finissent fréquemment en un fond de cirque, au-dessus duquel s'étagent en un palier surélevé le ou les prolongements supérieurs ; ce phénomène est lié intimement à celui des Karrs qui, comme nous l'avons vu, prend un si grand développement dans les Préalpes. Les cours d'eau latéraux débouchent presque toujours dans les grandes vallées par des rapides et il est clair que ceux-ci sont dus aux débouchés étagés des vallées latérales qui, eux-mêmes, résultent d'un surcreusement de ces dernières. Enfin les vallées principales des Préalpes sont reliées entre elles par des cols bas et larges, modelés évidemment par les glaciers, les Mosses, le col du Pillon, les Saanenmöser, le Gros Mont.

Quant aux dépôts morainiques ils n'interviennent, sauf dans la région de Bulle, que dans le détail de la topographie et n'atteignent que rarement un gros volume. Les terrasses d'alluvions sont mieux développées, en particulier à Broc et à Riaz dans la région de Bulle, puis entre Grandvillard et Montbovon, vers Rossinières et Rougemont, etc. Mais celui des dépôts quaternaires qui prend le plus grand développement c'est celui des cônes de débris qui proviennent en partie de la désagrégation des roches en place, en partie de matériaux morainiques remis en mouvement et qui sont dus, les uns aux torrents, les autres à la simple chute des pierres sur les fortes pentes. Quant aux éboulements on en connaît à la Chapelle des Marches vers Broc, à la Tzintre sur la Jogne, à Blattenheid au pied N du Stockhorn, à Vert Champ, à la Tine près de Montbovon, etc.

La topographie générale des Préalpes s'explique du reste

fort bien, si l'on admet 3 phases d'érosion successives; la première est exclusivement torrentielle, elle a débuté dès les premiers soulèvements alpins et s'est continuée jusqu'aux temps glaciaires; c'est elle qui a déterminé le creusement principal des vallées. Ensuite est venue la phase glaciaire, pendant laquelle les régions préalpines ont peu à peu pris les formes caractéristiques des régions glaciées, telles qu'elles ont été définies par Davis, Richter, Brückner, etc. Enfin, après le retrait des glaciers, l'érosion fluviale et torrentielle a repris, le ruissellement et la désagrégation atmosphérique ont fait leur œuvre et les formes mixtes actuelles sont nées; il faut pourtant remarquer que pendant cette dernière phase la dénudation a été relativement peu considérable.

M. F. Antennen (**124**), dont les études sur les dépôts glaciaires du Haut Emmenthal ont été analysées dans une précédente *Revue*, a publié les résultats de recherches analogues, concernant l'**extension des glaciations successives dans la vallée de la Zulg.**

Dans ce territoire, compris entre la région des sources de l'Emme et la vallée du lac de Thoune, les blocs erratiques sont répartis jusqu'au niveau de 1350 m. au moins, et il paraît évident que ces témoins élevés de l'extension des glaciers doivent correspondre à l'époque de Riss.

Pendant la glaciation de Würm le niveau du glacier de l'Aar devait être dans cette région à environ 1200 m., ce qui a permis un débordement depuis la région de Sigriswyl dans la vallée du Rehlochbach et sur les environs de Teufenthal. Il est certain d'autre part que les moraines latérales à éléments centro-alpins qui dessinent un arc de cercle autour de Schwarzenegg au niveau de 930 m. environ ne correspondent pas à l'extension maximum de la glaciation de Würm. On retrouve en effet, plus à l'E, de la moraine de fond et des lambeaux de moraines latérales qui appartiennent à une phase antérieure de la même glaciation, et permettent de reporter la limite du glacier à 4 km. plus loin.

Ces faits expliquent suffisamment que le glacier descendant le Zulgthal devait être barré en amont de Ober-Langenegg par le glacier principal. C'est à ce moment qu'il a déposé contre le flanc gauche de sa vallée une moraine latérale ne contenant que des éléments locaux (calcaires noirs, grès nummulitiques, granites de Habkern, etc.), et qui se suit encore facilement de nos jours depuis Horrenbach (1140 m).

par Hinter Horrenbach (1170 m.) jusqu'au Hüttligraben (1200 m.).

Outre ces moraines de Würm la vallée de la Zulg possède une moraine frontale qui la traverse à l'altitude de 1000 m. dans les environs de Linden et à laquelle se raccordent des graviers fluvioglaciaires vers l'aval. Ceux-ci existent au-dessous de Keistli et dans le Wühriwald, aux niveaux de 880 et 860 m., sur le flanc gauche de la vallée et la très forte prédominance des éléments autochtones montre bien que nous avons affaire à des dépôts locaux, qui d'après leur position correspondent au stade de Bühl. Des moraines locales appartenant à la phase de retrait se retrouvent d'autre part dans le haut de la vallée du Hinter Horrenbach.

Quant aux 2 terrasses de Unter et de Ober Langenegg, la première, au niveau de 860 m., se rattache intimement aux moraines internes de Würm et représente donc la Basse Terrasse; celle d'Ober Langenegg, dont le niveau est à 920 m. est formée de matériaux à la fois plus décomposés et plus fortement cimentés, parmi lesquels M. Antennen n'a trouvé aucune roche cristalline du massif de l'Aar. Cette terrasse a dû se former pendant la période de Riss et rentre ainsi dans le système de la Haute Terrasse.

M. V. Turnau (**141**) a refait en détail l'étude des masses détritiques considérables qui couvrent le fond de la **vallée de la Kander** entre Kandersteg et Kandergrund, et qui, après avoir été envisagées comme moraines, ont été reconnues par M. E. Brückner en 1891 comme appartenant à de grands éboulements. Il décrit d'abord une vaste niche d'arrachement délimitée par la paroi N du Fisistok, le Spitzstein et l'éperon qui porte la cabane S. A. C. du Doldenhorn et creusée essentiellement dans le Crétacique des chaînes calcaires internes. Les couches sont inclinées ici comme la pente au NW et l'éboulement a donc pris la forme d'un glissement de couches.

Le fait que la masse détritique qui remplit le Kanderthal vient bien de là est démontré par la nature des roches qui la constituent, car on reconnaît parmi celles-ci tous les éléments lithologiques du versant N du Fisistock, tandis qu'on n'y voit aucune roche du Gasterenthal ou de la chaîne de la Birre. De plus, les éléments sont anguleux et entassés sans ordre; les plus gros sont le plus souvent morcelés et portent des traces de chocs ou de frictions; à la base de la couche, le broyage est particulièrement intense et a donné naissance à une struc-

ture plus dense et plus fine. En amont de Kandersteg des paquets de moraines empâtés dans la masse de l'éboulement, ont évidemment été labourés et entraînés par celui-ci.

La surface couverte s'étend d'Eggenschwand en amont de Kandersteg jusqu'à Reckenthal sur 9 km. de longueur et une largeur de 300 à 1000 m.; l'inclinaison varie de 3 $^0/_{00}$ à 6 $^0/_{00}$. La masse éboulée se divise en plusieurs parties distinctes qui sont:

1° Le grand talus en terrasse qui s'étend le long du versant gauche de la vallée par Bütschels, Auf der Höhe et Aegerten et correspond à la ligne de déferlement de l'éboulement contre le versant opposé.

2° Les collines de Bühl et les pentes du Bühlstutz, entièrement formées de matériaux broyés et qui constituent un véritable seuil en travers de la vallée.

3° Le paysage mamelonné de Schlosweid et de Mittholz jonché de blocs brisés, qui passe en aval de Kandergrund à un territoire semé de petites collines coniques et sans éléments détritiques grossiers à la surface (Tomalandschaft).

4° Les petites collines des environs d'Eggenschwand qui s'élèvent d'environ 25 m. au-dessus de la plaine de Kandersteg et représentent le bord S de l'éboulement mêlé à une proportion notable d'éléments morainiques.

L'époque à laquelle s'est effectué cet éboulement est sans doute non seulement postglaciaire mais encore postérieure au stade de Gschnitz, car nulle part sa surface ne porte une trace de moraine et ses formes ont en général conservé une fraîcheur qui n'aurait pu survivre à une glaciation. Un lac de barrage a dû exister d'abord entre Kandersteg et Aegerten; puis il a été comblé par les alluvions de la Kander et de l'Oeschinenbach en même temps que son seuil s'abaissait rapidement.

Un second éboulement, beaucoup moins considérable, s'est détaché des parois qui dominent le lac d'Oeschinen et est venu former barrage en aval du lac. Il s'agit de nouveau ici d'un glissement de couches qui a dû s'effectuer aussi après le stade de Gschnitz. La masse éboulée a été projetée en grande partie sur le versant opposé de la vallée d'Oeschinen; depuis sa mise en place elle a été l'objet d'une érosion intense du fait de l'Oeschinenbach et ses éléments ainsi remaniés ont contribué pour beaucoup à l'accroissement de l'énorme cône de déjection de ce torrent.

Je me contente de citer un court résumé publié par M. Ch. Falkner (**128**) des observations faites par lui-même et M. Ludwig sur les dépôts quaternaires des environs de Saint-Gall (voir *Revue* pour 1905).

M. J. Früh (**129**) a publié une étude géophysique et topographique du **Canton de Thurgovie**, dans laquelle nous trouvons d'abord une série d'indications sur la formation de la vallée inférieure de la Thur entre Bischoffzell et Andelfingen. Ce tronçon est creusé dans l'ancien bassin frontal (Zungenbecken) d'une digitation du glacier du Rhin, limité vers l'aval par la belle ceinture morainique de Nussbaumen, Neunform, Ossingen, Welzikon, Mörsbrug. Au fond de la vallée la Molasse n'apparaît qu'au S d'Ossingen et vers Bürglen, formant comme 2 seuils en aval de bassins surcreusés et remplis par les alluvions.

Au N de Frauenfeld, sur la rive droite de la Thur, M. Früh a constaté la présence d'un ensemble d'alluvions, cimentées à la surface, et bien visibles près d'Ittingen, à Negerten et au Hochstein, au niveau de 465-485 m., qu'il considère comme fluvioglaciaires et dont il place le dépôt pendant la phase de progression de la glaciation de Riss.

Les moraines de fond, qui couvrent d'immenses étendues, sont constituées par un mélange variable de roches des Grisons et d'éléments autochtones, soit des sables, soit des galets de la Molasse d'eau douce supérieure. Les moraines frontales sont particulièrement bien développées entre Schlattingen et Nussbaumen, où elles se groupent en 2 cirques distincts, comprenant chacun plusieurs talus concentriques. Dans la région d'Urschhausen et Wylen on peut voir s'amorcer dans le cirque morainique interne un paysage drumlinique bien caractérisé, qui se continue jusque vers Pfyn, et la liaison entre moraines et drumlins est ici évidente.

Aux environs même de Frauenfeld on reconnaît facilement les restes d'un ancien delta de la Murg dans un lac, dont le niveau devait être à 404 m., et qui devait s'étendre depuis Eschikofen à l'E jusqu'à la Tiefenau sous Ossingen à l'W.

A propos du lac de Constance et de son écoulement vers l'W, M. Früh montre que plusieurs lambeaux d'anciens deltas subsistant dans les environs de Radolfzell correspondent à un niveau du lac s'élevant à 422 m., soit à 24 m. au-dessus du niveau actuel et que l'émissaire devait s'écouler alors par Arlen et Ramsen. L'Untersee barré comme le lac d'Ueberlingen par une ceinture de moraines, a eu un écoulement direct

par Stein seulement lorsque son barrage a été entamé par l'érosion régressive des cours d'eau en aval au-dessous du niveau de 422 m.; puis le niveau du lac s'est abaissé à 414 m., puis à 409 m., à 403 m., à 400 m. et à 398 m. En aval du lac on distingue nettement les moraines frontales d'Etzwilen-Hemishofen (430-435 m.) qui formaient barrage, celles d'Eichbühl-Rosiliberg près de Diesenhofen (438 m.), et celles de Langwiesen (Altsbühl 444 m.).

M. J. Meister (**133**) a publié un court aperçu des formations pléïstocènes existant entre l'Untersee et **Schafhouse**, dans lequel il cite le Deckenschotter de Hohenklingen sur Stein, les moraines terminales de Würm des environs de Staffel, les formations quaternaires des environs du Kesslerloch, les 4 terrasses d'alluvions de Herblingen, le Deckenschotter du Geissberg. Il donne en outre quelques indications sur le cours interglaciaire du Rhin entre Schafhouse et Neuhausen.

M. J. Meister a eu l'occasion d'étudier cette dernière question à propos de recherches d'eau qu'il a entreprises récemment (**134**). Il a pu constater que l'ancien lit du Rhin coupe le lit actuel en amont de Schafhouse, passe par Neuhausen et se suit de là jusqu'à Kaiserstuhl. Son fond doit être notablement plus bas que celui du lit actuel en amont de la chute, et, d'après les nombreux galets de granite du Julier qu'elles contiennent, les alluvions qui le comblent doivent se rattacher à l'avant-dernière glaciation.

Les eaux qui saturent ces dépôts à Schafhouse ont une température beaucoup moins variable que celles du Rhin et une composition nettement différente, ce qui indique qu'elles ont une origine indépendante. Vers l'aval, depuis Neuhausen, ce contraste est beaucoup moins marqué et l'on peut admettre un mélange des eaux de la nappe d'infiltration avec celles du fleuve.

M. H. Schardt (**138**) a décrit en détail la couche de tourbe qui remplit le fond du **vallon du Locle** et les formations quaternaires sous-jacentes.

Le vallon du Locle a été transformé en un bassin lacustre, parce que le ou les entonnoirs préglaciaires qui le drainaient ont été colmatés par la moraine. Le lac ainsi formé a été rapidement comblé par les apports de ses affluents et transformé en un marais tourbeux, qui a persisté jusqu'à l'époque actuelle. Aussi trouve-t-on, de bas en haut, de la moraine de

fond, des dépôts de graviers, des sables et du limon en couches alternantes, puis la tourbe dont l'épaisseur est considérable au milieu du vallon. Des travaux d'art ont déterminé un drainage partiel mais très incomplet du marais.

Fossiles pléïstocènes. — M. S. Bieler (**125**) a signalé la découverte faite à la montagne de Saint-Cergues d'une vertèbre de **Mammouth**.

Homme préhistorique. — M. J. Nuesch (**135**) a fait, à l'occasion d'une visite de la Société géologique du Haut-Rhin à Schafhouse, un exposé succinct des connaissances actuelles sur les 2 stations préhistoriques du **Kesslerloch** et du **Schweizersbild**, un sujet dont les *Revues* précédentes ont parlé à plusieurs reprises d'après les travaux du même auteur.

M. A. Schenk (**139**), continuant ses études anthropologiques, a donné la description d'un squelette humain presque complet, découvert à Anthy près de Thonon, sur les bords du lac de Genève. Il s'agit d'un individu adulte, masculin, dont la taille atteignait 1 m. 590, et qui se rattache par tous ses caractères à la race brachycéphale néolithique ou race de Grenelle, dont le crâne est arrondi avec un frontal élargi, des pommettes rugueuses et saillantes, une face large et basse, un nez platyrrhynien et une mâchoire supérieure prognathe.

En outre, M. A. Schenk (**140**) a étudié à nouveau quelques ossements humains faisant partie des collections du Musée de Lausanne :

1° Un squelette provient de la station lacustre de Grandson, dont l'âge correspond à la première moitié de l'époque néolithique ; il appartient à une femme de vingt ans environ, ayant une taille de 1 m. 559 et caractérisée par une gracilité remarquable des os du membre supérieur. Le crâne manque.

2° Un crâne féminin, un humérus et un radius ont été découverts à Concise dans une station datant certainement du début des temps néolithiques ; le crâne rappelle le type des Brachycéphales néolithiques (type de Grenelle) et est en outre caractérisé par l'étroitesse de la partie frontale antérieure, l'élargissement de la région des bosses pariétales et l'aplatissement de la région pariéto-occipitale. L'humérus et le radius appartiennent à une femme de 1 m. 456, douée d'une forte musculature des membres supérieurs.

3° Un crâne féminin incomplet, qui provient d'une station

de l'âge du bronze, située à Concise, semble appartenir à un type de croisement de la race des dolicocéphales néolithiques d'origine septentrionale et de la race brachycéphale.

4° Deux crânes incomplets, trouvés dans une station de l'âge du bronze, située à Corcelettes (lac de Neuchâtel), paraissent identiques aux calottes crâniennes de Sutz et de Chavannes, qui devraient, d'après certains auteurs, avoir servi de coupes à boire.

5° Un crâne masculin, découvert dans une station remarquable de l'âge du bronze, sur l'emplacement de l'ancien petit lac de Luissel près de Bex, est remarquable par son hyperbrachycéphalie et offre les caractères très purs de la race celtique ou rhétique.

6° Une calotte crânienne, provenant du Steinberg de Nidau (lac de Bienne) et d'époque douteuse, offre des caractères de croisement des dolichocéphales du Nord et des brachycéphales.

7° Un crâne de jeune fille, trouvé dans une sépulture de l'âge du bronze, au Plan d'Essert sur Aigle, appartient à la race celtique qui abonde dans nos stations lacustres.

8° Plusieurs crânes complets ou fragmentaires proviennent du cône de déjections de la Tinière sur Villeneuve et semblent appartenir, les uns à la fin de l'époque néolithique, les autres à l'âge du bronze; ces derniers sont brachycéphales et se rattachent à la race celtique.

9° M. Schenk décrit ensuite plusieurs crânes provenant de Sion et datant, soit de la fin de l'âge du bronze, soit du commencement de l'âge du fer, et à ce sujet il propose de supprimer le *Type de Sion*, créé par His et Rütimeyer, et de faire rentrer sans autres les crânes qui s'y rattachent dans la race dolichocéphale d'origine septentrionale. D'autres crânes provenant aussi du Valais et datant de la même époque se rapportent au contraire à la race brachycéphale.

Après avoir décrit encore quelques sépultures de l'âge du fer situées à Villy près Bex, à Vernand sur Blonay, à la Mottaz sur Montet et à Vevey, M. Schenk montre que les nouvelles découvertes confirment de plus en plus la présence exclusive dans les palafittes du commencement de l'époque néolithique de la race brachycéphale semblable à celle de Grenelle. A partir du milieu des temps néolithiques apparaissent des types mésaticéphales et dolichocéphales et ces derniers finissent par prédominer à l'époque de transition de la

pierre au bronze. Les brachycéphales qui subsistent alors diffèrent du type plus ancien par leur indice céphalique plus élevé et leur brachycéphalie plus accentuée.

Vers la fin de l'âge du bronze l'élément brachycéphale devient de nouveau prédominant et il a maintenu cette priorité jusqu'à nos jours.