

Quaternaire

Objekttyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **12 (1912-1913)**

Heft 3

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

helvétien des grès de Hammerstein ne doit donc plus être considéré comme démontré.

MM. C. SCHMIDT et F. MÜLLER (132) ont étudié, spécialement au point de vue de leur valeur d'exploitation, les gisements de **lignites oligocènes de la région de Bregenz**. Ces charbons sont intercalés soit dans les couches basales de la série molassique, soit plus haut, au-dessus d'un important complexe de conglomérats, dans l'Helvétien. Les quantités exploitables comprises entre le Wirtachtobel et le Scheffauerbach s'élèvent à 750 000 tonnes. Les auteurs ont dressé une carte et plusieurs profils de la région étudiée et ont analysé plusieurs échantillons de lignite.

Reprenant la question de l'âge des **calcaires à *Helix sylvana***, M. W. KRANZ (125) a montré que les gisements de ce niveau compris dans le Miocène suisse, sur lesquels différents auteurs se sont fondés, ne se prêtent pas à une détermination stratigraphique exacte, tandis que les conditions dans lesquelles ces couches se présentent dans les environs d'Ulm, ne laissent aucun doute sur leur âge oeningien.

Quaternaire.

Nombre des glaciations pléistocènes. — M. R. LEPSIUS (148) a cherché à étendre à l'interprétation des **formations pléistocènes périalpines** la notion, qu'il avait développée déjà à propos du glaciaire de l'Europe septentrionale, d'une seule glaciation provoquée par un exhaussement général du continent européen.

Parlant d'abord des deux niveaux du Deckenschotter, l'auteur conteste que leurs alluvionnements aient été partout séparés par une phase d'érosion ; lorsqu'il est obligé d'admettre cette phase, il l'explique par un abaissement du niveau de base des vallées alpines en relation avec des affaissements survenus soit dans la vallée du Rhin au N de Bâle, soit dans la plaine du Danube. Du reste, toutes les reprises de l'érosion qui ont interrompu les alluvionnements sont dues, d'après lui, à des affaissements semblables.

Ainsi, le Deckenschotter dans son ensemble ne correspondrait, d'après M. Lepsius, ni à une ni à deux glaciations ; quant aux époques dites de Riss et de Würm, elles n'auraient été séparées par aucune période interglaciaire et les moraines wurmiennes représenteraient simplement un stade d'arrêt dans le retrait d'une glaciation unique, dont le maximum serait marqué par les moraines rissiennes ; et ce retrait des

glaciers alpins serait dû lui-même à un abaissement général du niveau des Alpes par affaissement. Les dépôts morainiques distribués dans le Jura ont aussi pour l'auteur une signification toute différente de celle qui est généralement admise, car M. Lepsius suppose que les chaînes jurassiennes n'ont acquis leur relief dominant relativement au plateau molassique subalpin que lorsque celui-ci a subi en même temps que les Alpes l'affaissement postglaciaire. Ainsi s'expliquerait le fait que le débordement principal du glacier du Rhône par-dessus le Jura s'est fait justement là où celui-ci est le plus élevé.

M. Lepsius conteste la réalité des relations généralement admises entre les Hautes et les Basses Terrasses d'une part, les moraines rissiennes et wurmiennes de l'autre; il admet pour le maximum de la glaciation unique qu'il suppose une longue durée, pendant laquelle les moraines se sont déposées à des altitudes très diverses, tandis que dans les vallées les fleuves glaciaires ont déposé des systèmes d'alluvions distribués suivant des niveaux réguliers. Quant à déterminer l'âge d'une formation pléistocène d'après son état de décomposition c'est une méthode qui ne peut donner que des résultats très approximatifs.

La question des formations et des flores dites interglaciaires est envisagée et discutée par l'auteur; une partie de ces dépôts (Utnach, Dürnten, Wetzikon) sont considérés comme accumulés à proximité des glaciers avant le maximum de leur extension. À ce propos, M. Lepsius étudie longuement la question des flores pléistocènes en général et les déductions qu'on a voulu tirer de leur comparaison au point de vue des variations climatiques. Il soutient l'idée que ces variations ont été beaucoup moins accusées qu'on ne le suppose habituellement.

S'attachant plus particulièrement à la critique du grand travail de synthèse effectué par MM. Penck et Brückner, M. Lepsius reproche à ces auteurs d'avoir altéré la nature réelle de ces phénomènes quaternaires en leur appliquant une schématisation forcée; il se refuse complètement à admettre la réalité des quatre grands systèmes d'alluvions, la relation de ces alluvions avec des systèmes morainiques succesifs et aussi le caractère général de l'oscillation d'Achen et du stade de Bühl.

M. Lepsius explique la formation des lacs subalpins par des affaissements postglaciaires. Ramenant du reste toute l'extension pléistocène des glaciers à un exhaussement du

continent européen et des Alpes en particulier, et leur retrait à un affaissement, il considère comme sans valeur toutes les évaluations faites sur le niveau des limites des neiges persistantes aux différentes époques.

La question du Loess fait l'objet d'un chapitre spécial ; ce dépôt est envisagé comme s'étant formé pendant une période de climat relativement sec, intercalée entre l'époque du maximum (moraines rissiennes) et l'époque d'arrêt dans le retrait des glaciers (moraines wurmiennes).

Après quelques considérations sur les races préhistoriques, M. Lepsius termine par le tableau suivant des temps pléistocènes :

1^o **Période boréale**, pendant laquelle les glaciers ont poussé en avant par les grandes vallées alpines jusqu'à la ligne des moraines rissiennes. Les Alpes avaient alors une altitude supérieure en moyenne de 1300 à 1500 m. à leur altitude actuelle, et le niveau du plateau molassique était d'environ 500 m. plus élevé qu'actuellement, tandis que le Jura était relativement bas. Cette période a commencé par les alluvionnements du Deckenschotter ; après quoi le profil des cours d'eau a été modifié par les affaissements survenus dans les bassins du Rhin et du Danube, le travail d'érosion a repris ; les alluvions de la Haute Terrasse représentent le dernier dépôt préglaciaire.

2^o **Période atlantique**, pendant laquelle sont intervenus les premiers affaissements des masses continentales nord-atlantiques, qui ont provoqué un premier retrait général des glaciers. Le climat étant plus sec le Loess a commencé à se former. Les peuplades paléolithiques se sont répandues sur l'Europe.

3^o **Période scandinave**, pendant laquelle les glaciers ont stationné longtemps sur la ligne des moraines wurmiennes, tandis que devant eux se déposaient les alluvions de la Basse Terrasse. Ensuite est intervenue la seconde phase d'affaissement, qui a provoqué le retrait définitif des glaciers et la formation des lacs subalpins. Le réchauffement de l'Europe a été alors encore accentué par l'influence du Golf Stream. Grâce à ces conditions favorables les races néolithiques se sont rapidement propagées.

Erosions et orographie pléistocènes. — Dans une courte notice, M. E. DE MARTONNE (154) a cherché à fixer la méthode à suivre pour arriver à une analyse morphologique correcte des niveaux d'érosion successifs des vallées alpines. Dans une

seconde note il a exposé (155) les résultats auxquels l'a conduit l'application de cette méthode à l'étude des vallées de l'Arc et de l'Isère, où il a pu constater l'existence de sept à huit niveaux d'érosion. De ces niveaux les plus élevés se perdent vers l'amont, tandis que les plus bas disparaissent au contraire vers l'aval. Les niveaux inférieurs 1-4 montrent de nombreuses irrégularités en relation évidente avec des bassins et des verrous emboîtés; ils correspondent donc à des thalwegs glaciaires. Les niveaux 5-8 doivent être préglaciaires, leurs irrégularités quoique très atténuées correspondent aux principales irrégularités des niveaux inférieurs, ce qui semble confirmer l'idée de l'auteur, d'après laquelle les anomalies du modelé glaciaire ne sont qu'une modification des anomalies préglaciaires.

Dans une troisième note, M. E. DE MARTONNE (156) a cherché à préciser les relations existant entre ces niveaux d'érosion et les alluvions fluvio-glaciaires du Bas Dauphiné; il a constaté ainsi que la région de Rovon-Poliénas a joué depuis l'époque de Riss le rôle de verrou de front glaciaire, que les thalwegs interglaciaires aboutissent au niveau des terrasses fluvio-glaciaires de la période glaciaire précédente, qu'à partir de la période Mindel-Riss l'enfoncement de la partie inférieure des thalwegs ne s'est produit que par surcreusement glaciaire, tandis que les périodes glaciaires y ont été au contraire marquées par un alluvionnement. Enfin, M. de Martonne est conduit à admettre des mouvements du sol se poursuivant jusque dans la période glaciaire, en particulier un soulèvement sur le bord des Alpes et dans la région de Modane.

M. E. DE MARTONNE (157) a du reste discuté par ailleurs d'une façon plus étendue la question du rôle de l'érosion glaciaire dans la formation des vallées alpines.

Après avoir, dans un chapitre introductif, rappelé les arguments mis en avant pour et contre la théorie de l'érosion glaciaire, l'auteur rend compte d'une série d'observations qui l'ont amené à prendre, dans le débat, une position pour ainsi dire intermédiaire.

Il commence par constater que devant le front des glaciers actuels, qui sont en phase de décrue particulièrement importante, l'on peut souvent observer d'abord un gradin rocheux puis un palier couvert de moraine et limité vers l'aval par des talus morainiques. Or, sur les gradins de nombreux glaciers il a relevé les signes d'une érosion torrentielle considé-

nable sous la forme d'une ou plusieurs gorges, tandis que les traces d'une érosion glaciaire pure sont en général peu évidentes et limitées aux régions latérales; sur les paliers plus en aval par contre, lorsqu'ils étaient dégarnis de leur couverture morainique, M. de Martonne a toujours constaté des indices indiscutables d'une érosion glaciaire (arrachements, polissage, moutonnement, etc...). Il conclut de ces observations d'abord que les gradins à gorges torrentielles sont des formes de front glaciaire, ensuite que l'érosion glaciaire pure agit surtout sur les bords du lit, de façon à élargir celui-ci, et qu'elle intervient davantage dans les tronçons à faible pente, tandis que l'érosion torrentielle sous-glaciaire contribue à la formation de gorges, par conséquent à un approfondissement, et qu'elle est surtout active dans les tronçons à forte inclinaison.

Passant ensuite au mécanisme de l'érosion glaciaire pure, M. de Martonne pose en principe que, le mouvement de la glace comportant nécessairement des pressions et des frottements exercés sur son lit, celui-ci doit forcément subir une érosion lente mais continue. Cette érosion varie du reste non seulement dans le sens transversal, mais aussi dans le sens longitudinal, influencée qu'elle est d'une part par la perte de masse progressive que détermine l'ablation, ensuite par les variations de pente, qui font varier considérablement l'adhérence du glacier à son lit et par conséquent l'énergie des frottements, enfin par les variations de la section transversale du lit qui provoquent des augmentations ou des diminutions d'épaisseur. D'une façon générale on peut admettre : 1^o que l'érosion glaciaire diminue jusqu'à zéro dans la direction du front; 2^o que cette érosion diminue sur les gradins, tandis qu'elle atteint un maximum au pied de ceux-ci; 3^o qu'elle augmente d'intensité dans les tronçons de vallée resserrés.

Ces variations dans l'intensité de l'érosion glaciaire dans le sens longitudinal paraissent à M. de Martonne, permettre une explication satisfaisante de la genèse des bassins fermés à contrepente et à verrou rocheux et des criques glaciaires. En leur donnant leur réelle valeur, on peut se représenter en particulier, comment des ruptures de pente préglaciaires, dues à des causes quelconques, parfois à des mouvements épéïrogéniques, ont déterminé le creusement à leur pied de grands bassins, tels que ceux des lacs subalpins par exemple.

Dans une seconde partie de son travail, M. de Martonne,

s'est occupé spécialement des irrégularités que représentent dans les vallées alpines les épaulements étagés sur les flancs et les vallées suspendues. Il montre que, si l'étude des versants des vallées a amené les différents auteurs à des conclusions si opposées, c'est que cette étude n'a généralement pas été fondée sur une comparaison suffisamment documentée entre de nombreux profils transversaux, en même temps que sur un examen judicieux du terrain. Ces conditions sont nécessaires à l'établissement d'une carte précise des niveaux d'érosion, qui elle-même doit servir de base à toute étude de ce genre.

En réalité toute étude approfondie faite dans une quelconque des grandes vallées alpines a permis de constater une série de ces niveaux d'érosion, et, pour arriver à une explication rationnelle de la morphologie générale des vallées, on est amené nécessairement à admettre des interventions alternantes de l'érosion par les eaux et de l'érosion glaciaire, l'une tendant à rapprocher le profil longitudinal de l'état d'équilibre, l'autre tendant au contraire à l'en éloigner, en accentuant ses irrégularités et en créant même des contrepentes en amont des verrous.

Nous avons vu précédemment que, dans l'idée de M. de Martonne, les inégalités importantes qui se manifestent dans le sens longitudinal dans l'intensité de l'érosion glaciaire sont dues essentiellement, en dehors de la résistance inégale des roches et des variations d'épaisseur de la glace en relation avec les confluences ou les diffluences, à l'intervention de ruptures de pentes ou d'étranglements préexistants de la vallée. Cette conception ne s'accorde naturellement pas avec la notion des vallées préglaciaires en stade de maturité, telle que l'ont développée MM. Penck et Brückner; aussi M. de Martonne cherche-t-il à opposer à cette dernière manière de voir des arguments, qu'il tire en particulier de la présence autour des Alpes d'énormes masses de cailloutis, datant de la fin du Pliocène et du commencement du Quaternaire. D'autre part, M. de Martonne reconnaît qu'il existe dans les Alpes des territoires nombreux et étendus, qui offrent le caractère de surfaces d'érosion très évoluées; il est ainsi amené à l'idée d'un rajeunissement des vallées alpines par un soulèvement d'ensemble des Alpes à la fin du Pliocène et d'une intervention des grandes glaciations à un moment où les vallées, se trouvant par ce fait en plein travail de creusement, avaient nécessairement des profils longitudinaux très irréguliers. Ensuite la phase d'érosion quaternaire a pris son caractère par-

ticulier par l'alternance des périodes glaciaires et interglaciaires.

Après avoir exposé les causes générales qui ont contribué à l'établissement des formes actuelles, M. de Martonne consacre un dernier chapitre à l'étude des causes locales qui sont intervenues de façon diverse dans cette action. Ces causes sont d'abord la composition et la résistance des roches, l'orientation relative des éléments géologiques et des vallées et enfin les dimensions des bassins d'alimentation.

Dans une notice de 135 pages, M. E. ROMER (164) a soumis à une critique intéressante, sinon tout à fait convaincante, l'explication synthétique qu'ont donnée MM. Penck et Brückner de l'évolution de la topographie dans les régions alpines et subalpines depuis le début des temps pléistocènes ; il s'est attaqué surtout à deux des notions fondamentales de cette synthèse, d'abord celle de la stabilité tectonique de ces régions, ensuite celle du **surcreusement glaciaire**.

Dans un premier chapitre, M. Romer introduit la question, en rappelant les points de vue opposés, qui sont encore énergiquement soutenus les uns et les autres, en ce qui concerne l'érosion glaciaire, puis il rappelle le travail de M. Hess, qui établit l'existence dans la vallée du Rhône de quatre auges emboîtées les unes dans les autres et auquel il faut attribuer une très grande importance.

L'auteur considère ensuite les dépôts d'alluvions qui existent au N des Alpes et sont répartis par M. Brückner en quatre systèmes ; il montre, par l'examen de leurs profils en long, que tous, sauf celui de la Basse Terrasse, présentent des signes de dislocations épéïrogéniques, ainsi dans les vallées affluentes à l'Aar il a constaté une pente anormalement forte de la Haute Terrasse, qui implique un affaissement relatif du bord externe du plateau molassique ; d'autre part il admet dans la région de Mölin une dislocation comme cause essentielle de l'inclinaison trop forte aussi ici de la Haute Terrasse. Quant à la région du lac de Zurich, M. Romer se range à la manière de voir de MM. Heim et Aeppli et considère la contrepente des terrasses comme démontrée. La surface de la pénéplaine préglaciaire, telle qu'elle a été admise par M. Brückner, avec une pente diminuant régulièrement des Alpes vers l'extérieur, ne correspond pas plus à la réalité que les niveaux d'alluvions à pente continue et M. Romer s'efforce de démontrer qu'ici encore il y a des irrégularités qui ne s'expliquent que par des dislocations. Du

reste toute la classification proposée par M. Brückner soit pour les niveaux d'alluvions, soit pour les vallées alpines préglaciaires ou interglaciaires comporte de nombreux points douteux et même invraisemblables.

Après avoir ainsi établi le fait de mouvements épéïrogéniques ayant affecté le plateau molassique jusqu'après le dépôt de la Haute Terrasse, M. Romer s'attache à démontrer l'invraisemblance d'un véritable surcreusement glaciaire ; il cite des faits qui lui paraissent contraires à l'idée d'une proportionnalité entre la force de creusement d'un glacier d'une part, sa masse et sa pente de l'autre, et réunit un grand nombre de données sur la superficie et l'altitude des bassins glaciaires, dépendant du bassin supérieur du Rhône, sur l'étendue et l'amplitude proportionnelles de leurs glaciations, sur la hauteur de leur gradin de confluence au débouché de leur vallée et il croit pouvoir tirer de ces multiples données la conclusion qu'il n'existe aucune relation directe de cause à effet entre l'importance de la glaciation et la valeur du surcreusement, mais que glaciation et surcreusement paraissent avoir été influencés dans le même sens par une même cause, qui serait tectonique ; dans le cas particulier des gradins de confluence une conclusion semblable paraît s'imposer, à savoir qu'il n'y a entre la hauteur d'un gradin de confluence et l'importance de la glaciation de sa vallée qu'une relation indirecte.

M. Romer reprend ensuite, en se basant soit sur ses propres recherches, soit sur celles de M. Hess, auxquelles il attribue une grande valeur, la question de l'évolution de l'hydrographie dans le bassin du Rhône. Il adopte la notion développée par M. Hess de l'existence de quatre terrasses longitudinales, restes de quatre phases d'érosion, préglaciaire, prémindelienne, prériessienne et préwurmienne ; il donne même au phénomène constaté par M. Hess une beaucoup plus grande ampleur en montrant que les terrasses d'érosion se poursuivent de la vallée principale dans les vallées latérales, qu'elles coupent transversalement d'autant plus loin vers l'amont qu'elles sont plus élevées, en donnant lieu à des gradins sans confluence. Lorsque les terrasses supérieures manquent dans les vallées latérales, cela peut provenir du fait qu'elles sont simplement masquées, mais parfois aussi leur absence s'explique par le fait que la partie supérieure du bassin a été captée par un autre cours d'eau ; tel est le cas, par exemple, du bassin de l'Avançon d'Anzeindaz décapité par la Lizerne.

A la fin de ce chapitre, M. Romer expose pourquoi il considère que terrasses et gradins avec ou sans confluence représentent tous les restes, conservés sous la masse protectrice des glaciers, d'anciennes phases d'érosion successives; les gradins sans confluence ne sont que des gradins de confluence reculés progressivement par l'érosion; la reprise périodique du travail d'affouillement torrentiel a été due chaque fois à des mouvements tectoniques; elle a été en partie sous-glaciaire.

Dans un dernier chapitre, M. Romer expose les résultats des recherches qu'il a entreprises sur les profils longitudinaux des vallées anciennes, préglaciaires ou interglaciaires, du Valais, dans le but de reconnaître si ces profils ont été disloqués ou non par des mouvements épeirogéniques. Il commence par contester l'exactitude des reconstitutions effectuées par M. Brückner des anciens thalwegs, tandis qu'il affirme une fois de plus la grande valeur des profils transversaux en séries construits par M. Hess. C'est en grande partie sur ces séries qu'il s'est basé pour construire ses profils longitudinaux. En procédant ainsi pour la vallée du Rhône d'abord M. Romer constate dans les profils de tous les niveaux de terrasses trois tronçons à inclinaison anormalement forte séparés par deux tronçons beaucoup moins inclinés; les tronçons à pente forte se trouvent : 1^o entre Mühlibach et Brigue, 2^o entre Tourtemagne et Sierre, 3^o entre Martigny et Saint-Maurice, soit aux mêmes endroits où la vallée présente encore actuellement les plus grandes ruptures de pente; ces anomalies des profils longitudinaux ne peuvent s'expliquer que par des mouvements tectoniques. Passant ensuite aux vallées transversales affluentes, l'auteur montre qu'ici les anomalies hypsométriques dans le niveau des terrasses sont plus fréquentes dans le sens longitudinal, plus rares, par contre dans le sens transversal que dans la grande vallée longitudinale, ce qui s'accorde bien avec l'idée que les mouvements tectoniques se font dans la règle suivant des lignes parallèles à la direction des couches. Il compare l'évolution du travail de l'érosion dans deux vallées voisines telles que les vallées d'Entremont et de Ferret d'une part, ou bien les vallées d'Herens et d'Hérémence et constate partout des discordances dans l'enfoncement progressif des vallées qui auraient dû passer par les mêmes phases, discordances qui impliquent toujours des dislocations tectoniques. Ces mouvements ont pris dans la règle une forme ondulatoire, changeant souvent de direction et d'intensité et comportant en outre des poussées diverses.

L'auteur croit pouvoir les ramener à deux poussées tectoniques croisées à peu près à angle droit; d'un côté il admet un bombement anticlinal suivant la vallée du Rhône, dessiné déjà à la fin des temps préglaciaires, puis accentué périodiquement à chaque période interglaciaire, un second bombement anticlinal suivant à peu près la région culminante des Alpes valaisannes et marqué depuis la période de Riss, et entre deux un large synclinal dans la partie moyenne des vallées transversales; de l'autre côté il suppose un mouvement ondulatoire longitudinal qui, se propageant de l'W à l'E, a successivement provoqué l'abaissement et l'exhaussement des mêmes points de la vallée du Rhône; il considère du reste que ces mouvements de l'écorce sont continuels et perpétuels.

Par une série de calculs, M. Romer arrive à établir qu'avant chaque période glaciaire la vallée du Rhône même a subi un exhaussement de plus de 400 m., tandis que le bassin du Rhône en dehors de la vallée principale n'a été élevé chaque fois que de 300-350 m.; c'est d'après lui cet exhaussement périodique qui a suscité les reprises périodiques aussi de l'érosion. Par contre après la glaciation de Würm les régions alpines ont subi un tassement, qui a réduit dans des proportions considérables la puissance des cours d'eau et a été la cause du comblement des vallées, d'autant mieux qu'il a coïncidé avec un relèvement de l'avant-pays.

Ayant ainsi reconnu l'existence de quatre phases de soulèvement, l'auteur attribue tout naturellement à ces phases le rôle de cause essentielle des quatre glaciations, qui d'après lui ne peuvent avoir été suscitées que par des phénomènes locaux. Les retraits interglaciaires par contre sont interprétés comme une conséquence du travail prolongé de l'érosion.

Dans un appendice à son étude, M. Romer commence par rappeler les observations faites par M. Th. Niethammer sur les anomalies de la gravité et cherche à établir le fait que la zone caractérisée par un défaut de masse qui suit à peu près la vallée du Rhône, coïncide avec la zone d'élévation pléistocène maximum, de telle sorte qu'on peut admettre entre les deux phénomènes une relation. Il cite ensuite les publications récentes de M. de Martonne; il signale en particulier le fait que M. de Martonne a reconnu, comme il l'a fait lui-même, la coexistence constante aux mêmes points des ruptures de pente et des gradins ainsi que l'emboîtement des gradins; par contre il conteste la théorie, par laquelle M. de Martonne voudrait faire remonter à une vallée préglaciaire en stade d'érosion juvénile les anomalies des vallées subséquentes jusque et

y compris la vallée actuelle, en se plaçant au point de vue de la stabilité tectonique.

Dans une courte notice, M. E. A. MARTEL (153) a collationné une série d'observations, n'intéressant du reste que pour une petite partie la Suisse, qui lui semble démontrer le rôle insignifiant qu'a pu exercer l'érosion purement glaciaire et mettre en même temps en lumière l'importance considérable qu'a dû prendre dans le creusement des vallées l'érosion par les eaux sous-glaciaires.

M. C. FALKNER (142) croit au contraire avoir trouvé des signes évidents d'une importante érosion glaciaire sur la surface de la Molasse aux environs de Saint-Gall. Il signale près de Sanct-Georgen trois systèmes de stries glaciaires : l'un, le plus ancien, orienté du SW au NE, le second du SE au NW, le troisième, très net parce que le plus récent, de l'E à l'W. Il décrit, d'autre part, des formes typiques dues les unes à l'érosion tourbillonnaire, d'autres à l'intervention de diaclases.

Dans le même ordre d'idées que les travaux précités de MM. de Martonne et Romer, il faut citer ici une publication de M. F. NUSSBAUM (162) qui se rapporte plus spécialement à la vallée de la Viège et aux formes d'érosion qu'elle comporte.

Dans un premier chapitre l'auteur décrit les particularités morphologiques de la vallée qu'il divise en trois tronçons : l'un, inférieur, de Viège à Stalden, le second de Stalden à Zermatt et le troisième de Zermatt aux limites de partage des eaux.

Dans le tronçon inférieur, M. Nussbaum fait remarquer la section étroite de la vallée, puis la présence sur les deux versants, du reste inégalement inclinés, de plusieurs terrasses d'érosion, enfin le gradin de confluence très accusé de Stalden.

Dans la partie moyenne de la vallée, l'auteur décrit d'abord le tronçon très étroit qui s'étend de Stalden jusque près de Saint-Nicolas, puis le trog très caractérisé qui suit vers l'amont, de Saint-Nicolas jusqu'à Zermatt; là aussi il signale plusieurs épaulements étagés et des versants dissymétriques; il étudie aussi les débouchés des vallées affluentes, qui sont tous marqués par un gradin élevé, et décrit d'une part les formes rabotées des régions basses et des altitudes moyennes, d'autre part les formes déchiquetées des crêtes et des sommets.

A propos de la région supérieure ~~de la vallée~~, M. Nussbaum insiste surtout sur le système de ~~hauts plateaux~~ qui entourent Zermatt au S et que dominent les sommets du Cervin, du Breithorn et du Mont-Rose.

Dans un second chapitre, l'auteur cherche à expliquer les particularités morphologiques qu'il a observées; il pose en principe que la vallée de la Viège, indépendante de la tectonique de la région, est le fait d'un long travail d'érosion, et que ce travail ne peut pas avoir été effectué par les cours d'eau seulement, mais qu'il implique soit une érosion aqueuse, soit une érosion glaciaire. Il rappelle ensuite que M. Brückner a interprété le système des hauts plateaux entourant Zermatt et des hautes terrasses qui correspondent à ces plateaux vers l'aval comme les restes d'une vallée fluviale préglaciaire, mais il considère pour sa part les hauts plateaux autour de Zermatt comme devant bien plutôt dériver d'une vaste surface de dénudation glaciaire, et en se basant non sur des épaulements douteux, mais surtout sur les thalwegs des vallées suspendues affluentes, il arrive à placer beaucoup plus haut que ne l'avait fait M. Brückner, le niveau de l'ancienne vallée de la Viège.

M. Nussbaum cite aussi les observations faites par M. Hess sur les épaulements dans les vallées du Valais, mais il objecte à cet auteur d'avoir placé beaucoup trop haut la limite supérieure des polis glaciaires et il prétend que la plupart des profils transversaux à la vallée de la Viège ne permettent de constater que deux épaulements bien marqués et non trois, comme l'a admis M. Hess. Il examine enfin les idées émises tout récemment sur la genèse des vallées glaciaires par M. de Martonne, mais n'y trouve pas non plus une explication satisfaisante pour ses propres observations.

Trouvant donc que, parmi toutes les explications proposées pour la morphologie particulière aux vallées glaciaires aucune ne s'applique vraiment bien à la vallée de la Viège, M. Nussbaum cherche à préciser quelques faits intéressants cette question. A la suite d'une reconstruction basée sur les niveaux des vallées affluentes, il admet pour la vallée préglaciaire de la Viège une pente de 30 %, qui impliquait pour la rivière un pouvoir d'affouillement vertical, et pour les vallées affluentes des débouchés non suspendus. Il suppose ensuite que le surcreusement de cette vallée a été essentiellement le fait de l'érosion effectuée par le glacier de la Viège. Celui-ci a créé le Trog principal; quant aux épaulements qui s'observent à droite et à gauche sur les versants, M. Nussbaum se

figure qu'ils sont dus à des érosions latérales opérées par des bandes de glace résultant des glaciers affluents et comprimées entre le glacier principal et son lit; ces érosions, se produisant dans la zone directement supérieure au niveau des thalwegs des vallées affluentes, devaient ménager, au-dessous de cette zone d'action, des paliers avec épaulements, et ceux-ci devaient se développer particulièrement vers la sortie des vallées affluentes du côté de l'aval, ce qu'on constate en réalité.

M. Nussbaum suppose d'autre part que des terrasses élevées ont pu se former simplement par la fusion de plusieurs Karrs voisins, qui se sont étendus au dépens des crêtes et des sommets qui les encadraient.

Dans une courte notice, M. A. LUDWIG (151) a repris la question de l'**origine des lacs subalpins**, en particulier du lac de Constance. Il a montré l'insuffisance des explications proposées jusqu'ici; il a insisté ensuite sur l'importance du fait que au Hohentannen et à la Steinegg dans les environs de Saint-Gall, ni le Deckenschotter, ni les alluvions plus récentes ne contiennent aucun galet de « Seelaffe », ce grès molassique que l'on trouve en général en si grande quantité dans le fluvi-glaciaire bas-rhénan. Ce fait paraît à l'auteur indiquer que, déjà lors du dépôt du Deckenschotter, la topographie générale du bassin du lac de Constance devait posséder les mêmes grands traits que la topographie actuelle, et que par conséquent la vallée du Rhin dans sa partie molassique doit être très ancienne.

M. Ludwig considère ainsi que la question de l'origine des vallées subalpines est intimement liée à celle de la tectonique et de la stratigraphie de la Molasse qui, à son avis, est très loin d'être résolue. Il admet que le chevauchement des chaînes calcaires externes sur la Molasse s'est fait avant le dépôt de l'Helvétien et que le creusement des vallées alpines avait commencé déjà avant ce chevauchement, donc dès le début du Miocène pour le moins. Il suppose ensuite, pendant la fin du Miocène et le Pliocène, un travail d'érosion intense opéré par les principaux cours d'eau sur le plateau molassique et aboutissant au creusement des grandes vallées, tandis que, sous l'effet d'une poussée S-N, le plateau et le Jura se ridaient en anticlinaux et synclinaux. Par cette érosion d'une part, ces ridements de l'autre, seraient nées des vallées anormales avec des bassins lacustres nombreux et en partie très étendus. Ainsi nos vallées subalpines seraient d'âge plio-

cène et les lacs qui s'y intercalent seraient de même âge et devraient leur origine à des phénomènes tectoniques; l'hypothèse d'une puissante érosion glaciaire, que l'auteur lui-même a défendue antérieurement, deviendrait inutile.

M. A. LUDWIG (152) a, en second lieu, discuté la question de l'origine des vallées anciennes, extrêmement larges, que semblent révéler la distribution des terrasses d'érosion supérieures. Il est arrivé à la conviction que ni l'érosion latérale d'un cours d'eau, ni l'érosion glaciaire n'ont jamais pu créer des vallées d'une largeur pareille à celle qu'il faudrait admettre, si les terrasses existant actuellement sur les versants opposés de nos grandes vallées représentaient réellement un niveau d'érosion déterminé par un seul et même cours-d'eau. Il a alors imaginé que ces terrasses auraient appartenu originellement à deux ou plusieurs vallées voisines et parallèles, qui auraient été dans la suite fusionnées en une seule par la suppression des crêtes qui les séparaient. Il voit une confirmation de son idée dans la présence bien connue, au milieu du fond de bien des vallées actuelles, d'échines ou inselbergs, ceux-ci représentant les restes épargnés par l'érosion d'anciennes crêtes en grande partie nivelées. En relation avec ces faits, M. Ludwig envisage aussi la possibilité de captages opérés par les cours d'eau non seulement en reculant leurs sources, mais en élargissant leur vallée et en abaissant latéralement la crête qui les séparait d'un cours d'eau voisin. Cette notion des captages latéraux lui paraît pouvoir s'appliquer à un grand nombre de cas de vallées suspendues.

En terminant, M. Ludwig parle des gradins de confluence, qu'il cherche à expliquer par l'augmentation d'énergie qui résulte pour tout cours d'eau de sa jonction avec un autre. Il insiste aussi sur la nécessité d'envisager comme très ancien le plan général de l'hydrographie alpine, avec cette réserve pourtant que de nombreuses modifications y ont été introduites par les multiples captages de cours d'eau.

Formations pléistocènes. M. ROMAN FREI (144) a développé quelques considérations intéressant le **Deckenschotter de la Suisse orientale** et a cherché en particulier à préciser la distinction entre les deux niveaux différents que forment ces alluvions anciennes.

Dans les environs de Schaffhouse les alluvions du Neuhausserwald appartiennent seules au Deckenschotter ancien, tandis que les alluvions de la période de Mindel se trouvent sur de nombreux points, au Kohlfirst, sur la Hohfluh et l'Oelberg,

sur le Geissberg, le Hoheberg et le Dachsenbühl. De là ces alluvions se suivent vers le SW, de part et d'autre de la vallée du Rhin, soit par le Stammheimerberg, soit par les hauteurs de Schienen, s'élevant lentement jusqu'au niveau de 650 m. et dominées par conséquent par des crêtes molassiques ; elles ont sans doute formé autrefois une nappe continue faiblement inclinée vers le NW. Cette inclinaison doit être primaire et a été déterminée par la direction générale de l'écoulement des eaux, contrairement à l'idée de M. Penck, qui suppose des mouvements postérieurs à l'alluvionnement ; les irrégularités que l'on constate aussi bien dans le niveau de la base du Deckenschotter que dans la direction des courants alluvionnants s'expliquent facilement par les inégalités, qui devaient exister avant le commencement du dépôt sur la surface de la pénéplaine molassique ; certaines de ces inégalités sont directement visibles.

Dans la région du Schienerberg on trouve, à 110 m. environ au-dessus de la base du Deckenschotter récent, des alluvions qui représentent le vieux Deckenschotter, mais, soit ici, soit au S du Rhin, sur les hauteurs qui dominent Steckborn, M. Frei croit devoir considérer comme notablement plus jeunes, à cause de leur fraîcheur relative, des alluvions que leur niveau élevé pourrait faire attribuer au vieux Deckenschotter.

M. Frei parle ensuite de lambeaux situés plus au S dans les environs de Bischofzell ; l'un d'eux se trouve dans le Felsenholz près de Hohlenstein et doit probablement être attribué ou bien à la phase de progression, ou bien à la phase de recul de la deuxième glaciation, il a tous les caractères d'un delta déposé dans un lac, dont le niveau s'élevait au-dessus de 610 m. Un autre lambeau est connu à 3 km. plus au S sur le Bischofsberg, où ses alluvions s'étagent entre 595 et 615 m. d'altitude, et appartient, comme l'admettait déjà M. Gutzwiller, au système de la Haute Terrasse.

Quant aux alluvions bien connues du Tannenberg au N de Saint-Gall, qui sont généralement classées dans les dépôts de la première glaciation, M. Frey fait remarquer que leur base se trouve exactement au niveau, auquel on doit s'attendre à trouver dans cette région la base du Deckenschotter récent, et il considère comme probable qu'en effet ces alluvions appartiennent au système des dépôts de Mindel.

M. W. KILIAN (147) a fait une étude de la **cluse du Rhône** aux abords du Fort-de-l'Ecluse au point de vue soit des tra-

ces des divers cycles d'érosion pléistocènes, soit des formations quaternaires. Dans les pentes de la cluse il a noté l'existence de quatre ruptures, qui marquent les limites supérieures d'autant de cycles d'érosion, et correspondent à quatre auges, qui sont probablement de bas en haut postwurmienne, wurmienne, rissienne et prérissienne. La rupture de pente qui sépare les auges rissienne et wurmienne se suit le long des flancs du Jura jusque dans le canton de Vaud.

Quant aux dépôts pléistocènes, M. Kilian distingue les formations suivantes :

1° Un peu au-dessus du Rhône entre le Fort-de-l'Ecluse et Longeray des argiles lacustres, couvertes par places de moraines.

2° Des sables et alluvions alpins passant vers le haut à des moraines, qui se trouvent à 80-90 m. au-dessus du Rhône près de Longeray et de Léaz et qui passent vers le haut à d'abondants dépôts morainiques.

3° Un vaste système fluvio-glaciaire, qui s'étend depuis les pentes du Vuache et du Crêdo jusque dans la région de Bellegarde et qui occupe un niveau nettement supérieur à celui des formations précitées.

Ce dernier complexe ne peut appartenir qu'à une phase de retrait de la glaciation wurmienne; il est certainement plus ancien que le système d'alluvions du Bois de la Bâtie dans la plaine de Genève. Les sables et alluvions de Longeray, qui sont emboîtés dans ces moraines wurmiennes, doivent par contre représenter la continuation vers l'aval des dépôts fluvio-glaciaires du Bois de la Bâtie; ils correspondent à une récurrence du glacier du Rhône, qui a suivi le creusement de la gorge de Longeray-Fort-de-l'Ecluse, et qui a été séparée de la phase marquée par le système fluvio-glaciaire de Bellegarde par une importante oscillation négative, probablement assimilable à l'oscillation de Laufen. Cette récurrence se manifeste du reste très nettement dans les bassins de l'Arve et de l'Isère et prend dans les Alpes françaises une importance telle, qu'on pourrait l'envisager comme une glaciation indépendante; M. Kilian la dénomme récurrence postwurmienne.

L'inclinaison inverse des sables et graviers alpins de Longeray a permis à M. Kilian d'établir le fait de mouvements postwurmiens, marquant un exhaussement de la chaîne jurassienne interne relativement à la plaine de Genève; mais cet exhaussement n'a pu avoir qu'une faible amplitude.

D'après ce qui précède, M. Kilian croit devoir admettre que le creusement de la cluse du Rhône a déjà commencé à

une époque pré-rissienne et qu'il s'est continué sous l'effort soit du glacier, soit des eaux courantes jusqu'au retrait définitif des glaces wurmiennes. Les argiles lacustres du fond de la gorge ont dû se déposer avant la récurrence postwurmienne, dont les alluvions les ont recouvertes.

Comparant ensuite les dépôts quaternaires des environs de Bellegarde avec ceux du bassin du Léman, M. Kilian parallélise le complexe fluvio-glaciaire de Bellegarde avec l'ensemble de ce que M. Jacob a appelé le « glaciaire élevé » dans la région de Thonon, avec les moraines frontales de Gimel et les alluvions de La Côte et avec les moraines de Draillant et de Thollon; il considère d'autre part les sables et graviers de Longeray comme se rattachant aux alluvions de Collonges-Bois de la Bâtie-Chambésy-Cologny-Hermance.

Quant à la vallée de l'Arve, M. Kilian persiste, malgré les objections qui lui ont été faites par M. Delebecque, à y voir plusieurs stades de retrait de la fin de la période wurmienne nettement marqués par des terrasses couvertes de moraines dans la région de La Roche-sur-Foron et de Bonneville.

Le dernier chapitre de la notice publiée par M. Kilian est un exposé sommaire des phases successives, qui ont marqué les temps quaternaires depuis la glaciation rissienne jusqu'au retrait définitif des glaciers dans le bassin rhodanien. A propos de la phase de retrait wurmienne l'auteur insiste encore sur l'importance considérable qu'a dû prendre l'oscillation négative, intercalée entre la glaciation wurmienne et la récurrence postwurmienne, et il se demande s'il ne faut pas paralléliser avec cette oscillation la phase d'érosion, suivie d'une nouvelle accumulation qui a divisé la Basse Terrasse en deux niveaux dans diverses régions de Suisse, en particulier dans l'Emmenthal et dans la vallée du Rhin.

En terminant cet exposé je dirai encore qu'un des côtés intéressants de cette publication c'est qu'elle montre combien M. Kilian s'est rapproché peu à peu des conceptions générales émises par MM. Penck et Brückner sur l'ordre de succession des grandes phases glaciaires, sur l'érosion glaciaire et sur le surcreusement. Notre confrère français se rallie d'autre part à la plupart des idées émises récemment par M. de Martonne sur la genèse des vallées glaciaires et il tient à insister aussi sur l'importance, au point de vue de la compréhension générale des phases d'érosion pléistocène, des relations existant entre certains systèmes de terrasses et les oscillations du niveau de la mer, relations que M. de Lamothe a clairement démontrées.

Dans une nouvelle publication consacrée aux relations existant entre les alluvions de la Basse Terrasse et les moraines wurmiennes dans le champ des glaciers du Rhône et de l'Aar, M. B. AEBERHARDT (135) a commencé par préciser les systèmes morainiques qu'a laissés le glacier de l'Aar depuis son maximum wurmien. Il décompose ces systèmes comme suit :

1° L'amphithéâtre morainique frontal de Wiedlisbach, Ober-Bipp, Bützberg, Herzogenbuchsee, auquel correspondent des moraines latérales, que l'on suit d'une part par le N de Berthoud (637 m.), Bantingen (724 m.), Bangerten (805 m.), les environs d'Ober Diesbach (944 m.), Goldiwil sur Thoune (1050 m.), d'autre part par Hermiswil (971 m.), la montagne de Rueggisberg (940 m.), les environs de Burgistein (1020 m.), les pentes au-dessus de Wattenwil (1046 m.).

2° Les moraines frontales de Schoenbühl, qui se prolongent sur le flanc droit du glacier par les moraines de Bolligen (630 m.), Vorder Worbburg (701 m.), Schlosswil (773 m.), Hohnrüti sur Ober Diesbach (930 m.), Goldiwil sur Thoune (1040 m.), sur le flanc gauche par les moraines de Winzenried (770 m.), W. de Riggisberg (878 m.), pentes au-dessus de Wattenwil (963 m.).

3° Les moraines de Berne dont les prolongements latéraux se suivent l'un par le Gümlienberg (665 m.), Dentenberg (710 m.), Eggwald au N de Worb (683 m.), Schlosswil (710 m.), Konolfingen (734 m.), Schwendibach sur Thoune (960 m.), l'autre par Kehrsatz (690 m.), Ober Toffen (760 m.), W. de Riggisberg (800 m.), pente au-dessus de Wattenwil (883-894 m.).

4° Les moraines de Rüfenacht, qui se continuent à droite par Rüti et Steffisburg (670 m.), à gauche par Almendingen (651 m.), Kirchthurnen (820 m.) et Riggisberg (800 m.).

5° Les moraines frontales d'Amsoldingen, auxquelles correspondent la moraine médiane de Strättligen (640 m.) et la moraine latérale de Spiez (673 m.).

Pour le glacier du Rhône, M. Aeberhardt détermine le tracé des moraines latérales droites pour le maximum wurmien et pour la première phase de retrait; il montre comment pendant la phase d'extension maximale les glaciers du Rhône et de l'Aar se rejoignaient au N de la Giebelegg, ne laissant émerger que les sommets de cette hauteur et de la montagne de Rueggisberg.

M. Aeberhardt parle également d'une série de dépôts fluvio-glaciaires wurmiens, laissés tantôt dans des lacs de barrage, tantôt sur les versants de la vallée de l'Aar et dont

les niveaux différents permettent de les rattacher aux phases successives du retrait post-wurmien.

Dans un dernier chapitre, l'auteur examine, au point de vue des phénomènes glaciaires, la vallée de la Singine ; il commence par faire ressortir le caractère de cañon étroit que prend cette vallée entre Leist et le pont de Schwarzenburg-Heitenried, et qui contraste de façon si frappante avec le bassin de Planfayon ; puis il définit les dépôts qui ont été effectués aux diverses époques dans la vallée de la Singine. Actuellement, ce cours d'eau roule des galets d'origine purement locale dans son cours supérieur, tandis qu'en aval de Leist il charrie d'assez nombreux éléments rhodaniens dûment roulés. A Planfayon, Kloster, auf der Furre et Graben on constate une terrasse d'alluvion, qui date du retrait postwurmien et à laquelle correspondent probablement les alluvions du confluent de la Sarine et de la Singine. Entre Zumholz et Leist subsistent des graviers adossés au N à la moraine rhodanienne de Brunisried et qui ont été certainement déposés par les eaux de fusion du glacier pendant l'extension maximale. Quant aux dépôts correspondant à la Basse Terrasse, M. Æberhardt leur attribue d'abord des alluvions, qui recouvrent la molasse au niveau de 710 m. vers Henzenried, puis une couche de graviers, qui affleure sous la terrasse de Planfayon et qui est séparée des alluvions formant la surface de cette terrasse par des argiles rubannées lacustres. A Henzenried, les graviers en question sont recouverts par de la moraine de Würm, à Planfayon, comme à Plasselb du reste, les graviers correspondants sont surmontés par un dépôt accumulé pendant le maximum wurmien dans un lac de barrage glaciaire. L'ensemble de ces alluvions est ainsi antérieur au maximum wurmien et leur composition dénote des transports locaux et purement aqueux.

M. Æberhardt considère comme représentant la Haute Terrasse des alluvions qui forment des terrasses au niveau de 920-940 m. entre Planfayon et Plasselb et d'autres dépôts semblables qu'on trouve à des niveaux un peu inférieurs dans le bassin de la Schwarzwasser. Là aussi du reste les alluvions sont couvertes par places de moraines, qui sont incontestablement rissiennes. Enfin, il considère comme plus anciennes encore des alluvions ne contenant pas d'éléments rhodaniens, qui prennent un grand développement dans la région de Guggisberg.

Cette étude des dépôts quaternaires est complétée par un examen de la topographie du bassin de la Singine ; les ano-

malies de celui-ci semblent à M. *Æberhardt* devoir être expliquées comme suit : d'abord le bassin élargi de Planfayon est dû à la confluence, sur ce point, avant la glaciation de Würm, de la Singine, de la Gérine et du Laubbach ; quant au cañon de la Singine en aval de Leicht il a été creusé pendant la glaciation de Würm, alors que la Singine, barrée par le glacier du Rhône, devait se frayer un nouveau cours le long des moraines latérales de ce glacier.

Ces observations ont été résumées d'autre part par M. B. *ÆBERHARDT* (137) dans une très courte notice.

Grâce à un sondage opéré récemment dans la plaine de l'Aar en amont de Soleure, M. FR. *MÜHLBERG* (158) a pu constater l'existence, sous cette plaine et jusqu'à une profondeur de 46 m., d'argiles lacustres mêlées à une petite quantité de sable. Sous ce dépôt le sondage a rencontré de la moraine de fond, épaisse d'environ 12 m. Ces faits semblent à M. Mühlberg montrer clairement la grande extension qu'a prise le lac subjurassien après le maximum de la glaciation de Würm ; il est probable que ce lac était limité vers l'aval plutôt par le delta de l'Emme que par les moraines de Wangen.

Comme complément à une étude botanique des tourbières qui entourent le lac de Burgaeschi, entre l'Emme et l'Oenz, faite par M. Probst, M. E. *BAUMBERGER* (139) a donné une description sommaire du paysage morainique qui se développe dans cette région. Les moraines en question font partie des moraines externes de la dernière glaciation et leurs talus concentriques donnent lieu à de multiples petits bassins fermés.

M. FR. *NUSSBAUM* (160) a repris dans une publication spéciale l'étude du **système morainique de Wangen**.

Dans la zone latérale de gauche, le long du pied du Jura, il a constaté, au-dessous de la principale moraine, qui se relie aux moraines frontales de Wangen, deux autres talus morainiques moins importants mais très nets, dont l'un aboutit à la plaine près de Flumenthal, l'autre à Soleure. Dans la zone bordière de droite, qui passe par Könitz, le Grauholz et la ligne Burgdorf-Herzogenbuchsee, la topographie est caractérisée par un découpage du plateau molassique par deux systèmes de vallées, l'un, actuellement encore actif, orienté à peu près SE-NW, l'autre, comprenant surtout des vallées mortes, dirigé du SW au NE. La principale vallée appartenant au second système est celle qui suit la ligne de chemin

de fer de Berthoud à Herzogenbuchsee ; les vallées du premier système, par leurs formes plus émoussées et par les dépôts morainiques souvent abondants qui les couvrent, sont nettement plus anciennes que celles du second système. Les éminences ménagées entre ces tranchées d'érosion représentent les restes d'un ancien plateau, dont la surface s'abaissait lentement vers le NW.

Les moraines latérales de droite se répartissent essentiellement sur trois lignes ; la plus externe de celles-ci s'étend depuis le Grauholz le long du versant NW de la vallée morte Burgdorf-Bolloddingen ; la suivante se dirige du Ruppisberg, près de Kirchberg vers *Æschi*, elle est beaucoup moins considérable que la précédente et disparaît dans les traversées de vallées ; la troisième moraine latérale passe par Ersingen et Kopingén.

La moraine droite la plus externe se soude vers l'aval avec la triple moraine frontale de Thunstetten, Bünzberg, Bannwil, la seconde se prolonge dans une moraine frontale fortement lobée, passant à l'E des lacs d'*Aeschi* et d'*Inkwil* et bordée vers l'E par des alluvions fluvio-glaciaires ; cette moraine est coupée par l'Aar à Wangen même ; la moraine latérale la plus interne se continue très probablement dans les moraines frontales peu nettes de Subingen et Flumenthal.

Les alluvions de la Basse Terrasse qui se développent en dehors de ces criques morainiques se répartissent très nettement entre deux systèmes : il y a d'abord un vaste système d'alluvions, qui s'étend d'une part sur toute la vallée inférieure de la Langeten, d'autre part, sur le pied du Jura depuis Niederbipp jusqu'au Dünernthal et à Olten et qui se relie vers l'amont aux moraines de Thunstetten, Bützberg, Bannwil, Oberbipp ; il y a ensuite les alluvions qui couvrent la vallée inférieure de l'Oenz et se continuent vers l'aval le long de l'Aar par Bannwil, Aarwangen, Wolfwil, Fulenbach et Bonigen ; cette terrasse se raccorde avec les moraines frontales de Burgaeschi et Inkwil.

L'ensemble de ces formations wurmiennes permet de démontrer que, pendant le maximum de la dernière glaciation, l'Emme a suivi la vallée morte de Burgdorf-Bolloddingen-Langenthal, puis qu'après la première phase de retrait elle s'est engagée dans la vallée actuelle de l'Oenz contribuant à former le deuxième niveau de terrasse précité.

En aval du système morainique wurmien de Thunstetten-Bannwil on trouve des restes altérés et érodés de moraine de fond plus ancienne, d'âge évidemment rissien ; ces dépôts

sont particulièrement développés au N de l'Aar entre Bannwil et le Born, mais ils existent aussi sur la ligne de hauteurs qui s'étend de Bützberg vers Egerten et au SE de Langenthal.

Dans un dernier chapitre, M. Nussbaum parle d'alluvions qui existent, comme l'a montré M. Aeberhardt, sous les moraines rissiennes et qui, d'après leur distribution, ont dû se déposer dans une vallée au moins aussi profonde que la vallée actuelle et s'accumuler sur une épaisseur d'au moins 50 mètres.

D'autres alluvions, reconnues aussi par M. Aeberhardt, sont sous-jacentes aux moraines wurmiennes dans des conditions toutes semblables. Si du reste M. Nussbaum confirme la plupart des observations faites sur ce sujet par M. Aeberhardt, il ne peut pas par contre se rallier aux conclusions de son collègue, qui voit dans ces alluvions inframorainiques des dépôts purement fluviaux. Il admet au contraire qu'il s'agit ici de dépôts fluvio-glaciaires de l'Aar, accumulés pendant les phases progressives des deux dernières glaciations, à un moment où les eaux de l'Aar étaient rejetées au NE par la poussée du glacier du Rhône.

En résumé, M. Nussbaum a distingué dans les « verwaschene Jung-Moränen » de M. Brückner une partie qui appartient au système rissien, une partie qui appartient au système wurmien ; il a donné une explication nouvelle des alluvions inframorainiques signalées par M. Aeberhardt ; enfin, il a fait ressortir l'importance des déplacements de cours subis par la Sarine, l'Aar, l'Emme du fait des accroissements du glacier du Rhône, qui, à chaque crue nouvelle, rejétait ces cours d'eau vers l'E.

Les polémiques engagées entre M. Aeberhardt, M. Nussbaum et d'autres encore sur la signification à donner aux alluvions de la haute et de la basse terrasse ayant attiré l'attention d'un grand nombre de géologues, les excursions qui ont suivi la réunion générale tenue à Soleure en 1911, ont été consacrées en partie à l'examen de ce sujet. Une première journée a été employée à étudier la **région de Soleure et Wangen** et dans le rapport qu'il a rédigé sur cette journée, M. B. AEBERHARDT (136) expose quels sont les faits assez probants en faveur de la phase qu'il soutenait, qu'il a pu mettre sous les yeux des excursionnistes. Il a montré en particulier comment bien en amont des moraines frontales de Wangen, à Rieselhof et à Willihof, se développe une importante terrasse, qui est tapissée par places de moraine de fond de

la dernière glaciation, et qui ne peut qu'être raccordée avec la Basse Terrasse extramorainique. L'âge interglaciaire de la terrasse de Rieselhof-Willihof est donc démontré ; la Basse Terrasse extramorainique doit par conséquent aussi être considérée comme interglaciaire, avec cette seule réserve que sa surface a été relevée localement, mais dans de faibles proportions, par des alluvionnements fluvioglaciaires effectués pendant le maximum wurmien.

C'est encore une question du même ordre qui a été discutée pendant une excursion de trois jours, dirigée par MM. F. NUSSBAUM et B. AEBERHARDT dans les bassins de l'Aar et de l'Emme (163).

La première région visitée à ce point de vue a été le Bucheggberg. Là, sur le versant S de la vallée de l'Aar, les excursionnistes ont constaté l'existence de : 1° une alluvion fluvio-glaciaire datant du retrait de la dernière glaciation et ne s'élevant que de 13 m. au-dessus du thalweg actuel, 2° une alluvion formant terrasse à 20 m. environ au-dessus de la première et couverte de moraines, qui paraissent dater aussi de la phase de retrait post-wurmienne, 3° des lambeaux d'anciennes alluvions fortement agglomérées, qui se trouvent sur les hauteurs du Bucheggberg (530-540 m.) et qui correspondent à des dépôts semblables échelonnés sur le Büttenberg et sur les hauteurs de Rapperswil-Jegensdorf.

Les environs de Kerzers ont été visités ensuite et à ce propos MM. Nussbaum et Aeberhardt ont fait ressortir l'extension très générale, dans toute la région d'Anet, de Kerzers et de Lyss, d'un niveau d'alluvions partout couvert de moraines wurmiennes, et qui correspond au deuxième niveau du versant N du Bucheggberg, ainsi qu'aux alluvions de Willihof et de Wangen. Il s'agit évidemment d'un dépôt, qui a dû commencer à s'accumuler pendant le retrait de la glaciation de Riss et qui s'est continué jusque dans la phase de progression de la glaciation de Würm; d'autre part ce dépôt se prolonge dans la Basse Terrasse.

Transportés dans l'Emmenthal, les excursionnistes ont visité d'abord en amont de Burgdorf une coupe intéressante comportant à la base des alluvions fluvio-glaciaires rissiennes, une argile lacustre wurmienne et des alluvions fluvio-glaciaires wurmiennes également. Dans les environs de Biglen ils ont eu l'occasion de visiter tout un système de moraines et de dépôts fluvio-glaciaires de la période rissienne.

Aux environs mêmes d'Emmenmatt deux terrasses ont été

constatées, l'une à 20 m., l'autre à 40 m. au dessus du fond de la vallée; ces deux terrasses, que M. Aeberhardt avait considérées comme interglaciaires, ont été envisagées par la majorité des excursionnistes, ainsi qu'elles l'avaient été par M. Nussbaum, comme contemporaines l'une de la dernière, l'autre de l'avant-dernière glaciation.

Plus au S, sur la croupe qui s'élève de Signau vers le Kapf, divers gisements de graviers fluvio-glaciaires, comportant pour la plupart une structure en delta typique, ont été reconnus et attribués à la période de Riss; il s'agit ici de dépôts formés dans de petits lacs sur les flancs de la branche orientale du glacier de l'Aar.

J'ai analysé dans la Revue de 1910 un travail de M. F. NUSSBAUM sur les divers dépôts d'alluvions et les phases d'érosion successives qu'il a constatées dans le **massif du Napf**. L'auteur a exposé à nouveau sous une forme résumée les mêmes observations qu'il suffit de citer ici (161).

Je puis me contenter aussi de signaler simplement un court rapport de MM. E. GERBER, F. NUSSBAUM, H. METTLER, P. BECK et B. AEERHARDT (145) concernant les mesures prises en 1910 pour la protection des blocs erratiques intéressants; ce rapport fournit quelques renseignements nouveaux sur certains blocs erratiques ou amas de blocs, dont la conservation paraît nécessaire.

M. ED. BLOESCH (141) a cherché à préciser l'époque de formation des principaux **dépôts d'éboulis du Frickthal** et il a pu montrer qu'une part importante de ces formations, envisagées en général comme post-glaciaires, sont en réalité interglaciaires. C'est ainsi qu'il a constaté près de Stein une masse considérable de matériaux éboulés passant sous la Basse Terrasse et par conséquent d'âge préwurmien. Entre Laufenburg et Rheinsatz il a trouvé d'anciens éboulis sous-jacents au Loess et à la Wasserhalde, au S de Laufenburg, il a observé un mélange d'éboulis et de Loess, qui implique le synchronisme des deux formations.

En étudiant les **formations pléistocènes dans le NE de la Suisse**, M. ED. BLOESCH (140) a constaté sur de nombreux points des vallées de l'Aar et du Rhin, complètement en dehors des moraines wurmiennes, des dépôts morainiques, qui ne peuvent être que contemporains de la glaciation principale et qui sont situés dans de profondes tranchées d'érosion creusées dans l'épaisseur des alluvions de la Haute Terrasse.

Il est arrivé ainsi à une confirmation des observations faites aux environs d'Aarau et de Brugg par M. Mühlberg sur les relations entre les moraines de la glaciation principale et les Hautes Terrasses, et il admet, avec M. Mühlberg, la nécessité d'une période d'érosion aqueuse entre la formation de ces deux dépôts. Les points observés par M. Bloesch se trouvent dans la région de Böttstein et Degerfelden dans la vallée de l'Aar, soit près de Laufenburg, soit plus en aval vers Kaisten, Eiken et même Wallbach, soit encore près de l'embouchure de la Glatt.

Vers Laufenburg, M. Bloesch a pu étudier une coupe particulièrement instructive, où, sur les alluvions de la Haute Terrasse qui remplissent une ancienne vallée du Rhin, mais à un niveau inférieur de 50 m. à la surface de cette terrasse, repose une moraine typique, surmontée par les alluvions de la Basse Terrasse. La superposition de la moraine à ce niveau bas se retrouve sur une longueur de 4 km. et l'érosion qui l'a permise ne peut pas être glaciaire, car la surface des alluvions sous-jacentes porte les signes d'une altération très marquée, qui n'a pu se produire qu'avant le dépôt de la moraine.

Dans la région des moraines wurmiennes, M. Bloesch signale plusieurs gisements de moraines sous-jacentes à la Basse Terrasse et enfoncés dans les alluvions de la Haute Terrasse, qui doivent appartenir encore à la glaciation principale.

Des dépôts fluvio-glaciaires datant de cette même glaciation se trouvent sur divers points entre Böttstein et Leibstatt à l'W de l'Aar, ainsi que vers Birkingen, Buch et Schachen au N du Rhin; ils se distinguent nettement des alluvions de la Haute Terrasse par leur état de fraîcheur. Par contre la possibilité du passage des moraines de la glaciation principale aux alluvions des Hautes Terrasses paraît être tout à fait exclue.

Il est du reste impossible pour le moment de rattacher avec certitude aucun système morainique aux Hautes Terrasses. Il est impossible aussi de préciser les caractères de la phase qui a séparé les deux dernières glaciations. Le Loess, qui en est la formation la plus caractéristique, doit probablement être envisagé comme accumulé pendant la phase de retrait de la grande glaciation, plutôt que comme proprement interglaciaire.

M. FR. MÜHLBERG (159) a examiné en détail les **couches à charbon d'Uznach** au SE du lac de Zurich; il a constaté que cette formation comprend au moins 20 lits de charbon, qui

sont interstratifiés dans des dépôts d'argile, de sable et de graviers lacustres; aussi admet-il l'existence d'un lac de Zurich dont le niveau s'est élevé progressivement jusqu'à 510-530 m.

Sur le versant S de l'Unter-Buchberg, au S du lac de Zurich, M. Mühlberg a retrouvé des formations tout à fait concordantes avec celles d'Uznach et qui atteignent une épaisseur considérable. Il suppose pour expliquer ces faits que la région du haut lac de Zurich a subi d'abord un enfoncement lent, qui a eu pour conséquence le relèvement relatif du niveau de l'eau et a permis la sédimentation des dépôts lacustres jusqu'à cette région des pentes; puis il admet que ce même territoire a de nouveau été soulevé avant la glaciation de Riss et qu'il a été débarrassé de la plus grande partie des dépôts lacustres qui s'y étaient formés pendant les deux dernières glaciations.

En terminant, M. Mühlberg établit une comparaison entre ces formations lacustres élevées du bassin de la Linth et d'autres dépôts semblables, qui ont été signalés dans les environs des lacs de Thoune et de Genève.

M. A. LUDWIG (150) a soumis à un nouvel examen les **couches à lignites des environs de Moerschwil** (Saint-Gall). Il a trouvé les lits de charbon toujours interstratifiés dans des sables et des graviers d'origine fluviale, qui, dans leur ensemble, sont compris entre deux couches de moraines. L'âge interglaciaire ou interstadiaire des lignites de Moerschwil ne peut donc pas faire de doute et M. Ludwig est plutôt porté à admettre un âge interstadiaire.

J'ai cité déjà, dans des Revues antérieures, des études faites par M. W. SCHMIEDLE sur les **formations pléistocènes des environs du lac de Constance**. Le même auteur a publié récemment une nouvelle notice sur ce sujet (169); dans ce travail il examine d'abord les deltas postglaciaires formés le long de la rive S du bassin de Stein, dont les surfaces, situées à 418 m. vers Eschenz, s'abaissent progressivement jusqu'à 410 m. vers l'amont entre Ermatingen et Tägerwilen, montrant que le niveau du lac a subi un abaissement assez rapide, à mesure que le glacier du Rhin abandonnait la partie inférieure de son bassin. Dans le bassin de Radolfzell M. Schmiedle décrit des alluvions qui se sont déposées devant les glaciers pendant le retrait de Würm, remplissant à mesure de petits lacs de barrage et s'étageant successivement, entre 450 m. vers le NW et 420 vers le SE; il montre la façon dont, au début

de ce retrait, les niveaux des bassins d'Ueberlingen, de Radolfzell et de Stein ont pu rester indépendants, le bassin d'Ueberlingen s'écoulant par Stahrigen dans celui de Radolfzell et celui-ci s'écoulant par Arlen vers le Rhin. Dans le bassin d'Ueberlingen, l'auteur distingue trois niveaux de deltas à 440 m., 420 m. et 410 m.

L'auteur décrit aussi divers dépôts éoliens ; ce sont d'abord des dunes bien caractérisées qui existent à l'E d'Ueberlingen, puis des accumulations informes de sables qu'on trouve sur différents points, tantôt sur l'ancienne surface interglaciaire de la période Mindel-Riss, tantôt sur des formations beaucoup plus récentes et même jusque sur les moraines wurmiennes. Ces dépôts datent du retrait de la dernière glaciation et ont dû se former à proximité du front des glaciers ; par places on constate même des alternances irrégulières et des mélanges de sables éoliens et de graviers fluvio-glaciaires.

M. Schmiedle consacre un important chapitre à la description des dépôts de limon, qu'il a observés soit près de Thayngen, soit aux environs d'Emmishofen. A la surface de ces dépôts il distingue une couche mince de structure feuilletée et un peu poreuse, de couleur jaunâtre contenant de nombreuses coquilles de gastéropodes pulmonés, parmi lesquelles prédominent celles de *Helix pulchella*, *H. costata*, *H. hispida*, *Succinea oblonga*. Il admet que cette couche a été déposée, et l'est encore actuellement par places, sur la surface des prairies soit par les vents, soit par des eaux courantes ou des eaux d'inondation, mais surtout par les vents. Sous ce dépôt récent, M. Schmiedle en a trouvé un autre, qui ne possède pas la structure feuilletée, ni les porosités, qui contient en proportions importantes des débris végétaux de toutes dimensions et dont la couleur est par suite grise. Les restes de plantes trouvés dans cette couche, comme du reste les coquilles de gastéropodes qui y sont fréquentes, indiquent clairement qu'il s'agit d'un dépôt vaseux laissé par des eaux débordantes sur des surfaces basses couvertes d'aulnaies.

M. Schmiedle signale aussi quelques éboulements ayant affecté les couches de la molasse, dont soit les niches, soit le bourrelet frontal sont encore plus ou moins nets. La fraîcheur plus ou moins grande de leurs formes permet de distinguer facilement parmi eux les éboulements postwurmiens des éboulements interglaciaires.

Dans un chapitre suivant, l'auteur reprend en détail la

description des dépôts postglaciaires découverts soit à Emmishofen soit près de Thayngen. MM. Rollier et Würtemberger ont déjà fait connaître la coupe pléistocène d'Emmishofen, dans laquelle on voit de haut en bas sous la couche d'humus : 1° du limon de prairie (0^m75) ; 2° du limon de débordement (1^m25) ; 3° une couche de tourbe (0^m1 à 0^m4) ; 4° de la craie lacustre (0^m10 à 0^m25) ; 5° des sables lavés (1 m. à 1^m05 ; 6° des argiles rubannées. La couche 2 est en transgression sur les couches 3, 4 et 5, qui s'effilent vers le N, et à sa base apparaît un petit lit de graviers fins, qui doit être considéré comme un produit du remaniement des sables sous-jacents par les vagues littorales d'un lac. La craie lacustre correspond à un lac dont le niveau était à 410 m. et dont on retrouve de nombreuses traces ; les sables sous-jacents et les argiles rubannées se sont déposées à un moment où le glacier wurmien s'étendait encore jusqu'à proximité immédiate du bassin du lac de Constance.

Dans les environs de Thayngen et dans toute la vallée de la Biber jusqu'à Ramsen, le thalweg est formé par des limons postglaciaires qui, d'après leur position relativement aux moraines voisines, doivent appartenir à la phase de retrait d'Aachen.

Près de Salem, à l'E d'Ueberlingen, M. Schmiedle a constaté la succession suivante : 1° à la base des argiles rubannées lacustres ; 2° des sables éoliens, argileux, en partie remaniés par les eaux ; 3° une couche de graviers fluvio-glaciaires correspondant à un retour offensif des glaciers ; 4° de nouveau des sables éoliens plus ou moins altérés.

En terminant, l'auteur résume comme suit l'histoire du bassin du lac de Constance après le maximum wurmien : lorsque le glacier du Rhin occupait, pour la dernière fois, ce bassin, il était bordé par une zone sans végétation, où soit les vents, soit le ruissellement travaillaient à la fois à éroder et à déposer ; des lacs de barrage s'étaient formés dans presque toutes les vallées affluentes à des niveaux variant entre 440 m. et 416 m. Lorsque le glacier se fut retiré en amont de Constance le niveau s'établit pour les trois bassins réunis d'Ueberlingen, de Radolfzell et de Stein, à 410 m. ; tout autour de ce lac se développa une végétation de marais (aulnes, fougères, lycopodes, carex, sphaignes, etc....), tandis que des inondations périodiques couvraient le sol de limons ; dans quelques petits lacs seulement les eaux étaient suffisamment pures pour permettre le développement des mollusques et une sédimentation crayeuse.

Lorsque le retrait du glacier fut plus accentué encore, le niveau du lac de Constance s'abaissa lentement par l'érosion du seuil jusqu'à l'altitude de 405 m., où il se fixa un certain temps (retrait d'Aachen); à ce moment le bois perdit du terrain au profit des prairies et les limons des prairies commencèrent à se déposer sur de grandes étendues.

La remarquable correspondance qu'on constate pour les divers stades de l'abaissement des eaux du lac entre l'altitude du seuil et celle des deltas montre clairement que le bassin du lac de Constance n'a pas subi de dislocations importantes dans les temps postglaciaires, mais on trouve les traces de très faibles mouvements.

Faunes pléistocènes. — M. F.-A. FOREL (143) a signalé la découverte d'un **bois de renne** dans des graviers fluvio-glaciaires qui forment une colline au NW de Renens (Vaud) et qui sont contemporains de la Terrasse supérieure de Saint-Prex. Ces graviers avaient du reste déjà fourni antérieurement des restes de la même espèce.

M. TH. STUDER (172) a eu l'occasion d'étudier des débris de squelette de *Rhinoceros tichorhinus* découverts dans les alluvions de la Basse Terrasse de Bannwil. A ce propos, il a redonné une liste complète de tous les restes de cette espèce trouvés en Suisse, et a montré que *Rhinoc. tichorhinus* se trouve toujours associé au mammoth et au renne dans les dépôts datant du retrait de la dernière glaciation, que cette espèce a par conséquent existé sur le plateau suisse entre le moment où celui-ci a été abandonné par les glaciers et celui où il a été couvert par les forêts.

M. TH. STUDER (170) a en second lieu déterminé une collection d'ossements provenant d'un abri-sous-roche situé au-dessus de Douanne. Parmi ces fossiles le plus intéressant est un crâne de cerf, remarquable par ses grandes dimensions, qui rappellent celles d'une race ayant vécu en Europe aux époques chelléennes, moustériennes et solutréennes, mais qui paraît avoir abandonné le plateau suisse peu après le retrait de la dernière glaciation.

Enfin, M. TH. STUDER (171) a décrit un fragment de crâne de bouquetin, qui a été trouvé près de la surface d'une moraine dans le Val Flur, vers l'Ofenberg, dans les Grisons. Ce fossile provient d'un représentant de la race pontique de M. Matschie et date d'une époque récente, impossible du reste à préciser.

M. E. BÄCHLER, dont je citais l'an dernier une publication

consacrée aux restes d'élan trouvés dans le territoire du canton de Thurgovie, a étendu ses recherches aux élan découverts dans d'autres régions de la Suisse orientale (138).

Dans une nouvelle notice, l'auteur commence par donner une description de l'élan, de ses habitudes, etc..., puis, il aborde la question des représentants fossiles de l'espèce et de leur répartition ; il montre qu'à l'époque des grandes extensions glaciaires l'élan s'est répandu au S jusqu'aux Pyrénées, à la Lombardie et à la chaîne des Balkans ; il constate d'autre part que les restes de cette espèce font défaut dans les stations préhistoriques les plus anciennes, qu'ils n'apparaissent que dans les stations solutréennes et qu'ils deviennent surtout abondants dans les colonies des palafitteurs ; il expose enfin comment l'élan a disparu peu à peu de la plus grande partie de l'Europe, victime de la chasse et du défrichement.

M. Bächler passe ensuite aux squelettes et restes d'élan découverts dans la Suisse orientale ; il cite d'abord le squelette complet, qui fut trouvé, en 1894, près de Gossau, dans une tourbière recouvrant de la moraine de fond wurmienne, et qui date probablement des temps néolithiques. Cet échantillon remarquablement conservé provient d'un individu adulte, non âgé, de la variété un peu gracile que l'on trouve habituellement en Suisse. L'auteur en donne une description détaillée et en a fait une mensuration systématique très complète.

Puis, M. Bächler décrit plus brièvement d'autres restes moins remarquables de la même espèce ; ce sont des bois entiers ou fragmentaires trouvés à Heimenlacher près de Sulgen (Thurgovie), près de Niederwil au NW de Gossau, au « Moos » également au NW de Gossau, au Igelmoos dans la même région, au Niederwiler Moor entre Engelbrug et Waldkirch et vers le petit village de Bühler dans le canton d'Appenzell (Rh.-ext.).

De l'étude comparative de ces divers restes, l'auteur tire les conclusions suivantes : 1° les élan pléistocènes portaient les deux types de bois connus ailleurs, dits unipalmés et bipalmés ; 2° les bois subissent avec l'âge une modification progressive de leur forme, dans laquelle on peut reconnaître une certaine régularité ; 3° les restes d'élan trouvés dans les dépôts postglaciaires de la Suisse orientale ne montrent aucune différence essentielle avec les squelettes d'élan actuels, qui permettent d'établir une distinction spécifique.

Flores pléistocènes. — Il suffit de citer ici une très courte

notice de M. W. RYTZ (165) qui traite des relations existant entre les flores alpines et subalpines modernes et les flores pléistocènes.

Préhistoire. — En tête de ce dernier chapitre il convient de parler brièvement du beau livre, intitulé la **Suisse préhistorique**, qui a paru récemment, après la mort de son auteur, M. A. SCHENCK (167), enlevé à l'âge de 36 ans presque au début d'une carrière qui promettait beaucoup.

Ce volume nous est présenté par une introduction de M. F. A. Forel que la mort a emporté aussi, peu après M. Schenck; il débute par un aperçu historique sur le développement de la préhistoire, de la stratigraphie du Quaternaire et de l'anthropologie; puis l'auteur, abordant la question de l'origine de l'espèce humaine, expose pourquoi on est obligé d'étendre à celle-ci les notions d'évolution qu'on applique à l'ensemble du règne animal et d'admettre ainsi des relations phylétiques entre l'homme et les Primates. Il reconnaît du reste que ces relations sont loin d'être éclaircies et que la question de l'origine monogénique ou polygénique des diverses races n'est pas définitivement résolue, quoiqu'il semble dès maintenant probable que l'homme a existé déjà à la fin des temps tertiaires et que ses origines ont été polygéniques.

Après avoir donné un aperçu très sommaire sur la stratigraphie des groupes paléozoïques et mésozoïques, M. Schenck s'étend plus longuement sur celle des temps tertiaires; il discute à ce propos la question des silex dits taillés du Miocène et considère que, si ces silex sont réellement taillés, ils ont dû l'être non par l'homme, qui n'est apparu que plus tard, mais par un primate perfectionné, peut-être par un *Dryopithecus*, peut-être par un précurseur de l'homme. L'auteur examine aussi la question des relations entre le *Pithecanthropus* et l'homme et admet que certaines espèces humaines pourraient dériver du *Pithecanthropus*.

M. Schenck consacre un chapitre à l'étude des quatre glaciations qui ont marqué le début du Quaternaire; il discute les causes possibles de ces glaciations et suppose, avec M. Schardt, qu'elles ont pu être provoquées par des exhaussements répétés des régions alpines, tandis que les périodes interglaciaires auraient été marquées au contraire par des affaissements. Il termine cette partie stratigraphique de son exposé, en donnant comparativement les classifications proposées pour les temps préhistoriques par Mortillet d'abord,

puis par MM. Penck, Obermayer et Boule. Il adopte pour son propre compte la classification suivante :

Age du Fer.

Age du Bronze.

Néolithique.

Paléolithique	{	Tourassien	
		Solutréo-magdalénien	phase de retrait postwürmien
		Moustérien	glaciation de Würm
		Chelléen	phase interglac. Riss-Würm

Eolithique.

Après un aperçu général sur le Paléolithique, destiné à placer dans leur véritable cadre les premiers habitants connus de la Suisse, M. Schenck décrit successivement les caractères des différentes époques préhistoriques, dont il subsiste des restes dans notre pays.

L'époque moustérienne, caractérisée par son climat froid et par la fréquence du mammoth et du *Rhinoceros tichorhinus*, est marquée par un perfectionnement remarquable de l'industrie paléolithique, qui sait créer dès lors des silex plus finement travaillés et plus variés dans leur forme. La seule station connue en Suisse qui date de cette époque est celle du Wildkirchli dans le Säntis, qui est remarquable par son altitude exceptionnelle (1500 m.) et par l'abondance des restes d'*Ursus speleus*, qui y ont été trouvés.

L'époque solutréo-magdalénienne a été marquée, d'après M. Schenck par des modifications considérables de la géographie de l'Europe et de l'Atlantique; son climat, d'abord radouci, est redevenu de nouveau froid; sa faune est caractérisée surtout par la décadence du mammoth et du rhinocéros et l'extension du renne; son industrie se développe soit par la fabrication de silex de plus en plus variés suivant le but auquel ils étaient destinés, soit par l'utilisation très étendue de l'os et de la corne pour la fabrication de toutes sortes d'objets. A propos de ces derniers, M. Schenck discute la question des bâtons de commandement, qu'il considère comme ayant dû servir de fibule. Les stations magdaléniennes de Suisse ou de ses abords immédiats sont celles du pied du Salève près de Genève, de Villeneuve à l'autre extrémité du Léman, de Schussenried au N de Ravensburg dans le S du Wurtemberg, puis celles du Freudenthal, du Kesslerloch et du Schweizersbild aux environs de Schaffhouse, celles de Liesberg et de Grellingen dans la vallée de la Birse, celle de Büsserach dans la vallée voisine du Lüsslein et celle de Winzna dans le Jura soleurois. Chacune de ces stations fait l'objet

d'une description spéciale que M. Schenck étend en particulier assez longuement, en parlant des remarquables dessins d'animaux et des belles décorations rhombiques trouvées au Kesslerloch, au Schweizersbild et à Veyrier.

De toutes ces stations la plus ancienne est celle du Kesslerloch, qui date de l'époque du mammouth et du commencement de l'époque du renne, tandis que les autres correspondent pour la plupart à la fin de l'époque du renne et au début de l'époque du cerf.

M. Schenck termine ce chapitre par une description très vivante des populations magdaléniennes, composées de chasseurs nomades, vêtues de peaux de bêtes et habitant des grottes, remarquablement habiles dans l'art de travailler l'os et l'ivoire et pratiquant avec un sens artistique qui nous étonne, la gravure, la sculpture, le dessin et la peinture. L'éclosion remarquable de cet art magdalénien, suivi d'une brusque extinction, semble avoir été en relation avec des croyances et des pratiques religieuses, qui l'ont favorisée tant qu'elles se sont perpétuées, mais qui ont dû être abandonnées à la fin de cette période.

Quant à l'époque tourassienne, elle marque la fin de la civilisation paléolithique; l'industrie est manifestement en déchéance, les arts graphiques et plastiques sont abandonnés et les populations troglodytes ont dû disparaître peu à peu de l'Europe occidentale soit par émigration, soit par extermination, car les stations connues de cette époque sont très rares. En Suisse on ne peut citer comme telles que celle de Belle-rive près de Delémont et celle du Schweizersbild, dont la couche grise paraît correspondre au tourassien. Ces deux stations sont caractérisées par l'abondance des débris de cerfs.

La période néolithique s'ouvre après que le climat de l'Europe occidentale s'est adouci et que le sol s'est couvert de forêts; parmi les mammifères, le mammouth, le rhinocéros, le renne ont quitté nos latitudes, tandis que le cerf pullule. Quant à l'homme d'alors, il sait polir les pierres dont il se fabrique des instruments, il connaît l'art de la poterie et pratique d'une façon rudimentaire l'agriculture et la domestication des animaux. Ces progrès considérables ont été acquis par suite de l'immigration dans l'ouest de l'Europe de races nouvelles.

Les premières populations néolithiques qui nous sont connues sont probablement celles qui habitaient des sortes de camps retranchés, tels qu'on en a trouvé dans différentes régions de France, et qui utilisaient encore à côté d'instru-

ments polis beaucoup de silex taillés. Ce n'est que plus tard que sont apparus les palafitteurs, dont les cités sont si nombreuses dans tous les lacs de Suisse. M. Schenck croit pouvoir distinguer dans l'industrie de ces palafitteurs trois phases, l'une archaïque, dans laquelle les silex taillés sont encore fréquents, où les pierres sont martelées et les poteries grossières; la seconde typique, dans laquelle le travail de la pierre martelée, polie, sciée et forée a atteint son plein perfectionnement et où la poterie est devenue plus fine et souvent décorée; la troisième, de transition, dans laquelle on voit apparaître les premiers objets en bronze. Au point de vue anthropologique on peut voir pendant ces trois phases le remplacement progressif du type brachycéphale, seul existant au début, par le type dolichocéphale.

M. Schenck donne une liste de toutes les stations lacustres de la Suisse, mais ne décrit en détail que huit d'entre elles qu'il prend comme types de l'une ou de l'autre des trois phases néolithiques précitées. A l'aide de ces exemples il montre le développement progressif des palafitteurs néolithiques dans l'art de travailler la pierre et la terre, de tisser le lin, d'apprendre leur nourriture, etc... jusqu'au moment où ils apprirent à connaître l'emploi du cuivre, puis du bronze.

A propos de la période néolithique, M. Schenck traite avec beaucoup de soin la question des animaux domestiques des palafitteurs. Il étudie ainsi successivement le chien, le cheval, le mouton, la chèvre et le bœuf et, à propos de chacun d'eux il rappelle les longues discussions, non encore terminées, qu'a suscitées la question de leur origine. Il fait ensuite un travail semblable pour les plantes ayant servi aux populations néolithiques, soit qu'elles aient été cultivées, comme le blé, l'orge, certains arbres fruitiers, soit que leurs fruits aient été simplement cueillis à l'état naturel et amassés en provision.

Nous ne pouvons suivre M. Schenck dans le tableau très complet qu'il donne des différentes branches que comporte la civilisation néolithique et ne pouvons guère que citer les chapitres qui se rapportent à ce sujet. Parlant d'abord de la céramique, l'auteur montre comment, après avoir fabriqué des vases en terre grossière, à parois épaisses, de forme cylindrique, imparfaitement cuits, les hommes néolithiques ont appris à mieux préparer et mieux travailler leur terre, à donner à leurs vases des formes plus variées et plus gracieuses et à les décorer de dessins linéaires ou ponctués. Il rappelle ensuite que l'art néolithique dans l'Europe occidentale se dis-

tingue absolument de l'art paléolithique par la prédominance exclusive du dessin linéaire ou ponctué et l'absence de figures d'hommes ou d'animaux. Il décrit les innombrables objets qu'ont fabriqués les palafitteurs soit par le polissage des néphrites, des jadéites, des chloromélanites, etc..., soit par la taille des silex et de certains grès siliceux, soit en utilisant les os de renne, de sanglier, etc... et il montre le développement de l'industrie textile et spécialement du tissage du lin.

Dans un chapitre consacré aux habitations néolithiques, M. Schenck commence par donner de nombreux renseignements sur le type le mieux connu de celles-ci, celui des palafittes; mais il montre aussi qu'une partie importante des populations néolithiques a dû habiter sur terre, utilisant des grottes ou des abris-sous-roche, comme au Salève, au pied du Jura près de Baulmes ou au Vallon des Vaux, ou bien se construisant des huttes en pierre, en terre ou en branchages et édifiant de véritables villages. La découverte des haches néolithiques jusque dans les vallées alpines montrent l'extension prise par ces populations dans nos régions. Enfin il est certain que plusieurs des enceintes fortifiées découvertes en Suisse datent du Néolithique, ainsi celle de l'Ebersberg dans le canton de Zurich, celle de Siggingen en Argovie, celle de Stamheim dans le canton de Thurgovie, celle de Seegräben entre les lacs de Greifen et de Pfäffikon, celle de Bevaix au bord du lac de Neuchâtel, etc....

Comme autre manifestation importante de la civilisation néolithique, M. Schenck cite les pierres à sculptures que l'on a trouvées en grand nombre parmi les gros blocs erratiques de Suisse, et qui portent, à côté d'autres signes divers, le plus souvent des cupules creusées, de dimensions variées. Il décrit une série d'exemples intéressants de ces pierres à cupules, sur lesquelles il croit voir les traces d'une écriture symbolique en relation avec des pratiques religieuses. A propos de ces monuments probablement religieux, il étudie en détail les sépultures néolithiques, qui se présentent sous des formes variées. Ce sont d'abord les tombeaux creusés sous des grottes naturelles ou artificielles; ce sont ensuite les dolmens, rares dans nos régions et accompagnés souvent de menhirs, ce sont encore les tumuli ou les sépultures en terre libre.

M. Schenck, après avoir examiné, d'une façon générale, la question si discutée des dolmens et des menhirs, reprend en détail l'étude spéciale des sépultures néolithiques suisses. Il distingue parmi celles-ci : 1^o les sépultures sous tumulus

qui ne datent que de la fin du Néolithique et ont été pratiquées en même temps que l'incinération des morts ; 2° les sépultures en terre libre ou à entourage de pierres dans les grottes, telles que celles du Schweizersbild, de Dachsénbuel, de la Grotte du Scex à Villeneuve, etc... ; 3° les sépultures dallées, dont la nécropole de Chamblandes a fourni une série d'exemples très caractéristiques et qu'on a retrouvées d'autre part à Glis au-dessus de Brigue, à Auvernier, etc....

A propos de ces sépultures néolithiques, M. Schenck traite encore la question des maladies, dont les squelettes de cette époque portent des signes et des traitements chirurgicaux dont on a constaté des traces. Parmi ceux-ci, les cas les plus curieux sont ceux de trépanations et de cautérisations pratiquées dans la région sincipitale.

La dernière partie du livre de M. Schenck a trait à l'anthropologie préhistorique. Après quelques considérations, l'auteur y aborde d'abord l'étude des trois races paléolithiques désignées sous les noms de race de Spy ou du Neanderthal, race de Laugerie-Chancelade ou de Cro-Magnon et race de Grimaldi.

La race du Neanderthal est caractérisée par son crâne extrêmement dolichocéphale avec des arcs sourciliers très saillants, des sinus frontaux très développés et un front très oblique, brusquement rétréci dans sa partie supérieure, avec un occipital très saillant en arrière et avec un prognathisme accusé. Les membres étaient forts et trapus ; la taille était au-dessous de la moyenne. Cette race, très répandue à l'époque moustérienne en Allemagne, en Belgique, en Angleterre, n'a d'abord pas laissé de traces en Suisse, qui était alors en grande partie couverte par les glaciers. Elle s'est perpétuée depuis lors et on en retrouve le type plus ou moins pur jusqu'à nos jours, mais elle paraît n'avoir exercé qu'une influence très secondaire sur la constitution des populations de l'Helvétie. Le type du Neanderthal présente du reste des caractères de primitivité incontestables et se rapproche de certains singes anthropoïdes.

La race de Laugerie-Chancelade ou de Cro-Magnon possède un crâne très dolichocéphale et très volumineux avec un front droit et long, des arcades sourcilières peu saillantes, des pariétaux bien développés, un occipital large et saillant. La face est volumineuse et presque orthognathe, avec de très grands orbites ; le corps est trapu et la taille moyenne. Cette race s'est répandue en France et en Allemagne à l'époque magdalénienne et c'est probablement elle qui a occupé, au moins

en partie, les stations de cette époque en Suisse ; on en retrouve les caractères jusqu'à l'époque actuelle, en particulier en France, mais il faut supposer qu'une partie importante de ces dolichocéphales magdaléniens a émigré à la suite du renne, vers le NW jusque dans le Labrador et le Groenland et vers le NE européen.

La race de Grimaldi avait une taille supérieure à la moyenne avec des membres inférieurs très longs et un développement exagéré de l'avant-bras et de la jambe ; le crâne était très allongé et élevé avec un front bien développé, des arcades sourcilières saillantes, des orbites larges, une face large et basse, un nez bas et des mâchoires extrêmement prognathes. Les caractères d'infériorité sont ici très marqués, sauf en ce qui concerne le développement du cerveau, et les analogies avec les races négroïdes sont très frappantes. Cette race, découverte dans le Paléolithique de Monaco, n'a probablement pas existé en Suisse à l'époque paléolithique.

Passant aux populations néolithiques, M. Schenck examine successivement les divers ossements trouvés dans les palafittes, d'après l'âge de la station à laquelle ils appartiennent. Il admet que les représentants connus du premier âge néolithique sont des brachycéphales semblables à la race dite de Grenelle, tandis que les restes datant du deuxième âge se répartissent entre deux races, l'une brachycéphale et chamaeprosope, l'autre dolichocéphale, et que, dans le troisième âge néolithique, on retrouve des représentants de ces deux races, mais avec une prédominance marquée du type dolichocéphale.

Quant aux populations terriennes néolithiques de la Suisse, elles se répartissent d'après les découvertes faites au Schweizersbild, à Dachsenbuel et dans les nécropoles vaudoises entre des types divers ; on peut y reconnaître : 1^o une race de pygmées ; 2^o une race dolichocéphale et de petite taille qui paraît dériver de celle de Chancelade ; 3^o une race à caractères négroïdes voisine de celle de Grimaldi ; 4^o une race dolichocéphale, qui s'est développée en Europe pendant le Néolithique et est probablement d'origine septentrionale. En outre, on a trouvé dans la Suisse septentrionale des représentants d'un type mésaticéphale et chamaeprosope.

Les pygmées, qui ont été trouvés surtout au Schweizersbild, constituent nettement une variété fixée, dont les relations avec les autres races ne sont pas encore exactement reconnues. La race de Chancelade-Cro-Magnon dérive d'une population paléolithique autochtone ; elle est particulièrement représentée

dans la nécropole de Chamblandes. La race de Grimaldi, caractérisée par son prognathisme, sa platyrrhinie, sa face large et basse et les proportions négroïdes de ses membres, paraît être dérivée de la même souche que celle de Spy-Neanderthal, souche qui devait se rapprocher du *Pithecanthropus*; son type apparaît dans le Néolithique suisse, en particulier à Chamblandes et à Sierre. La race brachycéphale néolithique paraît être d'origine asiatique; son crâne est globuleux, élevé et s'élargit de bas en haut, le front est droit, l'occipital peu saillant, la face orthognathe. Il est probable que c'est cette race qui a apporté en Europe la civilisation néolithique et construit les premiers palafittes. La race dolichocéphale néolithique, d'origine septentrionale, caractérisée par l'allongement de la face, est apparue en Suisse vers le milieu de l'âge de la pierre polie. Ainsi, en résumé, il existait au début du Néolithique, dans l'Europe centrale et occidentale, une race se rattachant au type de Chancelade, une autre dérivant du type de Grimaldi, puis est survenue la grande invasion des brachycéphales asiatiques et, enfin sont arrivés les dolichocéphales d'origine septentrionale. De multiples croisements ne tardèrent du reste pas à se produire entre ces diverses races.

Le livre de M. Schenck est terminé par un chapitre rédigé par M. H. SCHACHT, qui est un exposé de la question aryenne envisagée plus particulièrement au point de vue de la linguistique comparée des langues indo-européennes.

M. A. SCHENCK (168) a consacré en outre une notice spéciale à la description d'une **station néolithique** découverte au pied d'une paroi surplombante de Molasse dans le vallon des Vaux au SE d'Yvonand.

Les fouilles ont révélé l'existence d'une couche inférieure contenant des silex taillés, d'apparence magdalénienne, mais datant probablement du début des temps néolithiques. Au-dessus vient une couche beaucoup plus riche contenant des outils de pierre polie et d'os et surtout de nombreux débris de poteries. Les foyers sont nombreux et répartis dans toute l'étendue de la couche; dans leur voisinage on a récolté des débris carbonisés de diverses plantes (pommier, cerisier, noisetier, chêne, blé, etc...). Les ossements, très nombreux, se répartissent entre les espèces suivantes: ours brun, blaireau, sanglier, cochon des tourbières, élan, cerf, chevreuil, chèvre, mouton des tourbières, bœuf.

Une couche supérieure, épaisse de 0^m6 en moyenne, conte-

nait des sépultures humaines de forme cuboïde, malheureusement en très mauvais état. Dans cette couche on a recueilli des objets en bronze, des débris de poteries, des pierres à broyer et des amas de grains de seigle. Enfin, une dernière couche contenait divers objets de l'âge du fer ou de l'époque romaine.

D'autre part, M. Schenck signale l'existence sur la paroi de molasse de cavités plus ou moins régulièrement distribuées, qui semblent avoir été en relation avec des parois et un toit. Il décrit quelques dessins d'animaux gravés dans le grès, d'âge très douteux du reste. Enfin, il conclut de ses observations à l'existence en Suisse de populations terriennes contemporaines des palafitteurs et ayant des mœurs très semblables.

M. F. LEUTHARDT (149) a signalé la découverte d'une couche de **limon à silex taillés**, qui a été mise au jour près de Lausen dans la vallée de l'Ergolz. Ce limon a été évidemment accumulé par des eaux, qui léviguaient diverses formations voisines, soit les marnes argoviennes, les bolus sidérolithiques, le loess ; il recouvre les alluvions de la Basse Terrasse et est postglaciaire. Les silex taillés sont répartis sur une épaisseur de 30 à 40 cm. et distribués sur une surface dépassant 13 m. de diamètre ; ils marquent évidemment un véritable atelier d'objets taillés.

Quant à l'origine de ces silex, on peut considérer comme démontré qu'ils proviennent de poches sidérolithiques du voisinage, où les eaux les ont dégagés de leur gangue. Avant de se trouver ainsi dans le Sidérolithique, une partie de ces silex étaient inclus comme concrétions dans le Kimmeridgien du Jura bâlois ; pour une autre partie ils sont résultés de la silicification dans le Sidérolithique de débris calcaires jurassiques qui y étaient enfouis.

Quant à la nature de la taille des objets travaillés elle rappelle encore les procédés paléolithiques ; les objets sont tantôt en forme de couteaux, tantôt en forme de racloirs avec une section trapézoïde, tantôt en forme de pointes de flèche ; mais ce sont surtout les déchets de fabrication qui abondent dans la couche de limon de Lausen.

L'âge de cette station ne ressort pas clairement de la nature des objets ; il pourrait être paléolithique, mais les dimensions relativement grandes de certains silex taillés parleraient plutôt en faveur d'un âge néolithique. D'autre part, les objets travaillés de Lausen et l'ensemble des caractères de cette station rappellent absolument la station de Gundoldingen

près de Bâle, qui a été reconnue comme incontestablement néolithique.

Il suffit de citer ici une notice que M. J. HEIERLI (146) a consacrée aux collections préhistoriques du musée de Winterthur et, à ce propos, aux civilisations successives des diverses races qui ont habité la Suisse orientale depuis l'époque glaciaire jusqu'à nos jours.

Enfin, je me contenterai de signaler aussi un petit article que M. H. SCHARDT (166) a publié au sujet d'une ancienne carrière ouverte à l'époque romaine dans l'Urgonien supérieur, à La Lance entre Concise et Vaumarcus, au bord du lac de Neuchâtel. Cette carrière indique une exploitation très importante et il paraît démontré que de gros blocs de cette origine ont été transportés jusqu'à Saint-Maurice en Valais.
