

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 7 (1901-1903)
Heft: 7

Artikel: IVe partie, Stratigraphie et paléontologie
Autor: [s.n.]
Kapitel: Pleïstocène
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-155946>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 21.02.2026

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

M. H. WEGELIN¹ a exploité un gisement de grès contenant des débris végétaux, qui a été mis au jour par les travaux de la nouvelle route de Frauenfeld à Gerlikon à travers l'Oberholz. Cette flore étudiée par MM. Früh et Rollier contient les éléments suivants :

<i>Acer tribolatum</i> Stbg.	<i>Populus balsamoïdes</i> Göppert.
<i>Cinnamomum Buchii</i> Heer.	» <i>latiior</i> A. Br.
» <i>lanceolatum</i> Unger.	» <i>mutabilis</i> Heer.
» <i>polymorphum</i> A. Br.	<i>Quercus myrtilloïdes</i> Unger.
» <i>Rossmässleri</i> Heer.	» <i>urophylla</i> Heer.
<i>Daphnogene Ungeri</i> Heer.	» <i>Weberi</i> Heer.

Un gisement analogue a été découvert à la sortie SE du village de Tagerweilen, mais ici la flore, moins variée, se compose presque exclusivement de *Cinnamomum*.

PLEISTOCÈNE.

En tête de ce chapitre, il convient de citer la publication très importante que MM. A. PENCK et ED. BRÜCKNER² consacrent à la période glaciaire dans le massif alpin, mais j'attendrai pour rendre compte de ce travail que la partie qui concerne spécialement notre pays, à peine ébauchée actuellement, soit plus avancée sinon terminée.

Dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires. — Après avoir étudié les formations tertiaires de la vallée de Bellegarde, M. H. DOUXAMI³ a décrit les formations pleistocènes de la même région, parmi lesquelles il distingue :

1^o Les alluvions fluvio-glaciaires qui prennent un grand développement au N de la vallée des Usses et se raccordent nettement à celles des environs de Genève (Bois de la Bâtie). Ces alluvions renferment à leur partie supérieure des intercalations morainiques et supportent soit des argiles glaciaires, soit des blocs erratiques ; elles existent aussi dans la région du Fort de l'Ecluse, où l'on peut démontrer que le creusement de la cluse du Rhône est antérieur à l'arrivée du glacier.

¹ H. WEGELIN. Kleinere Mittheilungen : à Tertiärflora. *Mittheil. der thurgau. naturf. Gesell.*, 15 Heft, p. 58

² A. PENCK et ED. BRÜCKNER. *Die Alpen im Eiszeitalter*. Leipzig, C.-H. Tauchnitz, éditeur.

³ H. DOUXAMI. Les formations tertiaires et quaternaires de la vallée de Bellegarde. *Bull. Soc. d'hist. nat. de Savoie*, 1901.

2^o Des alluvions qui existent au N de Seyssel, où elles ne dépassent guère le niveau de 300 m. Ces dépôts, nettement inclinés vers le S, ont dû se former dans une expansion du lac du Bourget ; ils sont couverts de blocs erratiques.

3^o Les alluvions modernes qui, après le retrait des glaciers, ont comblé la plaine de Chantagne et de Seyssel.

M. DOUXAMI¹ en parcourant le **massif de Platé** (Haute-Savoie), s'est préoccupé d'y rechercher des indications sur l'extension relative des glaciers pleistocènes. Tandis que le glacier de l'Arve s'élevait entre Servoz et Cluses jusqu'à une altitude dépassant 2000 m., il n'a pas couvert le versant N des Fiz et de Platé, ce qui s'explique probablement par le fait que les sommets qui dominent la vallée du côté de l'E, s'élèvent jusqu'à plus de 2500 m. et ont ainsi empêché le glacier de s'épancher de ce côté.

Le glacier du Giffre devait être considérable ; ses moraines étaient exclusivement calcaires ; c'est à lui qu'appartiennent sur la rive droite du Giffre les moraines de la chapelle du Mont (972 m.) sur la montagne de Criou, de la colline du Montet, de la montagne des Souets ; sa moraine profonde subsiste sur de grands espaces.

Dans les environs de Saint-Geoire, Bonne, Mieussy, les moraines du Giffre, caractérisées par l'abondance des grès de Taveyannaz et des calcaires nummulitiques, recouvrent des blocs de protogine et de porphyres rouges de Saint-Gervais apportés là par le glacier de l'Arve.

Outre ces deux grands glaciers, l'on trouve dans le massif des Fiz et des Grands Vans plusieurs glaciers locaux : Le glacier des Fiz a creusé le cirque de Salles et déposé des moraines vers la cascade du Rouget, à Fardelet et Lignon et jusqu'à la cascade de la Soffa. Le glacier de Platé a dû couvrir toute la partie occidentale du Désert de Platé et c'est à lui qu'appartiennent la moraine latérale des Essets (1867 m.) au-dessus de Plaine-Joux et la moraine profonde entre le lac et les chalets de Flaine.

Le glacier de Vernant a donné naissance au cirque de ce nom et a déposé la moraine frontale qui soutient le lac de Vernant (1840 m.). En outre, la Combe de Verel, le cir-

¹ H. DOUXAMI. Les phénomènes glaciaires et postglaciaires du massif de Platé (Haute-Savoie). *Bull. Soc. Linnéenne de Lyon*. Séance du 24 fév. 1902.

que de Voconant ont été évidemment creusés par des glaciers locaux.

Dans la seconde partie de son travail, M. Douxami donne une description des lapiés du Désert de Platé, qui n'est du reste qu'un résumé de l'étude publiée en 1895 par M. E. Chaix ; puis il donne quelques indications hydrographiques sur l'allure des affluents de l'Arve et du Giffre, alimentés par le massif de Platé et termine par un chapitre consacré aux éboulis qui prennent un développement considérable tout autour de la chaîne des Fiz.

M. B. ÆBERHARDT¹, poursuivant son étude des formations pléistocènes du pied du Jura vaudois, a consacré une nouvelle notice aux **alluvions de la Côte entre Aubonne et Begnins**. Ces graviers reposent à une altitude d'environ 550 m. directement sur la Mollasse ; au N de Bougy, ils comprennent exclusivement des éléments alpins, ce sont les granits qui prédominent à la base, tandis que dans les couches plus élevées on trouve une forte proportion de calcaires noirs et de grès brunâtres ; les éclogites, les arkésines, les gneiss d'Arolla paraissent manquer complètement ; mais ce qui frappe le plus c'est l'absence absolue des calcaires blancs et jaunes du Jura. Ces alluvions ont une épaisseur visible de 15 m. environ.

Au-dessus de Mont, des graviers tout à fait semblables sont surmontés par 50 à 60 m. de moraine profonde à éléments exclusivement alpins et mollassiques ; au-dessus de Tartegnins et de Bursins les mêmes alluvions se retrouvent avec des caractères identiques. A la scierie de Begnins, dans le ravin de la Serine, des affleurements importants mettent au jour des dépôts correspondants avec de petits galets, parmi lesquels prédominent les calcaires noirs et les quartzites ; au-dessus de ces alluvions à éléments alpins reposent de gros blocs roulés parmi lesquels apparaissent pour la première fois des calcaires jurassiens et qui correspondent évidemment à une moraine profonde.

M. Æberhardt considère ces alluvions de Bougy, Tartegnins, Begnins, comme de l'alluvion ancienne, tandis que l'alluvion alpine qui affleure dans les ravins au-dessous d'Aubonne, intercalée entre deux moraines profondes au lieu de reposer sur la Mollasse et contenant des euphotides,

¹ B. ÆBERHARDT. Etude sur les alluvions anciennes des environs de Genève. *Eclogæ*, vol. VII, p. 271-286.

des éclogites, des schistes chloriteux qui manquent complètement dans les graviers de 550 m., ainsi que des galets jurassiens, doit être mésoglaciaire et correspondre aux alluvions du Bois de la Bâtie.

Passant ensuite aux dépôts correspondants des environs de Genève, l'auteur montre d'abord que les alluvions qui affleurent tout le long du Rhône, depuis le Bois de la Bâtie jusqu'à la Plaine, sont intercalées entre des marnes à lignites synchronisées avec les marnes de Dürnten et d'Utznach et une moraine profonde qui les recouvre. Elles sont caractérisées par la présence d'euphotides de Saas et par la prédominance des calcaires noirs, et elles contiennent près de La Plaine des galets jurassiens. Ceux-ci sont beaucoup plus abondants dans les alluvions de même âge, qui affleurent entre La Plaine et le Jura près de Malval à l'altitude de 430 m., et qui supportent une moraine profonde également très riche en calcaires du Jura.

A Cologny et à Hermance des alluvions, synchroniques de celles du Bois de la Bâtie, présentent la même composition avec une grande abondance de calcaires noirs, une proportion beaucoup plus faible de granits, de gneiss et de quartzites et une quantité plus petite encore de serpentines, de diorites et de Verrucano.

En résumé, les **alluvions des environs de Genève** ont une composition nettement différente de celle de la Côte ; en outre elles occupent un niveau beaucoup plus bas, ne dépassant nulle part 430 m., et tandis que les dépôts de la Côte peuvent atteindre 200 m. de puissance, ceux du Bois de la Bâtie ne dépassent pas 60 m. ; enfin l'on ne connaît entre Genève et Nyon aucune formation qui permettrait d'établir un raccord entre les deux systèmes d'alluvions dont le synchronisme est dès lors inadmissible.

Les alluvions de la Côte paraissent représenter le dépôt quaternaire le plus ancien de la région ; elles datent d'une époque antérieure à la formation du lac et au soulèvement complet du Jura. Leur origine glaciaire reste douteuse puisqu'on n'observe nulle part leur passage à la moraine profonde.

Le dépôt de ces alluvions a été suivi par une période glaciaire (mésoglaciaire), à laquelle appartiennent les moraines de Mont, Bursins, Begnins, etc. ;... c'est dans ces dépôts qu'apparaissent pour la première fois des éléments jurassiens et c'est à cette époque qu'a dû se faire le soulèvement définitif du Jura.

Après le retrait du glacier, le Rhône mésoglaciaire a emporté la plus grande partie des formations quaternaires préexistantes, ne laissant que le plateau de la Côte et creusant par places son lit jusqu'à la Mollasse.

Ensuite le lac s'est formé par suite soit de tassements dans les Alpes, soit de nouveaux soulèvements dans le Jura ; les alluvions du Rhône s'arrêtent dans le Bas-Valais, qu'elles comblent, tandis que l'Arve et les torrents descendant du Jura répandent dans les environs de Genève les graviers qu'ils charrient, formant les alluvions du Bois de la Bâtie, d'Hermance, de La Plaine, de Malval, etc....

Enfin, le glacier du Rhône, subissant une dernière crue, a couvert de ses moraines aussi bien le plateau de la Côte, que le fond du lac et les environs de Genève. Cette nouvelle période glaciaire correspondant à une phase de dénudation intense dans le Jura, la moraine latérale du glacier du Rhône contient tout naturellement une grande abondance d'éléments jurassiens.

Après avoir étudié les **dépôts glaciaires jurassiens du Jura occidental**, M. F. MACHÁČEK¹ conclut comme MM. Baltzer et Æberhardt contre la théorie de la phase de récurrence des glaciers jurassiens édifiée par M. Schardt. En effet, l'extension que M. Schardt a attribué à plusieurs de ces glaciers serait tout à fait disproportionnée à l'importance de leur bassin d'alimentation. En second lieu la limite entre les moraines jurassiennes et les moraines rhodaniennes, qui est marquée d'une part par l'augmentation brusque des éléments alpins, d'autre part et surtout par la combinaison de la structure franchement morainique et de la stratification en delta torrentiel que présentent les moraines terminales des glaciers jurassiens, passe un peu au-dessus de la ville de Gex et suit constamment le pied même de la chaîne. Toutes les moraines et les alluvions qui se trouvent en dehors de cette limite sont attribuables au glacier du Rhône ou à ses émissaires.

Sur le versant N de la première chaîne du Jura, dans la région des Rousses, devait exister un glacier, qui se déversait à la fois au NW par la vallée de la Bièvre et au NE par la dépression synclinale du lac des Rousses et du lac de Joux. Les moraines de ce glacier se retrouvent soit au

¹ F. MACHÁČEK. Beiträge zur Kenntniss der localen Gletscher des Schweizer und Französischen Jura. *Mittheil. der naturf. Gesell. in Bern*, 1902.

S du lac des Rousses, soit entre le Brassus et le Sentier où elles forment dans la plaine une série de petites collines. Le lac de Joux est coupé par seize crêts sous-lacustres, qui paraissent être des moraines. Au S du lac une terrasse très nette s'élève à 60 m. au-dessus du niveau de l'eau ; elle est formée d'alluvions en strates irrégulières et inclinées vers le lac. Il est probable qu'après le retrait du glacier la vallée, obstruée et tapissée par des dépôts morainiques imperméables, a été couverte par une vaste nappe d'eau, dont le niveau s'élevait à 60 m. au-dessus du lac de Joux actuel et que cette terrasse n'est qu'un reste d'anciens deltas formés par les torrents à leur embouchure dans le lac au dépens des moraines qu'ils remaniaient sur leur passage. Le niveau de la nappe d'eau s'étant ensuite abaissé peu à peu, il n'est plus resté que les deux lacs actuels.

Tandis que dans le pays de Gex les glaciers jurassiens descendaient jusqu'à la plaine, ils paraissent avoir été plus limités vers le NE ; ainsi dans la vallée du Nozon, à l'E de Vaulion et à une altitude de 940 m., on trouve une moraine frontale d'un glacier local, qui présente par place la structure en delta et qui renferme une proportion importante d'éléments alpins ; il semble qu'on ait affaire ici à un dépôt formé à la rencontre du glacier local avec le glacier du Rhône.

Dans la région de Vallorbe, tandis que le glacier du Rhône remontait la partie inférieure de la vallée de l'Orbe et passait de là par le Col de Jougne jusque dans les environs de Pontarlier, la partie supérieure de la vallée de l'Orbe était occupée par un glacier local. De même la haute vallée du Doubs possédait son glacier local.

Résumant ses observations, l'auteur conclut que l'hypothèse de la phase de récurrence des glaciers jurassiens n'est pas plus admissible pour la région de la Faucille que pour celle de l'Aubonne. Le contraste très marqué qui se montre entre les moraines du pied du Jura et celles qui n'en sont que peu éloignées, l'absence complète de vraies moraines frontales jurassiennes dans la plaine et diverses considérations théoriques tendent à démontrer que les glaciers du Jura ne se sont jamais étendus plus loin que le pied de la chaîne. Par contre, les dépressions entourées de sommités même peu élevées, comme la vallée de Joux, la vallée de l'Orbe, la vallée supérieure du Doubs ont possédé des glaciers locaux, dont l'importance souvent considérable fait sup-

poser que la limite des neiges éternelles devait descendre pendant la période correspondante jusqu'à 1100 ou 1000 m. Le col de Saint-Cergues devait très probablement alors être occupé par un glacier local qui empêchait le glacier du Rhône de le traverser.

M. TH. RITTENER¹ a consacré un chapitre important de son mémoire à l'étude des dépôts pléistocènes des environs de Sainte-Croix et de Baulmes. Il admet avec Du Pasquier une ligne de démarcation entre la zone externe à glaciaire sporadique et la zone interne à grandes moraines terminales, qui correspond à la ceinture de moraines qui suit vers 1200 le versant oriental de la haute chaîne du Jura. Cette ligne s'abaisse dans les angles rentrants ; à l'E de Sainte-Croix elle descend à 1150 m., ce qui permet de supposer que pendant sa dernière grande extension le glacier du Rhône n'a pas franchi le Col des Etroits et que tout le glaciaire alpin du plateau des Granges appartient à la zone externe.

La limite supérieure de la grande extension du glacier du Rhône dans la région du Chasseron paraît bien être à 1350 m. comme l'a admis Favre. Au Mont des Verrières on trouve encore des quartzites alpins à 1220 m., ce qui montre que la pente du glacier vers l'W devait être très faible. L'élément dominant dans l'erratique de la zone externe est formé par des quartzites roulés à patine rousse, avec des protogines, des gneiss d'Arolla, des gneiss à tourmaline, des gneiss à chlorite, des euphotides, des amphibolites, des éclogites, des poudingues de Valorsine, etc.... Les points les plus riches en blocs sont le Plateau de la Gittaz (1300 m), les environs de la Chaux (1100 m.), le Mont des Cerfs (1250 m.), la Vraonne (1100 m.) et les Granges Jaccard.

La grande moraine latérale de 1200 m. qui sépare la zone externe de la zone interne est formée surtout de roches pennines avec des blocs de protogine ; mais il se mêle à ces éléments alpins une proportion assez importante de roches jurassiennes, qui ont dû être déposées là par un glacier du Chasseron. Dans la vallée de Sainte-Croix, au-dessous du village, cette moraine a été disloquée par les névés jurassiens et n'est plus représentée que par des blocs épars. Près de la gare se trouve un bloc de porphyre quartzifère de Fully-Luisin (Bas-Valais).

¹ TH. RITTENER. Etude géologique de la Côte aux Fées et des environs de Baulmes et de Sainte-Croix. *Mat. p. la Carte géol. de la Suisse, nouv. série, t. XIII.*

Au-dessous de 1200 m. sur les pentes du Chasseron et des Aiguilles de Baulmes on trouve par places des traînées de blocs erratiques reposant en général sur des paliers et qui paraissent correspondre à des moraines latérales de retrait ; mais ce qui domine ici ce sont la moraine de fond et les dépôts fluvio-glaciaires. Le glaciaire de fond est caractérisé par la nature marneuse de ses argiles et par la quantité importante de calcaires jurassiens qu'il renferme. Il prend une grande importance dans la vallée de Sainte-Croix, dont il paraît couvrir le fond sur des espaces étendus ; il est abondamment répandu aussi sur les flancs du Suchet, au-dessus de Baulmes et au SW de cette localité. Il paraît probable que la colline du Temple de Baulmes, ainsi que celle des trois Poussines plus au SW, représentent les restes d'une moraine appartenant à la phase de récurrence d'un glacier local.

Les dépôts fluvio-glaciaires s'associent en divers points aux moraines ; ainsi dans les environs du Château, à l'E de Sainte-Croix, on peut voir reposant sur le Portlandien poli et strié des graviers nettement stratifiés formés pour les $\frac{9}{10}$ d'éléments jurassiens, qui atteignent 20 m. d'épaisseur. Dans le ravin de la Baumine il y a de l'erratique stratifié en plusieurs endroits ; mais les formations fluvio-glaciaires prennent surtout un grand développement autour du marais de Rances, qu'elles bordent au NW et au SE d'une double chaîne d'éminences orientées SW-NE, et à l'E de Baulmes le long de la ligne Yverdon-Sainte-Croix.

Quant au glaciaire jurassien, il est particulièrement bien développé dans le bassin de l'Auberson ; il y est représenté d'abord par une accumulation énorme de graviers sur le plateau de la Prise Perrier, au S de l'Auberson, aux Grangettes, au Champ Lambert et au N de la Chaux. Des formations correspondantes existent sur les deux versants du val-
lon de Noirvaux, dans la cluse de Longeaigue et jusqu'aux portes de Buttes. Le glacier qui a déposé ces amas morainiques devait être alimenté par les névés du versant N des Aiguilles de Baulmes. Le caractère poli et strié de la presque totalité des éléments permet d'assimiler ces dépôts à une moraine de fond ; d'autre part la présence de quelques rares éléments quartzitiques au milieu des cailloux jurassiens et dans une boue essentiellement calcaire indique que l'extension du glacier local a suivi la grande extension alpine.

...Dans la chaîne du Chasseron il ne reste que quelques lambeaux isolés de glaciaire jurassien ; dans la région des

Aiguilles de Baulmes il existe des moraines jurassiennes typiques aux alentours de Culliairy, dans le haut vallon de la Jougnenaz, etc.

M. Rittener désigne sous le nom de **glaciaire de névé** des amas de cailloutis anguleux, de grosseur uniforme, sans stratification apparente et sans ciment autre qu'une substance tuffeuse développée par places, qui forment partout au pied des pentes des dépôts importants. Ces formations se distinguent des éboulis par l'absence remarquable de gros blocs et par le fait qu'ils se continuent souvent à une certaine distance du bas de la pente. Elles paraissent s'être formées au pied des névés inclinés et résulter de l'effrittement des rochers des régions élevées, dont les débris après avoir glissé sur la neige se sont accumulés au bas des pentes. On en trouve de beaux exemples contre les deux versants du Mont des Cerfs, contre le pied N des Aiguilles de Baulmes au-dessus de Culliairy, aux Grangettes Cuendet au-dessus de Sainte-Croix et au N de Vuittebœuf au bord de la route de Vugelles.

M. B. ÆBERHARDT¹ a décrit quelques blocs erratiques situés dans le Jura bernois en dehors des grandes moraines internes et dont l'origine ne concorde pas avec l'idée généralement admise de la présence exclusive de roches pennines dans cette partie du glaciaire rhodanien. Ce sont :

1^o Au lieu dit Vers la Pompe (ter. de Sonceboz, cote 930) un gros bloc d'éclogite de Saas cubant 20 à 25 m³.

2^o Un peu plus au N plusieurs petits blocs d'éclogite de 1 à 2 m³.

3^o Au pâturage de l'Envers (ter. de Sonceboz) un bloc d'arkésine et un bloc de protogine.

4^o Vers la métairie de Nidau sur la route Sonceboz-La Heutte un bloc de protogine (2 m³).

5^o Au pâturage du Droit (ter. de Corgémont) un bloc d'euphotide de Saas de 2 m³, quatre petits fragments d'arkésine disséminés, un bloc de gneiss de 1 m³, un bloc de protogine, un bloc d'arkésine.

6^o Au pâturage de l'Envers (ter. de Corgémont) des blocs de protogine, d'arkésine et un bloc de conglomérat calcaire à galets noirs liés par un ciment jaunâtre.

¹ B. ÆBERHART. Quelques blocs erratiques intéressants de la moraine externe. *Eclogæ*, vol. VII, p. 199-202.

7^o Dans le territoire de Cortébert vers la colline de Rainson deux blocs d'arkésine.

8^o Dans le même territoire à l'Envers une grosse plaque tabulaire d'arkésine déjà connue et un bloc de gneiss d'Arolla.

La région de Corgémont, Sonceboz, Cortébert paraît donc être particulièrement riche en blocs du mésoglaciaire et il est intéressant de trouver réunies sur un espace assez restreint des euphotides et des éclogites de Saas, des arkésines du centre de la chaîne pennine et de la protogine du Mont Blanc.

Sous la conduite de M. F. MÜHLBERG¹ la Société géologique suisse a fait en 1901 une excursion fort intéressante dans le **quaternaire des environs d'Aarau, Brugg et Melligen**, dont un rapport spécial a été rédigé.

Dans la carrière du Bruderhaus près d'Unter Entfelden au S d'Aarau affleurent sur 15 m. de hauteur les alluvions des Hautes Terrasses formées surtout de calcaires alpins avec peu de granits et pas de calcaires jurassiens ni de roches valaisannes ; ces éléments sont agglutinés par un ciment assez résistant. Dans la partie W de la carrière, les alluvions ont été partiellement érodées et sur la surface inclinée ainsi formée repose une moraine de fond très décomposée qui contient, outre les calcaires alpins qui y prédominent, des calcaires jurassiens et des roches du Valais. La surface des alluvions au contact avec la moraine est striée de telle façon que les premières étaient évidemment déjà agglutinées avant le dépôt de la seconde ; du reste tout porte à croire que l'alluvionnement des Hautes Terrasses a été séparé de la période glaciaire subséquente par une longue phase d'érosion, pendant laquelle se sont ouvertes, dans la nappe continue des Hautes Terrasses, de profondes vallées correspondant aux vallées actuelles. Cette érosion paraît s'être produite après le retrait du glacier de la Reuss en arrière de la zone des lacs ; elle a été suivie par l'invasion du glacier du Rhône sur toute la région jusqu'à Wildegg et jusqu'au confluent de l'Aar et du Rhin (principale glaciation de la Suisse).

Des superpositions analogues de la moraine de fond sur les alluvions des Hautes Terrasses s'observent à Moossäcker,

¹ F. MÜHLBERG. Bericht über die Exkursionen der Schweizerischen geologischen Gesellschaft in das Grenzgebiet zwischen dem Ketten- und dem Tafeljura, in das aargauische Quartär und an die Lägern. *Eclogæ*, vol. VII, p. 153-196.

dans le vallon de Roggenhausen, etc.... ; d'autre part la superposition au bord de la Reuss à l'W de Birmensdorf des alluvions des Basses Terrasses sur de la moraine de fond montre que cette rivière a dû affouiller avant le dépôt de ces alluvions et même avant la grande extension du glacier du Rhône, jusqu'à un niveau à peu près égal à celui du lit actuel.

En remontant le cours de la Reuss, on pénètre dans le cirque des moraines, qui forment les collines de Hühnersteig, Englisgrütacker, Oberholz et Birrenmoos. Vers l'E, près de Rohrdorf, plusieurs restes des Hautes Terrasses épargnés par l'érosion dominent le seuil de la vallée, qui est formé par la Basse Terrasse. A l'extrémité S du Hiltiberg, dans une carrière, on peut voir le contact entre un de ces lambeaux de la Haute Terrasse et la moraine ; tandis que par places ce contact est très franc, sur d'autres points il semble y avoir une transition graduelle entre les deux formations, ce qui avait fait admettre par quelques-uns des participants à l'excursion, que les alluvions étaient simplement de la moraine remaniée ; mais cette opinion a été abandonnée lorsqu'a été reconnue à l'E et à l'W l'indépendance complète de la moraine et des alluvions.

Sur le flanc W du Heitersberg affleure à une altitude de 630 m., dans une carrière, le Deckenschotter typique. Sur le Sennenberg les moraines anciennes reposent sur la Mollasse ; le fait que ces moraines contiennent les mêmes éléments que les moraines internes et surtout qu'elles ne sont pas décomposées semble indiquer que la période de retrait des glaciers qui a séparé le dépôt des deux systèmes de moraines a dû être courte et que les alluvions des Basses Terrasses intercalées entre ces deux systèmes doivent correspondre à un recul peu prononcé des glaciers.

La carte de la Lägern et la notice explicative qui y est adjointe, publiées par M. F. MÜHLBERG¹, montrent que, soit au S, soit au N de cette chaîne, la Mollasse est en grande partie couverte par le Deckenschotter et par les dépôts glaciaires.

Le Deckenschotter dans lequel on peut distinguer deux niveaux étagés, forme au N de la Lägern de vastes plateaux séparés par des tranchées d'érosion. Les moraines de l'avant-

¹ F. MÜHLBERG. Geologische Karte der Lägernkette und Erläuterungen zur geologischen Karte der Lägernkette und ihrer Umgebung. *Eclogæ*, vol. VII, p. 246-270.

dernière glaciation couvrent tout le versant N de la chaîne et s'étendent jusque vers Ober Endingen, tandis que celles de la dernière glaciation ne dépassent pas au N la ligne de Stadel, Schöflisdorf, Regensberg, Wettingen, Dättwyl. La bordure de cette zone interne est marquée par une succession de moraines frontales bien conservées, qui influent notablement sur la répartition des eaux.

M. F. ANTENNEN¹ a entrepris une étude des **formations pleistocènes de la région supérieure de l'Emmenthal**, parmi lesquelles il distingue : 1^o les blocs erratiques apportés par le glacier du Rhône ; 2^o l'erratique déposé par le glacier de l'Aar ; 3^o le glaciaire local ; 4^o les blocs de granite de Habkern.

Dans la vallée supérieure de l'Emme, ce sont les blocs généralement arrondis du granite rouge de Habkern qui constituent l'élément erratique habituel ; à partir de Kemmeribad vers l'aval ces roches deviennent plus rares, quoiqu'on en retrouve jusqu'à Signau. Mais dans tout le bassin de l'Emme jusqu'à cette localité les granites de Habkern sont parsemés de ci de là aux altitudes les plus diverses contrairement à ce qui se passe pour tous les autres éléments erratiques.

Les roches d'origine rhodanienne, beaucoup plus rares, ne se retrouvent plus au S de la ligne Röthenbach, Eggiwyl, Trubschachen, Napf. L'erratique du glacier de l'Aar est particulièrement abondant dans la vallée du Röthenbach, sur les hauteurs de Martisegg et dans la vallée de l'Emme au S d'Eggiwyl, on le retrouve au S jusqu'au Breitmoos et au ravin du Sorbach. L'erratique local, formé essentiellement par les grès du Hohgant, est très développé dans toute la vallée de l'Emme, surtout sur le flanc occidental jusqu'au Breitmoos où se trouvent les moraines frontales. A partir d'Eggiwyl les grès du Hohgant se mêlent à l'erratique de l'Aar.

Pour éclaircir la question controversée des limites respectives des glaciers de l'Aar et du Rhône, à l'E de Berne, il faut d'abord déterminer si l'erratique déposé dans l'Emmenthal par ces deux glaciers est contemporain ou non. Si en effet la plus grande extension du glacier de l'Aar n'a pas coïncidé avec celle du glacier du Rhône, mais l'a suivie

¹ F. ANTENNEN. Die Vereisungen der Emmentäler. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern.* Jahrg. 1901, p. 1500-1518.

comme l'admet M. Baltzer, ces deux glaciers ont dû franchir successivement, pendant leur plus grande extension, la ligne de faîte qui sépare le bassin de l'Emme de la vallée de l'Aar entre Thoune et Berne et occuper successivement la partie de l'Emmenthal qui n'était pas couverte par des glaciers locaux. Or, il existe au N d'Eggiwyl et de Röthenbach à la fois de l'erratique de l'Aar et de l'erratique du Rhône. D'autre part, on rencontre à l'altitude assez constante de 1000 m. environ, niveau qui correspond à celui que M. Baltzer a admis pour le glacier de l'Aar entre Berne et Thoune, des accumulations de blocs de gneiss, de granits, de calcaires alpins provenant sans aucun doute du massif de l'Aar, auxquelles sont associées des terrasses fluvio-glaciaires. Au-dessus de 1000 m. on ne trouve plus que des blocs clairsemés, enfoncés dans le sol, en général très décomposés, de grès du Hohgant et de granits divers, parmi lesquels prédomine le granit de Habkern ; les calcaires alpins font complètement défaut. Le dépôt de cet erratique est évidemment antérieur à celui de la moraine de 1000 m., et a dû être effectué par le glacier du Rhône lors de sa plus grande extension, d'autant plus que l'altitude supérieure atteinte par ces blocs, 1300 m., correspond à ce que l'on sait du niveau du glacier du Rhône entre le Gurnigel et le Chasseral. On peut donc admettre que les bassins de l'Emme et du Röthenbach ont été occupés d'abord par le glacier du Rhône jusqu'à l'altitude de 1300 m., puis par le glacier de l'Aar jusqu'à l'altitude de 1000 m.

A la suite d'une étude détaillée de la répartition de l'erratique, M. Antennen établit comme suit la répartition des divers glaciers dans l'Emmenthal, pendant la deuxième glaciation, qui correspond à la grande extension du glacier du Rhône.

L'erratique rhodanien bien caractérisé ne se retrouve pas au S de la ligne Röthenbach, Eggiwyl, Napf. Le glacier de l'Aar, qui depuis Thoune devait former le flanc droit du glacier du Rhône et qui transportait surtout des granits de Habkern, des granits gris et des gneiss, devait s'étendre au SE jusqu'à la Hohe Hohnegg et jusqu'à la ligne de séparation des eaux de l'Emme et de l'Ilfis. Le glacier du Rhône ne pénétrait pas, comme l'admettait Favre, dans le bassin supérieur de la Grande Emme ; c'est là au contraire que se développait un glacier local, qui rejoignait près de Schlangnau le glacier du Rhône et, formant depuis là son flanc droit, couvrait la vallée de l'Ilfis. Cette dernière peut donc être considérée comme appartenant encore au glacier du

Rhône, dont la limite méridionale aurait passé par le Gurnigel, la Hohe Hohnegg, Schlangnau, Marbach, Wiggen et le Napf.

Lorsque, pendant la troisième glaciation, le glacier de l'Aar s'est avancé jusqu'au N de Berne, il a couvert en partie l'Emmenthal, dans lequel il a pénétré par Schwarzenegg et la vallée du Röthenbach. On en retrouve soit des blocs erratiques isolés, soit des moraines de fond, parmi lesquels prédominent les calcaires alpins noirs et les gneiss, tandis que les granits gris sont plus rares. Les granits de Habkern sont abondants sur certains points au S de Röthenbach, tandis que plus au N ils ne jouent le plus souvent qu'un rôle secondaire ; les grès éocènes sont aussi beaucoup plus fréquents vers le S que vers le N.

Dans la vallée de l'Emme, l'erratique de l'Aar se borne presque exclusivement à des blocs isolés de granit gris, de gneiss, de calcaires alpins et de grès éocènes qu'on rencontre dans les coupures latérales de la vallée. A ces éléments se mêlent en quantité assez importante des grès du Hohgant, dont l'apport ne peut avoir été effectué que par un glacier local, qui devait rejoindre celui de l'Aar au S d'Eggiwyl. En effet, peu en amont de cette localité, l'erratique local se rencontre seul et la répartition des grès du Hohgant permet de reconnaître que ce glacier de l'Emme devait s'élever au Breitmoos jusqu'au niveau de 1020 m., sa limite du côté de l'E coïncidant avec la ligne de faîte qui sépare les vallées de l'Emme et du Röthenbach.

Lorsque le glacier de l'Aar en décrue n'a plus pu franchir la ligne de hauteurs qui sépare la vallée de l'Aar du bassin de l'Emme, la langue de ce glacier qui occupait cette dernière région, détachée de son amorce, a été transformée en une masse immobile, incapable d'édifier des moraines frontales, qui a diminué progressivement de volume. Le glacier de l'Emme a profité de cette réduction du glacier principal pour pousser son front jusqu'au N d'Eggiwyl, et semble avoir déposé près de Moosegg deux moraines en arc de cercle qui contiennent des cailloux de Mollasse et de Nagelfluh avec, en quantité plus faible, des grès du Hohgant, des calcaires alpins, des granites et des gneiss. Pourtant l'origine de ces dépôts n'est pas certaine et la limite septentrionale de l'extension incontestable du glacier de l'Emme doit être fixée au Breitmoos. Ce plateau porte trois moraines frontales concentriques dont la mieux conservée est la plus interne ; celle-ci, qui dans toute sa partie occidentale se

décompose en deux talus distincts, est formée par un amas argileux dans lequel sont noyés des blocs anguleux de grès du Hohgant avec quelques calcaires alpins.

Cet erratique, qu'on ne peut attribuer qu'à un glacier local, se superpose dans le ravin de l'Obere Breitmoosalp à de l'erratique du glacier de l'Aar, montrant ainsi que le glacier de l'Emme a poussé en avant après le retrait du glacier de l'Aar.

En arrière de ces moraines frontales, le plateau marécageux qui s'étend de Breitmoosalp à Steinmoos est semé de blocs de grès du Hohgant et tapissé par de la moraine de fond ; en outre, le flanc de la montagne vers l'W porte les traces incontestables d'une moraine latérale qui se suit facilement au-dessus de la route entre Steinmoos et Junkeren. Cette moraine, qui reste d'ailleurs bien en dessous de la limite supérieure de la moraine de fond, renferme une proportion remarquablement forte de calcaires alpins en gros blocs avec une quantité plus faible de grès du Flysch, de granits de Habkern et de grès du Hohgant.

Dans le bassin supérieur de l'Emme, M. Antennen a relevé tout un réseau de moraines frontales et latérales qui indiquent ici la présence à un moment donné de plusieurs glaciers locaux distincts ; il n'a par contre rencontré nulle part dans cette vallée de l'erratique qu'il put attribuer avec certitude au glacier de la Reuss.

Il ressort de ce qui précède que l'Emmenthal a d'abord été couvert jusqu'au niveau de 1300 m. par le glacier du Rhône auquel s'adjoignaient successivement les glaciers de l'Aar et de l'Emme. Après le retrait du glacier du Rhône, c'est celui de l'Aar qui a occupé la même région jusqu'à l'altitude de 1000 m. Enfin, ce glacier ayant abandonné à son tour l'Emmenthal, le glacier de l'Emme a poussé en avant en tout cas jusqu'au Breitmoos, peut-être jusqu'au N d'Eggiwyl. Des phénomènes analogues se sont produits dans le bassin de la Sarine, ainsi que dans celui de la petite Emme et l'on peut admettre que d'une façon générale les glaciers préalpins ont profité du recul des grands glaciers pour s'étendre en avant vers le N.

Lors de la construction d'un nouveau bâtiment d'école à la Rüti près de Zollikofen, M. E. KISSLING¹ a constaté sous une couche de sable et d'argile à cailloux striés, une zone

¹ E. KISSLING. Lehmerölle im fluvioglacialen Sand. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern.* Jahrg. 1901, p. 98-105.

de marne sableuse contenant par centaines des cailloux roulés de limon ayant de 1 à 15 cm. de diamètre et dont la forme est tantôt sphérique, tantôt aplatie ou discoïdale, tantôt fusiforme. Ces fragments roulés sont formés de la même argile qui constitue les lits intercalés dans le sable et sont entourés d'une mince couche gréseuse. Ils sont évidemment dûs à l'action d'une eau courante qui, après avoir détaché des morceaux plus ou moins grands des lits argileux voisins, les a roulés pour les déposer un peu plus loin, comme cela se passe fréquemment de nos jours.

La partie la plus importante de l'étude qu'a faite M. J. WEBER¹ des **environs du lac de Pfäffikon** est consacrée aux formations pleistocènes de cette région, qui comprennent les alluvions de la vallée de l'Aa, les dépôts morainiques qui se superposent aux précédentes, et les moraines et les graviers qui couvrent la région de Bäretswil, d'Adetswil et de Hittnau et qui remontent jusqu'à un niveau très supérieur à celui qu'atteignent les autres formations quaternaires.

Les alluvions de l'Aa, stratifiées horizontalement, sont tantôt solidement cimentées, tantôt mal agglutinées ; elles sont visibles sur les deux flancs de la vallée de Ober Uster à Aathal, sur le flanc droit seulement entre Aathal et Unter Medikon ; leur surface est à 20 m. environ au-dessus du niveau actuel de la vallée et leur épaisseur paraît être de 10 à 15 m. ; en divers points on les voit supporter de la moraine de fond bien caractérisée. Il existe en dehors de la vallée deux gisements qui paraissent se rattacher à ce même système d'alluvions, l'un se trouve sur la route de Ober Uster à Ottenhausen au N de la vallée, l'autre au S entre Ober Giebel et Homberg.

A l'E de la dépression du lac de Pfäffikon, la région plus élevée qui s'étend du Kemptenerwald et du Diesenwaltsberg vers le N et le NW est couverte de formations fluvio-glaçiaires, parmi lesquelles la moraine de fond occupe la plus grande surface. Cette dernière, dans laquelle les cailloux prédominent en général sur l'argile, a une épaisseur variable qui peut aller jusqu'à 10 m. Elle prend un grand développement autour de Bäretswil, d'Adetswil et de Hittnau, et remonte jusqu'à 770 m. sur le flanc du Diesenwaltsberg, jusqu'à 845 m. au N d'Adetswil.

Entre Bäretswil et Schürli une belle terrasse presque hori-

¹ J. WEBER. Beiträge zur Geologie der Umgebung des Pfäffikersee. *Mittheil. der naturwiss. Gesell. in Winterthur*, 1900-1901.

zontale et dont les graviers sont bien stratifiés, repose sur la moraine de fond. Les cailloux y sont en proportion notablement plus forte vers l'W que vers l'E, et l'auteur, adoptant une opinion de M. Heim, considère ces alluvions comme déposées là par un torrent sorti d'un glacier et ayant coulé de l'E à l'W. Sur cette terrasse reposent de nouvelles moraines, dont l'une, qui forme à l'W de Bäretswil la colline de Bühl, est stratifiée à la base, tandis que toute sa partie supérieure est formée de matériaux anguleux non stratifiés et souvent striés. Des dépôts fluvio-glaciaires analogues à ceux de Bäretswil se retrouvent au NE de Ober Hittnau et dans les environs de Nieder Dürstelen.

Sur les deux versants de la dépression de Pfäffikon et dans les environs de Wetzikon, Heussberg, Sulzbach, etc.,... les formations glaciaires forment une couverture continue et donnent naissance à un paysage drumlinique classique. Les drumlins, allongés du SE au NW, se suivent en séries plus ou moins prolongées parallèles les unes aux autres. Ils sont tous formés d'argile pas du tout ou très imparfaitement stratifiée avec des blocs de dimensions très diverses et en quantité très variable mais toujours en grande partie striés. Entre les drumlins la moraine de fond forme des dépressions peu accusées, dans lesquelles se logent des marais ou des tourbières. En quelques endroits des dépôts de graviers, plus ou moins bien stratifiés et souvent peu distincts de la moraine, peuvent être considérés comme accumulés par les eaux glaciaires ; tel est le cas des graviers de Ober Medikon, de Robank et de Rebacker.

La dépression du lac de Pfäffikon doit être envisagée comme une vallée d'érosion barrée par des matériaux morainiques. Ce barrage consiste en trois moraines frontales qui se suivent à de faibles intervalles du S au N ; la première traverse la vallée un peu au NW des maisons de Speck, la seconde s'étend en arc de cercle de Brandrüti à la ruine au S de Speck, la troisième forme les collines de Höchweid et de Schanz à l'W de Pfäffikon. Ces moraines ont été partiellement remaniées par l'émissaire du glacier, qui a en particulier détruit toute la portion orientale de la seconde d'entre elles et a répandu au N de Pfäffikon une abondante quantité d'alluvions. Il paraît du reste évident que ce barrage morainique n'aurait pas suffi à donner au lac de Pfäffikon la profondeur qu'il possède et il faut faire intervenir ici ou bien un affaissement local, ou bien un affouillement de la Mollasse par le glacier.

Les graviers très nettement stratifiés en couches horizontales et surtout en couches inclinées qui affleurent près de Robenhausen au S du lac paraissent avoir été déposés directement par le glacier et doivent probablement être assimilés aux Asars.

M. C. REHSTEINER¹ a rendu compte de tout ce qui a été fait dans le canton de Saint-Gall pour la conservation des blocs erratiques. La Société d'histoire naturelle a acquis 175 spécimens, dont 147 sont restés en place, tandis que 28 ont été transportés au Stadtpark de Saint-Gall. L'auteur donne la liste complète de ces blocs avec leur situation exacte, leur caractère pétrographique, leurs dimensions et leur provenance probable.

M. BR. MŒBUS² a entrepris une étude détaillée du glacier pleistocène de l'Oglio qui, descendant du Monte Gavia, du Monte Tonale et du massif de l'Adamello, remplissait le Val Camonica et s'étendait jusqu'au S du lac actuel d'Iseo avec une longueur de plus de 100 km. et une largeur de 10 à 15 km.

Les moraines frontales de ce glacier forment entre Iseo et le Monte Orfano un vaste amphithéâtre de 12 km. de longueur sur 10 de largeur, comprenant sept chaînes concentriques de moraines, dont deux appartiennent à la première glaciation, les cinq autres à la deuxième. Des deux moraines de la première glaciation la plus interne s'étend de Monticello-Brusati par Passirano, Cazzago et Villa, jusqu'à Zocco di Sopra. La seconde n'est bien conservée qu'au NW de Rovato où elle forme un talus peu marqué parallèle à la crête du Monte Orfano. Toutes deux se distinguent des moraines internes par leur relief peu accentué, leur décomposition avancée et leur cimentation bien accusée (Feretto). Vers le S elles passent à des dépôts fluvio-glaciaires, puis à de véritables alluvions.

Les moraines terminales de la deuxième glaciation se succèdent de l'intérieur à l'extérieur suivant les lignes suivantes :

1^o Clusane-Iseo.

2^o Colombaro, Timoline, Provaglio (moraine très bien conservée).

¹ C. REHSTEINER. Unsere erratischen Blöcke. *Ber. über die Thätigkeit der St.-Gall. naturwiss. Gesell.*, 1900-1901, p. 138-168.

² BR. MŒBUS. Der diluviale Ogliogletscher. *Mitth. der naturf. Gesell. Bern. Jahrg.* 1901, p. 44-66.

- 3^o Monte Alto, Grumi, La Chiusa.
- 4^o Nigoline, Borgonato, Fontane.
- 5^o Adro, Erbusco, Bornato, Sergnana (très belle moraine).

Il existe en outre au S de Borgonato les restes d'une moraine médiane dirigée N-S, et deux moraines latérales sont partiellement conservées, dont l'une suit à peu près la route d'Iseo à Sergnana, et dont l'autre s'étend de Clusane à Adro le long du Monte Alto.

Les alluvions correspondant à la dernière glaciation forment des deux côtés de l'Oglio, à 35 m. environ au-dessus de la rivière, des terrasses fort belles qui se prolongent jusqu'au S de Pontoglio.

Dans la région de l'amphithéâtre, c'est la moraine de fond qui prédomine ; il s'y mêle des dépôts fluvio-glaciaires et des argiles, mais les formations alluviales sont plus abondantes vers l'W de la région morainique.

Au S du lac d'Iseo, le flanc de la vallée est couvert jusqu'à une altitude de 700 m. par des cailloutis glaciaires, sur lesquels se superposent les moraines de Pianissi-Palazzina et de Palazzina-Invino. Le glacier a probablement atteint pendant sa plus grande extension la ligne de faîte et une partie des matériaux qu'il transportait a dû tomber dans le Val Foina. Des superpositions analogues de moraines latérales sur le cailloutis glaciaire se retrouvent entre Sulzano et Marone et dans l'Isola. La moraine de fond est très développée au-dessus de Marone et dans les environs de Pisogne.

Le flanc NW de la vallée est également couvert sur de grands espaces par la moraine de fond en particulier près de Pianico, où M. Baltzer a découvert des dépôts interglaciaires à flore de climat pontique, dans la région de Solto où le cailloutis est recouvert par plusieurs moraines latérales, dans la vallée de Fonteno, près de Parzanica, dans le Val Vigolo, au-dessus de Predore et dans le Val Adrara.

Dans le Val Camonica en amont du lac d'Iseo, on trouve soit des cailloutis de la moraine profonde, soit des tronçons de moraines latérales, mais il n'y existe aucun indice de moraine frontale. Les mamelons drumliniques sont très abondants sur les deux versants de la vallée et par places les roches sont superbement polies et striées.

Au-dessus de Beno la limite supérieure de l'erratique est à 1700 m., soit à 1400 m. au-dessus du seuil de la vallée, puis elle s'abaisse assez rapidement, et au-dessus d'Iseo elle ne dépasse pas 650 m.

Parmi les éléments erratiques transportés par le glacier de l'Oglio les plus abondants sont le granite de l'Adamello, les gneiss à séricite, les quartzites micacés, les quartzporphyres, les calcaires du Lias, les grès et les conglomérats du Trias, les calcaires rhétiens et les corgneules. A ces roches se mêlent en quantité beaucoup plus faible des diorites, des amphibolites, de la majolica, des marbres blancs, des schistes siliceux du Jurassique moyen et supérieur, etc....

Des dépôts interglaciaires ont été découverts à Pianico, à l'W de Sarnico, à Vidongo, dans le Val Foresto et dans le Val Cavallina.

Si l'on fait abstraction d'une première glaciation possible, à laquelle correspondraient les alluvions de Montecchio, le glacier de l'Oglio a marqué une grande crue à laquelle appartiennent la moraine de fond inférieure de Pianico, les moraines de Castro et Grone, les moraines latérales supérieures de la rive droite du lac et les deux moraines terminales externes de l'amphithéâtre d'Iseo. Ensuite il a dû se retirer fort loin dans l'intérieur des chaînes et un climat doux s'est établi, comme l'attestent les restes de *Rhododendron ponticum*, de *Rhinoceros Merckii*, et d'*Elephas meridionalis* découverts à Pianico et ailleurs. Puis le glacier a dessiné une nouvelle crue presque aussi importante que la précédente, et a poussé ses moraines frontales jusqu'à la ligne Adro-Bornato-Cazzago. Enfin il s'est retiré d'abord lentement, en déposant successivement les quatre moraines terminales de l'amphithéâtre d'Iseo, puis beaucoup plus rapidement, comme le montre l'absence de moraines frontales dans le Val Camonica.

Morphologie et Hydrographie quaternaires. — M. E. BRÜCKNER¹, se basant sur un grand nombre d'observations, admet que, avant la première glaciation, une vaste plaine formée par dénudation devait s'étendre des Alpes au Jura avec une faible inclinaison vers ce dernier. C'est sur cette plaine, dont les massifs du Napf, du Hörnli et du Gibloux dépassaient seuls le niveau, que s'est déposé le Deckenschotter. L'inclinaison de cette plaine subalpine s'est conservée jusqu'à nos jours, et à ce propos l'auteur montre que les terrasses à inclinaison inverse des bords du lac de Zürich ont un plongement qui correspond exactement à la compo-

¹ E. BRÜCKNER. Morphologie du Plateau suisse et du Jura. *C. R. des travaux Soc. helv. des sc. nat.*, 1902, p. 102-104, et *Archives Genève*, t. XIV, p. 475. Voir aussi *Eclogæ*, vol. VII, p. .

sante du plongement de la Mollasse sous-jacente qui tombe dans le plan axial de la vallée. M. Äppli a été induit ici en erreur par le fait qu'il a tenu compte seulement du plongement de la Mollasse dans la direction perpendiculaire à l'axe des plis. Les terrasses en question sont des terrasses de dénudation conformes aux couches de la Mollasse.

Modifiant ensuite la conception émise par M. Heim, l'auteur admet qu'un affaissement du massif alpin a dû se produire immédiatement après le plissement, soit au début du Pliocène ; ensuite l'érosion ayant provoqué une diminution de masse considérable des Alpes un nouvel exhaussement a dû avoir lieu.

Dans une seconde notice consacrée à la **morphologie du Jura**, M. E. BRÜCKNER¹ rappelle tout d'abord la classification des états morphologiques établis par M. W.-M. Davis qui distingue : 1^o l'état de jeunesse dans lequel les formes sont encore étroitement dépendantes de la tectonique et l'œuvre de l'érosion n'est qu'ébauchée ; 2^o l'état de maturité dans lequel les grandes vallées sont déjà creusées et les principaux cours d'eau ont atteint leur profil d'équilibre, mais où les crêtes n'ont subi encore qu'une faible dénudation ; 3^o l'état de sénilité où le relief tectonique a été effacé par le travail continu de l'érosion et de la désagrégation, et où les vallées ne sont plus séparées que par de larges dos plats. Cet état amène finalement à la pénéplaine, dont la surface n'est plus que faiblement ondulée.

Passant ensuite à la morphologie du Jura, l'auteur montre que le Jura tabulaire doit être considéré comme une plaine de dénudation, malgré l'horizontalité de ses formations constituantes, parce que les failles qui le traversent ne sont marquées par aucune dénivellation. Quant au Jura plissé, il forme sur toute la bordure SE, ainsi que dans la région du Lomont, du Clos du Doubs et des cluses bernoises, des chaînes anticlinales bien accusées, tandis que dans les Franches Montagnes et une partie du Jura neuchâtelois et vaudois les couches sont bien plissées en anticlinaux et synclinaux, mais ces plis sont abrasés et la surface du sol, à peine ondulée, prend la forme d'une pénéplaine de dénudation. La transition de la première morphologie à la seconde est du reste graduelle ; le Mont Damin et la Tête de Rang

¹ E. BRÜCKNER. Notice préliminaire sur la morphologie du Jura suisse et français. *Archives Genève*, t. XIV, p. 633-642.

représentent clairement des voûtes tronquées par une surface oblique plongeant de 5° à 6° vers le NW et se raccordant avec la surface de la pénéplaine ; même la chaîne du Chasseral est tronquée du côté NW par une surface de dénudation semblable qui plonge cette fois de 15° à 18°. Ainsi la pénéplaine des Franches Montagnes se continue dans les chaînes jurassiennes, mais ici elle est disloquée, inclinée et en partie replissée.

Il faut donc admettre que le Jura a passé par deux phases de plissement séparées par une période de repos et de dénudation. Le plissement primaire date de la fin du Miocène, tandis que la phase de dénudation et la dislocation secondaire qui l'a suivie doivent être d'âge pliocène. Cette dernière dislocation doit avoir consisté non seulement dans un replissement des chaînes jurassiennes, mais aussi dans un soulèvement général de toute la région du Jura, car on ne pourrait expliquer autrement le caractère juvénile de plusieurs des vallées (Doubs, Saint-Imier, Ain), qui traversent cette topographie d'un type tout à fait sénile.

D'autre part, la présence de galets provenant du bassin du Rhône et des Alpes centrales dans les alluvions pliocènes, qui du Sundgau s'étendent en avant du Jura jusque dans les vallées de la Saône et du Vignon, semble démontrer que le Jura a dû pendant une partie du Pliocène faire partie intégrante de la pénéplaine subalpine, de telle façon que le transport des graviers alpins pouvait se faire sans obstacle par dessus sa surface. Ainsi le soulèvement définitif du Jura doit se placer entre le dépôt des alluvions du Sundgau et celui du Deckenschotter.

M. Th. BIELER¹, reprenant la discussion de la thèse de Morlot suivant laquelle les lacs de Genève et de Neuchâtel auraient formé à un moment donné un seul grand bassin en forme de T, a montré que les hautes terrasses franchement lémaniques ne s'élèvent pas à plus de 30 m. au-dessus du niveau actuel du lac. Au delà de cette altitude, les terrasses existantes se sont formées dans des lacs de barrage latéraux au glacier du Rhône ; ainsi à ChamblanDES et à Montriond le Crêt, à 42 m. au-dessus du lac, se trouvent des alluvions dont les strates sont nettement inclinées du S au N, soit dans une direction justement opposée à celle de l'inclinaison

¹ TH. BIELER. Le Léman et le lac de Neuchâtel ont-ils été soudés autrefois aux temps postglaciaires de façon à former un bassin unique ? *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.* C. R. de la séance du 2 juil. 1902.

d'alluvions lémaniques. D'autre part les terrasses de Thonon, qui sont caractérisées par l'inclusion de gros blocs erratiques et par leur surface très inégale, font l'impression d'un alluvionnement formé graduellement par la Dranse au bord du glacier qui se retirait ; elles ne représentent pas des terrasses lacustres du Léman. Enfin les terrasses de la Veveyse paraissent être des alluvions terrigènes, déposées elles aussi dans un lac de barrage latéral au glacier. Ainsi il paraît démontré que le niveau du lac de Genève n'a jamais dépassé de plus de 30 m. son niveau actuel et qu'il n'a par conséquent pas pu se former la grande nappe d'eau continue du Fort de l'Ecluse à Wangen que supposaient Morlot et d'autres après lui.

M. A. BALTZER¹, à la suite de nouvelles recherches dans le bassin du lac d'Iseo, a reconnu d'une façon certaine l'**inclinaison inverse des moraines latérales** sur le flanc SE de la vallée entre le Redondone et la Punta del Orso. De même les terrasses qui s'échelonnent sur le versant NW depuis les bords du lac (185 m.) jusqu'à 1000 m. sont inclinées vers l'amont. Ces observations confirment l'hypothèse d'après laquelle la formation du lac d'Iseo serait due à un affaissement transversal à l'axe de la vallée.

Autour du bras de Lecco du lac de Côme, l'inclinaison des terrasses est nettement inverse et comme la profondeur du lac augmente progressivement de Lecco à Bellagio, il paraît y avoir une corrélation entre l'abaissement du fond du lac et la marche rétrograde des terrasses. Ainsi le lac de Côme comme celui d'Iseo, semble devoir son origine à des déformations tectoniques du sol et à un affaissement local transversal à la direction de sa vallée.

Faunes quaternaires. — Grâce à de nouvelles recherches entreprises par M. le Dr Nuesch dans la grotte de Thayngen, des débris plus ou moins calcinés de divers animaux, restes des repas des populations de l'époque magdalénienne qui habitaient cette station, y ont été découverts. M. Th. STUDER², auquel ces ossements ont été communiqués, a pu y reconnaître les espèces suivantes : le lion, le chat sauvage

¹ A. BALTZER: Zur Entstehung des Iseosee- und des Comerseebeckens. *Centralblatt. f. Min. Geol. u. Pal.*, 1902, p. 323-331.

² TH. STUDER. Les ossements trouvés dans la grotte de Thayngen. *C. R. des travaux Soc. helv. des sc. nat.*, 1902, p. 167, et *Archives Genève*, t. XIV, p. 540-543.

des steppes sibériennes, le lynx, le loup, le renard bleu, le renard vulgaire, le glouton, la marte, la loutre, l'ours, la musaraigne, le lièvre alpin, le lièvre commun, la marmotte, le souslik, le pall, le hamster, le mulot, le campagnole des neiges, le lemming à collier, le loir, le castor, le mammouth, le rhinocéros tichorhinus, le cheval, l'âne sauvage, le cerf, le chamois, le bouquetin, le bœuf primitif, le bison, puis plusieurs oiseaux, parmi lesquels *Lagopus albus* et *Lag. alpinus*. Ce qui frappe ici c'est la réunion d'animaux qui ne se trouvent généralement pas ensemble, les uns, comme le mammouth, le rhinocéros, le renard bleu et surtout le lemming à collier, appartenant à la faune des toundras glaciales, les autres comme le souslik, le hamster, l'âne et le cheval appartenant à la faune des steppes, d'autres enfin, comme le cerf, le bison, le bœuf, la marte, le loir, appartenant à la faune des forêts. Ce mélange s'explique puisqu'il a été créé par l'homme chasseur, surtout si l'on admet que près des glaciers retirés depuis peu se trouvaient de véritables toundras peu étendues, tandis qu'un peu plus loin s'étaient déjà formées de véritables steppes et que dans les parties abritées avaient dû s'établir des forêts importantes.

M. E. KISSLING¹ a signalé la découverte d'ossements de marmottes dans des graviers fluvio-glaciaires près de Krauchthal (environs de Berne). D'autre part, un véritable terrier, au fond duquel gisaient deux squelettes de marmottes a été mis au jour lors de l'établissement de la ligne Berthoud-Thoune au S de Biglen dans une ancienne moraine du glacier de l'Aar. Enfin, d'autres ossements du même animal ont été trouvés récemment à l'extrémité orientale du Jensberg dans des alluvions fluvio-glaciaires, ainsi que sur l'emplacement de la nouvelle route forestière Spitalheimberg Schnittweier.

M. TH. STINGELIN² a décrit en détail un crâne d'*Elephas primigenius* qui a été découvert en 1901 au pied de la Hardegg près d'Olten et qui a été déposé au musée de cette ville. Ce crâne est avec celui de Niederweningen, qui appartient au musée de Zurich, le mieux conservé de ceux qui ont été trouvés en Suisse. Il était inclus dans un amas de

¹ E. KISSLING. Weitere Funde von Arctomysresten aus dem bernischen Diluvium. *Mittheil. der naturf. Gesell. Bern*, 1901, p. 103-105.

² H. STINGELIN. Ueber ein im Museum zu Olten aufgestelltes Kranium von *Elephas primigenius*. *Mém. Soc. pal. suisse*, vol. XXIX, 1902.

graviers, de sable et d'argile qui comblait une sorte de fossé peu profond creusé dans le Malm et qui était supporté par une couche d'alluvion appartenant au système des Basses Terrasses.

M. H. WEGELIN¹ a signalé la découverte près de Diessenhofen dans les alluvions de la troisième glaciation de trois vertèbres cervicales d'un petit cheval, qui paraît appartenir à la même race connue déjà du Schweizershild et de Thayngen.

Le même auteur a signalé d'autre part la découverte d'un bois complet, d'un crâne et de diverses parties du squelette de *Cervus elaphus* faite dans la craie lacustre sous-jacente à la tourbe entre Morischwang et Hernzikon (Thurgovie). La craie renferme d'autre part des Limnées, Valvata, Planorbis et Pisidium.

Enfin, M. Wegelin a récolté dans l'argile quaternaire de Moos entre Langdorf et Felben (Thurgovie) 26 espèces de Gastéropodes continentaux ou d'eau douce et 2 espèces de Lamellibranches, qui appartiennent toutes à des formes actuellement vivantes. Des gisements analogues se retrouvent près de Weinfelden et d'Andeldingen.

Objets travaillés préhistoriques. — M. BODMER-BEDER² a entrepris une étude pétrographique des divers matériaux qui ont servi aux populations des palafites pour la fabrication de leurs instruments, dans le but de déterminer l'origine de ces matériaux. Son examen a porté spécialement sur des échantillons provenant des stations lacustres des lacs de Biel, de Neuchâtel, de Morat, de Constance et de Zurich. Les matériaux étudiés, classés pétrographiquement, se répartissent comme suit :

1° Les néphrites compactes ont été fréquemment employées et se trouvent parmi les matériaux travaillés des stations de Zug et de Cham, de Maurach, Eschenz et Mammern au bord du lac de Constance, de Lüscherz et Gerlafingen sur le lac de Biel, de Fond sur le lac de Neuchâtel. Ces roches sont formées par un agrégat de fibres microscopiques d'amphibole néphritique au milieu duquel se déta-

¹ H. WEGELIN. Kleinere Mittheilungen. *Mittheil. der thurgau. naturf. Gesell.*, H. 15, p. 58.

² A. BODMER-BEDER. Petrographische Untersuchungen von Steinwerkzeugen und ihrer Rohmaterialien aus schweizerischen Pfahlbaustätten. *N. Jahrb. f. Min. Geol. und Pal.*, Beilage, B. XVI, p. 165-198, 1902.

chent des cristaux de trémolite ; elles rappellent exactement les néphrites du massif du Gothard d'où elles ont été probablement transportées sur la plaine suisse par les glaciers.

2^o Les jadéites compactes existent en petite quantité parmi les objets travaillés des stations de Zurich (Bauschanze), de Mörigen et de Gerlafingen ; on les retrouve d'autre part dans le matériel erratique des lacs de Genève, Neuchâtel et Biennie. Ce sont des roches vertes, translucides aux arêtes, formées essentiellement de petits cristaux de jadéite, avec une structure cataclastique très développée. Quoiqu'aucune roche semblable ne soit connue jusqu'ici en place dans les Alpes suisses, il paraît probable que ces jadéites ont dû exister dans les massifs de l'Allalin, du Görnergrat et du Mont Rose en connection avec les amphibolites serpentineuses et les schistes à glaucophane qui s'y trouvent encore actuellement.

3^o L'auteur réunit sous le nom de chloromélanites une série d'échantillons vert-foncé, compacts ou finement grenus, formés essentiellement de jadéite et d'amphibole. Deux haches provenant du lac de Biennie et de Mörigen, formées de chloromélanite typique, appartiennent à un type pétrographique qui se retrouve dans les dépôts fluvio-glaciaires du Rhône. Une hache du lac de Biennie, constituée par un agrégat très fin de jadéite et de hornblende, correspond comme composition et comme structure à certaines concrétions qu'on rencontre dans les granites et les syénites. Enfin on trouve sur les bords du lac de Biennie, comme matériel brut des fragments d'une roche massive, vert-foncé, formée d'amphibole, de jadéite, de diopside et de plagioclase avec très peu de quartz, qui rappelle beaucoup les apophyses filonniennes des formations gabbroïdes.

4^o Plusieurs objets récoltés sur les bords du lac de Zug sont confectionnés avec une serpentine toute semblable à celle qui affleure à la Gurschenalp sur le versant N du Gothard, et qui résulte de la serpentinitisation d'une Harzburgite typique traversée par le tunnel. Il existe en outre dans les stations palafitiques du lac de Biennie et d'Enggistein près de Biglen (Emmenthal) des serpentines, dont l'origine doit être cherchée dans la zone amphibolitique qui traverse les Alpes bernoises, le massif du Trift et les vallées d'Aletsch et de Lötsch.

5^o Sur les bords des lacs de Biennie et de Neuchâtel se trouvent en abondance des objets confectionnés avec des

gabbros plus ou moins décomposés, en général très riches en Saussurite, qui paraissent appartenir aux gabbros du massif du Mont Rose et de la vallée de Saas. Certaines Saussurites très compactes peuvent être facilement confondues avec des jadéites.

Il paraît donc probable que tous les matériaux utilisés par les populations néolithiques de Suisse pour la confection de leurs instruments proviennent des Alpes, quoique l'origine de beaucoup d'entre eux ne puisse pas être fixée avec certitude. Ce sont évidemment les glaciers qui ont opéré le transport de ces différentes roches de leur point d'origine jusque dans la région des lacs.

Populations préhistoriques. — Par suite de nouvelles fouilles entreprises à ChamblanDES près de Pully (Vaud), MM. SCHENCK¹ et NÆF ont mis au jour douze nouvelles tombes, semblables à celles déjà décrites de la même localité par Morel-Fatio et par le Dr Marcel. Ces sépultures, réunies par groupes de quatre à six, sont orientées de l'E à l'W ; elles sont formées uniformément de quatre dalles placées de champ en rectangle et sont couvertes par une pierre plate plus grande que les autres. Le mobilier funéraire accompagnant les corps comprend : 1^o des défenses de sanglier toutes percées aux deux extrémités, imbriquées, et disposées sur trois rangées de douze, de façon à former sur la poitrine une sorte de plastron ; 2^o des coquillages marins, d'origine méditerranéenne, qui paraissent avoir été portés autour du cou par les femmes ; 3^o de petites rondelles percées, taillées dans des coquillages ; 4^o des morceaux d'ocre jaune et rouge placés en général vers la tête et les mains. Dans une tombe on a trouvé des poteries grossières du type néolithique ; en outre, des restes de charbon et d'os calcinés, qui se sont rencontrés aussi bien dans les tombes que dans leur voisinage, semblent provenir de cérémonies religieuses. Ce mobilier funéraire est le même que celui qu'on rencontre dans les stations néolithiques de Concise et de Chevroux.

Les tombes fouillées par MM. Schenck et Næf renferment généralement deux squelettes couchés sur le côté gauche avec la face tournée vers le S ; les colonnes vertébrales sont recourbées, les jambes ramenées contre la poitrine et les bras repliés avec les mains réunies sur le cou ou la face.

¹ A. SCHENCK. Les sépultures et les populations préhistoriques de ChamblanDES. *Bull. Soc. vaud. des sc. nat.*, t. XXXVIII, p. 157-185.