

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 15 (1918-1920)
Heft: 3

Artikel: IVe partie, Stratigraphie et paléontologie
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-247576>

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>

sont visibles plus à l'W et c'est le complexe relativement plastique de l'Infracias qui a été cause de l'indépendance de forme des deux complexes superposés.

La faille de Lugano est certainement plus ancienne que les dislocations W-E qui ont affecté la région, comme le prouvent les formes différentes qu'ont prises ces dislocations à l'E et à l'W. La présence de galets de porphyres tout semblables à ceux de Lugano dans le Santonien de l'avant-pays de l'Alta Brianza parlerait en faveur d'un âge crétacique de la grande fracture. Quant à la phase de dislocation principale qui a affecté les environs de Lugano, il faut la placer à la fin des temps miocènes, en se basant sur le fait que du Trias à la Molasse il y a concordance des sédiments. Le fait est important, car il implique qu'à l'époque où se développèrent les nappes austro-alpines le territoire des Alpes lombardes n'avait subi encore aucun ridement, et pourtant il doit correspondre à la bordure méridionale des nappes austro-alpines supérieures.

M. Frauenfelder admet que, lorsque la poussée au N des nappes austro-alpines a été arrêtée par une résistance grandissante, les massifs de Permien et de Trias des Alpes lombardes se sont enfoncés dans la racine de ces nappes qu'ils ont culbutée, en même temps qu'eux-mêmes cédaient à la pression par des glissements le long de failles fortement redressées ; les masses jurassiques par contre se sont plissées comme sous l'effort de poussées N-S en se décollant de leur soubassement.

Ajoutons que la description de M. Frauenfelder est complétée par une carte au 1 : 50 000 et par plusieurs planches de coupes.

IV• PARTIE — STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE

MÉSOZOÏQUE

M. F. LEUTHARDT (83), qui, depuis de longues années, étudie les *flores fossiles du Keuper* des environs de Bâle, a publié récemment un tableau critique de toutes les espèces végétales recueillies jusqu'ici dans les trois gisements de Neue Welt, de Moderhalde et de Hemmiken, appartenant tous trois au niveau du Schilfsandstein, mais comportant des facies assez différents.

A propos du gisement de Neue Welt l'auteur rappelle qu'il est situé sur le cours de la Birse et que les couches y plongent de 45° environ vers l'W ; il expose les arguments qui permettent de placer avec certitude les couches à végétaux dans le Keuper moyen et plus spécialement à la partie supérieure de celui-ci, enfin il redonne en détail la série des couches qui comprend essentiellement des schistes argileux ou marneux, avec de minces bancs de grès et deux niveaux fossilifères avec débris végétaux.

Les espèces recueillies à Neue Welt sont :

- Equisetum arenaceum* Jæger, surtout commun dans le niveau inférieur et représenté en majeure partie par des débris de rhizomes.
- Equisetum platyodon* Heer, espèce la plus commune dans le niveau supérieur et représentée presque exclusivement par des rhizomes.
- Schizoneura meriani* Brong., dont quelques restes ont été trouvés dans le niveau inférieur.
- Gleichenites gracilis* Heer, espèce rare du niveau supérieur, où elle est représentée par des fleurs et des fruits.
- Merianopteris augusta* Heer, fougère la plus commune dans les deux niveaux.
- Pecopteris rutimeyeri* Heer, commune dans le niveau supérieur.
- Pecopteris latepinnata* Leuth. du niveau supérieur.
- Pecopteris reticulata* Leuth. du niveau inférieur.
- Pecopteris steinmulleri* Heer, plutôt rare dans les deux niveaux.
- Pecopteris geigiana* Heer (in Leuth.).
- Bernoullia helvetica* Heer, bien représentée surtout dans le niveau inférieur.
- Danæopsis marantacea* Presl. du niveau supérieur.
- Asterocarpus meriani* Brong. et *Tæniopteris angustifolia* Schenk., signalés par Heer, mais dont la présence à Neue Welt paraît très douteuse.
- Clathropteris reticulata* Kurr., surtout représentée dans le niveau supérieur.
- Camptopteris serrata* Kurr., des deux niveaux.
- Pterophyllum jægeri* Brong., commun dans les deux niveaux.
- Pterophyllum longifolium* Brong., extrêmement commun dans les deux niveaux, surtout vers leur base.
- Pterophyllum brevipenne* Kurr., moins commun que les deux précédents et qui représente peut-être de jeunes feuilles de *Pt. longifolium*.
- Pterophyllum greppini* Heer et *Pt. pulchellum* Heer ne paraissent pas être des espèces distinctes.
- Baiera furcata* Heer, espèce la plus caractéristique et la plus commune des couches de Neue Welt, où ses feuilles forment à elles seules de véritables lits.
- Voltzia heterophylla* Brong et *Widdringtonites keuperianus* Heer, rares tous les deux.
- Bambusium imhoffi* Heer, pauvrement représenté.

Le gisement de Moderhalde se trouve au SW de Pratteln ; il a été découvert à la fin du XVIII^e siècle à la suite de fouilles pour la recherche de charbon. Les schistes sont ici plus gréseux qu'à Neue Welt ; les fossiles y sont plus rares et moins bien conservés. L'affleurement est du reste très peu favorable. Les espèces qui ont pu être déterminées sont :

| | |
|---|------------------------------------|
| <i>Equisetum platyodon</i> Herr. | <i>Pterophyllum jægeri</i> Heer. |
| » <i>arenaceum</i> Jæger. | » <i>longifolium</i> Brong. |
| <i>Schizoneura meriani</i> Heer. | » <i>brevipenne</i> Kurr. |
| <i>Gleichenites gracilis</i> Heer. | <i>Widdringtonites keuperianus</i> |
| <i>Pecopteris steinmulleri</i> Heer. | Heer. |
| <i>Asterocarpus meriani</i> Heer. | <i>Voltzia heterophylla</i> Brong. |
| <i>Tæniopteris angustifolia</i> Schenk. | |

Le gisement de Hemmiken, situé sur le versant oriental du Farnsberg, est formé par des grès du niveau du Schilfsandstein, qui ont été longtemps exploités comme matériel de construction et qui alternent avec des couches marneuses. L'épaisseur de ce niveau, anormalement grande, dépasse ici 10 m. Grâce au facies gréseux l'état de conservation des fossiles végétaux est peu satisfaisant ; les espèces qui ont pu être déterminées sont :

| | |
|------------------------------------|---|
| <i>Equisetum arenaceum</i> Jæg. | <i>Camptopteris serrata</i> Kurr. |
| <i>Pecopteris rutimeyeri</i> Heer. | <i>Chlathropteris reticulata</i> Brong. |
| <i>Merianopteris augusta</i> Heer. | <i>Pterophyllum longifolium</i> Brong. |
| <i>Danæopsis marantacea</i> Presl. | |

M. ARN. HEIM (82) a terminé en 1916 la description des terrains crétaciques et jurassiques des **Chufirsten** et de la chaîne du **Mattstock**, qu'il avait limitée antérieurement au Crétacique supérieur et moyen.

Cette description commence cette fois avec l'Urgonien, qui prend des formes différentes dans la nappe du Mürtschen à la base des Churfirsten, dans le pli de Fli, dans la nappe du Säntis et dans le massif de l'Alvier.

Dans la nappe du Mürtschen les calcaires urgoniens commencent immédiatement au-dessus des couches de l'Alt-mann ; l'Urgonien inférieur ne dépasse pas 60 m. d'épaisseur ; l'Urgonien supérieur avec les couches à Orbitolines est puissant de 35 à 40 m., il contient une forte proportion de couches marno-calcaires ou marneuses et supporte les calcaires échinodermiques à *Rh. gibbsi*.

Dans le pli de Fli l'Urgonien est réduit à un gros banc calcaire épais de 35 m., dont l'âge précis ne peut pas être déterminé.

Dans la nappe du Säntis l'Urgonien inférieur, massif, augmente progressivement d'épaisseur du N au S, passant de 80 m. au N à 200 m. au S : le niveau des marnes à Orbitolines diminue au contraire d'épaisseur ; l'Urgonien supérieur, lité et riche en couches marneuses à Orbitolines dans le N, devient de plus en plus compact vers le S, en sorte que dans le Säntis méridional l'Urgonien forme une série calcaire massive de près de 300 m. d'épaisseur.

Dans les Churfisten le facies marneux de Drusberg gagne vers le haut au dépens de l'Urgonien inférieur ; l'Urgonien supérieur se termine par une zone très riche en huîtres, *Exog. ex. af. aquila*, et en polypiers, *Thamnastrea urgoniensis* ; il est très riche en Orbitolines, qui se concentrent dans certaines zones.

Dans l'Alvier le facies marneux de Drusberg a envahi tout l'Urgonien inférieur ; l'Urgonien supérieur conserve seul son facies typique et supporte directement les couches de Gams.

Parmi les espèces récoltées dans l'Urgonien plusieurs se trouvent à tous les niveaux de ce complexe ; ce sont ; *Requienia ammonia*, *Toucasia carinata*, *Agria neocomiensis* et *Serpula pilatana*. D'autres n'existent que dans l'Urgonien supérieur : *Exog. ex. af. aquila*, *Harpagodes pelagi*, *Zeilleria tamarindus*, *Ter. sella*, *Rhynch. parvirostris*, *Rh. gibbsi*, *Heteraster oblongus*, *H. couloni*, *Thamnastrea urgoniensis*, *Orbitolina conoidea*.

Quant à l'âge des calcaires urgoniens, M. Heim classe l'Urgonien inférieur avec les couches de Drusberg et de l'Altmann au niveau du Barrémien, l'Urgonien supérieur au niveau du Bedoulien et du Gargasien inférieur.

Les **Couches de Drusberg** sont représentées dans la nappe du Mürtschen par des calcaires finement spathiques et gréseux, gris, épais de 40 à 50 m., se terminant vers le haut par un banc d'huîtres avec *Exog. sinuata* et *Alectr. rectangularis*.

Dans la partie septentrionale de la nappe du Säntis on retrouve à peu près le même facies, puis, vers le S, il se développe de plus en plus des lits marneux et, entre eux des bancs de calcaires à rognons, en même temps que l'épaisseur augmente. Ces alternances marno-calcaires, caractérisées par des Spatangidés, se continuent jusque dans les Churfirsten et l'Alvier, avec cette différence qu'elles représentent une proportion toujours plus forte du Barrémien et atteignent finalement une épaisseur de 370 m.

Les couches de Drusberg, qui correspondent au Barrémien inférieur dans les zones de sédimentation septentrionales, envahissent donc tout le Barrémien supérieur vers le S. Ce phénomène correspond du reste à ce qui se passe dans la série des sédiments helvétiques plus à l'W. En même temps le facies néritique à ostracés des zones septentrionales passe à des sédiments de plus en plus bathiaux vers le S.

Les couches de l'Altmann forment dans toutes les zones de sédimentation des nappes helvétiques de la Suisse orientale une bande peu épaisse de couches glauconieuses, comprenant des calcaires, des marnes et des grès, dont le profil varie sensiblement d'un point à un autre et dont l'épaisseur oscille entre 2 et 15 m. On y trouve *Bel. jaculum* et des *Desmoceras* indéterminés. Ces couches sont reliées intimement aux couches de Drusberg avec lesquelles elles doivent être rangées dans le Barrémien inférieur. Elles ne sont séparées du Kieselkalk sous-jacent par aucune limite tranchée.

Le **Kieselkalk** conserve un facies assez uniforme de calcaires siliceux, riches en débris échinodermiques ; il varie surtout quant à son épaisseur. Celle-ci, qui est de 32 m. dans la nappe du Mürtschen, passe à 100 m. dans le N de la nappe du Säntis ; elle est de 250 m. dans les Churfirsten et atteint 600 m. dans l'Alvier. Des bancs glauconieux apparaissent à différents niveaux suivant les profils ; ces bancs ainsi que les calcaires échinodermiques sont de plus en plus nombreux vers le S ; en même temps le facies à ostracés tend à disparaître et les céphalopodes apparaissent. Dans la nappe du Säntis un niveau fossilifère assez riche a été découvert dans un banc de calcaire gris glauconieux, de 8 à 10 m. au-dessus de la limite inférieure du Kieselkalk, que M. Heim dénomme couche du Rahberg. Ce niveau contient *Haploc. grassei* d'Orb., *Astieria sayni* Kil., *Ast. astieri* d'Orb., *Bel. jaculum* et, en outre *Discoidea decorata* Desor avec différents Collyrites.

L'âge hauterivien du Kieselkalk ne peut faire aucun doute.

Pour l'étage inférieur du Crétacique M. Heim adopte la classification de M. Kilian, employant le nom d'**étage valen-disien** pour l'ensemble du Berriasien et du Valangien et divisant cet étage en trois zones paléontologiques.

La zone supérieure de cet étage comprend les couches à *Pygurus* et la couche de Gemsmättli. Les couches à *Pygurus* sont formées par un ensemble de calcaires échinodermiques brunâtres, de calcaires sableux et de grès, caractérisés par

Pygurus rostratus et *Janira atava*. Dans les zones septentrionales de sédimentation elles sont absentes ou peu développées ; elles prennent une épaisseur maximale dans les plis externes du Säntis, puis manquent de nouveau dans les plis internes pour reparaître dans les Churfirsten. La couche de Gemsmättli n'existe que dans les Churfirsten, où elle forme du reste un simple lit glauconieux pétri de fossiles, parmi lesquels *Hoplites neocomiensis* d'Orb., *Hoplites pseudo-pexiptychus* Baumb. sont les plus caractéristiques.

La limite entre les couches à *Pygurus* et le Kieselkalk, marquée par la disparition des apports détritiques, est très franche, mais doit probablement être attribuée à une simple omission de sédimentation sans émersion.

La partie moyenne de l'étage valendisien est formée par le calcaire valangien et les marnes valangiennes. Le calcaire valangien existe seul dans la nappe du Mürtschen, où il est représenté par 15 m. de calcaires échinodermiques brunâtres avec *Pecten cottaldinus*. Dans la nappe du Säntis les calcaires échinodermiques atteignent 60 m. d'épaisseur et au-dessous d'eux on voit apparaître les marnes valangiennes avec *Exog. couloni*, *Ter. moutoniana*, etc. Dans le corps de cette nappe le calcaire valangien subit une transformation en ce sens que les éléments échinodermiques vont en diminuant vers le S et que les calcaires deviennent ainsi compacts et vaseux. Cette dernière forme existe dans l'Alvier, où le calcaire valangien contient *Pygope diphya*, *Apt. didayi* et *Apt. seranonis*.

En résumé, le Valendisien moyen possède un faciès nérique dans les zones de sédimentation septentrionales (nappe du Mürtschen et partie N de la nappe du Säntis) ; vers le S les calcaires échinodermiques sont progressivement remplacés par des calcaires oolithiques et atteignent une épaisseur maximale dans la zone de Betlis, puis ils diminuent de nouveau rapidement d'épaisseur dans les Churfirsten, en même temps que se développe le faciès vaseux à *Pyg. diphya* et à *Aptychus*.

Les marnes valangiennes sont développées de façon très imparfaite dans la nappe du Mürtschen et les plis septentrionaux du Säntis ; elles ne prennent de l'importance que dans le troisième anticlinal de ce faisceau, où elles apparaissent sous forme de marnes brunes avec bancs calcaires remplis d'*Exogyra couloni*. Dans les Churfirsten les ostracés disparaissent et l'épaisseur des marnes diminue et plus loin vers le S la partie inférieure des marnes valangiennes est remplacée par des schistes à fucoides.

Le calcaire de l'Œhrli, qui forme la partie supérieure du Valendisien inférieur, est bien développé dans la nappe du Mürtschen au N et surtout au S du lac de Walenstadt sous la forme de calcaires compacts, gris, rappelant absolument l'Urgonien, très riches dans leur partie supérieure en Nérinées. On le retrouve dans tous les plis du Säntis, où il constitue une masse de calcaires compacts, en grande partie oolithiques, dans lesquels abondent les Nérinées, les Polypiers et les huîtres (*Alectr. rectangularis*). En général, la partie supérieure de ces calcaires est plus compacte et plus riche en Nérinées et Polypiers ; la partie inférieure est plus oolithique et spathique et contient surtout des ostracés.

Le calcaire de l'Œhrli, qui existe dans la série helvétique autochtone et parautochtone, atteint son maximum d'épaisseur (120 m.) dans la région septentrionale du Säntis ; de là il diminue rapidement vers le SE et perd son faciès purement calcaire par l'apparition de lits marneux. Ceux-ci prennent toujours plus d'importance et dans les Churfirsten le niveau de l'Œhrlikalk se confond dans les marnes de l'Œhrli.

Celles-ci ne forment dans la pointe de la nappe du Mürtschen qu'une zone épaisse de 35 m. au maximum de marnocalcaires schisteux gris à Foraminifères. Dans la région septentrionale du Säntis les marnes de l'Œhrli forment une série, épaisse d'environ 60 m., de marnes schisteuses brunâtres sans fossiles, vers le tiers supérieur de laquelle s'intercale un gros banc de calcaires échinodermiques. Dans la série des Churfirsten les marnes de l'Œhrli, qui sont recouvertes directement par les marnes valangiennes, subissent un amincissement local, puis elles enflent de nouveau et atteignent dans la zone de l'Alvier-Drusberg un maximum qui dépasse 400 m. Les fossiles sont rares à ce niveau. M. Heim cite : *Bel. jaculum* Phil., *Pecten cottaldinus* d'Orb., *P. arzieren-sis* de Lor., *Anatina agassizi* d'Orb., *Gervil. anceps* Desh., *Glossothyris hippopus* Römer, *Ter. acuta* Qu. qui se trouvent dans le faciès septentrional, *Exog. couloni* d'Orb., *P. euthymi* Pict. et des *Aptychus* qui caractérisent le faciès méridional.

En résumé, les marnes de l'Œhrli manquent dans l'autochtone et le parautochtone, où le Malm supporte directement le calcaire de l'Œhrli ; elles apparaissent dans la nappe du Mürtschen, atteignent un premier maximum, passent par un minimum dans les Churfirsten, puis prennent une épaisseur considérable dans la zone de l'Alvier-Drusberg, où elles se substituent au calcaire de l'Œhrli. Le faciès devient bathial vers le S.

M. Heim développe ici quelques considérations générales sur la série infracrétaïque helvétique. Il fait ressortir la frappante analogie de cette série avec celle du Jura par un tableau comparatif qu'on peut résumer comme suit :

| | Nappes helvétiques | Jura |
|-------------|---|--|
| Bedoulien | Schrattenkalk supérieur | Urgonien S. Perte du Rhône |
| Barrémien | Schrattenkalk inférieur Couches de Drusberg Couches de l'Altmann | Urgonien sup. Urgonien inf. |
| Hauterivien | Calcaires échinoderm. Kieselkalk Couches du Rahberg à <i>Ast. astieri</i> | Pierre jaune de Neuchâtel Couches marno-calcaires à <i>Tox. retusus</i> et <i>Pyg. mont-mollini</i> Marnes d'Hauterive |
| | Calcaires à <i>Pygurus rostratus</i> Niveau du Gemsmättli à <i>H. neocomiensis</i> | Marnes à Bryozoaires à <i>Sayn. verrucosum</i> |
| Valendisien | Calcaire valangien | Calcaire roux |
| | Marnes valanginiennes | Marnes d'Arzier |
| | Calcaires de l'Oehrli Marnes de l'Oehrli | Marbre bâtarde Marno-calcaires |

M. Heim constate en second lieu que, de l'autochtone à la zone de l'Alvier, l'épaisseur totale de la série infracrétaïque augmente de 120 m. à 1500-1600 m., l'augmentation comportant du reste des alternances de maxima et de minima.

Les calcaires néritiques de l'Oehrli, du Valangien et de l'Urgonien passent tous trois vers le S à des faciès bathyaux, tandis que les séries marneuses de l'Oehrli, du Valangien et du Drusberg prennent vers le S toujours plus d'importance. Ces faits correspondent à un approfondissement de la mer du N au S, les isopes étant dirigés pour chaque étage de l'WSW à l'ENE. Les sédiments des nappes helvétiques ont donc dû se déposer sur le bord septentrional de la Tethys.

La limite entre le Jurassique et le Crétacique n'est pas tranchée dans les nappes helvétiques ; il existe par contre des discontinuités sédimentaires : 1^o entre le calcaire de l'Œhrli et le Valangien, 2^o entre le Valangien et l'Hauterivien et 3^o à la limite supérieure de l'Urgonien.

En terminant son étude sur le Crétacique inférieur helvétique, M. Heim montre que, si l'on replace par la pensée ces sédiments dans leur position primitive, on obtient un ensemble sédimentaire tout à fait normal compris entre une bordure septentrionale correspondant à l'autochtone de la région de Vättis et de la haute vallée de la Linth et une bordure méridionale correspondant à la série du Flæscherberg. Ces deux bordures sont caractérisées par une transgression éocène.

Ensuite M. Heim aborde l'étude de la **série jurassique**, telle qu'elle existe dans la nappe du Mürtschen, dans la nappe intermédiaire de Walenstadt et au cœur de la nappe du Säntis, dans les Churfirsten et au Flæscherberg.

Au Kapfenberg au-dessus de Weesen affleure une masse importante de calcaire récifal, rappelant beaucoup l'Urgonien avec lequel il a été confondu, mais recouvrant directement le calcaire de Quinten, auquel il est relié par une transition progressive, et contenant *Ter. moravica* Glockner. Il ne peut s'agir que d'un facies récifal du Portlandien.

Dans la nappe du Mürtschen on peut suivre un passage graduel de ce facies récifal aux couches à ciment portlandiennes, qui sont déjà très bien développées au S du lac de Walenstadt, mais se terminent encore par une zone de calcaires en partie compacts, en partie échinodermiques, en partie remplis de polypiers et de nérinées (Troskalk).

Le Portlandien prend le facies des couches à ciment typiques dans la nappe du Säntis ; ce facies est particulièrement développé dans le massif de l'Alvier, où l'on peut distinguer un niveau inférieur, formé de bancs alternatifs de calcaires marneux et de calcaires compacts et qui contient des ammonites en grand nombre : *Per. lorioli* Zit., *Per. richteri* Zit., *Hopl. micracanthus* Op., avec des Brachiopodes : *Ter. bieskidensis* Zeuchner, *Ter. moravica* ; au-dessus de ces couches le Portlandien devient plus marneux et schisteux et ne contient pour ainsi dire plus de fossiles.

La limite entre le Portlandien et le Valendisien est nette dans les zones de sédimentation septentrionales, mais, à partir de l'Alvier, elle devient de moins en moins franche et est tracée par M. Heim bien différemment de ce qu'ont admis

les auteurs antérieurs. La limite inférieure des couches à ciment avec le calcaire de Quinten est en général très apparente, quoique le facies de Quinten réapparaisse à plusieurs reprises sous forme de bancs dans les couches à ciment inférieures.

En résumé le passage du facies récifal du Tithonique, tel qu'il existe dans la série autochtone et parautochtone, au facies vaseux qu'on rencontre dans la nappe du Säntis se fait dans la largeur de la nappe du Mürtschen. Dans la nappe du Säntis N les couches à ciment contiennent encore des interstratifications de calcaires échinodermiques, qui disparaissent vers le S.

Plus à l'W le facies des couches à ciment se retrouve dans la nappe de l'Axen, dans les plis couchés jurassiques à l'W d'Engelberg et jusque dans la nappe des Diablerets, où les marnes portlandiennes ont été attribuées à tort au Crétacique inférieur. Les lignes isopiques du Tithonique paraissent donc avoir une direction plus rapprochée de la ligne W-E que les lignes tectoniques.

En terminant ce chapitre M. Heim, après avoir rappelé les sens divers donnés au terme de Schistes de Palfries, montre que cette dénomination doit s'appliquer, pour conserver le sens que lui a donné son auteur, Escher de la Linth, à l'ensemble du complexe schisteux portlandien-berriasiens, qui sépare le calcaire de Quinten du calcaire valangien dans les zones de sédimentation méridionales.

Sous les calcaires à ciment apparaît le calcaire compact, en gros bancs, gris très foncé, contenant en général des silex et souvent aussi des débris échinodermiques disséminés ou concentrés en amas lenticulaires, connus sous le nom de **calcaire de Quinten**. Ce niveau existe déjà dans les nappes du Mürtschen et de Walenstadt. Dans la nappe du Säntis il a une épaisseur de 400-500 m. et est divisé en deux parties par une zone marneuse ; il passe progressivement à la base aux couches du Schilt, par une série d'alternances marno-calcaires. Le calcaire de Quinten tend à diminuer d'épaisseur vers le SE dans le massif de l'Alvier ; il est caractérisé en outre au Gonzen par le filon-couche bien connue d'hématite, qui se place à la base du niveau marneux de la partie moyenne. Au Flæscherberg il n'a plus que 230 m. d'épaisseur. Le calcaire de Quinten est extrêmement pauvre en fossiles ; on peut pourtant admettre qu'il représente le Séquanien, le Kimmeridgien et la partie inférieure du Portlandien. Ses sédiments correspondent vraisemblablement à un facies pélagique ; toutefois

la présence de débris échinodermiques et même de lentilles coralligènes dans la partie supérieure indique une profondeur d'eau peu considérable, qui a diminué progressivement. D'autre part il faut admettre que la mer suprajurassique s'approfondissait de la zone de sédimentation de la nappe du Säntis vers le S.

Les couches du Schilt varient notablement du N au S, soit quant à leur épaisseur, soit quant à leur facies. Au N, dans la nappe de Walenstadt et la partie N de celle du Säntis, elles comprennent surtout des calcaires vaseux, en bancs minces alternant avec des lits marneux, de couleur bleuâtre avec des taches jaunes, qui sont séparés en deux parties par une zone médiane franchement marneuse ; l'épaisseur est limitée à une quinzaine de mètres. Puis vers le S l'épaisseur augmente jusqu'à 50 m. ; en même temps le facies calcaire disparaît à la base et ce n'est que près de la limite supérieure de l'étage que l'on voit apparaître des bancs rappelant le Quintenkalk. Le passage à ce dernier se fait ainsi d'une façon progressive, tandis que la limite à la base des couches de Quinten est absolument tranchée et comporte une lacune stratigraphique.

La faune contenue dans les couches du Schilt comprend, entre autres :

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| Oppelia arolica Opp. | Neumayria callicera Opp. |
| » eucharis d'Orb. | Phylloc. tortisulcatum d'Orb. |
| » lophotus Op. | Lissoc. erato d'Orb. |
| » discus Qu. | Perioph. dunikowskyi Siem. |

elle est caractéristique de l'Argovien inférieur.

M. Heim commence sa description du Dogger par l'exposé de quelques profils locaux, puis il caractérise les différents niveaux de ce sous-système.

Sous les couches du Schilt apparaît un niveau presque constant malgré sa faible épaisseur (0,4-2 m.), caractérisé par l'abondance des oolithes ferrugineuses et comprenant soit des lits schisteux, soit des bancs de calcaires échinodermiques. Ces couches contiennent de nombreuses ammonites caractéristiques du Callovien inférieur : plusieurs *Macrocephalites*, *Sphaeroc. microstomum* d'Orb., *Per. aurigerus* Opp., *Per. plicatissimus* Loczy etc...

A Stad près de Walenstadt ce niveau ferrugineux est supporté par une mince zone de calcaires marneux, échinodermiques ou bréchoïdes alternant avec des argiles, qui contient *Oppelia fusca* et *Parkins. depressa*. Mais en général

ce niveau fait défaut et l'on trouve directement sous le calcaire ferrugineux callovien, ou même sous les couches du Schilt, le Bajocien. Celui-ci est représenté par un facies variable, tantôt des calcaires échinodermiques, tantôt des calcaires compacts, un peu marneux ; il contient en général d'assez nombreux Gastéropodes et Lamellibranches avec des ammonites dont : *Cosmoc. garanti*, *Parkins. radiata*, *Per. martiusi*, *Coeloc. humphriesi*.

On peut distinguer à ce niveau : une zone septentrionale comprenant les nappes inférieures et caractérisée par des calcaires échinodermiques épais de 2-10 m., une seconde zone qui apparaît aux environs de Walenstadt, où l'épaisseur atteint 60 m. et où les calcaires à silex prédominent, une troisième zone, dans laquelle l'épaisseur se réduit à 5 m., une quatrième zone, dans laquelle apparaissent des calcaires compacts, enfin une zone méridionale, qui se trouve au Flæscherberg et où prédominent de nouveau les brèches échinodermiques.

Au niveau de l'Aalénien on retrouve les mêmes variations de facies irrégulières. La forme de sédiment la plus répandue est celle de grès ferrugineux concrétionnés, mais ce facies est souvent remplacé en partie par des schistes noirs, ou par des calcaires échinodermiques ou par des grès quartzitiques, sans qu'on puisse suivre des niveaux lithologiques continus. Dans l'autochtone de Vättis l'Aalénien comprend de bas en haut : 7 m. de calcaires échinodermiques, 25 m. de schistes noirs et 12 m. de grès ferrugineux ; dans la nappe de Glaris les schistes opaliniens commencent dès la base de l'étage et supportent 24 m. de grès ferrugineux. Dans la nappe du Mürt-schen l'Aalénien est en majeure partie schisteux avec seulement un gros banc de calcaire échinodermique et quelques intercalations de grès ferrugineux dans la partie supérieure. Dans la nappe du Säntis (pentes des Churfirsten) c'est au contraire le facies échinodermique qui prédomine fortement, bordé en bas par des grès ferrugineux, en haut par des schistes gréseux et ocreux. Dans l'Alvier enfin ce sont les grès ferrugineux qui prennent la plus grande importance.

Il n'est pas certain que la limite lithologique des grès ferrugineux corresponde à un niveau constant et la limite inférieure est loin d'être franche partout, pourtant on peut admettre que la plus grande partie du complexe décrit ci-dessus correspond aux zones à *Lioc. opalinum* et à *Ludw. murchisonae*.

Le Lias n'apparaît guère que dans les environs de Bär-

schis, au-dessus du lac de Walenstadt; il se termine vers le haut par 50 m. de schistes calcaires, gris, grumeleux, qui supportent des schistes argileux, lustrés. Au-dessous de ce Lias schisteux se trouve une succession de calcaires, en grande partie gréseux, contenant des silex à la base, très pauvres en fossiles, mais ayant fourni pourtant quelques bélémnites (*B. paxillodus*) et des gryphées.

M. Heim termine sa description par quelques considérations générales sur la série jurassique. Il examine d'abord les lacunes stratigraphiques que celle-ci comporte et qui sont les suivantes :

1^o Entre le Trias et le Lias moyen, ou même l'Aalénien dans les zones de sédimentation helvétiques méridionales.

2^o Entre le Bajocien ou le Bathonien inférieur et le Callovien inférieur; cette lacune correspond certainement à des émersions et érosions locales.

3^o Entre le Callovien inférieur et les couches du Schilt; cette lacune paraît être le fait d'une simple omission sans émersion.

On trouve en outre des discontinuités sédimentaires locales à la limite supérieure des grès ferrugineux aaléniens et dans l'épaisseur des calcaires de Quinten.

La transgression, qui s'est poursuivie pendant toute la durée du Lias, y compris l'Aalénien, s'est faite du SE au NW.

En terminant, M. Heim développe quelques considérations générales sur la genèse des divers sédiments; il défend d'abord la thèse, énoncée par son père, de l'origine chimique d'un grand nombre de calcaires, considérés en général comme organogènes. Puis il distingue :

Les calcaires eu-organogènes, formés pour plus de 50 % d'éléments organiques; calcaires coralligènes de l'Oerli, calcaires lumachelliens, calcaires échinodermiques du Lias, du Dogger, du Valangien, de l'Hauterivien, de l'Urgonien, de l'Aptien, calcaires à nummulites et à lithothamnies.

Les calcaires héli-organogènes, dans lesquels les débris organiques, abondants, sont englobés dans une masse prédominante, finement calcitique, comme par exemple une grande partie des calcaires de l'Oerli, du Valangien, de l'Urgonien.

Les calcaires anorganiques, tels que les calcaires triasiques, le calcaire de Quinten, le calcaire bathyal du Valangien, le calcaire de Seewen.

Les calcaires impurs, plus ou moins riches en éléments sableux ou argileux.

A propos des sédiments terrigènes M. Heim fait remarquer la forte prédominance des facies vaseux sur les facies plus grossièrement détritiques qui n'existent que dans le Lias moyen, localement dans le Dogger et dans les couches à *Pygurus*. Il énumère les principaux niveaux glauconieux.

Enfin M. Heim consacre un dernier chapitre aux principales formations marines de minéraux; il décrit les différentes formes que peut prendre le carbonate de chaux, les dépôts de dolomie, d'ankérite et de ferrocalcite, les concrétions siliceuses, les cristallisations d'albite, les formes variées de la glauconie, les ooïdes de chamoisite et divers oxydes de fer.

M. ARN. HEIM (81) a d'autre part traité dans une notice spéciale la question des transgressions triasiques-jurassiques dans les régions alpines. Il confirme l'observation faite par M. W. Staub que la zone des Windgällen correspond à un ancien géanticinal triasique, vers lequel ont convergé les transgressions venant du N et du S.

Au Trias moyen ce géanticinal a été en grande partie couvert par la sédimentation lagunaire du Rötidolomit; au début du Lias il a émergé avec sa bordure septentrionale, tandis que sa bordure méridionale, s'enfonçant géosynclinalement, est devenue le siège d'une sédimentation active.

Puis est intervenue la transgression liasique, toute la région a été immergée à partir du Bajocien, et l'est restée presque constamment jusque dans les temps crétaciques.

TERTIAIRE

Nummulitique et Flysch.

Il existe au Küblibad, à l'W d'Interlaken et à Obere Hohlen au bord du lac de Thoune des gisements fossilifères de couches glauconieuses, intercalées entre les couches à *Num. complanata* et les grès du Hohgant. Ces couches ont été attribuées par M. P. Beck au Lutétien d'après des données paléontologiques discutables. Récemment M. H. MOLLET (88) a repris la question de l'âge exact de ce niveau et a soumis à une revision tous les fossiles appartenant au Musée de Berne qui en proviennent. Il a établi ainsi une liste d'espèces très différente de celle qu'a donnée M. Beck :

Flabellum appendiculatum
Brong.
Boussacia grandis Bell.
Cardium alpinulum M. E.
Cardita elegans Lam.
» *sulcata* Sol.
Pecten cf. escheri M. E.

Pecten thunensis M. E.
Spondylus bifrons Münster.
Chama sulcata Desh. (?)
Turritella gradatæformis
Schaueroth.
Rotularia spirulea Lam.
Teredo tournali Leym.

Parmi ces espèces *Bous. grandis*, *Card. alpinulum*, *P. thunensis* et *Tur. gradataeformis* parlent nettement en faveur d'un âge auversien. D'autre part, *Num. complanata* a été signalée à tort dans le niveau glauconieux de Küblibad.

Pour compléter son étude M. Mollet l'a poursuivie au nord du lac de Thoune. Là il a constaté d'abord que les mêmes schistes glauconieux et sableux qu'au Küblibad existent ; ils ont été désignés tantôt comme schistes à Pectinites, tantôt comme schistes du Hohgant et forment à la base des grès du Hohgant une zone très caractéristique, qui, au Hohgant, repose directement sur le Crétacique, tandis que, plus loin vers l'E, ils sont supportés par le calcaire à *Num. complanata*.

C'est par erreur que Kaufmann a cité *N. complanata* dans les schistes du Hohgant, qui contiennent *Boussacia grandis* et *Num. variolaria*, et sont certainement auversiens.

Ainsi les schistes du Hohgant et les couches glauconieuses du Küblibad représentent un seul et même niveau, qu'on peut suivre depuis le Pilate jusque dans le Suldtal et au Höchst et qui forme incontestablement la base de l'Auversien.

M. Mollet complète son exposé par un tableau stratigraphique des formations éocènes entre le Pilate et la vallée de la Kander.

M. M. LUGEON (87) a étudié le **Flysch de Habkern** et est arrivé aux conclusions suivantes :

Les écailles crétaciques englobées dans le Flysch supposées par M. P. Beck sont des intercalations stratigraphiques dans le Lutétien, qu'il ne faut pas confondre avec des débris supracrétaciques à Aptychus qui sont inclus dans le Flysch.

Les blocs exotiques du Flysch de Habkern sont des produits du démantellement de falaises peu éloignées.

Le Flysch du Niesen est tout à fait distinct de celui de Habkern, qui se retrouve par contre avec ses caractères typiques devant le front de la nappe des Diablerets dans le ravin du Culand et qui est séparé de lui par les nappes des Préalpes internes. Il est constitué par les produits de destruction des roches de la nappe du Grand Saint-Bernard, tandis que les falaises qui ont alimenté le Flysch de Habkern doivent être cachées sous les nappes penniques.

Les couches de Leimern de Habkern n'ont rien à faire avec les Couches rouges des Préalpes.

M. H. SCHARDT (89) a fait remarquer à ce propos qu'il a émis lui-même il y a longtemps plusieurs des idées que vient de développer M. Lugeon. M. P. BECK (83) a fait par contre plusieurs objections à ces idées.

MOLASSE

M. H. WEGELIN (90) a décrit à nouveau les sablières du plateau de Benken au S de Schaffhouse, qui sont exploitées sur une grande échelle et qui ont déjà été étudiées par F. Schalch, A. Gutzwiller, J. Hug, L. Rollier; J. Weber et H. Fischli.

Les sables quartzeux exploités à Benken sont superposés à la Molasse d'eau douce inférieure; ils montrent une stratification oblique très nette et se terminent vers le haut en une surface irrégulière modelée par l'érosion, sur laquelle se sont déposées les alternances de schistes, de grès et de graviers de la Molasse d'eau douce supérieure. Les sables contiennent une très forte proportion de quartz, auquel se mêlent des produits de la désagrégation de roches cristallines et de divers calcaires; ils renferment une assez grande variété de débris animaux: spicules de silicisponges et squelettes de radiolaires, restes d'oursins et de crinoïdes, coquilles d'*Ostrea crassissima* et d'*O. edulis*, dents de *Lamna cuspidata*, *L. contortidens* et *Carcharodon megalodon*, os isolés de Mastodon, de Tapir, de Rhinoceros, de *Paleochoerus*, d'*Hyotherium*, de *Dicroidium*, *Palaeomeryx* et *Lagomeryx*, de *Steneofiber*, d'*Amphicyon*, etc...

Le dépôt en question a évidemment été déposé sur la pointe d'un vaste delta de l'époque helvétique, alimenté en majeure partie par des matériaux d'origine alpine, mais recevant aussi des apports d'origine septentrionale. Emergé ultérieurement, il a subi une érosion étendue avant la sédimentation œningienne. M. Wegelin compare les sables de Benken au calcaire grossier du Randen, qui est synchrone.

MM. H. FISCHLI et J. WEBER (86) ont publié une courte notice stratigraphique et surtout paléontologique sur la Molasse d'eau douce supérieure des environs de Winterthur.

Ils commencent par rappeler que cet étage comprend des grès et des marnes en alternances, au milieu desquels s'intercalent vers l'E et le S des poudingues polygéniques. Par places on trouve dans le même complexe des lits de lignite, ainsi au Schneitberg et vers le Birmenstall au N d'Elgg.

La Molasse d'eau douce supérieure est en général très pauvre en fossiles; pourtant des gisements intéressants ont été exploités autrefois par M. Biedermann dans la région d'Elgg, et MM. Fischli et Weber ont récolté au Hegiberg, dans la commune d'Elsaü, une jolie faune. L'affleurement

étudié forme une paroi de 10 m. environ, qui comprend des zones alternantes de marnes et de grès, contenant en partie d'assez nombreux débris charbonneux; les fossiles animaux, débris de mammifères, se trouvent dans une couche de marnes sableuses riches en charbon qui forme le sommet de la série.

Grâce à la détermination très précise faite par M. Stehlin, des restes de mammifères recueillis soit aux environs d'Elgg, soit près de Veltheim, soit au Hegiberg, on peut établir pour ces gisements la liste d'espèces suivante:

| | |
|---|--|
| <i>Pliopithecus antiquus</i> Bl. | <i>Hyotherium sommeringi</i> var. <i>medium</i> Myr. |
| <i>Erinaceus œningensis</i> Bgd. | <i>Listriodon latidens</i> . |
| <i>Galerix exilis</i> Bl. | <i>Dorcatherium</i> cf. <i>peneckei</i> Hofm. |
| <i>Talpa minuta</i> Bl. | <i>Dorcatherium</i> cf. <i>guntianum</i> Myr. |
| <i>Muscardinus sansaniensis</i> Lartet. | <i>Dicroceros elegans</i> Lartet. |
| <i>Steneofiber jægeri</i> Kp. | <i>Paleomeryx bojani</i> Myr. |
| <i>Cricetodon rhodanicum</i> Dep. | <i>Micromeryx florrensisianus</i> Lartet. |
| » cf. <i>medium</i> Lartet. | <i>Amphimoschus lunatus</i> Myr. |
| <i>Lagopsis verus</i> Hensel. | <i>Mastodon angustidens</i> . |
| <i>Prolagus œningensis</i> Kön. | |
| <i>Viverra sansaniensis</i> Lartet. | |

A cette faune de mammifères s'ajoutent des reptiles: *Tessudo escheri*, *T. picteti*, *T. vitodurana* et des gastéropodes continentaux: *Helix delphinensis*, *Limnea dilatata*, *Planorbis cornu*, *Pl. declivis*, *Pl. mantelli*.

M. H. FISCHLI (85) a réussi, en traitant par l'acide chlorhydrique dilué les silex de la Nagelfluh du Rigi, à en dégager un grand nombre de squelettes de radiolaires qu'il a pu déterminer en partie. Il donne la liste des espèces reconnues et figure sur une planche les plus caractéristiques d'entre elles.

QUATERNNAIRE

Formations pléistocènes.

M. A. P. FREY (93) a fait une étude d'ensemble des **formations morainiques du bassin supérieur de la Thur**, en amont de Wil.

Ce bassin comprend dans sa partie inférieure le territoire de la Nagelfluh, dont la stratigraphie a été définie par A. Gutzwiler; plus haut la Thur coupe le faisceau des plis du Säntis; puis la vallée monte d'abord dans le synclinal de Wildhaus, pour s'engager de nouveau dans le faisceau des plis du Säntis, où elle se termine entre le Säntis et le Schafberg. Le glacier de la Thur a donc charrié un matériel morainique re-

lativement peu varié, comprenant les diverses formations du Crétacique et de l'Eocène helvétiques et les grès et poudingues de la Molasse, matériel qu'il est facile de distinguer de celui des glaciers voisins du Rhin et de la Linth.

Parlant de la genèse de la vallée de la Thur, M. Frey observe d'abord que cette vallée coupe les replis frontaux de la nappe du Säntis suivant l'axe d'un ensellement transversal, qui paraît être lui-même en relation avec une ancienne vallée creusée dans la Molasse du soubassement ; il remarque d'autre part que le cours presque exactement S-N de la vallée entre Wattwil et Wil paraît avoir été déterminé par l'inclinaison dans le même sens des couches de Nagelfluh à un moment où l'inclinaison primaire au NE du grand delta molassique a été modifiée en une pente au N par l'intervention des poussées orogéniques agissant du SE au NW.

Après avoir rappelé les extensions respectives qu'ont prises dans le NE de la Suisse les glaciers du Rhin et de la Linth et avoir résumé les principes qui ont servi de base à la classification actuelle des formations de la période glaciaire, M. Frey montre que si pendant la dernière glaciation la langue du glacier du Rhin qui remplissait le bassin de Walenstadt n'a atteint, nulle part jusque dans la région du Ricken, la ligne de faîte qui sépare ce bassin du haut Toggenbourg, par contre la branche principale du glacier occupant le Rheintal a débordé par-dessus le col de Wildhaus, qui a servi de passage à une langue de peu d'importance, bientôt arrêtée par le glacier local de la Thur. M. Frey définit aussi l'extension qu'ont prise les différentes branches du glacier du Rhin dans le territoire de Saint-Gall jusqu'aux environs de Wil pendant la période wurmienne. Puis il passe à l'étude du grand bras glaciaire, formé par la fusion de la langue rhénane de Walenstadt et du glacier de la Linth, qui au débouché de la vallée glaronnaise s'élevait encore jusqu'au niveau de 1300 m., et atteignait le niveau de 1000 m. sur les flancs du Bachtel. Ce glacier a atteint les hauteurs du Ricken, où il a laissé un matériel morainique caractéristique, mais il n'a pas pu déborder dans le bassin du Toggenbourg.

Ainsi le bassin de la Thur en amont de Wil a été presque entièrement occupé par un glacier local alimenté par le faisceau des chaînes du Säntis. Le niveau atteint par ce glacier au débouché dans le paysage molassique se trouvait d'après les blocs erratiques les plus élevés entre 1200 et 1300 m. ; dans la région du Ricken, où le glacier de la Thur était assez puissant pour équilibrer la poussée du glacier Rhin-Linth, le

niveau devait être entre 1000 et 1100 m. D'après ces chiffres il faut admettre que le glacier de la Thur couvrait la ligne des hauteurs qui séparait sa vallée de celle du Neckar et se confondait avec le glacier qui remplissait cette vallée ; le fait est du reste confirmé par l'extension de la moraine de fond. Seuls les sommets du Köbelisberg, au NE de Wattwil et de Neu-Toggenburg à l'E de Lichtensteig dépassaient la surface de la glace. Vers le N, le glacier de la Thur ne tardait pas, pendant la période de son maximum wurmien, à se confondre avec le grand glacier du Rhin.

Les moraines du glacier de la Thur commencent vers le N dans la région de Lampertswil, Kirchberg, Batzenheid, où l'on constate de beaux talus hémicirculaires concentriques. Un second système de moraines frontales apparaît aux environs de Müselbach et au S de Ober-Batzenheid, et, vers l'amont, on voit se succéder encore des moraines plus internes près de Gonzenbach, puis entre Bütschwil et Dietfurt. Ensuite le fond de la vallée n'est plus formé que par de la roche en place ou des alluvions et l'on ne trouve des formations morainiques bien caractérisées que sur les flancs du Ricken à 710 m. et sur le versant droit de la vallée, au-dessus d'Ulisbach à 910 m.

Pour retrouver des moraines locales bien développées dans la vallée de la Thur, il faut remonter jusqu'à l'entrée de son tronçon longitudinal, en amont de Starkenbach. Là apparaissent les restes bien nets d'un ancien système de moraines frontales. En amont de ce territoire on observe des masses importantes de matériel morainique entre le confluent des deux Thur descendant du Säntis et de Wildhaus et les hauteurs de Wildhaus. Ce qui frappe ici c'est la prédominance presque exclusive du matériel local, ce qui prouve que la langue du glacier du Rhin qui est arrivée jusque là n'a pénétré que très peu avant dans le bassin de la Thur et que bientôt, le niveau du glacier du Rhin baissant, les environs de Wildhaus n'ont plus connu que des glaciers locaux. Sous les moraines locales de Wildhaus on trouve divers affleurements de charbons schisteux, ayant subi des remaniements du fait des glaciers qui les ont couverts.

La vallée de la Säntisthur contient des formations morainiques importantes, dont les deux plus caractéristiques se trouvent l'une vers Kühboden sur le palier qui domine le confluent des deux Thur, l'autre à $3\frac{1}{2}$ kilomètres plus haut dans la vallée, vers les chalets de Flis.

D'après l'importance des talus morainiques laissés par le

glacier de la Thur, M. Frey distingue trois stades de retrait, limités par trois systèmes morainiques. Le premier de ces systèmes est celui qui se développe dans la région de Kirchberg, Unter-Batzenheid, Gonzenbach ; il permet de suivre nettement l'abaissement du niveau de la glace, qui a couvert d'abord d'une nappe continue tout le territoire compris entre la Thur et la vallée de Kirchberg, puis s'est divisée en deux langues, occupant les deux vallées et s'est retirée ensuite dans la vallée de la Thur seule. Les moraines latérales du Ricken et d'Ulisbach, au-dessus de Wattwil correspondent à des phases successives de ce retrait. En se basant soit sur le niveau atteint par le glacier correspondant à ces moraines, soit sur les relations des moraines externes de Unter-Batzenheid avec les moraines voisines du glacier du Rhin, il paraît logique d'attribuer ce premier système morainique au premier stade de retrait des glaciers alpins.

Le second stade de retrait correspond au moment auquel le glacier de la Thur poussait d'une part son front vers l'W jusqu'à Starkenbach, et débordait d'autre part vers l'E jusqu'à la région de Wildhaus. Cette extension correspond à une limite des neiges persistantes situées vers 1500 m., ce qui permet d'attribuer les moraines de Starkenbach et Wildhaus au stade de Bühl. Enfin les moraines de Flis appartiennent vraisemblablement au stade de Gschnitz.

M. Frey a étudié aussi les formations morainiques des vallées secondaires du Toggenbourg ; il a pu ainsi constater la pénétration du glacier de la Thur à l'époque de son maximum dans le bas du Steintal, et observer dans cette même vallée, près du hameau de Steintal, des moraines formées essentiellement de débris de Nagelfluh, qui ont été déposées pendant le stade de Bühl par un glacier local.

La vallée de la Lutern a été occupée aussi par un glacier local, qui, après le retrait du glacier de la Thur, a formé un front indépendant et déposé un système de moraines frontales vers Ennetbühl. Des moraines d'un glacier local se trouvent également dans la partie inférieure de la vallée de la Weisse Thur, où elles sont mêlées aux moraines latérales du glacier de la Thur. Enfin, M. Frey a constaté l'existence de tout un ensemble de moraines locales dans les deux tronçons de vallées longitudinaux qui limitent au S le petit massif du Stockberg ; ces formations doivent dater du stade de Bühl.

Sur le versant S de la haute vallée de la Thur, dans le bas des pentes descendant des Churfirsten, M. Frey a reconnu

une succession de talus morainiques, qu'il attribue à des glaciers alimentés par les Churfirsten et ayant occupé, pendant le stade de Bühl, les dépressions du versant N de cette chaîne. Le plus important de ces systèmes morainiques locaux se développe autour des petits lacs de Schwendi au SW de Wildhaus. Enfin, l'auteur signale diverses formations morainiques existant dans les vallées de Gräppelen et de Teselalp au S de la chaîne principale du Säntis.

Dans son dernier chapitre, M. Frey reprend la question de l'évolution pléistocène du bassin de la Thur ; il fait remarquer que lors du maximum wurmien le bassin de Wil était barré à l'E, au N et au NW par les divers bras du glacier du Rhin ; les eaux de fusion sortant de ces bras et du glacier de la Thur convergeaient alors vers la dépression de Wil-Rickenbach, où elles accumulèrent des alluvions en quantité considérable, puis s'écoulaient par la vallée, actuellement morte ou à peu près, de Littenheid, Dusnang, Bichelsee, Turbental. A la même époque, un cours d'eau glaciaire suivait la vallée qui, de Flawil, conduit par Oberrindal à Unter-Batzenheid.

D'autre part, l'écoulement des eaux qui se fait actuellement de l'W vers la Thur a été rendu impossible pendant la glaciation wurmienne, lorsque la vallée de la Thur était remplie par son glacier. C'est alors que se creusèrent des tronçons transversaux de vallées, qu'on peut reconstituer et dont l'un passait par Krinau avec une direction S-N, dont l'autre descendait de Dietenwil, par Mosnang jusqu'à la vallée du Gonzenbach. Celle-ci devait être occupée dans toute sa partie inférieure par un important lac de barrage glaciaire, dont on trouve encore des restes d'alluvions, ayant par places une structure de delta caractéristique.

Entre Lichtensteig et Ebnatt le fond de la vallée de la Thur est tapissé par un puissant dépôt d'alluvions, qui date de la phase de retrait postwurmienne ; des dépôts analogues, mais moins considérables, se retrouvent vers Krummenau, vers Neu Sankt Johann et vers Stein. Au-dessus de ce thalweg, à une distance verticale d'environ 30 mètres, on trouve sur divers points des restes d'une ancienne terrasse d'érosion, qui sont en général conservés vers le débouché des vallées latérales.

En relation avec l'évolution hydrographique, M. Frey a envisagé aussi l'évolution orographique. Dans sa description il fait ressortir le rôle joué par les axes anticlinaux formés de Molasse relativement tendre et les jambages constitués

essentiellement par la Nagelfluh, ainsi que l'influence exercée sur la genèse de l'orographie par le plongement des couches. D'autre part M. Frey met en lumière les actions glaciaires qui se sont manifestées dans le bassin de la Thur et auxquelles il faut attribuer la formation de nombreux bassins surcreusés et élargis dans la vallée principale, ainsi que le caractère suspendu des vallées latérales.

En terminant, M. Frey décrit encore le bassin frontal du glacier de la Thur dans la région de Kirchberg, Unter-Batzenheid et celui d'une langue latérale du glacier de la Linth et du Rhin, immédiatement à l'E du col du Ricken. Puis il énumère quelques Karrs, aux formes toujours plus ou moins altérées, qu'il a observés sur le versant N des Churfirsten, dans le fond du Steintal, etc.

Dans son chapitre de conclusions, M. Frey résume comme suit les données que lui ont fournies ses observations :

Les quelques restes laissés par la glaciation de Riss permettent d'établir qu'à cette époque une nappe de glace continue couvrait tout le territoire au N du Säntis jusqu'au bassin de la Linth.

Pendant la glaciation de Würm le glacier de la Thur était individualisé sur presque toute sa longueur, mais pendant le maximum wurmien il s'est encore soudé dans la région de Wil avec le glacier du Rhin. Plus au S, une langue de ce dernier franchissait le col de Wildhaus, mais sans dépasser les environs d'Unterwasser ; de même une langue du glacier Linth-Rhin franchissait le Ricken, mais ne s'étendait guère au-delà du col.

Pendant le dépôt des moraines wurmiennes internes le glacier de la Thur a eu un front libre aux environs de Kirchberg et Batzenheid. A l'époque du stade de Bühl ce front était déjà retiré jusque vers Starkenbach, tandis que pendant le stade de Gschnitz il se trouvait à Flis à l'intérieur des chaînes S du Säntis.

L'hydrographie du bassin de la Thur à l'époque wurmienne comportait plusieurs vallées actives, qui n'existent plus comme telles actuellement (vallées transversales de Krinau et de Mosnang, vallées d'Oberrindal et de Littenheid).

La vallée supérieure de la Thur conserve des signes manifestes de surcreusement.

M. K. STRÜBIN (100) a continué jusqu'à la fin de sa vie ses observations sur les **blocs erratiques du Jura bâlois**. Peu avant

sa mort, il a publié un tableau indiquant pour 134 de ces blocs la position exacte, le volume, le caractère pétrographique et l'origine probable. Il s'est efforcé d'autre part d'assurer la protection des plus intéressants de ces témoins de la période glaciaire.

M. P. ARBENZ (91) a décrit sommairement un éboulement post-glaciaire, qui couvre le versant droit du Horbistal au NE d'Engelberg, en prêtant une attention spéciale à la zone de contact entre cet éboulement et la moraine sous-jacente.

Morphologie pléistocène.

Dans une courte notice, M. W. KILIAN (96) a émis l'idée que les lacs de Genève, d'Annecy et du Bourget ne datent que de la glaciation de Würm.

M. P. GIRARDIN (94) a fait ressortir l'intérêt que présentent les moraines frontales qui existent dans la plupart des lacs subalpins, qui divisent les bassins lacustres en plusieurs cuvettes distinctes et qui, grâce à la protection de l'eau, sont restées remarquablement intactes. Les moraines n'ont disparu que lorsqu'elles ont été enfouies sous des alluvions particulièrement abondantes.

M. E. CHAIX (92) a décrit en quelques pages la morphologie générale du Val Tavetsch; il a montré que soit la vallée principale, soit les vallées latérales ont presque partout un profil transversal en U très caractéristique; il a examiné la question des terrasses dominant le trog, terrasses dont l'inclinaison longitudinale paraît trop faible pour qu'on puisse y voir les restes d'une vallée préglaciaire; enfin il a insisté sur l'importance de la phase d'accumulation qui a suivi le retrait des glaciers et a précédé la grande phase d'érosion postglaciaire.

Faunes pléistocènes.

M. TH. STUDER (101) a fait une étude d'ensemble des restes d'oiseaux recueillis dans les stations préhistoriques des environs de Schaffhouse, du Jura soleurois, bâlois et bernois, qui datent pour la plupart de l'époque magdalénienne. Les espèces qu'il a pu déterminer, parmi lesquelles *Lagopus lagopus* et *Lag. mutus* sont les plus abondamment représentés, sont localisées de nos jours d'une part dans les régions pérarctiques, d'autre part dans les régions élevées des Alpes et d'autres systèmes de montagne de l'Eurasie.

M. F. LEUTHARD (98) a repris l'étude de quelques débris

d'ossements provenant surtout de la Basse Terrasse des environs de Bâle et réunis dans les collections du musée cantonal de Liestal.

L'échantillon le plus intéressant est un fragment de crâne avec bois de renne, provenant de la Basse Terrasse des environs de Pratteln. Ensuite M. Leuthardt a décrit deux échantillons de bois de cerf découverts dans la Basse Terrasse de Birsfelden, puis une phalange de *Bison priscus* trouvée près de Saint-Jacques, divers os de cheval provenant en tout cas de deux individus, recueillis à Allschwyl, et quelques os de *Rhinoceros tichorinus*.

Un chapitre spécial est consacré aux restes de Mammouth trouvés à Binningen dans un dépôt de Loess riche en petits mollusques (*Ariodonta arbustorum*, *Fruticola villosa*, *Pupa dolium*, *P. muscorum*, *Clausilia parvula*, *Succinea oblonga*, *Planorbis leucostoma*, *Limnea truncatula*). Les os de Mammouth proviennent certainement de deux individus, de jeune âge et de taille différente ; ils étaient répartis sur un espace de 50 m², mais n'avaient pas subi un transport important ; ils comprennent des vertèbres et des côtes, des os des deux ceintures et des quatre membres, et divers fragments de crânes, entre autres une belle mandibule, à peu près complète.

Stations préhistoriques.

M. F. LEUTHARD (97) a repris la question de l'âge de la station de Lausen, qui avait été attribuée d'abord au Néolithique et qui a fait l'objet d'une discussion entre l'auteur d'une part, MM. P. et F. Sarasin de l'autre. Il a montré que les silex taillés de cette station, qui proviennent en majeure partie du Kimmeridgien, comprennent surtout des objets de grandes dimensions, en particulier des couteaux d'un type assez uniforme et comportent moins de retouches que ceux de Winznau. Les objets plus petits et plus finement travaillés existent aussi, mais, en somme les silex de Lausen ne se distinguent par aucune différence essentielle des silex magdaléniens et l'attribution de la station au Magdalénien paraît absolument justifiée.

MM. H. G. STEHLIN et A. DUBOIS (99) ont entrepris de nouvelles fouilles dans la grotte de Cotencher, située dans les gorges de l'Areuse. Ils ont découvert ainsi, sous 0.80 à 1 m. d'argile, d'abord dans un dépôt caillouteux épais de 2 m., puis dans une couche terreuse sous-jacente, des ossements, parmi lesquels prédominent fortement ceux d'*Ursus*

speleus, mais qui se répartissent entre des espèces très diverses : *Arctomys marmotta*, *Cricetus cricetus*, *Felis spelea*, *F. pardus*, *F. catus*, *Lynx lynx*, *Canis lupus*, *Foetorius erminea*, *Sus scropha*, *Rangifer tarandus*, *Rupicapra rupicapra*, *Capra ibex*, *Equus caballus*.

Le dépôt caillouteux, qui est certainement antérieur au maximum wurmien, a fourni en outre une centaine de silex taillés du type moustérien.

Cette découverte d'une station moustérienne dans le Jura suisse, à l'intérieur des moraines wurmiennes, présente un grand intérêt.
